

**UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA**



**TESIS DOCTORAL**

**ANÁLISIS DE LA FIJACIÓN DE PRECIOS EN UN SERVICIO DE  
SUMINISTRO URBANO DE AGUA**

**LOURDES TRUJILLO CASTELLANO**

Las Palmas de Gran Canaria, Junio de 1993

2

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
LAS PALMAS DE G CANARIA  
N.º Documento 256424  
N.º Copia 257740

**UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA**  
**DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA**  
**PROGRAMA DE ECONOMÍA APLICADA**

**ANÁLISIS DE LA FIJACIÓN DE PRECIOS EN UN SERVICIO DE**  
**SUMINISTRO URBANO DE AGUA**

Tesis doctoral presentada por Lourdes Trujillo Castellano.

Dirigida por el Dr. D. Ginés de Rus Mendoza.



El Director,



El Doctorando,

Las Palmas de Gran Canaria a 23 de junio de 1993

R. 20357

*a Iliana y Dalia*

## Agradecimientos

Al profesor Ginés de Rus Mendoza, director de la tesis, mi más sincera gratitud por las continuas sugerencias y revisiones a esta memoria y por las muestras de confianza depositadas en mi trabajo.

Agradezco a mis compañeros del Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, en particular a los de las Secciones de Teoría Económica y Matemáticas, su cordial y sincero apoyo. Mención especial merecen Javier Campos y Marianela González que han contribuido con sus sugerencias a la presentación de esta memoria.

He encontrado una excelente colaboración en la Empresa Municipal de Aguas de Las Palmas, S.A., especialmente en la persona de Eduardo Cárdenes sin cuya ayuda en la aportación de datos difícilmente podría haber visto la luz este trabajo.

Mi agradecimiento al Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria por la beca concedida a través de la Fundación Universitaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, para el inicio de esta memoria.

No puedo olvidar a todas las personas que de forma continua me han demostrado su amistad con su ayuda desinteresada, de entre todas destaca Lupe González a la que quiero expresar mi más profundo reconocimiento.

Sin el apoyo moral de toda mi familia este trabajo hubiera sido imposible. A José Luis Cárdenes gracias por su comprensión.

## Índice General

<b>Capítulo 1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 2. Monopolio natural y tarificación</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Introducción</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Características del monopolio natural</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Políticas de Precios</b>	<b>21</b>
<b>2.3.1 Discriminación de precios</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1.1 Tarificación Ramsey</b>	<b>25</b>
<b>2.3.2 Tarifas no lineales</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2.1 Tarifas en dos partes</b>	<b>30</b>
<b>Capítulo 3. Industria de suministro de agua</b>	<b>37</b>
<b>3.1 Introducción</b>	<b>37</b>
<b>3.2 La industria de suministro urbano de agua</b>	<b>38</b>
<b>3.3 Descripción de un sistema de suministro de agua</b>	<b>42</b>
<b>3.4 Producción y demanda</b>	<b>49</b>
<b>3.4.1 Demanda: características y tipos</b>	<b>52</b>
<b>3.4.2 Elasticidad de la demanda con respecto al precio</b>	<b>54</b>
<b>3.5 Precio según el coste marginal</b>	<b>62</b>
<b>3.6 Sistemas de tarificación</b>	<b>67</b>
<b>3.6.1 Cobros de tipo único (Flat-Rate)</b>	<b>67</b>
<b>3.6.2 Fijación de precios uniformes</b>	<b>68</b>
<b>3.6.3 Las tarifas no uniformes</b>	<b>72</b>
<b>3.6.3.1 La tarifa en dos partes</b>	<b>72</b>
<b>3.6.3.2 Tarifas en bloques decrecientes</b>	<b>76</b>
<b>3.6.3.3 Tarifas en bloques crecientes</b>	<b>80</b>
<b>3.6.4 Tarifas estacionales</b>	<b>82</b>
<b>3.6.5 Tendencias Actuales</b>	<b>86</b>
<b>3.7 Conclusiones</b>	<b>87</b>

<b>Capítulo 4. Estructura de costes en la industria de suministro de agua</b>	91
<b>4.1 Introducción</b>	91
<b>4.2 Estructura de costes en la industria</b>	92
<b>4.3 El coste marginal</b>	99
<b>4.3.1 Definiciones de coste marginal</b>	103
<b>4.4 Clasificación de costes</b>	114
<b>4.5 Conclusiones</b>	117
<b>Capítulo 5. Una aplicación empírica</b>	119
<b>5.1 Introducción</b>	119
<b>5.2 Empresa Municipal de Aguas de Las Palmas, S.A. (EMALSA)</b>	119
<b>5.3 Estimación del coste marginal</b>	124
<b>5.4 Tarificación en EMALSA</b>	136
<b>5.5 Tarifa basada en criterios de eficiencia económica</b>	146
<b>5.6 Variación del excedente social</b>	153
<b>5.7 Excedente del consumidor. Perdedores y ganadores</b>	170
<b>5.8 Consideraciones de equidad</b>	180
<b>5.9 Conclusiones</b>	182
<b>5.10 Anexos</b>	184
<b>Capítulo 6. Conclusiones</b>	195
<b>Referencias</b>	199

## Índice de cuadros

Cuadro 3.1. Procedencia de las aguas de EMALSA	44
Cuadro 3.2. Elasticidades demanda-precio	58
Cuadro 4.1. Definiciones de coste marginal	114
Cuadro 4.2. Categorías de costes	116
Cuadro 5.1. Dotación litros habitante día (l/h/d)	123
Cuadro 5.2. Inversiones efectuadas por años 1987-1991	126
Cuadro 5.3. Inversiones efectuadas por años 1987-1991	127
Cuadro 5.4. Procedencia de las aguas de EMALSA	130
Cuadro 5.5. Número de abonados por años 1985-1991	131
Cuadro 5.6. Cálculo de costes marginales y medios sobre el volumen producido. (1987-1991)	133
Cuadro 5.7. Cálculo de costes marginales y medios sobre el volumen facturado. (1987-1991)	135
Cuadro 5.8. Tarifa de EMALSA. Año 1991	141
Cuadro 5.9. Precios marginales para EMALSA. Año 1991	142
Cuadro 5.10. Tipos de consumo de EMALSA	144
Cuadro 5.11. Consumo doméstico y abonados por tramos de consumo	145

Cuadro 5.12. Tarifa e ingresos de EMALSA	151
Cuadro 5.13. Tarifa según el coste marginal e ingresos	152
Cuadro 5.14. Cálculo de la variación del B <sup>o</sup> social ( $\epsilon_D = -0,2$ ). Función de Demanda Lineal	156
Cuadro 5.15. Variación del excedente del consumidor y del productor ( $\epsilon_D = -0,2$ ). Función de Demanda Lineal	157
Cuadro 5.16. Cálculo de la variación del B <sup>o</sup> social ( $\epsilon_d = -0,3$ ). Función de Demanda Lineal	158
Cuadro 5.17. Variación del excedente del consumidor y del productor ( $\epsilon_D = -0,3$ ). Función de Demanda Lineal	159
Cuadro 5.18. Cálculo de la variación del B <sup>o</sup> social ( $\epsilon_D = -0,4$ ). Función de Demanda Lineal	160
Cuadro 5.19. Variación del excedente del consumidor y del productor ( $\epsilon_D = -0,4$ ). Función de Demanda Lineal	161
Cuadro 5.20. Variación del excedente del consumidor	162
Cuadro 5.21. Cálculo de la variación del B <sup>o</sup> social ( $\epsilon_D = -0,2$ ). Función de Demanda de Elasticidad Constante	166
Cuadro 5.22. Cálculo de la variación del B <sup>o</sup> social ( $\epsilon_D = -0,3$ ). Función de Demanda de Elasticidad Constante	167
Cuadro 5.23. Cálculo de la variación del B <sup>o</sup> social ( $\epsilon_D = -0,4$ ). Función de Demanda de Elasticidad Constante	168
Cuadro 5.24. Variación del B <sup>o</sup> social para diferentes elasticidades. Función de Demanda Lineal	169
Cuadro 5.25. Variación del B <sup>o</sup> social para diferentes elasticidades. Función de Demanda de Elasticidad Constante	169

Cuadro 5.26. Estructura de precios. Financiación externa (EX)	175
Cuadro 5.27. Estructura de precios. Financiación interna (IN)	176
Cuadro 5.28. Variación del excedente del consumidor por desplazamiento al primer bloque de consumo.	178
Cuadro A.5.1. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1987	185
Cuadro A.5.2. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1988	186
Cuadro A.5.3. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1989	187
Cuadro A.5.4. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1990	188
Cuadro A.5.5. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1991	189
Cuadro A.5.6. Consumo de carburante y energía de LPI y LPII	190
Cuadro A.5.7. Asignación del coste del carburante a la producción de agua y energía de LPI	191

## Índice de gráficos

Gráfico 3.1. Ciclo del agua	45
Gráfico 5.1. Costes medios y marginales	134
Gráfico 5.2. Tarifa EMALSA. Parte variable	143
Gráfico 5.3. Distribución por tramos de consumo	145
Gráfico 5.4. Parte fija de la tarifa	149
Gráfico 5.5. Variación de excedente social	154
Gráfico 5.6. Bloque de 0-10 m <sup>3</sup>	163
Gráfico 5.7. Variación del excedente social	165
Gráfico 5.8. Pérdida de excedente por desplazamiento de consumidores	177
Gráfico A.5.1. Consumo mensual. Años 1986-1991	192
Gráfico A.5.2. Consumo mensual. Años 1986-1991. (Diferencias de primer orden)	193
Gráfico A.5.3. Consumo mensual. Años 1986-1991. (Diferencia estacional)	194

## Capítulo 1. Introducción

La situación del suministro de agua en el presente ha cambiado sustancialmente respecto al pasado. La escasez de agua de calidad es evidente en muchas localidades. El consumo per cápita ha continuado creciendo, pero muchas de las fuentes de agua existentes se ven limitadas en su disponibilidad y degradadas en calidad. La carestía de los costes de energía emparejados con inflación y tipos de interés altos ha incrementado los costes de proveer agua. La solución convencional a la carencia de suministro ha sido aumentar la oferta expandiendo el sistema y adquiriendo recursos para atender la demanda total de los consumidores. Pero los problemas de oferta de agua de calidad aceptable no son ya tan simples y la escasez de recursos es cada vez mayor (Kim, 1985). El conocimiento de las economías de escala ha propiciado políticas de regionalización. El concepto de proveedores públicos versus privados es cada vez más importante cuando se investigan formas de mejorar la dirección y operatividad del suministro de agua. También empieza a prestársele mayor atención a las reformas de las estructuras tarifarias, con la consecuente necesidad de un profundo análisis de costes (Kim, 1985).

Se ha considerado tradicionalmente que la industria de suministro de agua se comporta como un monopolio natural clásico (Mann, 1989). El capítulo 2 se ocupa de hacer un breve análisis teórico del monopolio natural y su regulación, especialmente en el ámbito de tarificación con la finalidad de adaptarlo a las

condiciones específicas de la industria que nos ocupa.

En el capítulo 3 se estudia las especificidades técnicas del sector de suministro de agua, así como las características económicas derivadas de éstas, con la intención de concretar el comportamiento de monopolio natural al menos en parte de su estructura, ya que hay alguna evidencia de oligopolio natural en el proceso de producción. También en este capítulo y, debido a la necesidad de separar la funciones de la empresa para entender su estructura, se hace un repaso por el ciclo que atraviesa el agua antes de llegar al abonado.

El propósito primordial de un sistema económico es asignar eficientemente los recursos escasos entre sus usos alternativos y distribuir el producto final de una forma justa, tal que se maximice el beneficio social neto. En nuestra economía los precios son el principal mecanismo de asignación de los recursos. Si la demanda de servicios de agua fuera totalmente inelástica un análisis sobre tarificación no sería relevante para determinar la eficiencia con la cual los recursos de agua deben ser utilizados, ya que entonces los precios no afectarían a las cantidades de agua consumida. La demanda de agua no es totalmente inelástica (Hanke, 1972), por tanto este análisis es básico para alcanzar el objetivo de eficiencia económica. En el capítulo 3 se estudia la demanda de servicios de agua y se muestra la evidencia existente sobre el valor de las elasticidades de la demanda respecto al precio estimadas en la literatura por diferentes autores, demostrando que efectivamente la demanda de agua es sensible a cambios en el precio.

La eficiencia en la producción y el consumo se produce cuando el beneficio marginal se iguala al coste marginal. Si lo que los consumidores desean pagar

excede al coste marginal, la producción debe expandirse, y ésta debe estabilizarse cuando el precio que desean pagar los consumidores sea igual al coste marginal (al menos en un mundo de óptimo de primera preferencia).

En la práctica, el coste marginal de proveer una unidad de agua varía para diferentes grupos de consumidores y dentro de cada clase. A todos los usuarios que imponen idéntico coste sobre el sistema se les debe cobrar el mismo precio que iguale al coste marginal de servir a esa clase. En otras palabras, donde el coste marginal difiere, los precios deben ser diferentes de acuerdo con aquéllos (Zamora et al., 1981).

El siguiente ejemplo ilustra las ventajas de las tarifas basadas en el coste marginal, recogidas en el capítulo 3, y sus consecuencias en la persecución de los objetivos más relevantes de un sistema de precios: eficiencia asignativa, equidad y equilibrio financiero.

Consideremos el caso de una comunidad con diez propietarios de un pozo de agua. Cada uno necesita extraer agua para regar sus fincas, situadas a distintas distancias y alturas respecto del pozo, de forma que el propietario 1 tiene la tierra muy cercana a la fuente de agua, el 2 junto al primero, pero más alejado del pozo, y así sucesivamente, hasta llegar a la finca propiedad del 10 que es la más retirada de la fuente. A medida que aumenta la distancia al pozo las fincas están más elevadas y tienen dimensiones mayores de modo que el propietario 10 es el que más tierra posee y el 1 el que menos, pero es el más cercano al pozo. Algunas de las fincas están en explotación y otras no, por lo que estas últimas no necesitan regarse.

Los costes en los que se incurre para el uso del agua del pozo serían en general los propios de la extracción, como los de bombeo y elevación y los fijos, por ejemplo, un vigilante que tendría que estar con independencia de si se extrae o no agua. Si en este ejemplo se considera la comunidad como una empresa suministradora de agua, que desea equilibrar su presupuesto, se plantea que precio cobrar a cada usuario (en este caso los propietarios) para que se cumpla este objetivo, además de los de eficiencia asignativa y equidad.

Establecer un precio uniforme según el coste medio (sumar todos los costes fijos y variables y dividirlos por el número de unidades de agua que se prevé consuman los propietarios) significa cobrar la misma tarifa tanto a los usuarios que imponen un coste mayor sobre el sistema (fincas más alejadas y elevadas) como a los que causan un coste menor. Esto originaría problemas de subvenciones cruzadas, desde los usuarios más cercanos al pozo a los usuarios con fincas ubicadas a más altura, ya que servir a estos últimos supone un coste mayor por unidad que a los situados en primera línea. Además, si uno de los propietarios no riega no paga, con el consiguiente problema de financiación para la comunidad (no se podrían cubrir los costes fijos). De la misma forma una inesperada estación lluviosa ocasionaría pérdidas para la empresa, puesto que se reduciría el consumo. La ventaja de este tipo de tarifas es que son fáciles de entender por los usuarios y de aplicar por la comunidad.

El precio según el coste medio disfraza la variación significativa en los costes de servir a los consumidores que viven en áreas separadas a diferentes distancias y elevaciones de los centros de suministro.

En estas situaciones el coste marginal de servir a cada cliente es distinto. De hecho, el precio según el coste medio impone una penalización sobre los clientes que viven cerca de la fuente de distribución, mientras que provee una subvención a los usuarios apartados de dicha fuente. La ineficiencia puede reducirse dividiendo el área de servicio en zonas según las distancias y elevaciones y estableciendo una estructura tarifaria (precios zonales) basada en el coste marginal de servir a los clientes dentro de estas zonas, (Zamora et al., 1981). Por otro lado, si el agua se cobra a un precio que iguala al coste medio y éste excede del coste marginal, los usuarios comprarán menos que la cantidad óptima y si sucede lo contrario la cantidad consumida estará por encima del óptimo siendo, en algunos casos, necesario sobreinvertir en capacidad para atender el exceso de demanda.

Volviendo al ejemplo, si se divide la superficie que suministra el pozo en áreas homogéneas en cuanto a distancia y elevación, resultarán cinco zonas donde los propietarios se distribuyen de forma que el 1 queda en la zona A, el 2 y 3 en la zona B, el 4, 5 y 6 en la zona C, el 7 y 8 en la zona D y el 9 y 10 en la H. Tarifcando según el coste marginal se obtendrán diferentes precios para cada tipo de usuario, esto es a los que estén localizados en zonas más alejadas y elevadas en relación al pozo se les cobra una tarifa superior que a los que estén más cerca (precios zonales). Con esta tarificación no habría problemas de subvenciones cruzadas, puesto que cada uno paga por unidad el coste de producirla. En este caso, para que la comunidad equilibre su presupuesto, los costes fijos (como el sueldo del vigilante del pozo) se dividen entre diez, pagando cada propietario una parte (a la que se denomina tasa de entrada) con independencia de que consuma o no.

El sistema de precios resultante es una tarifa en dos partes con una tasa de entrada (E) que cubre los costes fijos (pues se suponen costes marginales constantes) y un precio según el coste marginal por unidad consumida. Lográndose los objetivos de eficiencia y presupuesto equilibrado.

El ingreso total de la comunidad con la tarifa en dos partes es:

$$IT = F + \sum_{i=1}^{10} c_i q_i \quad (1.1)$$

donde,

$$F = \sum_{i=1}^{10} E_i$$

$q_i$  es el número de unidades consumidas por cada propietario

$c_i$  es el coste marginal de cada consumidor

$E_i$  es la tasa de entrada

El precio según el coste medio ( $P_{me}$ ) para cada consumidor viene determinado por la siguiente expresión:

$$P_{me} = \frac{F + \sum_{i=1}^{10} c_i q_i}{\sum_{i=1}^{10} q_i} \quad (1.2)$$

multiplicando (1.2) por  $\sum q_i$  se obtiene el ingreso total, derivado de la tarificación según el coste medio:

$$IT = F + \sum_{i=1}^{10} c_i q_i \quad (1.3)$$

Tanto con la tarifa en dos partes como con el precio según el coste medio, la comunidad obtiene el mismo volumen de ingresos con beneficios nulos.

El problema que plantea la tarificación al coste medio, en cuanto a los ingresos, es que si se vende menos de lo esperado (por ejemplo, un propietario que no riegue esa temporada) la empresa no cubre parte de sus costes fijos incurriendo en pérdidas, por lo que no se consigue el objetivo de equilibrio financiero.

Con la tarificación basada en el coste marginal puede ocurrir que a los propietarios de la zona H les interese salirse del mercado, debido a que el precio es alto. En este caso, la empresa debe enfrentarse al dilema de tarificar eficientemente y asegurar un número adecuado de consumidores en el mercado (Brown y Sibley, 1986). Si los usuarios de la zona H no tienen una fuente alternativa de suministro entonces su demanda será inelástica y la salida del mercado le proporciona una desutilidad infinita por lo que no tienen incentivos para abandonarlo.

Desde el punto de vista del objetivo de equidad podría parecer justo que todos los usuarios paguen lo mismo, con independencia del coste de servirles (estaría en consonancia con el precio según el coste medio), pero hay otros enfoques de justicia social que consideran equitativo que a cada usuario se le cobre de acuerdo al coste que ocasiona sobre el sistema, entonces los resultados de la eficiencia asignativa aseguran la verdadera equidad (OECD, 1987). En general, si se consideran criterios redistributivos, se suele establecer algún sistema de ayuda social para los miembros más desfavorecidos de la comunidad, evitando imponer sobre algunos consumidores cobros más altos de los que ellos ejercen sobre el

sistema (OCDE, 1987).

Durante el ciclo de producción, la cantidad de agua demandada para cualquier precio varía, es decir, existe un problema de períodos estacionales que, en algunas circunstancias, puede provocar la necesidad de ampliar el sistema. Generalmente el verano es más seco que el invierno ocasionando mayores necesidades de regar las fincas. Las denominadas tarifas estacionales, que básicamente consisten en subir los precios en las temporadas de demandas altas, tienen como objetivo suavizar los ciclos estacionales retrasando ampliaciones inmediatas del sistema. Si los precios fueran uniformes y las demandas fluctuaran por estaciones ocasionarían ineficiencias animando los consumos puntuales (Hanke, 1981), con el consiguiente problema de sobreinversión para cubrir los períodos punta.

Una red de distribución de agua puede expandirse bien por servir a más clientes dentro del área de servicio existente, lo que hace decrecer el coste marginal a largo plazo; o por conectar al sistema nuevas áreas alejadas del mismo, que incrementa el coste marginal a largo plazo. El tipo de expansión debe producir diferentes efectos sobre los costes. Ambas, economías de densidad y deseconomías de distancia deben tenerse en cuenta para evaluar la política de precios de la empresa (Hanke, 1972).

Por tanto, la necesidad de incrementar la capacidad del sistema puede ser debida a aumentos temporales en la demanda, lo que conduce a lo que se denomina precios estacionales, que tienen la finalidad de desanimar las demandas punta, o bien la capacidad puede necesitar expandirse por incrementos espaciales en la demanda. En ambos casos, si se necesita invertir en capacidad extra para atender

las nuevas demandas, lo relevante sería cobrar un precio según el coste marginal a largo plazo (que recogiera las variaciones en costes por la inversión adicional) a los responsables de los incrementos en la demanda y si las estimaciones de la demanda en tiempos pasados son correctas, la determinación de precios según el coste marginal a largo plazo conseguirá que la firma equilibre su presupuesto (Rees, 1984).

Este ejemplo ilustra la importancia de la tarificación basada en criterios de eficiencia económica de donde se deduce la necesidad de estimar adecuadamente el coste marginal a corto y largo plazo. En el capítulo 4 nos ocuparemos de esta cuestión, analizando previamente la estructura de costes de la empresa para luego estudiar las diversas definiciones de coste marginal que brinda la literatura y adaptar la más adecuada a la aplicación empírica del capítulo 5.

En el capítulo 5, se compara la tarifa vigente en una empresa real de suministro de agua con una fijación de precios basada en criterios de eficiencia económica, con la intención de demostrar que la tarifa según el coste marginal es más eficiente. Para ello se ha tenido, previamente, que estimar el coste marginal de proveer el servicio en esta empresa.

Por último, en el capítulo 6 se recogen las conclusiones que se derivan de este trabajo.

## Capítulo 2. Monopolio natural y tarificación

### 2.1 Introducción

En una industria perfectamente competitiva el mercado resuelve dos problemas relacionados entre sí. Se alcanza el objetivo de eficiencia productiva minimizando los costes de producción; y se establece una estructura de precios igual al coste marginal que logra la meta de eficiencia económica, de modo que maximiza el beneficio social.

No todas las industrias son perfectamente competitivas, de hecho buena parte de los servicios públicos se caracterizan por presentar condiciones de monopolio natural. La necesidad de intervención para conseguir objetivos de eficiencia en estos mercados ha conducido a plantear métodos de tarificación alternativos a la regla del coste marginal. Otras vías de regulación plantean la introducción de competencia por el mercado.

En este capítulo se hace un breve repaso de las características del monopolio natural y de la necesidad de su regulación. Los diferentes mecanismos de intervención van desde introducir eficiencia por métodos alternativos a los precios, hasta la fijación de sistemas de tarifas en el contexto de óptimo de segunda preferencia.

## 2.2 Características del monopolio natural

Recientemente se ha demostrado que la definición de monopolio natural descansa más sobre el concepto de subaditividad que en el de economías de escala (Braeutigam, 1989). Un mercado es un monopolio natural si y sólo si la función de costes para una firma representativa en ese mercado satisface la condición de subaditividad (Sharkey, 1982).

Esencialmente, la condición de subaditividad, para una empresa con producto único, exige que la empresa pueda producir el nivel de output deseado a un coste total más bajo que una combinación de dos o más firmas. De acuerdo con Baumol, Panzar y Willig (1982), una función de costes  $C(q)$  es estrictamente subaditiva en  $q$  si se cumple que:

$$C(q) < \sum_{j=1}^k C(q^j) \quad (2.1)$$

donde,

$$\sum_{j=1}^k q^j = q$$

$q$  es la producción total

$q^j$  es la cantidad producida por la empresa  $j$ ota y

$k$  es el número de empresas que se repartirían el mercado

Intuitivamente esta condición indica que el coste de producir la cantidad total es menor que la suma de los costes de producir en partes (Baumol et al., 1982). Una

industria en la que la función de costes es estrictamente subaditiva se considera un monopolio natural (Sharkey, 1982).

Tradicionalmente la existencia de un monopolio está ligada al concepto de economías de escala. Pero como veremos estas no son necesarias para la subaditividad. El grado de economías de escala se determina de acuerdo con la definición de Baumol et al.(1982):

$$S = \frac{dq}{dC(q)} \frac{C(q)}{q} = \frac{C(q)}{qCmg(q)} = \frac{Cme(q)}{Cmg(q)} \quad (2.2)$$

donde se verifica que cuando existen economías de escala  $S > 1$ ,  $S = 1$  con rendimientos constantes a escala y en el caso de  $S < 1$  deseconomías de escala. Derivando el coste medio respecto de  $q$ , se obtiene:

$$D = \frac{dCme(q)}{dq} = \frac{qCmg(q) - C(q)}{q^2} = \frac{Cmg - Cme}{q} \quad (2.3)$$

la expresión (2.3) está enlazada con la (2.2) de manera que cuando  $D < 0$  hay economías de escala, si  $D = 0$  rendimientos constantes a escala y con  $D > 0$  deseconomías de escala.

Es conveniente relacionar la definición de economías de escala con el concepto de subaditividad. Una empresa con producto único presenta economías de escala, en todo el rango relevante de producción, si y sólo si su función de coste medio a largo plazo es decreciente (Gegax, 1989):

$$\frac{C(\eta q)}{\eta q} < \frac{C(q)}{q} \quad (2.4)$$

donde,

$1 < \eta < 1 + \beta$ , siendo  $\beta$  un número positivo suficientemente pequeño.

Multiplicando ambos lados de (2.4) por  $\eta q$  se obtiene la siguiente expresión para las economías de escala:

$$C(\eta q) < \eta C(q) \quad (2.5)$$

Consideremos por ejemplo que  $\eta=2$ , en este caso particular la expresión (2.5) se convierte en:

$$C(2q) < 2C(q)$$

indicando que el coste de doblar la producción es menor que el coste de duplicar la empresa para obtener ese mismo nivel de producción. También se puede interpretar diciendo, que el coste de producir  $2q$  por una empresa es menor que el coste de obtenerlo por dos empresas:

$$C(2q) < C(q) + C(q)$$

La función de costes cumple la condición de subaditividad (2.1) expresando que el mercado es más eficiente con una sola empresa que con una configuración de dos empresas. De ello se deduce que economías de escala implican subaditividad y, por consiguiente, la existencia de un monopolio natural. Pero la exigencia de economías de escala para la presencia de un monopolio natural, como veremos, es demasiado restrictiva.

Efectivamente, la condición de economías de escala no es necesaria para que exista un monopolio natural. Para explicarlo es crucial la magnitud de la escala

mínima eficiente (EME) y la posición de la curva de demanda (supongamos que la función de coste medio alcanza su mínimo para un nivel de producción  $q_0$ ). Cuando la función de demanda se sitúa a la izquierda de EME y el mercado se satisface para  $q_1 < q_0$ , las economías de escala persisten en todo el tramo relevante de producción. Esto es condición suficiente para la subaditividad, con producto único, indicando la presencia de un monopolio natural.

Por el contrario, si la demanda de mercado está a la derecha de la escala mínima eficiente (digamos en  $q_2 > q_0$ ) los costes medios son crecientes en  $q_2$  ( $dC_{me}/dq > 0$  según (2.5) esto indica diseconomías de escala). Si la EME es alta en relación a la demanda del mercado no es eficiente producir  $q_2$  con dos empresas, es más eficiente una estructura de mercado con una empresa, expresando la presencia de subaditividad. Esta situación surge como consecuencia de que una empresa puede ofertar la cantidad  $q_2$  a un coste medio  $C_{me_1}$ ; mientras que, dos empresas que se reparten el mercado por igual, por ejemplo, cada una produciendo  $\frac{1}{2}q_2$ , incurrir en un coste medio  $C_{me_2}$  tal que  $C_{me_2} > C_{me_1}$ . Un único productor podrá servir totalmente al mercado a un coste unitario más barato que una configuración de la industria con dos o más empresas.

Como se ha demostrado para una empresa con producto único, es condición suficiente para la subaditividad estricta que se cumpla que la función de costes presente economías de escala (costes medios decrecientes), o sea estrictamente cóncava (costes marginales decrecientes), para todo  $q$ . Cualquiera de estas dos condiciones es suficiente pero no necesaria para la subaditividad, ésta es consistente con costes marginales crecientes (convexidad) en todos los niveles de producción y con costes medios crecientes, al menos en parte del rango de

producción.

Generalizando, se dice que una empresa exhibe subaditividad, a un nivel dado, para uno o más bienes si el coste de producirlos es más bajo con una empresa que con una configuración de la industria con dos o más empresas, con independencia de como se distribuya el producto entre las diferentes firmas (Train, 1991).

La definición de subaditividad para empresas multiproducto es, pues, análoga a la del caso monoproducción (2.1), con la particularidad de que ahora  $q$  no representa un solo producto sino una combinación de  $n$  bienes.

$$C(q) < \sum_{j=1}^k C(q^j) \quad (2.6)$$

donde,

$$\sum_{j=1}^k q^j = q$$

$q$  es un vector de  $n$  bienes  $q=(q_1, \dots, q_n)$

$q^j$  es la combinación de bienes producida por la empresa  $j$

$k$  es el número de empresas.

Cuando se trata de empresas con más de una línea de producto el concepto de subaditividad se complica. Se debe tener en cuenta, además del comportamiento de los costes a lo largo del rango relevante de producción que se esté considerando, la interdependencia entre los diferentes productos y su influencia sobre la función de costes de la empresa.

Baumol, Panzar y Willig (1982) demuestran que en una industria multiproducto,

la presencia de costes medios decrecientes en cada línea de producto junto con economías de alcance es suficiente para la subaditividad, la cuál es condición necesaria y suficiente para la existencia de un monopolio natural.

La medida de economías de escala conjuntas para una empresa multiproducto se define como el cociente entre el coste medio y el marginal de forma análoga al caso de producto único (2.2)

$$SM = \frac{C(q)}{\sum_{i=1}^n q_i Cmg_i(q)} \quad (2.7)$$

donde,

$Cmg_i(q)$  es el coste marginal con respecto al producto  $i$  ( $q_i$ ).

Se cumple nuevamente que, cuando existen economías de escala  $SM > 1$ ,  $SM = 1$  con rendimientos constantes a escala y en el caso de  $SM < 1$  deseconomías de escala.

Para una línea de producto específica  $q_i$ , la condición de economías de escala se define como:

$$SM_i = \frac{CmeI_i(q)}{Cmg_i(q)} \quad (2.8)$$

donde,

el coste medio incremental ( $CmeI_i$ ) es el cociente entre el coste incremental y la cantidad total del bien  $i$ -ésimo producido por la empresa. El coste incremental se define como la diferencia entre el coste total de producción y el coste de no producir nada del bien  $i$ , manteniendo constante la cantidad del resto de los

productos de la empresa:

$$CmeI_i(q) = \frac{C(q) - C(q_{n-i})}{q_i}$$

$$C(q_{n-i}) = C(q_1, \dots, q_{i-1}, 0, q_{i+1}, \dots, q_n)$$

otra vez  $SM_i > 1$  implica economías de escala.

En el caso de que la empresa produzca dos bienes la expresión (2.8), para la línea de producto  $q_1$ , se convierte en:

$$SM_1 = \frac{CmeI_1(q)}{Cmg_1(q)} \quad (2.9)$$

donde,

$$CmeI(q)_1 = \frac{C(q_1, q_2) - C(0, q_2)}{q_1}$$

$q_1, q_2$  son dos productos diferentes,  $q = (q_1, q_2)$ .

$C(q_1, q_2)$  es el coste de producir conjuntamente los dos bienes,

$C(0, q_2)$  es el coste de producir por separado  $q_2$ .

Se dice que existen economías de alcance si una cantidad dada de dos o más bienes puede producirse por una empresa a un coste total más bajo que si cada bien fuera producido separadamente. Esta definición puede expresarse en términos de la función de costes. Particularizando para dos bienes la definición de economías de alcance es:

$$C(q_1, q_2) < C(q_1, 0) + C(0, q_2) \quad (2.10)$$

donde,

$q_1, q_2$  son dos productos diferentes,  $q = (q_1, q_2)$ .

$C(q_1, q_2)$  es el coste de producir conjuntamente los dos bienes,

$C(q_1, 0)$  y  $C(0, q_2)$  son los costes de producir por separado  $q_1, q_2$  respectivamente

El grado de economías de alcance (L) viene determinado por la expresión:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n C(q_i) - C(q)}{C(q)} \quad (2.11)$$

En presencia de economías de alcance la empresa con diversidad de producto tendrá un coste más bajo que la suma de los costes de las distintas empresas especializadas, lo que indica que  $L > 0$ . Cuando  $L < 0$  persisten deseconomías de alcance.

Una condición suficiente para las economías de alcance es la presencia de costes complementarios entre las líneas de producto (Baumol, Panzar y Willig, 1982). Los costes complementarios implican que el coste marginal de producir una de las líneas decrece cuando se incrementa la cantidad de los otros productos. Si se consideran dos líneas producto  $q_1, q_2$  y el coste marginal de producir  $q_1$  es:

$$Cmg_1 = \frac{\delta C(q)}{\delta q_1}$$

la condición de complementariedad se escribe:

$$\frac{\delta Cmg_1}{\delta q_2} = \frac{\delta^2 C(q)}{\delta q_2 \delta q_1} < 0 \quad (2.12)$$

Si la expresión (2.12) es negativa existen economías de alcance.

En conclusión, cuando es más eficiente que haya una sola firma en la industria, el mercado es un monopolio natural, destacándose que no es necesario que se muestren economías de escala en todo el rango relevante de producción. En general, como se ha demostrado, la subaditividad no implica economías de escala y sólo en la situación de una empresa con producto único las economías de escala implican subaditividad (Braeutigam, 1989).

En cualquier caso, empresa monoproducción o multiproducción, un mercado es un monopolio natural si una única firma puede producir al nivel deseado a un coste más bajo que alguna combinación de dos o más firmas (Sharkey, 1982). Por tanto, si se persigue la maximización del beneficio por parte de la empresa, el punto de producción estará donde el ingreso marginal iguala al coste marginal, pero se incumple el objetivo de eficiencia económica (en un mundo de óptimo de primera preferencia), ya que el nivel de producto debe ser aquél en el que el precio es igual al coste marginal. El poder de monopolio permite a la firma fijar un precio por encima del coste marginal y un nivel de producción por debajo del socialmente óptimo.

En estas circunstancias los objetivos de la empresa no son compatibles con el bienestar social y la intervención en el mercado se hace necesaria para armonizar las metas privadas con las sociales. El propósito de la regulación es asegurar resultados socialmente deseables cuando la competencia en el mercado no es alcanzable, en palabras de Train (1991) la regulación reemplaza la mano invisible. Pero el hecho de que la industria sea un monopolio natural, no significa necesariamente que tenga que ser regulada a través de los precios.

La conexión entre monopolio natural y política pública ha cambiado significativamente en las dos últimas décadas. Gegax (1989) indica que el concepto de monopolio natural ha sido corregido para basarse en la definición de subaditividad en vez de en economías de escala. Pero quizás el cambio más importante en política pública relacionado con el monopolio natural se encuentra en el énfasis sobre la competencia por el mercado en vez de la competencia dentro del mercado. Por esta razón, el monopolio natural no se ve como una base económica suficiente para regular vía precios (Braeutigam, 1989).

La presencia de un monopolio natural indica que no hay lugar para la competencia dentro del mercado. Sin embargo, la literatura contemporánea ha explicado, que puede haber formas de introducir competencia por el mercado, incluso si un monopolio natural existe, con una estructura de costes irre recuperables. Esta competencia, conduciría a precios económicamente eficientes (al menos en el ámbito de segunda preferencia).

Esencialmente, la forma en que la competencia por el mercado puede introducirse, cuando hay una estructura de costes irre recuperables, es través del sistema de concesión. Para que se ocasione este tipo de rivalidad, los factores deben estar disponibles para todos los ofertantes en mercados abiertos y el coste de cooperación entre las empresas rivales debe ser prohibitivamente alto, de manera que se evite cualquier acuerdo entre ellas. El resultado es un contrato entre el regulador y una empresa concesionaria.

Los problemas más comunes que presenta la concesión son: que la concesionaria adopte la estrategia a corto plazo de proveer la calidad más baja posible, una vez

que ha ganado el derecho a servir, por tanto el regulador tendrá que especificar una calidad mínima para el servicio; que algunas empresas tengan ventajas estratégicas, de manera que sea difícil la competencia; que posean más información que el regulador; la dificultad de decidir el plazo de la concesión; y la especificación y administración de los contratos.

Con un solo producto y precio uniforme la concesión conducirá a precios según el coste medio, ya que cualquier empresa con exceso de beneficios no sería competitiva. El concepto es atractivo porque sugiere que la competencia puede ser posible incluso cuando la industria es un monopolio natural con costes irre recuperables, quedando libre del aparato regulatorio normal.

De cualquier forma, la decisión de regular el mercado a través de los precios podría ocurrir porque la competencia por el mercado no pueda introducirse, a causa de que, por determinadas circunstancias, es ineficiente en relación a los otros sistemas de intervención que conducirían al mercado a resultados más cercanos a la condición de óptimo de primera preferencia (Braeutigam, 1989).

### **2.3 Políticas de Precios**

A la hora de regular vía precios es necesario distinguir entre situaciones en las que la empresa presenta rendimientos crecientes (monopolio natural fuerte) y situaciones en las que hay subaditividad pero los costes medios son crecientes (monopolio natural débil). Hacer esta diferenciación es necesario para establecer una combinación precio-producto, maximizadora del beneficio social.

Si se supone que la medida apropiada del bienestar de la sociedad es la suma del excedente del consumidor y del productor, el único precio que maximiza el beneficio para la comunidad es aquél que se iguala al coste marginal conduciendo a una asignación óptima de los recursos<sup>1</sup>.

La presencia de un monopolio natural débil (costes medios crecientes), supone que la regla del coste marginal proporciona beneficios extraordinarios al productor, por tanto, otras firmas desearían entrar al mercado. En este caso, hay un monopolio natural no sostenible (Sharkey, 1982), pero al ser los costes subaditivos, no es deseable que una configuración de varias firmas produzcan, por lo que estaría justificado proteger al monopolista de la competencia. Pero en una situación de monopolio natural fuerte (costes medios decrecientes) la imposición de esta política de precios implica que el monopolista se enfrente con una pérdida tal que le desincentive a permanecer en el mercado a largo plazo.

Puesto que, una empresa no puede perder dinero y quedarse en el mercado indefinidamente, la solución que se plantea es mantener el precio igual al coste marginal y cubrir el desequilibrio presupuestario resultante con una subvención estatal en cada período. La elección de la regulación según la regla del coste marginal y equilibrio financiero tiene que resolverse a partir del valor que toma el coste social de los fondos públicos. Con este método se alcanza una solución de óptimo de primera preferencia (si el coste de oportunidad de estos recursos lo permite). Pero la existencia de una subvención introduce una distorsión en sí misma, ya que los que no consumen el servicio tienen que pagar parte de los costes del usuario. Otro inconveniente es que el regulador tiene que controlar los

---

<sup>1</sup> También se consigue con una discriminación de precios perfecta.

costes de la empresa, tarea que tradicionalmente no ha resultado sencilla.

