



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

LA ESTRUCTURA TARIFARIA COMO INSTRUMENTO ECONÓMICO DE
LA ESCASEZ. UNA ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE LA DEMANDA
BAJO LA ESTRUCTURA DE PRECIOS EN BLOQUE:
EL CASO DEL SERVICIO DE AGUA DE USO RESIDENCIAL

TESINA QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

MARIBEL ADRIANA CABALLERO CASTRILLO

ASESOR DE TESINA:

PROFR. ALEJANDRO GUERRERO FLORES



MÉXICO, D.F.

AGOSTO DE 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mi abuela y a mi madre:
Por su incansable ejemplo de trabajo

A mi hermana:
Por crear el camino

A mi padre:
Por un sueño que no pudo ver

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a los sinodales que participaron en la revisión de este trabajo: Dr. Alonso Aguilar Ibarra, Mtro. Rafael Buendía García, Lic. Alejandro Guerrero Flores, Dr. Sergio Walter Sosa Barajas y Lic. Alonso Alvarado Raya. Sus comentarios y sugerencias contribuyeron en la presentación de este trabajo.

Mi más sincero agradecimiento al profesor Jonathan Bruno Méndez Méndez por iniciarme en la vida académica, por sus desinteresadas enseñanzas y por acompañarme desde el inicio de este proyecto.

Al Instituto Nacional de Ecología, por brindarme todo el apoyo en el acervo de la información que requirió este trabajo, pero principalmente por guiar mis pasos en la formación de mi carrera profesional como economista ambiental.

Finalmente agradezco a mi alma Mater la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	i
Capítulo I. La Función de la demanda de agua	
I.1 El bien agua.....	2
I.2 Elasticidad precio de la demanda	3
I.3 La demanda y la teoría del consumidor.....	5
Capítulo II. El mercado de agua y los precios	
II.1 El mercado.....	9
II.2 Los precios y tarifas.....	13
Capítulo III. Precios en bloque y teoría del consumidor	
III.1 Tarifas en bloque y restricción presupuestaria.....	19
III.2 Ingreso virtual.....	23
III.3 Excedente del consumidor.....	25
III.4 Función de utilidad y su maximización.....	26
Capítulo IV. Las tarifas del agua en el Estado de México	
IV.1 Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala	30
IV.2 Las tarifas del agua en México	35
IV.3 Casos de estudio.....	38
IV.3.1 Atizapán de Zaragoza.....	38
IV.3.2 Coacalco de Berriozábal.....	39
IV.3.3 Toluca de Lerdo.....	41
IV.3.4 Resumen.....	41
Capítulo V. Modelado de la demanda de agua en el estado de México	
V.1 Problemas del modelado de la demanda de agua.....	45

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
El caso del servicio de agua de uso residencial

V.2 Descripción de los datos del estudio	46
V.3 Metodología econométrica.....	51
V.4 Identificación del sistema de ecuaciones.....	56
V.5 Especificación del modelo.....	57
V.6 Resultados.....	63
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES.....	71
ANEXO.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

INTRODUCCIÓN

El agua dulce es un recurso escaso¹ y estratégico² la cantidad disponible en el globo terráqueo es fija y los ciclos naturales de la misma no son compatibles con los ciclos económicos y reproductivos del hombre.

Los economistas utilizan instrumentos económicos para calcular la escasez, el precio es uno de los instrumentos económicos apropiados para hacer visible el problema de un bien ordinario, regulando eficientemente la demanda del mismo.

La construcción de las tarifas del agua en México incentiva al consumo indiscriminado debido a los subsidios y a las transferencias implícitas en ellas. El problema de las tarifas es que no cubren siquiera el costo de producción y distribución del líquido aunado a ello aplicar subsidios cruzados al interior de la tabla de precios más la combinación de estructuras tarifarias complica la claridad en la lectura de escasez.

En México existen al menos tres tipos de tarifas: la tarifa fija, la tarifa constante y la tarifa de precios en bloque, en éste trabajo se estudiarán las características de la última estructura como el instrumento económico que induce al consumidor a utilizar el recurso con asignación eficiente.³ Entendiendo como asignación eficiente la igualdad entre la utilidad marginal y el costo marginal, si la igualdad no se cumple, podría deberse a dos causas, o se está produciendo muy poco o el consumidor está utilizando más de lo socialmente eficiente, a falta de un instrumento económico que incentive el cuidado del mismo.

¹ Retomando la definición de Watson, la escasez significa una disponibilidad en cantidades menores a las suficientes para satisfacer todas las demandas o deseos del consumidor.

² Con estratégico quiero decir esencial para continuar con vida biológica y económica. Considerando la cantidad disponible como tema de seguridad nacional.

³ Donde la eficiencia es la igualdad entre el precio y el costo marginal ($P = C_{mg}$).

Existen varios estudios econométricos que manifiestan la eficiencia de las tarifas en bloque a partir de la demostración de la elasticidad precio negativa del agua, como lo exponen los trabajos de Mazzanti y Montini (2005), Martínez (2002), Sáez y Gómez (2005), Medina y Morales (2006), Cavanagh, Hanemann y Stavín (2001) y Jaramillo (2003), el comportamiento del agua es el de un bien ordinario, cuando es administrado a través de una tarifa en bloques crecientes.

A pesar de la existencia de al menos un trabajo para el caso de México,⁴ no hay evidencia suficiente de un cambio en el consumo de agua a partir de las tarifas por bloques crecientes en el país, por lo anterior en éste trabajo se desarrollará por otro método de estimación la elasticidad precio del agua demostrando que las tarifas en bloques crecientes son un buen instrumento económico que refleja la escasez.

El problema de la escasez del agua ha sido estudiado desde diversos enfoques como son la Economía Ecológica, el Desarrollo Sustentable y la Economía Ambiental. La Economía Ecológica parte de un estudio en donde se toman las decisiones sociales con base en el valor imputado al medio ambiente, consideran el sistema económico como abierto y obliga a trabajar de forma sistémica tomando en cuenta los límites físicos del crecimiento económico.

El Desarrollo Sustentable plantea un desarrollo equilibrado; social, económica y ecológicamente en pro de la equidad generacional y la Economía Ambiental que se apoya en la teoría del consumidor, en la teoría del productor y en el precio como instrumento económico. Este trabajo hace uso de la Economía Ambiental para dar una respuesta al problema de escasez del agua.

⁴ En 2003 el Instituto Nacional de Ecología publicó el primer trabajo en México que estima la demanda de agua de uso residencial que título "Modelación econométrica de los precios de agua en bloque para agua de uso urbano".

A diferencia del Desarrollo Sustentable y de la Economía Ecológica este trabajo plantea al recurso agua como un bien ordinario, para ello es necesario determinar la elasticidad precio negativa de la demanda y se espera que la demanda de agua de uso residencial responda ante cambios en el precio. Entonces la utilización e inserción adecuada de un instrumento de mercado como el precio en una estructura tarifaria por bloques crecientes puede actuar como un mecanismo sustentable del consumo de agua.

Se estimará económicamente la función de la demanda de agua de uso residencial utilizando para ello un panel de datos no balanceado con 699 observaciones de hogares en dos periodos del año (otoño-invierno y primavera-verano) en tres municipios del Estado de México, pero los resultados pueden ser generalizables para la Región XIII del Valle de México.

Estimar la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque presenta al menos dos problemas econométricos: el primero es un problema teórico de endogeneidad en el precio y el segundo es un problema de simultaneidad causada por la diferente caracterización de la restricción y el consumo.

Dados los problemas antes mencionados se realizará un modelo lineal en dos etapas y supone que el logaritmo del consumo está asociado al logaritmo de los precios marginales y el ingreso virtual relaciona a las variables que caracterizan a las familias y al hogar.

El estudio está dividido en cinco capítulos: en el capítulo I se estudia la función de la demanda de agua, revisando el tipo de bien al que pertenece, la elasticidad precio y la teoría del consumidor. En el capítulo II se revisa el mercado de agua, así como las tarifas del agua y sus combinaciones. En el capítulo III se estudian las tarifas en bloques crecientes, la restricción

presupuestaria, el ingreso virtual, el excedente del consumidor y la función y maximización de la utilidad. En el capítulo IV se revisa el estado de las aguas del Valle de México y el sistema Cutzamala, las tarifas de agua en el país y las características de los tres municipios de estudio. En el capítulo V se presentan los problemas del modelado, la descripción de los datos de estudio, los métodos a utilizar, la identificación del sistema de ecuaciones, la especificación del modelo y los resultados.

CAPÍTULO I

LA FUNCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA

La función de la demanda de agua de uso residencial puede construirse de dos formas: del lado de la oferta (Organismo Operador) o del lado del consumidor.

Por el lado del consumidor, la función de la demanda del agua está integrada por la cantidad demandada, el precio del bien, el ingreso del consumidor, los precios de otros productos, la calidad del servicio, entre otros.

Por el lado del productor (Organismo Operador), la función de la oferta de agua relaciona el costo actual del agua, el costo futuro del agua, el cobro por conexiones, la disponibilidad del agua, las alternativas para obtener el recurso, los requerimientos legales para abastecer, etc.

Este trabajo se apoyará en la teoría del consumidor para estudiar la demanda de agua de uso residencial en el Estado de México, de tal forma que el precio será el determinante principal de la cantidad de agua demandada en el mercado, sin embargo, la función de la demanda de agua en México presenta un problema de simultaneidad a causa de la estructura tarifaria utilizada en el país (estructura en bloques crecientes). Por lo que el precio es una variable exógena y una variable endógena, entonces, el precio marginal depende de la cantidad de agua y la cantidad de agua consumida depende a su vez del precio marginal.

Una característica de la función de la demanda de agua en México es la no linealidad que, como se verá más adelante, se construye a través de la unión de las pequeñas funciones generadas

de la diferenciación del consumo de agua por bloque, ya que el número de segmentos de consumo que componen a la función de la demanda es igual al número de bloques con que se construyó la tarifa.

I.1. El bien agua

La elección de una cesta de consumo depende principalmente de una pregunta: ¿cuánto quiero de un bien?; por ejemplo, de agua (w_1) si el precio es p_1 . En donde, el consumidor conoce la lista de bienes y decide en el tiempo y en el espacio si los adquiere o no, dada la cantidad monetaria con la que cuenta.

Entonces, la cesta de consumo que incluye agua potable para un hogar puede afectarse por el número de personas que viven en el hogar, del clima, de la edad de los consumidores, del número de tomas de agua dentro de la casa, del precio y del ingreso. En éste trabajo se hará énfasis en los últimos dos elementos.

Variación de la demanda

1) Ante cambios en el ingreso

La variación de la demanda en función del ingreso se explica a través del tipo de bien del que se trate, existen dos tipos de bienes: los normales y los inferiores. Los primeros se explican porque al aumentar el ingreso aumenta el consumo, y los segundos se comportan de manera inversa, es decir, si aumenta el ingreso disminuye la demanda del bien.

2) Ante cambios en el precio

La variación de la demanda ante cambios en el precio se explica por el tipo de bien del que se trate, existen dos tipos de bienes: los ordinarios y los Giffen. En el caso de los primeros la demanda de ese bien aumenta cuando el precio disminuye, en el caso de los bienes Giffen la reducción del precio de ese bien provoca una disminución en la demanda.

Entonces, la demanda del bien agua esta en función básicamente de dos variables, el precio y el ingreso, en el primer caso se comporta como un bien normal (aseveración que se demostrará en el presente estudio) y en el segundo como un bien ordinario.

I.2 Elasticidad precio de la demanda

Considerando al agua como un bien ordinario y normal su demanda depende principalmente de dos factores; del precio y del ingreso, sin embargo existen otras variables que pueden influir, como lo son: la estación del año, el horario, el clima, la calidad del agua, la presión en la red de suministro, entre otros. La reacción colectiva (de todos los consumidores) a la demanda del agua ante cambios en el clima, la calidad, el precio, etc., se le llama elasticidad.

La elasticidad precio de la demanda cuantifica el grado de sensibilidad colectiva de la cantidad de agua consumida a cambios en el precio.

$$\varepsilon_p = \frac{\text{cambio porcentual en la cantidad de agua demandada}}{\text{cambio porcentual en el precio unitario del agua}}$$

Si el resultado de la expresión matemática es mayor que 1 (en valores absolutos), se dice que la demanda es elástica y por el contrario si es menor que 1 se dice que la demanda es inelástica.

La elasticidad de un bien puede estar determinada por alguno de los tres puntos siguientes:

1) El número y la cercanía con sus sustitutos. Existe una relación directa entre el número de sustitutos y la elasticidad, ejemplos de bienes sin sustitutos son: las vacunas, las medicinas o el agua; para éste tipo de bienes, independientemente del precio el consumidor lo pagará, así que la demanda de estos bienes es inelástica.

2) La importancia del bien en el presupuesto de los compradores. Mientras más necesario sea el bien, más inelástico es, ejemplo de estos bienes son los alimentos, el vestido y la vivienda.

3) El número de usos. Mientras más usos tengan un bien más elástico será. La relación que guarda la elasticidad precio y la demanda de agua se ve reflejada en el signo negativo de la expresión algebraica, porque la relación entre el consumo de agua y el precio es negativa.

Matemáticamente la elasticidad precio (ϵ_p) del agua se representa de la siguiente forma:

$$\xi_p = -(dQ / Q) / (dP / P)$$

$$\xi_p = -(dQ / Q) \times (P / dP)$$

El objetivo del presente es demostrar que la demanda del bien agua en México no es totalmente inelástica¹ a pesar de ser un bien necesario y con cero sustitutos. Por el contrario, el consumo del agua, una vez que se satisficieron las necesidades básicas, se comporta como cualquier otro bien ordinario, en donde, un aumento (disminución) en el precio conduce a una reducción (aumento) en la demanda agua.

Estudios realizados por el Banco Mundial, han encontrado que la demanda de agua potable asume una elasticidad precio negativa y se extiende típicamente entre -0.2 y -0.8. Otros estudiosos del tema también han demostrado el mismo comportamiento de la elasticidad como;

¹ Demanda inelástica. La cantidad demandada refleja cambios relativos más pequeño que el cambio relativo en el precio.

Cavanagh, Hanemann y Stavins (2001), Martínez Espiñeira R. (2002), Medina y Morales (2006), Jaramillo Mosqueira L. (2003), García V. Ma Ángeles, Mazzanti Massimiliano y Montini Anna (2005) y Sáez F. Francisco J. y Gómez G. Francisco (2005).

El Cuadro I.1 resume los resultados de estudios anteriores en donde se muestra que la demanda de agua bajo precios en bloque es sensible a cambios en los precios para diversos países, bajo diversos métodos de estimación utilizados.

Cuadro I.1
Estimadores de la elasticidad precio

Autor	País	Método 1	Método 2	Año	Elasticidad - Precio	
Cavanagh, Hanemann y Stavins	Estados Unidos	IV	DCC	2001	-0.63	-0.34
Jaramillo L.	México	IV	DCC	2003	-0.22	-0.58
Mazzanti M. y Montini A.	Italia			1998-2001	-0.99	-1.33
Martínez E.	España	IV	2SLS		-0.12	-0.16
Sáez y González	España	OLS	2SLS	2001	-0.28	-0.32
Medina y Morales	Colombia	DCC		2006	-0.30	
Barkatullah Nadira	Australia	IV		1990-1994	-0.21	

Fuente: Elaboración propia con base en Jaramillo, 2003; Mazzanti y Montini, 2005; Martínez, 2002; Sáez y Gómez, 2005; Medina y Morales, 2006; Barkatullah, 2002 y Cavanagh, Hanemann y Stavins, 2001.

Nota: OLS. Mínimos Cuadrados Ordinarios, 2SLS. Mínimos Cuadrados en dos Etapas, DCC. Elección Discreta Continua y IV. Variables Instrumentales

I.3. La demanda y la teoría del consumidor

La demanda es la reacción colectiva, mostrada a través de una curva que maximiza la cantidad de bienes y servicios que está dispuesto a pagar el grupo de consumidores por cada nivel de requerido. Con base a la teoría económica, la demanda de un bien depende no solamente del precio y del ingreso, sino también de los gustos y preferencias individuales. Así que, cada consumidor racional elegirá siempre aquel bien que le genere mayor satisfacción o bienestar.

La utilidad generada al sumar en una unidad la cantidad de agua consumida incrementará a la satisfacción individual, sin embargo, los aumentos de la satisfacción serán cada vez menores, es decir, en la medida en que se consuma más, la utilidad aumentará a una tasa decreciente por la ley de la utilidad marginal decreciente.

Lo anterior puede explicarse como sigue. El valor marginal del agua tiende a ser menor a medida que el individuo la utiliza en aplicaciones cada vez menos valiosas; por ejemplo los primeros 30 litros de agua al día los utilizará para saciar su sed, preparar la comida y asearse, ésta primera cantidad tendrá un valor mayor que los siguientes 30 litros que utilizará para asear la casa y lavar la ropa, a su vez la última cantidad consumida tendrá mayor valor que los siguientes 30 litros de agua que utilizará para regar las plantas y lavar el auto y así podría continuarse la cadena de satisfacción de necesidades a una tasa decreciente (véase en el Cuadro I..2).

Cuadro I.2

Etapas de consumo	Consumo diario (l)	Uso	Precio por 50 l /día (\$)	Disponibilidad a pagar (DAP)
1	50	Tomar agua, Preparar comida y aseo personal	1	DAP ₁
2	50	Asear la casa y lavar la ropa	1	DAP ₂
3	50	Regar las plantas y lavar el auto	1	DAP ₃

Fuente: Elaboración propia

Entonces la relación de las disponibilidades a pagar es la siguiente:

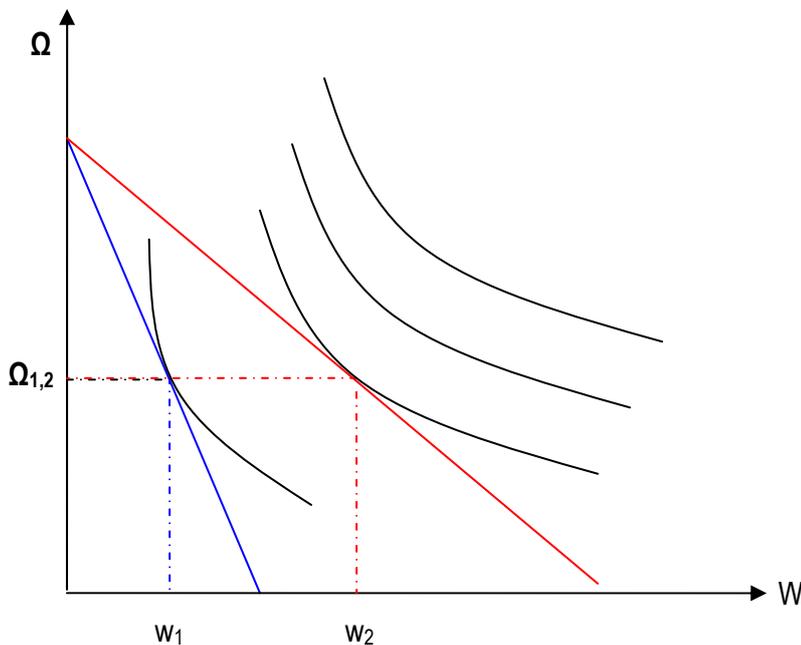
$$DAP_1 > DAP_2 > DAP_3$$

Por lo tanto, la disponibilidad a pagar del individuo será cada vez menor y la pendiente de la curva de la demanda de un consumidor será descendente, de tal forma que si los precios del agua van creciendo conforme crece el consumo, algunos consumidores no comprarán más de lo necesario, debido a que el precio estará por encima de

cualquiera de sus curvas de demanda individual. Por el contrario, a medida que el precio vaya disminuyendo, la compra del agua será mayor por dos razones. La primera es que al consumidor le alcanza para adquirir más (véase Gráfico I.1), y la segunda es porque se incorporarán nuevos consumidores que antes no tenían la posibilidad de adquirir el bien (ello no quiere decir que éste último se privó o reemplazó el bien, sino que por falta de una toma de agua domiciliaria, o por compartir una toma con otros demandantes, no adquirió el bien de forma individual).

Entonces, la demanda de agua se fundamenta en la ley de la utilidad marginal decreciente, en los gustos y en los ingresos del consumidor.

Gráfico I.1



Fuente: Elaboración propia
Nota: P_w : precio del agua, P_Ω : precio de otros bienes, W : consumo de agua,
 Ω : consumo de otros bienes

El gráfico anterior muestra que una disminución en el precio del agua, normalizando el precio del resto de bienes, desplaza la elección óptima del agua a la derecha de w_1 a w_2 y la recta

presupuestaria disminuye su pendiente, lo que se traduce en un aumento en la cantidad agua demandada.

CAPÍTULO II

EL MERCADO DE AGUA Y LOS PRECIOS

II.1. El mercado

La oferta del servicio de agua potable en México la realiza la unidad económica llamada Organismo Operador¹ del agua, sus actividades son: captar, potabilizar, suministrar, distribuir y tratar el servicio de agua potable.

Las características de la estructura del servicio de agua potable en México son las siguientes:

1. El servicio de agua potable en México se realiza a través de 2366 Organismos Operadores.²
2. Solo existe una empresa u Organismo Operador que se encarga del abastecimiento de agua potable en un área geográfica, puede abarcar una entidad, un municipio, una cabecera municipal o una cabecera municipal y otras localidades.
3. El Organismo Operador trabaja bajo una economía de escala en donde el costo medio por generar, potabilizar, distribuir y tratar un m³ de agua disminuye al aumentar el tamaño o la escala del Organismo Operador.
4. Cuenta con una función subaditiva de costos, es decir que el costo de producir el vector de m³ de agua, en un solo Organismo Operador de un área geográfica específica, es

¹ Figura de monopolio natural del agua en México.

² Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), *Panorama censal de los organismos operadores de agua en México*, INEGI, México, 2007, p15.

