

**¿Cómo Compatibilizar Costos del Servicio con el Bienestar de los Usuarios Residenciales?: Un Análisis del Servicio de Agua Potable en el Perú**

**INFORME FINAL**

**Humberto Ortiz**

**Luis Bendezú**



**CIES**  
consorcio de investigación  
económica y social



Pontificia Universidad Católica del Perú  
Departamento de Economía

**Lima, Abril 2006**

## Tabla de Contenidos

1.	Introducción .....	3
2.	Breve Análisis de la Industria de Agua Potable en el Perú .....	5
3.	Caracterización del Consumo .....	9
4.	Estimación de la Demanda .....	14
4.1	Marco Teórico .....	14
4.2	Limitaciones Metodológicas .....	19
4.3	Implementación Empírica y Resultados .....	22
5.	Simulación de Introducción de Subsidios .....	28
5.1	Escenario sin Aumento en Precios .....	31
5.2	Escenario con Aumento en Precios .....	37
6.	Conclusiones y Recomendaciones .....	39
7.	Bibliografía .....	41

# ¿Cómo Compatibilizar Costos del Servicio con el Bienestar de los Usuarios Residenciales?: Un Análisis del Servicio de Agua Potable en el Perú

Luis Bendezú y Humberto Ortiz<sup>1</sup>

## 1. Introducción

El proceso de reformas iniciado hace más de diez años en distintos países de la región implicó un cambio sustancial en el rol del Estado dentro de la economía. El papel intervencionista que había jugado durante cerca de cuarenta años cedió su lugar a uno en donde éste debería concentrarse únicamente en brindar servicios esenciales. En este sentido, se produjo una intensa ola de privatizaciones y concesiones que no fue ajena a nuestro país. Para el caso de los servicios públicos, se privatizó la empresa de telecomunicaciones y parte de las empresas involucradas en los segmentos de generación, transmisión y distribución de electricidad.

Lo que diferenció la experiencia peruana de la de otros países de la región (Argentina y Chile, por ejemplo)<sup>2</sup>, es que las empresas encargadas de brindar el servicio de agua potable y alcantarillado no fueron privatizadas o concesionadas, pese a que en un primer momento se planeó hacerlo, por lo menos en el caso de la empresa que abastecía a Lima (MACROCONSULT, 1997; Alcázar et. al., 2002). Sin embargo, este no fue el caso y permanecieron en manos estatales<sup>3</sup>.

En el último año ha resurgido el debate respecto de la privatización de las empresas de saneamiento, empleando como principal argumento la ineficiencia de las mismas en términos de cobertura, costos y calidad del servicio. Este debate plantea una serie de interrogantes. Entre las principales destacan el efecto que la privatización de la

---

<sup>1</sup> Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Pontificia Universidad Católica del Perú, respectivamente. Las opiniones vertidas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente representan la opinión de ambas instituciones. Se agradecen los comentarios de un árbitro anónimo. Remitir comentarios y sugerencias a [lbendezu@pucp.edu.pe](mailto:lbendezu@pucp.edu.pe) y [hortizr@pucp.edu.pe](mailto:hortizr@pucp.edu.pe).

<sup>2</sup> “Se estima que los operadores privados proveen los servicios a más del 60% de la población urbana de Argentina”. Mientras que en el caso de Chile “... entre 1998 y 2004, todas las empresas de propiedad del Estado han sido transferidas al sector privado.” Jouravlev (2004). Adicionalmente, puede consultarse Foster (2004).

<sup>3</sup> Entre las principales razones que explicarían la no privatización de las empresas de agua y alcantarillado serían la alta sensibilidad política del tema. Véase más detalles en Gallardo (1999).

empresa y el sinceramiento tarifario derivado de implementar tarifas consistentes con costos tendría sobre los usuarios, tanto existentes como potenciales<sup>4</sup>.