Sin subvención, la única solución es que suban los precios lo suficiente para que la firma equilibre su presupuesto. En el caso de una empresa monoproducción la fórmula está clara, si a todos los clientes se les cobra lo mismo, se debe tarifificar según el coste medio, este precio es óptimo en ausencia de subvenciones puesto que cualquiera por debajo de él introduce pérdidas para la empresa y precios por encima del coste medio se alejan aún más de la regla del coste marginal.

Las situaciones de precio igual al coste marginal y precio igual al coste medio representan dos conceptos diferentes de óptimo. El excedente social es máximo cuando el precio coincide con el coste marginal; éste es un resultado de óptimo de primera preferencia que indica que no es posible conseguir beneficios superiores. En el punto donde el precio iguala al coste medio se consigue maximizar el beneficio social sujeto a la restricción de presupuesto equilibrado por parte de la empresa; ésta es una situación de óptimo de segunda preferencia reflejando el hecho de que no se puede alcanzar un excedente mayor a no ser que la firma incurra en pérdidas. El beneficio social conseguido en una posición de óptimo de segunda preferencia es menor que en una de óptimo de primera.

Cuando la empresa es multiproducción el resultado de óptimo de segunda preferencia no es tan obvio. Efectivamente, a diferencia de la empresa monoproducción, en la que sólo se consigue beneficios nulos igualando el precio al coste medio, en la empresa multiproducción hay un abanico de combinaciones de precios que consiguen equilibrar el presupuesto. Pero si se cobra el mismo precio por todas las unidades de producto vendidas en el mercado, sólo hay un precio

que consiga beneficios nulos que es aquél que iguala el precio al coste medio total de la empresa sin distinguir entre líneas de producto o diferenciar entre clases de usuarios.

Se ha demostrado que la regla del precio según el coste medio, si bien elimina las pérdidas de la empresa, incurre en una reducción del excedente social mayor que otros sistemas de precios que también equilibran el presupuesto de la firma.

En resumen, con economías de escala y un precio único cobrado por todas las unidades de producto, sólo se consigue un óptimo con subvenciones externas. Supongamos que esto no es posible, entonces la firma abandonaría el mercado a largo plazo. Para ser solvente la firma tiene que fijar un precio por encima del coste marginal de manera que obtenga beneficios nulos.

Si se relaja el supuesto hecho hasta ahora, por el cual se cobra el mismo precio por todas las unidades de producto vendidas en el mercado, hay dos formas con las que se podría mejorar la eficiencia económica: la discriminación de precios y las tarifas no lineales.

### ***2.3.1 Discriminación de precios***

Esencialmente consiste en cobrar precios diferentes, por unidad de producto, a distintas clases de consumidores. Es un sistema de tarifas uniformes en el que el total de gastos del consumidor es proporcional a la cantidad comprada. Los sistemas de tarificación tipo Ramsey se sitúan dentro de esta categoría. Dicha

discriminación puede usarse para mejorar la eficiencia económica y evita que la empresa incurra en pérdidas.

#### 2.3.1.1 *Tarificación Ramsey*

La mayoría de la empresas públicas producen más de un bien o venden su producto en mercados diferentes. Como se vio, a diferencia de la empresa monoproducción, en la que se consigue un beneficio nulo igualando el precio al coste medio, en la empresa multiproducción hay un número infinito de combinaciones de precios que consiguen equilibrar el presupuesto y por tanto los resultados de óptimo de segunda preferencia no son tan obvios como en el caso de la empresa monoproducción. Del abanico de posibilidades de precios que pueden surgir se plantea el problema de cuál de todos ellos elegir de manera que se consiga maximizar el excedente social.

Consideremos el caso de una empresa de abastecimiento de agua que suministra el servicio a consumidores residenciales e industriales y su función de costes presenta economías de escala. Para equilibrar el presupuesto, se le ofrecen varias opciones: cobrar a los usuarios residenciales el coste marginal y a los industriales un precio mayor que el coste marginal, o viceversa, e incluso cobrar a ambos precios moderadamente superiores al coste marginal, de hecho hay un gran número de combinaciones de precios que logran beneficio cero.

Una forma de conseguir con precios uniformes el máximo beneficio social, condicionado a que la empresa equilibre su presupuesto, es con la tarificación Ramsey. Esencialmente, ésta consiste en subir el precio por encima del coste

medio para los usuarios con una demanda menos sensible a los precios y reducirlo para aquellos consumidores con una demanda más elástica (regla de la inversa de la elasticidad). En ambos casos, los precios seguirían estando por encima del coste marginal, para cubrir los costes totales, por lo que no se ocasionan subvenciones cruzadas. De todas las combinaciones de precios posibles para una empresa multiproducto, los precios Ramsey resuelven el problema de maximizar el beneficio social sujeto a la restricción de cubrir costes por parte de la empresa (Brown y Sibley, 1986).

Si asumimos que el beneficio social es igual al excedente del consumidor (Exc) más el excedente de productor (Exp). El problema a resolver es:

$$\text{Maximizar } [Exc + Exp] \\ \{P_1, P_2, \dots, P_n\} \quad (2.13)$$

$$\text{s. a: } Exp = F$$

donde,  $P_1, P_2, \dots, P_n$  son los precios de los  $n$  bienes producidos por la empresa.

Dado que el problema está restringido a que el beneficio sea nulo, el máximo excedente para el productor es igual a sus costes fijos por lo que el problema (2.13) se puede plantear como:

$$\text{Maximizar } Exc \\ \{P_1, P_2, \dots, P_n\} \quad (2.14)$$

$$\text{s. a: } Exp = F$$

Suponiendo:

(i) que la empresa produce dos bienes  $q_1$  y  $q_2$ , los cuales se venden en los

mercados 1 y 2, respectivamente.

(ii) que si se venden los bienes a su coste marginal la empresa pierde dinero.

(iii) que la empresa no recibe subvenciones.

(iv) que la demanda, para los dos bienes, es independiente, esto es que el precio de un bien no afecta a la demanda del otro, o lo que es lo mismo, sus elasticidades cruzadas son cero.

(v) que la demanda para cada producto es lineal.

La solución al problema de maximización descrito bajo los supuestos detallados se puede escribir:

$$\frac{(P_1 - c_1)}{P_1} \epsilon_1 = \frac{(P_2 - c_2)}{P_2} \epsilon_2 \quad (2.15)$$

y se cumple que:

$$\frac{\Delta q_1}{q_1} = \frac{\Delta q_2}{q_2} \quad (2.16)$$

donde:

$c_1, c_2$  son los costes marginales en cada mercado.

$\epsilon_1, \epsilon_2$  son las elasticidades demanda-precio en cada mercado.

$P_1, P_2$  son los precios Ramsey en cada mercado

$\Delta q$  es la variación del producto ocasionada por la desviación del precio del coste marginal.

Esta solución de óptimo de segunda preferencia indica que la desviación de precios del coste marginal en cada mercado, en caso de que no haya interdependencia entre ellos, es inversamente proporcional a la elasticidad de la demanda, o lo que es lo mismo, el mercado con mayor elasticidad tiene una tarifa

más baja que aquél que presenta una demanda menos sensible a cambios en el precio.

Su interpretación en un contexto de regulación (Baumol y Bradford, 1970) implica que el porcentaje en que el precio difiere del coste marginal es proporcional a la inversa de la elasticidad de la demanda para cada uno de los bienes producidos por el monopolio público, como en el caso particular de (2.15).

Aunque la discriminación de precios puede producir subvenciones cruzadas, con un sistema de tarificación Ramsey no se producen, para demostrarlo se utiliza el siguiente ejemplo.

Supongamos una zona residencial nueva, que necesita abastecimiento de agua y en cuyas cercanías hay un suburbio al que no se le suministra el servicio. Los consumidores de la zona residencial (tipo 1) están dispuestos a pagar 50 ptas por unidad de servicio, mientras que los del área suburbana (tipo 2) sólo 15 ptas (tienen una elasticidad demanda-precio menor). La red de distribución pasa por la zona de suburbio, se enganchen o no al sistema los usuarios tipo 2 y el coste marginal del servicio es de 5 ptas.

Los clientes del suburbio consiguen el suministro por un precio de 15 ptas y los residenciales por 30 ptas unidad. El hecho de que los consumidores tipo 1 paguen el doble que los del tipo 2, no indica que los primeros subvencionen a los segundos. Para servir a los clientes del suburbio la firma incurre en un coste adicional de 5 ptas por unidad, claramente el usuario 2 cubre este coste contribuyendo además con 10 ptas a los costes fijos. Si a los consumidores del

suburbio se les cobra un precio por encima de las 15 ptas preferirán no conectarse al sistema y, por consiguiente, el coste fijo que aportan debe ser provisto por los clientes residenciales. Sólo si los usuarios del tipo 2 pagaran un precio por debajo de 5 ptas (coste marginal) estarían siendo subvencionados por los residenciales. Con ello, además, los usuarios residenciales consiguen un excedente del consumidor positivo pues pagan menos por unidad (30 pts) que lo que están dispuestos a pagar (50 pts), mientras que los otros consumidores tienen un excedente nulo ya que pagan justamente lo que desearían pagar (15 pts).

Este tipo de tarificación tiene la ventaja, con respecto a la del coste medio, de ser más eficiente. La diferencia entre el enfoque de coste marginal y precios Ramsey es que en este último existe una restricción presupuestaria, mientras que en la primera el resultado de optimalidad se obtiene sólo cuando la subvención pública es ilimitada (Freixas, 1991).

### **2.3.2 Tarifas no lineales**

Se cobra a cada cliente una cantidad por unidad comprada que varía con el número de unidades adquiridas. Se trata de estructuras de precios no uniformes en las que el gasto total del consumidor no crece proporcionalmente con la cantidad de bienes comprada. Las tarifas en dos, tres ó ene partes, son casos de este tipo de estructuras. Los sistemas de precios no lineales, no siempre conducen a un óptimo de primera preferencia, pero pueden usarse para incrementar la eficiencia económica relativa al óptimo de segunda preferencia.

### 2.3.2.1 Tarifas en dos partes

La introducción de las tarifas en dos partes va encaminada a paliar las desventajas de los sistemas de precios lineales, relajándose el supuesto de cobrar el mismo precio por unidad. Combinan un componente proporcional (P) y una parte fija (E) para reembolsar los costes que no se recuperan en la parte variable.

En el caso de que en la parte variable se cobre un precio igual al coste marginal por unidad consumida, y teniendo en cuenta que el componente fijo significa una transferencia de rentas del consumidor al productor, la tarifa en dos partes es óptima y consigue el mismo nivel de beneficio social que un sistema de precios según la regla del coste marginal. Con rendimientos constantes a escala el componente fijo de la tarifa supone cubrir los costes fijos (F), estos más parte de los variables en caso de costes decrecientes y con rendimientos decrecientes algo menos de los fijos e incluso puede que no sea necesario este componente (si no se desea obtener beneficios extraordinarios).

Un inconveniente importante que puede surgir al fijar el precio igual o muy cercano al coste marginal, para generar un consumo eficiente, es que la restricción de equilibrar el presupuesto por parte de la firma haga necesaria una tasa de entrada tan alta que muchos consumidores prefieran quedarse fuera del mercado (Brown y Sibley, 1986). Desde el punto de vista social sería preferible encontrar una estructura de precios que hiciera permanecer a los consumidores en el mercado incluso con un precio distinto del coste marginal (y aceptar alguna ineficiencia en el consumo). Las decisiones a las que la firma regulada se enfrenta

son, por una parte, poner precios de consumo eficientes y por otra asegurar un número adecuado de consumidores en el mercado.

La función de densidad  $f(\alpha)$  indica el número de consumidores cuya preferencia por el producto es del tipo  $\alpha$ . Normalmente, valores más altos de  $\alpha$  están asociados a demandas mayores. Para cualquier elección de  $P$  y  $E$  hay un nivel crítico  $\alpha^*$ , tal que los consumidores cuyo  $\alpha$  exceda de  $\alpha^*$  compran el producto, mientras que para los que su  $\alpha$  es menor que  $\alpha^*$  no valoran suficientemente el bien y no desean adquirirlo. El consumidor marginal, cuyo nivel de preferencia es  $\alpha^*$ , es aquel al que le es indiferente comprar o no el producto

$$EXC(P, \alpha^*) = E \quad (2.17)$$

Según (2.17) el excedente del consumidor marginal, es igual al componente fijo de la tarifa, por consiguiente su excedente neto (descontando del excedente derivado de  $P$  la tasa de entrada  $E$  que tiene que pagar para acceder al servicio) es cero y le es indiferente entrar o no en el mercado.

Si la empresa conoce la distribución de preferencias de sus abonados y el usuario con menor preferencia por el servicio gana un beneficio del consumidor no negativo con la tarifa en dos partes propuesta, se puede asegurar que no habrá consumidores que salgan del mercado y está garantizada la optimalidad de la tarifa. Es decir, el consumidor que tiene la menor preferencia por el producto tiene que tener un valor de  $\alpha$  tal que sea mayor o igual al del consumidor marginal  $\alpha^*$ . En el primer caso su excedente es positivo y en el segundo su excedente es cero cumpliéndose (2.17).

También se puede pensar en el problema de la tarifa óptima en dos partes, como el de fijar precios para dos mercados (Brown y Sibley, 1986). El de *participación* cuyo precio es E y el mercado de *consumo* para el cual el precio es P. Si para el mercado de participación se observa una demanda relativamente inelástica respecto al de consumo, tendremos como resultado un E elevado y un P bajo. Si por el contrario, la participación es más sensible a los precios que el consumo, la empresa regulada tendría que fijar tasas de entrada E más bajas y precios por unidad consumida P más altos (por encima del coste marginal), para cubrir los costes totales.

Teniendo en cuenta que la participación y el consumo son complementarios (si baja la participación disminuye el consumo) habría que fijarse a la hora de tarificar no sólo en la elasticidad de la demanda con respecto al precio de cada mercado, sino también en las elasticidades cruzadas entre ambos mercados.

El problema de optimización que hay que resolver para elegir P y E consiste en maximizar el beneficio social (la suma entre el excedente del consumidor y el productor,  $Exc + Exp$ ) sujeto a la restricción de autofinanciación por parte de la empresa:

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } [Exc + Exp] \\ & \{P, E\} \qquad \qquad \qquad (2.18) \\ & \text{s. a: } Exp = F \end{aligned}$$

Una de las condiciones derivadas de este problema (para el desarrollo completo véase Brown y Sibley, 1986) y que debe cumplir una tarifa en dos partes para que sea óptima es la siguiente:

$$\frac{P-c}{P} = \frac{1}{\epsilon} \left[ 1 - \frac{q^*}{q^-} \right] \quad (2.19)$$

donde

c es el coste marginal

$q^*$  es la demanda del consumidor marginal

$q^-$  es la demanda media

$\epsilon$  es la elasticidad demanda-precio

La expresión (2.19) indica que el precio (P) puede ser menor o mayor que el coste marginal dependiendo de si el consumidor marginal consume más o menos que la media. Bajo el supuesto, normalmente aceptado, de que valores altos de  $\alpha$  indican demandas elevadas y viceversa, el consumidor marginal consume menos que la media. Entonces, la desviación del precio en relación al coste marginal depende de la elasticidad de la demanda respecto del precio. Como en la regla de la elasticidad inversa de Ramsey, cuanto mayor sea el valor de la elasticidad más cerca debe de estar el precio del coste marginal y viceversa.

$$\left[ 1 - \frac{q^*}{q^-} \right] \quad (2.20)$$

El término (2.20) de la expresión (2.19) es de ajuste para tener en cuenta la elasticidad cruzada entre el consumo y la participación. Si, por ejemplo, la demanda, para cierto tramo de consumo, es muy inelástica, según (2.19) el precio se aleja del coste marginal indicando que los consumidores no abandonan el mercado a pesar de precios elevados. Si en este caso se mantiene el precio igual al coste marginal el término (2.20) indica que la demanda del consumidor marginal se acerca a la media, aumentando el excedente derivado de P con la

posibilidad de aumentar  $E$  sin que ningún consumidor salga del mercado. En definitiva, para demandas muy inelásticas y  $P$  igual al coste marginal, tasas de entradas ( $E$ ) altas no reducen el número de consumidores del mercado.

Generalmente, en un servicio público, como por ejemplo la distribución de agua urbana, es muy difícil que un usuario salga del mercado como consecuencia de tarifas altas. Significando que el mercado de participación presenta una demanda relativamente inelástica con respecto al precio y, por consiguiente, se pueden establecer tasas de entrada ( $E$ ) altas y precios ( $P$ ) iguales al coste marginal sin peligro de que los usuarios abandonen el mercado. En este caso, la sencilla tarifa en dos partes cumple la mayoría de los objetivos básicos que deben satisfacer los sistemas óptimos de tarificación de un servicio público, éstos son: eficiencia, equidad y equilibrio financiero.

De cualquier manera, si un consumidor como consecuencia de la tasa de entrada  $E$  sale del mercado, a este usuario más pequeño (al que no le compensa pagar una parte fija tan alta en proporción a su consumo) se le puede proponer otra tarifa en dos partes con una  $E$  más baja y un precio por unidad de servicio más alto, de manera que permanezca en el mercado. Una vez más la pérdida de eficiencia ha sido eliminada.

La dificultad de este enfoque es que puede ser impracticable cobrar diferentes  $E$  a los consumidores. Es posible encontrar al usuario grande consumiendo en la tarifa en dos partes del pequeño y, por tanto, pagando una tasa de entrada menor, con la consiguiente pérdida de ingresos para la empresa.

Como solución a este problema Brown y Sibley (1986) proponen dar la oportunidad al usuario pequeño de seguir con el precio uniforme  $P_1$  por encima del coste marginal ( $c$ ), que la empresa ofrecía antes de la introducción de la tarifa en dos partes ( $E_2, P_2$ ), de tal forma que  $P_2 > c$  y  $P_2 < P_1$ . El resultado es que algunos consumidores se quedan como estaban (caso del usuario pequeño que prefiere la tarifa uniforme  $P_1$ ), otros mejoran porque ahora pagan una parte fija y un precio  $P_2$  por unidad menor, y la firma puede conseguir unos beneficios extraordinarios. Incluso se puede lograr que todos estuvieran estrictamente mejor, de modo que el beneficio extra de la firma se repartiera con el consumidor pequeño, quién será identificado por la empresa pues compra a un precio  $P_1$  uniforme.

Esta tarifa ( $E_2, P_2$ ) se dice que es dominante en el sentido de Pareto (PD) respecto al precio uniforme, puesto que nadie ha empeorado y algún consumidor está mejor. Todavía podíamos ofrecer a los usuarios otra tarifa ( $E_3, P_3$ ) tal que  $P_3 > c$ ,  $P_3 < P_2$  y  $E_3 > E_2$  que sea preferida por algún otro consumidor al precio uniforme  $P_1$ , por lo que ( $E_3, P_3$ ) es PD respecto a  $P_1$ .

Lo que no se garantiza con este tipo de tarifas es, que un consumidor decida que está mejor comprando bajo la tarifa diseñada para un consumidor más pequeño y por tanto la firma podría obtener un beneficio menor que si vendiera al precio uniforme  $P_1$ . Hay que exigir que las tarifas en dos partes sean incentivo-compatibles (IC) respecto a las anteriores. En general, para que una tarifa en dos partes ( $E_3, P_3$ ) sea incentivo-compatible respecto a ( $E_2, P_2$ ), la ganancia del usuario para el que ha sido diseñada la tarifa ( $E_3, P_3$ ) derivada del ahorro en la tasa de entrada  $E_3 - E_2$  si consumiera en la ( $E_2, P_2$ ), debe ser menor que la pérdida de pagar

un precio por unidad consumida más alto (Brown y Sibley, 1986). Entonces, este usuario elegirá la tarifa  $(E_3, P_3)$  y no la  $(E_2, P_2)$ .

Si generalizamos a  $N$  consumidores este conjunto de  $N$  tarifas en dos partes es equivalente a una tarifa de  $N$  bloques decrecientes. Las tarifas PDIC (Pareto-Dominantes e Incentivo-Compatibles) pueden parecer insatisfactorias, puesto que sólo consiguen mejorar el beneficio del consumidor, pero no llegan a ser óptimas; el problema a resolver para conseguir la optimalidad sería maximizar el beneficio social sujeto a la restricción de que las tarifas sean PDIC.

Brown y Sibley (1986) concluyen que aunque los grandes consumidores no presenten costes por unidad de servicio más bajos que los pequeños usuarios, las tarifas en bloques decrecientes son económicamente eficientes. Sólo en el caso de que las unidades de servicio correspondientes a los últimos bloques se vendieran a un precio por debajo del coste marginal, estas tarifas serían ineficientes.

Recientemente, Sharkey y Sibley (1993) han demostrado que cuando las ponderaciones de la función de bienestar (tomando ésta como la suma ponderada de excedentes para diferentes tipos de consumidores) varían por tamaño de consumidores estas tarifas pueden ser eficientes incluso en el caso de que las unidades pertenecientes a los tramos finales se vendan a un precio inferior al coste marginal.

## **Capítulo 3. Industria de suministro de agua**

### **3.1 Introducción**

Este capítulo se ocupa de enunciar las características más destacables de la industria de suministro urbano de agua, con la finalidad de analizar la estructura económica derivada de sus especificidades técnicas. Ello servirá de marco de referencia para enumerar y criticar los diferentes sistemas de precios empleados en el sector y la idoneidad de las tarifas basadas en el coste marginal.

Después de hacer un recorrido a través del ciclo por el que atraviesa el agua antes de llegar al consumidor, se estudian las características y tipos de la demanda de suministro urbano de agua y se analizan las elasticidades de la demanda con respecto al precio propuestas en la literatura para este sector. Finalmente, y tras una breve referencia de las tendencias actuales en tarificación, se concluye proponiendo un sistema de tarificación para la industria basado en la regla del coste marginal que servirá de partida para la aplicación empírica que tiene como finalidad medir la variación del excedente social, cuando se compara la tarifa propuesta con la vigente en el caso analizado.

### 3.2 La industria de suministro urbano de agua

La actividad que caracteriza a esta industria consiste en el abastecimiento de agua potable por tuberías (y no potable en sistemas de oferta dual), lo que suele denominarse *sistema público de suministro urbano de agua*. El resto de servicios relacionados con el agua como saneamiento, depuración y aprovechamiento de aguas residuales, tratamiento y evacuación en mares o ríos, drenaje de aguas superficiales, etc, no se consideran en este trabajo.

Según el tipo de cliente al que se suministre, el agua tiene un componente más acusado de input o servicio; para el pequeño consumidor se puede considerar como un servicio público mientras que para el consumidor industrial constituye un factor de producción. Sin embargo, en general para todos los usuarios el agua tiene una faceta de servicio público en la medida en que su suministro debe estar garantizado, lo que hace imprescindible la regulación del sector.

Al igual que la gran mayoría de los mercados de servicios públicos la industria de suministro de agua está bajo control público. En este caso, le corresponde a las autoridades locales la distribución del mismo. Los ayuntamientos, en sus correspondientes términos municipales, se encuentran legalmente obligados a garantizar la prestación del suministro de agua potable (Ley Reguladora de Bases de Régimen Local de 2 de abril de 1985). El cumplimiento de tal mandato pueden efectuarlo los ayuntamientos por sí mismos, mediante alguno de los distintos modos de gestión directa, o indirectamente a través de firmas o sociedades privadas.

El aprovisionamiento de agua se puede administrar a través de una empresa de propiedad mixta o pública, que atiende la demanda del mercado en régimen de monopolio (por ejemplo, EMALSA en el Municipio de Las Palmas de Gran Canaria), o bien, introduciendo competencia por el mercado a través de algún sistema de concesión. En este caso, el Ayuntamiento saca a concurso público la explotación del servicio, otorgándolo, por un tiempo limitado, a la empresa que mejores condiciones ofrezca en cuanto a la eficiencia en la prestación, (por ejemplo ELMASA en la zona costera del Municipio de San Bartolomé de Tirajana en Gran Canaria).

Un aspecto importante de la industria de suministro de agua es la gran diversidad de empresas que coexisten en los diferentes países, esta disparidad se expresa tanto en características físicas, como en estructuras de costes y en sistemas de tarificación. En otros sectores de servicios públicos tales como la electricidad, gas natural y las telecomunicaciones no se observa un grado de diferenciación tan elevado. Las divergencias más notables entre las empresas de agua corresponden a la edad del sistema, a la calidad del agua (esta dependerá de los procesos de tratamiento en vigor), al clima del área a servir, a las características del terreno, a las fuentes de abastecimiento, al tamaño y densidad de población de la zona de suministro, etc. El principal inconveniente de esta diversidad estriba en la dificultad de evaluar comparativamente los diferentes sistemas de agua, complicando, por ejemplo, la estimación de una función de costes para la industria, lo que indica que las políticas universales de regulación para las empresas de agua no son adecuadas.

La industria de suministro urbano de agua presenta una serie de características que se deducen de sus especificidades técnicas. Entre ellas destacan las economías de escala derivadas de la producción, especialmente de la parte de tratamiento al requerir plantas de considerable dimensión para garantizar unos niveles mínimos de calidad. Estos estándares de calidad son cada vez más exigentes, lo que unido a la creciente dificultad de encontrar fuentes potables, conduce a la necesidad de inversión en plantas de tratamiento más sofisticadas. Por otro lado, el suministro de agua sólo puede realizarse a través de una red de distribución con un elevado coste de tendido, que convierte en irracional la superposición de las mismas. Consideremos el caso hipotético de una localidad con doble red de distribución y un usuario eligiendo en cual de ellas consumir. El excedente del consumidor se incrementa, pues se elevan las posibilidades de elección, pero a un coste tan elevado que probablemente el excedente social será negativo.

El agua, a diferencia de la energía eléctrica, es almacenable, por lo que los períodos de demandas altas a lo largo de día no suponen problemas de capacidad ociosa en el resto de las horas. Además, el mantenimiento de una cantidad considerable de agua para hacer frente a la extinción de incendios suaviza aún más este problema. Las fluctuaciones que sí deben tenerse en cuenta son las estacionales, especialmente las de verano e invierno, que pueden obligar a una sobreinversión.

Las características económicas que sobresalen en la industria de suministro de agua son producto de sus restricciones técnicas. Existen condiciones económicas de monopolio natural en la producción de agua por los considerables costes fijos, aunque hay evidencia de oligopolio natural en este proceso, puesto que hay

constancia de más de una empresa coexistiendo en el mercado de producción. Por ejemplo, PRIDESA es una empresa que desala y trata el agua que luego vende para su distribución a EMALSA, empresa que además produce parte del agua que luego suministra al Municipio de Las Palmas de Gran Canaria. El transporte y distribución presentan características económicas de monopolio natural a causa de los elevados costes fijos y de la irracionalidad de superponer redes de distribución. Para Herrington (1988) la industria de suministro de agua es un monopolio natural clásico con aparentes economías de escala; sin embargo, hay estudios, como por ejemplo el de Mann (1989), que consideran que las economías en la producción se contrarrestan con deseconomías en la distribución (véase capítulo 4). En ambos casos, los costes pueden considerarse irrecuperables, por lo que se trata de una actividad en la que el coste de salida es elevado, siéndolo también el de entrada debido a la barrera que supone el alto grado de inversiones necesarias para acceder al mercado.

En resumen, las características económicas del sector requieren la aplicación de técnicas de intervención y regulación que garanticen el suministro en cantidad y calidad suficientes, en condiciones de eficiencia económica de acuerdo con algún criterio de equidad.

En la industria de suministro urbano de agua, la eficiencia asignativa significa que los servicios de agua deben suministrarse de tal forma que se maximice el beneficio social neto. Este criterio para la fijación de precios óptimos, nos conduce al conocido resultado de precio igual al coste marginal<sup>2</sup>. Este principio

---

<sup>2</sup> En un mundo de óptimo de primera preferencia.

supone vender todas las unidades de servicio bajo una tarifa basada en el coste marginal<sup>3</sup>.

### 3.3 Descripción de un sistema de suministro de agua

El suministro de agua es un servicio que generalmente no tiene competencia. Las empresas de abastecimiento local son normalmente monopolios puros excepto cuando los clientes industriales tienen sus propios suministros (Clark y Stevie, 1981a). Es fácil deducir, por tanto, que sólo habrá un sistema de aprovisionamiento de agua en cada núcleo de población, realizado por empresas en régimen de monopolio o directamente por las corporaciones locales.

Para describir el ciclo completo del agua en un sistema de abastecimiento urbano es aconsejable primero separar físicamente cada una de las funciones que realiza una empresa típica de suministro. Distinguiremos entre *producción y transporte* (Clark y Asce, 1976), con la intención de analizar cada uno de los procesos por los que pasa el agua antes de que llegue al abonado.

En el área de producción se registran las diferencias más significativas entre las empresas del sector y abarca la *adquisición* del agua en las fuentes de oferta y el *tratamiento* necesario para potabilizar el agua de abasto.

Idealmente, las fuentes de oferta deben estar lo más cercanas posibles al núcleo

---

<sup>3</sup> Precio en el que se debe incluir el coste de deterioro que supone la utilización del agua como recurso escaso (disminución de niveles freáticos, salinización del caudal, etc.) si dichas externalidades son significativas.

de población a abastecer y de ellas hay que obtener el agua en cantidad suficiente para satisfacer las demandas presentes y esperadas de forma continua. En caso que la fuente de oferta sea intermitente debe convertirse en continua almacenando el agua para garantizar el suministro en períodos de bajo flujo. El origen del agua es muy variado y el sistema puede tener fuentes de suministro muy diferentes según la geografía, el clima, o la configuración del área a servir.

Por ejemplo, en EMALSA (Empresa Municipal de Aguas de Las Palmas, S.A.) la procedencia de las aguas tiene la estructura que se muestra en el cuadro 3.1. Donde las captaciones propias se refieren a aguas que la misma empresa extrae de pozos, sondeos y galerías; las aguas superficiales discontinuas son las que pasan directamente a los embalses; las compras a particulares son aquellas aguas que la empresa adquiere en el mercado; y, por último, el epígrafe de agua desalada abarca la que procede de las plantas desaladoras de agua de mar. En el cuadro 3.1 destaca la tendencia en los últimos años hacia la producción de agua desalada.

Cuando el agua no tiene la calidad adecuada en la fuente de adquisición, debe pasar a las plantas de tratamiento para su purificación aunque habitualmente toda el agua, cualquiera que sea su procedencia, se somete a examen. Este proceso incluye tanto el control de la calidad de las aguas (producidas, procedente de recursos propios o compradas a terceros) como el estado sanitario de las mismas, y también se ocupa de los tratamientos previos a la distribución, tales como decantación, filtración y cloración. Así, por ejemplo, el agua polucionada se desinfecta, la que contiene hierro o manganeso se sujeta a procesos de filtración, el agua corrosiva es químicamente estabilizada, etc.

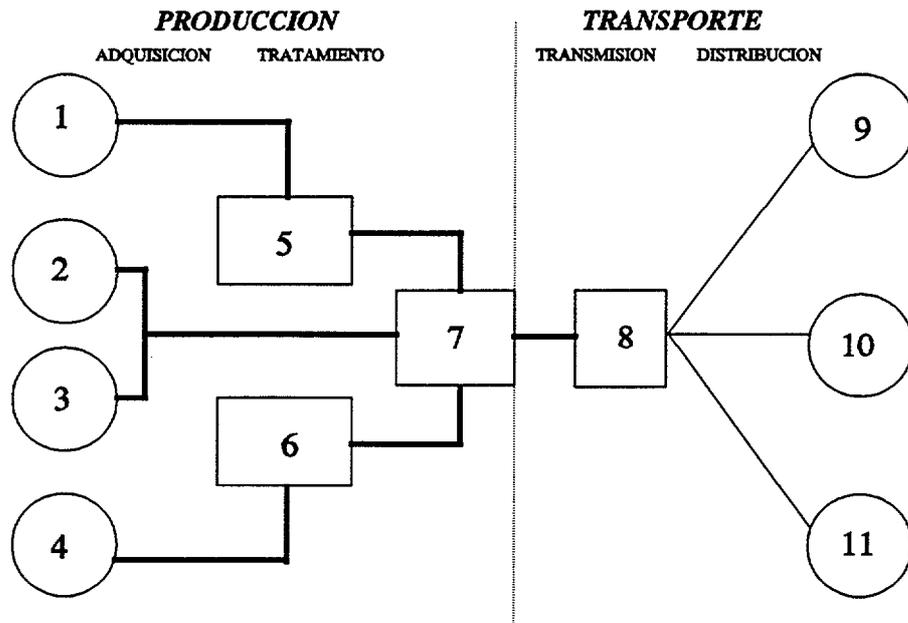
El gráfico 3.1 recoge un ejemplo de un esquema general de funcionamiento de un sistema de suministro en Canarias desde la producción hasta que el agua llega al abonado. Dentro de la parte de producción se han incluido plantas desalinizadoras de agua salobre necesarias en algunos municipios (por ejemplo, en el sur de Gran Canaria) debido a la filtración de agua salada en los pozos y plantas desaladoras de agua de mar presentes en algunas localidades dada la escasez de otras fuentes. También este área abarca las plantas de tratamiento cuya incidencia sobre los costes depende de la calidad de las aguas, que se ve influida por la procedencia de las mismas.

**Cuadro 3.1. Procedencia de las aguas de EMALSA. (Miles de m<sup>3</sup>)**

Año	Captaciones Propias		Superficiales discontinuas		Compras		Desalada		Total m <sup>3</sup>
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	
1980	2041	11	21	0	13148	72	2993	16	18204
1981	1867	11		0	10106	57	5681	32	17655
1982	1563	9	49	0	9799	58	5581	33	16992
1983	1983	12		0	8956	52	6248	36	17188
1984	2433	13	258	1	8864	47	7178	38	18733
1985	2480	13	53	0	8349	44	8200	43	19082
1986	2486	13	181	1	8824	45	8320	42	19811
1987	2393	12	5	0	7316	35	11039	53	20755
1988	2438	11	222	1	9726	45	9136	42	21524
1989	2528	11	632	3	9139	41	9853	44	22153
1990	2549	11	292	1	6012	25	15195	63	24049
1991	2425	9	711	3	4777	19	17865	69	25779

Fuente: Memorias EMALSA.

**Gráfico 3.1. Ciclo del agua.**



- 1 Toma de agua de mar.
- 2 Sondeos y galerías.
- 3 Embalses.
- 4 Pozos.
- 5 Planta desalinizadora de agua de mar.
- 6 Planta desalinizadora de agua salobre.
- 7 Planta de tratamiento.
- 8 Depósitos.
- 9 Consumo industrial y comercial.
- 10 Consumo doméstico.
- 11 Consumo público.

Como recoge el esquema del gráfico 3.1, una vez concluida la producción, después del tratamiento, comienza el sistema de transporte que comprende la *transmisión* y la *distribución*. Esta fase a diferencia del sistema de producción es muy similar entre las distintas empresas que componen la industria.

Las tuberías de transmisión son líneas de gran volumen cuyo objeto es trasladar cantidades abundantes de agua y conectar la planta de tratamiento a la estación de bombeo (si no existen túneles de gravedad) y al sistema de distribución. En la mayoría de los casos el agua precisará de un bombeo para ser distribuida, como consecuencia del alejamiento de las fuentes de suministro, por la orografía del terreno, o bien porque los depósitos están elevados. Las estaciones de bombeo, tuberías y energía componen los costes de transmisión más altos.

El sistema de distribución está compuesto, a grandes rasgos, de depósitos reguladores y de las redes de distribución. Una vez el agua ha sido tratada pasa por el sistema de transmisión a los depósitos reguladores para su posterior distribución. El depósito es un elemento fundamental en un sistema de abastecimiento, tanto por su función de fijar la carga necesaria en la red actuando de mecanismo regulador entre los regímenes de aportación y de demanda, como por su utilidad para almacenar el volumen de agua necesaria para atender el servicio durante averías en la conducción. El depósito más habitual en abastecimiento es el regulador de suministros, pero existen otros de reserva, elevación etc, aunque un mismo depósito regulador, además de su función específica, puede ejercer de elevación, de reserva e incluso de punto de cloración. La capacidad debe ser en general la necesaria para la regulación diaria del

volumen de agua correspondiente al día de máximo consumo, más una cierta cantidad de reserva para hacer frente a posibles contingencias tales como averías en la conducción, incendios, etc. En resumen, son depósitos que reciben el agua de la conducción y alimentan la red de distribución.

La red de distribución incluye contadores y tuberías necesarias para llevar el agua desde los depósitos a los consumidores. El diseño de una red de distribución deberá contemplar que la red en cuestión satisfaga las exigencias de la demanda y que, en el transcurso del tiempo, la explotación de la misma sea óptima, consiguiendo que los trabajos de mantenimiento sean los mínimos posibles y éstos puedan realizarse con la máxima facilidad. Para ello se analizará la demanda de agua en un núcleo urbano, el tamaño correspondiente de la red y aquellos puntos básicos para el funcionamiento de la misma. Los puntos finales de la red de distribución, son las acometidas que enlaza la propia red con la instalación del abonado o servicio que realiza.

En algunos casos, hay que incluir estaciones de bombeo en el sistema de distribución si los depósitos no son elevados. Por tanto, el sistema de distribución incluye tuberías, contadores, depósitos, estaciones de bombeo, energía y acometidas. Dependiendo del tamaño del sistema, pueden tener más o menos depósitos reguladores o de reserva, o necesitar plantas de bombeo, según la orografía del terreno, etc. Pero en general, para áreas de suministros similares, las variaciones en el ciclo de distribución entre empresas son mínimas.

Cualquier sistema de distribución de agua potable ha de tener como fin principal, en el tiempo, un suministro de agua suficiente y sanitariamente adecuado, hasta

la acometida particular de cada uno de los consumidores. Es conveniente, por tanto, definir cuales son las necesidades de agua del núcleo objeto de estudio.

Generalmente, el suministro de una población puede ser definido por los consumos: residencial, comercial-industrial, público y el necesario para la extinción de incendios. La mayoría de estos caudales serán simultáneos por lo que habrá que considerar su suma, aunque el necesario para la extinción de incendios condicionará las características del sistema al solicitarle unos consumos estrictamente puntuales pero muy elevados. Sin embargo, la aportación de aguas a la red debe ser superior a la adición de los diferentes consumos pues habrá que compensar las pérdidas que se producen en todo sistema de distribución.

Las pérdidas de una red de distribución se pueden desglosar en dos grupos: pérdidas reales (físicas) y pérdidas de medición. Las primeras son aquéllas que tendrán que tenerse en cuenta en el cálculo de la red. Las pérdidas por este concepto se estiman entre un 10% y un 15% del agua aportada a la red o bien entre 2500 y 7000 l/km/día si se toma como referencia la longitud de la red (Técnicos de Agua, 1989). Las causas que producen este tipo de pérdidas son diversas pero, en general, pueden clasificarse en alguna de las siguientes categorías: movimientos de terreno, condiciones del subsuelo, excavaciones, tráfico pesado, rotura de tuberías, presión excesiva sobre la red, antigüedad de las tuberías, fallos de fabricación e instalación y juntas defectuosas.

Las pérdidas de medición consisten en el agua que siendo utilizada no es contabilizada. Incluye caudales empleados en suministros sin contadores por cualquier motivo (por ejemplo, enganches fraudulentos a la red) y aquéllos otros

que aún circulando a través del contador son medidos incorrectamente por paro total o defecto de sensibilidad en el medidor. Con todas las salvedades motivadas por la singularidad de cada explotación se consideran aceptables unas pérdidas totales alrededor de 25% del agua distribuida (Técnicos de Agua, 1989).