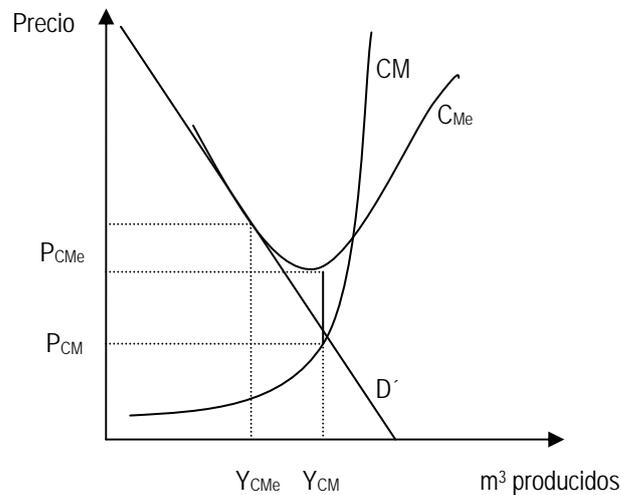
menor que el costo de producir el mismo vector de m^3 con uno o más Organismos Operadores con la misma tecnología y en la misma área geográfica.³

Según las características anteriores, en México (como en la mayoría de los países) la asignación del servicio de agua potable se realiza a través de un monopolio natural. La razón es que se produce con costos fijos altos y precios marginales pequeños, lo que implica que el costo de producir agua en una sola firma es menor que el costo de producir el mismo bien con más de una firma dada la misma tecnología. Así que el problema a resolver es: cuánto producir y para ello se generan dos escenarios:

1. Si la empresa produce en el nivel en el que el precio es igual al costo marginal, produce una cantidad eficiente, pero no alcanza a cubrir sus costos (véase Gráfico II.1).
2. Si produce en el nivel en el que el precio es igual al costo medio, cubre sus costos, pero produce demasiado poco en relación con lo socialmente eficiente (véase Gráfico II.1).

³ La función de costos es subaditiva si satisface la siguiente condición:
 $C(w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n) < C(w_1) + C(w_2) + C(w_3) + \dots + C(w_n)$

Gráfico II.1
Monopolio Natural



El monopolio natural en México da prioridad al abastecimiento del servicio de agua potable independientemente de los costos de producción. Si existe una diferencia entre el costo marginal y el precio marginal el Organismo Operador lo resuelve a través de transferencias gubernamentales. Estas acciones desincentivan la eficiente producción por parte del Organismo Operador, enviando señales de abundancia falsas al consumidor.

El Problema se magnifica cuando el subsidio trasladado a las tarifas que debe cubrir el consumidor es diferenciado básicamente por dos características:

- 1) Del rango de consumo en que se ubique la cantidad comprada por el individuo (existen al menos 8 rangos de consumo escalonados, por tanto, 8 precios diferenciados y 8 subsidios) y
- 2) Del nivel socioeconómico en donde se demande agua (a niveles socioeconómicos menores, tarifas más bajas).

A este tipo de prácticas en la teoría económica se le conoce como discriminación de precios, la decisión de utilizar éste tipo de practicas responde a objetivos distintos a la eficiencia en la asignación del recurso, pueden ser; objetivos de corte social y/o políticos como: equidad, salud pública, protección ambiental, programas financieros, intereses políticos, planes nacionales, etc., (más adelante se analizará el resultado de la aplicación de la discriminación de precios en México).

Según la teoría económica clásica, la discriminación de precios se puede clasificar en tres grados:

Primer grado o discriminación perfecta. El monopolista vende las diferentes unidades de producción a precios distintos a cada consumidor, cada unidad se vende a la mayor disponibilidad a pagar por consumidor, de tal forma que el monopolista se apropia de todo el excedente del consumidor.

Segundo grado. El monopolista vende las diferentes unidades de producción a precios distintos, pero los consumidores que compran la misma cantidad del bien pagan el mismo precio. Es éste tipo de discriminación la que se utiliza en las tarifas en bloque y con dos variantes, tarifas sin cuota fija y tarifas en dos partes, ambas pueden ser en bloques crecientes y decrecientes.

Tercer grado. El monopolista clasifica a los consumidores por grupos, cobrando a cada uno precios diferentes, por tipo de ingreso, por edad, por región geográfica, entre otras. La discriminación espacial es la más frecuente en este grado de discriminación quizá por la fácil ubicación del grupo.

La decisión de optar por alguno de los tres grados de discriminación anteriores, o bien, combinaciones entre ellos, depende de los objetivos (eficiencia, equidad, salud pública, protección ambiental, etc.) que persigan las autoridades reguladoras al fijar los precios.

II.2. Los precios y tarifas

Las tarifas son el mecanismo que permite establecer la correspondencia entre rangos de consumos, tipos de usuarios y precios. Los Organismos Operadores son quienes regulan el precio por el uso del servicio debido a su condición de monopolio natural. Las tarifas por el servicio de agua potable en México, puede ser básicamente de tres tipos: tarifa única, tarifa constante y precios en bloque. Como lo comenta Marañón Boris (2003) las tarifas en bloques se han difundido rápidamente y han contribuido a disminuir el consumo de agua ya que el pago por el servicio se establece por la relación directa entre el volumen consumido y el precio marginal, la presente investigación se centrará en este punto.

- 1) Tarifa fija o única. La base de la facturación no es la cantidad de agua servida, sino otros factores como puede ser la superficie de la construcción, el número de personas que habitan el lugar o el diámetro del tubo de entrada o salida, etc. (véase Gráfico II.3, apartado a)

$$\text{Tarifa} = g \cdot p \quad \text{donde: } g = \text{factor y } p = \text{precio}$$

- 2) Tarifa constante. La base de la facturación es la cantidad de agua demandada, en donde el precio por m³ es el mismo independientemente de la cantidad consumida (el precio

medio es siempre el mismo), es decir, que la tarifa y el consumo guardan una relación directa (véase Gráfico II.3, apartado b).

$$\text{Tarifa} = w \cdot p \quad \text{donde: } w = \text{cantidad y } p = \text{precio}$$

- 1) Tarifa de precios por bloque. La base de la facturación es la cantidad de agua consumida, pero (a diferencia de la anterior) la tasa de crecimiento de la tarifa no es constante, ésta depende del rango de consumo en el que se ubique el usuario. Por otro lado los bloques de la tarifa pueden ser de dos tipos: crecientes o decrecientes, además la tarifa puede estar integrada por una cantidad fija.

En la siguiente expresión se representa una tarifa de tres bloques sin cantidad fija

$$\text{Tarifa} = \begin{cases} p_1 w, & 0 < w \leq w_1 \\ p_1 w_1 + p_2 (w_2 - w), & w_1 < w \leq w_2 \\ p_1 w_1 + p_2 (w_2 - w_1) + p_3 (w_3 - w) & w > w_2 \end{cases}$$

La tarifa será creciente (decreciente) si al pasar de izquierda a derecha en los bloques de consumo el precio aumenta (disminuye) para cada unidad adicional consumida. De tal forma que la tarifa constituirá una secuencia de precios marginales crecientes a intervalos de consumo mayores.

Así, al primer bloque de consumo $[0, w_1]$ le corresponde el precio p_1 , el siguiente intervalo $[w_1, w_2]$ se adquirirá al precio p_2 , al bloque tres de consumo $[w_2, w_3]$ se consumirá a p_3 , y así sucesivamente (véase Gráfico II.2).

En las tarifas por precios en bloque, al adquirir una unidad adicional (1 m^3) del rango que limita un bloque (de $[0, w_1]$ o de $[w_1, w_2]$), se deberá pagar el precio marginal. Así la cantidad de agua consumida por un usuario, que se enfrenta a una tarifa por bloques, depende del precio marginal del bloque de consumo en que se ubique y de la parte intramarginal del sistema de precios⁴.

Las tarifas en bloques pueden ser de dos tipos, crecientes o decrecientes condicionadas por el aumento o disminución de los precios marginales cuando el consumidor decide trasladar su demanda de uno a otro bloque, el Cuadro II.1 y el Gráfico II.2 lo explican.

Cuadro II.1

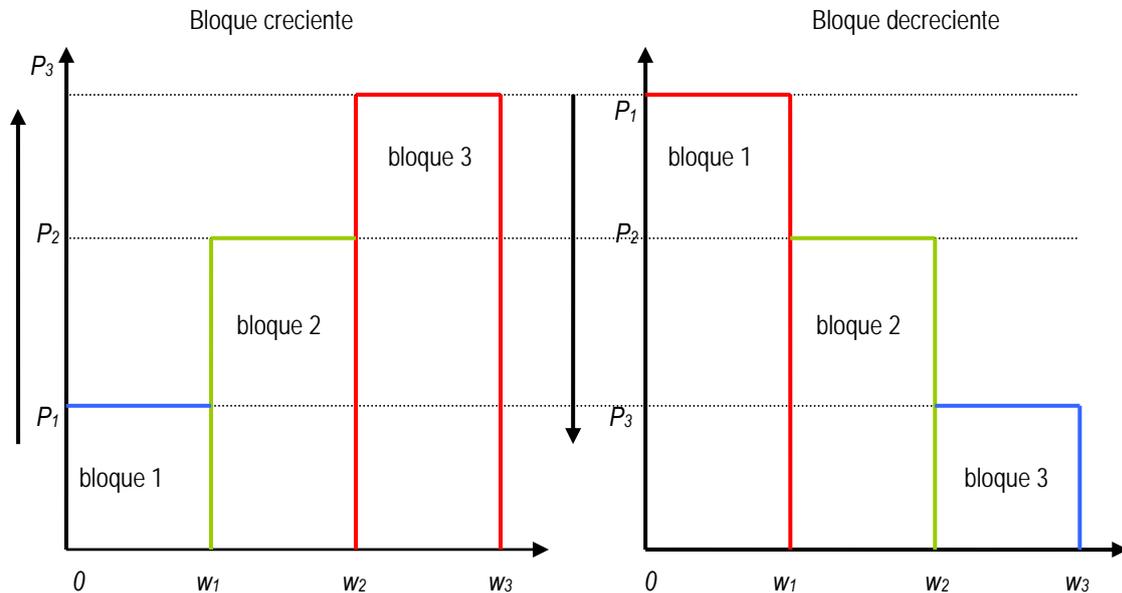
Tarifa en bloque	Característica	Condición
Crecente	El precio marginal irá en aumento a medida que crezca el número de bloques.	Si $p_1 < p_2$
Decreciente	El precio marginal irá disminuyendo cuando crece el número de bloques.	Si $p_1 > p_2$

Fuente: Elaboración propia con base en
Álvarez, García y Suárez, 2003; Cavanagh, Hanemann y Stavín, 2001.

⁴ Entendiendo como precio intramarginal el precio aplicado a niveles inferiores de consumo.

Gráfico II.2

Tarifas en bloques



Fuente: Elaboración propia con base en Álvarez, García y Suárez, 2003; Cavanagh, Hanemann y Stavín, 2001.

Como lo señala Buenfil (2005, p. 29) es posible realizar la combinación entre la tarifa fija y la tarifa bajo precios en bloques, en donde

(...) la renta base (tarifa fija) equivale al derecho de conexión al servicio de agua y al de alcantarillado, independientemente del consumo y del volumen que se descargue, mientras que la parte volumétrica es lo correspondiente a cantidades de agua realmente consumidas o descargadas al drenaje.

La razón por la que se adopta una combinación entre ambas tarifas es porque ésta asegura un monto fijo de ingresos para el Organismo Operador, lo que le permite hacer frente a sus propios costos fijos (véase Gráfico II.3, apartado c, d).

Así, una tarifa en tres bloques con cuota base se compone de dos partes: la cuota fija (F) y la tarifa en bloques que obedece a la siguiente expresión:

$$\text{Tarifas} = \begin{cases} F + p_1 w_1 + p_2 (w_2 - w_1) + p_3 (w_3 - w_2), & w > 0 \\ F, & w = 0 \end{cases}$$

La estructura tarifaria en bloques es una buena opción, cuando no operan los equilibrios clásicos de la oferta y la demanda para fijar los precios y, por el contrario, la figura que controla la oferta y por ende el precio del servicio de agua, es un monopolio natural que establece las tarifas de forma artificial para que cumplan con objetivos diferentes a los económicos como: equidad, salud pública y eficiencia medioambiental y financiera.

La solución de una estructura tarifaria competitiva en donde la cantidad producida es eficiente (en sentido de Pareto), debido a que el precio que estaría dispuesto a pagar por m^3 adicional el consumidor sería igual al precio que percibe el productor por su venta, para el caso del agua potable, no es posible.

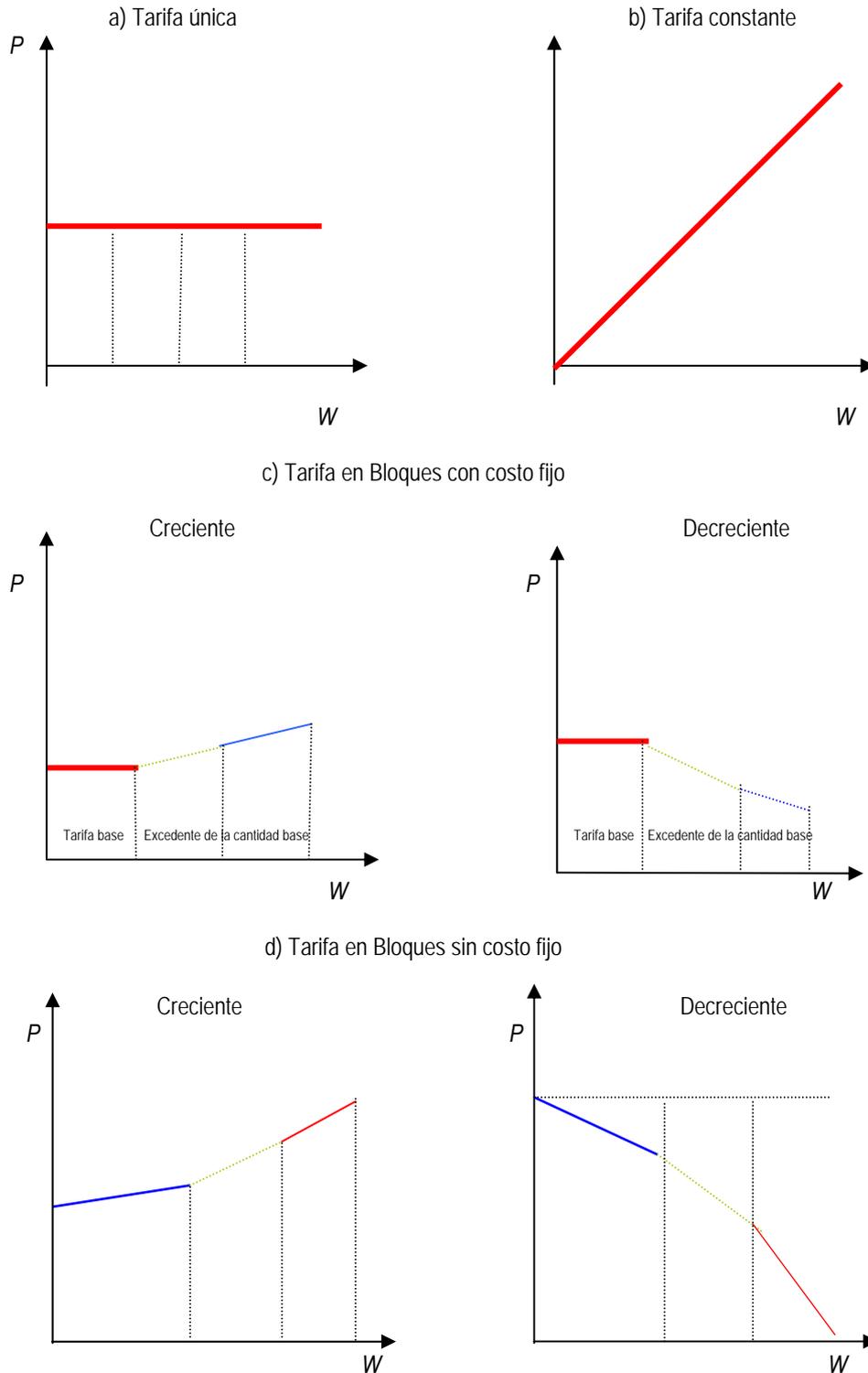
El servicio de agua potable representa economías de escala, es decir, que los costos promedio disminuirán a medida que aumente el abastecimiento del servicio, de tal forma que es económicamente más eficiente contar con una sola firma.

Bajo los límites de eficiencia establecidos para un monopolio natural, el objetivo de las tarifas de agua en bloques crecientes es reflejar la escasez del recurso a través de un instrumento económico, sobre todo cuando el precio no es resultado de un equilibrio de mercado.

Las tarifas enviarán señales amortiguadas de escasez de un bloque a otro, para inducir un uso conservador del agua, nótese que "...no es posible decir el uso eficiente del agua, dado que los precios no son iguales a los costos marginales completos" como lo señala Cavanagh, Hanemann y Stavins (2001, p 10).

Gráfico II.3

Representación gráfica de las tarifas



Fuente: Balairón, 2000.

CAPÍTULO III PRECIOS EN BLOQUE Y TEORÍA DEL CONSUMIDOR

III.1. Tarifas en Bloque y la restricción presupuestaria

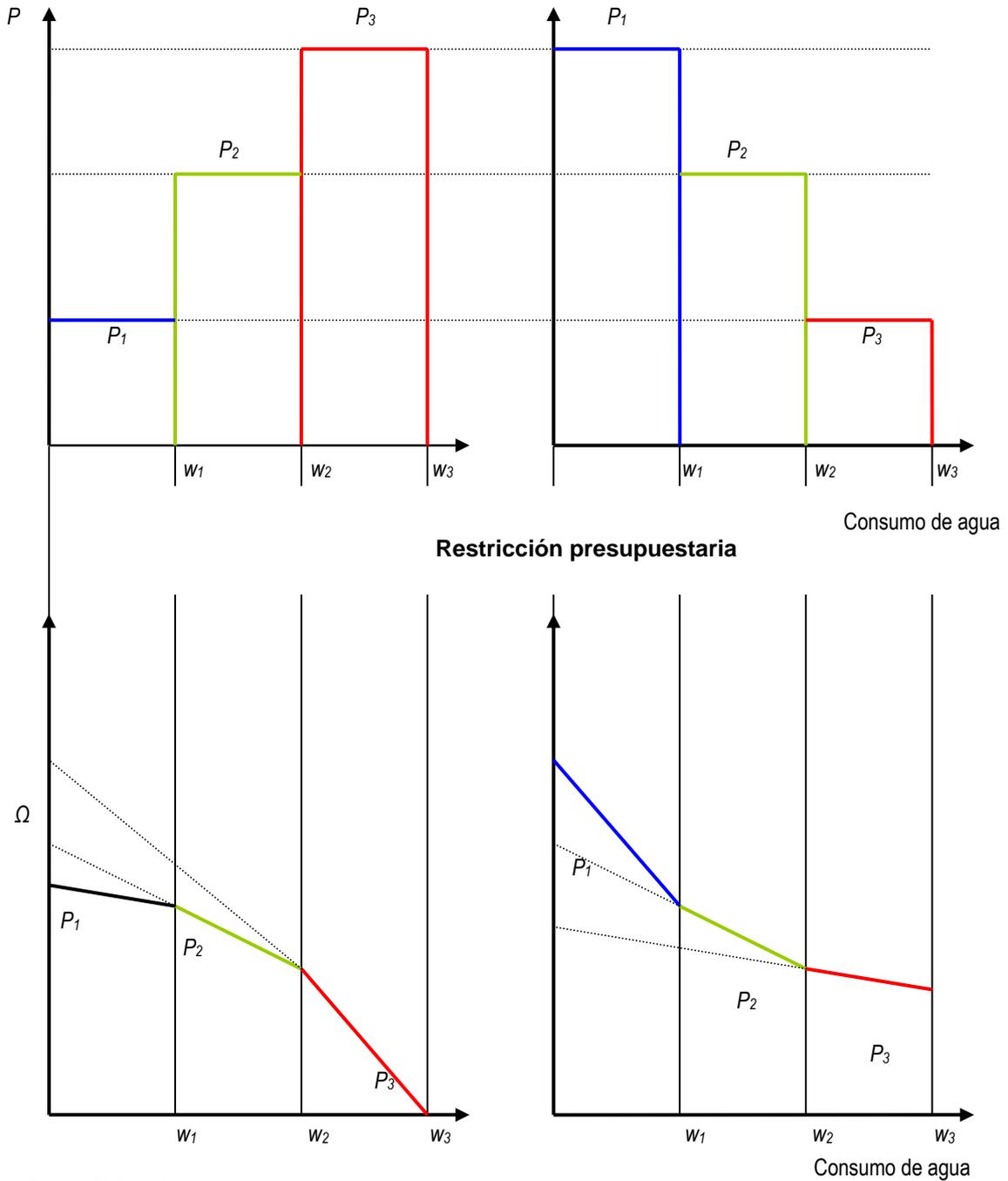
El objetivo del estudio aquí presentado es mostrar que las tarifas en bloque son el mejor instrumento económico (considerando sus limitaciones). Como se revisó en el Capítulo II, éstas pueden ser crecientes o decrecientes, en el primer caso significa un pago mayor por la última unidad consumida en cada bloque y en el segundo caso un menor pago por la última unidad consumida. Cualquiera de los dos casos puede combinarse con una cuota fija o base, para simplificar el análisis se estudiarán los precios en bloque sin base.

El bloque en el que se ubique el consumidor estará limitado por el precio y la cantidad de agua adquirida, más el precio y la cantidad del resto de bienes demandados, resultado de las decisiones del agente económico racional que maximiza su utilidad con base a su nivel de ingreso o restricción presupuestaria.

La restricción presupuestaria bajo precios en bloque está integrada por una serie de tramos lineales que generan en conjunto una restricción presupuestaria no lineal, en donde dichos tramos son progresivamente más inclinados de forma creciente o decreciente, según sea la modalidad de la tarifa. Como se muestra en el Gráfico III.1.

Gráfico III.1

Precios en bloque y restricción presupuestaria



Fuente: Elaboración propia con base en
 Álvarez, García y Suárez, 2003; Cavanagh, Hanemann y Stavin, 2001.