En el caso peruano, existe el consenso respecto a que el agua se encuentra generalmente a un precio cerca de los costos de operación o incluso debajo de ellos<sup>5</sup>. Al igual que en la mayoría de países en desarrollo, esta estructura tarifaria se encuentra caracterizada por numerosos subsidios cruzados que, salvo excepciones, no han sido diseñados teniendo en cuenta objetivos explícitos de bienestar. De acuerdo con Gómez-Lobo et. al. (2003) estos han sido resultado de eventos históricos y políticos o ineficiencia en la administración de los mismos.

Uno de los objetivos de la reforma es la racionalización de las tarifas de agua y la implantación de subsidios al consumo para compensar el incremento en precios que se daría como resultado. Idealmente, los hacedores de política deberían decidir si deciden cambiar el esquema tarifario y si se implementan subsidios diseñados de acuerdo a criterios más objetivos, a fin de reemplazar los vigentes. Sin embargo, el proceso de decisión y resolución de estas inquietudes se ve notoriamente dificultado por el desconocimiento del patrón de consumo de los hogares y su respuesta ante variaciones en precios. En este sentido, el conocimiento apropiado de la demanda y su sensibilidad ante variaciones en precios permitirán diseñar políticas tarifarias acordes con esta realidad, incluyendo posibles esquemas de compensación a los usuarios de menores ingresos.

El objetivo de este documento es caracterizar el patrón de demanda residencial por agua potable a nivel nacional, estimando las sensibilidades de la demanda frente a variaciones en el precio, a fin de diseñar esquemas de subsidio consistentes con el incremento tarifario que podría producirse luego de un proceso de reforma. Este trabajo puede servir como una guía o instrumento de regulación al momento de diseñar nuevos planes tarifarios por parte del ente regulador.

---

<sup>4</sup> Este sinceramiento tarifario se produjo en las otras dos industrias en las que intervino el sector privado. Véase Gallardo (1999) o Torero y Pascó-Font (2002).

<sup>5</sup> Se estima que las tarifas de todas las categorías de consumidores atendidos por SEDAPAL son menores que el costo económico (Yepes, G. y K. Ringskog 2001b). Adicionalmente, para el caso de Arequipa (SEDAPAR) y Trujillo (SEDALIB), SUNASS estima que la tarifa promedio residencial está muy por debajo del costo medio de producción (ADERASA 2005).

## **2. Breve Análisis de la Industria de Agua Potable en el Perú**

La industria de agua potable involucra las actividades de producción que comprende la captación, almacenamiento y conducción de agua cruda y el tratamiento y conducción del agua tratada; y de distribución de agua potable que comprende el almacenamiento, distribución y disposición de entrega a los usuarios (Távora et. al. 1997).

Al igual que en otros servicios públicos, la industria de agua potable posee características de monopolio natural. Más aún, según Jouravlev (2001), “los servicios de agua potable y alcantarillado son un ejemplo clásico de monopolio natural local”.

En cuanto a las condiciones del servicio de agua potable y alcantarillado, hay importantes economías de escala . Como sostiene Gallardo (2000), las características propias del sistema de planta y redes usados para el servicio de agua y alcantarillado, así como la existencia de economías de diversificación, hace ineficiente la competencia en la provisión del servicio ya que genera duplicación de costos –hay elevados costos fijos. Es decir, la competencia de mercado en los servicios de saneamiento en una región generaría una superposición ineficiente de redes de agua y alcantarillado, lo que originaría con el pasar de los años el cierre de las empresas competidoras y la formación de un monopolio. Más aún, se observa históricamente que “...cuando estos servicios funcionan en un marco competitivo tienden a convertirse en una operación monopólica” (Swartwout, 1992).

Debido las características antes descritas, el estado tiene dos opciones de política: la provisión estatal de los servicios o la regulación de los monopolios con propiedad privada (el caso de Estados Unidos). Si bien en la mayoría países latinoamericanos se ha avanzado en términos de la regulación del mercado, la provisión del servicio sigue a cargo de empresas públicas nacionales, regionales o locales (municipalidades) y sólo en algunos países la participación del sector privado es significativa (Chile y Argentina).