Por ejemplo, la evolución de las pérdidas para EMALSA ha sido la siguiente:

Años	1988	1989	1990	1991
Pérdidas	28%	27%	33%	34%

Destaca el incremento en las mermas en el año 90 respecto al precedente año 89, motivado por la implantación del suministro de agua continuo a la ciudad. Con anterioridad la distribución de agua se realizaba en días alternos por sectores.

### 3.4 Producción y demanda

La gestión de los recursos hídricos, especialmente donde el agua es escasa, apunta hacia sistemas de planificación sofisticados que incluyen la reutilización del agua, reciclaje, sustitución de factores, empleo de fuentes no convencionales de oferta (por ejemplo, potabilizadoras), etc. y la reconsideración de las estructuras tarifarias. En muchas áreas habrá una tendencia sustancial al alza de precios y costes, lo que tendrá un efecto considerable sobre la demanda de agua (United Nations, 1976).

Los responsables del suministro urbano de agua se enfrentan, en primer lugar, al problema de producción, esto es, asegurar una cantidad suficiente de agua y un servicio adecuado de tratamiento y distribución y, en segundo lugar, al

establecimiento de condiciones que guíen y animen a los consumidores a usar el recurso eficientemente.

El objetivo de producir se centra en la cuestión de cual es la cantidad necesaria de agua para suministrar a la comunidad urbana (Gallagher y Robinson, 1977). Tradicionalmente, la industria pronostica las necesidades de agua suponiendo que el uso de la misma crecerá proporcionalmente al incremento de la población y de la actividad económica. Si la capacidad existente no es adecuada se diseña una ampliación de sistema para atender al exceso de demanda previsto (Hanke y Davis 1970). El precio se mantiene constante o, simplemente, se ignora su efecto sobre la cantidad de agua demandada, por lo que se está proyectando el suministro para un precio dado (United Nations, 1980). Los costes se incluyen en este enfoque sólo cuando se tiene que elegir entre sistemas alternativos (Gallagher y Robinson, 1977). Se supone que el beneficio adicional que la comunidad ganará con la nueva capacidad excederá el coste de la capacidad extra (Rees, 1984).

Como destaca Hanke (1975), este enfoque tradicional para responder a los incrementos de demanda futuros, se basa más en criterios de ingeniería que en criterios económicos, fundamentándose en la premisa de que el consumo de agua es insensible a cualquier política de precios usada para guiar la asignación de agua entre los usuarios (Gallagher y Robinson, 1977). En este sentido, se prevé la demanda de agua sin tener en cuenta como el precio afecta a las cantidades consumidas (Hanke, 1978).

La integración de proyectos de ingeniería y planificación económica conduce a que las empresas de suministro de agua consideren como los precios afectan a la

demanda, como la demanda influye sobre los costes y como éstos pueden determinar las tarifas. El sistema de precios permite a los consumidores decidir el volumen de agua que a un precio dado van a demandar. Por tanto, es de suma importancia para planificar nuevas inversiones en capacidad que se estimen las relaciones precio-demanda (Hanke, 1978).

La respuesta del consumo de agua a variaciones en los precios introduce una alternativa al desarrollo de nuevas fuentes de suministro de agua y a la expansión de la capacidad del sistema, de manera que la comunidad aprovechará sus recursos limitados de forma más eficiente. La segunda responsabilidad de los suministradores de agua, que es asegurar que el agua ofertada no se malgaste o que se provea un uso eficiente de la misma, queda asociada con el objetivo de producción, (Gallagher y Robinson, 1977). Si el consumidor puede adquirir una unidad extra de agua a un precio menor que el coste incurrido en su provisión el nivel del agua consumido excederá al nivel del uso eficiente, y si la tiene que comprar a un precio mayor la demanda será menor que la óptima; sólo cuando la compre al coste real de provisión no habrá pérdida de eficiencia<sup>4</sup>. Así pues, queda establecido que los dos principales objetivos de los responsables del agua, producción y asignación eficiente, no son independientes, y que uno de ellos no se consiga afecta a la efectividad del otro.

Moncur (1987) observó que los precios ejercen un impacto significativo sobre la demanda de servicios de agua, incluso en épocas de sequía. Hogarty y Mackay (1975) explican que incrementos de la tarifas, incluso temporales, producen reducciones sustanciales, inmediatas y casi permanentes en el uso de agua. Sin

---

<sup>4</sup> Suponiendo condiciones de óptimo de primera preferencia.

embargo, los sistemas de precios no se utilizan frecuentemente como herramienta para controlar la demanda como ocurre con los programas de conservación y educativos. Pero a pesar de que tradicionalmente se ha prestado especial atención a estas dos estrategias, está surgiendo un interés creciente hacia los precios como mecanismo de control de la demanda. Por tanto, se puede afirmar que los precios son un instrumento importante para influenciar las pautas de consumo de los usuarios. También se ha demostrado que los programas educativos proporcionan un marco adecuado para animar el ahorro, como demuestra Nieswiadomy (1992). Sin embargo, los planes de conservación no parece que ejerzan demasiada influencia sobre la demanda.

#### **3.4.1 *Demanda: características y tipos***

La función de demanda de agua urbana expresa la relación existente entre el consumo de agua por unidad de tiempo y su precio. Esta función depende del precio de los demás bienes, de la renta de los individuos y de las preferencias de los consumidores. La ley de la demanda predice que, en condiciones normales y manteniendo todo lo demás constante, la cantidad de agua que se desea comprar por unidad de tiempo decrecerá cuando su precio real se incremente, o viceversa. Si el precio no tuviera ningún efecto significativo sobre la demanda, las decisiones de precios para los gerentes de las empresas suministradoras tendrían sólo dos objetivos, de un lado, generar suficientes ingresos por ventas para cubrir costes y, de otro, obtener estos ingresos de acuerdo con algún concepto de equidad para los clientes de la empresa (Howe y Linaweaver, 1967).

Junto a los precios, la renta y los gustos, la demanda de agua urbana de cada localidad está influida por factores propios del área en la que se encuadra, tales como: el clima, las características de la población (densidad, configuración) y la pauta temporal, especialmente según la época del año. En términos generales, niveles más altos de consumo corresponden a climas más cálidos, al período de verano, a mayores niveles de renta y a menores densidades de población (Ferreiro, 1992). Ya que todos los factores citados vienen dados para una determinada población, se pueden suponer todos ellos constantes y analizar la relación demanda-precio que interese para fijar la influencia de estos sobre aquella y establecer un sistema adecuado de tarificación sobre la base del control de la demanda.

Existe una relación positiva entre la renta de los consumidores y el uso de agua residencial. Los usuarios en áreas de mas ingresos suelen tener parcelas mayores con una gran parte ocupada de césped y jardín, poseer más eletrodomésticos, etc. Con datos de corte transversal y de series temporales Headley (1963) encuentra una relación positiva entre los ingresos familiares y el consumo residencial. Como era de esperar, los ingresos no explicaron adecuadamente las variaciones en el uso comercial. Otros estudios han demostrado que el consumo residencial está relacionado estrechamente con indicadores de ingresos tales como la ocupación del cabeza de familia y las valoraciones de la propiedad. La primera estimación de la demanda de agua hecha con datos de panel y debida a Nieswiadomy y Molina (1989) da resultados de clara relación de dependencia entre la demanda y variables como el ingreso, tiempo, el tamaño del solar y de la casa.

### ***3.4.2 Elasticidad de la demanda con respecto al precio***

La elasticidad de la demanda con respecto al precio mide la sensibilidad del consumo de agua ante cambios en su precio real. Su valor es siempre negativo. Diferentes grupos o clases de usuarios responden de forma distinta a cambios en precios por lo que tendrán que usarse diferentes valores de la elasticidad para predecir como los cambios en el precio afectarán a las demandas de grupos de usuarios específicos.

El abastecimiento urbano cubre habitualmente una diversidad de usos del agua y puede considerarse de manera sintética como la suma de tres sectores diferenciados dentro del colectivo de consumidores: el residencial, el industrial-comercial y el de servicios públicos. Los consumidores residenciales constituyen la mayoría de los usuarios de abasto público pero consumen menos de la mitad del agua suministrada. En el ámbito residencial, Howe y Linaweaver (1967) muestran la importancia de distinguir entre el uso interior como, por ejemplo, cocina, baño y lavado y el exterior como, por ejemplo, piscinas y jardines. En el área industrial-comercial se incluyen servicios como lavanderías, hoteles, restaurantes y comercios en general, así como la pequeña y mediana industria localizada dentro o en la proximidad de los núcleos urbanos y que están conectadas a la red de suministro local. En la categoría de servicios públicos se incluyen la limpieza y riego de calles y parques, las fuentes y el servicio de bomberos.

La elasticidad de la demanda (dentro de cada territorio, ciudad o localidad

considerada) tomará valores diferentes para cada uno de estos sectores, por ejemplo, en el área residencial la demanda es, en general, menos sensible a los precios que en el sector industrial (Williams y Suh, 1986). Pero, a su vez, la elasticidad variará por estaciones; normalmente la demanda de agua será más elástica en verano que en invierno para cualquier tipo de uso (Lyman, 1992). Del mismo modo, se encontrarán variaciones significativas en la sensibilidad de la demanda a cambios en los precios entre zonas húmedas o áridas, presentando estas últimas más elasticidad (Nieswiadomy 1992). De acuerdo con lo mencionado, a la hora de analizar la elasticidad de la demanda de agua hay que tener en cuenta tanto los períodos estacionales, como la climatología de la zona y la clase de usuarios que conforman el área de estudio.

Para Williams y Suh (1986) también hay distinción entre las estimaciones a corto y largo plazo siendo estas últimas más elásticas. Agthe y Billings (1980) encontraron que las estimaciones de las elasticidades a largo plazo varían entre valores de -0,27 y -0,70 y a corto plazo oscilan entre -0,18 y -0,36, justificándose esta diferencia por la capacidad de adaptación de los usuarios a largo plazo a las nuevas circunstancias del mercado. Carver y Boland (1980), empleando series temporales y datos de corte transversal, estiman valores de la elasticidad de la demanda a corto y largo plazo, concluyendo que a corto plazo la elasticidad es menor que -0,30 y a largo plazo está por debajo de -0,40; estos autores fueron los primeros en resaltar la importancia de diferenciar la demanda a corto de la de largo plazo para estimar la elasticidad.

Colander y Haltiwanger (1979) destacan que las estimaciones también dependen del tipo de datos empleados; en general, con corte transversal suelen ser más

elásticas que con series temporales.

Cuando la tarifa es en bloques, las estimaciones presentan diferencias dependiendo de la variable precio que se considere. Billings y Agthe (1980) sugieren que, para un sistema de tarifas en bloques crecientes, las elasticidades son mayores cuando se utilizan precios medios en las estimaciones que cuando se trata de precios marginales. Sin embargo, Chicoine y Ramamurthy (1986) explican que no se debe rechazar ni precios medios ni marginales en las estimaciones de la elasticidad, puesto que el modelo elegido depende de cada caso.

El cuadro 5.1 resume la evidencia empírica procedente de diferentes estimaciones de la elasticidad de la demanda de servicios de agua con respecto al precio realizadas en algunos casos con datos transversales, en otros de panel y también con series temporales.

La demanda residencial es más bien inelástica para uso puramente doméstico (interior) y más elástica para uso exterior (por ejemplo, regar el jardín) (Hanke, 1978). Uno de los estudios más rigurosos sobre elasticidad en la industria de suministro de agua urbana, con datos de sección cruzada, es el debido a Howe y Linaweaver (1967). Estos autores encuentran que la elasticidad de la demanda total para uso residencial está alrededor de -0,40, como media ponderada de la demanda de los dos tipos de uso en este sector. La estimación de este mismo concepto calculada por Danielson (1979) ronda el -0,27 y en invierno -0,30 lo que indica que son poco sensibles a cambios de precio. Las investigaciones de Howe y Linaweaver (1967) sugieren que, efectivamente, el uso residencial interior es poco sensible -0,20, mientras que el uso residencial exterior es más sensible y,

además, depende del clima. En zona húmeda estiman, para el consumo exterior, una elasticidad de -1,60, mientras que para el mismo uso pero con clima seco es de -0,70. Para Danielson (1979) la elasticidad del consumo residencial exterior es muy sensible a los precios, siendo el valor estimado de -1,38.

Agthe y Billig (1980), emplearon varios tipos de modelos econométricos dinámicos y estáticos para explicar la demanda de agua residencial y sus determinantes. Con precios marginales y modelos estáticos la elasticidad estimada varía entre -0,32 y -0,49 y con modelos dinámicos los valores de la elasticidad oscilan entre -0,27 y -0,50.

La demanda de agua en el sector industrial tiende a ser relativamente elástica, (Gallagher y Robinson, 1977). Por ejemplo, oscila entre -0,40 y -0,90 para De Rooy (1974) y toma un valor de -0,70 en la estimación hecha por Elliott y Seagraves (1972). Williams y Suh (1986) desagregan por tipo de cliente mostrando que la demanda es relativamente inelástica para uso residencial y comercial. Con independencia de cual sea la medida de precios adoptada, la demanda industrial es más sensible a los precios que las otras dos.

El conocimiento de la elasticidad de la demanda para agua es útil para las empresas suministradoras, no sólo para controlar la demanda, sino también para averiguar el impacto de un cambio de precios sobre el ingreso total procedente de las ventas de agua.

**Cuadro 3.2. Elasticidades demanda-precio. ( $\epsilon_D$ )**

País	Autor	$\epsilon_D$	Comentario	Estimación
EE.UU.	Agthe y Billings (1980)	-0,26 -0,70 -0,18 -0,36	Residencial Largo plazo Largo plazo Corto plazo Corto plazo	Corte transversal
EE.UU.	Agthe, Billings, Dobra y Raffie (1986)	-0,25 -0,62 -0,14 -0,36	Residencial Largo plazo Largo plazo Corto plazo Corto plazo	Corte transversal
PUERTO RICO	Attanasi et al. (1975)	-0,81	Residencial	Corte transversal
EE.UU. California	Bain, Caves y Margolis (1966)	-1,10	47 Residencias	Corte transversal
EE.UU. Arizona	Billings y Agthe (1980)	-0,27 -0,45 -0,61	Residencial	Series temporales (1974-1977)
EE.UU.	Boland (1960)	-0,44	Residencial	Corte transversal
EE.UU. Mississippi	Camp (1978)	-0,24 -0,31	228 Residencias	Corte transversal
EE.UU.	Carver y Boland (1980)	-0,02 -0,10	Residencial Todo el año Estacional	Corte transversal
EE.UU.	Carver y Boland (1980)	-0,04 -0,62	Residencial Corto plazo Largo plazo	Series temporales
EE.UU. Ohio	Clark y Goddard (1977)	-0,63	22 empresas	Corte transversal
EE.UU. California	Conley (1967)	-1,02 -1,09	24 empresas	Corte transversal
EE.UU.	Danielson (1977)	-1,67 -0,25	Residencial exterior interior	Corte transversal
EE.UU.	Danielson (1979)	-0,27 -0,30 -1,38	Residencial total invierno exterior	Corte transversal

País	Autor	$\epsilon_D$	Comentario	Estimación
EE.UU.	DeRooy (1974)	-0,35 -0,89	30 usuarios industriales	Corte transversal
EE.UU.	Elliot y Scagraves (1972)	-0,70	33 usuarios industriales	Corte transversal
EE.UU.	Ethridge (1970)	-0,40	5 usuarios industriales	Series temporales y corte transversal
EE.UU.	Flack (1965)	-0,12 -1,00	54 empresas	Corte transversal
EE.UU.	Fourt (1958)	-0,39	34 empresas	Corte transversal
AUSTRALIA	Gallagher y Robinson (1977)	-0,36	Residencial invierno	Corte transversal
AUSTRALIA	Gallagher (1981)	-0,26 -0,75	137 residencias, Corto plazo Largo plazo	Corte transversal y series temporales
EE.UU. Utah	Gardner y Schick (1964)	-0,77	43 sistemas de agua	Corte transversal
EE.UU. Florida	Gibbs (1978)	-0,51	43 sistemas de agua	Corte transversal
EE.UU. Kansas	Gottlieb (1963)	-0,66 -1,24	43 sistemas de agua	Corte transversal
EE.UU.	Grima (1970)	-0,93	43 sistemas de agua	Corte transversal
CANADA	Grima (1972)	-0,75 -1,07	Residencial invierno verano	Corte transversal
EE.UU.	Hanke (1970)	-0,59 -1,39	Residencial interior exterior	Series temporales
SUECIA	Hanke y de Maré (1982)	-0,15	Anual	Series temporales y corte transversal
AUSTRALIA	Hanke y Smart (1979)	-0,20 -0,70 -0,35	Residencial Interior Exterior No residencial	Corte transversal

País	Autor	$\epsilon_D$	Comentario	Estimación
EE.UU.	Headley (1963)	-0,40	Elasticidad ingreso residencial	Series temporales
INGLATERRA	Herrington (1982)	-0,30	Anual	Series temporales
EE.UU. Virginia	Hogarty y Mckay (1975)	-0,50 -1,41	Residencial	Corte transversal
EE.UU.	Hollman y Primeaux (1973)	-0,37 -0,45	Residencial	Corte transversal
EE.UU.	Howe y Linaweaver (1967)	-0,40 -1,57 -0,70 -0,23	Residencial total Exterior húmedo Exterior seco Interior	Corte transversal
EE.UU.	Howe (1982)	-0,06 -0,57 -0,43	Invierno Verano Zonas secas	Corte transversal
FINLANDIA	Laukkanen (1981)	-0,11	Anual	Series temporales
EE.UU.	Lyman (1992)	-0,43 -0,65 -0,15 -0,63	Residencial Corto plazo Largo plazo Corto plazo Largo plazo	Datos de panel
EE.UU.	Lyman (1992)	-1,38 -2,60 -1,71 -3,20	Demanda punta Corto plazo Largo plazo Corto plazo Largo plazo	Datos de panel
EE.UU.	Martin, Ingram, Laney y Griffin (1983)	-0,26	Anual	Series temporales y corte transversal
EE.UU.	Metcalf (1926)	-0,65	29 sistemas de agua	Corte transversal
CALIFORNIA	Morgan (1973)	-0,25 -0,45	Residencial	Corte transversal
EE.UU.	North y Ware (1968)	-0,61 -0,67	Residencial	Corte transversal
INGLATERRA	Rees (1969)	-0,96 -6,71	Uso industrial	Corte transversal
EE.UU.	Renshaw (1958)	-0,45	36 sistemas de agua	Corte transversal

País	Autor	$\epsilon_p$	Comentario	Estimación
EE.UU.	Ridge (1972)	-0,30 -0,60	Uso industrial	Corte transversal
EE.UU.	Seidel y Bauman (1957)	-0,12 -1,00	Sistemas de agua	Corte transversal
CANADA	Sewell y Roueche (1974)	-0,58 0,00 -0,25 -0,40	Invierno Verano Demanda punta Anual	Series temporales
INGLATERRA	Thackray y Archibald (1981)	-0,30		Corte transversal
AUSTRALIA	Thomas, Syme y Gosselink (1983)	-0,04 -0,31 -0,18	Residencial interior exterior total	Corte transversal
EE.UU.	Turnovsky (1969)	-0,05 -0,40	19 sistemas de agua	Corte transversal
EE.UU.	Ware y North (1967)	-0,61 -0,67	Sistemas de agua	Corte transversal
AUSTRALIA	Water Authority (1985)	-0,11	Residencial	Series temporales y corte transversal
EE.UU.	Wong (1963)	-0,01 -0,72	Sistemas de agua	Corte transversal
EE.UU.	Wong (1972)	-0,02 -0,28 -0,26 -0,82		Series temporales Series temporales Corte transversal Corte transversal
EE.UU. Arizona	Young (1973)	-0,41 -0,60		Series temporales

### 3.5 Precio según el coste marginal

Los argumentos para tarificar según el coste marginal están basados en el principio de eficiencia económica. Los precios de los servicios de agua que se igualan al coste marginal generan una asignación eficiente de los recursos. Lo lógico es que los consumidores sean inducidos a usar el agua eficientemente. Si el precio no es igual al coste marginal los usuarios reciben señales incorrectas respecto a los recursos usados en la producción de agua, por lo que tenderán a consumir o una cantidad excesiva con el consiguiente desperdicio o menos de la socialmente deseable.

En la práctica, el coste marginal de proveer una unidad de agua varía para diferentes grupos de consumidores y dentro de cada clase. A todos los usuarios que imponen idéntico coste sobre el sistema se les debe cobrar el mismo precio que iguale al coste marginal de servir a esa clase. En otras palabras, donde el coste marginal difiere los precios deben ser diferentes de acuerdo con aquéllos (Zamora, Kneese y Erison, 1981).

Con las tarifas basadas en el coste marginal se consigue la utilización eficiente de la capacidad existente, de las inversiones y del recurso en sí, puesto que este sistema de tarificación señala a los consumidores el coste de los recursos consecuencia de su decisión de consumo y de acuerdo con ello pueden elegir si desean pagar el coste del servicio adicional.

En Coase (1946) y Ruggles (1949, 1950) se obtienen los principios de bienestar

que subyacen en el precio según el coste marginal y las implicaciones de eficiencia de esta regla. Vickrey (1948), Wiseman (1957) y Sherman (1989) son una excelente fuente para algunas de las objeciones teóricas al precio según el coste marginal; OCDE (1987) y AWWA (1992) para los problemas derivados de su aplicación a la industria de suministro de agua. Estas objeciones incluyen su valor limitado para seleccionar alternativas entre proyectos de inversión, los efectos de distorsión en la distribución de la renta, el juicio de valor implícito en su aplicación (Mann, 1985), la dificultad para determinar el coste marginal a largo plazo, el exceso o defecto de ingresos que proporciona (OCDE, 1987), su carácter multidimensional derivado de cambios espaciales y temporales en el coste marginal (Sherman, 1989), etc.

La aplicación de precios según el coste marginal en la industria de suministro de agua no produce una asignación óptima de los recursos si desviaciones sustanciales de precios eficientes prevalecen en otros sectores de la economía relacionados con esta industria. Según la teoría del óptimo de segunda preferencia, la eficiencia en un sector decrece (vía monopolio, regulación de precios, impuestos, etc) si en otros sectores relacionados se fijan precios diferentes al coste marginal. Específicamente, el argumento consiste en que para conseguir eficiencia a través de tarifas según el coste marginal, el precio de los sustitutos (por ejemplo, cubas o botellas de agua), el de los complementarios (lavaplatos, lavadoras), el de los inputs (componentes químicos) o los productos cuya producción utilice el agua como factor, deben tener un precio igual al coste marginal. El problema del óptimo de segunda preferencia existe cuando el precio fijado en uno de los sectores afecta a la producción o al consumo del otro; si esta

relación es aproximadamente cero los sectores son independientes y la fijación de precios según el coste marginal origina asignaciones eficientes y, si por el contrario, es muy diferente de cero, se crean ineficiencias con la aplicación de la regla del coste marginal si ésta no rige en todos los sectores. Sin embargo, no se ha demostrado empíricamente que incluso en esta situación el precio según el coste marginal distorsione más que el basado en el coste medio (Mann, 1985). Tanto Vickrey (1955) como Harbeson (1955) consideran este problema planteando tarifaciones alternativas dentro del contexto de óptimo de segunda preferencia.

El logro de la eficiencia asignativa no depende sólo de la adopción de políticas de precios óptimas. La búsqueda de estrategias de precios en el contexto de óptimo de segunda preferencia para enfrentarse a imperfecciones del sistema de mercado no resuelven el problema de la ineficiencia tecnológica y productiva. De acuerdo con Rees (1981) la eficiencia tecnológica y productiva tienen que existir en una industria antes de alcanzar una asignación óptima de los recursos. Como señala Trebing (1977) los precios según el coste marginal y de diferenciación temporal y, en general, cualquier estructura de precios que persiga la eficiencia asignativa, poco dicen respecto a que la estructura de costes sea razonable. No hay evidencia de que las empresas de agua estén empleando sus recursos de forma que minimicen el coste, en tal caso la eficiencia económica derivada de aplicar tarifas según el coste marginal no es real.

Una limitación mayor al precio según el coste marginal son las externalidades. Generalmente los precios que se desvían de forma sistemática del coste marginal son necesarios para una asignación óptima de los recursos, en presencia de

externalidades (Baumol y Bradford, 1970).

Una de las objeciones más notable a la hora de aplicar la regla del coste marginal en la practica es la divergencia entre tarifcar según el coste marginal a corto o largo plazo. Esta problema se resuelve en la literatura delimitando claramente cada uno de estos conceptos, es decir, definiendo el coste marginal a corto y largo plazo (veáse capítulo 4).

Cuando la capacidad disponible por la empresa es mayor que la necesaria para atender la demanda del mercado sólo los costes operativos son atribuibles al consumo de agua adicional. En este caso, el precio se iguala al coste marginal a corto plazo, ya que para atender a un incremento de la demanda no hace falta invertir en capacidad adicional. En el momento en el que la instalación empiece a ser insuficiente para responder a sucesivos incrementos en la demanda, los precios suben para racionar la capacidad existente. En este supuesto, de defecto de capacidad, el precio se iguala al coste marginal a largo plazo. El coste marginal a largo plazo se refiere a la suma de los costes marginales a corto plazo y los costes de capacidad marginal, entendiendo por estos últimos los costes de invertir en capacidad para atender el consumo adicional.

Estrictamente interpretado el enfoque del coste marginal requiere que el precio sea igual al coste marginal a corto plazo cuando la capacidad no se utiliza completamente. Cuando la utilización es total el precio debe aumentar para racionar la capacidad existente hasta que el coste adicional de la inversión futura iguale a la predisposición a pagar de los consumidores. Una vez instalada la

inversión en capacidad se convierte en un coste fijo, de manera que los costes que varían con el producto son sólo operativos y, por consiguiente, el precio debe igualarse nuevamente al coste marginal a corto plazo (Goolsby, 1975). Para Hanke (1978, 1981) el coste marginal a largo plazo proporciona un límite superior para el precio, al que se llega después de incrementos progresivos del mismo y señala el momento de instalar la nueva capacidad. Este mecanismo de racionamiento de la capacidad existente evita el peligro de sobreinversión subyacente en la regla del coste marginal. Los precios, por tanto, tienen un objetivo doble (a) conseguir una asignación eficiente de los recursos cuando el sistema está operando por debajo del máximo, y (b) proveer una señal para invertir en capacidad adicional (Vickrey, 1971).

En conclusión, el precio según el coste marginal es un enfoque controvertido que no ha sido muy utilizado en el sector de suministro de agua (AWWA, 1992). Su aplicación abarca diversos aspectos y exige un cierto equilibrio entre los objetivos planteados de: estabilidad de precios, viabilidad financiera, eficiencia económica, capacidad deseada, racionalización de costes de transacción y administrativos y, por último, la aceptabilidad política (Hanke y Davis, 1973). La forma en la que el conjunto de restricciones se maneje depende de las circunstancias particulares de cada empresa y su entorno político y físico.

AWWA (1992) aconseja la paulatina implantación de tarifas basadas en el coste marginal en las próximas décadas, debido al continuo crecimiento de la demanda de servicios de agua. También el estudio de la OCDE (1987) promueve la fijación progresiva de sistemas de precios según esta regla.

### 3.6 Sistemas de tarificación

En el estudio realizado por la OCDE (1987) se observa que las tarifas practicadas en la industria de suministro de agua son muy diversas y varían dentro y a través de los países, pero una parte considerable de ellas se basan más en consideraciones financieras que en económicas. En Australia, Canadá, Noruega y el Reino Unido, los cobros para el sector residencial del suministro de agua pública, están fundamentados en el valor de la propiedad, por el contrario en el resto de Europa, Japón y los EEUU una combinación de tarifa fija y por volumen es la regla. En casi todos los países a la mayoría de los consumidores industriales se les cobra a través de tarifas por volumen, con o sin elemento fijo, mientras que en el sector comercial existen diferentes sistemas de cobros.

#### 3.6.1 Cobros de tipo único (*Flat-Rate*)

Los recibos de servicios de agua para los consumidores no están directamente relacionados con la cantidad de agua usada. El precio se fija según el número de residentes, la cantidad y tipo de habitaciones, el número de grifos, el tamaño del solar dónde está ubicada la vivienda, la talla de la entrada de agua en la tubería o el valor de la propiedad. La práctica de imponer un tipo mínimo alto, convierte estos sistemas de tarificación en un cobro fijo por propiedad para la mayoría de los residentes (Rees, 1981).

En general, estos sistemas de precios no cumplen el objetivo de eficiencia asignativa. Se cobra una cantidad fija con independencia del número de unidades consumidas, sin tener en cuenta el coste que cada usuario impone sobre el sistema, obteniéndose como resultado que unos consumidores subvencionen a otros. Se logra alguna mejora de estos sistemas, en términos de eficiencia, cuando se cobra por el uso de agua extra un precio adicional (por ejemplo, por la instalación de un electrodoméstico). Tienen la ventaja de ser simples de administrar, fáciles de entender por los consumidores, proveen ingresos seguros para las empresas, requieren pequeños controles y la recaudación de los cobros no es difícil de realizar. También son equitativos cuando se supone que el valor de la propiedad es una medida satisfactoria de la disposición a pagar y de la capacidad de suministro que se debe proporcionar a un consumidor, pero discriminan contra el usuario de menor consumo, especialmente sobre aquéllos que tienen una contribución baja a los períodos de demanda punta, por lo que la equidad queda en entredicho.

El argumento más serio en contra del cambio de este tipo de tarifas, hacia un precio por volumen, son los elevados costes de transición y transacción para operar con tarifas alternativas, como la instalación y puesta en marcha de contadores, que proporcionarían beneficios de equidad y eficiencia.

### ***3.6.2 Fijación de precios uniformes***

Las tarifas uniformes por volumen se caracterizan porque todas las unidades de

servicios de agua se cobran al mismo precio. Se suelen considerar equitativas (desde la concepción igualitaria) porque todos los consumidores pagan el mismo precio por unidad consumida (AWWA, 1992). El logro del objetivo de eficiencia asignativa, con este tipo de estructuras, dependerá de si se sigue la regla del coste medio o marginal para la fijación del precio.

La aplicación de precios según el coste marginal, conduce a una situación óptima en la asignación de los recursos<sup>5</sup>. Pero el hecho de que la industria de suministro de agua sea un monopolio natural puede hacer que la adopción de este criterio conduzca a la empresa regulada<sup>6</sup> a un déficit presupuestario, en caso de que presente economías de escala, por lo que habrá que buscar otros sistemas de precios que cumpliendo el objetivo de equilibrio financiero (si se persigue por parte de la firma o el regulador), se aleje lo menos posible del principio de eficiencia asignativa. Si, por el contrario, la empresa en el tramo relevante de producción presenta costes marginales crecientes, de la fijación del precio igual al coste marginal puede resultar que incluso se generen beneficios extraordinarios (depende de la tasa de retorno prefijada que se tiene que conseguir) pero no plantea problemas de tarificación. Por tanto, el objetivo propuesto dentro de la industria consiste en maximizar el beneficio social sujeto a la restricción de autofinanciación por parte de la empresa cuando los rendimientos son crecientes.

Una solución a esta situación puede ser fijar el precio según la regla del coste

---

<sup>5</sup> También se conseguiría con una discriminación de precios perfecta.

<sup>6</sup> Si no estuviera regulada el comportamiento maximizador de beneficios (ingreso marginal igual a coste marginal) de un monopolio, conduciría a la empresa a vender a un precio superior al coste marginal.

marginal, financiando el déficit con subvenciones estatales o municipales. Política admisible si el coste de oportunidad de la utilización de estos recursos en la industria suministradora de agua es aceptablemente bajo en relación a su uso en inversiones alternativas. En caso de que estos recursos se puedan usar de manera más eficiente, habría una pérdida de beneficio social como consecuencia de imponer este sistema de tarificación.

Otra alternativa sería la fijación de precios según el coste medio, de manera que se consigue que la empresa equilibre su presupuesto pero se reduce el beneficio social en relación a la fijación de precios según el coste marginal.

Este tipo de tarificación, según el coste medio, ha sido ampliamente utilizado, de forma que la empresa estima los ingresos necesarios para ofrecer una determinada cantidad de servicios y los divide entre el número de usuarios, estableciendo así el precio por unidad de producto. La principal desventaja derivada de esta estructura tarifaria es que la empresa puede ver peligrar su equilibrio financiero debido a que no se cumplan sus previsiones de demanda como consecuencia, por ejemplo, de un inesperado verano lluvioso. Otro inconveniente de cobrar el coste medio en lugar del coste marginal, estriba en que los consumidores que por su bajo consumo no son responsables de ampliaciones en la capacidad del sistema se vean obligados a pagar parte del coste de la instalación en nueva capacidad.

Una forma de conseguir con precios uniformes un mayor beneficio social, condicionado a que la empresa equilibre su presupuesto, sería con la tarificación tipo Ramsey, de manera que suba el precio por encima del coste medio para los

usuarios con una demanda menos sensible a los precios y baje para aquellos consumidores con una demanda más elástica (regla de la inversa de la elasticidad). En ambos casos los precios seguirían estando por encima del coste marginal, para cubrir los costes totales, por lo que no se ocasionan subvenciones cruzadas.

En la práctica, dentro de la industria de suministro de agua, la única discriminación observada es la aplicación de distintas estructuras tarifarias a diversos tipos de consumidores. Es muy usual que los abonados de tipo industrial tengan un tratamiento diferenciado de los usuarios domésticos, aplicándoles distintas estructuras tarifarias. Por ejemplo, en muchos municipios españoles se observa que, mientras a los consumidores domésticos se les cobra mediante una tarifa en bloques crecientes, a los abonados industriales se le aplica un precio único<sup>7</sup> por metro cúbico consumido.

Otra peculiaridad que puede observarse es la diferenciación dentro del colectivo de consumidores de grupos localizados en zonas concretas del municipio y cuyo abastecimiento comporta unos costes adicionales; en este supuesto se aplica una sobretarifa a estos usuarios. En este caso, no podemos hablar de discriminación ya que los costes difieren de un grupo a otro y sí de diferenciación de precios de acuerdo con las desigualdades existentes en los costes de suministrar el recurso. En este caso se puede hablar de tarifas zonales (véase capítulo 4).

---

<sup>7</sup> Que suele ser la media de las tarifas por bloques cobradas a los usuarios domésticos.

### 3.6.3 *Las tarifas no uniformes*

La tendencia actual, en la mayoría de los países, se inclina hacia las tarifas binomias, compuestas por un término fijo y otro proporcional al volumen de agua consumida. La parte fija se establece en función de alguna característica del usuario, por ejemplo, diámetro del contador, nivel de salida del agua, etc. y su intención es que cubra los costes fijos de abastecimiento, como mínimo. En ocasiones, en vez de una parte fija el primer componente es un cobro mínimo de consumo, con un precio por metro cúbico que se factura habiéndose consumido o no el servicio.

La parte proporcional se puede presentar de varias formas. Como una tarifa única por metro cúbico consumido, con lo que tendríamos la denominada tarifa en dos partes; o bien, como una tarifa que varía por bloques de consumo. Dentro de este segundo tipo, se puede distinguir entre tarifas en bloques decrecientes, que quizá es la más común en servicios de suministro de aguas; y tarifas en bloques crecientes, la más utilizada en España y que intenta concienciar al abonado sobre el ahorro del agua.

#### 3.6.3.1 *La tarifa en dos partes*

Desde el punto de vista de la eficiencia en el suministro urbano de agua, es probable que la introducción progresiva de contadores haya sido el mayor adelanto en los últimos años, permitiendo sustituir las tarifas de tipo único, establecidas en función de algunas características del abonado (como el valor de

la propiedad, el número de residentes, etc.) por tarifas que están directamente relacionadas con la cantidad de agua usada.

En países donde, por sus características climáticas, hay agua en abundancia y su precio es muy bajo, el coste de la introducción de contadores, probablemente no compense la ganancia en eficiencia.

Indudablemente, las tarifas de tipo único presumen de una serie de ventajas que difícilmente se pueden encontrar en otros sistemas de tarificación sobre todo en cuanto a la sencillez de su aplicación y a la facilidad de ser entendidas por parte de los consumidores (véase epígrafe 3.6.1). Pero presentan el grave inconveniente de no ser adecuadas desde el punto de vista de la eficiencia económica, puesto que no controlan la cantidad de agua consumida y grava a los pequeños usuarios.

Como indicábamos, la introducción del contador permite introducir tarifas que están directamente relacionadas con el volumen de agua consumida. Estas tarifas se aplican de acuerdo con el principio de que "el que usa paga" (user-pays), principio que supone cobrar a cada consumidor el coste de proveerle una unidad adicional de servicio, con lo que se garantiza la maximización del beneficio social pero, como vimos, puede que la empresa no recupere todos sus costes. La alternativa sería cobrar por unidad consumida, en vez del coste marginal, el coste medio, consiguiéndose equilibrar el presupuesto pero reducir el beneficio social, tal como apuntábamos con anterioridad.

La introducción de las tarifas en dos partes va encaminada a paliar las desventajas

de las anteriores (de tipo único y según el coste medio). Combinan un componente proporcional para reembolsar los costes operativos y una parte fija, o tasa de entrada, para recuperar el resto de los costes (véase capítulo 2). Suponiendo rendimientos constantes a escala, en la parte variable se cobra un precio por unidad consumida igual al coste marginal y teniendo en cuenta que el componente fijo significa una transferencia de renta del consumidor al productor para cubrir los costes fijos, se deduce que la tarifa en dos partes es óptima y consigue el mismo nivel de beneficio social que un sistema de precios según la regla del coste marginal.

En Coase (1946) se propone que la forma adecuada de tarificar sea en dos partes, (o multiparte, según el caso), de modo que se cobre al consumidor un precio igual al coste marginal más una parte fija con la que se cubra la totalidad de los costes, si se persigue la autofinanciación por parte de la empresa, o parte de ellos, si existen otras vías de financiación.

El problema más importante que puede surgir al fijar el precio igual o muy cercano al coste marginal para generar un consumo eficiente, es que la restricción de equilibrar el presupuesto por parte de la empresa haga necesaria una tasa de entrada tan alta que muchos consumidores prefieran quedarse fuera del mercado (Brown y Sibley, 1986). La firma regulada tiene que combinar la fijación de precios de consumo eficientes con la necesidad de asegurar un número adecuado de consumidores en el mercado (véase capítulo 2).

Generalmente, en un servicio público como la distribución de agua urbana es muy

difícil que un usuario salga del mercado como consecuencia de tarifas altas, debido a que normalmente la elasticidad de la demanda con respecto al precio es muy alta para los usuarios de los primeros bloques de consumo. En este caso, las simples tarifas en dos partes cumplen la mayoría de los objetivos básicos que deben satisfacer los sistemas óptimos de tarificación de un servicio público, eficiencia, equidad y equilibrio financiero (véase capítulo 2).

La primera evidencia de la aplicación de un sistema de tarifas en dos partes, para la industria de suministro de agua, se produce en Australia (distrito de Hunter) para el sector residencial entre los años 1982 y 1983 (OCDE, 1987). La eficiencia asignativa fue el principal objetivo que motivó a este distrito a diseñar sistemas de tarificación alternativos a la tarifa única. El recibo de los consumidores, según la estructura de precios aplicada, se calcula con la fórmula:

$$T = E + P(Q - 15) \quad (3.1)$$

donde,

T es la tarifa anual.

E es la tasa de entrada o el pago por el servicio.

Q es el consumo de agua anual de la familia en m<sup>3</sup>.

P es el precio del agua consumida que excede de los 15 m<sup>3</sup>.

Los 15 m<sup>3</sup> subvencionados no eran concebidos como una tarifa de salvación (véase epígrafe 5.7), sino para que la mayoría de las familias (alrededor del 90%) se excedieran de los 15 m<sup>3</sup> y se enfrentaran a un cobro por volumen. El sistema introducido para evitar la ineficiencia de la estructura de la tarifa de tipo único, es una simple tarifa en dos partes. La parte fija cubre los costes fijos de la

disponibilidad del servicio (55% del coste) mientras que el cobro por volumen produce ingresos para cubrir los costes operativos.