Ejemplificando lo anterior, supongamos que un individuo puede dividir su demanda de bienes en dos tipos: agua (w) y otro tipo de bienes (Ω) y paga por la demanda total un determinado precio que debe ser igual o menor a sus ingresos, de tal forma que la expresión matemática de la

restricción presupuestaria para una estructura de tarifas en tres bloques se representa con el siguiente grupo de ecuaciones:

$$Y_1 = p_1 w + \Omega \quad w \leq w_1 \quad (1)$$

$$Y_2 = p_1 w_1 + p_2 (w_2 - w) + \Omega \quad w_1 < w \leq w_2 \quad (2)$$

$$Y_3 = p_1 w_1 + p_2 (w_2 - w_1) + p_3 (w_3 - w) + \Omega \quad w > w_2 \quad (3)$$

Donde:

Y : ingreso

w : cantidad de agua consumida

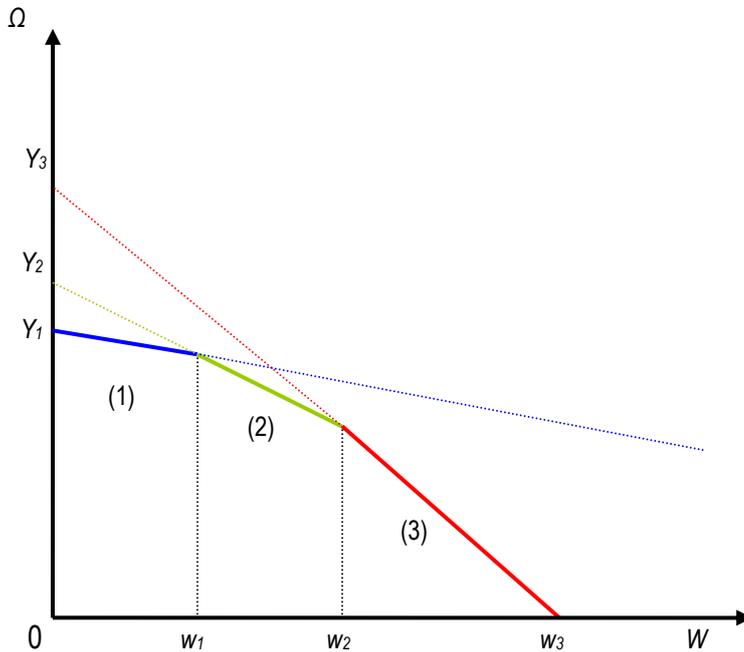
p : precio marginal

Ω : consumo de otros bienes (el precio se normaliza a 1)

La ecuación (1) representa la restricción presupuestaria del consumidor que demanda en el bloque uno, de la misma forma la ecuación (2) representa la restricción presupuestaria del consumidor que demanda en el segundo bloque. Lo mismo sucede para el individuo que consume en el tercer bloque (véanse Gráficos III.2 y III.3).

Gráfico III.2

Restricción presupuestaria no lineal



Fuente: Elaboración propia con base en Cavanagh, Hanemann y Stavín, 2001.

En el Gráfico anterior se puede observar la estructura tarifaria por bloques crecientes con tres precios marginales diferentes, en (1) el consumo se ubica entre $[0, w_1]$ y el precio será p_1 , en (2) se consume entre $[w_1, w_2]$ y el precio será p_2 y por último para (3) un consumo mayor a w_2 , el precio será p_3 .

Así que la restricción presupuestaria total es una restricción articulada, en donde la demanda de un consumidor que se ubica en el tercer bloque (3) está compuesta por tres tramos (es decir, la forman 3 precios), que incluyen los dos precios marginales anteriores y el precio del bloque en el que se encuentra consumiendo.

III.2. El ingreso virtual

Estimar la demanda de agua bajo precios en bloque obliga a utilizar una variable de control que ubique a cada consumidor en el escalón, bloque o nivel de consumo que le corresponda. Como lo demuestran Cavanagh et al. (2001) y Taylor (1975) el ingreso virtual¹ es la variable que consolida el uso de los precios marginales.

En las ecuaciones (4) y (5) se puede observar el ingreso virtual del segundo y tercer bloque respectivamente.

$$\tilde{Y}_2 = p_2 w + \Omega \quad (4)$$

$$\tilde{Y}_3 = p_3 w + \Omega \quad (5)$$

En donde:

w : cantidad de agua consumida

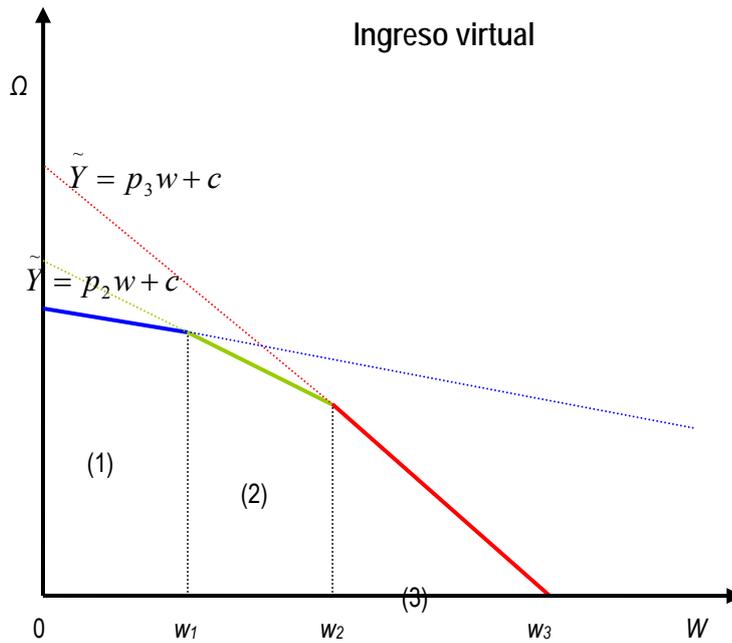
p : precio marginal

Ω : precio por cantidad de otros bienes

Para ver gráficamente el concepto de ingreso virtual es suficiente con prolongar las rectas de las restricciones presupuestarias (1), (2) y (3) del Gráfico III.2 hasta que crucen el eje de las ordenadas, como se observa en el Gráfico III.3.

¹ El ingreso virtual se puede definir como: el último precio que el consumidor está dispuesto a pagar por cada unidad de agua demandada, más el precio por la cantidad de otros bienes adquiridos.

Gráfico III.3
 Ingreso virtual



Fuente: Elaboración propia con base en
 Cavanagh, Hanemann y Stavin, 2001.

Como se ha explicado, para el caso de tercer bloque, a pesar de que el consumidor está dispuesto a pagar el precio p_3 por cada unidad adquirida, el Organismo Operador sólo le cobra una parte de esa tarifa. Ésta se estructura de la siguiente forma:

$$Y_3 = p_1 w_1 + p_2 (w_2 - w_1) + p_3 (w_3 - w_2)$$

En otras palabras, el consumidor paga un precio menor (por el consumo del primero y del segundo bloques) al que está dispuesto a pagar (en el tercer bloque), la diferencia entre el ingreso (Y_3) y el ingreso virtual (\tilde{Y}_3) es igual a $(p_3 - p_2)w_2 + (p_2 - p_1)w_1$ que por simplificación le llamaré d , así la ecuación del ingreso virtual queda como sigue:

$$\tilde{Y} = Y + d$$

otro bloque, lo que provoca que el fondo no capturado d' en las tarifas de agua se incremente también.

Podría decirse entonces que el consumidor que se ubica en los bloques mayores tiene una disponibilidad a pagar mayor que no es capturada en las tarifas, es decir un excedente de consumidor que responde a la lógica de bloques crecientes.

III.4. Función de utilidad y su maximización

Maximizar la función de utilidad bajo precios en bloques crecientes, con una restricción presupuestaria articulada con tantos segmentos como bloques de consumo o grupos de consumidores, abre un abanico de posibilidades de consumo debido a los diferentes precios marginales que maneja cada bloque.

Maximizar la utilidad de este ejercicio dados los precios y el ingreso es expresado por Cavanagh, Hanemann y Stavín (2001) de la siguiente forma:

$$V(P, Y) = \max_{w, \Omega} U(W, \Omega) \text{ sujeto } pw + \Omega \leq Y$$

$$V(P, Y) = \max_{w, \Omega} U(W, \Omega) = \max_{\Omega} U(\underbrace{w(P, Y)}_w, \underbrace{Y - pw(P, Y)}_{\Omega})$$

Por lo expuesto arriba en este estudio se utilizará el ingreso virtual en la maximización de la función de utilidad y la ecuación quedará de la siguiente forma:

$$V(P, \tilde{Y}) = \max_{w, \Omega} U(W, \Omega) \text{ sujeto } pw + \Omega \leq \tilde{Y}$$

En Cuadro III.1 se puede observar la Maximización de la utilidad para cada uno de los bloques incluyendo los pliegues entre ellos.

Cuadro III.1

Preferencia de las canastas de bienes

Condición de consumo		Preferencia de canastas	Bloque de consumo	Gráfico
1	$w < w_1$	$U(w_1, \Omega) < V(P_1, Y) > V(P_2, \tilde{Y})$	1	a
2	$w > w_1$	$U(w_1, \Omega) < V(P_2, \tilde{Y}) > V(P_1, Y)$	2	b
3	$w = w_1$	$V(P_1, Y) < U(w_1, \Omega) > V(P_2, \tilde{Y})$	1er pliegue	c
4	$w > w_2$	$V(P_1, Y) < V(P_3, \tilde{Y}) > V(P_2, \tilde{Y})$	3	d
5	$w = w_2$	$V(P_2, \tilde{Y}) < U(w_2, \Omega) > V(P_3, \tilde{Y})$	2° pliegue	e

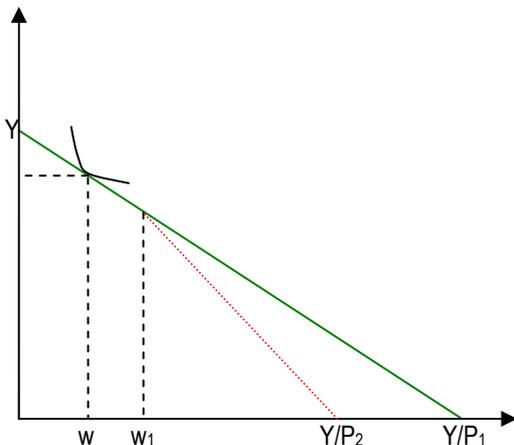
Fuente: Elaboración propia con base en Cavanagh, Hanemann y Stavín, 2001.

En los siguientes gráficos se desglosa cada una de las condiciones de consumo y, posteriormente, se presenta el gráfico completo para el consumo de un ejemplo hipotético de tres bloques.

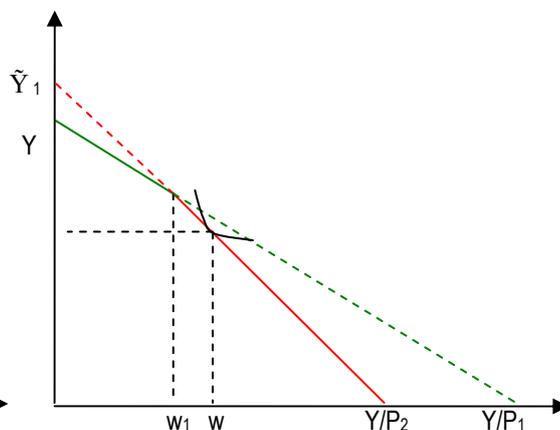
Gráfico III.5

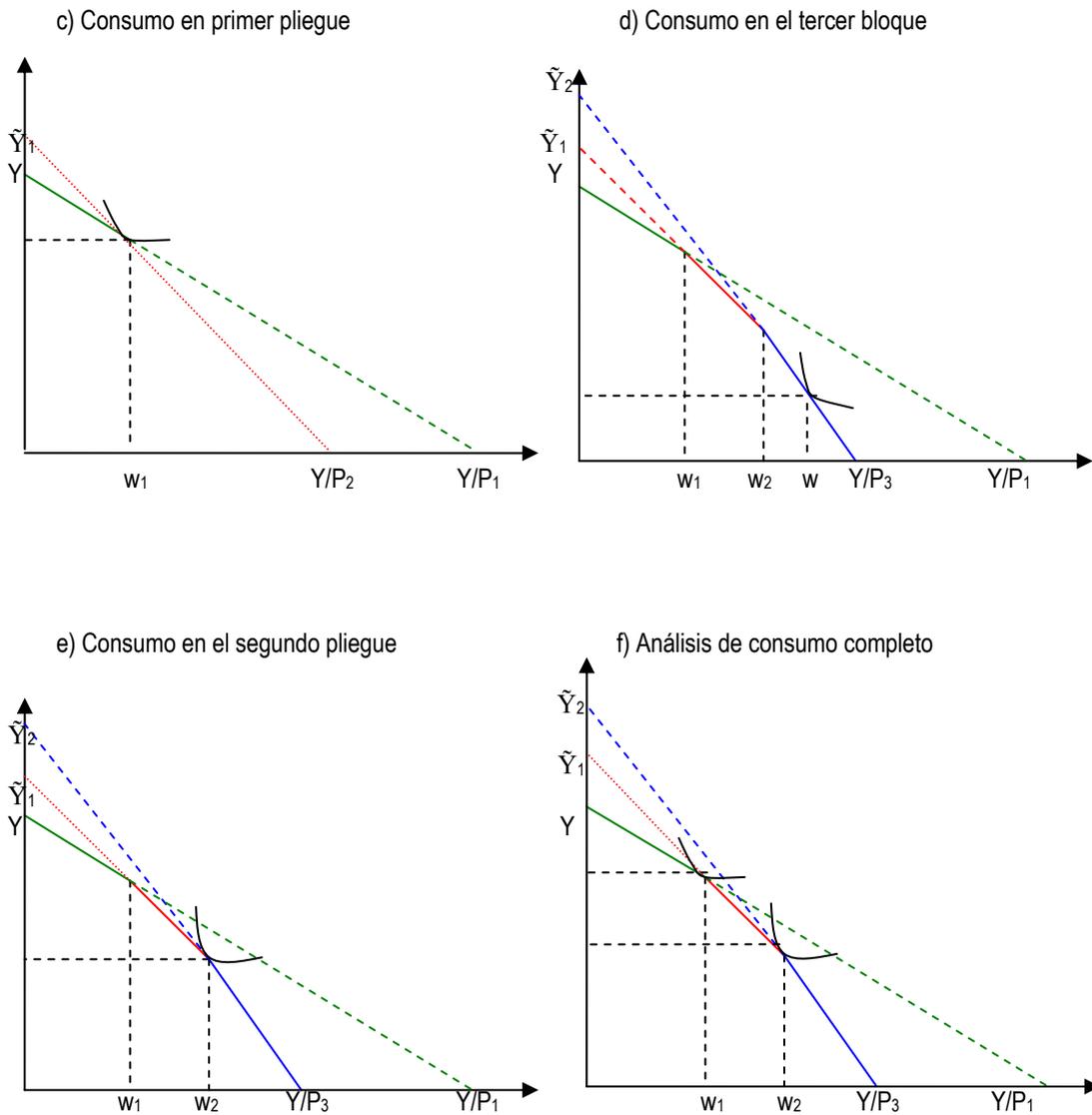
Condiciones de consumo

a) Consumo en el primer bloque



b) Consumo en el segundo bloque





En resumen:

- a) Un hogar maximizará su utilidad en el primer bloque si la elección del precio y el ingreso (P_1, Y) le genera mayor utilidad que (P_2, \tilde{Y}) .
- b) Del mismo modo el consumo en el segundo bloque se dará si la utilidad del precio y el ingreso virtual (P_2, \tilde{Y}) es mayor a (P_1, Y) .

c) Se elegirá consumir en el quiebre (w_1, Ω) si la canasta de bienes es más atractiva que las anteriores condiciones de utilidad (1 y 2).

d) Se maximizará la utilidad en el tercer bloque cuando el precio tres y el ingreso virtual (P_3, \tilde{Y}) le generen mayor felicidad al consumidor que demande en el segundo bloque conformado por (P_2, \tilde{Y}) .

e) Finalmente, si el hogar decide elegir en el segundo pliegue conformado por la canasta de bienes (w_2, Ω) se debe a que fue más atractivo consumir en ésta que las condiciones (1, 2, 3 ó 4).

CAPÍTULO IV

LAS TARIFAS EN EL ESTADO DE MÉXICO

IV.1. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala

El ejercicio de la estimación de la demanda de agua en el Estado de México conlleva al análisis de las estructuras tarifarias, de forma individual, de los 120 Organismos Operadores¹ que surten el servicio de agua potable al estado. Sin embargo, los costos económicos y el tiempo obligan a elegir a aquellos municipios que representen a la población de los Organismos Operadores.

Los tres municipios que se estudian son: Atizapán de Zaragoza, Coacalco de Berriozábal y Toluca de Lerdo². Dichos municipios pertenecen a la Región Hidrológica Administrativa XIII, nombrada Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala que está integrada de 85 municipios del Valle de México (incluyendo las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal) y de treinta y un municipios de la subregión de Tula, Hidalgo (véase Figura IV.1 y Cuadro A.4 del anexo).

¹ Para ver a detalle el número de organismos operadores que trabajan en el país, tipo de cobertura y la zona atendida, revisar el Cuadro A.1 del anexo.

² Los municipios aquí descritos se tomaron de la base de datos del estudio (INE, 2002).

Figura IV.1

Región XIII, Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala



Fuente: CNA (2005)/Estadísticas del Agua 2005. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Región XIII.

La región XIII es clasificada por la Comisión Nacional del Agua como la zona con mayor presión hídrica, que se entiende como la relación que existe entre el agua contabilizada (concesionada) y la disponibilidad del recurso en una región hidrológica determinada. En el siguiente cuadro se muestra que el grado de presión del Valle de México es tres veces mayor que el promedio nacional.

Cuadro IV.1

Grado de presión por región hidrológica administrativa

Región	Nombre	2001	2004	2007
I	Península de Baja California	96.8	86.1	75.9
II	Noroeste	75.6	78.2	92.3
III	Pacífico Norte	33.4	42.2	40.5
IV	Balsas	32.3	36.0	49.8
V	Pacífico Sur	4.4	3.9	4.1
VI	Río Bravo	49.6	60.2	76.4
VII	Cuencas Centrales del Norte	92.6	54.7	49.3
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	37.5	35.7	40.8
IX	Golfo Norte	17.7	18.5	18.4
X	Golfo Centro	3.6	4.5	5.1
XI	Frontera Sur	1.0	1.8	1.4
XII	Península de Yucatán	6.9	5.9	7.2
XIII	Valle de México	125.7	102.4	155.0
Promedio Nacional		44.4	40.8	47.4

Fuente: Elaboración propia, con base en:
Comisión Nacional del Agua (2003, 2005 y 2008)

En la región hidrológica administrativa del Valle de México habitan 21.05 millones de personas (20% del total de la población), el Producto Interno Bruto representa el 31% del país, la región cuenta con una superficie de 16,424 km² y una densidad poblacional de 1,270 habitantes por kilómetro cuadrado (véase Cuadros A.5 y A.6 del anexo).

Solo la Zona Metropolitana del Valle de México tiene por su cuenta una población del 20.15 millones de habitantes y su superficie es de 9,674 km², así que la densidad poblacional es de 2,038 habitantes por kilómetro cuadrado. La alta densidad puede explicarse por la migración, el Estado de México se ha convertido en el receptor de población neto del país, para el año 2000 habitaban ahí 5, 059, 089 personas residentes de la entidad pero nacidas en otra, lo que significa el 29.3% (véase Cuadro A.7 del anexo) del total de la migración del país.

Entre otras causas, el aumento de la población del Estado de México explica la tendencia de la presión del recuso hídrico (con base en datos de CNA). El grado de presión sobre el recurso

pasó en tres años de 102.4 a 155%,³ (véase Cuadro IV.1). De los mantos acuíferos se extraen 1,784 m³/s y solo se recargan 1,159m³/s por lo que el déficit o sobreexplotación es de 625 m³/s, que representa el 29% de los mantos acuíferos de donde obtiene agua la región.

El Estado de México es la zona con mayor número de tomas de agua de consumo doméstico (es el que se utiliza para atender las necesidades de núcleos poblacionales)⁴ 94.2% de las tomas, seguido de las comerciales y las industriales con 5.1% y 0.7% respectivamente.

En la región XIII prácticamente la mitad del volumen de agua concesionada (46%) es de uso doméstico y público urbano. En el Cuadro IV.2 se observa la distribución del uso de agua por estado, para los fines de este trabajo se considerarán los datos del Estado de México, en donde la distribución es la siguiente: el 49% de las concesiones representan el uso doméstico y público urbano⁵, el 21% es de uso agropecuario, el 5.3%⁶ de uso industrial y el resto de las actividades usa el 24.7% del volumen total concesionado.

³ Grado de presión sobre el recurso hídrico = volumen total de agua concesionado / disponibilidad natural media de agua.

⁴ Se entiende de uso doméstico la aplicación de agua nacional para el uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa, en términos del Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; Artículo 3° de la Ley de Aguas Nacionales (LAN).

⁵ Se entiende como uso público urbano a la aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos a través de la red municipal; Artículo 3° de la Ley de Aguas Nacionales.

⁶ Programa Hidráulico Integral del Estado de México, 2001.

Cuadro IV.2

Volúmenes concesionados por entidad federativa de la región XIII

Uso	Distrito Federal		Estado de México		Hidalgo		Tlaxcala	
	(m ³ /año)	%						
Agrícola	0.37	0.03	409.14	21.08	443.11	46.87	9.81	66.73
Agroindustrial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.02	0.00	0.00
Doméstico	0.02	0.00	2.25	0.12	0.19	0.02	0.00	0.00
Acuacultura	0.19	0.02	8.01	0.41	14.44	1.53	0.00	0.00
Servicios	5.27	0.47	24.66	1.27	5.78	0.61	0.00	0.00
Industrial	29.72	2.64	103.46	5.33	135.13	14.29	0.96	6.53
Pecuario	0.00	0.00	3.74	0.19	0.98	0.10	0.00	0.00
Público Urbano	1089.57	96.81	947.92	48.83	103.35	10.93	3.92	26.67
Múltiple	0.29	0.03	95.18	4.90	21.54	2.28	0.01	0.07
Energía Eléctrica	0.00	0.00	346.90	17.87	220.75	23.35	0.00	0.00
Total	1125.43		1941.26		945.45		14.70	

Fuente: Elaboración propia, con base en:

Estadísticas del Agua 2005. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Región XIII, 2005.

Nota: Acumulado a 2004.