En la mayoría de los países latinoamericanos, un importante mecanismo de regulación es la regulación tarifaria , entre los cuales se encuentra el Perú. La mayoría de países de la región han adoptado un esquema tarifario de “precios tope” (o techo de precios) que implica que “...el regulador fija un techo para el precio durante un periodo de varios años, sin comprometerse a garantizar la realización ex post de cualquier tasa de

retorno a la empresa prestadora” (ADERASA 2005). A su vez, el ente regulador ejerce un control paralelo en otras variables –cobertura y calidad- que son determinantes los requerimientos de inversión de las empresas y así del nivel tarifario.

Debido a que América Latina es la región con mayor grado de desigualdad del mundo , los esquemas tarifarios aplicados no han estado exentos de presentar políticas de subsidios destinadas a mejorar el acceso al servicio por parte de los hogares de menores ingresos. La práctica predominante en la región ha sido los subsidios cruzados, a excepción de Chile (que aplica subsidios directos). Los subsidios cruzados implican que un grupo de usuarios paga unas tarifas por encima del costo de la provisión del servicio mientras que otro grupo paga unas tarifas por debajo de dicho costo . Según Yepes (2003), la política de subsidios aplicada no ha sido adecuada en la medida que ha generado ineficiencia asignativa del recurso - debido a que el precio que se cobra no es igual a costo marginal- y el desfinanciamiento crónico de las empresas prestadoras .

A lo anterior se suma serios problemas de cobertura -población de bajos ingresos que no acceden al servicio no gozan del subsidio cruzado y pagan costos más altos por un servicio de mala calidad-, calidad del servicio -falta de tratamiento de aguas, el servicio es intermitente-, las empresas prestadoras débiles frecuentemente demandan un pago por conexión relativamente alto -afectando a la familias pobres- y las familias de altos ingresos se benefician frecuentemente de los mayores subsidios. (Yepes 2003)

En el caso peruano SUNASS es el organismo regulador, en términos económicos, del sector saneamiento (agua potable y alcantarillado). Como tal, SUNASS determina la estructura y niveles tarifarios, fija y reajusta las tarifas de los servicios de saneamiento y establece niveles de cobertura y calidad del agua para cada localidad administrada por las Empresas Prestadoras de Servicios (EPS) privadas y públicas que hayan celebrado algún tipo de contrato de participación privada . Adicionalmente, tiene la facultad de emitir opinión técnica sobre las tarifas aprobadas por las EPS públicas .

Al respecto, según Foster (2005) el poder regulatorio de SUNASS es limitado, a comparación de otros países de la región, en la medida que la aprobación de las tarifas depende en última instancia de cada municipalidad por ser titular del servicio. Adicionalmente, Barrantes (2004) afirma que el poder coercitivo de SUNASS es limitado debido a que no hay una ley que contemple el desarrollo de las facultades de dicho organismo. Aunque se ha avanzando en este tema con la aprobación

“Reglamento de Infracciones y Sanciones y Escala de Multas” aplicable a las EPS que entró en vigencia a partir del 01 de enero del 2005 .

En cuanto a las empresas que ofrecen el servicio de agua potable y alcantarillado, SUNASS existía la figura del reconocimiento que establecía que para que una empresa de saneamiento pueda iniciar sus actividades debía ser reconocida y entrar en el registro de SUNASS. Sin embargo en agosto del 2005 se derogó el “reconocimiento” debido a que dicha figura no era compatible con el marco normativo del sector saneamiento (existen entidades prestadoras que no eran reconocidas por SUNASS) . Así, tanto las EPS antes reconocidas como las no reconocidas entrarían en el ámbito de SUNASS.

Las 45 EPS, antes reconocidas por SUNASS, proveen de servicio al 57% de la población total, siendo la EPS más grande SEDAPAL que atiende al 48% de la población urbana abastecida por la totalidad de EPS. La mayoría de las EPS operan bajo el control de las municipalidades, con la única excepción de SEDAPAL que está bajo el control del Gobierno Central (SUNASS 2004a).