### 3.6.3.2 *Tarifas en bloques decrecientes*

Las tarifas en bloques decrecientes han sido las más comunes en los países de la OCDE. La justificación para la generalización de este tipo de tarifas se ha basado en las economías de escala que caracterizan la industria, de forma que a mayor volumen de agua servida, menor coste por unidad. Un argumento en contra de esta opinión se fundamenta en la imposibilidad de las tarifas en bloques decrecientes para cubrir los costes debido a que las economías de escala en la producción tienden a ser contrarrestadas por deseconomías en la distribución (Mann, 1989). Estas tarifas se pueden mantener para los usuarios de gran volumen (por ejemplo la mayoría de los industriales), que reciben el servicio de una conexión única (Keller, 1966); puesto que habitualmente, se experimentan costes por unidad decrecientes a la hora de suministrarles y además contribuyen de forma insignificante a las horas puntas. Según la estimación de Kim y Clark (1988), sólo los costes de servir a los usuarios industriales presentan economías de escala. Precisamente por esta última razón Ide (1980) sostiene que las tarifas en bloques decrecientes son sensibles a la variedad de usos del servicio y a las características de las diferentes clases de consumidores.

En general, los ingresos de las empresas suministradoras de agua tienden a ser inestables, con independencia del tipo de tarifa empleada en la industria. La causa

de esta inestabilidad radica en que la venta de estos servicios incorpora un elemento de azar, debido tanto a cambios en el tiempo como a la naturaleza del usuario. Las fluctuaciones, con estructuras en bloques, suceden sobre todo en los tramos de cola, minimizándose la inestabilidad de ingresos si los bloques son decrecientes. El establecimiento de precios más bajos en los últimos tramos desalienta a los usuarios de más volumen a recurrir a hacerse autosuficientes o a reducir su consumo de forma notable. El factor de estabilidad de ingresos puede ser la razón más importante para que este tipo de tarifas se haya mantenido en los servicios de agua, sobre todo en los casos en que los costes no justifican su aplicación (Mann, 1985) .

La crítica más fuerte en contra de este sistema de tarificación estriba en que no predicen el comportamiento de los costes de forma apropiada. Hay evidencia del agotamiento de economías de escala para algunas empresas grandes. Los gastos de expansión aumentan debido, entre otras razones, a la competencia entre los ecologistas y especuladores para la localización de depósitos, a la extensión de la red de distribución a puntos más lejanos de los centros de producción y a la eliminación de las fuentes más asequibles de abastecimiento (Hanke y Davis, 1973). Además, los costes de nuevas instalaciones de agua han crecido debido a que ahora las necesidades de almacenamiento son mayores que la típica relación inversa entre corriente de agua y demandas temporales (Hanke y Davis, 1971).

El fracaso de estas estructuras de precios, en cuanto al análisis de coste, significa que los usuarios de menor consumo tienden a subvencionar a los de mayor consumo, los precios sobrepasan los costes (tanto marginales como medios) en los

primeros bloques y están por debajo de ellos en los tramos finales de la tarifa. No promueven, por tanto, ni la conservación ni la eficiencia económica. Según señala Hanke (1978) las tarifas en bloques decrecientes resultan eficientes sólo bajo condiciones especiales, por ejemplo, que todos los consumidores tengan que usar agua en el mismo bloque final de cada temporada. Dada la premisa de que el consumo de agua crece con la renta este sistema funciona como un impuesto regresivo, por lo que se considera injusto desde el punto de vista del criterio de equidad que considera que los usuarios de bajo poder adquisitivo deben ser subvencionados.

Otro problema relacionado con la tarifa en bloques decrecientes consiste en la determinación del número de bloques y las diferencias de precios entre ellos. Call (1977) observó que muchas de estas estructuras tarifarias no se justifican económicamente en cuanto a diferencias de precios entre los bloques. El sistema típico cuenta con 3 ó 4 bloques aunque algunos abarcan hasta 10 ó 12. Los bloques excesivos complican innecesariamente la forma de la tarifa dificultando su aplicación y elevando los costes administrativos.

Pocas estructuras en bloques decrecientes distinguen entre usuarios residenciales, comerciales e industriales. La mayoría de las empresas de agua emplean una sola estructura con diferentes bloques de consumo diseñados para distintas clases de usuarios, por ejemplo, el primer bloque puede estar ideado para pequeños usuarios residenciales, el segundo para moderados y el tercero para grandes usuarios industriales. Russell (1979) se manifestaba partidario de distintos esquemas de tarifas para diferentes tipos de consumidores, sosteniendo que esto

y alguna que otra pequeña reforma reducirán la discriminación y los efectos negativos de estas estructuras. Sawchuck (1981) rechaza la postura de que la estructura en bloques decrecientes cause un consumo excesivo, observa que un cambio de dirección hacia un solo precio por unidad puede ocasionar un aumento del consumo, dependiendo de la variación relativa de precios y de la elasticidad de la demanda asociada con los usuarios de cada bloque de consumo. Es decir, manteniendo los ingresos constantes, este cambio origina un nivel de consumo mayor si la elasticidad con respecto al precio medio en el primer bloque supera la de los últimos bloques. Sin embargo, dicho cambio produce un nivel de consumo inferior si sucede lo contrario en lo que se refiere a la elasticidad de la demanda. Este razonamiento no tiene en cuenta un punto fundamental, si la tarifa no refleja la tendencia de los costes causará, innecesariamente, desperdicio o ahorro. Desde el punto de vista económico, la conservación no conducirá forzosamente a incrementar la eficiencia.

Sin embargo, Brown y Sibley (1986) concluyen que aunque los grandes consumidores no presenten costes por unidad de servicio más bajos que los pequeños usuarios, las tarifas en bloques decrecientes son económicamente eficientes si convergen al coste marginal. Sólo en el caso de que las unidades de servicio correspondientes a los últimos bloques se vendieran a un precio por debajo del coste marginal, estas tarifas serían ineficientes.

### 3.6.3.3 Tarifas en bloques crecientes

Las tarifas en bloques crecientes (también denominadas en bloque inverso) son muy comunes en España y se han impuesto con la idea de la conservación del agua como recurso escaso, incentivando el ahorro de forma que se encarezca el servicio para el consumidor de gran volumen. Se justifican por los aumentos de costes de expansión y las deseconomías derivadas de suministrar a los usuarios grandes. Si se acepta la premisa de que el consumo de agua está correlacionado positivamente con el nivel de renta, la tarificación en bloques crecientes, también disfruta de consenso como medio de reducir desigualdades, funcionando como un sistema de impuestos progresivo. Parece ser que esta es la razón por la que goza de un interés creciente sobre todo en los países en vías de desarrollo (United Nations, 1980). En países desarrollados como, por ejemplo, Francia, España, Canadá e Italia, están claramente establecidos e incluso, en algunos de ellos los primeros bloques de agua se venden a precios políticos o sociales, especialmente bajos, para garantizar un consumo mínimo (Coe, 1978).

Normalmente, este sistema de precios supone que las unidades de consumo correspondientes a los primeros bloques se venden a un precio por debajo del coste marginal, mientras que las últimas se sirven a un precio por encima de éste, con ello se producen subvenciones cruzadas de los usuarios grandes a los pequeños, por lo que no cabe considerar estas tarifas como eficientes (Mann, 1989). De la misma manera que la tarifa en bloques decrecientes, para que sea eficiente necesita condiciones específicas; por ejemplo, que los precios se fijen de tal forma que todos los usuarios de agua consuman en el mismo bloque durante

cada temporada (Hanke, 1978), como rara vez ocurre así estas tarifas no suelen ser eficientes. Warford y Julius (1979) apoyan una estructura en bloque inverso que consiste en una tarifa de sustento más uno o varios bloques de consumo con un precio que se aproxime al coste del abastecimiento de agua, sin embargo, insisten en que esta estructura tarifaria no logra la conservación. Martin y Kulakowski (1991) muestran en su estudio con datos de Arizona que las tarifas en bloques crecientes no consiguen las metas de conservación propuestas en esta zona.

Un problema adicional que presenta el sistema de precio en bloques crecientes es la disminución de la demanda media que no suaviza, necesariamente, las demandas punta; a menos que todos los usuarios se sitúen al mismo nivel de demanda; con resultados que implican un deterioro de los ingresos de la empresa y, eventualmente, la necesidad de incrementar las tarifas. Esto puede traer como consecuencia que muchos usuarios industriales abandonen el servicio y se hagan autosuficientes. Así pues, el argumento subyacente en este tipo de tarifas queda invalidado por el hecho de que no son los grandes usuarios los responsables de las demandas puntas verdaderas causantes de la necesidad de incrementos de capacidad.

En resumen, la demanda estacional, que debe afrontar un sistema de suministro de agua, determina las necesidades de capacidad (y, por tanto, costes de capacidad). Si el servicio anima la conservación voluntaria o implementa tarifas inversas, los resultados pueden reducir los factores de carga aumentando los costes por unidad pero no ataca las demandas puntas que son las responsables de

las inversiones en capacidad. La tarificación en bloque inverso padece, por tanto, de limitaciones importantes. Una solución a los problemas de incremento de costes en nueva capacidad sería las tarifas temporales que incorporan precios diferentes para los períodos de demandas estacionales.

#### **3.6.4 Tarifas estacionales**

Las tarifas estacionales suponen precios diferentes de los servicios de agua para distintos días o estaciones del año, más concretamente precios más altos durante los períodos puntas y precios más bajos durante el resto del año. Reconocen que los costes unitarios de suministrar agua varían entre estaciones y algunos usuarios son responsables del incremento de capacidad para atender a estas puntas.

Es indispensable para el establecimiento de estas tarifas que: a) existan variaciones sustanciales entre las demandas estacionales; b) las demandas puntas ocurran durante la misma estación; y c) la empresa pueda estimar los diferentes costes entre estaciones (Mann, 1985)

La introducción de tarifas estacionales está siendo considerada recientemente como mecanismo de reducción de las demandas puntas del sistema. Dado que el agua es almacenable, la introducción de tarifas para reducir las demandas en horas o días puntas no tiene mucha justificación en la industria de suministro de agua (como sí lo tendría, por ejemplo, en el caso de industrias de suministro eléctrico, ya que la energía no es almacenable). Además, la red de suministro se diseña

normalmente en función de la protección contra incendios de manera que en casi todos los sistemas hay una variación mínima en el coste asociado a los ciclos de demanda.

Sin embargo, se ha observado que la mayoría de las empresas de agua experimentan distintas puntas estacionales debido a la sensibilidad de la demanda con respecto al tiempo, probablemente muchos sistemas están más cercanos al límite de capacidad en verano que en invierno como consecuencia, por ejemplo, de un índice más elevado de evaporización o de la afluencia de población temporal. Para atender esta demanda estacional habría que incrementar la capacidad del sistema (plantas de tratamiento y bombeo, mayores fuentes de oferta, etc.), la cual quedaría ociosa el resto del año por lo que estaría justificada la introducción de tarifas más altas en verano con la finalidad de incentivar a los usuarios a alterar sus pautas de consumo allanando las puntas estacionales. El objetivo sería alcanzar una base más equilibrada de utilización de la instalación, junto con un nivel absoluto menor de capacidad (Rees,1984).

Si tanto el diseño como la puesta en práctica son apropiados, las tarifas estacionales transfieren una señal a los consumidores de la importancia de la utilización eficiente de los recursos. Si la demanda de servicios de agua es elástica respecto al precio, los consumidores responderán reduciendo su uso durante estos períodos punta (AWWA, 1992), consiguiéndose por parte de la empresa racionar la capacidad existente y rebajar los costes medios del sistema. Consecuentemente, a largo plazo las tarifas estacionales reducen los costes para todos los usuarios. Como Flack y Roussos (1978) señalan los precios temporales apropiadamente

estructurados ofrecen una alternativa atractiva a los sistemas de precios vigentes.

Por otro lado, el diseño de estructuras de precios estacionales es una forma equitativa de reflejar los costes más elevados en los que se incurre por suministrar el servicio durante los períodos de demandas temporales altas.

El problema que se plantea al fijar tarifas estacionales es decidir que parte del coste de capacidad debe ser cargado en cada período. La solución que plantea Rees (1984) es que todos los costes en nuevas instalaciones deben ser cargados a los usuarios del período punta y, si las estimaciones de la demanda en tiempos pasados son correctas, la fijación de precios según el coste marginal conseguirá que la firma equilibre su presupuesto. Hanke (1972) propone precios estacionales basados en el coste marginal, porque las tarifas uniformes a lo largo del tiempo animan a la expansión del sistema por encima del tamaño eficiente.

Jonish y Butler (1983) muestran evidencia de la utilización de ajustes temporales para incrementos de precios durante el verano. En general, las tarifas estacionales empleadas han sido, una primera estructura invierno-verano, donde toda el agua consumida en el período estival se cobra más cara que la consumida en invierno; y un segundo sistema mediante el cual se cobra en verano más cara el agua que exceda de la media de consumo invernal. La primera estructura tiene ventajas tanto para el usuario como para la empresa, ya que es más fácil de entender y aplicar; sin embargo, el segundo sistema es superior a éste en cuanto al comportamiento real de los costes.

Hay algunas objeciones prácticas en la introducción de tarifas estacionales. Por ejemplo, como todos los contadores no se pueden leer el primer y el último día del verano, habría que prorratear el consumo con los precios de verano e invierno. Por otro lado, los usuarios fuertemente estacionales verán en este tipo de estructura tarifaria una penalización por la naturaleza de su trabajo.

Si el mercado presenta unas demandas muy inelásticas, los precios estacionales tendrán un efecto mínimo en los patrones de consumo. Por tanto, los beneficios previstos por una tarificación estacional pueden muy bien no materializarse, pese a que los costes se reflejen en los precios (Mann,1989).

La aplicación de tarifas temporales a otros servicios públicos como el transporte, la electricidad y el gas, es práctica usual desde hace décadas. En la industria de suministro de agua ha sido corriente su adopción sólo en empresas que sirven ciertas clases de demandas muy estacionales, por ejemplo, hay algunos casos en Francia y Holanda en zonas de turismo. Pero, en general, la industria de servicios de agua ha sido reacia a su utilización, entre otros motivos por la facilidad y bajo coste de almacenamiento, pero quizás la razón más importante ha sido la tendencia histórica por parte de las empresas de suministrar un volumen suficiente de agua con independencia de su coste. A pesar de lo dicho, el número de sistemas que empiezan a establecer precios estacionales va en aumento (AWWA, 1992). El crecimiento de la población en determinadas áreas ha ocasionado el incremento de las demandas puntas; las fuentes alternativas de aprovisionamiento son escasas y bastante costosas; en ocasiones las fuentes son limitadas y es necesario comprar el agua a otros sistemas en determinadas épocas del año. Todas

estas razones explican suficientemente la introducción progresiva de estructuras de precios estacionales.

### **3.6.5 Tendencias Actuales**

Dadas las limitaciones tanto prácticas como conceptuales de los dos tipos de tarifas en bloques, la alternativa que últimamente ha conseguido apoyo es la tarifa uniforme, basada tanto en costes medios históricos, como en marginales y variando con la estacionalidad de la demanda (Mann, 1989). Aunque la tarifa uniforme (que a veces lleva el nombre de tarifa fija) puede ser poco sensible a variaciones de coste, goza de una popularidad cada vez mayor por su simplicidad, por las deficiencias de las tarifas ya mencionadas y por su compatibilidad con nociones existentes de equidad y si además se aplican siguiendo la regla del coste marginal la eficiencia económica está garantizada.

Los costes varían con el tiempo y con el espacio para los sistemas de suministro, entonces, para conseguir una asignación eficiente las estructuras de precios deben reflejar las diferencias de costes temporales y espaciales. Parte del problema se resuelve con los ya mencionados sistemas de precios estacionales.

Para amortiguar las variaciones de costes espaciales surgen las denominadas tarifas zonales, cuya aplicación se ve dificultada por la resistencia de consumidores y directivos y por razones políticas más que por los motivos típicos de adquisición de datos espaciales y de costes administrativos de implementación

(Mann, 1989). Indudablemente, estas últimas objeciones suponen un serio obstáculo a su aplicación, pero no son insalvables. Algunas empresas emplean una variante de precios zonales cuando diferencian entre consumidores internos y externos a la ciudad, pero estas tarifas no se aplican con la justificación de costes reales de bombeo o capacidad, sino por cualquier otra consideración como, por ejemplo, animar a la entrada en la ciudad.

No está claro que la eficiencia deba ser el único criterio para establecer reglas de fijación de precios. A veces se argumenta que los precios de algunos bienes deberían contribuir a mejorar la distribución de la renta. Se afirma que algunos bienes esenciales deberían estar subvencionados para que aumentase la proporción y la cantidad de éstos en el consumo de las familias con menores niveles de renta (Edo, 1989). Sin embargo, estas afirmaciones son a veces difíciles de concretar por lo genérico de las mismas.

### **3.7 Conclusiones**

La industria de suministro de agua presenta características de monopolio natural aunque, en la parte de producción haya alguna evidencia de oligopolio natural debido a la coexistencia de varias empresas productoras de agua.

La teoría de los precios públicos trata de establecer criterios de fijación de tarifas para lograr determinados objetivos de eficiencia y equidad en una industria de estas características.

La eficiencia en la asignación de los recursos se garantiza con sistemas de precios basados en el coste marginal (por lo menos en un mundo de óptimo de primera preferencia). Sin embargo, este criterio, bajo la hipótesis de una empresa monopolística con rendimientos crecientes a escala, conduciría a un déficit cuya financiación implicaría bien el establecimiento de subvenciones estatales (que podrían crear nuevas ineficiencias), o bien la búsqueda de criterios de fijación de precios que se desvíen del coste marginal.

La aplicación de sistemas de precios no uniformes es lo más común en este contexto, dentro de los que destaca la tarifa en dos partes. Consta de dos componentes: uno que sigue la regla del coste marginal y otro con el que se pretende recuperar el resto de los costes. Si en la parte variable se fija el precio igual al coste marginal se logrará el objetivo de maximizar el beneficio social.

La parte fija o tasa de entrada podrá generar algo de ineficiencia, dado que desincentiva la entrada de algunos usuarios. Sin embargo, si la permanencia en el mercado presenta una demanda relativamente inelástica respecto al consumo, una tasa de entrada alta no animará la salida del mercado de los abonados.

En determinados servicios públicos, como el de suministro de agua, es improbable que los usuarios salgan del mercado como consecuencia de tarifas razonablemente elevadas. Por tanto, en este tipo de industria la tarificación en dos partes sería eficiente.

Si se espera que los consumidores abandonen el mercado, las tarifas multipartes

en bloques decrecientes ofrecen la oportunidad de incrementar la eficiencia sobre una simple tarifa en dos partes. El argumento en favor de las tarifas en bloque decrecientes es que los usuarios de mayor consumo son menos costosos de servir que los de menor consumo. Pero cuando los costes de suministro de ambos tipos de abonados son los mismos o crecen con el volumen de producción, los sistemas de tarifas en bloques decrecientes no son eficientes, a menos que el precio se mantenga por encima del coste marginal.

Las tarifas en bloques crecientes tienen poca justificación teórica en cuanto a eficiencia se refiere. Pretendiendo introducir un incentivo para el ahorro del recurso escaso, consiguen reducir la demanda media, con el consiguiente deterioro de los ingresos de la empresa, y no las puntas del sistema que sí serían las responsables de la sobreinversión en capacidad.

La utilización de tarifas estacionales ha crecido en importancia, aunque no hay evidencia de que se apliquen según el coste medio o el marginal. Estas estructuras comportan precios diferentes en verano y en invierno, con la justificación de incrementos de costes en las estaciones de mayor demanda. La introducción de tarifas zonales pretende conseguir que los consumidores paguen los costes en los que se incurre por suministrarles el servicio en sus respectivas localizaciones.

Evaluando las ventajas e inconvenientes de todos los sistemas de precios comentados, una tarifa basada en el coste marginal alcanza los objetivos de eficiencia económica y equidad, al menos en el sentido de que cada consumidor paga el coste por unidad de servicio.

El coste marginal para la aplicación de esta tarifa se calcula sólo con los costes que varían con la producción, el resto de los costes se introducen en el recibo en forma de un componente fijo. Así la estructura de precios se conforma como una tarifa no uniforme en dos partes, cuyas ventajas ya se han comentado en este capítulo.

Si la empresa presenta rendimientos decrecientes a escala la aplicación de la regla del coste marginal puede ocasionar exceso de beneficios, en tal caso se reduce la parte fija del recibo, pues la modificación del componente variable introduce ineficiencia. Cuando los costes son decrecientes el defecto de ingresos se cubre con el elemento fijo de la tarifa.

En caso de fluctuaciones estacionales acusadas, el precio se modifica de acuerdo con ellas, estableciendo un sistema de tarifas estacionales que respete la estructura en dos partes. Los precios suben en los períodos puntas con el coste marginal de suministrar en ese período y se mantienen en las épocas de demandas normales.

Salvando todos los problemas derivados de la estimación del coste marginal, suponiendo que se minimizan costes, pues sin eficiencia productiva no hay eficiencia económica y contando con que la empresa obtenga datos de costes estacionales esta estructura cumple muchos de los requisitos deseables para un sistema de tarificación.

## **Capítulo 4. Estructura de costes en la industria de suministro de agua**

### **4.1 Introducción**

Las circunstancias actuales referentes a la oferta de agua varían sustancialmente respecto al pasado. El consumo per cápita de agua ha continuado creciendo, mientras que los lugares de reservas potenciales son cada vez más escasos y las fuentes subterráneas se ven limitadas en disponibilidad. Nuevas medidas de regulación medio ambiental han impuesto controles estrictos a la calidad del agua de las empresas suministradoras. En resumen, durante la década pasada surgen numerosas presiones que animan las reformas en los servicios de agua. Estas presiones externas incluyen, ratios altos de inflación, crecimiento del número de consumidores, elevación de los costes de producción y distribución, especialmente los de energía; y regulaciones medio ambientales.

La solución convencional a los problemas de escasez ha sido incrementar la oferta, sin embargo, dado los cambios en la economía del agua predichos por Milliman (1963) y las regulaciones medio ambientales, las soluciones clásicas están siendo cuestionadas y las reformas abarcan desde el rediseño de tarifas hasta métodos eficientes de asignación de costes. Los planes recientes para la racionalización de la oferta incluyen, en general, conservación del agua, programas educativos, proyectos para la eficiencia de los sistemas e innovaciones de precios.

La negligencia en materia de precios y costes en la industria de suministro de agua ha ocasionado, frecuentemente, que se tarifique a precios inferiores al coste real de proveer una unidad de servicio. La subvaloración de costes y precios es consecuencia de la utilización de costes históricos en vez de futuros y de costes medios en lugar de marginales, a la hora de tarificar (Mann, 1989).

La conveniencia de implantar una tarificación basada en el coste marginal, está en línea con los métodos de racionalización de la oferta y es una prescripción económica bien conocida en la literatura, (Coase, 1946; Ruggles, 1949-1950; Vickrey, 1955; Turvey, 1969).

Además del análisis de la estructura de costes de la industria, el objetivo de este capítulo es discutir las diferentes definiciones de coste marginal expuestas en la literatura, con la pretensión de adaptar la más adecuada a las características de la industria y de una empresa en particular. Así mismo, se clasifican los diferentes costes de las empresas suministradoras de agua con el propósito, por un lado, de calcular el coste marginal y, por otro, determinar el componente fijo que permita la aplicación de precios no uniformes.

## **4.2 Estructura de costes en la industria**

La naturaleza de monopolio natural<sup>8</sup> que caracteriza a esta industria hace que los costes medios no sean una buena aproximación a los costes marginales. Aunque

---

<sup>8</sup> Una industria en la que la función de costes es estrictamente subaditiva se considerada como un monopolio natural (véase capítulo 2).

Mann (1989) señala que las economías de escala en la producción son contrarrestadas por deseconomías<sup>9</sup> derivadas especialmente del transporte de agua, la evidencia de un alto nivel de costes fijos en la industria induce a pensar que las economías siguen prevaleciendo, por lo menos en áreas donde los costes de distribución no son excesivos debido a la cercanía de las fuentes de suministro y a la uniformidad del terreno.

Como explican Clark y Asce (1979), con la intención de aprovechar las economías de escala en la producción, una opción para los sistemas pequeños de aprovisionamiento de agua es unirse con otras empresas, mayores o menores, para formar un suministro de agua regional. Presumiblemente, las economías de escala asociadas con un sistema regional pueden beneficiar a los consumidores de núcleos reducidos, puesto que uno de los argumentos más sólidos para el desarrollo de sistemas de suministro regional es la relación inversa existente entre la calidad del agua y el tamaño del sistema, de donde se deduce que las empresas pequeñas tienen más problemas con la calidad del agua que las mayores. Como sugiere McCabe et al.(1970), la calidad del agua mejora cuando se regionaliza el suministro.

Por otro lado, si a un sistema pequeño se le fuerza a instalar una tecnología cara para obtener un índice de calidad de agua aceptable, puede resultar que el coste por unidad sea más del doble. Esto es consecuencia de una característica fundamental de la tecnología del suministro de agua que es el efecto de las economías de escala (costes unitarios decrecientes con el incremento del tamaño

---

<sup>9</sup> Fuentes cada vez más costosas para ofertar una unidad adicional, clientes cada vez más alejados, costes medio ambientales que crecen con el nivel de producción, etc.

del sistema). Por tanto, este concepto favorece el desarrollo de pocas plantas de tratamiento en vez de un número elevado de las mismas. Desde un punto de vista económico, el argumento de esta filosofía se basa en el criterio de que estas economías de escala compensan algunas posibles deseconomías que emanan de numerosas empresas. La regionalización puede verse como una solución parcial a los problemas de las pequeñas empresas de suministro (Committee Report AWWA, 1979).

Como ya se ha mencionado, se puede separar un sistema de suministro de agua en dos áreas; en primer lugar, el sistema de producción, que comprende la adquisición del agua y su tratamiento y, en segundo lugar, el transporte, que incluye la transmisión y la distribución. Sin embargo Turvey (1976) distingue entre la red de distribución y el "sistema central", formado este último por el tratamiento y las principales tuberías de transmisión. La diferencia más sustancial entre los dos elementos propuestos por él atiende a que mientras la red se expande a través de pequeñas inversiones, el sistema central lo hace mediante adiciones de capacidad grandes pero poco frecuentes. Cada uno de estos componentes tiene su propia función de coste (Dajani, 1973) que contribuyen a la obtención de la función de coste total, determinando ésta la localización óptima del servicio. Los costes unitarios asociados con el tratamiento y, en general, con la producción normalmente decrecen cuando la cantidad de servicio aumenta. Los costes de transporte y, en particular, los de distribución, están directamente afectados por las características del área a servir (Clark y Stevie, 1981a), lo que se traduce en deseconomías de dispersión, aglomeración y espaciales (Dajani, 1973). En su trabajo sobre la relación entre economías en la producción y deseconomías en el transporte Clark y Stevie (1981b) demuestran que la distancia para la que se

alcanza el coste mínimo no está, generalmente, influenciada por el consumo per cápita y la densidad de población pero es muy sensible a los cambios en la dispersión de la población.

Se deduce del estudio de Clark y Asce (1979) que la regionalización proporciona un mecanismo flexible para manejar los problemas ambientales, además el concepto regional es una forma efectiva de internalizar parte de los costes asociados con el suministro y se ha demostrado que los sistemas de tratamiento más complejos minimizan los riesgos de salud. Todos estos factores son argumentos de peso para el establecimiento de sistemas regionales de suministro que abaratan el tratamiento del agua, pero no tienen en cuenta los costes asociados con el transporte de la misma. Como ha sido demostrado por Clark y Asce (1979,1980) estos costes de transporte son significativos y pueden compensar economías de escala potenciales.

Existen numerosos estudios que estiman la función de costes de suministro de agua. La mayoría de ellos están de acuerdo en la existencia de economías de escala en la industria. Hay, sin embargo, un desacuerdo considerable acerca del rango sobre el cual estas economías persisten. Algunos indican que están presentes casi indefinidamente, por ejemplo, Kim (1985) argumenta que las economías en el tratamiento del agua anulan las deseconomías en la distribución, pero otros consideran que efectivamente se contrarrestan por los costes de distribución. Incluso Collinge (1992) reconoce que a diferencia de otros monopolios naturales, el coste marginal del suministro de agua está por encima del coste medio, indicando que la naturaleza de costes crecientes surge como consecuencia de la carestía de las fuentes de agua a explotar y, por tanto, en el

lado de la producción.

Kim y Clark (1988) analizan las empresas de suministro de agua considerando que proveen dos productos diferentes: el servicio residencial y el no residencial. Desde esta perspectiva las empresas tienen naturaleza multiproducto y, por tanto, las condiciones para la existencia de un monopolio natural<sup>10</sup> pasan por examinar el comportamiento de cada línea de producto y las economías de alcance<sup>11</sup>. Estos autores estiman la función de costes de la industria con datos de sección cruzada de sesenta empresas de suministro de agua en los EE.UU. Muestran que no hay economías de escala significativas en la producción conjunta de la empresa; disfruta de sustanciales economías para el servicio no residencial, pero los costes medios son crecientes para el residencial (sin embargo, Kim (1985) argumenta que los dos servicios presentan economías, siendo más significativas las no residenciales). Las economías de escala conseguidas en el tratamiento del agua se pierden en la distribución. Se experimentan economías de alcance asociadas con la producción conjunta de los dos servicios. Del estudio se deduce que la industria de abastecimiento de agua no tiene tendencia perceptible a comportarse como un monopolio natural.

La compensación entre economías y deseconomías en la producción y transporte respectivamente, afectan a la elección del tamaño óptimo de la planta de tratamiento, a su localización y al diseño de la red de distribución y, más

---

<sup>10</sup> Baumol Panzar y Willig (1982) demuestran que en una industria multiproducto, la presencia de costes medios decrecientes en cada línea de producto junto con economías de alcance es suficiente para la subaditividad, la cual es condición necesaria y suficiente para la existencia de un monopolio natural (véase capítulo 2).

<sup>11</sup> Una condición suficiente para las economías de alcance es la presencia de costes complementarios entre las líneas de producto (véase capítulo 2).

concretamente, el equilibrio entre dimensión de la planta y deseconomías en la distribución, determinará el área óptima de servicio. Como demuestran Kim y Clark (1988) el área de servicio y la distancia están estrechamente relacionadas con el tamaño de la empresa. Las empresas de mayores dimensiones tienden a tener áreas de servicios grandes cubriendo distancias amplias.

Como hemos analizado con la regionalización, cuando el efecto de la distancia no se tiene en cuenta para la evaluación de la función de costes, la curva de costes medios decae uniformemente a lo largo del rango de producción conjuntamente con los costes marginales. Crew y Kleindorfer (1986) indican que los costes de distribución están estrechamente relacionados con la distancia entre la planta de tratamiento y las acometidas de los consumidores; así, con la introducción de la distancia, el resultado es que las empresas con redes largas tienden a tener costes medios mayores.

En consecuencia, si se comparan empresas pequeñas y grandes resulta que estas últimas disfrutan de economías de escala considerables en el tratamiento del agua, pero sufren deseconomías sustanciales en la distribución debidas a la dimensión del área de servicio. Claramente, la regionalización afecta al área de servicio por lo que debe ser cuidadosamente analizada ya que como consecuencia de ella pueden compensarse las economías conseguidas en el tratamiento (Kim y Clark, 1988).

Puede concluirse afirmando que las empresas suministradoras de agua tienen la posibilidad de evitar las deseconomías de escala encontrando el tamaño óptimo de la red de distribución acorde con la capacidad de producción. Cuando tengan que

enfrentarse a la instalación de capacidad adicional para atender a un incremento sostenido de la demanda, deben responder con una inversión equilibrada entre producción (que incluye adquisición y tratamiento) y distribución, de forma que no se vean nuevamente afectadas por las deseconomías. Pero antes de hacer frente a la nueva inversión habría que hacer un análisis coste-beneficio con la intención de comprobar si ésta es económicamente eficiente (Rees, 1984).

Por otra parte, Ford y Warford (1969) señalan que siendo el producto de la industria más o menos homogéneo, las condiciones de producción<sup>12</sup> no lo son, entendiéndose por ellas las distintas formas de acceder a las fuentes de suministro para atender a la población y el tratamiento necesario para que el agua adquirida consiga la calidad mínima exigida. Por ejemplo, hay empresas que tienen fuentes naturales de aprovisionamiento a su alcance con agua que necesita poco tratamiento, mientras que otras firmas tienen que obtener el agua de plantas desaladoras, para proveer a la población. Esta desigualdad en la estructura de costes, como consecuencia de las distintas fuentes de aprovisionamiento, ocasiona que incluso empresas similares en cuanto al área a la que sirven presenten rangos de diferentes dimensiones donde persisten la economías. Por ejemplo, empresas de suministro que se abastecen de aguas superficiales en general presentan costes unitarios decrecientes, mientras que empresas que usan fuentes subterráneas no suelen presentarlos (Mann y LeFrancois, 1981). Esto se traduce en un alto grado de diferenciación en la estructura de costes de las distintas empresas que componen la industria, de ahí el problema de estimar una función de costes para

---

<sup>12</sup> Las condiciones de producción difieren no sólo como consecuencia de las distintas fuentes de obtención sino también como resultado del tratamiento que se le debe de dar al agua antes de ser suministrada. Las condiciones de calidad (dureza, color, gusto, salinidad, sales disueltas, microorganismos, etc) varían de un área a otra y hay que incurrir en costes de tratamiento para que el producto sea homogéneo.

el mercado.

### 4.3 El coste marginal

Si se produce eficientemente y las predicciones de la demanda son correctas en cuanto al tamaño óptimo de la planta, las curvas de costes medios a corto y largo plazo son tangentes y los costes marginales a largo y corto se igualan, con lo que quedaría resuelta la divergencia entre tarificar según el coste marginal a largo o a corto.

Mann et al. (1980) afirman que en la industria de suministro de agua los costes marginales a corto y largo plazo coinciden cuando se está produciendo con exceso de capacidad, definiendo el coste marginal a corto plazo ( $Cmg_{C/P}$ ) como los costes adicionales de explotación y mantenimiento, derivados del incremento unitario en la producción y el coste marginal a largo plazo ( $Cmg_{L/P}$ ) como la suma del  $Cmg_{C/P}$  y el coste de capacidad marginal ( $Ccmg$ ), siendo éste el coste de ampliar el sistema para atender a una unidad extra de consumo. Esto se puede expresar como:

$$Cmg_{L/P} = Cmg_{C/P} + Ccmg \quad (4.1)$$

Sólo en el caso en el que la demanda de agua está muy cercana o sea igual al potencial de producción existente, el coste marginal incluirá un elemento de capacidad ( $Ccmg$ ) (Turvey, 1976). En caso contrario, este componente del coste marginal a largo plazo es igual a cero.

En la industria de suministro de agua la ambigüedad en la definición de coste marginal está más acentuada debido a la indivisibilidad del capital. Lo que significa que la capacidad sólo puede incrementarse en unidades indivisibles relativamente grandes. Los problemas asociados con la aplicación estricta del precio según el coste marginal son especialmente relevantes en presencia de indivisibilidad del capital.

La condición de indivisibilidad es aplicable particularmente a empresas nuevas de suministro de agua, las cuales tienen un volumen de capital relativamente pequeño y en las que son necesarias importantes inversiones. Dado que los costes de capacidad iniciales son altos en relación a los costes operativos, la estricta aplicación de la regla del coste marginal, dará como resultado fluctuaciones de precios significativas. La excepción son los sistemas de agua ya establecidos con su volumen de capital instalado; en este caso, si los incrementos de demanda son pequeños y sistemáticos el problema de la indivisibilidad puede ser mínimo (Hanke y Davis, 1973).

Para calcular el coste marginal del agua, tomaremos incrementos anuales en la producción; así, el  $Cmg_{C/P}$  refleja la variación en los costes de explotación ocasionados por incrementos anuales en la cantidad y el coste de capacidad marginal ( $Ccmg$ ) la variación en los gastos de capital necesario para incrementar la producción anual.

El enfoque marginalista requiere que el precio sea igual al coste marginal a corto plazo cuando la capacidad es menor que la utilizada, pero si la planta existente se explota al máximo el precio debería elevarse para racionar la capacidad

instalada. Este proceso continua hasta que los consumidores pagan un precio por unidad adicional igual al  $C_{mg_{C/P}}$  más el equivalente anual del coste de capacidad marginal. Cuando la planta está rindiendo al máximo y los usuarios pagan el coste marginal a largo plazo, la inversión en capacidad adicional está justificada. Una vez la inversión ha sido realizada los precios deben bajar al nivel de los  $C_{mg_{C/P}}$  (Mann et al., 1980).

En la práctica, suele ocurrir casi lo contrario, en el sentido de que el precio tiende a subir cuando se amplía la capacidad, con la justificación de que los costes se elevan, e incluso en ocasiones, el alza en las tarifas se aplaza hasta que la nueva planta entre en funcionamiento.

En Vickrey (1971) se argumenta que, debido a la indivisibilidad del capital, cuando la demanda crece paulatinamente lo que debería de hacerse, antes de que la nueva capacidad este disponible, es incrementar el precio del agua lo suficiente para reducir la demanda a la capacidad de la planta original, permitiendo que la inversión sea aplazada. Una vez instalada la última planta, los precios caen al nivel del coste marginal a corto plazo si la nueva capacidad no se utiliza en su totalidad, siendo progresivamente elevados con el crecimiento de la demanda, tanto como para mantener el consumo real dentro de la capacidad nuevamente instalada, repitiéndose la operación cuando la última ampliación sea insuficiente.

Dada la naturaleza futura (no histórica) de la función de coste marginal es imprescindible, para su estimación, hacer un examen de la planificación de gastos de capital y de como los costes operativos se comportan ante incrementos en la demanda. Por otro lado, el coste marginal varía con el tiempo (períodos punta y

valle) y con el espacio (variaciones en la localización dentro del área de servicio de la empresa). Todo ello le confiere un carácter multidimensional al coste marginal, por lo que han habido pocos intentos de estimarlo en la industria del agua.

Brown y McGuire (1967), emplean un modelo simple con funciones de costes y demandas lineales para estimar el coste marginal de regadío en una empresa de California. Turvey (1976) analizó el coste marginal de suministro de agua en un caso de Inglaterra calculando tanto el coste marginal de producción como el de distribución; los resultados fueron que las inversiones en el sistema central (capacidad de producción) eran grandes, poco frecuentes y distanciadas en el tiempo, lo que probablemente generaría estimaciones volátiles del coste marginal. En contraste, los incrementos de capacidad para el sistema de distribución eran relativamente continuos, produciendo unas estimaciones del coste marginal más estables. Wood (1969) obtuvo, como conclusión de su estudio con datos británicos, que no había ninguna diferencia sustancial entre el coste medio y marginal para la provisión de agua. Sin embargo, dado los ajustes por inflación, el coste real de un incremento en el suministro excede al coste presente de proveer agua por los sistemas existentes (Hanke, 1978). Crew y Roberts (1970) enfocaron el coste marginal en el contexto de precios estacionales adoptando el coste marginal a largo plazo la forma de una función discontinua, constante entre incrementos de capacidad.

Debido a la dificultad de estimar una función de costes tomando como referencia distintas empresas de suministro, calculamos el coste marginal empleando alguna definición de este concepto que se adapte a las circunstancias particulares de la

empresa en cuestión. Ello nos obliga a analizar con detenimiento los costes de la industria suministradora de agua urbana, con la finalidad de obtener los costes marginales según los diversos criterios recogidos en la literatura.