Los datos estadísticos dejan ver la importancia de estudiar la demanda de uso doméstico y público urbano en la región XIII, sin embargo, el presente se centrará solo en el Estado de México. A continuación se describen en el Cuadro IV.3 la información estadística básica de los tres municipios estudiados.

Cuadro IV.3

Información básica de los tres municipios en estudio

Municipio	Población urbana	Viviendas	Ocupantes por vivienda	Viviendas con agua	Salario Mínimo (S.M.)	Población ocupada con ingreso de hasta 2 S.M.
Atizapán de Zaragoza	99.9%	104,778	4.3	98.8%	42.15	38.51%
Coacalco	99.9%	55,917	4.1	99.0%	42.15	31.44%
Toluca	74.4%	137,666	4.6	92.4%	40.1	32.23%

Fuente: Elaboración propia con base en:

INEGI, 2002 y 2003.

CONAPO, Índices de Marginación 2005 (2006).

Nota: Los salarios se tomaron al 2 de enero del 2002

IV. 2. Las tarifas de agua en México

De forma resumida se muestra en el Cuadro IV.4 las tarifas de los dos primeros bloques en veintiséis Organismos Operadores del país y en el Cuadro A.2 del anexo las tarifas fijas, lo que nos da una visión general del comportamiento de las tarifas de agua en México. En el Cuadro IV.4 se identifican las diferencias estructurales en las tarifas por bloques crecientes del país, además de la diferencia en precios por la misma cantidad de agua consumida en un mismo municipio, dichas diferencias responden a dos características; 1) a la construcción individual de las tarifas de agua y 2) a la discriminación de precios (decisión del Organismo Operador que ofrece el servicio al municipio, estado o localidad).

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
El caso del servicio de agua de uso residencial

Cuadro IV.4

Estructura tarifaria para veintiséis Organismos Operadores, 2008

Estado	Municipio	Caracterización de la discriminación de 3er grado	Anchura del 1er bloque (m ³)	Tarifa fija (\$)	Precio marginal 1 (\$)	Anchura del 2° bloque (m ³)	Precio marginal 2 (\$)
Aguascalientes	Jesús María	Doméstico I	0-20	41,0	0	21-30	1,58
		Doméstico II		47,3	0		1,69
		Doméstico IV		54,1	0		2,43
Baja California Sur	Loreto	A	0-30	51,7	0	31-60	2,02
		B	0-35	127,1	0	36-50	7,94
Campeche	Campeche	Col .Populares	0-50	2,5	1	51->	1,35
		A. Hab Int. Soc		7,0	1		
		A Hab C/Planta		15,0	1		
		Barrios		26,0	1		
		Residencial		45,0	1		
	Ciudad del Carmen	Popular	0-5	71,0	6,26	06-11	6,51
Medio		108,0		-	-		
Residencial		152,0		8,41	8,52		
Chiapas	Tapachula de Córdoba y Ordóñez	Popular	0-20	20,0	0	21-40	1,46
		Medio		27,0	0		1,89
		Residencial		33,0	0		2,32
	Tuxtla Gutiérrez	Popular	0-15	31,8	0	16-40	2,99
		Medio		70,5	0		5,28
		Residencial		87,5	0		4,52
Durango	Durango	Popular	0-10	33,9	0	11-15	3,41
		Subsidiado		31,7	0		3,17
	Gómez Palacio	Popular	0-10	52,1	0	11-20	5,25
		Subsidiado		31,7	0		3,17
Estado de México	Atizapán de Zaragoza	Popular	0-15	43,2	2,88	15-30	2,97
		Medio		82,8	5,52		5,56
		Residencial		90,6	6,04		6,13
	Naucalpan	Popular	0-15	90,5	0	16-30	3,8
Residencial		101,3		0	4,12		
Estado de México	Tlalnepantla	Popular	0-15	90,5	0	16-30	3,8
		Residencial		101,3	0		4,12
	Toluca	Popular	0-15	106,9	0	16-30	3,99
		Residencial		98,1	0		0,68
Guerrero	Chilpancingo	Popular	0-10	21,1	0	10.1-20	2,12
		Residencial		65,0	0		6,73
Guerrero	Zihuatanejo	Popular	0-10	25,0	0	10.1-20	2,38
		Medio		35,0	0		3,09
		Residencial		75,0	0		7,65
	Acapulco de Juárez	Popular	0-10	35,7	0	10.1-50	6,71
		Residencial		55,8	0		6,62

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
El caso del servicio de agua de uso residencial

Estado	Municipio	Caracterización de la discriminación de 3er grado	Anchura del 1er bloque (m ³)	Tarifa fija (\$)	Precio marginal 1 (\$)	Anchura del 2º bloque (m ³)	Precio marginal 2 (\$)	
Michoacán	Morelia	Popular	0-12	-	2,07	13-30	2,2	
		Popular A		-	3,91		4,23	
		Medio		-	4,92		5,21	
		Residencial		-	8,74		9,43	
	Zamora	Popular I	0-15	18,5	0	16-30	1,28	
		Popular II		29,0			1,98	
		Medio		39,5			2,62	
		Residencial		77,8			5,36	
San Luís Potosí	El Refugio	Popular	0-10	30,0	0	10.1-20	1,98	
		Residencial					2,64	
	Cd. Fernández	Popular	0-10	30,0	0	10.1-20	3	
		Medio		33,6				
Sonora	Magdalena	Social	0-30	58,1	0	31-50	3,93	
		Popular		71,0				
		Residencial		83,8				
Veracruz	Coatepec	Popular	0-10	16,3	0	11-20	1,37	
		Interés Social		20,7			1,65	
		U Medico		25,0			1,83	
		Residencial		47,9			2,22	
	Panuco	Popular	0-10	61,7	0	11-20	5,84	
		Interés Social						
		U Medico						
		Residencial						
	Cd. Cardel	Popular	0-10	20,1	0	0-20	2,12	
		Interés Social		24,0			2,51	
		U Medico		27,0			2,89	
		Residencial		30,0			3,2	
	Cosoleacaque	Popular	0-10	20,4	0	11-20	2,17	
		Interés Social		22,0			2,35	
		U Medico		23,6			2,53	
		Residencial		24,9			2,65	
	Poza Rica Veracruz	Popular	0-10	22,1	0	11-20	2,31	
		Interés Social		24,3			2,56	
	Veracruz	Poza Rica Veracruz	U Medico	0-10	26,9	0	11-20	2,85
			Residencial		29,4			3,11
Xalapa-Enríquez		Popular	0-10	30,8	0	11-20	3,11	
		Interés Social		44,1			4,43	
		U Medico		55,9			5,94	
		Residencial		66,0			7,78	

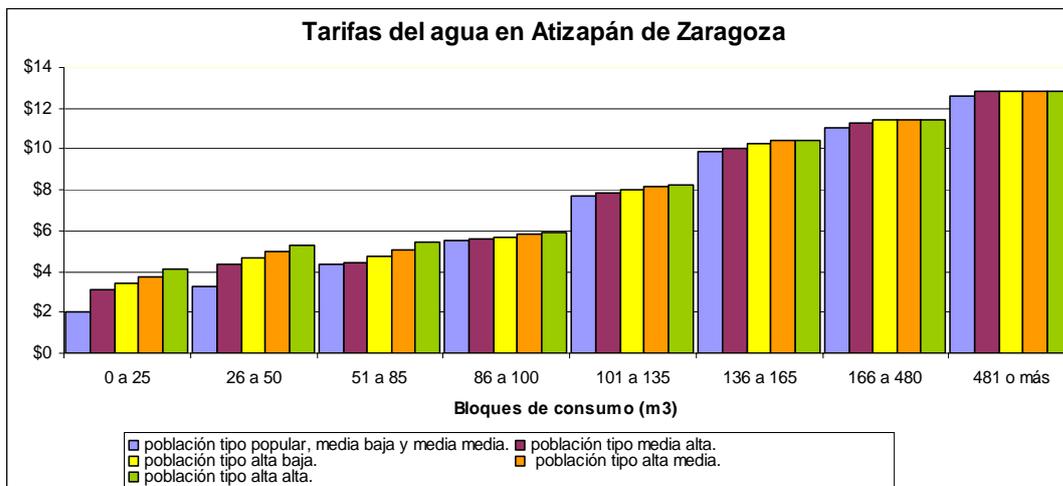
Fuente: Elaboración propia con base en: Comisión Nacional del Agua, 2008.

IV.3. Casos de Estudio

IV.3.1. Atizapán de Zaragoza

En Atizapán de Zaragoza el mecanismo que permite establecer la correspondencia entre rangos de consumos, tipos de usuarios y precios del agua son las tarifas por bloques crecientes. Puede observarse en el Gráfico IV.1 que para este municipio hay ocho bloques de consumo con anchuras de rangos totalmente heterogéneos en los dos primeros bloques la anchura es de 25m³, llama la atención observar que para el tercer y quinto bloque la anchura de consumo es de 35m³ y para el cuarto eslabón de solo 15 m³.

Gráfico IV.1



Nota: Las tarifas que se utilizaron para la elaboración del gráfico son el promedio de los grupos de consumidores.

Fuente: Elaboración propia con base en Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (SAPASA), 2003.

Una segunda característica de las tarifas en Atizapán es la discriminación de precios por tipo de consumidor, existen cinco tarifas diferenciadas por zona poblacional o grupo socioeconómico. Las zonas poblacionales son una clasificación utilizada por los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Atizapán de Zaragoza (SAPASA), realizada con base al grado de

urbanización, el número de servicios con los que cuenta, el tipo de asentamiento, las características de la periferia y la traza urbana. La clasificación es la que se muestra en el Cuadro IV.5.

Cuadro IV.5
Clasificación de la discriminación de tercer grado en Atizapán

Precio	Grupo socioeconómico
P ₁	Popular, Media –Baja, Media –Media
P ₂	Media –Alta
P ₃	Alta –Baja
P ₄	Alta –Media
P ₅	Alta –Alta

Fuente: Elaboración propia con base en
Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (SAPASA), 2003.

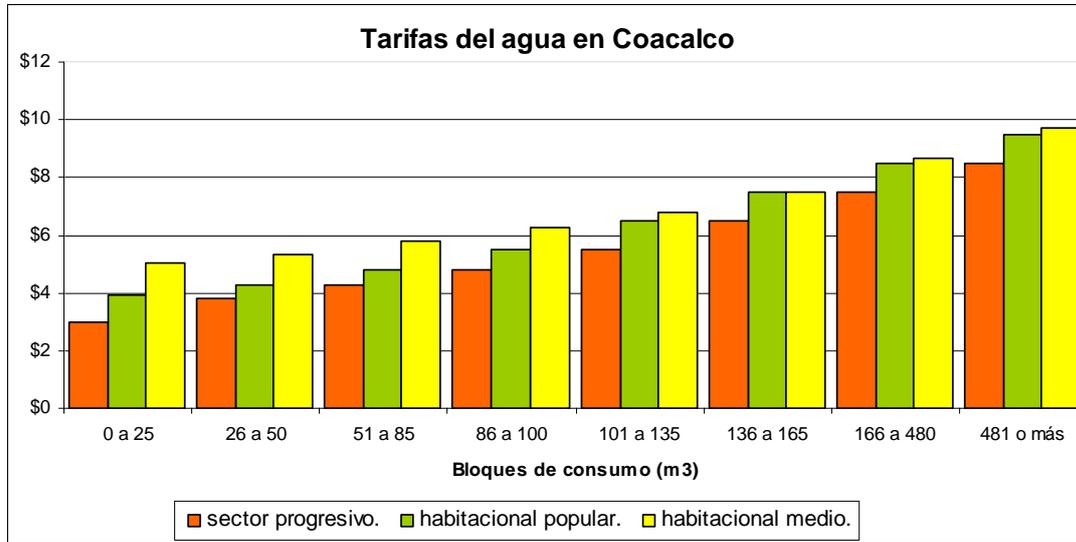
Nota: $p_1 < p_2 < p_3$

IV.3.2. Coacalco de Berriozábal

Al igual que las tarifas de Atizapán, en Coacalco de Berriozábal existe una discriminación de precios en segundo grado⁷ reflejada en las crecientes tarifas a través de ocho bloques, la amplitud de los bloques es tan heterogénea como en el municipio anterior (véase Gráfico IV.2).

⁷ Como se explicó en el capítulo II, en la teoría económica a la diferencia de precios por la adquisición del mismo bien se le llama discriminación de precios y el que sea de segundo grado responde a las diferentes cantidades consumidas.

Gráfico IV.2



Nota: Las tarifas que se utilizaron para la elaboración del gráfico son el promedio de los grupos de consumidores.

Fuente: Elaboración propia con base en

Organismo Público Descentralizado Municipal para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Coacalco de Berriozábal, 2003.

La clasificación de los sectores para la discriminación de precios de tercer grado⁸ la realiza el Organismo Público Descentralizado Municipal para la presentación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Coacalco de Berriozábal (OPDM), este organismo diferencia sus tarifas en tres zonas poblacionales (véase Cuadro IV.6)

Cuadro IV.6

Clasificación de la discriminación de 3er grado en Coacalco

Social progresivo Precio 1 (p ₁)	Habitacional popular Precio 2 (p ₂)	Habitacional medio Precio 3 (P ₃)
+Clase económica baja +Obras de urbanización y servicio de nivel mínimo	+Colonias o poblados producto de asentamientos no planificados +Forman periferias de algunos pueblos o localidades.	+Colonias con traza urbana regular. + Consolidada con edificios de tipo económico y de regular calidad.

Fuente: Elaboración propia con base en

Organismo Público Descentralizado Municipal para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Coacalco de Berriozábal, Estado de México, 2002-2005.

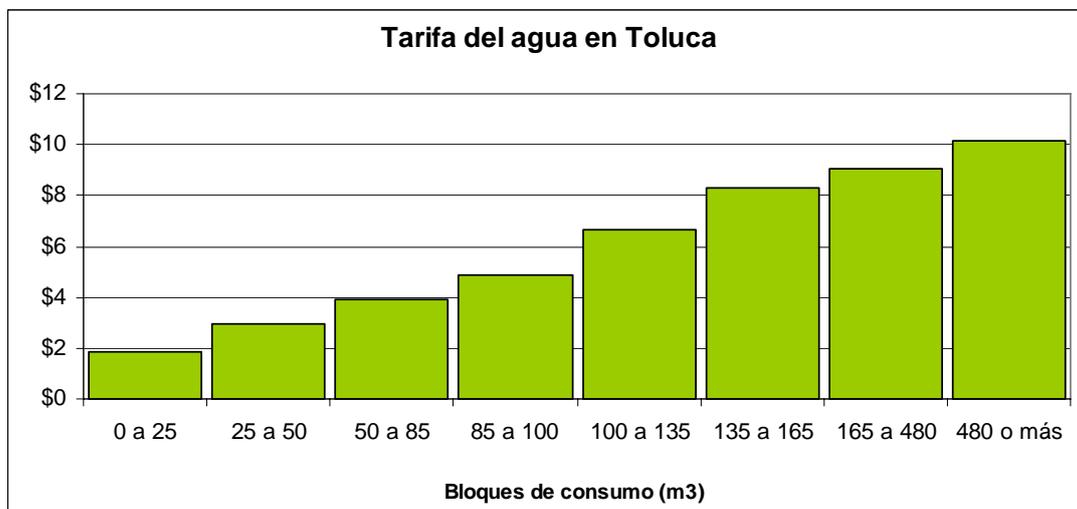
Nota: p₁ < p₂ < p₃

⁸ Es la diferencia de precios impuesta a un grupo determinado de consumidores.

IV.3.3. Toluca de Lerdo

Para el caso de Toluca⁹, quizá la característica más importante es la ausencia de una discriminación de tercer grado, aplicando la misma tarifa, independientemente del grupo socioeconómico en el que se ubique el consumidor (véase Gráfico IV.3).

Gráfico IV.3



Fuente: Elaboración propia con base en Agua y Saneamiento de Toluca 2003.

IV.3.4. Resumen

Las tarifas de agua en México por bloques crecientes se caracterizan por contar con: a) muchos rangos de consumo y heterogéneos por municipio b) discriminación de precios de segundo y tercer grado (véase Cuadro IV.4 y IV.7).

⁹ Toluca de Lerdo es el municipio de la muestra más frágil, debido a que solo el 10% de la población de la zona cuenta con un medidor de agua, además de enfrentarse a los tandeos programados.

Cuadro IV.7 Resumen Tarifas

Municipio	Atizapán de Zaragoza	Coacalco de Berriozábal	Toluca de Lerdo
Tipo de tarifa	En bloques	En bloques	En bloques
Rangos	Heterogéneos	Heterogéneos	Heterogéneos
Discriminación de segundo grado	Tarifas crecientes a mayor consumo, 8 precios diferenciados	Tarifas crecientes a mayor consumo 8 precios diferenciados	Tarifas crecientes a mayor consumo 8 precios diferenciados
Discriminación de tercer grado.	Diferenciación por áreas poblacionales 5 precios diferenciados	Diferenciación por áreas poblacionales 3 precios diferenciados	No existe discriminación de tercer grado

Fuente: Elaboración propia con base en Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2003; Organismo Público Descentralizado Municipal para la Prestación de los Servicios de Agua Potable; Alcantarillado y Saneamiento de Coacalco de Berriozábal, 2003; Agua y Saneamiento de Toluca 2003.

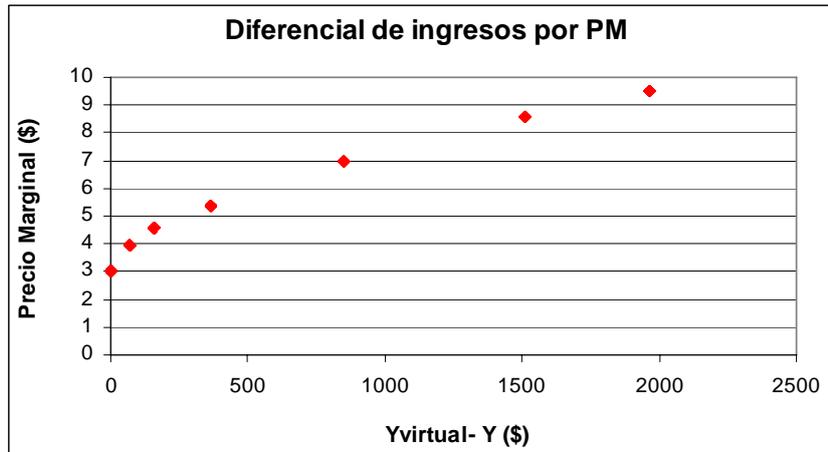
La descripción de las tarifas en los tres municipios estudiados bien puede proyectarse a toda la región XIII del Valle de México, debido a que entre éstos existe una alta heterogeneidad en la estructura y aplicación de las tarifas en bloques crecientes.

Los tres municipios estudiados capturan las diferencias socioeconómicas, a través del escalonamiento en precios por área geográfica y por nivel de consumo, como un instrumento que refleje escasez.

La discriminación de precios de segundo grado (como se revisó en el Capítulo III) genera un remanente del precio no cobrado a los consumidores que demandan a partir del segundo bloque y que están dispuestos a pagar un precio más alto por m³ consumido, esa diferencia es el excedente del consumidor.

En el Gráfico IV.4 se observa la relación entre el subsidio y el nivel de precios, cada punto en el eje de las ordenadas representa el salto de un bloque a otro, la proyección al eje de las abscisas nos deja ver el subsidio en pesos.

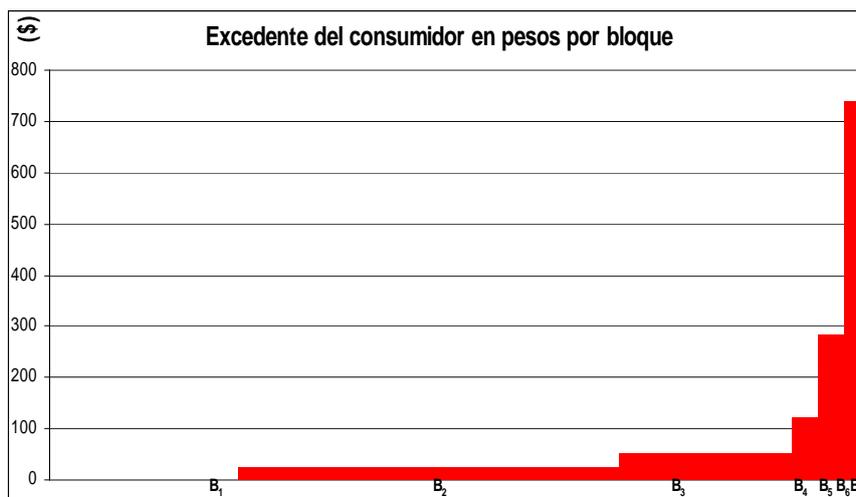
Gráfico IV.4



Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Ecología, 2002.
 Nota: Se utilizó el precio promedio de los tres municipios

En el Gráfico IV.5 se puede ver el monto en dinero que dejan de pagar los consumidores con la tarifa de bloques crecientes, es evidente que en los bloques superiores de consumo se paga un precio promedio menor de lo que pagan los individuos que consumen en los primeros bloques. No debe dejarse de lado que el primer bloque no recibe ningún subsidio.

Gráfico IV.5



Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Ecología, 2002.
 Nota: Se utilizó el precio promedio de los tres municipios

Aunado al problema de justicia antes descrito, es importante recordar que las tarifas en bloques crecientes solo pueden aplicarse a aquellos hogares que cuentan con sistema de medición. En este sentido, Marañón Boris (2003, p.7) argumenta que "...en México, los subsidios no benefician a los pobres porque hay quienes carecen totalmente del servicio en sus viviendas o el suministro es irregular, razones por las cuales se ven obligados a comprar, a precios mayores el agua en las pipas repartidoras".

CAPÍTULO V

MODELADO DE LA DEMANDA DE AGUA EN EL ESTADO DE MÈXICO

V.1. Problemas del modelado de la demanda de agua

Al estimar la demanda de agua por bloques crecientes se debe tomar en cuenta el doble problema que plantean Cavanagh et al. (2001), debido a la segmentación de la restricción presupuestaria. La no linealidad de la restricción presupuestaria obedece a la estructura en bloques de las tarifas de agua en México, por ello ésta se entiende como la unión de una serie de segmentos de diversas pendientes ascendentes (habrá tantos segmentos, como bloques).

El primero, es el problema de modelar simultáneamente caracterizaciones discretas y continuas, las primeras son las elecciones del bloque o quiebre que se desea consumir, la caracterización continua es la cantidad demandada en el bloque seleccionado.

El segundo inconveniente es un problema de endogeneidad¹, pues se trata a la cantidad de agua consumida y al precio marginal como variables endógenas al modelo (la razón por la que el precio marginal se determina como variable endógena obedece a que éste depende de la cantidad consumida).

En resumen, si se quiere obtener parámetros insesgados y consistentes se debe tomar en cuenta: 1) la naturaleza no lineal de la restricción presupuestaria y 2) el problema de endogeneidad del sistema.

¹ Se puede explicar el problema de endogeneidad, si se considera un sistema de ecuaciones en donde la variable dependiente de una ecuación es la variable explicativa en otra ecuación, es decir, existe una bidirección entre la variable dependiente de una ecuación y la variable independiente de otra, cuando sucede esto, se dice que existe simultaneidad en el sistema de ecuaciones lo que genera una dudosa distinción ente variables dependientes y variables explicativas.

El siguiente sistema de ecuaciones explica el problema:

$$pm = \beta_0 + \beta_1 Añ_const + \beta_2 contrib + \beta_3 jardín + \beta_4 c_propio + \beta_5 wUso_diferent + u_{pm} \dots (1)$$

$$W = \alpha_1 Yvs + \alpha_2 pm + \alpha_3 Añ_const + \alpha_4 baños + \alpha_5 jardín + \alpha_6 c_prop + \alpha_7 residen + \alpha_8 cisterna + u_w \dots (2)$$

El problema de simultaneidad y endogeneidad se puede enumerar en el siguiente orden de elección del consumidor:

1. Elige el bloque en el que desea consumir
2. Elige la cantidad que desea consumir
3. Elige el precio que pagará por la elección del bloque

V.2. Descripción de los datos del estudio

La información a utilizar en el modelo se obtuvo de la base de datos del estudio Modelación econométrica de los precios en bloque para agua de uso urbano realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INE) en 2002, las variables pueden observarse en el Cuadro V.1.

Cuadro V.1
 Descripción de las variables

Variable	Descripción	Tipo de variable
Ws	Consumo de agua semestral	Discreta
Residen	Número de residentes en el hogar	Discreta
Adultos	Número de adultos que habitan el domicilio	Discreta
H_perm	Habitante permanente	Discreta
Contrib	Número de personas que contribuyen con el ingreso	Discreta
Ys	Ingreso semestral	Continua
C_prop	Casa propio	Discreta
Renta	Costo de la renta	Continua
A_terre	Área del terreno	Continua
Ar_const	Área de la construcción	Continua
Añ_const	Antigüedad de la construcción	Discreta
Baños	Baños	Discreta
Wc	Excusados	Discreta
Lavama	Lavamanos	Discreta
Aire	Aire acondicionado	Discreta
Jardín	Jardín	Discreta
R_jardín	Riego de jardín	Discreta
Idea_cto	Percepción del costo por uso de agua	Continua
Ahorro	Ahorro de agua	Discreta
Flujo_cont	Flujo continuo	Discreta
Cisterna	Cisterna	Discreta
Uso_diferet	Utilización de agua para uso diferente al personal	Discreta
Cmp_u_dif	Compra de agua para uso distinto a la potable	Discreta

Fuente: *Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Ecología, 2002.*

La base de datos utilizada² cuenta con información de 699 usuarios urbanos con medidor de consumo de agua en tres municipios del Estado de México, Toluca de Lerdo, Atizapán de Zaragoza y Coacalco de Berriozábal, distribuidos con base en un muestreo probabilístico-estratificado-polietápico³ de la siguiente manera:

² La base de datos requirió una limpieza para evitar arrastrar problemas de inconsistencias en la información.

³ La estratificación se usa cuando tenemos información previa a la aplicación de cuestionarios dicha información puede ayudarnos a identificar subconjuntos muestrales que expliquen la variabilidad por estratos. El término polietápico se refiere a la aplicación de dos o más métodos de muestreo en un solo levantamiento.

Cuadro V.2

Observaciones de la muestra

Municipio	Número de observaciones
Coacalco de Berriozábal	113
Atizapán de Zaragoza	306
Toluca de Lerdo	280
Total	699

Fuente: *Elaboración propia con base en*
 Instituto Nacional de Ecología, 2002.

El Cuadro V.3 nos deja ver de forma sintetizada la estadística descriptiva de las variables utilizadas en el modelo.

Cuadro V.3

Estadística Descriptiva

Variable	Unidad	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
adultos	Número	2.76	11	1	1.21	2.28
añ_const	Años	18.81	100	0	13.49	1.39
Aire		0.04	1	0	0.19	0.21
idea_cto	\$/semestral	259.95	5150	0	352.01	0.74
baños	Número	1.84	7	1	0.79	2.33
contrib	Número	1.67	8	0	0.99	1.69
flujo_cont		1.22	2	0	0.43	2.84
residen	Número	4.47	21	1	1.72	2.60
jardín		0.58	1	0	0.49	1.18
a_terre	m ²	154.57	4500	0	207.49	0.74
Renta	\$/semestral	2066.89	8000	0	1542.65	1.34
Lavama	#	1.81	7	0	0.8	2.26
ar_const	m ²	107.75	3000	0	129.09	0.83
Ahorro		0.38	1	0	0.49	0.78
Cmp_u_dif		0.07	1	0	0.26	0.27
Cisterna		0.41	1	0	0.49	0.84
uso_diferet		2.25	9	0	1.86	1.21
r_jardín	Número	2.4	290	0	14.58	0.16
Wc	Número	1.84	7	1	0.8	2.30
c_prop		1.1	2	0	0.5	2.20
Ys	\$/semestral	31545	2400000	300	128302.4	0.25
Inws	m ³ /semestral	4.74	6.61	1.06	0.7	6.77
Ws	m ³ /semestral	140.39	740.28	2.89	94.77	1.48
pm1	\$/m ³	3	3.98	1.84	0.68	4.41
pm2	\$/m ³	3.2	4.2	1.93	0.68	4.71
pm3	\$/m ³	3.4	4.43	1.05	0.68	5.00

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
El caso del servicio de agua de uso residencial

Variable	Unidad	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
pm4	\$/m ³	3.7	4.62	1.71	0.71	5.21
pm5	\$/m ³	3.5	5.4	1.41	0.71	4.93
pm6	\$/m ³	3.8	6.06	1.95	0.76	5.00
pm7	\$/m ³	5.8	7.14	4.97	0.76	7.63

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Ecología, 2002.

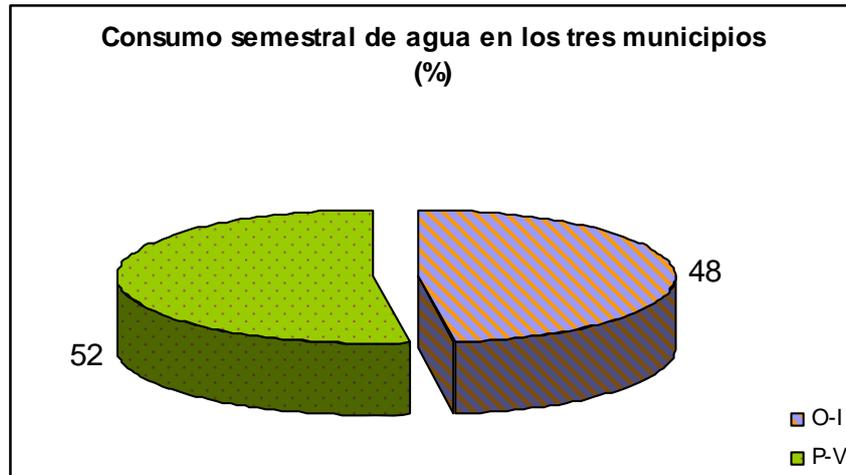
La información de consumo bimestral de agua potable (2007) fue proporcionada por los tres Organismos Operadores. Es importante destacar las tres características que nos interesan en los datos del consumo; la discriminación de los precios con base a las características del consumidor, la discriminación de precios debido al sistema de tarifas en bloques crecientes y la falta de un precio diferenciado por estación del año.

Para la discriminación de segundo grado se tomaron los promedios de las tarifas (5 tarifas para Atizapán, 3 de Coacalco y 1 de Toluca) por bloque para cada municipio, en la discriminación de tercer grado se identificaron los siguientes 7 bloques de consumo 1) 0 a 25, 2) 26 a 50, 3) 51 a 85, 4) 86 a 100, 5) 101 a 135, 6) 136 a 165 y 7) más de 166 m³.

Para hacer compatible la tercera característica⁴, con un panel de datos, se construyó la variable consumo a partir del promedio de la tasa de crecimiento bimestral de 2003 a 2008 para obtener el consumo de dos periodos del año Otoño -Invierno y Primavera -Verano (O-I, P-V), el Gráfico V.1 muestra el consumo semestral, donde puede verse una clara diferenciación del consumo a partir de la estación del año.

⁴ A diferencia de Cavanagh et al. (2001) las tarifas en México no se diferencian por estación del año.

Gráfico V.1



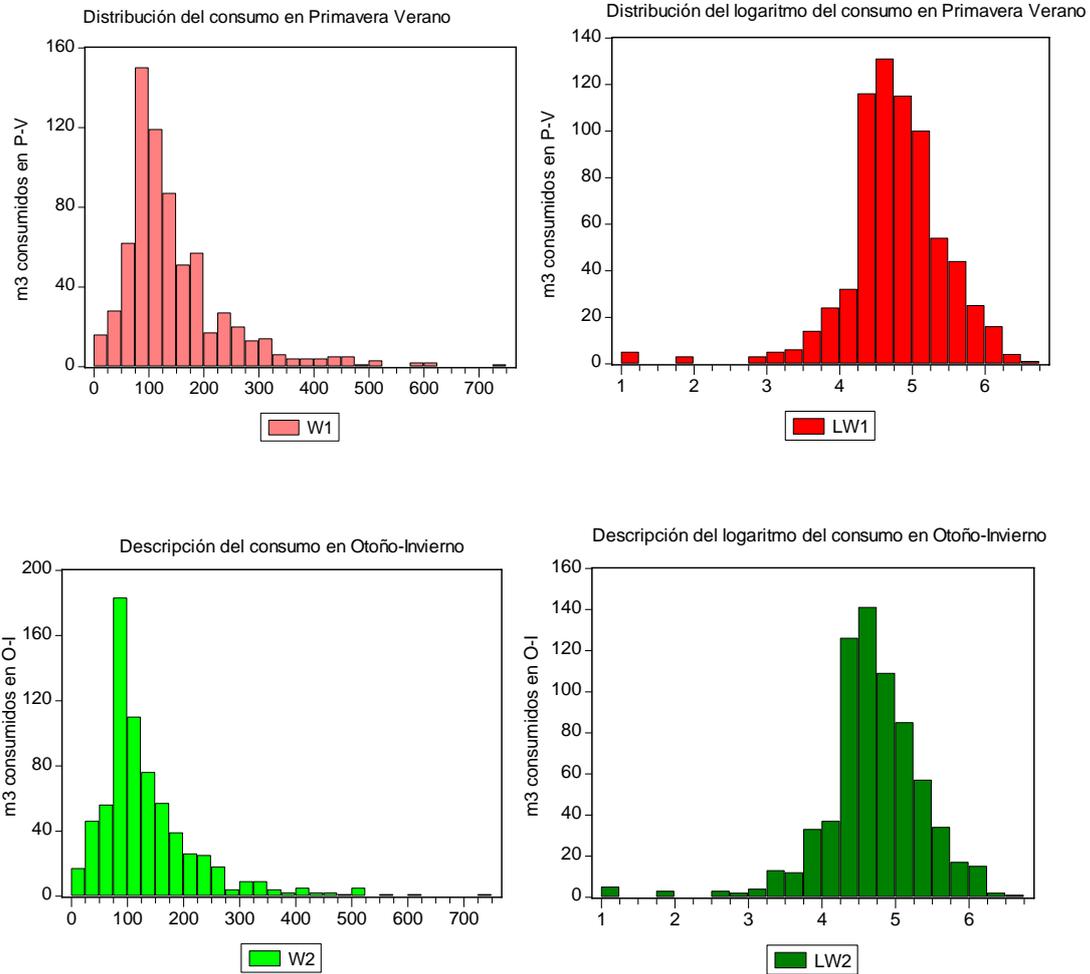
Fuente: Elaboración propia con base en:
Agua y Saneamiento de Toluca (2008); Organismo Público Descentralizado Municipal para la
Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2008); Servicios de
Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Atizapán de Zaragoza, SAPASA ATIZAPÁN (2008).

En el Gráfico V.2 se observa la distribución del consumo y el logaritmo del mismo en las dos versiones semestrales (O-I y P-V).

El consumo semestral para el periodo Primavera- Verano va de 3.4 a 740.3 m³ y de 3 a 731 para el periodo Otoño-Invierno y los precios marginales tomando en cuenta los siete bloques fluctúan entre 1.1 a 7.7 pesos por m³ para P-V y de 1.1 a 6.4 pesos por m³ para O-I.

Gráfico V.2

Transformaciones del consumo



Fuente: Elaboración propia con base en
Instituto Nacional de Ecología, 2002.

Nota: P-V incluye: Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto
O-I incluye: Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero.

V.3. Metodología econométrica

El método más sencillo de estimación es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), sin embargo, al modelar con OLS un sistema de ecuaciones con problemas de endogeneidad genera al menos dos inconvenientes:

1. Se violaría el supuesto de que las variables explicativas no son estocásticas y
2. Se omitiría el supuesto de que las variables explicativas deben distribuirse independientemente del término de perturbación estocástico.

Por lo tanto, se obtendrían estimadores sesgados e inconsistentes (el valor esperado del estimador no será igual al valor poblacional e independientemente del tamaño de la muestra los estimadores no convergen hacia los valores poblacionales).

Afortunadamente, existen varios métodos con las propiedades estadísticas que logran corregir los inconvenientes en la estimación del consumo de agua en México, éstos pueden agruparse, como lo señala Gujarati (2004) en los siguientes métodos:

- 1) Métodos uniecuacionales o de información limitada
- 2) Métodos de sistemas o de información completa

Los primeros métodos estiman individualmente cada ecuación del sistema considerando la restricción impuesta sobre ella (puede ser la exclusión de alguna variable). Ejemplos de estos son: Variables Instrumentales, Mínimos Cuadrados Bietápicas, Máxima Verosimilitud con Información Parcial.

El segundo método estima todas las ecuaciones simultáneamente tomando en cuenta las restricciones ocasionadas por omisión o ausencia de algunas variables sobre dichas ecuaciones. Sin embargo, si llegará a existir algún problema de error de especificación (forma funcional o exclusión de variables) dicho error será transmitido al resto del sistema. Los métodos

comúnmente utilizados de información completa son: Mínimos Cuadrados Indirectos, Mínimos Cuadros Trietápicos, Máxima Verosimilitud y Punto Fijo.

Independientemente del método que se utilice debe tomarse en consideración la naturaleza del sistema, esto es la exactitud⁵ o sobreidentificación⁶ del mismo.

La Cuadro V.4 deja ver los cruces entre los métodos de estimación que corrigen los problemas de endogeneidad y simultaneidad y la naturaleza del sistema de ecuaciones.

Cuadro V.4
Métodos de estimación

	a) Exactamente identificado	b) Sobreidentificado
c) Estimaciones uniecuacionales	<p>I</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variables Instrumentales 	<p>II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mínimos Cuadrados Bietápicos • Máxima verosimilitud con información parcial
d) Estimación de todo el sistema	<p>III</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mínimos Cuadrados Indirectos 	<p>IV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mínimos Cuadrados Trietápicos • Máxima verosimilitud con información completa • Punto fijo

Fuente: Elaboración propia con base en:
 Alvira, F. y Peña, M. (1978)

Como lo muestra el Cuadro V.4 (véase, apartado b) para un sistema de ecuaciones sobreidentificado es posible utilizar Mínimos Cuadrados Bietápicos, Máxima Verosimilitud con

⁵ Es decir, en donde se pueden obtener valores numéricos únicos de los parámetros estructurales.

⁶ Sistema en donde se puede obtener más de un valor numérico para algunos de los parámetros de las ecuaciones estructurales.

información Parcial o Completa, Mínimos Cuadrados Trietápicos y Punto Fijo. Los dos primeros métodos (véase, fracción II) se utilizan cuando se desean estimar los parámetros del sistema, ecuación por ecuación y el resto de criterios, cuando se realiza de forma conjunta.

Como lo que se desea es evitar la correlación entre el precio marginal y el término estocástico, se eligió entre los dos posibles modelos (Véase Cuadro V.4, cuadrante II) el método de Mínimos Cuadrados Bietápicos, porque como señala Green (2000) la matriz de covarianzas para el estimador de Máxima Verosimilitud con Información Parcial es idéntica a la del estimador de Mínimos Cuadrados Bietápicos. Por lo tanto, si existen perturbaciones normalmente distribuidas, el parámetro estimado por Mínimos Cuadrados Bietápicos es totalmente eficiente.

Mínimos Cuadrados Bietápicos

La búsqueda de estimadores insesgados y consistentes en un sistema de ecuaciones en donde uno de los elementos está sobreidentificado encuentra solución al estimar de forma dividida los parámetros de cada ecuación del sistema.

Las etapas:

- 1) Para eliminar la correlación entre la variable explicativa y el término de perturbación se halla un regresor modificado de pm' que se asemeje al precio marginal (pm), pero que sea independiente del término estocástico (u_w). Para encontrar a ese regresor modificado se realiza una regresión de la variable explicativa pm sobre todas las variables predeterminadas o exógenas en el sistema completo.
- 2) Consiste en aplicar el instrumento obtenido en la primera etapa a la ecuación a estimar, reemplazando la variable explicativa pm por la variable estimada pm' en la segunda

ecuación del sistema y se estiman los parámetros aplicando nuevamente OLS a la ecuación transformada.

La técnica de Mínimos Cuadrados Bietápicos reduce la sobreoferta de variables instrumentales al número preciso, al tomar combinaciones lineales de las variables instrumentales originales que mejor se ajuste a pm .

La variable instrumental pm' encontrada debe satisfacer dos condiciones:

1. pm' y u_w están no correlacionadas

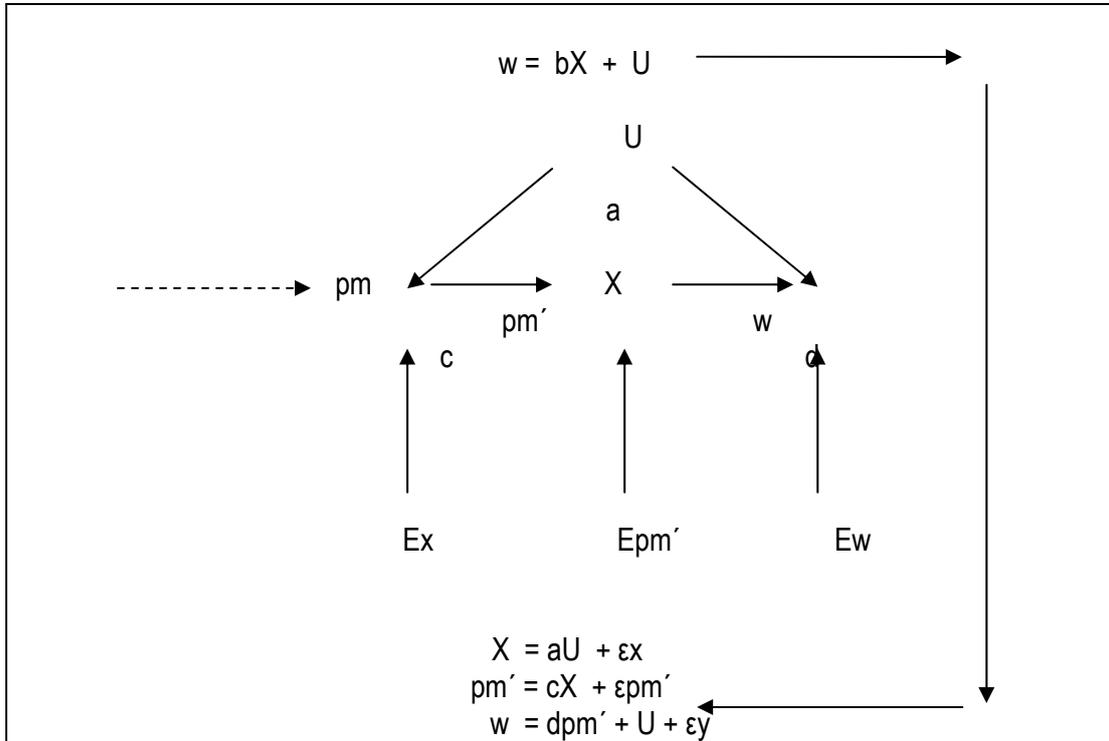
$$S_{pme}^p \rightarrow 0$$

2. pm' y w (consumo de agua) están correlacionadas

$$S_{pmw}^p \rightarrow \text{diferente a cero}$$

De forma sencilla, lo que hace este método es evitar que la variable explicativa de la primera ecuación se vea influenciada por las perturbaciones estocásticas de la segunda ecuación para ello se ayuda de la variable proxy pm' que separa a las variables exógenas no estocásticas de la perturbación de la primera ecuación y al sustituir pm' en la segunda ecuación es posible purificar la variable explicativa pm de la perturbación en la segunda ecuación. En el Cuadro V.5 se explica esquemáticamente la función del instrumento pm' .