No obstante, el problema técnico de cálculo del coste marginal para una empresa en particular presenta serios obstáculos. En primer lugar, para el coste marginal lo relevante son los costes futuros no los históricos, las limitaciones de este tipo de datos pueden resultar en cálculos que son una mala aproximación al coste marginal teórico. También surgen inconvenientes para especificar los incrementos de producto e identificar el coste marginal en el contexto de servicios conjuntos. Un problema añadido es la naturaleza multidimensional del coste marginal, ya que no sólo varía con la producción sino también con los usuarios, con el tiempo, con el espacio y con los diferentes componentes del sistema (producción y distribución).

#### ***4.3.1 Definiciones de coste marginal***

El coste marginal puede definirse como la primera derivada del coste total ( $C$ ) respecto al producto ( $q$ ), donde  $C=f(q)$  es una función de valor único monótona y derivable. Cuando la función de coste total es discontinua, debido a la indivisibilidad del capital<sup>13</sup> que caracteriza a la industria de suministro de agua, la definición clásica de coste marginal no es estrictamente aplicable.

---

<sup>13</sup> Dependiendo de la fuente de aprovisionamiento las curvas de coste marginal a largo plazo tendrán discontinuidades más o menos acusadas.

Los conceptos de coste marginal que analizaremos en este capítulo son los más utilizados en la literatura, entre otros, por OECD (1987), Loudon (1984), Hanke (1978,1980a), Mann, Saunders y Warford (1980).

Hay cierta ambigüedad en la literatura económica sobre como elegir la magnitud apropiada del cambio de producto y acerca del coste indicado que debería atribuirse a ese producto. Es posible, por ejemplo, decir que el coste total de una cantidad adicional de inversión debería asignarse a la última unidad de producto, o, por el contrario, puede justificarse la inversión adicional cuando los consumidores expresan su deseo, sobre un período de tiempo, de asumir el coste de la nueva capacidad medida sobre el mismo período. En este caso, en vez de atribuir el coste de la inversión a la última unidad de producto se asignaría a la producción de ese período. En la práctica no es conveniente usar incrementos instantáneos de producción; en nuestras definiciones de coste marginal, como ya indicamos, se usan períodos de un año para este propósito.

El precio se fija igual al coste marginal a corto plazo y cuando el exceso de capacidad se está acabando, se eleva el precio con la intención de asignar la oferta perfectamente inelástica. Así pues, la señal para invertir en capacidad adicional se dará cuando el producto está a plena capacidad y el precio pagado por los consumidores es igual al coste marginal a corto plazo más el coste de capacidad marginal ( $C_{cmg}$ ). En este momento es cuando debe iniciarse el análisis coste-beneficio con la intención de averiguar si es viable la nueva inversión (Hanke, 1980)

Las definiciones de coste marginal que se examinan reflejan la teoría de precios

microeconómicos con la modificación de que cada incremento es el cambio en el producto que ocurre durante un año. Se utilizan dos conceptos: a) el coste marginal a corto plazo ( $Cmg_{C/P}$ ), que refleja los incrementos en costes de explotación y mantenimiento derivados de variaciones anuales en el producto; para su cálculo es necesario, previamente, separar de la planificación futura sólo aquellos costes relacionados con la unidad de servicio ( $m^3$ ); y b) el coste de capacidad marginal ( $Ccmg$ ), que se define como el incremento en los gastos de capital (capacidad) necesario para responder a variaciones en el producto, lo que significa que del programa de gastos de capital, para el período planificado, se distingue entre aquéllos asociados con el volumen de agua (por ejemplo, plantas de tratamiento, depósitos, tuberías de transmisión y fuentes de oferta), y aquéllos relacionados con el número de clientes servidos (como, por ejemplo, tuberías de distribución), estos últimos no deben incluirse en el cálculo del  $Ccmg$  como un cobro por unidad de producto, es más apropiado incorporarlos a otra parte de la estructura tarifaria (por ejemplo, cobros fijos periódicos o cobros por conexión). De la suma de ambas estimaciones obtenemos el concepto de coste marginal a largo plazo ( $Cmg_{L/P}$ ).

$$Cmg_{L/P_t} = Cmg_{C/P_t} + Ccmg_t \quad (4.2)$$

El coste marginal a corto plazo ( $Cmg_{C/P}$ ) se define como:

$$Cmg_{C/P_t} = \frac{(R_{t+1} - R_t)}{Q_{t+1} - Q_t} \quad (4.3)$$

donde

t es el año para el que el Cmg está siendo calculado.

$R_t$  son los gastos de operativos en el año t.

$Q_t$  es la producción en el año t.

Respecto al **coste de capacidad marginal** (Ccmg) existen diversas definiciones cuya aplicación a los precios depende de la consideración sobre eficiencia y de su capacidad para minimizar las fluctuaciones de precio, todas ellas coinciden en considerar costes y producciones futuras.

#### *Definición 4.1*

La forma más sencilla de definir el coste de capacidad marginal viene determinada por la siguiente expresión:

$$Ccmg_t = \frac{I_t}{Q_{t+1} - Q_t} \quad (4.4)$$

donde,

$I_t$  son los gastos de capital en el año t.

Durante los años en los cuales no hay inversiones sucede que el coste marginal a largo y corto plazo coinciden:

$$Cmg_{L/P_t} = Cmg_{C/P_t} \quad (4.5)$$

Para los años en los cuales los gastos en capacidad tienen lugar, hay que añadir los costes de capacidad (4.2).

Si los incrementos de capacidad son desiguales, esta definición genera estimaciones de costes con una volatilidad significativa. La principal objeción a esta particular percepción del coste marginal es que excluye cualquier promedio de inversiones en capacidad futura, por lo que no puede considerarse como un método para estimar los costes marginales del servicio de agua en la práctica.

#### *Definición 4.2*

La aplicación de un factor de anualización o de reconversión ( $r$ ) para los gastos de capital introduce algún promedio de los costes de capacidad (Saunders, Warford y Mann, 1977)

$$Ccmg_t = \frac{rI_t}{Q_{t+1} - Q_t} \quad (4.6)$$

donde,

$$r = \frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$i$  es el tipo de interés apropiado.

$n$  es la vida útil de la inversión (supongamos 30 años)

Durante los años en los cuales no hay inversiones se aplica (4.5). Para los años en los que los gastos en capacidad tienen lugar se cumple (4.2). En este caso, la señal para invertir en capacidad adicional se dará cuando el producto está a plena capacidad y el precio pagado por los consumidores es igual al  $Cmg_{CP}$  más el equivalente anual del  $Ccmg$ . En esta definición los incrementos en costes y productos se consideran en un solo año, reflejando un horizonte relativamente pequeño de tiempo que estimula las fluctuaciones de precios (algo suavizadas por

r) presentes en esta definición.

#### *Definición 4.3*

Con la intención de evitar saltos bruscos en los precios derivados del concepto anterior surge esta alternativa de  $C_{cmg}$ . El uso de esta definición enfatiza la necesidad de dar señales de inversión a los consumidores de agua presentes y potenciales a costa de alguna pérdida de eficiencia.

$$C_{cmg}_t = \frac{rI_k}{Q_{t+1} - Q_t} \quad (4.7)$$

donde,

k es el año en el cual la próxima inversión se realizará.

Por tanto, el horizonte temporal futuro no se extiende más allá de la próxima inversión. Como resultado, el  $C_{cmg}$  permanece constante entre t y k reflejando el equivalente anual del coste de capacidad marginal para la próxima inversión. En el año k+1, después de que la inversión ha tenido lugar, k es rediseñado para reflejar la variación en capacidad futura.

Para los años donde hay exceso de capacidad y, por tanto, no hay inversiones, el  $C_{mg_{L/P}}$  diferirá del  $C_{mg_{C/P}}$  de modo que se cumple (4.2), en lugar de (4.5). Cuando la inversión tiene lugar esta definición coincide con la 4.2 y se cumple (4.2).

Si se utiliza este método para tarificar los precios se mantienen constantes entre

inversiones y, evitándose en parte, las continuas fluctuaciones de precios de las definiciones previas, pero se pierde en eficiencia.

*Definición 4.4*

Este método de estimación, propuesto por Turvey (1976) para ser aplicado a la industria de suministro de agua, persigue el mismo propósito que el precedente en cuanto a fluctuaciones y eficiencia. Técnicas parecidas fueron desarrolladas por Cicchetti et al. (1977) y el propio Turvey (1969) para aplicarlas a la electricidad.

$$Ccmg_t = \frac{\left[ \frac{I_k}{(1+i)^{k-t}} - \frac{I_k}{(1+i)^{k+1-t}} \right] + \left[ \frac{I_{k+30}}{(1+i)^{k+30-t}} - \frac{I_{k+30}}{(1+i)^{k+31-t}} \right]}{Q_{t+1} - Q_t} \quad (4.8)$$

donde,

*i* es el coste de oportunidad de capital, siendo de 30 años la vida útil de la inversión.

Refleja la diferencia en el coste total del sistema causada por cambios en la demanda o, lo que es lo mismo, dado un incremento en la demanda esperada, mide el efecto en valor presente del coste total del sistema debido a la expansión de la capacidad. Nuevamente, cuando hay exceso de capacidad los costes marginales a largo y corto plazo coinciden con (4.5), y cuando ésta empieza a ser insuficiente se añade el Ccmg de (4.2).

Una versión de esta definición ha sido utilizada para estimar el coste marginal en una empresa de suministro de agua (véase Hanke, 1981).

#### *Definición 4.5*

En esta definición se hace una media de los costes marginales anuales durante un período, con la intención de suavizar los saltos debidos a las inversiones y reflejar la tendencia de los costes futuros en los que se incurrirá cuando el consumo se incremente. Puede verse como un intento de (a) compromiso entre la eficiencia asignativa a corto plazo y la necesidad de disponer de señales correctas de inversión y (b) perseguir la definición tradicional de largo plazo incluyendo todos los costes de capital futuros para un período planificado específico. Debe tenerse en cuenta que entre 5 y 10 años es el tiempo máximo para el cual los datos reales suelen estar disponibles. Mann, Saunders y Warford (1980) presentan una versión muy sofisticada de este método.

Básicamente, esta definición supone que en el caso de inversiones discontinuas el coste de capacidad marginal ( $C_{cmg}$ ) puede estimarse como el cociente entre el valor presente del flujo de inversión y el valor presente del flujo de incremento de producción resultante de la inversión en capacidad. En esencia, se calcula descontando el incremento de coste futuro en el que se incurrirá para proveer los incrementos en la demanda de agua dividiéndolo por el valor descontado del incremento de producción sobre el período planificado.

Así, si en cualquier momento los consumidores desean pagar un precio igual al incremento de los costes de explotación más el  $C_{cmg}$  como se define aquí, indicará que los beneficios del programa de inversión, el cual puede incluir uno o más proyectos, son al menos iguales a los costes medidos como el valor presente del flujo de costes en los que se incurre a través del tiempo.

*Definición 4.5 (Modificada)*

Hanke (1978) presentó una versión más práctica de este método, que consiste en que el programa de inversiones planificado por la empresa se promedie sobre varios años (suavizando la curva de coste marginal) para evitar los incrementos bruscos en la función de costes marginales (Vickrey, 1971). En Loudon (1984), Mann y Schlenger (1982), Hanke (1980a) se propone que sea sobre cinco años.

Si se promedian sobre cinco años, en un año dado, los  $Cmg_{C/P}$  se definen como la media del incremento anual de los costes operativos (sólo los relacionados con la demanda), dividido por el incremento anual en el consumo del agua para los cinco años :

$$Cmg_{C/P} = \frac{1}{5} \sum_{i=t}^{t+4} \frac{\Delta R_i}{\Delta Q_i} \quad (4.9)$$

y los  $Ccmg$  como el valor anualizado de la inversión que se planea para los siguientes cinco años, dividido por la media del incremento anual en el consumo del agua en esos cinco años:

$$Ccmg = \frac{1}{5} \sum_{i=t}^{t+4} \frac{r I_i}{\Delta Q_i} \quad (4.10)$$

donde,

$$\Delta R_t = R_{t+1} - R_t$$

$$\Delta Q_t = Q_{t+1} - Q_t$$

Según esta definición, el coste marginal permanecerá invariante durante los próximos cinco años (desaparecen las fluctuaciones en precios a lo largo de este

período) y responde a la formulación (4.2) si se planean inversiones para este período; en caso contrario, desaparece el término  $C_{cmg}$  según (4.5).

Si hay variaciones sustanciales de costes en el ciclo de demanda anual, es importante la diferenciación temporal en los precios. En este caso, este método se aplica dividiendo los costes de capacidad entre aquéllos asociados con la demanda máxima diaria (por ejemplo, plantas de tratamiento) y los relacionados con la demanda media diaria (por ejemplo, depósitos). Así, el  $C_{cmg}$  estará formado por un componente relacionado con la demanda punta y otro para la demanda media (Hanke y Smart, 1979).

La aplicación práctica del concepto teórico de coste marginal (el cambio en el coste total como consecuencia de un cambio infinitesimal en el volumen de producción) encierra algunas dificultades. Existen diferentes definiciones que tratan de resolverlas.

La versión seleccionada debe determinarse por factores tales como la dimensión del incremento proyectado en la demanda, la longitud del horizonte de planificación, los datos disponibles, el énfasis sobre la eficiencia asignativa, el impacto potencial de la tecnología sobre los costes de producción, la estabilidad deseada en los precios y las consecuencias de ingresos para cada formulación particular de coste marginal. Se sugiere que el método de estimación debe ser evaluado, al menos, por tres criterios: (a) estabilidad de precios, (b) eficiencia económica y (c) adecuada generación de ingresos (Mann, 1985)

Las cinco definiciones examinadas cumplen en mayor o menor grado la mayoría

de estos requisitos. De todas, la 4.2 es la que se ajusta más estrictamente al coste marginal teórico. Pero a pesar de ello, su aplicación práctica ha sido cuestionada debido a las fluctuaciones de precios que incorpora cuando las inversiones no son continuas. Para remediar su deficiencia en fluctuaciones de precios y, dado el hecho de que es necesario incorporar el coste de capacidad marginal en precios incluso cuando la inversión en capacidad no es inminente, tenemos la definición 4.4 que, aunque mantiene considerables fluctuaciones en precios, suaviza las caídas significativas de los precios que siguen a una inversión y proporciona crecimientos graduales para aproximarse al punto en el cual la próxima inversión tendrá lugar. En conclusión, las definiciones 4.2, 4.3 y 4.4, señalan adecuadamente la necesidad de inversión en capacidad, pero sólo la 4.3 evita las caídas bruscas en los precios que se asocian con los otros dos métodos en períodos de exceso de capacidad.

La definición 4.3 implica una relativa estabilidad en los precios entre inversiones, teniendo lugar cambios significativos sólo inmediatamente después de una inversión. La visión de coste marginal según 4.5 se distingue de las otras tres definiciones en que considera un horizonte más amplio de costes, más allá del próximo incremento en capacidad, esto es importante cuando los cambios tecnológicos se suceden con rapidez, evitando también saltos bruscos de precios. La versión modificada de esta definición tiene como ventaja la facilidad de aplicación aunque reduce el horizonte temporal, pero no es un inconveniente puesto que los datos disponibles de inversiones futuras no suelen extenderse más de cinco o diez años. Cuando las inversiones son anuales, con independencia del tipo de rendimiento que presente la empresa, la definición más adecuada es la 4.2 por ser la que mejor se ajusta al concepto de coste marginal, no habiendo en este

caso problemas de fluctuaciones de precios.

Aunque existen otras definiciones que son variaciones de las expuestas, para tarificar en la industria de suministro de agua las cinco definiciones básicas indicadas representan adecuadamente las alternativas disponibles.

**Cuadro 4.1. Definiciones de coste marginal**

	<b>Eficiencia</b>	<b>Estabilidad</b>	<b>Aplicación</b>
<i>Definición 4.1</i>	Bastante	Poco	Difícil
<i>Definición 4.2</i>	Bastante	Regular	Fácil
<i>Definición 4.3</i>	Regular	Mucha	Fácil
<i>Definición 4.4</i>	Poco	Bastante	Difícil
<i>Definición 4.5</i>	Poco	Bastante	Difícil
<i>Definición 4.5 (Modificada)</i>	Mucha	Bastante	Fácil

#### **4.4 Clasificación de costes**

Con la intención de calcular el coste marginal para una empresa en particular según las definiciones expuestas, es necesario desagregar los costes en los que incurre la empresa para suministrar el servicio, de manera que distingamos los que son relevantes para tarificar según el coste marginal, de los que no varían con el volumen de producción o con incrementos de capital.

Clark y Asce (1976) dividen las operaciones de la empresa en áreas funcionales,

como son producción (fuente de oferta y tratamiento), distribución (incluye transmisión) y servicios generales, asignando a cada una de ellas los costes en los que incurre. Esta clasificación es común a todas las empresas del sector, aunque en cada una de ellas varíen las operaciones específicas de cada área.

Hanke (1978) distingue entre costes relacionados y no relacionados con la demanda tanto para los costes operativos como para los de capital o de capacidad. Los relevantes para el cálculo del coste marginal serán aquéllos que se incrementan con el volumen de agua servida.

Se pueden separar los costes según la unidad con la que varían e identificar cuatro categorías (OCDE, 1987; Gallagher y Robinson, 1977).

1.- *Costes de bienes*, varían con el volumen de agua suministrada y son fundamentalmente costes operativos variables, como adquisición de agua, nóminas, filtros, energía, bombeo, químicos.

2.- *Costes de clientes*, asociados con un consumidor conectado al sistema, varían con el número de usuarios, se consideran semifijos y se cobran en la parte fija del recibo. Se pueden distinguir dos tipos:

A.- "De una sola vez".

Son costes de conexión y desconexión, e irrecuperables puesto que no se pueden transferir a otros consumidores e incluyen, por ejemplo, gastos laborales de colocar la tubería, de instalar un contador. Se deben cobrar al principio de la incorporación del cliente a la red, o anualizarlos en varios períodos.

B.- "De continuidad".

Se incorporan a la parte fija del recibo periódico y se pueden separar en:

B-1.- Costes de mantenimiento que están relacionados con el mantenimiento de la conexión, por ejemplo, lectura del contador, facturación, gestión de cobro.

B-2.- Costes de equipamiento que son recuperables, ya que se pueden transferir a otros usuarios, como por ejemplo un contador.

3.- *Costes de capacidad* (inversiones), se distingue entre relacionados y no relacionados con la demanda, los primeros varían con la unidad de suministro y se combinan con los costes de bienes para formar la base de cobro; los que no varían con la producción (con el número de clientes o con ninguna de la dos magnitudes) se incluyen en la parte fija del recibo. Son costes en los que se incurre para proveer el servicio, como la red de distribución, tanques de almacenamiento e incluyen intereses, depreciación, etc. Se pueden añadir también costes medioambientales.

**Cuadro 4.2. Categorías de costes**

	<b>Variables</b>	<b>Semifijos</b>	<b>Fijos</b>
<b>Agua (m<sup>3</sup>)</b>	Costes de bienes Costes de capital (capacidad)		
<b>Usuarios</b>		Costes de clientes Costes de capital Costes generales	
<b>No varían</b>			Costes generales Costes de capital

4.- *Costes comunes o costes de gastos generales*, abarcan todos aquellos costes que no varían directamente, ni con el uso del sistema, ni con las unidades de agua consumida, ni con la conexión de clientes; se aplica algún criterio de asignación para incluirlos en algunas de las categorías citadas en el cuadro 4.2; un ejemplo pueden ser los costes de dirección que tienen alguna relación indirecta con el número de usuarios.

#### 4.5 Conclusiones

La mayor parte de las empresas de suministro de agua presentan economías de escala en la producción que suelen contrarrestarse por deseconomías en la distribución. Si se comparan empresas pequeñas y grandes, estas últimas disfrutan de economías de escala considerables en el tratamiento del agua, pero sufren deseconomías sustanciales en la distribución.

La desigualdad en la estructura de costes debida a las distintas fuentes de aprovisionamiento, ocasiona que empresas similares en cuanto al área a la que sirven presenten rangos de diferentes dimensiones donde persisten las economías. Esto se traduce en un alto grado de diferenciación en la estructura de costes de las distintas empresas que componen la industria, de ahí el problema de estimar la función de costes.

En la industria de suministro de agua la ambigüedad en la definición de coste marginal está más acentuada debido a la indivisibilidad del capital. Lo que

significa que la capacidad sólo puede incrementarse en unidades indivisibles relativamente grandes. Los problemas asociados con la aplicación estricta del precio según el coste marginal son especialmente relevantes en presencia de indivisibilidad del capital.

Debido a la dificultad de estimar una función de costes tomando como referencia distintas empresas de suministro, calculamos el coste marginal empleando alguna definición de este concepto que se adapte a las circunstancias particulares de la empresa en cuestión y que hemos expuesto en este capítulo. Ello nos obliga a analizar con detenimiento los costes de la industria suministradora de agua urbana, con la finalidad de obtener los que son relevantes para la estimación del coste marginal, según los diversos criterios de clasificación de costes recogidos en la literatura.

## **Capítulo 5. Una aplicación empírica**

### **5.1 Introducción**

En este capítulo se compara la tarificación actual (año 1991) de la Empresa Municipal de Aguas de Las Palmas, S.A. (EMALSA) con una fijación de precios basada en criterios de eficiencia económica. Este objetivo requiere previamente calcular el coste marginal correspondiente a este año. Con esta finalidad, se han analizado los costes de EMALSA correspondientes al período (1987-1991).

Como el coste marginal es un concepto de coste futuro y no histórico, nos situamos en el año 1987 suponiendo el resto de los datos como estimaciones futuras de costes en relación a este año. Este supuesto es válido tanto para calcular el coste marginal del año 1991 (y poder compararlo con la tarifa actual), como para resolver el problema de la no disponibilidad de datos futuros por parte de la empresa.

### **5.2 Empresa Municipal de Aguas de Las Palmas, S.A. (EMALSA)**

El servicio de abastecimiento de agua del término municipal de Las Palmas de Gran Canaria viene siendo prestado por el Ayuntamiento desde el año 1946. El 13 de julio de 1984 se creó la sociedad Empresa Municipal de Aguas de Las

Palmas, S.A. (EMALSA), antes de esta fecha la gestión se llevaba a cabo a través de un órgano especial en forma de Comisión Gestora. La Junta General de EMALSA la forman los veintinueve concejales que integran el Pleno del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria tal y como lo dicta el artículo 90 del Reglamento de Servicios de las Corporaciones Locales (Memorias EMALSA). La actividad principal de EMALSA es la producción y distribución de agua, pero realiza otras funciones como la depuración de aguas residuales y la producción de energía, que no vamos a considerar en el ámbito de este trabajo (los costes en los que se incurren para la realización de dichas actividades están descontados de los cuadros de costes que se muestran en este capítulo).

Para la obtención del agua de suministro, EMALSA recurre a diversas fuentes (véase cuadro 5.4). En dicho cuadro destaca la tendencia hacia la producción de agua desalada llegando a suponer para el año 1991 casi el 70% del total del agua producida por la empresa. El agua desalada se produce en tres instalaciones de desalación, de las cuales dos son propiedad del Ayuntamiento (Las Palmas I y Las Palmas II), pero están adscritas a EMALSA, y la tercera (Las Palmas III) la explota una empresa ajena al Ayuntamiento y a EMALSA.

Las Palmas I y Las Palmas II están bien diferenciadas, no tanto por el proceso empleado en la obtención del agua dulce a partir del agua de mar, sino por su carácter de responder la primera de ellas a la filosofía de lo que se denomina una planta "dual", o de doble propósito, con producción conjunta de agua y electricidad, mientras que Las Palmas II se limita exclusivamente a la producción de agua, obteniendo el aporte energético necesario, en forma de vapor, de la colindante Central Térmica de Jinámar, propiedad de la empresa Unión Eléctrica

de Canarias, S.A. (UNELCO), además de consumir, en sus motores auxiliares, energía eléctrica de Las Palmas I. Si bien el proceso empleado conocido por M.S.F. (Multi Stage Flash) o de Destilación Súbita Multietápica, es el mismo en ambas plantas, difiere en que en Las Palmas II es de alta temperatura, con mayores rendimientos, lo que se logra con un control de las incrustaciones en medio ácido que presenta como contrapartida una mayor corrosión de los materiales de los equipos.

Las Palmas I, con una producción nominal de 20000 m<sup>3</sup>/día de agua desalada, mediante cuatro evaporadores de 5000 m<sup>3</sup>/día cada uno, dispone, por su carácter de planta dual, de dos calderas y dos turbinas de contrapresión de 12100 Kw que pueden considerarse excedentarios, lo que dota a la instalación de una gran flexibilidad en su explotación; a pesar de llevar desde el año 1979 funcionando, una de las más antiguas del mundo en su género, sigue haciéndolo a pleno rendimiento. Las Palmas II con una producción nominal total de 18000 m<sup>3</sup>/día dispone en esencia de dos únicos evaporadores de 9000 m<sup>3</sup>/día; su entrada en operación tuvo lugar durante el último trimestre de 1980. A diferencia de las dos anteriores, Las Palmas III es una planta de ósmosis inversa y aunque inicialmente se adjudicó, en 1986, para una producción de 24000 m<sup>3</sup>/día, posteriormente se amplió a 36000 m<sup>3</sup>/día.

Muchas son las ventajas que aporta la utilización de agua desalada: su calidad es óptima y estable, lo que permite una distribución en buenas condiciones de potabilidad; la garantía en el suministro es muy superior a la que aportan las aguas subterráneas y superficiales; evita la extracción desde el acuífero de todo el volumen de agua que se destina al consumo urbano y, además, se puede

incorporar al ciclo hidrológico una cantidad considerable del agua producida y utilizada por la población. Pero el inconveniente es que la producción del agua desalada presenta, en su conjunto, un coste muy superior al de obtención de agua subterránea, ya sea por extracción directa, o por su adquisición en el mercado (Meneses, 1992). Sin embargo, si consideramos costes sociales en lugar de los puramente de producción, el agua extraída podría ser más cara que el agua desalada sobre todo en zonas donde su coste de oportunidad es muy elevado debido a la escasez del elemento (por ejemplo, en las islas orientales del archipiélago canario). Estos costes sociales incluyen los de producción más los medio ambientales, como desaparición del acuífero, pérdida de calidad del mismo, la conservación para generaciones posteriores y, en general, todos los posibles efectos externos consecuencia de su explotación.

El territorio al que EMALSA suministra se extiende desde el nivel del mar hasta cotas superiores a los 400 m. La procedencia de la mayor parte del agua para el suministro (el 70% en 1991) de las plantas desaladoras obliga a importantes bombeos traduciéndose en elevados costes de distribución. La población abastecida (véase cuadro 5.5) corresponde fundamentalmente a la del municipio de Las Palmas de Gran Canaria y, excepcionalmente, a algunas viviendas que se encuentran en zona limítrofe con el municipio y cuyas respectivas corporaciones no poseen conducciones, pero están cercanas a redes de distribución adscritas a EMALSA.

El cuadro 5.1 presenta la producción y facturación de la empresa en miles de metros cúbicos y las dotaciones brutas y netas (descontando de las brutas las fugas) en litros por habitante y día (l/h/d) desde el año 1987 hasta 1991. Los

datos basados en las *Normas Provisionales para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento de poblaciones de la Dirección General de Obras Hidráulicas*, muestran que para una población de más de 250 mil habitantes la dotación bruta necesaria es de 400 l/h/d. En Canarias, y particularmente en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, no se cumplen estos requisitos, debido probablemente a la escasez histórica de agua, a la concienciación de la población, y, por último, al coste del servicio de abastecimiento.

**Cuadro 5.1. Dotación litros habitante día (l/h/d)**

	Producción	Facturación	Abonado	Población	Dotación Bruta	Dotación Neta
Años	Miles m <sup>3</sup>				l/h/d	
1987	20755	14983	111240	355968	160	115
1988	21524	15314	111994	358381	165	117
1989	22153	16053	113482	363142	167	121
1990	24049	16140	115603	369930	178	120
1991	25779	17052	118197	378230	187	124

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

En la memoria de 1987, EMALSA se propone tres objetivos principales y globales: agua abundante, agua más barata, y agua de más calidad. Las justificaciones más importantes que conducen a la empresa a plantearse estas metas son incrementar el consumo habitante/día, aumentando con ello, la calidad de vida de los ciudadanos y acercándose a las cotas de consumo establecidas por los organismos internacionales.

El Ayuntamiento, previa aprobación de la Comunidad Autónoma, autoriza a EMALSA a aplicar las tarifas como contraprestación del servicio de suministro de agua urbana. El sistema de precios utilizado es una estructura en bloques crecientes, con la finalidad de fomentar el ahorro de agua y favorecer a los usuarios de menor volumen, lo que no necesariamente se traduce en proteger a los consumidores de poco poder adquisitivo y que, aparentemente, no está de acuerdo con los objetivos planteados por EMALSA, en cuanto a que con este tipo de tarifas se consigue reducir el consumo medio (véase capítulo 3).

### **5.3 Estimación del coste marginal**

El primer paso para el cálculo del coste marginal es analizar los componentes de la ecuación 4.2 que expresa que los costes marginales a largo plazo, cuando la capacidad está llegando al límite, se igualan a los costes marginales a corto plazo más los costes de capacidad marginales. Para calcular estos últimos, hay que distinguir entre los costes de capacidad relevantes para el cálculo del Cmg, que son los relacionados con la demanda (por ejemplo, plantas de tratamiento, desaladoras, etc.), y aquéllos que son independientes de los metros cúbicos facturados y que guardan relación con el número de clientes (por ejemplo, redes de distribución).

El coste de capacidad marginal se obtiene separando del programa de inversiones de la empresa, las que están directamente relacionadas con la demanda. Para el cálculo de este componente del coste marginal hay diversas definiciones (véase, por ejemplo, OCDE, 1987; Mann, 1985; Mann, Saunders y Warford, 1980). La

que se pretende emplear en este trabajo (véase capítulo 4) es la siguiente:

$$Ccmg = \frac{r I_t}{\Delta Q} \quad (5.1)$$

donde,

$I_t$  es el volumen de inversiones relacionadas con la demanda

$Q$  es el volumen de producción

$t$  es el año sobre el que se está calculando la tarifa

$\Delta Q = Q_t - Q_{t-1}$  y

$r$  se expresa como

$$r = \frac{(1+i)^n}{(1+i)^{n-1}}$$

$i$  es el tipo de interés y  $n$  la vida útil de la inversión.

En el cuadro 5.2 se muestran las inversiones realizadas por la empresa en el período considerado y el cuadro 5.3 recoge la misma información pero a pesetas constantes de 1991. Si analizamos cada una de las partidas que componen los cuadros 5.2 y 5.3, ninguna de ellas está relacionada con la demanda. Esto se explica porque las plantas desaladoras, que son la fuente principal de inversión para incrementar la capacidad, fueron cedidas por el Ayuntamiento a EMALSA en el momento de su constitución (1984).

En la partida "Instalaciones complejas especializadas" están incluidas plantas de depuración de aguas residuales, que no vamos a considerar en este trabajo, y obras de mantenimiento y mejora de las instalaciones de las plantas desaladoras. De las inversiones realizadas por la empresa ninguna corresponde a incrementos de capacidad relacionados con la demanda por lo que los costes de capacidad marginal serían cero.

**Cuadro 5.2. Inversiones efectuadas por años 1987-1991.** (Miles de ptas.)

Cuenta	Saldo al 31-12-86	1987	1988	1989	1990	1991	Saldo al 31-12-91
<b>INMOVILIZADO MATERIAL</b>							
Terrenos y Bienes Naturales	0	0	0	0	1286	0	1286
Edificio y Otras Construcciones	18910	41138	61242	137843	79373	141302	479808
Maquinaria, Instalación y Utillaje	13439	46521	67447	48257	85768	4273	265705
Elementos de Transporte	6503	946	2270	1835	2534	810	14898
Mobiliario y Enseres	4638	4047	2157	8041	5928	2701	27512
Equipos Proceso Información	20850	4315	3353	27991	16500	9848	82857
Instalaciones Complejas Especializadas	0	2722	62769	23523	15813	60719	165546
Otro Inmovilizado Material	0	0	0	0	0	100	100
<b>SUMA</b>	<b>64340</b>	<b>99689</b>	<b>199238</b>	<b>247490</b>	<b>207202</b>	<b>219753</b>	<b>1037712</b>
<b>INMOVILIZADO INMATERIAL</b>							
Aplicaciones Informáticas	0	0	0	21970	35200	1105	58275
<b>TOTAL INMOVILIZADO</b>	<b>64340</b>	<b>99689</b>	<b>199238</b>	<b>269460</b>	<b>242402</b>	<b>220858</b>	<b>1095987</b>

Fuente: EMALSA.

**Cuadro 5.3. Inversiones efectuadas por años 1987-1991.** (Miles de ptas. constantes)

Cuenta	Saldo al 31-12-86	1987	1988	1989	1990	1991	Saldo al 31-12-91
<b>INMOVILIZADO MATERIAL</b>							
Terrenos y Bienes Naturales	0	0	0	0	1306	0	1306
Edificio y Otras Construcciones	21216	45775	66172	142991	80582	141302	498037
Maquinaria, Instalación y Utillaje	15078	51765	72876	50059	87074	4273	281125
Elementos de Transporte	7296	1053	2453	1904	2573	810	16088
Mobiliario y Enseres	5204	4503	2331	8341	6018	2701	29098
Equipos Proceso Información	23393	4801	3623	29036	16751	9848	87453
Instalaciones Complejas Especializadas	0	3029	67822	24401	16054	60719	172025
Otro Inmovilizado Material	0	0	0	0	0	100	100
<b>SUMA</b>	<b>72187</b>	<b>110926</b>	<b>215276</b>	<b>256732</b>	<b>210357</b>	<b>219753</b>	<b>1085231</b>
<b>INMOVILIZADO INMATERIAL</b>							
Aplicaciones Informáticas	0	0	0	22790	35736	1105	59631
<b>TOTAL INMOVILIZADO</b>	<b>72187</b>	<b>110926</b>	<b>215276</b>	<b>279523</b>	<b>246093</b>	<b>220858</b>	<b>1144863</b>
<b>ÍNDICE DE PRECIOS*</b>	421,40	424,90	437,60	455,80	465,70	472,80	
Índice Año Base 1991	89,13	89,87	92,55	96,40	98,50	100	

(\*) Índice General de Precios Industriales

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

Conviene resaltar que a finales del año 1990 entra en funcionamiento la planta desaladora Las Palmas III, explotada por PRIDESA, una unión temporal de empresas que se encargó de su construcción, financiada ésta por fondos de la Comunidad Europea y del Gobierno Central. Con independencia de por quien estuviera financiada, esta inversión debería estar contemplada dentro de los costes de capacidad marginales, antes de llevarse a cabo la obra, con la intención de dar señales a los consumidores de este incremento en capacidad. El precio debería subir justamente hasta que se cubran los costes de inversión anualizados.

Una vez que la demanda iguale a la oferta los costes de la inversión se compensan por los beneficios derivados de ella o, lo que es lo mismo, los usuarios están dispuestos a pagar este incremento de capacidad. En este momento, es cuando la nueva instalación debería construirse. Pero, por otro lado, el agua de Las Palmas III la compra EMALSA a PRIDESA estando incluida, por tanto, en los costes operativos de la empresa y reflejándose en el coste marginal a corto plazo junto con el resto de compras de agua que realiza EMALSA. Por esta razón no se incluye en los costes de capacidad marginales.

El coste marginal a corto plazo se estima separando del total de los costes operativos de la empresa, aquéllos que varían con la unidad de servicio y aplicando la siguiente expresión:

$$Cmg_{C/P_t} = \frac{\Delta R}{\Delta Q} \quad (5.2)$$

donde,

R son los costes operativos que varían con el volumen de producción

Q es el volumen de producción

t es el año sobre el que se está calculando la tarifa

$$\Delta R = R_t - R_{t-1}$$

$$\Delta Q = Q_t - Q_{t-1}$$

Para el cálculo de los costes marginales a corto plazo se examinan los costes operativos de EMALSA, para el mismo período 1987-1991, de donde se han eliminado tanto los costes de depuración de agua residuales, como los de producción de energía (ver anexo a este capítulo para detalle de costes y asignación de costes a la producción de energía). Los costes operativos se han dividido en tres tipos: los variables que incluyen todos aquéllos relacionados con la producción y, por tanto, los relevantes para el coste marginal, los semifijos que son los que varían con el número de clientes y los fijos que no dependen ni de los metros cúbicos de agua ni del número de abonados.

El cuadro 5.4 permite conocer el incremento esperado en la producción (para responder a la variación de la demanda planeada). Destaca en este cuadro el incremento de la producción en el año 1990 respecto a 1989 para responder al crecimiento de la demanda motivada por la implantación del suministro de agua continuo a la ciudad. Con anterioridad la distribución de agua se realizaba en días alternos por sectores.

El número de abonados para los años que nos interesa está especificado en el cuadro 5.5, donde sobresale el crecimiento a partir del año 1990 que se corresponde con el incremento de la producción en el mismo año del cuadro 5.4; parece ser que el suministro continuo no sólo ha ocasionado una elevación del consumo per cápita sino también de la cantidad de abonados.

**Cuadro 5.4. Procedencia de las aguas de EMALSA. (Miles de m<sup>3</sup>)**

Años	Captaciones propias		Superficiales		Compras		Desalada		Total	Δ Anual
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1985	2480	13	53	0	8349	44	8200	43	19082	
1986	2486	13	181	1	8824	45	8320	42	19811	729
1987	2393	12	5	0	7316	35	11039	53	20755	944
1988	2438	11	222	1	9726	45	9136	42	21524	769
1989	2528	11	632	3	9139	41	9853	44	22153	629
1990	2549	11	292	1	6012	25	15195	63	24049	1896
1991	2425	9	711	3	4777	19	17865	69	25779	1730

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.5. Número de abonados por años 1985-1991**

Años	Nº Abonados Inicio año	Altas	Bajas	Nº Abonados Fin de año	Incremento anual	
					Nº	%
1985	107891	1593	686	108798	907	0,84
1986	108798	1435	1127	109106	308	0,28
1987	109106	3121	987	111240	2134	1,96
1988	111240	1532	778	111994	754	0,68
1989	111994	2328	840	113482	1488	1,33
1990	113482	3376	1255	115603	2121	1,87
1991	115603	3537	943	118197	2594	2,24

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

El cuadro 5.6 recoge el total de costes para el período 1987-1991 (para detalle de costes ver anexo a este capítulo). En dicho cuadro se introduce también la producción (Q) y el número de abonados (A). A partir de estos datos se calcula la variación de los costes variables y de la producción, de cuyo cociente se obtienen los costes marginales para los diferentes años. Dividiendo los costes variables totales entre la producción se consigue el coste variable medio, para el mismo período.

Los costes semifijos (S) y los fijos (F) se dividen entre el número de abonados, obteniéndose  $s$  y  $f$  respectivamente, que corresponden al pago anual que debe imputársele a los consumidores si se pretende que la empresa equilibre su presupuesto;  $s$  por los costes que varían con cada usuario (no se debe dividir entre el número total, sino que se debe hacer corresponder a los abonados que han incurridos en ellos, por ejemplo costes de tuberías, de conexión o revisión de contadores); y  $f$  por la totalidad de los costes fijos que se cobran en partes proporcionales.

Analizando la relación entre el coste marginal y medio del cuadro 5.6, se observa que como consecuencia del crecimiento de los costes variables medios en todo el tramo considerado, los costes marginales son siempre superiores a estos. Pero en el año 1991 donde el coste variable medio empieza a decrecer, se comprueba como el coste marginal tiene un valor inferior a éste.