Cuadro V.5
 Diagrama 2OLS



Fuente: Elaboración propia

Donde a , b , c y d son parámetros

X es la representación del total de nuestras variables (endógenas y exógenas)

pm' es la representación de las variables exógenas no relacionadas con el término aleatorio, pero relacionada con X

w es la variable dependiente

V.4 Identificación del sistema de ecuaciones

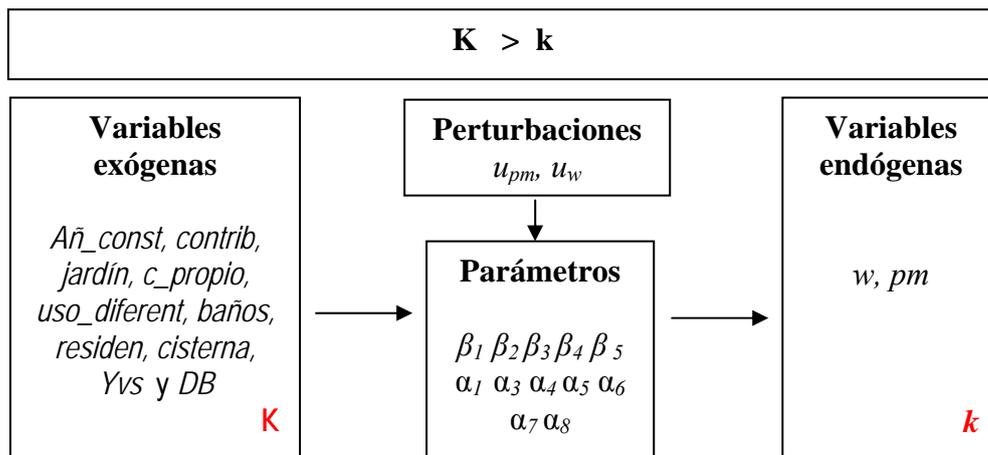
El sistema de ecuaciones a resolver es el siguiente:

$$W = \alpha_1 Y_{vs} + \alpha_2 pm + \alpha_3 Añ_const + \alpha_4 baños + \alpha_5 jardín + \alpha_6 c_propio + \alpha_7 residen + \alpha_8 cisterna + DB + u_w \dots\dots(2)$$

$$pm = \beta_0 + \beta_1 Añ_const + \beta_2 contrib + \beta_3 jardín + \beta_4 c_propio + \beta_5 Uso_diferent + u_{pm} \dots\dots(1)$$

El sistema de ecuaciones descrito arriba y como puede observarse en el Cuadro V.6 tiene un número de variables exógenas K mayor que el número de variables endógenas k , cuando esto sucede se dice que el sistema se encuentra sobreidentificado, por lo tanto, el modelo más apropiado de estimación es el de Mínimos Cuadros Bietápicos (como se revisó en la sección anterior).

Cuadro V.6
 Sobre identificación del sistema

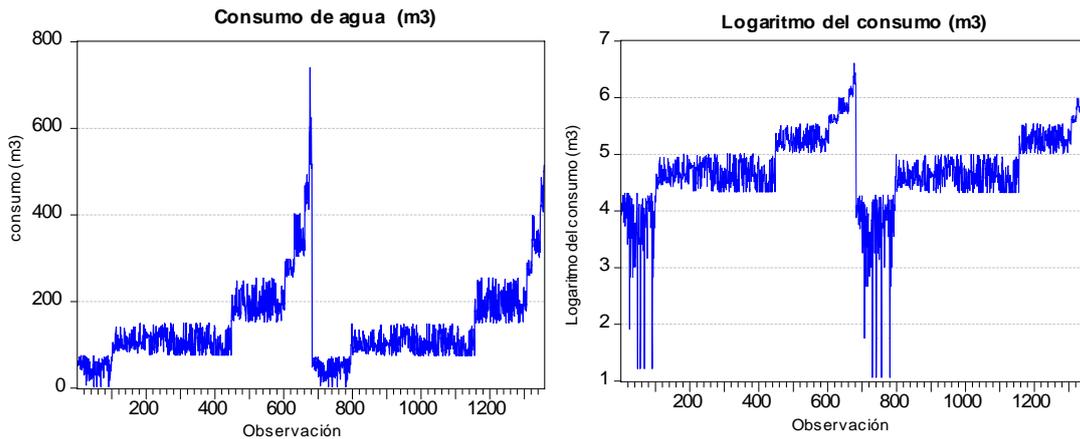


Fuente: Elaboración propia

V.5. Especificación del modelo

Para la especificación del modelo será necesario recordar las anteriores secciones, en donde el sistema de ecuaciones a modelar se encuentra sobreidentificado y la variable dependiente consumo requiere una transformación logarítmica ($\ln w$) como lo muestra el Gráfico V.3 y V.4.

Gráfico V.3
 Consumo del agua



Fuente: *Elaboración propia con base en*
 Instituto Nacional de Ecología, 2002.

La correcta especificación para estimar la elasticidad precio del consumo de agua y la elasticidad ingreso virtual se realiza con las transformaciones que requiere el precio marginal y el ingreso virtual ($\ln pm$, $\ln Yvs$), así que la especificación del sistema de ecuaciones queda como sigue:

$$\ln \omega_{i,t} = \delta Z_{i,t} + \alpha_2 \ln pm_{i,t} + \alpha_1 \ln Yvs_{i,t} + u_{wt_{i,t}} \dots (3)$$

En donde, Z será la matriz de variables que incluye las características socioeconómicas⁷ y de percepción del consumidor y a la variable categórica que captura los saltos de bloque en el modelo (número de residentes, número de baños, uso de cisterna, casa propia, existencia de jardín, antigüedad de la construcción y bloques) y δ es la matriz de parámetros

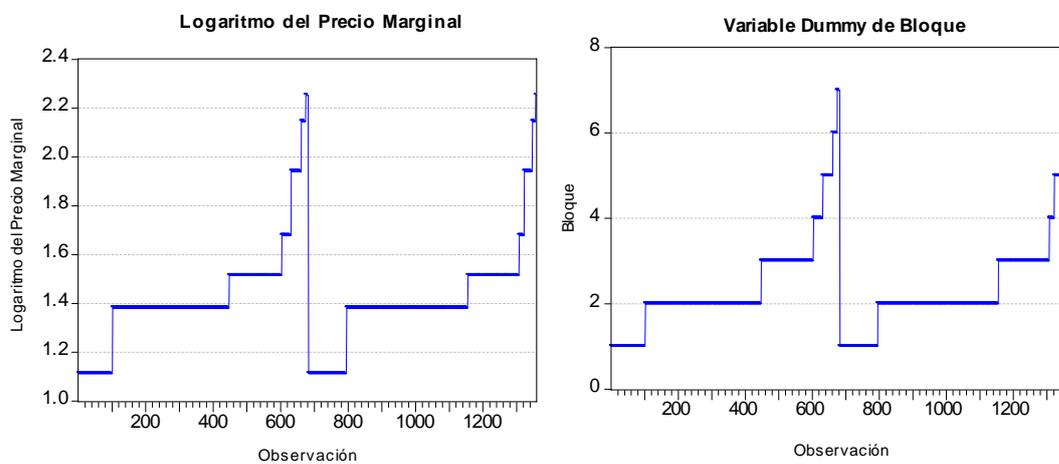
⁷ Según la UNESCO el consumo de agua en hogares se debe principalmente: 1) al baño en regadera de cinco minutos, 2) el lavado de la ropa, 3) el lavado de platos, 4) el riego del jardín, 5) la descarga de la tasa de baño, 6) lavar y cocinar alimentos (descritos por orden de consumo).

$(\alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8)$, el subíndice i representa la identificación del individuo en el bloque de consumo que le corresponde y el subíndice t representa el semestre de consumo (O-I ó P-V).

Es importante señalar que la variable bloque es una variable categórica que atrapa los eslabones, consecuencia de la construcción de las tarifas, en la Gráfica V.4 se observa la importancia de la inserción de la variable al modelo al correlacionarse perfectamente al precio marginal.

Los residuales que comprueban la corrección al utilizar la variable Dummy bloque se muestran en los Gráficos A.1 y A.2 del anexo.

Gráfica V.4
Corrección a través de la Dummy



Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Ecología, 2002.

La relación esperada entre el logaritmo del precio marginal y de la cantidad consumida, según la teoría económica, es inversa, y el logaritmo del ingreso virtual y de la cantidad consumida deben estar correlacionadas positivamente.

Las variables de las características socioeconómicas que se espera influyan de forma positiva en el modelo son: el número de residentes, el número de baños y jardín como lo muestra la correlación positiva (véase Cuadro A.9 del anexo) entre éstas y el logaritmo natural del consumo. En sentido contrario, se espera que influyan de forma negativa la percepción del costo del agua y el uso de cisternas.

Es importante resaltar entre estas variables la de edad de la construcción (Añ_const) porque, como lo explican trabajos anteriores, intenta capturar la probabilidad de tener conexiones viejas, que podría resultar en un mayor consumo de agua por fugas o desperfectos y de ésta variable se espera un efecto positivo en el modelo.

Se incorporó la temporalidad⁸ en el modelo, justificada por la diferenciación del consumo por temporada Otoño-Invierno o Primavera -Verano (O-I o P-V) en los tres municipios.

Aprovechando la serie de tiempo que construye la temporalidad de las dos épocas del año y el corte transversal de las características socioeconómicas de los hogares, se utilizó un panel de datos⁹ que permitiese capturar la heterogeneidad no observable entre las características de los hogares y las épocas del año, realizando un análisis más dinámico que el estudio particular de la serie de tiempo o del corte transversal no permitiría.

La naturaleza de la base de datos utilizada para la modelación afronta inconvenientes por la falta de información, por ello es preferible utilizar un panel de datos no balanceado, capturando la

⁸ La base de datos original carece de una serie de tiempo, para solucionar el problema fue necesario construirla a partir de un año base (2008).

⁹ El panel de datos puede tomar dos formas dependiendo de la completitud de la base de datos si es balanceado quiere decir que se cuenta con los mismos periodos de tiempo para cada una de las unidades de corte transversal o desbalanceado si el periodo de tiempo es pequeño en relación con las características de los hogares.

mayor cantidad de observaciones rescatables, que balancear el panel sacrificando información. Solo para tener un punto de comparación se realizaron los dos modelos con el mismo método pero con las dos variantes del panel datos.

La estimación del modelo de la demanda semestral de agua en los hogares se realizó por el método de Mínimos Cuadrados Bietápicos 2OLS porque resuelve el problema teórico de la simultaneidad y la sobre-identificación del sistema, además de que éste método no se ha utilizado en las estimaciones realizadas para el país.

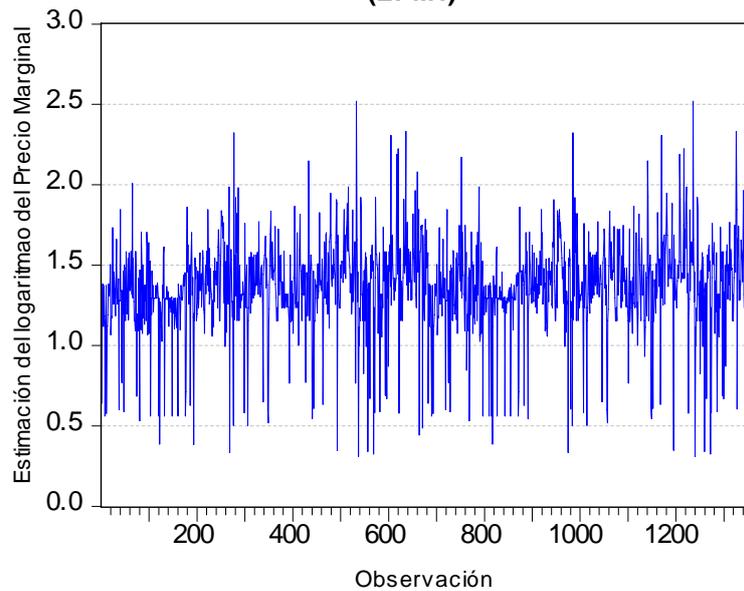
La primera etapa del modelo es la regresión del logaritmo precio marginal y las variables exógenas (Añ_const, Baños, Contrib, Jardín, C_prop), la ecuación que representa la primera regresión es la siguiente:

$$\ln pm'_{i,t} = pm^{\circ}_{i,t} + u_{pm}_{i,t} \dots\dots(1^{\circ})$$

En el Gráfico V.5 se observar el resultado de la estimación del logaritmo del precio marginal (de la primera corrida) que se incorporará en la segunda ecuación para estimar, ahora el logaritmo del consumo de agua.

Gráfico V.5

**Estimación de la primera etapa
 (LPM1)**



Fuente: *Elaboración propia con base en*
 Instituto Nacional de Ecología, 2002.

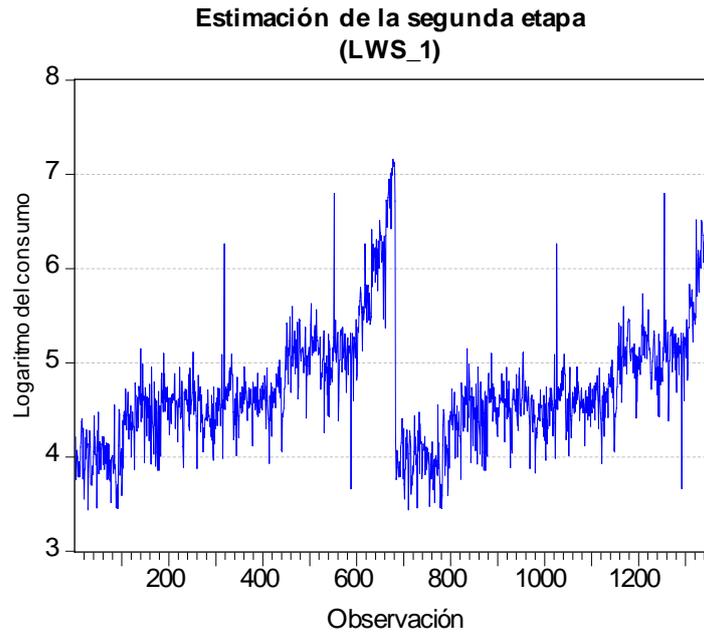
En la segunda etapa se utiliza el valor del factor del precio obtenido en la primera etapa, el cual no está correlacionado con la demanda de agua, en donde las covariantes exógenas generan estimaciones del parámetro, la siguiente ecuación representa la segunda estimación.

$$lnw = \alpha_1 Yvs_{i,t} + \alpha_2 pm^o_{i,t} + \alpha_3 Añ_const_{i,t} + \alpha_4 baños_{i,t} + \alpha_5 jardín_{i,t} + \alpha_6 c_prop_{i,t} + \alpha_7 residen_{i,t} + \alpha_8 cisterna_{i,t} + DB_{i,t} + ut_{i,t} \dots (2^o)$$

La estimación de la demanda de agua a través de 2OLS se realizó con ayuda del programa¹⁰ Eviews 5.1. El Gráfico V.6 deja ver los resultados de la estimación.

Gráfico V.6

¹⁰ E-views, carece de pruebas estadísticas para un panel no balanceado.



Las dos diferencias importantes de éste trabajo y el realizado por el Instituto Nacional de Ecología son: primero, existen 7 estructuras de bloques representadas en 2 estaciones del año, y segundo, se utiliza el consumo semestral de las observaciones construido con base en el promedio de la tasa de crecimiento bimestral del mismo, en un periodo de tres años de 2006-2008 lo anterior para construir un panel de datos.

V.6. Resultados

Los resultados del modelo cumplieron con la hipótesis propuesta en el estudio. El recurso agua puede manejarse como un bien ordinario y normal debido a que los consumidores responden sensiblemente a cambios en el precio y en el ingreso. Los signos obtenidos en los dos modelos con panel balanceado y no balanceado son consistentes con lo esperado.

Aunque se realizaron los dos modelos y en ambos obtenemos los signos esperados, en las variables explicativas importantes (ingreso virtual y precio marginal), debe señalarse que solo se modeló con panel balanceado por mera comparación, porque como se observa en el Cuadro

V.7 algunos signos obtenidos en el panel balanceado no son del todo satisfactorios para la teoría, además de incluir un número mínimo de observaciones en el modelo, que al disminuir de tal forma la muestra, podría cometerse el error de tomar estimadores inconsistentes. Razones de peso para decidirse a estimar a través de un panel no balanceado¹¹.

Entonces, la estimación que se valida es la del panel de datos no balanceado, la lectura de la relación de los coeficientes logaritmo de consumo, logaritmo de precio marginal y logaritmo de ingreso virtual, no debe tomarse como una elasticidad precios e ingreso virtual exacta, sino como elasticidades condicionales.

Cuadro V.7
Estimadores de los Coeficientes del Modelo de Demanda

Panel no balanceado				
Observaciones incluidas 1358				
Variable	Coeficiente	Error estándar	Estadístico -t	Probabilidad
LYvs	0.361367	0.006039	59.83550	0.0000
LPM1	-0.649079	0.160947	-4.032887	0.0001
Añ_const	0.006633	0.001639	4.048062	0.0001
Baños	0.105378	0.034229	3.078616	0.0021
Jardín	0.098423	0.030360	3.241857	0.0012
C_prop	0.680659	0.127106	5.355050	0.0000
Residen	0.022232	0.008206	2.709222	0.0068
Cisterna	-0.127626	0.027001	-4.726657	0.0000
Panel balanceado				
Observaciones incluidas 10				
Variable	Coeficiente	Error estándar	Estadístico -t	Probabilidad

¹¹ Utilizar un panel de datos balanceado en la modelación de la demanda de agua estuvo limitado por el número de observaciones faltantes en la base datos.

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
 Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
 El caso del servicio de agua de uso residencial

LYvs	0.842930	0.069762	12.08287	0.0003
LPM1	-0.725990	0.334196	-2.172344	0.0956
Baños	-1.326916	0.121173	-10.95059	0.0004
C_prop	0.135507	0.022143	6.119586	0.0036
Contrib	-0.082775	0.010600	-7.809229	0.0015
A_terre	0.006376	0.000480	13.28802	0.0002

Fuente: *Elaboración propia con base en*
 Instituto Nacional de Ecología, 2002.

La decisión de excluir algunas variables de la base de datos para modelar, estuvo acotada por aquellas variables que explican mejor la función de la demanda al 5% de significancia.

El efecto del precio sobre la demanda de agua semestral estimado con el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (2OLS) es suficientemente bueno y corrige el problema de endogeneidad, así mismo el coeficiente estimado del precio es negativo y significativo (-0.65) a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Recordando que el precio marginal y el ingreso virtual se deben a una restricción presupuestaria segmentada, no es posible interpretar los coeficientes como elasticidades exactas, sino como elasticidades condicionales, en donde la probabilidad de que un hogar cambie de bloque está en respuesta a un cambio en el precio marginal y el ingreso. Dichos cambios se deben considerar en conjunto dentro de la elasticidad general exacta.

Por otro lado, las variables exógenas utilizadas en la construcción del logaritmo del precio marginal (LPM1) que se deberá estimar en el modelo son: antigüedad de la construcción (Añ_const), número de baños (Baños), jardín (jardín), casa propia (C_prop), personas que contribuyen con el ingreso (Contrib) y compra de agua para uso distinto al potable (Cmp_u_dif), en el siguiente cuadro se observan los coeficientes.

Cuadro V.8

Variables exógenas que componen LPM1

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
El caso del servicio de agua de uso residencial

Variables exógenas	Coefficientes	Error estándar	Estadístico -t	Probabilidad
Añ_const	0.008066	0.000690	11.69157	0.0000
Baños	0.181666	0.011205	16.21261	0.0000
Contrib	0.079633	0.009110	8.740824	0.0000
Jardín	0.085794	0.019531	4.392794	0.0000
C_prop	0.732798	0.026037	28.14493	0.0000
Cmp_u_dif	0.161693	0.036087	4.480684	0.0000

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Ecología, 2002.

En términos generales, la diferencia de ésta estimación por Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (2OLS) y la de Jaramillo (2003) es substancial; el coeficiente obtenido por Jaramillo es 25% menor a la magnitud del coeficiente estimado por 2OLS comparado con el método de Variables Instrumentales (IV) y más del doble comparado con el método Discreto Continuo (DCC).

Las diferencias en la estimación, a demás del método utilizado, se deben al acomodo de los datos en un panel no balanceado con temporalidad semestral y utilizando la diferencia en el consumo por estación del año.

CONCLUSIONES

El servicio de agua potable por naturaleza responde a economías de escala, así que se lleva a cabo a través de un monopolio natural. Sin la intervención del Estado, una tarifa económicamente eficiente para un monopolio natural debería estar basada en la igualdad del costo de producción y distribución del servicio y el precio promedio por m³ distribuido.

Sin embargo, por tratarse de un recurso estratégico, el Estado interfiere en el precio real del líquido, subsidiando los costos de producción para ofrecer precios bajos al consumidor, lo que significa enviar señales falsas que resultan en el uso indiscriminado del recurso.

Por lo anterior, se propone una estructura tarifaria de bloques crecientes como un instrumento económico para corregir las asimetrías de la información, incentivando en el consumidor el uso y la asignación eficiente del recurso.

Para demostrar que la estructura tarifaria, bajo precios en bloque, funge como el instrumento económico que corrige las asimetrías de la información, fue necesario estimar la demanda de agua, en donde el consumo de agua potable en el Estado de México está en función del ingreso virtual Y_{vs} , el precio marginal del agua (P_m), la antigüedad de la casa ($Añ_{const}$), la presencia de jardín ($jardín$), la propiedad de la casa (C_{prop}), el número de residentes ($Residen$) y la presencia de cisterna ($Cisterna$).

Los resultados de la estimación infieren en que se acepta la hipótesis de una elasticidad precio negativa para el servicio de agua potable en el Estado de México, en donde, el coeficiente obtenido fue de -0.64 que, aunque es un valor pequeño, se ubica dentro del rango de las

estimaciones recientes. Así mismo se acepta la hipótesis de una elasticidad ingreso virtual positiva, en donde el coeficiente obtenido fue de 0.36.

El signo del coeficiente del precio y del ingreso virtual, demuestran que el servicio de agua potable se comporta como un bien ordinario y normal, bajo una estructura tarifaria de bloques crecientes.

Así mismo los coeficientes de la estimación de las variables; *baños*, *jardín* y *cisterna* evidencian los focos rojos del consumo en los hogares. En el caso de los coeficientes de la estimación en relación a las variables *baños* y *jardín* revela que los gustos y preferencias del consumidor por otros bienes se asocian a una mayor demanda del agua, la variable *cisterna* es un indicador de escasez y el comportamiento del consumidor muestra la relación inversa con el consumo, la variable *residen* confirma la relación directa entre el consumo de agua de uso residencial y el número de habitantes en el hogar, independientemente del nivel socioeconómico en que se encuentre el consumidor.

El análisis del ingreso virtual en la estructura de precios en bloque nos deja ver que existen algunos inconvenientes en dicha estructura, uno de ellos es la existencia de consumidores que estén dispuestos a pagar más, de lo que se les cobra. La diferencia entre la disposición a pagar y el precio real, es el excedente del consumidor bajo este tipo de estructura.

Un resultado tangencial pero interesante es el comportamiento del excedente del consumidor en una estructura tarifaria de este tipo, se constata que el precio por unidad es menor a mayor consumo, debido a que el excedente del consumidor aumenta a medida que el individuo se ubica en un bloque superior.

La estimación de la demanda de agua bajo una estructura tarifaria de bloques crecientes lleva inherente en la construcción de la estructura los problemas de endogeneidad y simultaneidad. Existen varios métodos de estimación que toman en cuenta dichos problemas, pero solo dos de ellos capturan el inconveniente de la sobreidentificación en el sistema de ecuaciones propuesto.

Se decide modelar por el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas debido a que este método cumple en capturar los problemas estructurales y la sobreidentificación del sistema, además tiene como ventaja la posibilidad de trabajarlo a través del programa computacional E-views 5.1.

Para modelar por el método de Mínimos Cuadrados Bietápicos se utilizó un panel de datos, por lo que fue necesario construir una serie de tiempo que divide al año en dos ciclos de consumo de agua: Otoño-Invierno y Primavera-Verano. El corte transversal incluye las variables dependientes del consumo, que son los datos obtenidos de la encuesta realizada por el INE en 2002. La variable precio marginal es el resultado del promedio de la discriminación de precios de tercer grado para los tres municipios de estudio.

El panel de datos utilizado en la modelación fue no balanceado, debido a los problemas de inconsistencia de la información y la ausencia de datos. Por lo que fue preferible sacrificar a los efectos, resultado de un panel de datos balanceado, que el número de observaciones estimadas, porque los resultados de los estimadores de un panel con pocas observaciones carecen de consistencia.

Las limitantes a las que se enfrentó este trabajo se enlistan enseguida:

- La falta de información y las inconsistencias contenidas en la base de datos.
- Las limitantes de estimación con un panel no balanceado para el programa econométrico utilizado en la modelación.
- El sesgo del muestreo al incorporar el municipio de Toluca de Lerdo a sabiendas del bajo padrón de hogares que cuentan con un medidor de agua y del grave problema del tandeo que existe en la zona.
- La falta de una serie de datos más larga para el consumo de agua potable.

Para trabajos futuros y dándole continuidad al presente trabajo, en donde se demuestra la elasticidad precio negativa del agua. Cabe preguntarse: ¿qué es lo que motiva a los tomadores de decisiones a continuar aplicando una tarifa de agua económica y ambientalmente ineficiente? ¿Cuál es la razón por la que los oferentes del servicio deciden trabajar con pérdidas económicas crecientes? ¿Existe otro tipo de incentivos a los que respondan los tomadores de decisiones?

RECOMENDACIONES

Para finalizar este trabajo se harán dos recomendaciones básicas derivadas del estudio para disminuir el consumo de agua de uso residencial. La primera a mediano plazo sugiere una reestructuración de las actuales tarifas en bloques crecientes. La segunda es una medida de corto plazo y aplica a todos las áreas del país con cualquier tipo de estructura de precios.

1. La estructura de precios bajo bloques crecientes está demostrado que es un buen instrumento económico, sin embargo, podría mejorar su eficacia si se reestructuran dichas tarifas para corregir las asimetrías de la información, como: la reducción del número de bloques en la estructura (para disminuir los subsidios); la creación de una tarifa base (tasado al costo marginal) y el incremento de las tarifas por encima de los costos promedio (cuando se supera el consumo base).
2. Los resultados nos muestran que existe una relación positiva entre el número de baños y la posesión de jardín con el consumo de agua, si se deseará disminuir de forma inmediata la demanda de agua es suficiente con implementar mecanismos ahorradores en WC, regaderas y llaves, así como en dispositivos de presión para el riego del jardín o bien la irrigación por las noches.

En términos de política pública antes de tomar una decisión normativa es recomendable realizar una evaluación costo –beneficio que asegure la eficacia de la política.

ANEXO

Cuadro A.1

Organismos Operadores del país, por estado y tipo de cobertura

Entidad federativa	Numero de Organismos Operadores de agua						
	Tipo de cobertura geográfica					Zona atendida	
	E	M	CM	CM y L	O	U	U y R
Total nacional	2	362	1,298	585	119	1,484	882
Aguascalientes	0	6	1	4	0	1	10
Baja California	0	1	0	2	1	1	3
Baja California sur	0	4	0	1	0	0	5
Campeche	0	7	1	3	0	1	10
Coahuila de Zaragoza	0	3	20	9	7	23	16
Colima	0	6	0	2	2	0	10
Chiapas	0	10	87	12	1	92	18
Chihuahua	0	12	43	13	0	46	22
Distrito federal	1	0	0	0	0	0	1
Durango	0	7	17	15	0	21	18
Guanajuato	0	1	20	24	0	26	19
Guerrero	0	8	57	14	1	59	21
Hidalgo	0	17	15	48	12	34	58
Jalisco	0	16	60	37	2	71	44
México	0	43	16	52	9	37	83
Michoacán de Ocampo	0	4	81	30	4	90	29
Morelos	0	3	18	25	30	43	33
Nayarit	0	2	17	3	7	21	8
Nuevo león	1	0	0	0	0	0	1
Oaxaca	0	89	389	37	9	406	118
Puebla	0	11	152	50	12	175	50
Querétaro de Arteaga	0	0	0	11	2	0	13
Quintana roo	0	3	1	1	3	1	7
San Luis Potosí	0	3	25	28	5	32	29
Sinaloa	0	9	0	9	0	0	18
Sonora	0	17	31	24	0	31	41
Tabasco	0	17	0	0	0	0	17
Tamaulipas	0	5	20	16	1	24	18
Tlaxcala	0	13	32	13	2	35	25
Veracruz de Ignacio de la llave	0	15	96	69	4	110	74
Yucatán	0	29	66	14	1	69	41
Zacatecas	0	1	33	19	4	35	22

Notas: E. Entidad, M. Municipio, CM. Cabecera municipal, L. Localidades, O. Otras, U. Urbana, R. Rural.
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), *Panorama censal de los Organismos Operadores de agua en México*, INEGI, México, 2007.

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
 Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
 El caso del servicio de agua de uso residencial

Cuadro A.2

Tarifas fijas del servicio de agua potable, 2008

Estado	Municipio	Características	Tarifa Fija	Estado	Municipio	Características	Tarifa Fija	
Aguascalientes	El Llano	Popular	75	Colima	Comala	Comunidades	48.85	
		residencial	200			Popular	66.98	
	Jesús María	domestico I	31			Residencial	101.5	
		domestico II	36			Urbana del centro	72.87	
		domestico IV	42		Domestico alta	83.37		
		Medio	90		Domestico baja	120		
	Pabellón de Artega	Rincón de Romos	Popular		117	Cuauhtémoc	Domestico residencial	167.7
			A		100		Residencial	135.5
	Loreto	B	Residencial media				121.4	
		Baja California Sur	Calniki		-		32	Municipio de Colima
	A Hab c/Planta		15	Urbana	88.93			
	A. Hab Int. Soc		7	Urbana del centro	102.9			
	Barrios		26	Municipio de Villa de Álvarez	Residencial	94.92		
	Col .Populares		2.5		Urbana	34.56		
Campeche	Residencial		45	Guanajuato	Abasolo	Básica	45	
Campoton	-		12			Media	60.22	
Candelaria	-		12			Preferencial	39	
Campeche	Ciudad del Carmen		Medio	108	Guerrero	Zihuatanejo	Medio	61
			Popular	71			Popular	47
		Residencial	152	Residencial			153	
	Escárcega	-	20	Hidalgo	Tulancingo de Bravo	Domestico	75.9	
	Hecelchakan	-	12			Residencial	134.8	
	Holpechan	-	12	Michoacán	Morelia	Medio	101.1	
	Palizada	-	11			Popular	36.37	
		Tenabo	-			10	Popular a	66.77
	Chihuahua	Ciudad Camargo	Categoría A			12.07	Puruandino	Residencial
			Categoría B		52.67	Medio		42.9
Categoría C			78.53		Popular	35.2		
Categoría D			108.67		Sengio	Residencial	70.4	
Categoría E			126.83			Medio	20	
Categoría F			138.89		Popular	20		
Categoría G			175.17		Zamora	Residencial	20	
Categoría H			211.4	Medio		111.2		
Categoría I			241.61	Popular I		39.48		
Categoría J			268.76	Popular II		75.35		
Categoría K	301.99		Nayarit	Valle de Banderas	Residencial	155.3		
Categoría L	108.67				Media	80		
Ciudad Jiménez	001A		85	Puebla	Chignahuapan	Popular	50	
	002B		86.4			Residencial	100	
	003C	117	San Luis Potosí	Huachinango	Popular	50.78		
	004D	113.6			Popular	27.72		
	005E	139.2	Sinaloa	Zacapoxtla	Popular	30		
	006E	163.2			Medio	116.5		
	007G	206.4	Tlaxcala	San Luis Potosí	Popular	55.5		
	008H	237.6			Residencial	342.5		
	009J	307.2	Apizaco	Navolato	Media	52.43		
	010J	382.4			Clase a	73		
	011K	469.6			Clase b	80		
	012L	551.2			Clase c	110		

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
 Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
 El caso del servicio de agua de uso residencial

		013M	74.4		Tlaxcala	Clase a	148.7		
		014N	55.2			Clase b	173.9		
		015O	240.8			Clase c	187		
		016P	1103.2			Clase d	212.2		
		017Q	9755.2			Clase e	273		
		018R	44			Clase f	368.7		
		019S	44.8			Ciudad Cardel	Interés social	51	
		020T	60				Popular	44	
		021U	55.2				Residencial	66	
		022V	2184.8				U medico	62	
		024Y	19.2				Interés social	104.5	
		Delicias	Grupo 1			79.6	Coatepec	Popular	60.5
			Grupo 2			113.53		Residencial	176
	Grupo 3		200.09	U medico	126.5				
	Grupo 4		286.25	Interés social	104.5				
	Grupo 5		514.19	Popular	60.5				
	Hidalgo del Parral	Categoría A	94.59	Cosoleacaque	Residencial	176			
		Categoría B	148.5		U medico	126.5			
		Categoría C	243.09		Panuco	Interés social	77.05		
		Categoría D	278.3			Popular	77.05		
		Categoría E	503.79			Residencial	77.05		
		Categoría F	783.2			U medico	77.05		
		Categoría G	910.8		Poza Rica Veracruz	Interés social	104.5		
	Meoqui	-	Popular	60.5					
		Categoría A	91.3	Residencial		176			
	Nuevo Casas Grandes	Categoría B	126.9	Zacatecas	Jerez	U medico	126.5		
		Categoría C	190.4			Popular	41.5		
		Categoría D	253.9						
		Categoría E	331.9						
		Categoría F	827.9						
		Categoría G	2875						
		Categoría H	5750						

Fuente: Elaboración propia con base en Comisión Nacional del Agua, 2008.

Muestreo

El levantamiento del cuestionario se realizó en casas habitación y departamentos que tuvieran medidor de agua para los tres casos de estudio, sumando 700 observaciones.

El tipo de muestreo utilizado en el estudio Modelación econométrica de los precios de agua en bloque para agua de uso urbano (INE, 2002) de donde se obtuvo la base de datos que sustenta éste trabajo fue Probabilístico-Estratificado-Polietápico.

El método de muestreo Probabilístico-Estratificado-Polietápico permitió distinguir al demandante por nivel de ingreso y de consumo. El siguiente cuadro nos deja ver el número de estratos utilizados por municipio para cada una de las etapas utilizadas.

Cuadro A.3

Etapas del muestreo

Municipio	Etapas	1ar etapa Clasificación de ingresos	2da etapa Número de bloques
Atizapán de Zaragoza		5	8
Coacalco de Berriozábal		3	8
Toluca de Lerdo		0	8

Fuente: Elaboración propia con base en:
Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Atizapán de Zaragoza, 2003
Organismo Público Descentralizado Municipal para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Coacalco de Berriozábal, 2003.
Agua y Saneamiento de Toluca 2003.

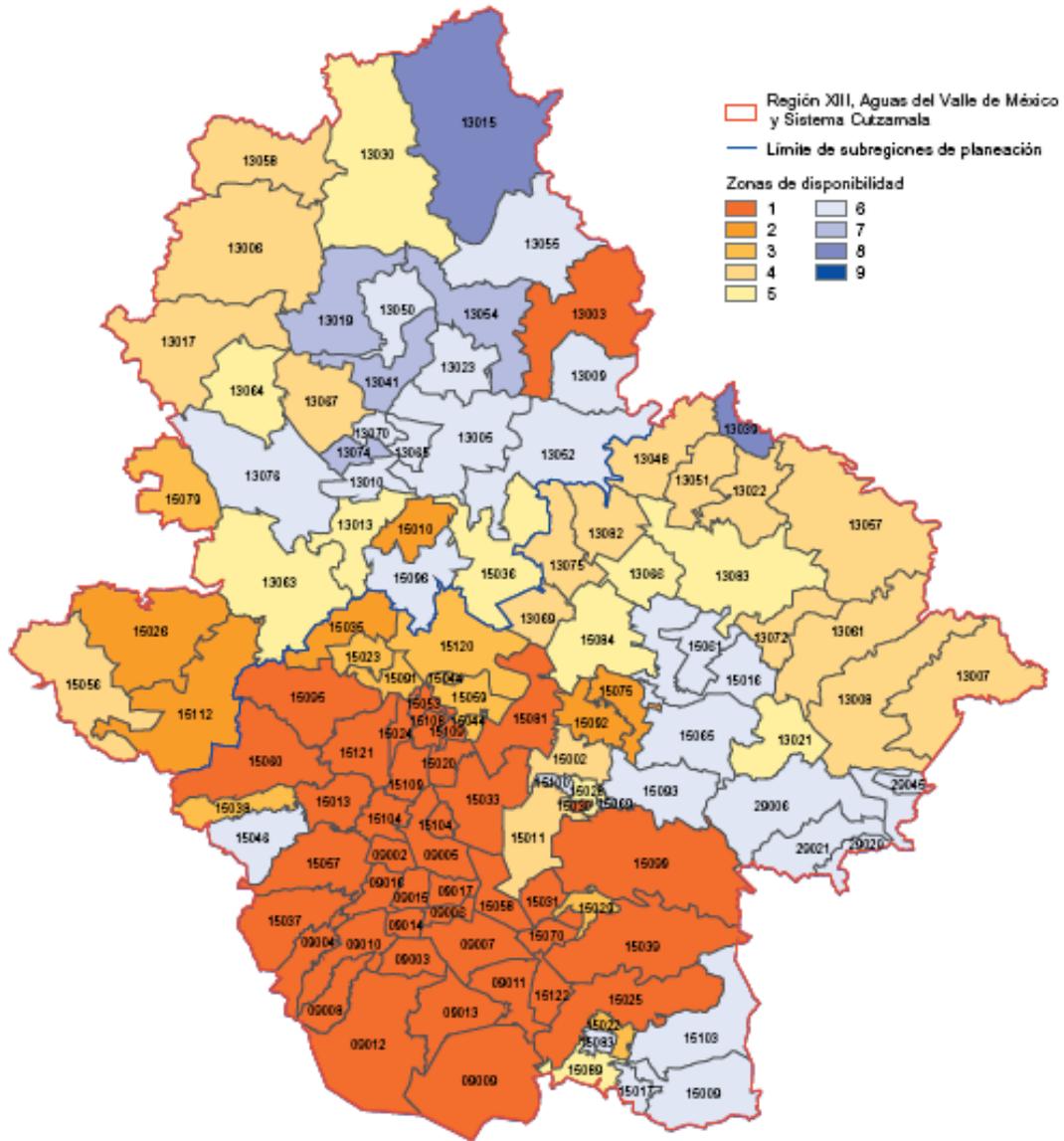
En el Cuadro A.3 se observan las etapas del muestreo, en la primera etapa se clasifican los hogares por nivel socioeconómico, capturando la reacción del consumidor ante cambios en el ingreso, de tal forma que se tendrán como máximo cinco estratos en Atizapán de Zaragoza y tres estratos en Berriozábal.

La segunda etapa o afijación se realizó a los tres municipios de igual forma, estratificando por número de bloques, obteniendo así 8 estratos para cada municipio.

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
El caso del servicio de agua de uso residencial

Figura A.1

Región XIII, Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala



Fuente: CNA (2005)/Estadísticas del Agua 2005. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Región XIII.

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
El caso del servicio de agua de uso residencial

Cuadro A.4

Municipios y delegaciones que integran la Región Hidrológica XIII

Clave de la Delegación	Estado	Delegación o Municipio	Clave de la Delegación	Estado	Delegación o Municipio
09002	Distrito Federal	Azcapotzalco	15013	Estado de México	Atizapán de Zaragoza
09003	Distrito Federal	Coyoacán	15016	Estado de México	Axapusco
09004	Distrito Federal	Cuajimalpa de Morelos	15017	Estado de México	Ayapango
09005	Distrito Federal	Gustavo A. Madero	15020	Estado de México	Coacalco de Berriozábal
09006	Distrito Federal	Iztacalco	15022	Estado de México	Cocotitlán
09007	Distrito Federal	Iztapalapa	15023	Estado de México	Coyotepec
09008	Distrito Federal	Magdalena Contreras, La	15024	Estado de México	Cuautitlán
09009	Distrito Federal	Milpa Alta	15025	Estado de México	Chalco
09010	Distrito Federal	Alvaro Obregón	15028	Estado de México	Chiautla
09011	Distrito Federal	Tláhuac	15029	Estado de México	Chicoloapan
09012	Distrito Federal	Tlalpan	15030	Estado de México	Chinconcuc
09013	Distrito Federal	Xochimilco	15031	Estado de México	Chimalhuacán
09014	Distrito Federal	Benito Juárez	15033	Estado de México	Ecatepec de Morelos
09015	Distrito Federal	Cuauhtémoc	15035	Estado de México	Huehuetoca
09016	Distrito Federal	Miguel Hidalgo	15037	Estado de México	Huixquilucan
09017	Distrito Federal	Venustiano Carranza	15038	Estado de México	Isidro Fabela
13007	Hidalgo	Almoloya	15039	Estado de México	Ixtapaluca
13008	Hidalgo	Apan	15044	Estado de México	Jaltenco
13021	Hidalgo	Emiliano Zapata	15046	Estado de México	Jilotzingo
13022	Hidalgo	Epazoyucan	15053	Estado de México	Melchor Ocampo
13039	Hidalgo	Mineral del Monte	15057	Estado de México	Naucalpan de Juárez
13048	Hidalgo	Pachuca de Soto	15058	Estado de México	Nezahualcóyotl
13051	Hidalgo	Mineral de la Reforma	15059	Estado de México	Nextlalpan
13057	Hidalgo	Singuilucan	15060	Estado de México	Nicolás Romero
13061	Hidalgo	Tepeapulco	15061	Estado de México	Nopaltepec
13066	Hidalgo	Villa de Tezontepec	15065	Estado de México	Otumba
13069	Hidalgo	Tizayuca	15069	Estado de México	Papalotla
13072	Hidalgo	Tlanalapa	15070	Estado de México	Paz, La
13075	Hidalgo	Tolcayuca	15075	Estado de México	San Martín de las Pirámides
13082	Hidalgo	Zapotlán de Juárez	15081	Estado de México	Tecámac
13083	Hidalgo	Zempoala	15083	Estado de México	Temamatla
13003	Hidalgo	Actopan	15084	Estado de México	Temascalapa
13005	Hidalgo	Ajacuba	15089	Estado de México	Tenango del Aire
13006	Hidalgo	Alfajayucan	15091	Estado de México	Teoloyucán
13009	Hidalgo	Arenal, El	15092	Estado de México	Teotihuacan
13010	Hidalgo	Atitalaquia	15093	Estado de México	Tepetlaoxtoc
13013	Hidalgo	Atotonilco de Tula	15095	Estado de México	Tepotzotlán
13015	Hidalgo	Cardonal	15099	Estado de México	Texcoco
13017	Hidalgo	Chapantongo	15100	Estado de México	Tezoyuca
13019	Hidalgo	Chilcuautla	15103	Estado de México	Tlalmanalco
13023	Hidalgo	Francisco I. Madero	15104	Estado de México	Tlalnepantla de Baz
13030	Hidalgo	Ixmiquilpan	15108	Estado de México	Tultepec
13041	Hidalgo	Mixquiahuala de Juárez	15109	Estado de México	Tultitlán
13050	Hidalgo	Progreso de Obregón	15120	Estado de México	Zumpango
13052	Hidalgo	San Agustín Tlaxiaca	15121	Estado de México	Cuautitlán Izcalli
13054	Hidalgo	San Salvador	15122	Estado de México	Valle de Chalco Solidaridad
13055	Hidalgo	Santiago de Anaya	15010	Estado de México	Apaxco

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
 Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
 El caso del servicio de agua de uso residencial

13058	Hidalgo	Tasquillo	15026	Estado de México	Chapa de Mota
13063	Hidalgo	Tepeji del Río de Ocampo	15036	Estado de México	Hueyoxtla
13064	Hidalgo	Tepetitlán	15056	Estado de México	Morelos
13065	Hidalgo	Tetepango	15079	Estado de México	Soyaniquilpan de Juárez
13067	Hidalgo	Tezontepec de Aldama	15096	Estado de México	Tequixquiac
13070	Hidalgo	Tlahuelilpan	15112	Estado de México	Villa del Carbón
13074	Hidalgo	Tlaxcoapan	29006	Tlaxcala	Calpulalpan
13076	Hidalgo	Tula de Allende	29020	Tlaxcala	Sanctórum de Lázaro Cárdenas
15002	Estado de México	Acolman	29021	Tlaxcala	Nanacamilpa de Mariano Arista
15009	Estado de México	Amecameca	29045	Tlaxcala	Benito Juárez
15011	Estado de México	Atenco			

Fuente: Elaboración propia con base en:

CNA (2005)/Estadísticas del Agua 2005. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Región XIII.