**Cuadro 5.6. Cálculo de costes marginales y medios sobre el volumen producido. (1987-1991)**

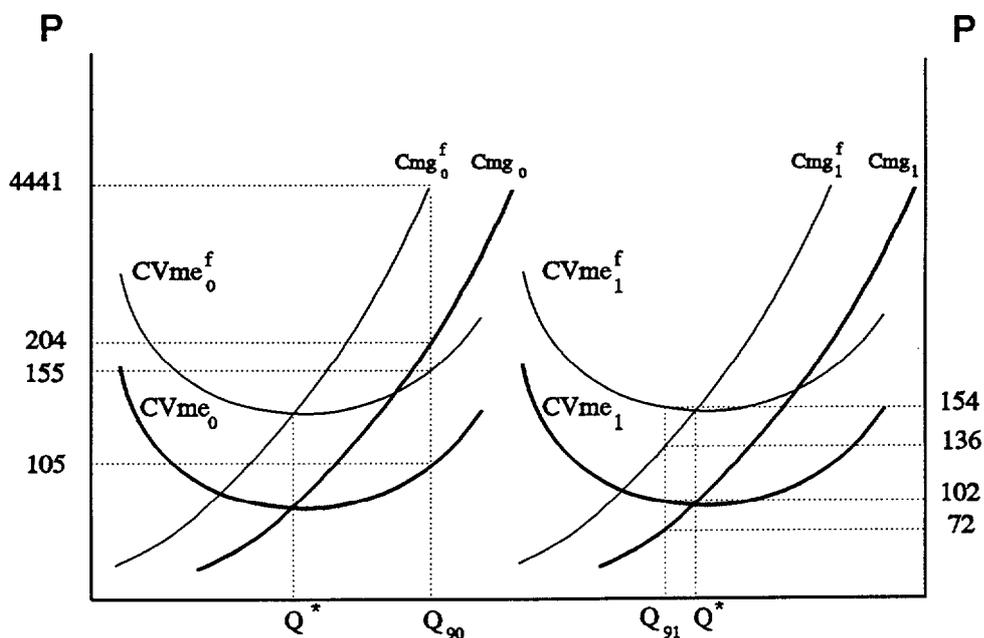
Años	Costes				Producción	Abonado					Anual	
	Variables (CV)	Semifijos (S)	Fijos (F)	Total	(Q)	(A)	$CV_t - CV_{t-1}$ ( $\Delta CV$ )	$Q_t - Q_{t-1}$ ( $\Delta Q$ )	$\Delta CV / \Delta Q$	CV/Q	S/A (s)	F/A (f)
	Miles pts	Miles pts	Miles pts	Miles pts	Miles m <sup>3</sup>	Nº			Cmg	Cvme		
1987	1579208	419318	1332620	3331146	20755	111240		944		76	3769	11980
1988	1693390	490354	1485843	3669587	21524	111994	114182	769	148	79	4378	13267
1989	2117328	536050	1634820	4288198	22153	113482	423938	629	674	96	4724	14406
1990	2503683	578901	1698151	4780735	24049	115603	386355	1896	204	104	5008	14690
1991	2627483	633626	1743365	5004474	25779	118197	123800	1730	72	102	5361	14750
Suma(t)	10521092	2658249	7894799	21074140					1098	456		
T/5									220	91		

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

Si estudiamos lo que ocurrió en este año, observamos que se produjo la entrada en funcionamiento de Las Palmas III. Entonces, como resultado del incremento de agua disponible por EMALSA, se relaja el defecto de capacidad que hasta el año 1990 hacía crecer a los costes medios, volviendo con la nueva desaladora a trabajar con exceso de capacidad y, por tanto, en el tramo decreciente de la curva de coste variable medio.

En el gráfico 5.1 se ha representado esta situación donde las dos curvas de costes variables medios reflejan las diferentes capacidades, una que cubre el período hasta el año 1990, ( $CVme_0$  y  $Cmg_0$ ) y otro correspondiente al año 1991 ( $CVme_1$  y  $Cmg_1$ ).

**Gráfico 5.1. Costes medios y marginales**



**Cuadro 5.7. Cálculo de costes marginales y medios sobre el volumen facturado. (1987-1991)**

Años	Costes	Producción	Facturación	Fugas Distribución (FD)			$CV_t - CV_{t-1}$ ( $\Delta CV$ )	$Q_t - Q_{t-1}$ ( $\Delta Q$ )	$q_t - q_{t-1}$ ( $\Delta q$ )	$\Delta CV / \Delta Q$	$\Delta CV / \Delta q$	CV/Q	CV/q
	Variables (CV)	(Q)	(q)	Miles m <sup>3</sup>	%	$FD_t - FD_{t-1}$				Cmg(Q)	Cmg(q)	Cvme(Q)	Cvme(q)
	Miles pts	Miles m <sup>3</sup>	Miles m <sup>3</sup>	Miles m <sup>3</sup>	%	$FD_t - FD_{t-1}$				Cmg(Q)	Cmg(q)	Cvme(Q)	Cvme(q)
1987	1579208	20755	14983	5772	28			944	818			76	105
1988	1693390	21524	15314	6210	29	438	114182	769	331	148	345	79	111
1989	2117328	22153	16053	6100	28	-110	423938	629	739	674	574	96	132
1990	2503683	24049	16140	7909	33	1809	386355	1896	87	204	4441	104	155
1991	2627483	25779	17052	8727	34	818	123800	1730	912	72	136	102	154
SUMA(T)										1098	5495	456	657
T/5										220	1099	91	131

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

A la hora de calcular el coste marginal no se tuvieron en cuenta las fugas en la distribución, que son bastantes importantes (véase cuadro 5.7) llegando a significar en 1991 un 34% del agua lanzada a la red, (se considera como máximo aceptable un 25% del agua distribuida (Técnicos del agua, 1989)).

El porcentaje de fugas se obtiene de la diferencia entre el agua producida y la facturada. Para incluir estos costes, que varían con el número de unidades servidas, se recalculan en el cuadro 5.7 los costes marginales y los variables medios, pero con respecto al volumen de facturación ( $q$ ), destacando en el gráfico 5.1 el considerable desplazamiento hacia arriba de los costes variables medios y hacia la izquierda de los  $C_{mg}$  (desde  $CV_{me_0}$  a  $CV_{me_0}^f$  y  $C_{mg_0}$  a  $C_{mg_0}^f$  para 1990; en 1991 desde  $CV_{me_1}$  a  $CV_{me_1}^f$  y  $C_{mg_1}$  a  $C_{mg_1}^f$ ). Se observa la misma relación, ya descrita, entre las curvas de costes medios y marginales que antes de considerar las pérdidas en distribución.

#### **5.4 Tarificación en EMALSA**

Las tarifas de EMALSA correspondientes al año 1991 se recogen en el cuadro 5.8, según la información publicada por la empresa.

Para expresarlas en términos marginales, esto es, el precio que le cuesta al consumidor cada unidad adicional, aplicamos la siguiente fórmula para obtener el precio de la parte variable:

$$P_{mag} = \frac{G(q+\Delta q) - G(q)}{\Delta q} \quad (5.3)$$

donde,

$$\Delta q = 1 \text{ m}^3$$

$G(q)$  es el gasto del consumidor para  $q$  unidades.

$G(q+\Delta q)$  es el gasto del consumidor para  $q$  más una unidad adicional.

El cuadro 5.9 presenta los resultados de aplicar esta fórmula para los distintos tramos de consumo. Deduciéndose el siguiente esquema para la estructura tarifaria de EMALSA:

*Parte variable (P):*

**Primer bloque:**

De 0 a 10 m<sup>3</sup>:  $P=0$  pts/m<sup>3</sup>

**Segundo bloque:**

De 10 a 30 m<sup>3</sup>:  $P=190$  pts/m<sup>3</sup>

-los primeros 10 m<sup>3</sup> a  $P=0$  pts/m<sup>3</sup>

**Tercer bloque:**

Más de 30 m<sup>3</sup>:  $P=290$  pts/m<sup>3</sup>

-los primeros 10 m<sup>3</sup> a  $P=0$  pts/m<sup>3</sup>

-de 10 a 30 m<sup>3</sup> a  $P=190$  pts/m<sup>3</sup> (la unidad 11 tiene un precio de  $P=340$  pts)

-resto del consumo a  $P=290$  pts/m<sup>3</sup>

*Parte fija (E):*

La parte fija de la tarifa se subdivide en dos componentes

$$E = E_f + E_s$$

donde,

$E_f = 950$  pts, destinadas a cubrir costes fijos.

$E_s$  depende del usuario(\*).

(\*) Cuota de reposición de servicio, de mantenimiento del contador, etc.

La distinción entre precio medio y marginal se hace necesaria cuando se está tratando con sistemas de tarifas en bloques, sobre todo a la hora de estimar funciones de demanda y de comparaciones entre tarifas.

El precio medio de una tarifa en bloques se obtiene al dividir el gasto total del consumidor, procedente de todos los tramos, entre el número de unidades consumidas. El precio marginal se define como el precio pagado por la última unidad de servicio (véase cuadro 5.9). Las dos definiciones expuestas coinciden sólo en el caso en que todas las unidades de agua se vendan al mismo precio con independencia de la cantidad comprada y de la clase de usuarios, por ejemplo puede suceder que una elevación del precio marginal incremente la demanda y sin embargo el precio medio permanezca constante. Consideremos la siguiente estructura:

De 0 a 20 m<sup>3</sup> P=30 pts/m<sup>3</sup>

Más de 20 m<sup>3</sup> P=60 pts/m<sup>3</sup>

Para un consumo de  $30 \text{ m}^3$  el precio medio es de  $P_{me}=40 \text{ pts/m}^3$ , supongamos que el precio del último bloque sube a  $P=80 \text{ pts/m}^3$  y que la demanda se reduce a  $25 \text{ m}^3$ , el precio medio  $P_{me}=40 \text{ pts/m}^3$  es el mismo que antes de la subida del precio marginal. El problema se agrava cuando el precio marginal varía y el intramarginal (definido como el correspondiente a los tramos anteriores al que se sitúa el usuario), permanece constante ocasionando que el cambio en el precio medio sea menor (incluso nulo como en el ejemplo) que en el marginal, ya que el precio medio incluye unidades intramarginales de agua cuyo precio se ha mantenido (Billings y Agthe, 1980). En este caso lo relevante para el cálculo de la variación de la demanda es el precio marginal y no el medio.

Los comentarios de Griffin y Martin (1981) consideran que según lo expuesto por Taylor (1975) y Nordin (1976), la cantidad de agua comprada por un consumidor que se enfrenta a una tarifa multiparte depende del precio marginal que le corresponde al usuario en su particular bloque de consumo y de la "subvención" resultante de la parte intramarginal del sistema de precios. De acuerdo con Billings y Agthe (1980) esta subvención puede expresarse como la diferencia, en el excedente de consumidor, entre lo que se obtiene si todas las unidades se cobran al mismo precio marginal y el beneficio que realmente se experimenta con la tarifa vigente

La tarifa de EMALSA se puede expresar en términos intramarginales, suponiendo que dentro de los bloques toda el agua se cobra al mismo precio correspondiente al último tramo de consumo y la diferencia con la tarifa vigente se considera como una subvención:

*Tarifa intramarginal bimestral.* Se expresa el consumo en m<sup>3</sup> bimestrales.

**Primer bloque:**

De 0 a 10 m<sup>3</sup> bimestrales: P=0 E=950

**Segundo bloque:**

De 0 a 30 m<sup>3</sup> bimestrales: P=190 E=950 V=1900

-La subvención (V) procedente de los precios intramarginales es la resultante de pagar por los 10 primeros m<sup>3</sup> un P=190 en lugar de P=0 por cada consumidor:  
 $V = 190 \times 10 = 1900$

**Tercer bloque:**

De 0 a más de 30 m<sup>3</sup> bimestrales: P=290 E=950 V=4900

-La subvención (V) procedente de los precios intramarginales es la resultante de pagar por los 10 primeros m<sup>3</sup> un P=290 en lugar de P=0, más por los 20 siguientes un P=290 en vez de P=190:  $V = 290 \times 10 + 100 \times 20 = 4900$

*Tarifa intramarginal anual.* Se expresa el consumo en m<sup>3</sup> anuales, se obtiene multiplicando los m<sup>3</sup> bimestrales por 6.

**Primer bloque:**

-De 0 a 60 m<sup>3</sup> anuales: P=0 E=950

**Segundo bloque:**

-De 0 a 180 m<sup>3</sup> anuales: P=190 E=5700 V=11400

**Tercer bloque:**

-De 0 a más de 180 m<sup>3</sup> anuales: P=290 E=5700 V=29400

## **Cuadro 5.8. Tarifa de EMALSA. Año 1991**

---

### **Por suministro de agua (\*):**

- Mínimo de percepción 10 m<sup>3</sup>, 950 ptas. bimestre.

- De 11 a 30 m<sup>3</sup>.

Los primeros 10 m<sup>3</sup> a 110 ptas/m<sup>3</sup> bimestre.

Resto del consumo, a 190 ptas/m<sup>3</sup> bimestre.

- Más de 31 m<sup>3</sup>

Los primeros 10 m<sup>3</sup> a 110 ptas/m<sup>3</sup> bimestre.

Los siguientes 20 m<sup>3</sup> a 190 ptas/m<sup>3</sup> bimestre.

Resto del consumo, a 290 ptas/m<sup>3</sup> bimestre.

- Organismos oficiales, a 225 ptas/m<sup>3</sup> bimestre.

- Centros benéficos, a 100 ptas/m<sup>3</sup> bimestre.

### **Canon tratamiento aguas residuales (\*\*):**

15 ptas. por m<sup>3</sup> facturado.

### **Mantenimiento aparatos de medida (\*\*):**

- Varía con el calibre del contador y con si estos son simples o combinados.

### **Cuota de reposición del servicio (\*\*):**

- 1000 ptas.

### **Derechos de empate (\*\*):**

50 ptas. por m<sup>2</sup> de construcción.

(\*) Aprobado por Orden de 21 de Diciembre de 1990, de la Consejería de Economía y Comercio, publicada en B.O.C. 31-12-1990.

(\*\*) Aprobado por el Excmo. Ayuntamiento Pleno de 30 de Octubre de 1990.

---

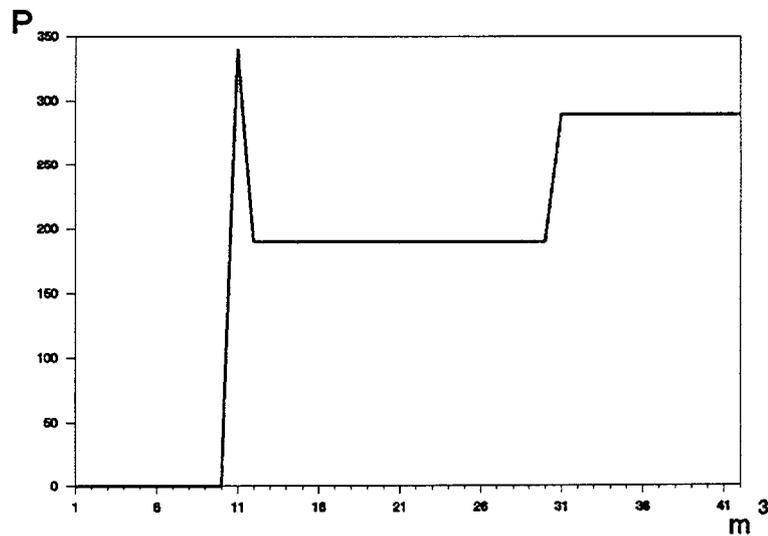
**Cuadro 5.9. Precios marginales para EMALSA. (Año 1991)**

Estimación del precio marginal para $\Delta q = 1 \text{ m}^3$				
$\text{m}^3$	$G(q)$	$\text{m}^3$	$G(q + \Delta q)$	$G(q + \Delta q) - G(q)$
0	950	1	950	0
1	950	2	950	0
2	950	3	950	0
3	950	4	950	0
4	950	5	950	0
5	950	6	950	0
6	950	7	950	0
7	950	8	950	0
8	950	9	950	0
9	950	10	950	0
10	950	11	1290	340
11	1290	12	1480	190
12	1480	13	1670	190
13	1670	14	1860	190
14	1860	15	2050	190
15	2050	16	2240	190
16	2240	17	2430	190
17	2430	18	2620	190
18	2620	19	2810	190
19	2810	20	3000	190
20	3000	21	3190	190
21	3190	22	3380	190
22	3380	23	3570	190
23	3570	24	3760	190
24	3760	25	3950	190
25	3950	26	4140	190
26	4140	27	4330	190
27	4330	28	4520	190
28	4520	29	4710	190
29	4710	30	4900	190
30	4900	31	5190	290
31	5190	32	5480	290
32	5480	33	5770	290
33	5770	34	6060	290
34	6060	35	6350	290
35	6350	36	6640	290
36	6640	37	6930	290
37	6930	38	7220	290
38	7220	39	7510	290
39	7510	40	7800	290
40	7800	41	8090	290
41	8090	42	8380	290

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

En el gráfico 5.2 se muestra la parte variable de la tarifa de EMALSA. Se trata de una tarifa en bloques crecientes, que persigue fomentar el ahorro de agua. Obsérvese cómo la unidad 11 tiene un precio de 340 ptas, suponemos que con la finalidad de dificultar el paso al segundo bloque de consumo. Este tipo de tarifas se han impuesto con la justificación de la conservación del agua como recurso escaso, incentivando el ahorro de forma que se encarezca el servicio para el consumidor de gran volumen. Las unidades de consumo correspondientes a los primeros bloques se venden a un precio por debajo del coste marginal, mientras que las últimas se sirven a un precio por encima de éste. Con ello se producen subvenciones cruzadas de los usuarios grandes a los pequeños, por lo que, en principio, no cabe considerar estas tarifas como eficientes (Mann, 1989).

**Gráfico 5.2. Tarifa EMALSA. Parte variable**



El mercado que EMALSA suministra está fragmentado en varios tipos de consumo que se recogen en la tabla siguiente:

**Cuadro 5.10. Tipos de consumo de EMALSA**

Consumos	Facturación	
	m <sup>3</sup>	%
Doméstico	14649	85,95
Entidades públicas	2329	13,67
Industrial	52	0,31
Empleados	5	0,03
Propio	7	0,04
Incendios	1	0,01
Total	17043	100

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

Del total del mercado sólo se analiza la demanda del grupo de consumidores que EMALSA denomina domésticos (abarca el residencial y comercial), esta clase supone el 86% de la facturación y presenta la distribución por tramos de consumo que recoge el cuadro 5.11.

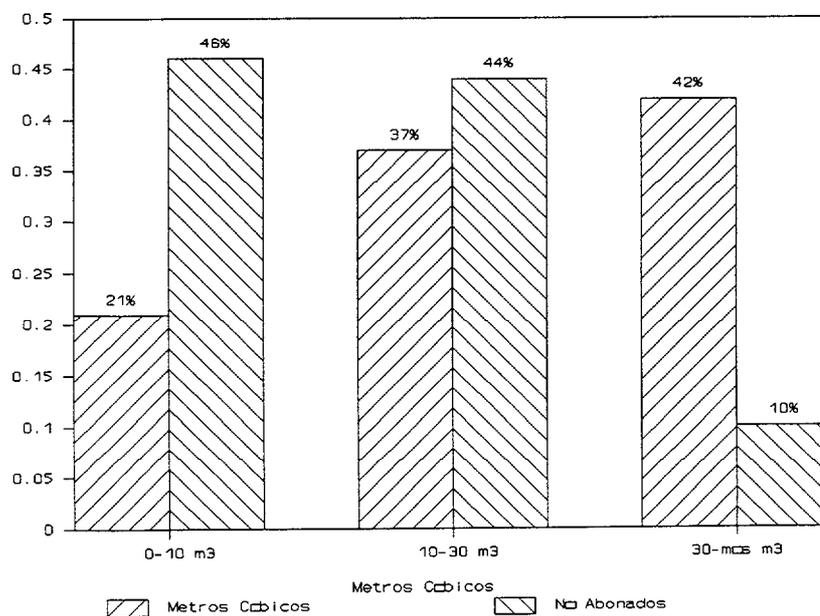
En el gráfico 5.3 se representa la distribución de usuarios domésticos por tipos de consumo del cuadro 5.11. El 46% de estos abonados están en el tramo de 0 a 10 m<sup>3</sup> consumiendo el 21% del total de m<sup>3</sup>; en el segundo bloque de 10 a 30 m<sup>3</sup> el 44% de los consumidores domésticos compran el 37% del agua; para más de 30 m<sup>3</sup> el 10% de clientes gastan el 42% del total del agua facturada al grupo.

**Cuadro 5.11. Consumo doméstico y abonados por tramos de consumo**

Bloques de Consumo (Bimestral)	Demanda (Q)		Abonados (A)		Media	
	m <sup>3</sup> (Miles) Anual	%	(Miles) Anual	%	Anual	Bimestral
De 0-10 m <sup>3</sup>	2998	21	52	46	57,65	9,61
De 10-30 m <sup>3</sup>	5464	37	50	44	109,28	18,21
Más de 30 m <sup>3</sup>	6187	42	12	10	515,58	85,93
<b>Total Cons.Doméstico</b>	<b>14649</b>	<b>100</b>	<b>114</b>	<b>100</b>	<b>128,50</b>	<b>21,42</b>
Resto Consumo	2394		1		2394	399
<b>Total Consumo</b>	<b>17043</b>		<b>115</b>		<b>148,20</b>	<b>24,70</b>

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Gráfico 5.3. Distribución por tramos de consumo**



## 5.5 Tarifa basada en criterios de eficiencia económica

Los argumentos para tarificar según el coste marginal están basados en criterios de eficiencia económica y en ofrecer señales de precios correctas (véase capítulo 3). Los precios de los servicios de agua que se igualan al coste marginal generan una asignación eficiente de los recursos, ya que los consumidores son inducidos a usar el agua eficientemente. Si el precio no es igual al coste marginal los consumidores reciben señales incorrectas respecto a los recursos usados en la producción de agua, por lo que tenderán a consumir mayor o menor cantidad de agua que la socialmente deseable. La conservación se incorpora directamente en el concepto de eficiencia económica, pero no es una medida de conservación en el sentido tradicional, puesto que, en general, los economistas no consideran el decrecimiento en el consumo como una meta a conseguir en si misma. Como reconoce Hanke (1980a) las medidas de conservación encaminadas a reducir el consumo no tienen porqué ser necesariamente las políticas más acertadas.

Las tarifas basadas en el coste marginal consiguen un doble objetivo, utilizar eficientemente la capacidad existente y racionalizar el proceso de inversiones en nueva capacidad. Este sistema de tarificación señala a los consumidores el coste de los recursos que se deriva de su decisión de consumo (Mann, 1985).

Cuando el coste medio está decreciendo, las tarifas basadas en el coste marginal serán más bajas que los precios según el coste medio. Como resultado los consumidores tienden a consumir más que bajo estas últimas tarifas y, por

consiguiente, los ingresos serán menores que los necesarios para que la empresa cubra la totalidad de sus costes (AWWA, 1992).

Una solución a este problema es adoptar un concepto distinto de coste marginal, definiéndolo como en (4.2), donde el coste marginal a largo plazo ( $Cmg_{L/P}$ ) es igual al coste marginal a corto plazo ( $Cmg_{C/P}$ ) más el coste de capacidad marginal ( $Ccmg$ ) (Hanke, 1978):

$$Cmg_{L/P} = Cmg_{C/P} + Ccmg$$

Como ya vimos en el epígrafe 5.3, el coste marginal a corto plazo se calcula separando del total de los costes operativos de la empresa, los que varían con la unidad de servicio y aplicando la expresión (5.2); y el coste de capacidad marginal se estima distinguiendo del programa de inversiones de la empresa, las que están directamente relacionadas con la demanda y empleando la definición (5.1).

Como dentro de la definición de coste marginal se han incluido parte de los costes de la empresa, el resto se cobra en la parte fija del recibo, con lo que se propone tarifificar en dos partes, una fija que denominamos E y otra variable (P) según el coste marginal. La parte fija supone una transferencia de rentas del consumidor al productor, por lo que no hay pérdida de eficiencia al incluir E en la tarifa.

En el capítulo 2 se vio que el problema que puede surgir al fijar el precio igual al coste marginal, para generar un consumo eficiente, es que la restricción de equilibrar el presupuesto (u obtener una determinada proporción de ingresos) por parte de la compañía haga necesaria una tasa de entrada (E) tan alta que muchos

consumidores prefieran quedarse fuera del mercado (Brown y Sibley, 1986). En un servicio público como la distribución de agua urbana es fácil observar que es muy difícil que un usuario salga del mercado como consecuencia de tarifas altas. En este caso la sencilla tarifa en dos partes cumple la mayoría de los objetivos básicos que debe satisfacer los sistemas de tarificación de un servicio público.

Si analizamos cada uno de los componentes de la tarifa en dos partes, tenemos:

1) *Parte fija: (E)*

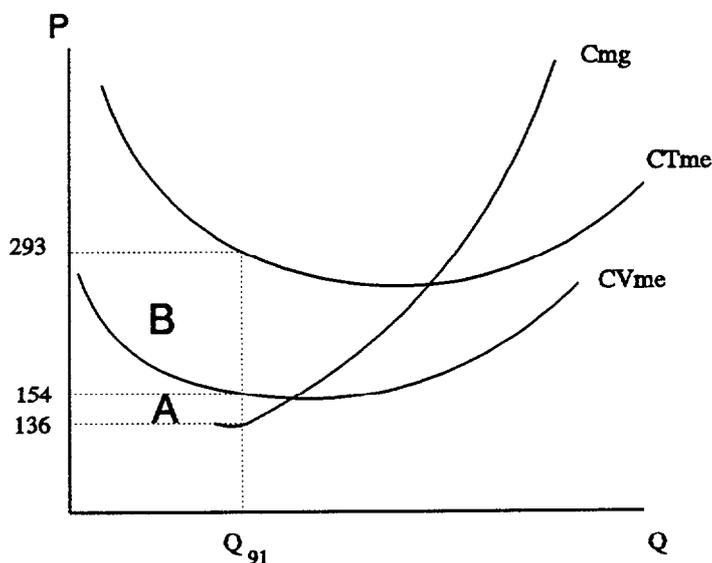
El hecho de mantener ciertos costes como un componente fijo de la factura del cliente se justifica por la necesidad de las empresas de obtener ingresos. Este componente fijo se divide en dos: el primero ( $E_f$ ) para cubrir los costes fijos que se reparten proporcionalmente a cada cliente; y el segundo ( $E_s$ ) para cubrir los costes de clientes, que son aquellos que varían con el número de usuarios, incluyen: a) los costes asociados con la cuenta del cliente (facturación, cobro, lectura del contador y costes de servicios) que son aproximadamente iguales para cada usuario; y b) los relacionados con la instalación, examen y mantenimiento del contador (normalmente varían con el tamaño del contador) (Raftelis, 1989). En esta parte de la tarifa también se incluyen los costes de capital que no varían con la demanda, como la red de distribución (se cobra a cada usuario por  $m^2$  de instalación). Para la obtención de resultados satisfactorios con esta parte de la tarifa hay que disponer de datos fiables de costes de clientes para a través de  $E_s$  cobrar a cada usuario los costes específicos en los que incurre, aunque como señala Russell (1979) no sea alcanzable una perfecta igualdad entre costes y tarifas.

## 2) Parte variable: (P)

En la parte variable de la tarifa se cobra un precio igual al coste marginal, ya calculado en el cuadro 5.7 y que es igual a 136. Como vimos en este mismo cuadro, para el año 1991 el coste marginal está por debajo del coste variable medio, por lo que la tarificación según el Cmg plantea el problema de que la empresa no cubre los costes variables. Para solucionar esta situación lo que hacemos es pasar a la parte fija del recibo, la proporción de costes variables que no se cubren con el precio igual al coste marginal.

En el gráfico 5.4 se ha representado la posible tendencia de los costes de EMALSA correspondientes al año 1991, procedentes de cuadro 5.7. El área (A) es la proporción de costes variables que pasan a la parte fija de la tarifa y el área (B) son los costes fijos.

Gráfico 5.4. Parte fija de la tarifa



Los cuadros 5.12 y 5.13 presentan la tarifa actual de EMALSA y la tarifa según el coste marginal respectivamente; así como los ingresos derivados de la aplicación de éstas, al segmento de mercado correspondiente a los consumidores domésticos. La parte fija (E) de la tarifa propuesta cubre la proporción de costes variables no incluidos en P (precio igual al coste marginal) y parte de los costes fijos, de manera que con la tarificación basada en criterios de eficiencia económica se alcance el mismo nivel de ingresos que obtiene EMALSA (de ambas tarifas se ha excluido  $E_s$  que, como se ha indicado, corresponde a la proporción de E que varía con el usuario).

Los resultados del cuadro 5.13 suponen, por tanto, que la demanda ( $Q_0$ ) no ha variado al pasar de la tarifa de EMALSA (inicial  $P_0, E_0$ ) a la basada en criterios de eficiencia económica (final  $P_1, E_1$ ). Pero como consecuencia de modificaciones en precios (paso de la tarifa inicial a la final) se producen respuestas en las cantidades demandadas, en forma de desplazamientos a lo largo de la curva de demanda, cuya dimensión depende de la elasticidad y forma funcional de la demanda del mercado. Estos movimientos de la demanda pueden ocasionar ajustes posteriores en precios.

La falta de disponibilidad de datos de costes temporales por parte de la empresa y la aparente ausencia de estacionalidad que emana de la observación de la serie de consumo mensual desde el año 1986 a 1991 (ver anexo a este capítulo), conduce a la imposibilidad de aplicar una estructura de tarifas estacionales según la regla del coste marginal en cada período, tal como se había propuesto en el capítulo 3.

**Cuadro 5.12. Tarifa de EMALSA e ingresos**

Bloques de consumo (Bimestral)	Demanda (Q <sub>0</sub> ) (Anual)	Tarifa (Anual)		Abonados (A)* (Anuales)	Ingresos (Anuales)	
	Miles m <sup>3</sup>	P(pts/m <sup>3</sup> )	E(pts)	Miles	PxQ <sub>0</sub>	ExA
De 0-10 m <sup>3</sup>	2998	0	950x6	52	2998x0 = 0	950x6x52 = 296400
De 10-30 m <sup>3</sup>	5464 0-10 m <sup>3</sup> = 3000 10-30 m <sup>3</sup> = 2464	190	950x6	50	3000x0 = 0 2464x190 = 468160	950x6x50 = 285000
Más de 30 m <sup>3</sup>	6187 0-10 m <sup>3</sup> = 720 10-30 m <sup>3</sup> = 1440 MAS 30 m <sup>3</sup> = 4027	290	950x6	12	720x0 = 0 1440x190 = 273600 4027x290 = 1167830	950x6x12 = 68400
Total	14649			114	TOTAL(PxQ <sub>0</sub> ) = 1909590	TOTAL(ExA) = 649800
					<b>INGRESO TOTAL (PxQ<sub>0</sub> + ExA) = 2559390</b>	

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.13. Tarifa según el coste marginal e ingresos**

Bloques de consumo (Bimestral)	Demanda (Q <sub>0</sub> ) (Anual)	Tarifa (Anual)		Abonados (A)* (Anuales)	Ingresos (Anuales)	
	Miles m <sup>3</sup>	P(pts/m <sup>3</sup> )	E(pts)	Miles	PxQ <sub>0</sub>	ExA
Todo consumo	14649	136	830*6	114	1992264	567720
<b>Total</b>	14649			114	<b>INGRESO TOTAL(PxQ<sub>0</sub> + ExA) = 2559984</b>	

(\*) Solo consumidores domésticos (véase cuadro 5.11)

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

## 5.6 Variación del excedente social

Para calcular la variación del beneficio social se compara la tarifa de EMALSA vigente para 1991, con la propuesta basada en el coste marginal en el mismo año (véase cuadros 5.12 y 5.13). Se utilizan dos tipos de funciones de demanda lineales y de elasticidad constante. Se emplean elasticidades de -0,2, -0,3 y -0,4 que abarcan el abanico de posibilidades sugeridas en la literatura económica sobre suministro de agua urbano (véase epígrafe 3.4.2). Se supone, además, que la demanda responde ante variaciones de precios marginales en vez de medios y que los cambios en precios intramarginales, que se comportan como tarifas de entrada pero en sentido contrario (Griffin y Martin, 1981), afectan al excedente del consumidor

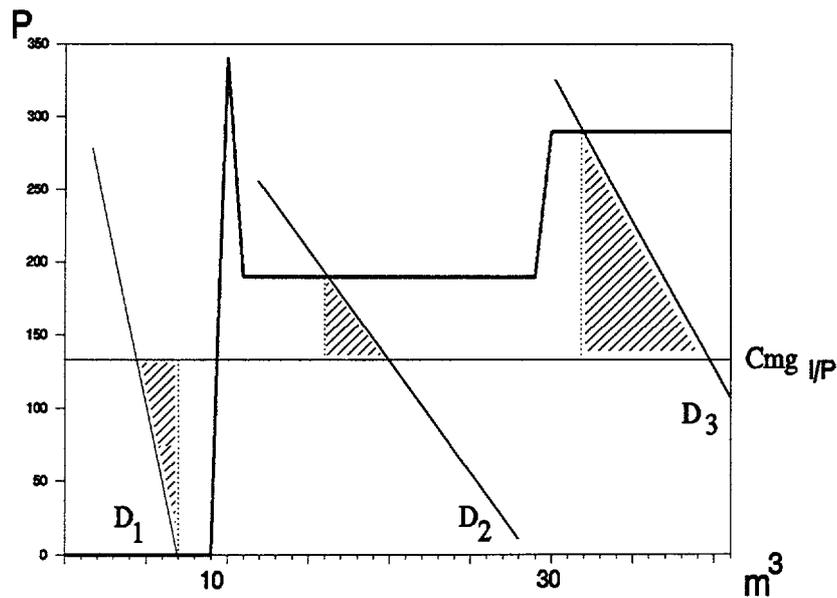
### *Funciones de Demanda Lineales*

Los cuadros 5.14 ( $\epsilon = -0,2$ ), 5.16 ( $\epsilon = -0,3$ ) y 5.18 ( $\epsilon = -0,4$ ) recogen los cálculos de la variación del beneficio social para el consumo doméstico en el caso de funciones de demanda lineales.

El primer bloque de consumo se caracteriza porque la demanda es mucho más inelástica que en cualquiera de los otros dos bloques, en este tipo de industrias es improbable que los consumidores abandonen el mercado como consecuencia de precios elevados. Supondremos que los consumidores reducen su consumo hasta un mínimo razonable, si la media es aproximadamente 9,6 metros cúbicos

bimestrales por usuario admitimos un efecto neto de reducción de la media hasta 8 metros cúbicos<sup>14</sup>. El incremento de precios desde  $P_0=0$  a  $P_1=136$ , originaría, por tanto, una reducción en la demanda del 17% (la función de demanda lineal que pasa por esos dos puntos ( $P=0$ ,  $Q=9,6$ ) y ( $P=136$ ,  $Q=8$ ) tiene una elasticidad de  $-0,2$  en el segundo). La variación del beneficio social es el área sombreada, para este tramo de consumo, del gráfico 5.5; se obtiene restando al área ganada por los productores con el nuevo precio (antes perdían todo el coste por unidad) el excedente perdido por los consumidores como consecuencia de la subida de la tarifa.

**Gráfico 5.5. Variación del excedente social**



<sup>14</sup> Según información facilitada por la empresa.

En el siguiente bloque, la reducción del precio marginal produce un incremento de la demanda del 6% para un  $\epsilon = -0,2$ , del 9% para una  $\epsilon = -0,3$  y del 11% para una  $\epsilon = -0,4$ . El área sombreada correspondiente al tramo de 10 a 30 m<sup>3</sup> del gráfico 5.5 muestra la ganancia neta de eficiencia como consecuencia de bajar el precio desde  $P_0 = 190$  al coste marginal ( $P_1 = 136$ ).

Para los consumos de más de 30 m<sup>3</sup>, la disminución del precio desde  $P_0 = 290$  a  $P_1 = 136$  ocasiona aumentos en las cantidades demandas del 11%, 16% y 21% para las distintas elasticidades, respectivamente. Nuevamente el área sombreada del gráfico 5.5 para el tramo de más de 30 m<sup>3</sup> recoge la variación del excedente social como consecuencia del cambio de precios.

Como muestra la última columna de los cuadros 5.14, 5.16 y 5.18 la variación del beneficio social para todos los tramos de consumo es positiva, reconociendo con ello que la tarifa propuesta es más eficiente en términos económicos que la de EMALSA. En los cuadros 5.15, 5.17 y 5.19 se desglosa la variación del beneficio social (de 5.14, 5.16, 5.18) en excedente del consumidor y del productor.

**Cuadro 5.14. Cálculo de la variación del B° social.\* ( $\epsilon_D = -0,2$ )**  
 Función de Demanda Lineal

Bloques de consumo (Bimestral)	Tarifa - Parte Variable (pts/m <sup>3</sup> )				Elasticidad	Demanda (Miles pts)				$\Delta B^\circ$ social (Miles pts)
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> -P <sub>0</sub>	$\Delta P(\%)$	$\epsilon_D$	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub>	$\Delta Q(\%)$	
De 0-10 m <sup>3</sup>	0	136	136	$\infty$		2998	2496	-502	-17	34136
De 10-30 m <sup>3</sup>	190	136	-54	-28	-0,2	5464	5775	311	6	8386
Más de 30 m <sup>3</sup>	290	136	-154	-53	-0,2	6187	6844	657	11	50597
Total						14649	15115	466	3	93119

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen de agua facturada.

(\*\*) Se multiplica por 6 para obtener la parte fija de la tarifa anual.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.15. Variación del excedente del consumidor y del productor.\* ( $\epsilon_D = -0,2$ )**

Función de Demanda Lineal

Bloques de consumo (Bimestral)	Demanda (Miles m <sup>3</sup> )			Tarifa anual						Abonados (Miles)	ΔEx. consumidor (Miles pts)		ΔEx. productor (Miles pts)	
				Parte Variable (pts/m <sup>3</sup> )			Parte Fija (pts)**				A	Parte Var.	Parte Fija	Parte Var.
	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> -P <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>0</sub> -E <sub>1</sub>					
De 0-10 m <sup>3</sup>	2998	2496	-502	0	136	136	950x6	830x6	120x6	52	-373592	37440	407728	-37440
De 10-30 m <sup>3</sup>	5464	5775	311	190	136	-54	950x6	830x6	120x6	50	-266547	36000	274944	-36000
Más de 30 m <sup>3</sup>	6187	6844	657	290	136	-154	950x6	830x6	120x6	12	650587	8640	-599998	-8640
Total	14649	15115	466							114	10448	82080	82674	-82080

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen de agua facturada.

(\*\*) Se multiplica por 6 para obtener la parte fija de la tarifa anual.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.16. Cálculo de la variación del B° social.\* ( $\epsilon_d = -0,3$ )**  
Función de Demanda Lineal

Bloques de consumo (Bimestral)	Tarifa - Parte Variable (pts/m <sup>3</sup> )				Elasticidad	Demanda (Miles pts)				$\Delta B^{\circ} \text{social}$ (Miles pts)
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> -P <sub>0</sub>	$\Delta P(\%)$	$\epsilon_D$	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub>	$\Delta Q(\%)$	
De 0-10 m <sup>3</sup>	0	136	136	$\infty$		2998	0	-502	-17	34136
De 10-30 m <sup>3</sup>	190	136	-54	-28	-0,3	5464	5930	466	9	12579
Más de 30 m <sup>3</sup>	290	136	-154	-53	-0,3	6187	7173	986	16	75895
Total						14649	15599	950	6	122610

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen de agua facturada.

(\*\*) Se multiplica por 6 para obtener la parte fija de la tarifa anual.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.17. Variación del excedente del consumidor y del productor.\* ( $\epsilon_D = -0,3$ )**

Función de Demanda Lineal

Bloques de consumo (Bimestral)	Demanda (Miles m <sup>3</sup> )			Tarifa anual						Abonados	ΔEx. consumidor (Miles de ptas)		ΔEx. productor (Miles de ptas)	
				Parte Variable (pts/m <sup>3</sup> )			Parte Fija (pts)**				A	Parte Var.	Parte Fija	Parte Var.
	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> -P <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>0</sub> -E <sub>1</sub>					
De 0-10 m <sup>3</sup>	2998	2496	-502	0	136	136	950x6	830x6	120x6	52	-373592	37440	407728	-37440
De 10-30 m <sup>3</sup>	5464	5930	466	190	136	-54	950x6	830x6	120x6	50	-262365	36000	274944	-36000
Más de 30 m <sup>3</sup>	6187	7173	986	290	136	-154	950x6	830x6	120x6	12	675893	8640	-599998	-8640
TOTAL	14649	15599	950							114	39936	82080	82674	-82080

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen de agua facturada.

(\*\*) Se multiplica por 6 para obtener la parte fija de la tarifa anual.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.18. Cálculo de la variación del B° social.\* ( $\epsilon_D = -0,4$ )**

Función de Demanda Lineal

Bloques de consumo (Bimestral)	Tarifa - Parte Variable (pts/m <sup>3</sup> )				Elasticidad	Demanda (Miles pts)				$\Delta B^\circ$ social (Miles pts)
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> -P <sub>0</sub>	$\Delta P(\%)$	$\epsilon_D$	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub>	$\Delta Q(\%)$	
De 0-10 m <sup>3</sup>	0	136	136	$\infty$		2998	2496	-502	-17	34136
De 10-30 m <sup>3</sup>	190	136	-54	-28	-0,4	5464	6085	621	11	16772
Más de 30 m <sup>3</sup>	290	136	-154	-53	-0,4	6187	7501	1314	21	101194
Total						14649	16082	1433	10	152101

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen de agua facturada.

(\*\*) Se multiplica por 6 para obtener la parte fija de la tarifa anual.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.19. Variación del excedente del consumidor y del productor.\* ( $\epsilon_D = -0,4$ )**

Función de Demanda Lineal

Bloques de consumo (Bimestral)	Demanda (Miles m <sup>3</sup> )			Tarifa anual						Abonados (Miles)	ΔEx. consumidor (Miles pts)		ΔEx. productor (Miles pts)	
				Parte Variable (pts/m <sup>3</sup> )			Parte Fija (pts)**				A	Parte Var.	Parte Fija	Parte Var.
	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> -P <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>0</sub> -E <sub>1</sub>					
De 0-10 m <sup>3</sup>	2998	2496	-502	0	16	136	950x6	830x6	120x6	52	-373592	37440	407728	-37440
De 10-30 m <sup>3</sup>	5464	6085	621	190	136	-54	950x6	830x6	120x6	50	-258172	36000	274944	-36000
Más de 30 m <sup>3</sup>	6187	7501	1314	290	136	-154	950x6	830x6	120x6	12	701192	8640	-599998	-8640
<b>TOTAL</b>	<b>14649</b>	<b>16082</b>	<b>1433</b>							<b>114</b>	<b>69428</b>	<b>82080</b>	<b>82674</b>	<b>-82080</b>

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen del agua facturada.

(\*\*) Se multiplica por 6 para obtener la parte fija de la tarifa anual.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

El desglose de la variación en el excedente del consumidor a partir del cuadro 5.15 para funciones de demanda lineales y elasticidad de -0,2 se calcula en el cuadro 5.20, partiendo de la particular forma de exponer la tarifa de EMALSA en términos intramarginales del apartado 5.4.

**Cuadro 5.20. Variación del excedente del consumidor.** (Miles de pts)

	De 0-10 m <sup>3</sup>	De 10-30 m <sup>3</sup>	Más de 30 m <sup>3</sup>	Total
Marginal (1)*	-373592	303453	1003387	933248
Intramarginal (2)**	0	-570000	-352800	-922800
Fija (3)***	37440	36000	8640	82080
Variable (1)+(2)****	373592	-266547	650587	10448
Fija (3)****	37440	36000	8640	82080
<b>EXCEDENTE NETO</b>	<b>-336152</b>	<b>-230547</b>	<b>659227</b>	<b>92528</b>

(\*)Variación del excedente del consumidor derivado del precio marginal uniforme

(\*\*)Variación del excedente del consumidor derivado de los precios intramarginales

(\*\*\*)Variación del excedente del consumidor derivado de la parte fija de la tarifa

(\*\*\*\*)Véase cuadro 5.15

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

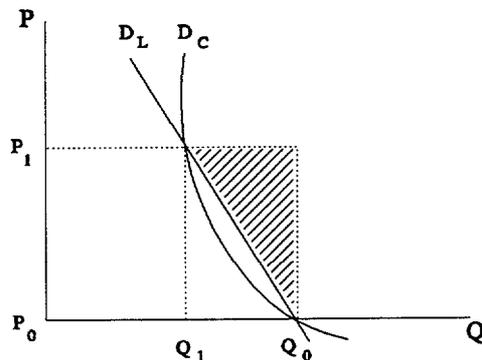
### *Funciones de demanda de elasticidad constante*

Los cálculos de la variación del beneficio social con funciones de demanda de elasticidad constante se muestran en los cuadros 5.21 ( $\epsilon = -0,2$ ), 5.22 ( $\epsilon = -0,3$ ) y 5.23 ( $\epsilon = -0,4$ ).

Para el primer bloque de consumo, por razones ya argumentadas en el caso de funciones lineales, la demanda se reduce en un 17%. Las funciones de elasticidad

constante y negativa no son aplicables en este tramo de consumo, puesto que los ejes son asíntotas de cualquier función de demanda de este tipo y el precio inicial ( $P_0$ ) es igual a cero. Para resolver este problema se puede hacer un cambio de origen, pero la función resultante pierde la característica de elasticidad constante. Como se observa en el gráfico 5.6 mantener el supuesto de función de demanda lineal ( $D_L$ ) para el primer bloque de consumo es perfectamente razonable, ya que podemos garantizar que con una variación de precios desde  $P_0=0$  a  $P_1=136$ , y una reducción de la demanda del 17% se consigue como mínimo un incremento del beneficio social igual al área sombreada del gráfico 5.6, esta variación será mayor para cualquier tipo de función de demanda ( $D_C$ ), que cumpliendo los supuestos básicos pase por los puntos  $(P_0, Q_0)$  y  $(P_1, Q_1)$ .

**Gráfico 5.6. Bloque de 0-10 m<sup>3</sup>.**



Para el segundo y tercer tramo de consumo se emplean funciones de demanda del tipo:

$$Q=AP^{\epsilon} \quad (5.4)$$

donde  $\epsilon$  toma los valores de -0,2, -0,3, -0,4.

El incremento de las cantidades demandadas se obtiene de:

$$Q_1 = Q_0 (P_1/P_0)^{\epsilon} \quad (5.5)$$

que refleja el desplazamiento a lo largo de la función de demanda originado por la reducción de precios y donde  $Q_0$  y  $Q_1$  son las cantidades demandadas con la tarifa de EMALSA ( $P_0$ ) y con la propuesta ( $P_1$ ), respectivamente.

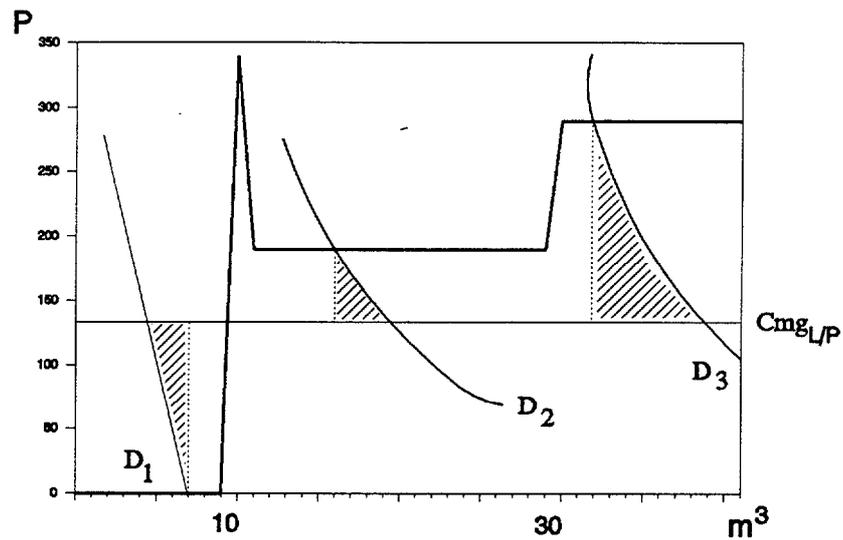
La variación del excedente social para estos tramos de consumo se calcula a partir de:

$$\Delta B^e S. = (P_1 - P_0) Q_0 - \int_{P_0}^{P_1} AP^{\epsilon} dP \quad (5.6)$$

Como se recoge en los cuadros 5.21, 5.22 y 5.23, para el bloque de 10 a 30 m<sup>3</sup>, la reducción del precio eleva la cantidad demandada en un 7% para una elasticidad de  $\epsilon = -0,2$ , un 11% con  $\epsilon = -0,3$  y un 14% para  $\epsilon = -0,4$ . El área sombreada correspondiente a este tramo del gráfico 5.7 muestra la ganancia neta de eficiencia como consecuencia de reducir el precio desde  $P_0=190$  al coste marginal ( $P_1=136$ ).

Para los consumos de más de 30 m<sup>3</sup> la disminución del precio desde  $P_0=290$  a  $P_1=136$  ocasiona aumentos en las cantidades demandadas del 16%, 26% y 35%, para las distintas elasticidades respectivamente. El área sombreada del gráfico 5.7 para el tramo de más de 30 m<sup>3</sup> es la variación del excedente social como consecuencia del cambio de precios.

**Gráfico 5.7. Variación del excedente social.**



Igual que para el caso de funciones de demanda lineales, la variación del excedente social para todos los bloques de consumo es positiva, como se observa en la última columna de los cuadros 5.21, 5.22 y 5.23, reconociendo con ello que, con la utilización de este tipo de funciones, la tarifa propuesta también es más eficiente en términos económicos que la de EMALSA.

**Cuadro 5.21. Cálculo de la variación del B° social.\* ( $\epsilon_D = -0,2$ )**  
 Función de Demanda de Elasticidad Constante

Bloques de consumo (Bimestral)	Tarifa - Parte Variable (pts)				Elasticidad	Demanda (Miles pts)				$\Delta B^\circ$ social (Miles pts)
	$P_0$	$P_1$	$P_1 - P_0$	$\Delta P(\%)$	$\epsilon_D$	$Q_0$	$Q_1$	$Q_1 - Q_0$	$\Delta Q(\%)$	
De 0-10 m <sup>3</sup>	0	136	136	$\infty$		2998	2496	-502	-17	34136
De 10-30 m <sup>3</sup>	190	136	-54	-28	-0,2	5464	5842	378	7	9521
Más de 30 m <sup>3</sup>	290	136	-154	-53	-0,2	6187	7199	1012	16	66213
Total						14649	15537	888	6	109870

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen del agua facturada.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.22. Cálculo de la variación del B<sup>o</sup> social.\* ( $\epsilon_D = -0,3$ )**  
 Función de Demanda de Elasticidad Constante

Bloques de consumo (Bimestral)	Tarifa - Parte Variable (pts)				Elasticidad	Demanda (Miles pts)				$\Delta B^o$ social (Miles pts)
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> -P <sub>0</sub>	$\Delta P(\%)$	$\epsilon_D$	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub>	$\Delta Q(\%)$	
De 0-10 m <sup>3</sup>	0	136	136	$\infty$		2998	2496	-502	-17	34136
De 10-30 m <sup>3</sup>	190	136	-54	-28	-0,3	5464	6041	577	11	14441
Más de 30 m <sup>3</sup>	290	136	-154	-53	-0,3	6187	7765	1578	26	101771
Total						14649	16301	1652	11	150348

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen del agua facturada.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.23. Cálculo de la variación del B<sup>o</sup> social.\* ( $\epsilon_D = -0,4$ )**  
 Función de Demanda de Elasticidad Constante

Bloques de consumo (Bimestral)	Tarifa - Parte Variable (pts)				Elasticidad	Demanda (Miles pts)				$\Delta B^o$ social (Miles pts)
	$P_0$	$P_1$	$P_1 - P_0$	$\Delta P(\%)$	$\epsilon_D$	$Q_0$	$Q_1$	$Q_1 - Q_0$	$\Delta Q(\%)$	
De 0-10 m <sup>3</sup>	0	136	136	$\infty$		2998	2496	-502	-17	34136
De 10-30 m <sup>3</sup>	190	136	-54	-28	-0,4	5464	6246	782	14	19470
Más de 30 m <sup>3</sup>	290	136	-154	-53	-0,4	6187	8376	2189	35	139084
Total						14649	17118	2469	17	192689

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen del agua facturada.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

Los cuadros 5.24 y 5.25 para funciones lineales y de elasticidad constante, respectivamente, muestran un resumen de las variaciones de la demanda por el cambio de precios y el incremento del beneficio social, para cada elasticidad.

**Cuadro 5.24. Variación del B°social para diferentes elasticidades.\***  
Función de Demanda Lineal

Elasticidad	Demanda				B° social	
	Q <sub>0</sub> (Miles m <sup>3</sup> )	Q <sub>1</sub> (Miles m <sup>3</sup> )	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub> (ΔQ)	ΔQ (%)	ΔB°SOC. (Miles pts)	B°S./IT (**)
-0,2	14649	15115	466	3	93122	4%
-0,3	14649	15599	950	6	122640	5%
-0,4	14649	16082	1433	10	152081	6%

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen de agua facturada.

(\*\*) EL IT recoge los ingresos de la empresa derivados solo del consumo doméstico.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro 5.25. Variación del B°social para diferentes elasticidades.\***  
Función de Demanda de Elasticidad Constante

Elasticidad	Demanda				B° social	
	Q <sub>0</sub> (Miles m <sup>3</sup> )	Q <sub>1</sub> (Miles m <sup>3</sup> )	Q <sub>1</sub> -Q <sub>0</sub> (Miles m <sup>3</sup> )	ΔQ (%)	ΔB°SOC. (Miles pts)	B°S./IT (**)
-0,2	14649	15537	888	6	109870	4%
-0,3	14649	16301	1652	11	150348	6%
-0,4	14649	17118	2469	17	192689	8%

(\*) Estos cálculos se realizan a partir del volumen de agua facturada.

(\*\*) El IT recoge los ingresos de la empresa derivados solo del consumo doméstico.

Nota: El subíndice 0 hace referencia a la tarifa de EMALSA y el 1 a la propuesta basada en el coste marginal.

Fuente: Estimación a partir de datos de EMALSA.

### **5.7 Excedente del consumidor. Perdedores y ganadores.**

La estructura de precios propuesta, basada en criterios de eficiencia económica, consiste en una tarifa en dos partes, una fija (E) y otra variable (P) igual al coste marginal. Tal y como se explica en el capítulo 2, si el usuario con la menor preferencia por el bien gana un excedente del consumidor no negativo, entonces la tarifa en dos partes propuesta por Coase (1946) es óptima y consigue el mismo nivel de beneficio social que el precio igual al coste marginal (Brown y Sibley, 1986). El efecto de la tasa de entrada es una redistribución de la renta de los consumidores a la empresa.

Los cuadros 5.15, 5.17 y 5.19 muestran la variación del excedente del consumidor como consecuencia del cambio de la tarifa, con funciones de demanda lineales. Los usuarios del tramo de 0 a 10 m<sup>3</sup> (bimestrales), dentro del cual está incluido el consumidor con menor preferencia por el servicio, se ven perjudicados por el cambio en la estructura de precios, puesto que su beneficio neto se ha reducido (la variación del excedente procedente de la parte variable de la tarifa es negativa, y la de la parte fija es positiva, siendo el efecto de la variación total negativo), lo que no indica que el excedente derivado de la tarifa en dos partes sea negativo, sino sencillamente que es menor que cuando se cobra un precio igual a cero. Esto podría hacer pensar que algún consumidor del bloque de 0 a 10 m<sup>3</sup> sale del mercado a causa de la introducción de la nueva tarifa. Para que esto suceda la reducción de su excedente tendría que ser tal que pasara a ser menor que cero.

Pensemos, por ejemplo, en el consumidor con menor preferencia por el bien, sólo si experimentara un beneficio negativo por la introducción de esta estructura de precios abandonaría el mercado. Se analizó en el epígrafe 5.6 que la demanda para este tipo de consumidores es tan inelástica que un consumidor sufre una desutilidad infinita al salir del mercado y, por tanto, deseará pagar alguna tasa de entrada finita tal que le reporte un excedente no negativo.

También en el epígrafe 5.6 se vio que la demanda media para los consumidores del primer bloque de consumo era de aproximadamente 9,6 m<sup>3</sup> bimestrales. El efecto del incremento del precio, desde 0 a 136 pts, disminuye el consumo a 8 m<sup>3</sup> bimestrales, produciendo una reducción del excedente neto para este tipo de consumidores que se recoge en el cuadro 5.20 (sólo en el caso de una elasticidad de la demanda con respecto al precio de -0,2), el usuario medio experimenta una reducción del orden de 1077 pts<sup>15</sup> bimestrales. Para que un consumidor salga del mercado esta pérdida de excedente neto tiene que ser mayor que el beneficio neto derivado de la tarifa inicial. Esto no sucede<sup>16</sup> sencillamente porque la tasa de entrada (E) es menor con la tarifa propuesta que con la actual. Cualquier consumidor de este grupo que consuma por debajo de la media, por ejemplo, el que tenga la menor preferencia por el bien, experimentará exactamente lo mismo, pues como se observa el consumo no puede reducirse hasta cero.

---

<sup>15</sup> Se obtiene de dividir 336 millones, que es la reducción neta de excedente del cuadro 5.20 entre el número de abonados de este tramo que es de 52000. Para que sea bimestral se divide por 6.

<sup>16</sup> Se comprueba fácilmente con la función de demanda que pasa por los dos puntos (P=0, q=9,6) y (P=136, q=8), que tiene una elasticidad de -0,2 y una ordenada en el origen de P=816. El excedente neto para la tarifa inicial es de aproximadamente 2967 pts bimestrales superior a la reducción de 1077 pts debida al cambio de tarifa.

Claramente, el excedente de consumidor para el último bloque se ha elevado por la introducción de la tarifa basada en el coste marginal (es positivo tanto el resultante de la parte fija como el de la variable). El efecto global, de los tres tramos de consumo es un incremento neto del excedente del consumidor, según los cuadros 5.15, 5.17, 5.19 y el cuadro resumen 5.20

Con la aplicación del sistema de precios propuesto, hay un grupo de perdedores que son los consumidores del tramo de 0 a 30 m<sup>3</sup>, otro de ganadores que son los usuarios de más de 30 m<sup>3</sup> bimestrales y un tercero que permanece inalterado, que es la empresa. Si aplicamos estrictamente el criterio de eficiencia en el sentido de Pareto, aunque la asignación conseguida con la tarifa en dos partes sea óptima (maximiza el beneficio social), ésta no supone una mejora respecto a la situación anterior, ya que a pesar de que algunos consumidores se benefician otros empeoran.

Según el criterio de Kaldor-Hicks, si con la aplicación de una nueva política surge una situación tal que unos miembros de la sociedad mejoran y otros empeoran, pero los ganadores pueden compensar (potencialmente) a los perdedores, aunque esta compensación no se haga efectiva, entonces el cambio es deseable desde el punto de vista social.

En este caso, la pérdida de excedente neto de los usuarios de menor consumo (primer y segundo bloque) asciende, según el cuadro 5.20 ( $\epsilon = -0,2$ ), a la cantidad de 567 millones de pts., mientras que la ganancia por este mismo concepto de los consumidores de más de 30 m<sup>3</sup> es en total de 659 millones de pts. De donde se deduce que la compensación potencial es posible y, por tanto, el

cambio de una política de precios a otra es socialmente deseable de acuerdo con el criterio de Kaldor-Hicks.

La única forma de elevar el excedente de los consumidores del primer bloque, con la intención de garantizar un consumo mínimo, es reduciendo la parte fija de la tarifa, puesto que si se modifica el componente variable se introduce ineficiencia.

Construyendo una estructura de precios para este tipo de usuarios tal que, permaneciendo  $P=136$  pts/m<sup>3</sup>, se reduzca hasta  $E=0$  pts la tasa de entrada, para consumos de 0 a 10 m<sup>3</sup>, se consigue mantener un sistema de precios eficiente. Comparando esta estructura con la de EMALSA la variación del excedente procedente de la parte fija se eleva a 296 millones de pts, produciéndose una variación neta del excedente de -77 millones de pts que, aunque sigue siendo negativa, será la mínima pérdida posible dado que la parte variable no se puede modificar.

Este sistema se puede englobar dentro de las estructuras de precios denominados de salvamento (lifeline), diseñadas para proveer un volumen mínimo o esencial de servicio a aquellos clientes de bajo nivel de rentas (OCDE, 1987).

La tarifa de salvamento puede aplicarse a todos los usuarios con la justificación de que ellos mismos se clasifican en bloques de consumo de acuerdo a sus preferencias y rentas. Se supone que los consumidores de baja renta usan menos agua que el resto de los usuarios y se colocan en el primer tramo de consumo, lo que no debe ser necesariamente cierto (AWWA, 1992). Piénsese, por ejemplo,

en una tienda de tejidos que utiliza el agua exclusivamente para limpiar el local, su consumo bimestral probablemente estará comprendido entre 0 y 10 m<sup>3</sup>; y en una familia numerosa de poco poder adquisitivo cuyo consumo puede ser sustancialmente mayor a los 10 m<sup>3</sup>. En el primer caso, el consumo del establecimiento se acogería a la tarifa de salvación, mientras que la familia numerosa no se beneficiaría de ella.

Para que esta política de precios sea efectiva, sería necesario establecer criterios bajo los cuales los consumidores de niveles de renta inferiores se vieran beneficiados por dichas tarifas. La empresa tiene dos opciones, aplicar el sistema de precios a todos los usuarios ó identificar a los consumidores de bajo poder adquisitivo para que sean los únicos beneficiados, a través de algún método de selección.

La ventaja de esta última, es que cualquier usuario que no posea las características requeridas no puede consumir en la tarifa de salvación, por tanto, es más efectiva que la primera, pero introduce un coste adicional para la empresa ya que tiene que diseñar algún método de selección y realizar controles periódicos que garanticen que las exigencias previamente pactadas se cumplen. La primera opción no garantiza todas las condiciones para las que fue establecida la tarifa de salvación, pero tiene el aliciente de no incurrir en costes significativos de aplicación.

Un problema que se deriva de la introducción de esta estructura de precios es que

el ingreso de la empresa se reduce<sup>17</sup>, no consiguiéndose los objetivos propuestos. Las subvenciones para cubrir este diferencial de ingresos pueden provenir de dos fuentes: a) subvención externa; o b) elevar la parte fija de la tarifa para los consumos de más de 10 m<sup>3</sup>.

Con las subvenciones externas<sup>18</sup> el sistema de precios (EX) quedaría establecido según recoge el cuadro 5.26, donde los usuarios pertenecientes al primer bloque de consumo no pagan la tarifa de entrada E.

**Cuadro 5.26. Estructura de precios. Financiación externa (EX)**

Fija (E) (pts)	Variable (P) (pts/m <sup>3</sup> )	Consumo (Bimestral)
0	136	0 a 10 m <sup>3</sup>
830	136	más de 30 m <sup>3</sup>

Con la segunda fuente de financiación la estructura tarifaria (IN) queda establecida como se muestra en el cuadro 5.27 según la cual los usuarios del primer tramo de consumo están siendo compensados por el resto de los clientes de la compañía, de forma que estos últimos pagan unas tasas E más elevadas para que la empresa recupere sus ingresos.

<sup>17</sup> La pérdida de ingresos se calcula multiplicando la tasa de entrada anual ( $E=830 \times 6$ ) por el número de abonados del primer tramo ( $A=52000$ ) resultando la cantidad anual de 259 millones de pts.

<sup>18</sup> En el año 1991 la subvención al agua desalada obtenida por EMALSA ascendió a la cantidad de 959 millones de pts, suficiente para financiar la tasa de entrada a los usuarios de primer tramo del consumo y reducir la del resto.

**Cuadro 5.27. Estructura de precios. Financiación interna (IN)**

Fija (E) (pts)	Variable (P) (pts/m <sup>3</sup> )	Consumo (Bimestral)
0	136	0 a 10 m <sup>3</sup>
1500*	136	más de 30 m <sup>3</sup>

\* Se obtiene de traspasar el ingreso resultante de la parte fija (E) de los consumidores del primer bloque al resto de los usuarios.

Con la introducción de (EX), la estructura tarifaria sigue siendo eficiente (suponiendo que la subvención se está utilizando en su mejor uso alternativo); el sistema de precio resultante con (IN) también conserva la característica de maximizar el beneficio social, puesto que lo que se produce es una compensación de los usuarios de mayor volumen a los de menor, traducida en una transferencia de rentas entre consumidores.

El inconveniente de este sistema de precios, si se aplica a todos los consumidores, es que puede ocasionar un desplazamiento de usuarios hacia el primer bloque de consumo. Desde el momento en que el excedente derivado de consumir 10 m<sup>3</sup> sea mayor que el excedente obtenido por pertenecer al bloque de más de 10 m<sup>3</sup>, el consumidor se traslada al primer tramo de consumo, demandando el máximo que es 10 m<sup>3</sup>.

Por ejemplo, consideremos la siguiente función de demanda bimestral de servicios de agua para un consumidor:

$$P = a - bQ \quad (5.7)$$

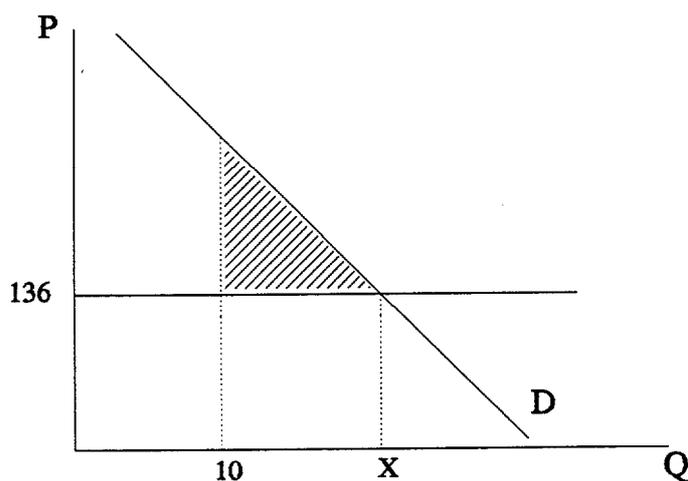
siendo la estructura tarifaria para todo el consumo:

$$P = 136 \text{ pts/m}^3 \quad E = 830 \text{ pts}$$

Se considera que el consumidor está demandando la cantidad  $Q=X$  m<sup>3</sup> a 136 pts/m<sup>3</sup> de modo que está pagando justamente lo que desea pagar por esa cantidad. En este caso su excedente es todo el área bajo su curva de demanda hasta la línea de precios, menos la tasa de entrada.

Con la aplicación de cualquiera de las dos estructuras tarifarias correspondientes a los cuadros 5.26 y 5.27 el consumidor puede tener incentivos para reducir su consumo hasta 10 m<sup>3</sup>, cantidad máxima que se le permite consumir sin pagar tasa de entrada (E). En el gráfico 5.8 se representa la función de demanda bimestral (5.7) para un consumidor individual. El consumidor representado demanda la cantidad  $Q=X$  m<sup>3</sup> para  $P=136$ , si reduce su consumo a  $Q=10$  m<sup>3</sup> su excedente disminuye justo en el área sombreada del gráfico 5.8. Si este área es mayor que  $E=830$  en caso de aplicar EX, o de  $E=1500$  en caso de IN, el consumidor no tiene incentivos para reducir su demanda.

**Gráfico 5.8. Pérdida de excedente por desplazamiento de consumidores.**



El cálculo de estas áreas para diferentes consumos se recoge en el cuadro 5.28, en el que se suponen distintas funciones de demanda bimestrales<sup>19</sup>, una para cada consumidor marginal, con la misma elasticidad  $\epsilon = -0,2$  en los puntos  $P=136$  y el  $Q$  respondiente a cada curva.

Si se introduce la estructura tarifaria del cuadro 5.26. El usuario ( $U_{EX}$ ), cuya área es igual a 830, está consumiendo  $16,3 \text{ m}^3$  bimestrales aproximadamente, por tanto,  $U_{EX}$  es indiferente entre ese consumo y  $10 \text{ m}^3$ , pues obtiene el mismo excedente (véase cuadro 5.28). Todos los usuarios que demandan menos de  $16,3 \text{ m}^3$ , situados por debajo de  $U_{EX}$ , preferirán consumir  $10 \text{ m}^3$ , pues su excedente será mayor.

**Cuadro 5.28. Variación del excedente del consumidor por desplazamiento al primer tramo de consumo.**

Función	Elasticidad	Demanda	Precios	$\Delta$ Excedente
$P=f(Q)$	$\epsilon$	$Q(\text{m}^3)$	$P(\text{pts}/\text{m}^3)$	pts
$P=816 - 42,5Q$	-0,2	16	136	765
$P=816 - 41,7Q$	-0,2	16,3	136	830*
$P=816 - 41,2Q$	-0,2	16,5	136	871
$P=816 - 40 Q$	-0,2	17	136	980
$P=816 - 38 Q$	-0,2	18	136	1200
$P=816 - 36 Q$	-0,2	19	136	1440
$P=816 - 35,4Q$	-0,2	19,2	136	1500*
$P=816 - 34 Q$	-0,2	20	136	1770

(\*) Consumidores marginales  $U_{EX}$  y  $U_{IN}$  aplicando EX e IN respectivamente.

<sup>19</sup> Se estiman los parámetros  $a$  y  $b$  de la función de demanda partiendo del punto conocido ( $P=136$ ,  $Q=10$ ) y suponiendo una elasticidad  $\epsilon = -0,2$ . Esta se mantiene para las restantes funciones de demanda.

Si el sistema de precios que se adopta es el del cuadro 5.27, el consumidor ( $U_{IN}$ ), cuya área es igual a 1500, estará consumiendo alrededor de 19,20 m<sup>3</sup> bimestrales, como se recoge en el cuadro 5.28. Ahora, todo el conjunto de usuarios a la izquierda de  $U_{IN}$ , con consumos inferiores a 19,20 m<sup>3</sup>, preferirán mantenerse en 10 m<sup>3</sup>, pues su beneficio es más elevado.

En general, con la introducción de cualquiera de estas estructuras de precios, cuya diferencia surge como consecuencia del modelo de financiación elegido, la empresa ve reducir sus ingresos en la cantidad resultante de multiplicar el número de consumidores que se trasladan al primer bloque por la tasa de entrada que dejan de abonar. Para estimar la pérdida de ingresos por parte de la compañía será necesario conocer el número de usuarios que se desplazan de un bloque a otro o la función de distribución de consumidores.

El problema de la reducción de ingresos se puede subsanar, estableciendo un sistema de selección que imponga esta tarifa de salvación  $P=136$  y  $E=0$  sólo a los consumidores de bajo nivel de renta; si lo que se pretende es, además de garantizar un consumo mínimo, alcanzar objetivos redistributivos.

Por parte de la empresa siempre que el coste de establecer este sistema de selección y control sea menor que la pérdida de ingresos derivada del traspaso de usuarios, cuando se aplica a todos los consumidores, la inversión en la puesta en práctica del método de selección estará justificada.

## 5.8 Consideraciones de equidad

La dificultad de llegar a un acuerdo sobre el criterio de equidad que se debe adoptar para que una estructura de precios sea justa, se deriva de las numerosas definiciones que sobre este concepto se encuentran en la literatura. Según OCDE (1987) deben identificarse dos interpretaciones de equidad: la distribución de ingresos en la comunidad que es un asunto de política gubernamental; y la construcción de un sistema equitativo de cobros que tenga en cuenta los servicios recibidos y los costes impuestos sobre los consumidores.

La noción más estricta del concepto de equidad recoge que cada consumidor debe pagar lo mismo por unidad de servicio de agua, sin reparar en el coste, dentro de un área concreta o en toda la economía, según la versión más extrema de esta interpretación, de la misma forma que el servicio de correos. En contra de este concepto de equidad se puede decir que hay que definir un servicio de agua no sólo con respecto a sus características físicas (que podrían ser muy similares en diferentes áreas) sino también, a su coste de oferta, ya que diferentes costes implican diferentes servicios. Además las zonas que controlan sus costes estarían discriminadas con respecto a las que no lo hacen, por lo que persiguiendo el objetivo de equidad se sacrificaría el de eficiencia asignativa. Frankham y Webb (1977) afirman que la industria de agua debe adoptar un concepto de equidad que reconozca que los precios tienen que estar relacionados con los costes en los que los consumidores incurren por disponer del servicio.

Una noción menos severa del concepto de equidad, persigue metas de redistribución de renta y justicia social defendiendo precios de agua políticos o sociales, lo que supone que la oferta de agua es una necesidad básica (reconociéndose en la Conferencia de Agua de las Naciones Unidas el "derecho al agua potable") y debe suministrarse a un precio bajo y, por tanto, subvencionado con el fin de asegurar que ningún consumidor quede excluido de disfrutar de sus beneficios por consideraciones de ingresos (United Nations, 1980). Dentro este enfoque de justicia social otro punto de vista ha ido ganando terreno, se refiere a una estructura de precios basada en el coste marginal ayudando a los miembros más pobres de la comunidad a través de políticas sociales y no subvencionando los precios de las empresas, o imponiendo sobre algunos consumidores cobros más altos que el coste que ellos ejercen sobre el sistema, con el fin de ayudar a otros (Herrington y Webb, 1981). Dentro de esta línea se encuentran las tarifas de salvación, que ya han sido discutidas en el apartado anterior y que van encaminadas a garantizar un consumo mínimo, de manera que los primeros metros se cobran a un precio más bajo y, por tanto, la empresa tiene que recibir subvenciones; o bien cobrar más caro el resto del consumo, en cuyo caso unos usuarios están subsidiando a otros, no consiguiéndose, necesariamente, la meta de redistribución de ingresos debido a que no tienen que ser precisamente los miembros más pobres los de menor consumo (Ide, 1980).

Se puede concluir afirmando que los resultados de la eficiencia asignativa aseguran un nivel aceptable de equidad, en el caso de que se considere justo que los consumidores paguen cantidades relacionadas con el coste económico que sus demandas imponen sobre el sistema y consecuentemente sobre la comunidad.

## 5.9 Conclusiones

Los criterios de valoración generalmente utilizados para la fijación de precios públicos son el de eficiencia asignativa y el de equidad. En este capítulo se estiman las ganancias de eficiencia que se derivan de introducir una tarificación basada en el coste marginal en una empresa de servicios de suministro de agua, a partir de una estimación propia de los costes relevantes.

Los resultados muestran un aumento significativo del excedente social que se cuantifica en un 4, 5 y 6 por ciento de los ingresos totales correspondientes a los consumidores domésticos, de acuerdo con los tres valores de elasticidad utilizados para funciones de demanda lineales; y en un 4, 6 y 8 por ciento de los mismos ingresos e iguales valores de elasticidad, con funciones de elasticidad constante, dada la información contable facilitada por la compañía y la fiabilidad de los datos empleados. Las estimaciones realizadas descansan sobre el supuesto de eficiencia técnica y productiva, sin cuya presunción no es alcanzable la eficiencia en términos económicos.

Es importante señalar que en este trabajo la preocupación principal ha sido el establecimiento de precios eficientes. Los objetivos de equidad se han considerado en la última parte del capítulo, tratando de adaptar alguna de las múltiples interpretaciones de este concepto a las metas de eficiencia económica.

El criterio de equidad más cercano al de eficiencia económica es el que reclama que es justo que cada consumidor pague de acuerdo a los costes que impone sobre el sistema, pero teniendo en cuenta a los usuarios de bajo poder adquisitivo para que no resulten perjudicados. Con este propósito se ha introducido la idea de tarifas de salvación que consisten, fundamentalmente, en reducir la tasa de entrada para el primer tramo de consumo. El objetivo principal de esta clase de tarifas se centra en asegurar un consumo mínimo, con la finalidad de alcanzar metas redistributivas garantizando que los miembros más desfavorecidos de la comunidad no queden excluidos del consumo por motivos de renta.