Cuadro A.5

Características socio-económicas de de la Región Hidrológica

Característica	Unidad	Subregión Valle de México	Subregión Tula	Total regional
Número de municipios 2004a	Número	85	31	116
Número de localidades	Número	2 585	1 078	3 663
Superficie territorial	Km ²	9 674	6 750	16 424
Población 2004b	Habitantes	20 153 954	905 151	21 059 105
Tasa de Crecimiento Medio Anual 2000-2004	%	0,99	0,79	0,98
Densidad de población	Hab/km ²	2 083	134	1 282
Servicio de Agua Potable	%	97,04	93,02	96,86
Servicio de alcantarillado	%	95,72	65,71	94,40
Población Económicamente Activa	Habitantes	7 360 343	269 037	7 629 380
PEA respecto a la Población Total en el 2000	%	39,26	31,51	38,92
PEA Ocupada	Habitantes	7 238 487	265 501	7 503 988
Producto Interno Bruto (31.2% del PIBc Nacional)	Miles de millones de pesos a precios constantes de 2004	ND	ND	1 909
PIB per cápita	Pesos a precios constantes de 2004	ND	ND	90 638

Fuente: Estadísticas del Agua 2005. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Región XIII, 2005.

Notas: a Incluye a las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal

b Población estimada a diciembre de 2004, con base en las proyecciones de población de Conapo 2000-2030.

c Dato estimado con base en el Banco de Información Económica, Sistema de Cuentas Nacionales de México, 2001.

d La población considerada es de 21 059 105 habitantes a diciembre de 2004.

La estructura tarifaria como instrumento económico de la escasez.
Una estimación de la función de la demanda bajo la estructura de precios en bloque:
El caso del servicio de agua de uso residencial

Cuadro A.6

Características socioeconómicas de la Región XIII

Clave	Región Administrativa	Población (habitantes)	PIB (millones de pesos constantes)	% Población por región	% PIB por región
I	Península de Baja California	3403883	249998	3	4
II	Noroeste	2577736	173593	2	3
III	Pacífico Norte	4127142	176917	4	3
IV	Balsas	10745533	411477	10	7
V	Pacífico Sur	4187372	126511	4	2
VI	Río Bravo	10549938	890549	10	15
VII	Cuencas Centrales del Norte	3974298	198957	4	3
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	20413332	980622	19	16
IX	Golfo Norte	5022450	225671	5	4
X	Golfo Centro	9723566	335190	9	5
XI	Frontera Sur	6488846	178747	6	3
XII	Península de Yucatán	3628500	253639	3	4
XIII	Valle de México y Sistema Cutzamala	21059105	1908748	20	31
Nacional		105901701	6110619	100	100

Fuente: Estadísticas del Agua 2005. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Región XIII, 2005.

Nota: Población a diciembre de 2004

PIB en millones de pesos constantes de 2004

Cuadro A.7

Características socio-económicas de la Región XIII

Clave	Región Administrativa	Extensión territorial continental (miles de km ²)	Densidad de población 2004 (hab/km ²)	Municipios 2004 (número)
I	Península de Baja California	145.5	23	10
II	Noroeste	205.3	13	79
III	Pacífico Norte	151.9	27	51
IV	Balsas	119.2	90	422
V	Pacífico Sur	77.1	54	358
VI	Río Bravo	379.6	28	141
VII	Cuencas Centrales del Norte	202.4	20	83
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	190.4	107	327
IX	Golfo Norte	127.2	40	154
X	Golfo Centro	104.6	93	443
XI	Frontera Sur	101.8	64	139
XII	Península de Yucatán	137.8	26	124
XIII	Valle de México y Sistema Cutzamala	16.4	1270	116
	Nacional	1959.2	54	2447

Fuente: Estadísticas del Agua 2005. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Región XIII, 2005.

Cuadro A.8

Inmigrantes por estado, 2000

Entidad federativa	Inmigrantes	% de Inmigrantes
Aguascalientes	187768	1.09
Baja California	1025754	5.96
Baja California Sur	137928	0.80
Campeche	156158	0.91
Coahuila de Zaragoza	317792	1.85
Colima	139290	0.81
Chiapas	122451	0.71
Chihuahua	524897	3.05
Distrito Federal	1827644	10.61
Durango	163607	0.95
Guanajuato	389975	2.26
Guerrero	167115	0.97
Hidalgo	276143	1.60
Jalisco	835121	4.85
México	5059089	29.38
Michoacán de Ocampo	332805	1.93
Morelos	431003	2.50
Nayarit	152540	0.89
Nuevo León	827453	4.81
Oaxaca	201099	1.17
Puebla	436024	2.53
Querétaro Arteaga	284890	1.65
Quintana Roo	485255	2.82
San Luis Potosí	217042	1.26
Sinaloa	303514	1.76
Sonora	356489	2.07
Tabasco	178683	1.04
Tamaulipas	678752	3.94
Tlaxcala	136504	0.79
Veracruz de Ignacio de la Llave	629180	3.65
Yucatán	113140	0.66
Zacatecas	125319	0.73

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda 2000.

Cuadro A.9

Matriz de correlaciones

	aire	adultos	añ_const	idea_cto	baños	contrib	flujo_cont	Residen	a_terre	Lpm	IYs	lavama	ar_const	ahorro	cmp_u_dif	cisterna	uso_diferet	r_jardín	lws
aire	1	0.10	-0.12	0.00	0.08	-0.09	-0.02	0.09	-0.07	-0.04	-0.17	0.06	-0.07	0.00	0.06	0.03	0.08	0.19	-0.15
adultos	0.10	1	0.16	0.07	0.12	0.64	0.11	0.68	0.22	0.15	0.10	0.09	0.17	0.19	-0.10	0.01	0.20	0.15	0.11
añ_const	-0.12	0.16	1	0.16	-0.01	0.04	0.24	0.06	0.13	0.29	-0.14	-0.01	0.12	0.08	0.01	-0.14	0.13	0.03	0.21
idea_cto	0.00	0.07	0.16	1	0.18	0.02	0.04	0.14	0.43	0.08	0.23	0.15	0.36	0.08	-0.06	0.07	0.19	0.18	0.10
baños	0.08	0.12	-0.01	0.18	1	0.11	0.06	0.01	0.38	0.22	0.39	0.95	0.47	0.11	-0.05	0.20	0.15	0.10	0.26
contrib	-0.09	0.64	0.04	0.02	0.11	1	0.12	0.55	0.21	0.06	0.19	0.08	0.20	0.13	-0.13	0.04	0.03	0.06	0.06
flujo_cont	-0.02	0.11	0.24	0.04	0.06	0.12	1	0.02	0.16	0.12	-0.03	0.06	0.09	0.04	0.00	-0.03	-0.02	0.03	0.07
residen	0.09	0.68	0.06	0.14	0.01	0.55	0.02	1	0.13	0.17	0.10	-0.01	0.15	0.05	-0.07	0.02	0.14	0.10	0.11
a_terre	-0.07	0.22	0.13	0.43	0.38	0.21	0.16	0.13	1	0.16	0.25	0.35	0.78	0.16	-0.10	0.13	0.13	0.27	0.17
lpm	-0.04	0.15	0.29	0.08	0.22	0.06	0.12	0.17	0.16	1	0.02	0.21	0.15	0.03	-0.15	0.02	0.13	0.00	0.79
IYs	-0.17	0.10	-0.14	0.23	0.39	0.19	-0.03	0.10	0.25	0.02	1	0.41	0.35	0.18	-0.02	0.21	0.02	0.02	0.06
lavama	0.06	0.09	-0.01	0.15	0.95	0.08	0.06	-0.01	0.35	0.21	0.41	1	0.41	0.15	-0.03	0.23	0.15	0.11	0.25
ar_const	-0.07	0.17	0.12	0.36	0.47	0.20	0.09	0.15	0.78	0.15	0.35	0.41	1	0.11	-0.08	0.15	0.11	0.11	0.20
ahorro	0.00	0.19	0.08	0.08	0.11	0.13	0.04	0.05	0.16	0.03	0.18	0.15	0.11	1	-0.09	0.07	0.05	-0.04	0.04
Cmp_u_dif	0.06	-0.10	0.01	-0.06	-0.05	-0.13	0.00	-0.07	-0.10	-0.15	-0.02	-0.03	-0.08	-0.09	1	0.00	-0.10	-0.04	-0.19
Cisterna	0.03	0.01	-0.14	0.07	0.20	0.04	-0.03	0.02	0.13	0.02	0.21	0.23	0.15	0.07	0.00	1	0.04	0.00	0.04
uso_diferet	0.08	0.20	0.13	0.19	0.15	0.03	-0.02	0.14	0.13	0.13	0.02	0.15	0.11	0.05	-0.10	0.04	1	0.18	0.14
r_jardín	0.19	0.15	0.03	0.18	0.10	0.06	0.03	0.10	0.27	0.00	0.02	0.11	0.11	-0.04	-0.04	0.00	0.18	1	-0.01
lws	-0.15	0.11	0.21	0.10	0.26	0.06	0.07	0.11	0.17	0.79	0.06	0.25	0.20	0.04	-0.19	0.04	0.14	-0.01	1

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Ecología, 2002.

Construcción de la restricción presupuestaria por bloques (B_x)

$$B_1: Y_1 = pm_1 w + \Omega = Y_{c1} + \Omega_1$$

.

$$B_3: Y_3 = pm_1 w_1 + pm_2 (w_2 - w_1) + pm_3 (w - w_2) + \Omega_3 = Y_{c3} + \Omega_3$$

.

$$B_7: Y_7 = pm_1 w_1 + pm_2 (w_2 - w_1) + pm_3 (w - w_2) + pm_4 (w_4 - w_3) + pm_5 (w_5 - w_4) + pm_6 (w_6 - w_5) + pm_7 (w_7 - w) + \Omega = Y_c + \Omega_7$$

Construcción del ingreso virtual (Y_{vs})

$$B_1: Y_{vs1} = (w * pm_1) + \Omega_1$$

.

$$B_3: Y_{vs3} = ((w_2 + w) * pm_3) + \Omega_3$$

.

$$B_7: Y_{vs7} = ((w_6 + w) * pm_7) + \Omega_7$$

Donde:

Y: ingreso (semestral)

Y_c: ingreso gastado en consumo de agua (semestral)

Y_{vs}: ingreso virtual (semestral)

w: cantidad de agua consumida (semestral) donde w₁ < w₂ < w₃ < w₄ < w₅ < w₆ < w₇

pm: precio marginal (semestral) donde pm₁ < pm₂ < pm₃ < pm₄ < pm₅ < pm₆ < pm₇

Ω: ingreso gastado en el consumo de otros bienes

Sistema de ecuaciones del modelo

$$pm_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Añ_const_{i,t} + \beta_2 contrib_{i,t} + \beta_3 jardín_{i,t} + \beta_4 c_propio_{i,t} + \beta_5 Uso_diferent_{i,t} + upm_{i,t} \dots\dots(1)$$

$$W = \alpha_1 Yvs_{i,t} + \alpha_2 pm_{i,t} + \alpha_3 Añ_const_{i,t} + \alpha_4 baños_{i,t} + \alpha_5 jardín_{i,t} + \alpha_6 c_prop_{i,t} + \alpha_7 residen_{i,t} + \alpha_8 cisterna_{i,t} + DB_{i,t} + uw_{i,t} \dots\dots(2)$$

Primera etapa

$$Inpm' = \beta_0 + \beta_1 Añ_const_{i,t} + \beta_2 contrib_{i,t} + \beta_3 jardín_{i,t} + \beta_4 c_propio_{i,t} + \beta_5 Uso_diferent_{i,t} + upm_{i,t}$$

$$Inpm'_{i,t} = pm^{\circ}_{i,t} + upm_{i,t} \dots\dots(1^{\circ})$$

Segunda etapa

$$Inw_{i,t} = \alpha_1 Yvs_{i,t} + \alpha_2 Inpm'_{i,t} + \alpha_3 Añ_const_{i,t} + \alpha_4 baños_{i,t} + \alpha_5 jardín_{i,t} + \alpha_6 c_prop_{i,t} + \alpha_7 residen_{i,t} + \alpha_8 cisterna_{i,t} + DB_{i,t} + uw_{i,t}$$

$$Inw_{i,t} = \alpha_1 Yvs_{i,t} + \alpha_2 pm^{\circ}_{i,t} + \alpha_3 Añ_const_{i,t} + \alpha_4 baños_{i,t} + \alpha_5 jardín_{i,t} + \alpha_6 c_prop_{i,t} + \alpha_7 residen_{i,t} + \alpha_8 cisterna_{i,t} + (\alpha_2 upm + uw)_{i,t}$$

$$uw_{i,t} = \alpha_2 upm_{i,t} + uw_{i,t}$$

$$Inw_{i,t} = \alpha_1 Yvs_{i,t} + \alpha_2 pm^{\circ}_{i,t} + \alpha_3 Añ_const_{i,t} + \alpha_4 baños_{i,t} + \alpha_5 jardín_{i,t} + \alpha_6 c_prop_{i,t} + \alpha_7 residen_{i,t} + \alpha_8 cisterna_{i,t} + DB_{i,t} + uw_{i,t} \dots\dots(2^{\circ})$$

$$In\omega = \delta Z_{i,t} + \alpha_2 pm^{\circ}_{i,t} + \alpha_1 InYvs_{i,t} + uw_{i,t} \dots\dots(3)$$

Donde:

Z: es la matriz de variables (Añ_const, baños, jardín, c_propio, residen, cisterna, DB) y

δ : es la matriz de parámetros ($\alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8$)

DB: es la variable categórica que captura los saltos de bloque

i=la identificación del individuo en el bloque de consumo

t= semestre de consumo (O-I ó P-V)

Gráfico A.1

Residuales
Comparación entre serie original y serie ajustada

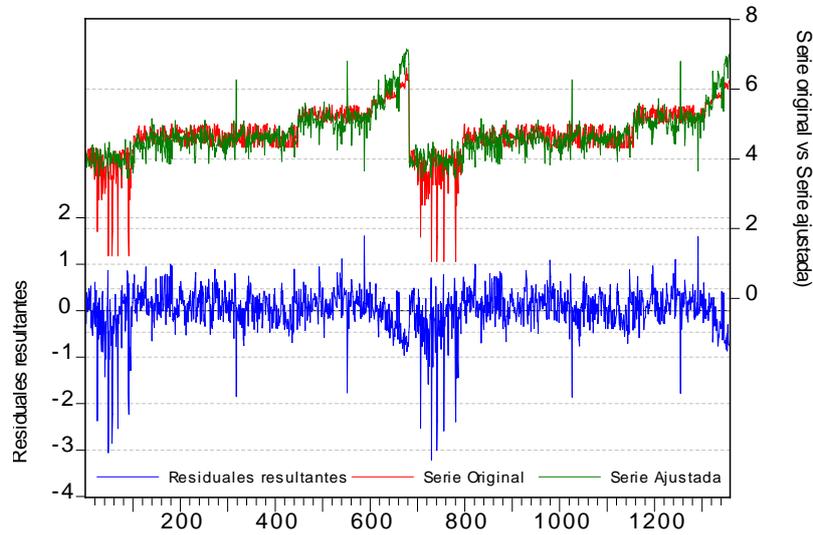
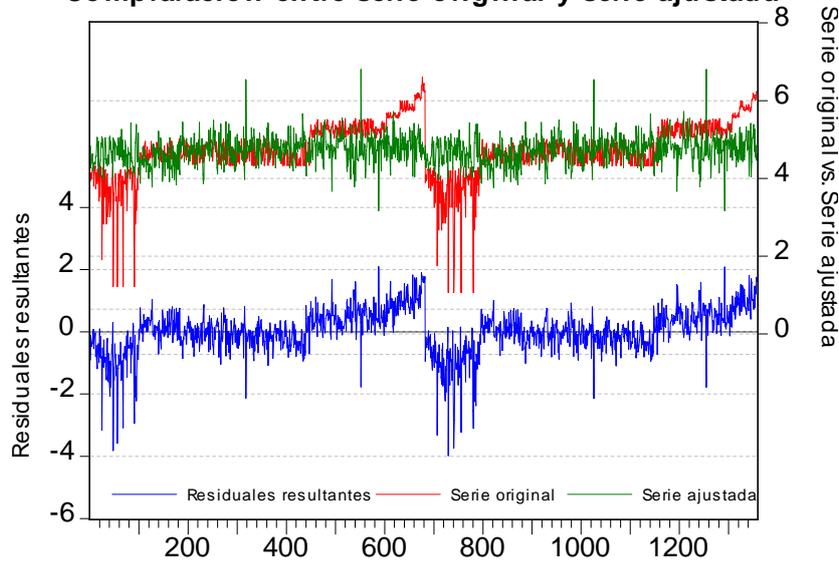


Gráfico A.2

Residuales de la segunda etapa sin DB
Comparación entre serie original y serie ajustada



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agua y Saneamiento de Toluca (2002, 2003, 2004, 2005)/ Precios Públicos para el Cobro del Suministro de Agua Potable (2002, 2003, 2004, 2005). *Gaceta del Gobierno del Estado de México*, México.

Agua y Saneamiento de Toluca (2008).

Álvarez, G.S., M. García y J. Suárez/ "Tarifas no uniformes: servicio de suministro doméstico de agua", *Universidad de Oviedo*, España.

Alvira, F. y Peña M., (1978) "Path" Análisis, modelos de ecuaciones estructurales y variables no observadas", *Revista Española de Investigaciones Sociológicas* 3:187-208.

Barkatullah Nadia (2002)/ "OLS and Instrumental Variable Price Elasticity Estimates for Water in Mixed-Effect Models Under a Multipart Tariff Structure", *London Economics*.

Balairón Pérez Luis (2000)/ *Gestión de Recursos Hídricos*. Ediciones UPC. España.

Buenfil O. Mario/ *Diseño de estructuras de tarifas para empresas de agua*, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], México, 2005.

Cavanagh, S.M., W.M. Hanemann y R.N. Stavins (2001)/ "Muffled Price Signals: Household Water Demand Under Increasing-Block Prices". *Mimeo*.

Comisión Nacional del Agua [CNA] (2008)/ www.cna.gob.mx

Comisión Nacional del Agua [CNA] (2003)/ *Estadísticas del Agua en México 2003*.

Comisión Nacional del Agua [CNA] (2005)/ *Estadísticas del Agua en México 2005*.

Comisión Nacional del Agua [CNA] (2008)/ *Estadísticas del Agua en México Edición 2008*.

Comisión Nacional del Agua [CNA] (2005)/ *Estadísticas del Agua 2005. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. Región XIII*, CNA, México.

Comisión Nacional del Agua [CNA] (2003)/ *Programa Hidráulico 2002-2006 Región XIII*, CNA, México.

Consejo Nacional de Población (2006)/ Índices de marginación 2005.

Consejo Consultivo de Agua del Estado de México (2001)/ *Programa Hidráulico Integral del Estado de México*.

Corona Alfonso R. (2000) / *Economía Ecológica*. Facultad de Economía, UNAM. México.

Gallardo José (1999)/ "Disyuntivas en la teoría normativa de la regulación: el caso de los monopolios naturales". *Pontificia Universidad Católica del Perú*, documento de Investigación No 164.

García V. Ma. Ángeles (2001)/ "Fijación de precios óptimos en el sector público: Una aplicación para el servicio municipal de agua". *Instituto de Estudios Fiscales*.

Greene W.H. (2000)/ *Econometric Analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey; segunda edición.

Gujaratti Damodar (2003)/ *Econometría*. Mc Graw Hill, México, cuarta edición.

Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Investigación en Política y Economía (2002)/ Estudio "Modelación econométrica de los precios de agua en bloque para agua de uso urbano", México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática / Información estadística, México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2007), *Panorama censal de los Organismos Operadores de agua en México*, INEGI, México.

Jaramillo. M. L. A. (2003)/ "Modelando la Demanda de Agua de Uso Residencial en México", *Instituto Nacional de Ecología*.

Komives. K., Foster, V., Halpern, J. y Wodon, Q. (2006)/ *Agua, Electricidad y Pobreza*. Banco Mundial, Bogota, Colombia.

Marañón Pimentel Boris (2003)/ *Las Tarifas de Agua Potable en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1992-2002: ¿Hacia una política de administración de la Demanda?*. Third Wordk Center For water Management, México.

Martínez-Espiñeira, R. (2002)/ "Residential Water Demand in the Northwest of Spain" *Environmental and Resource Economics vol. 21*.

Mazzanti Massimiliano y Montini Anna (2005)/ "The determinants of residential water demand. Empirical evidence for a panel of Italian municipalities", *Fondazione Eni Enrico Mattei*.

Medina C. y L. F. Morales (2006)/ "Demanda por Servicios Públicos Domiciliarios en Colombia y Subsidios: Implicaciones sobre el Bienestar"

Montesillo Cedillo José Luis (2002)/ *El suministro de agua potable en México*. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Organismo Público Descentralizado Municipal para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Coacalco de Berriozábal, Estado de México (2002, 2003, 2004, 2005)/ "Precios Públicos Vigentes para el Ejercicio Fiscal del (2002, 2003, 2004, 2005)". *Gaceta del Gobierno del Estado de México*, México.

Organismo Público Descentralizado Municipal para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2008).

Sáez F. Francisco J. y Gómez G. Francisco (2005)/ "Factores determinantes del consumo de agua usos residenciales en Andalucía", *Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Granada*.

Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Atizapán de Zaragoza, SAPASA ATIZAPÁN (2002, 2003, 2004, 2005)/ "Suministro de Agua Potable. Uso doméstico con medidor (2002, 2003, 2004, 2005)". *Gaceta del Gobierno del Estado de México, México*.

Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Atizapán de Zaragoza, SAPASA ATIZAPÁN (2008).

Taylor, L.D. (1975) / "The Demand for Electricity: A Survey", *The Bell Journal of Economics*

Roca Jordi, Tello Enric y Padilla Emilio / "Las estructuras de los precios del agua para consumo doméstico en Cataluña, desde el punto de vista de la equidad y el estímulo al ahorro" *Universidad de Barcelona*.

Varian, Hal R. (1996)/ *Microeconomía Intermedia*. Antoni Bosch Editor, España, cuarta edición.

Watson, Donald S. (1981)/ *Teoría de los precios*. Editorial Trillas México, México, primera edición.

Wonnacott, Ronald J. y Wonnacott Thomas H. (1982)/ *Econometría*. Aguilar S.A. de editores, España, Madrid, primera edición.

Wooldridge M. Jeffrey / *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. London, England.