## 5.10 Anexos

**Cuadro A.5.1. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1987. (Miles de pts)**

	Variable	Semifijo	Fijo	Total
Sueldos y salarios	262971	311680	273759	848410
Seguridad Social	68495	83731	62986	215212
Compras de agua	542836	0	0	542836
Energía eléctrica	92146	0	0	92146
Combustibles	437889	0	0	437889
Productos químicos	108750	0	0	108750
Materiales y repuestos	66121	0	0	66121
Compra de contadores	0	2052	0	2052
Gastos de verif. contadores	0	207	0	207
Otros servicios	0	0	27387	27387
Conexiones	0	11000	0	11000
Reparaciones a solicitantes	0	1130	0	1130
Reparaciones y conservacion	0	0	274594	274594
Serv. prof. independientes	0	0	12665	12665
Arrendamientos y cánones	0	0	539	539
Gastos de transporte	0	0	4487	4487
Seguros	0	0	3304	3304
Servicios bancarios	0	9518	0	9518
Publicidad	0	0	4837	4837
Tributos	0	0	966	966
Gastos financieros	0	0	54557	54557
Gastos extraordinarios	0	0		0
Dot. para amortizaciones	0	0	513972	513972
Dot. prov. para insolv.	0	0	98567	98567
<b>Total</b>	<b>1579208</b>	<b>419318</b>	<b>1332620</b>	<b>3331146</b>

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro A.5.2. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1988. (Miles de ptas)**

	Variable	Semifijo	Fijo	Total
Sueldos y salarios	271026	355056	308172	934254
Seguridad Social	77846	95837	72092	245775
Compras de agua	716263	0	0	716263
Energía eléctrica	92226	0	0	92226
Combustibles	396429	0	0	396429
Productos químicos	95603	0	0	95603
Materiales y repuestos	43997	0	0	43997
Compra de contadores	0	6313	0	6313
Gastos de verif. contadores	0	331	0	331
Otros servicios	0	0	30777	30777
Conexiones	0	20702	0	20702
Reparaciones a solicitantes	0	1819	0	1819
Reparaciones y conservacion	0	0	423280	423280
Serv. prof. independientes	0	0	26848	26848
Arrendamientos y cánones	0	0	882	882
Gastos de transporte	0	0	5105	5105
Seguros	0	0	3652	3652
Servicios bancarios	0	10296	0	10296
Publicidad	0	0	7690	7690
Tributos	0	0	1001	1001
Gastos financieros	0	0	45150	45150
Gastos extraordinarios	0	0	2394	2394
Dot. para amortizaciones	0	0	532831	532831
Dot. prov. para insolv.	0	0	25969	25969
<b>Total</b>	<b>1693390</b>	<b>490354</b>	<b>1485843</b>	<b>3669587</b>

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro A.5.3. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1989.** (Miles de ptas)

	Variable	Semifijo	Fijo	Total
Sueldos y salarios	292156	376758	332516	1001430
Seguridad Social	86234	106474	80093	272801
Compras de agua	756397	0	0	756397
Energía eléctrica	375880	0	0	375880
Combustibles	465041	0	0	465041
Productos químicos	90842	0	0	90842
Materiales y repuestos	50778	0	0	50778
Compra de contadores	0	8791	0	8791
Gastos de verif. contadores	0	275	0	275
Otros servicios	0	0	46235	46235
Conexiones	0	28310	0	28310
Reparaciones a solicitantes	0	2487	0	2487
Reparaciones y conservacion	0	0	429185	429185
Serv. prof. independientes	0	0	31457	31457
Arrendamientos y cánones	0	0	2456	2456
Gastos de transporte	0	0	1808	1808
Seguros	0	0	2226	2226
Servicios bancarios	0	12955		12955
Publicidad	0	0	16628	16628
Tributos	0	0	1413	1413
Gastos financieros	0	0	117713	117713
Gastos extraordinarios	0	0	3008	3008
Dot. para amortizaciones	0	0	541227	541227
Dot. prov. para insolv.	0	0	28855	28855
<b>Total</b>	<b>2117328</b>	<b>536050</b>	<b>1634820</b>	<b>4288198</b>

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro A.5.4. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1990.** (Miles de ptas)

	Variable	Semifijo	Fijo	Total
Sueldos y salarios	297338	404907	373637	1075882
Seguridad Social	91265	120965	90994	303224
Compras de agua	943028	0	0	943028
Energía eléctrica	783582	0	0	783582
Combustibles	281986	0	0	281986
Productos químicos	48375	0	0	48375
Materiales y repuestos	58109	0	0	58109
Compra de contadores	0	14784	0	14784
Gastos de verif. contadores	0	144	0	144
Otros servicios	0	0	39346	39346
Conexiones	0	20291	0	20291
Reparaciones a solicitantes	0	1782	0	1782
Reparaciones y conservacion	0	0	379231	379231
Serv. prof. independientes	0	0	51830	51830
Arrendamientos y cánones	0	0	2696	2696
Gastos de transporte	0	0	1253	1253
Seguros	0	0	5150	5150
Servicios bancarios	0	16028	0	16028
Publicidad	0	0	13521	13521
Tributos	0	0	2523	2523
Gastos financieros	0	0	161123	161123
Gastos extraordinarios	0	0	9544	9544
Dot. para amortizaciones	0	0	528669	528669
Dot. prov. para insolv.	0	0	38634	38634
<b>Total</b>	<b>2503683</b>	<b>578901</b>	<b>1698151</b>	<b>4780735</b>

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro A.5.5. Costes operativos y de mantenimiento. Año 1991. (Miles de ptas)**

	Variable	Semifijo	Fijo	Total
Sueldos y salarios	344295	461374	417509	1223178
Seguridad Social	85410	136433	102617	324460
Compras de agua	1026551	0	0	1026551
Energía eléctrica	812417	0	0	812417
Combustibles	258336	0	0	458336
Productos químicos	52114	0	0	52114
Materiales y repuestos	4836	0	0	48360
Compra de contadores	0	0	0	0
Gastos de verif. contadores	0	119	0	119
Otros servicios	0	0	38801	38801
Conexiones	0	14435	0	14435
Reparaciones a solicitantes	0	1268	0	1268
Reparaciones y conservacion	0	0	336359	336359
Serv. prof. independientes	0	0	52907	52907
Arrendamientos y cánones	0	0	2520	2520
Gastos de transporte	0	0	1428	1428
Seguros	0	0	5786	5786
Servicios bancarios	0	19997	0	19997
Publicidad	0	0	2843	2843
Tributos	0	0	29	29
Gastos financieros	0	0	221906	221906
Gastos extraordinarios	0	0	36440	36440
Dot. para amortizaciones	0	0	467361	467361
Dot. prov. para insolv.	0	0	56859	56859
<b>Total</b>	<b>2627483</b>	<b>633626</b>	<b>1743365</b>	<b>5004474</b>

Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro A.5.6. Consumo de carburante y energía de LPI y LPII**

Año	Carburante					Energía					Agua					Carb.(*)		Energía	
	LPI		LPII		Total	LPI		LPII		Total	LPI		LPII		Total	LPI	LPII	LPI	LPII
	Kg	%	Kg	%		Kw	%	Kw	%		m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%		Kg/ m <sup>3</sup>	Kg/ m <sup>3</sup>	Kw/ m <sup>3</sup>	Kw/ m <sup>3</sup>
1987	96166	82	21340	18	117506	43490	54	37592	46	81082	5636	51	5404	49	11040	17	4	8	7
1988	79971	80	20048	20	100019	33104	50	33423	50	66527	4427	48	4710	52	9137	18	4	7	7
1989	75235	79	19427	21	94662	30767	48	33896	52	64663	4004	46	4687	54	8691	19	4	8	7
1990	52647	91	5270	9	57917	23981	70	10446	30	34427	3283	73	1236	27	4519	16	4	7	8
1991	84397	98	1776	2	86173	36288	92	3283	8	39571	4749	92	412	8	5161	18	4	8	8

Nota: LPI y LPII se refieren a las potabilizadoras Las Palmas I y Las Palmas II, respectivamente.

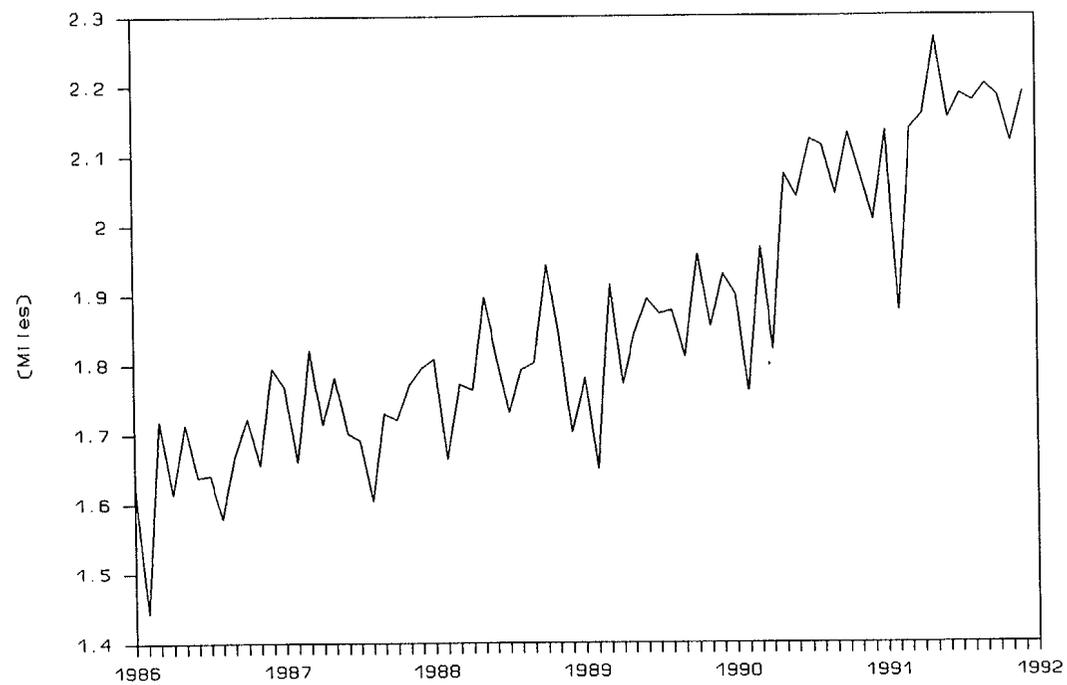
Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

**Cuadro A.5.7. Asignación del coste del carburante a la producción de agua y energía de LPI**

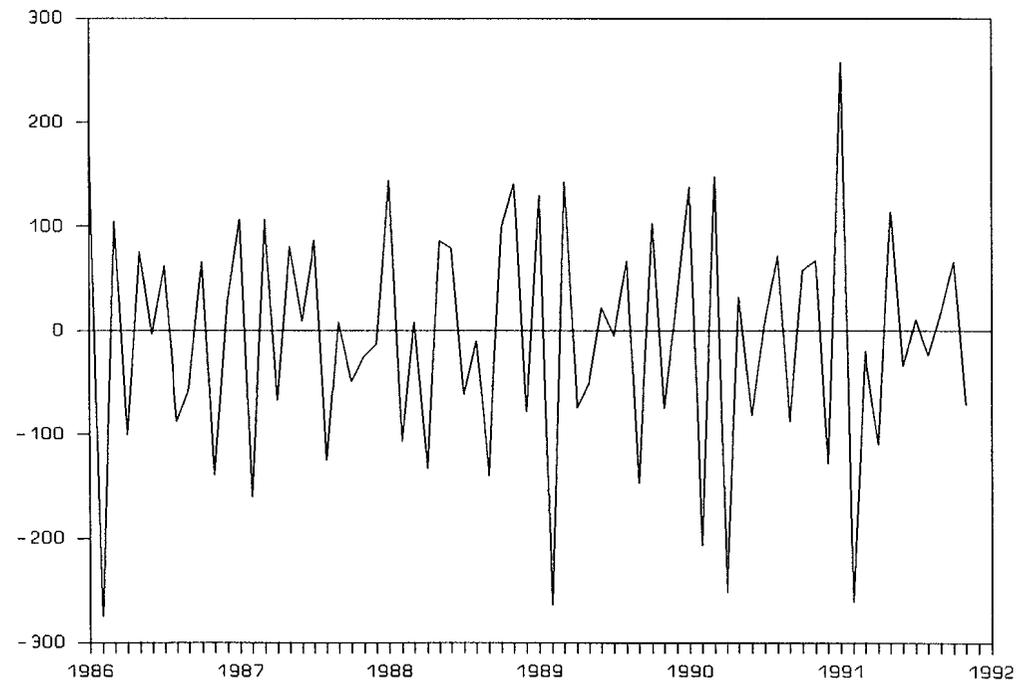
Año	Carb. (*)	Agua	Energía	Agua		Energía		Total	Total	Coste	Coste
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	Kg	%	Kg	%	Kg	Pts	Agua	Energía
1987	17	4	13	22544	23	73622	77	96166	974144	228367	750091
1988	18	4	14	17708	22	62263	78	79971	843466	186769	657903
1989	19	4	15	16016	21	59219	79	75235	977338	208055	772097
1990	16	4	12	13132	25	39515	75	52647	594863	148380	446147
1991	18	4	14	18996	23	65401	77	84397	1031662	232206	794380

Nota: LPI se refiere a la potabilizadora Las Palmas I  
 Fuente: Elaboración a partir de datos de EMALSA.

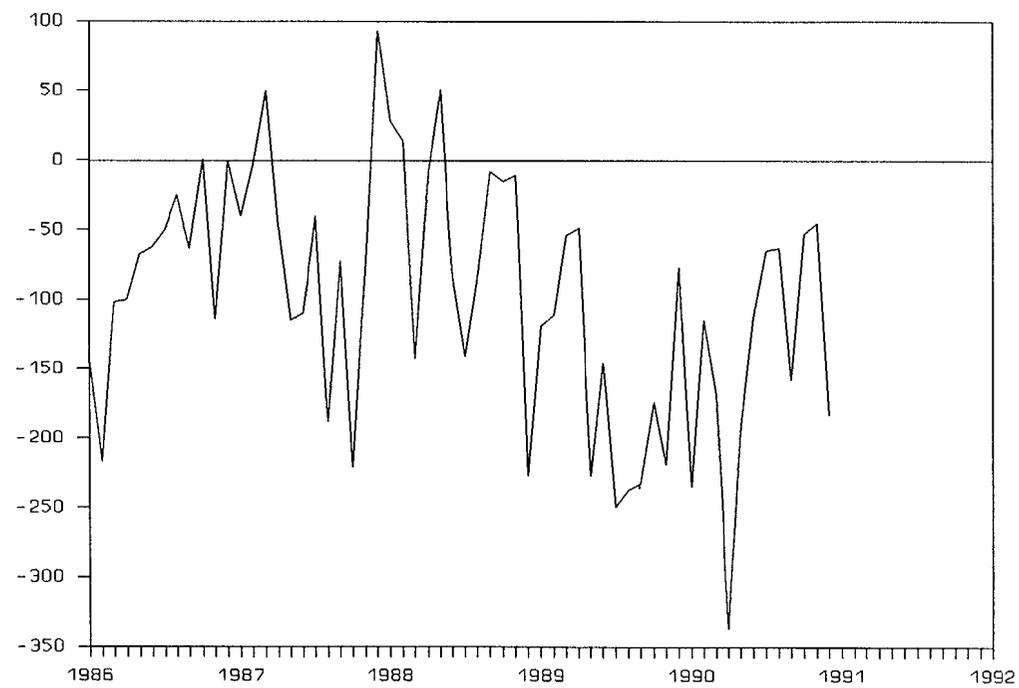
**Gráfico A.5.1. Consumo mensual. Años 1986-1991.**



**Gráfico A.5.2. Consumo mensual. Años 1986-1991. (Diferencias de primer orden)**



**Gráfico A.5.3. Consumo Mensual. Años 1986-1991. (Diferencia estacional).**



## Capítulo 6. Conclusiones

La industria de suministro de agua presenta características de monopolio natural aunque, en la parte de producción haya alguna evidencia de oligopolio natural debido a la existencia, en algunos casos, de más de una empresa productora de agua. La teoría de los precios públicos trata de establecer criterios de fijación de tarifas para lograr determinados objetivos de eficiencia y equidad en una industria de estas características. Para asegurar la eficiencia en la asignación de los recursos, la regla adecuada es la del coste marginal (por lo menos en un mundo de óptimo de primera preferencia). Sin embargo, este criterio bajo la hipótesis de una empresa monopolística con rendimientos crecientes a escala, conduciría a un déficit cuya financiación implicaría bien el establecimiento de subvenciones estatales (que podrían crear nuevas ineficiencias), o bien la búsqueda de criterios de fijación de precios que se desvíen eficientemente de los costes marginales.

La aplicación de sistemas de precios no uniformes es lo más común en este contexto, dentro de los que destaca la tarifa en dos partes. Esta consta de dos componentes: uno que sigue la regla del coste marginal y otro con el que se pretende recuperar el resto de los costes. Si en la parte variable se fija el precio igual al coste marginal se logrará el objetivo de maximizar el beneficio social en una situación de óptimo de primera preferencia.

La parte fija o tasa de entrada podrá generar algo de ineficiencia, dado que

desincentiva la entrada de algunos usuarios. Sin embargo, si la permanencia en el mercado respecto al consumo presenta una demanda relativamente inelástica, una tasa de entrada alta no animará la salida del mercado de los abonados. En determinados servicios públicos, como el de suministro de agua es improbable que los usuarios salgan del mercado como consecuencia de tarifas razonablemente elevadas. Por tanto, en este tipo de industria la tarificación en dos partes sería eficiente.

Evaluando las ventajas e inconvenientes de todos los sistemas de precios comentados, una tarifa basada en el coste marginal alcanza los objetivos de eficiencia económica y equidad, por lo menos en el sentido de que cada consumidor paga el coste por unidad de servicio. El coste marginal para la aplicación de esta tarifa se calcula sólo con los costes que varían con la producción, el resto de los costes se introducen en el recibo en forma de un componente fijo. Así, la estructura de precios se conforma como una tarifa no uniforme, cuyas ventajas ya se han comentado en este capítulo.

Si la empresa presenta rendimientos decrecientes a escala, la aplicación de la regla del coste marginal puede ocasionar exceso de beneficios, en tal caso se reduce la parte fija del recibo, pues la modificación del componente variable introduce ineficiencia. Cuando los costes son decrecientes el defecto de ingresos se cubre con el elemento fijo de la tarifa.

En caso de que se detecten fluctuaciones temporales acusadas, está justificada la modificación del precio entre ellas, estableciendo un sistema de tarifas estacionales que respete la estructura en dos partes. Los precios suben en los

períodos puntas con el coste marginal de suministrar en ese período y se mantienen en las épocas de demandas normales.

Salvando todos los problemas derivados de la estimación del coste marginal, suponiendo que se minimizan costes, pues sin eficiencia productiva no hay eficiencia económica y, contando con que la empresa obtenga datos de costes estacionales, ésta estructura cumple muchos de los requisitos deseables para un sistema de tarificación y es la que se propone para aplicar a una empresa de suministro de agua.

Los resultados de la fijación de la tarifa propuesta muestran un aumento significativo del excedente social que se cuantifica en un 4, 5 y 6 por ciento de los ingresos totales correspondientes a los consumidores domésticos, de acuerdo con los tres valores de elasticidad utilizados para funciones de demanda lineales; y en un 4, 6 y 8 por ciento de los mismos ingresos e iguales valores de elasticidad, con funciones de elasticidad constante, dada la información contable facilitada por la compañía y la fiabilidad de los datos empleados.

No se han introducido variaciones de precios entre estaciones puesto que la empresa no posee datos de costes temporales, además mediante la observación de la serie de consumo no se han detectados diferencias estacionales significativas.

Finalmente, conviene subrayar que aunque el principal objetivo de este trabajo no es abordar problemas de equidad, se hacen algunas consideraciones sobre este concepto buscando alguna vía de reconciliación con el criterio de eficiencia económica. El gran número de enfoques y el marcado componente subjetivo que

envuelve el concepto de equidad, además de la falta de unanimidad para llegar a un acuerdo, dificultan el análisis para la determinación de un sistema de precios equitativo a la vez que eficiente.

El concepto de equidad más cercano al de eficiencia económica es el que reclama que es justo que cada consumidor pague de acuerdo a los costes que impone sobre el sistema. Para el grupo de consumidores de poco poder adquisitivo se puede establecer un sistema de ayuda social o de precios subvencionados, de manera que se cumplan objetivos redistributivos. De esta forma, los resultados de la eficiencia asignativa aseguran un aceptable nivel de equidad.

## Referencias

AGTHE, D.E., BILLINGS, R.B., DOBRA, J.L. y RAFFIE, K. (1986): "A Simultaneous Equation Demand Model for Block Rates". Water Resources Research. Vol.22, N°1, Pág.1-4.

AGTHE, D.E. y BILLINGS, R.B. (1980): "Dynamic Models of Residential Water Demand". Water Resources Research. Vol.16, N°3, Pág.476-480.

ATTANASI, E.D., CLOSE, E.R. y LOPEZ, M.A. (1975): "Techniques for Water Demand Analysis and Forecasting: Puerto rico, a Case Study. Geological Survey Report. N°75-94. Washington.

AWWA. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. (1992): Alternative Rates. Manual of water supply practices. AWWA M34. USA.

BAIN, J.S., CAVES, R.E. y MARGOLIS, J.S. (1966): Northern California's Water Industry. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

BAUMOL, W.J. y BRADFORD, D.F. (1970): "Optimal Departures From Marginal Cost Pricing". The American Economic Review. Vol.63, N°3, Pág.265-283.

BAUMOL, W.J., PANZAR, D.F. y WILLIG. (1982): Contestable Markets and the Theory of Industry Structure. Harcourt-Brace-Jocanovich. New York.

BILLINGS, R.B. y AGTHE, D.E. (1980): "Price Elasticities for Water: A Case of Increasing Block Rates". Land Economics. Vol.56, N°1, Pág.73-84.

BRAEUTIGAN, R.R. (1989): "Optimal Policies for Natural Monopolies". Handbook of Industrial Organization. Vol.II, Pág.1290-1343.

BRONW, G. y McGUIRE, C.B. (1967): "A Socially Optimum Pricing Policy for a Public Water Agency". Water Resources Research. Vol.3, N°1, Pág.33-43.

BROWN, S.J. y SIBLEY D.S. (1986): The Theory of Public Utility Pricing. Cambridge University Press.

CALL, H. (1977): "The Interrelationship Between Water Consumption and Rates". American Water Works Association Journal. Vol.69, N°1, Pág.52-55.

CARVER, P.M. y BOLAND, J.J. (1980): "Short-and Long-Run Effects of Price on Municipal Water use". Water Resources Research. Vol.16, N°4, Pág.609-616.

CICCHETTI, C.J., GILLEN, W.J. y SMOLENSKY, P. (1977): The Marginal Cost and Pricing of Electricity. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company.

CLARK, R.M. y ASCE. (1979): "Water Supply Regionalization: A Critical Evaluation". Journal of the Water Resources Planning and Management Division. Vol.105, Pág.279-295.

CLARK, R.M. y ASCE. (1976):" Cost and Pricing Relationships in Water Supply". Journal of the Environmental Engineering Division. Vol.102, Pág.361-373.

CLARK, R.M. y GODDARD, H.C. (1977): "Cost and Quality of Water Supply". American Water Works Association Journal.

CLARK, R.M. MACHISKO,J.A. y STEVIE, R.G. (1979): "Cost of Water Supply: Selected Case Studies". Journal of the Environmental Engineering Division-ASCE. Vol.105, N°2, Pág.89-100.

CLARK, R.M. y STEVIE, R.G. (1981a): "A Regional Water Suply Cost Model". Growtm y Change. Vol.12, Pág.8-17.

CLARK, R.M. y STEVIE, R.G. (1981b): "A Water Supply Cost Model incorporating Spatial Variables". Land Economics. Vol.57, N°1, Pág.18-32.

COASE, R.H. (1946): "The Marginal Cost Controversy". Economica. Vol.13, Pág.169-189.

COE, A.L. (1978): Water Supply and Plumbing Practices in Continental Europe. London, Hutchison Benham.

COLANDER, D.C. y HALTIWANGER, J.C. (1979): "Comment on 'Price Elasticity of Demand for Municipal Water: A Case Study of Tucson, Arizona' by Robert A. Young". Water Resources Research. Vol.15, N°5, Pág.1275-1277.

COLLINGE, R.A. (1992): "Revenue Neutral Water Conservation: Marginal Cost Pricing with Discount Coupons". Water resources research. Vol.28, N°3, Pág.617-622.

COMMITTEE REPORT AWWA. (1979): "Regionalization of Water Utilities: A Survey". American Water Works Association Journal. Vol.71, N°12, Pág.702-707.

CREW, M.A. y KLEINDORFER, P.R. (1986): "Water Supply". The Economics of Public Utility Regulation. Macmillan press. Pág.245-263.

CONLEY, B.C. (1967): "Price Elasticity of Demand for Water in Southern California". Ann. Regl.Sci.

CREW, M.A. y ROBERTS, G. (1970): "Some Problems of Pricing under Stochastic Supply Conditions: The Case of Seasonal Pricing for Water Supply". Water Resources Research. Vol.6, N°5, Pág.1272-1276.

CHICOINE, D.L. y RAMAMURTHY, G. (1986): "Evidence on the Specification of Price in the Study of Domestic Water Demand". Land Economics. Vol.62, N°1, Pág.26-32.

DAJANI, J.S. (1973): "Cost Studies of Urban Public Services". Land Economics. Vol.49, Pág.479-483.

DANIELSON, L.E. (1979): "An Analysis of Residential Demand For Water Using Micro Time-Series Data. Water resources research. Vol.15, N°.4, Pág.763-767.

DANIELSON, L.E. (1977): "Estimation of Residential Water Demand". Economic Research Report. North Carolina University Press. N°39.

DE ROOY, J. (1974): "Price Responsiveness of the Industrial Demand For Water". Water Resources Research. Vol.10, N°10, Pág.403-406.

EDO, H.V. (1989): "La Determinación de Precios en las Empresas Públicas". Papeles de Economía Española. N° .38, Pág.30-45.

ELTHRIDGE, D.E. (1970): "An Economic Study of the Effect of Municipal Sewer Surcharges on Industrial Wastes". Thesis. North Carolina State University.

ELLIOT, R.D. (1973): "Economics Study of the Effect of Municipal Sewer Surcharges on Industrial Wastes and Water Usage". Water resources research. Vol.9, N°5, Pág.1121-1131.

ELLIOT, R.D. y SEAGRAVES J.A. (1972): "The Effects of Sewer Surcharges on the Level of Industrial Water and the Use of Water by Industry". Water Resources Research. Raleigh, North Carolina Water Resources Research Institute.

EMALSA. Memorias anuales. Años 1986-1991.

FERREIRO CHAO, A. (1992): "Valoración económica del agua". Seminario: El análisis económico en la gestión de recursos naturales. Universidad Internacional Menendez Pelayo. Santander.

FLACK, J.E. (1965): Water Rights Transfers-An Engineering Approach. Stanford University, Palo Alto, California.

FLACK, J.E. y ROUSSOS G.J. (1978): "Water Consumption Under Peak-Responsibility Pricing". Journal of American Water Works Association. Vol.70, N°3, Pág.121-126.

FORD, J.L. y WARFORD, J.J. (1969): "Cost Functions for the Water Industrial". The Water Industry. Vol.18, Pág.53-63.

FOURT, L. (1958): "Forecasting the Urban Residential Demand for Water". Agricultural Economics Seminar. University of Chicago.

FRANKHAM, J. y WEBB, M.G. (1977): "The Principle of Equalization and the Charging for Water". Public finance and accountancy. Vol.4, N°6.

FREIXAS, X. (1991): "Teoría de la Regulación en Información Imperfecta". VII Jornadas de economía industrial. Madrid

GALLAGER, D.R., BOLLAND, J.J., LE PLASTRIER, B.J. y HOWELL, D.T. (1981): "Methods for Forecasting Urban Water Demands". Australian Water Resources Council Technical. Paper 59.

GALLAGHER, D.R. y ROBINSON, R.W. (1977): "Influence of Metering, Pricing Policies and Incentives on Water use Efficiency". Australian Water Resources Council Technical. N°19

GARDNER, B.D. y SCHICK, S.H. (1964): "Factors Affecting Consumption of Urban Household Water in Northern Utah". Agri. Exp. Sta. Bulletin. N°449

GEGAX, D. (1989): "Natural Monopoly Measures and Regulatory Policy". Public Utility Regulation. Ed. Nowotney, Smith, Trebing. Boston, Dordrecht, London. Pág.185-222.

GIBBS, K.C. (1978): "Price Variance in Residential Water Demand Models". Water resources research. Vol.14, N°2, Pág.15-18.

GOOLSBY, W. (1975): "Optimal Pricing and Investment in Community Water Supply". American Water Works Association Journal. Vol.67, N°5, Pág.220-224.

GOTTIEB, M. (1963): "Urban Domestic Demand for Water: A Kansas Case Study". Land Economics. Vol.39, N°5, Pág.204-210.

GRIFFIN, A.H. y MARTIN, W.E. (1981): "Price Elasticities for Water: A Case of Increasing Block Rates. Comment". Land Economics. Vol.57, N°2, Pág.266-275.

GRIMA, A.P. (1972): Residential Water Demand: Alternative Choices for Management. University of Toronto, Dept. of Geography.

HANKE, S.H. (1981): "On the Marginal Cost of Water Supply". Water Engineering and Management. Vol.120, N°2, Pág.60-68.

HANKE, S.H. (1980): "A Cost-Benefit Analysis of Water Use Restrictions". Water supply and management. Vol.4, Pág.269-274.

HANKE, S.H. (1978): "A Method for Integrating Engineering and Economic Planning". Journal of American Water Works Association. Vol.70, N°9.

HANKE, S.H. (1975): "Water Rates: An Assesment of Current Issues". Journal of American Water Works Association. Vol.67, N°9.

HANKE, S.H. (1972): "Pricing Urban Water". Mushkin, S.J. (ed.) Public Prices for Public Products. Washington, D.C., Urban Institute. Pág.283-306.

HANKE, S.H. (1970): "Demand for Water under Dynamic Conditions". Water Resources Research. Vol.6, N°3, Pág.1253-1261.

HANKE, S.H. y DAVIS, R.K. (1973): "Potencial for Marginal Cost Pricing in Water Resources Management". Water Resources Research. Vol.9, Pág.808-825.

HANKE, S.H. y DAVIS, R.K. (1971): "Demand Management Through Responsive Pricing". American Water Works Association Journal. Vol.63, N°9, Pág.555-560.

HANKE, S.H. y DE MARÉ, L. (1982): "Residential Water Demand: A Pooled, Time Series, Cross Section Study of Mamö, Sweden". Water Resources Bulletin. Vol.18, N°4, Pág.621-625.

HANKE, S.H. y SMART, D. (1979): "Water Pricing as a Conservation Tool: A Practical Management Option". Environmental Economics. Canberra, Australian. Gov. Publ. serv. N°22, Pág.156-165.

HARBESON, R. (1955): "A Critique of Marginal Cost Pricing". Land Economics. Vol.31, N°1, Pág.54-74.

HEADLEY, CH. (1963): "The Relation of Family Income and Use of Water For Residential and Commercial Purposes in the San Francisco-Oakland Metropolitan Area". Land Economics. Vol.39, N°11, Pág.441-449.

HERRINGTON, P. (1988): "The Economics of Private Water". Economics. Autum, Pág.106-110.

HERRINGTON, P. (1982): "Water: A consideration of conservation". Journal of the Royal Society of Arts. Vol.CXXX, N°.5310, Pág.332-346.

HERRINGTON, P.R. y WEBB, M.G. (1981): "Charging Policies for Water Services". Water Services. Vol.85, N°1025, Pág.341-346.

HOGARTY, T.F. y MACKAY, R.J. (1975): "The Impact of Large Temporary Rate Changes on Residential Water Use". Water Resources Research. Vol.11, N°10, Pág.791-794.

HOLLMAN, K.W. y PRIMEAUX, W.J. (1973): "The Effect of Price and Other Selected Variables on Water Consumption". Bureau of Business and Economic Research., University of Mississippi.

HOWE, C.W. (1982): "The impact of price on residential water demand: Some new insights". Water Resources Research. Vol.18, N°4, Pág.713-716.

HOWE, C.W. y LINAWEAVER, F.P. (1967): "The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure". Water Resources Research. Vol.3, N°1, Pág.13-32.

IDE, W.J. (1980): "Designing Equitable Water Rates: What Managers Need to Know". American Water Works Association Journal. Vol.72, N°10, Pág.564-569.

JONISH, J.E. y BUTLER, C.E. (1983): "Municipal Water Pricing Practices in West Texas". Texas Business Review. Vol.57.

JOSKOW, P.L. (1979): "Public Utility Regulatory Policy Act of 1978: Electric Utility Rate Reform". Natural Resources Journal. Vol.19, N°10, Pág.787-809.

KELLER, CH.W. (1966): "Desing of Water Rates".American Water Works Association Journal.Vol.58, N°3, Pág.293-299.

KIM, H.Y. (1985): "Economic Modelling of Water Supply: An Econometric Analysis of the Multiproduct Firm".Project Summary. Research and Development. United State Environment Protection Agency. Cincinnati.

KIM, H.Y. y CLARK, R.M. (1988): "Economics of Scale and Scope in Water Supply".Regional Science and Urban Economics. Vol.18, Pág.479-502.

LAUKKANEN, R. (1981): "Flow Forecasts in General Planning of Municipal Water and Sewage Works". Water Research Institute Publication. N° 41. Helsinki.

LOUDON, R.M. (1984): "Region of Durham Experiences in Pricing and Water Conservation". Canadian Water Resources Journal. Vol.9, N°4, Pág.19-29.

LYMAN, R.A. (1992): "Peak and Off-Peak Residential Water Demand".Water Resources Research. Vol.28, N°9, Pág.2159-2167.

MANN, P.C., SAUNDERS, R.J., y WARFORD, J.J., (1980): "A Note on Capital Indivisibility and the Definition of Marginal Cost". Water Resouces Research. Vol.16, N°3, Pág.602-604.

MANN, P.C. y LeFRANCOIS, P.R. (1981): "The Effect of Regulation on Water Service". Texas Business Review. Vol.55, Pág.281-283.

MANN, P.C., SCHLENGER, D.L. (1982): "Marginal Cost and Seasonal Pricing of Water Service". Journal of American Water Works Association. Vol.74, N°1.

MANN, P.C. (1989): "Urban Water Supply: the Divergence Between Theory and Practice". Public Utility Regulation. Ed. Nowotney, Smith, Trebing. Boston, Dordrecht, London. Pág.163-184.

MANN, P.C. (1985): "Water service: Regulation and Rate Reform". Occasional Paper. The National Regulatory Research Institute. The Ohio State University. Paper N°4.

MARTIN, W.E., INGRAM, H.M. y GRIFFIN, A.H. (1984): "Saving Water in a Desert City". Resources for the Future. Washington.

MARTIN, W.E. y KULAKOWSKI, S. (1991): "Water Price as a Policy Variable in Managing Urban Water Use: Tucson, Arizona". Water Resources Research. Vol.27, N°2, Pág.157-166.

MENESES, G. (1992): "Repercusión de la Desalación y Reuso en las Tarifas de Agua". Symposium Internacional de Desalación y Reuso del Agua. CANAGUA 1992 Las Palmas de Gran Canaria.

METCALF, L. (1926): "Effect of Water Rates and Growth in Population Upon Per Capita Consumption". American Water Works Association Journal.

METROPOLITAN WATER AUTHORITY (1985): Domestic Water Use in Perth, Western Australia. Leederville.

MILLIMAN, J.W. (1964): "New Price Policies for Municipal Water Service". American Water Works Association Journal. Vol.56, N°2, Pág.125-131.

MILLIMAN, J.W. (1963): "Police horizons for future urban water supply". Land Economics. Vol.39, N°2, Pág.109-133.

MONCUR, J.E. (1987): "Urban Water Pricing and Drought Management". Water Resources Research. Vol.23, N°3, Pág.393-398.

MORGAN, W.D. (1974): "A Time Series Demand for Water Using Micro Data and Binary Variables". Water Resources Bulletin. Vol.10, Pág 697-702.

NIESWIADOMY, M.L. (1992): "Estimating Urban Residential Water Demand: Effects of Price Structure, Conservation, and Education". Water Resources Research. Vol.28, N°3, Pág.609-615.

NIESWIADONY, M.L. y MOLINA, D.J. (1989): "Comparing Residential Water Demand Estimates under DEcreasing and Increasing Block Rates Using Household Data". Lands Economics. Vol.65, N°3, Pág.280-289.

NORDIN, J.A. (1976): "A Proposed Modification of Taylor's Demand Analysis: Comment". The Bell Journal of Economics. Vol. 7, Pág. 719-721.

NORTH, R.M. y WARE, J.E. (1968): Price and Consumption of Water for Residential Use in Georgia. Southern Business Summary, Ga. State Coll., Atlanta.

OECD, (1987): Pricing of Water Services. Paris, OECD.

RAFTELIS, G.A. (1989): The Arthur Young Guide to Water and Wasterwater Finance and Pricing. Lewis Publishers. Chicago and London.

REES, J.A. (1981): "Irrelevant Economics: the Water Pricing and Pollution Charging Debate". Geoforum. Vol.12, N°3, Pág.211-225.

REES, J.A. (1969): "Industrial Demand for Water: A Study of South East England". Monograph 3. London School of Economics.

REES, R. (1984): Public Enterprise Economics. 2nd edition. London. Weidenfeld y Nicolson.

RENSHAW, E.F. (1958): "The Demand for Municipal Water". Paper, Dept. of Economics (Unpubl). University of Chicago.

RIDGE, R. (1972): "The Impact of Public Water Pricing Policy on Industrial Demand and Reuse". Information Series. General Electric Tech.

RUGGLES, N. (1950): "Recent Developments in the Theory of Marginal Cost Pricing". Review of Economic Studies. Vol.17, Pág.107-126.

RUGGLES, N. (1949): "The Welfare Basis of the Marginal Cost Pricing Principle". Review of Economic Studies. Vol.17, Pág.29-46.

RUSSELL, J.D. (1979): "Rate Design for Equity Among Consumers". American Water Works Association Journal. Vol.71, N°4, Pág.184-186.

SAUNDERS, R.J., WARFORD, J.J. y MANN, P.C. (1977): "Alternative Concepts of Marginal Cost for Public Utility Pricing: Problems of Application in the Water Supply Sector". World Bank, Staff Working. Washington, International Bank for Reconstruction and Development. Paper N°259.

SAWCHUK, LL. (1981): "Declining Block Rates Can Encourage Water Conservation". American Water Works Association Journal. Vol.73, N°1, Pág.13-15.

SEIDEL, H.F. y BAUMAN, E.R. (1957): "A Statistical Analysis of Water Works Data for 1955". American Water Works Association Journal.

SEWELL, W.R. y ROUECHE, L. (1974): "Peak Load Pricing and Urban Water Management: Victoria B.C., A Case Study". Natural Resources Journal. Vol.14, Pág 383-400.

SHARKEY, W.W. (1982): The theory of natural monopoly. Cambridge University Press.

SHARKEY, W.W. y SIBLEY, D.S. (1993): "Optimal Non-Linear Pricing with Regulatory Preference Over Customer Type". Journal of the Public Economics. Vol.50, Pág.197-229.

SHERMAN,R. (1989): The Regulation of Monopoly. Cambridge University Press.

TAYLOR, L.D. (1975): "The Demand for Electricity: A Survey". The Bell Journal of Economics. Vol. 6, Pág. 74-110.

TECNICOS DEL AGUA. (1989): "La Tarifa en un Servicio de Suministro Domiciliario de Agua Potable". Abastecimiento de Aguas y Redes de Distribución. Barcelona.

THACKRAY, J.E. y ARCHIBALD, G.G. (1981): "The Severn-Trent Studies of Industrial Water Use". Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Part 1, Vol.70.

THOMAS, J.F., SYME, G.J. y GOSSELING, Y.F. (1983): "Household Responses to Changes in the Price of Water in Perth, Western Australia". Paper delivered at the Hobart Hydrology and Water Symposium.

TRAIN, K.E. (1991): Optimal Regulation. Cambridge, Massachusetts London, England.

TREBING, H.M. (1977): "Broadening the Objectives of Public Utility Regulation". Land Economics. Vol.53, N°5, Pág.106-122.

TURNOVSKY, S.J. (1969): "The Demand for Water: Some Empirical Evidence on Consumers' Response to a Commodity Uncertainty in Supply". Water Resources Research. Vol.5, Pág. 350-361.

TURVEY, R. (1976): "Analyzing the Marginal Cost of Water Supply". Land Economics. Vol.52, N°2, Pág.158-168.

TURVEY, R. (1969): "Marginal Cost". Economic Journal. Vol.79, Pág.287-289.

UNITED NATIONS (1980): "Efficiency and Distributional Equity in the Use and Treatment of Water: Guidelines for Pricing and Regulations". Water Series N°8.

UNITED NATIONS (1976): "The Demand for Water: Procedures and Methodologies for Projecting Water Demands in the Context of Regional and National Planning". Water Series N°3.

VICKREY, W. (1971): "Responsive Pricing of Public Utility Services". The Bell Journal of Economics and Management Science. Vol.2, Pág.337-346.

VICKREY, W.(1955): "Some Implications of Marginal Cost Pricing for Public Utilities". American Economic Review. Vol.2, N°45, Pág.605-620.

VICKREY, W. (1948): "Some Objections to Marginal Cost Pricing". Journal of Political Economy. Vol.56, N°3, Pág.218-238.

WARE, J.E., y NORTH, R.M. (1967): "Price and Consumption of Water for Residential Use in Georgia". Bur. of Business and economic Res.

WARFORD, J.J. y JULIUS, S.J. (1979): "Water Rate Policy: Lessons from Less Developed Countries". American Water Works Association Journal. Vol.71, N°4, Pág.199-203.

WILLIAMS, M. y SUH, B. (1986): "The Demand for Urban Water by Customer Class". Applied Economics. Vol.18, Pág.1275-1289.

WISEMAN, J. (1957): "The Theory of Public Utility Price: An Empty Box". Oxford Economic Papers. Vol.9, N°2, Pág.56-74.

WONG, S.T. (1972): "A Model on Municipal Water Demand: A Case Study of North-eastern Illinois". Land Economics. Vol.48, Pág 34-44.

WONG, S.T., SHEAFFER, J.R. y GOTAAS, H.B. (1963): "Multivariate Statistical Analysis of Water Supplies". ASCE. Water Res. Engrg. Conf.

WOOD, D. (1969): "The Water Supply Systema up to A.D. 2001". Journal of Industrial Economics. Vol.18, N°11, Pág.64-75.

YOUNG, R.A. (1973): "Price Elasticity of Demand for Municipal Water: A Case Study of Tucson, Arizona". Water Resources Reserch. Vol.9, Pág 1068-1072.

ZAMORA, J., KNEESE, A.V. y ERISON, E. (1981): "Pricing Urban Water: Theory and Practice in Three Southwestern Cities". The Southwestern Review of Management and Economics. Vol.1, N°1, Pág.89-113.