Adicionalmente, según información de la Dirección Nacional de Presupuesto Público (DNPP) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) al año 2004, existían 9 EPS municipales , de las cuales 5 actúan en provincias, siendo la de mayor tamaño EPS SEDAM HUANCAYO S.A.C. con cerca de 50 mil conexiones.

La participación del sector privado es limitada, hasta el momento sólo se registra participación de dicho sector, vía la modalidad de concesión , en la EPS EMFAPA TUMBES S.A. Sin embargo se ha iniciado los procesos de participación privada, de los servicios de saneamiento de la provincia de Piura y Paita (donde interviene la EPS GRAU S.A.), y de la EPS SEDAM HUANCAYO S.A.C.

En cuanto al tamaño de las EPS, las 45 anteriormente reconocidas por SUNASS, tenemos a SEDAPAL, con más de 1 millón de conexiones, 8 EPS de mayor tamaño, que poseen entre 200 mil y 40 mil conexiones; y 36 EPS de menor tamaño, que tienen menos de 40 mil conexiones. Si tomamos en cuenta las estadísticas para el caso latinoamericano, la mayoría de las EPS serían ineficientes en la medida que no estarían aprovechando las economías de escala inherentes a la industria . Lo que se relaciona con los pobres indicadores financieros de la mayoría de las EPS, con altos

niveles de endeudamiento y que ha generado procesos de insolvencia, como es el caso de la EPS Grau (SUNASS 2004b).

La política tarifaria es adecuada si posee eficiencia económica (recuperación de todos los costos económicos de la provisión del servicio ), sostenibilidad financiera (cubre los costos de operación, mantenimiento y es acorde a las perspectivas de crecimiento de las EPS) y si busca la equidad social. Al respecto, Yepes (2003), analiza la estructura tarifaria de SEDAPAL y calcula que la tarifa media (US\$ 0.45 por m<sup>3</sup>) es menor al costo incremental promedio (US\$ 0.9 por m<sup>3</sup>). Así para el caso de Lima, todos los usuarios (los hogares, las industrias, los comerciantes y sector gubernamental) estarían siendo subsidiados generando ineficiencia económica y comprometiendo la viabilidad financiera de SEDAPAL. Al respecto, para el año 2000 Yepes y Ringskog (2002) calculan que el monto del subsidio con respecto al costo marginal alcanza los S/. 10 360 millones por año.

Por otro lado, citando a Yepes (2003), se estima que para el caso de la EPS GRAU S.A. las pérdidas económicas producto de los subsidios cruzados alcanzan los US\$ 670 millones año, de los cuales el 16.4% son pérdidas causadas tarifas menores al costo marginal y el 83.6% son pérdidas producto de tarifas por encima de dicho costo .

La Defensoría del Pueblo (2005) confirmaría lo citado. Estima que para el año 2003 la tarifa media de las ocho EPS analizadas no cubre los costos medios de la provisión del servicio comprometiendo seriamente su sostenibilidad financiera .



### **3. Caracterización del Consumo**

El conocimiento de las características del consumo de agua potable a nivel de hogares en el caso peruano es bastante reducido. Por una parte, la existencia únicamente de trabajos a nivel agregado y, por otra parte, la ausencia de bases de datos orientadas a la medición de esta variable han contribuido a esta escasez. Más aún, la estimación de funciones de demanda para diversos servicios públicos requiere de información de la cual carecen las encuestas de hogares convencionales como son la ENAHO o la ENNIV. En este sentido, es preciso emplear información proveniente de bases de datos que hayan sido diseñadas específicamente teniendo estos objetivos en cuenta.

Del total de las encuestas, la que más se asemeja a nuestros objetivos es la Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía realizada por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG) en el primer trimestre del año 2003. Si bien esta encuesta fue diseñada con el objetivo de efectuar estudios relacionados con el sector energético con información desagregada, también se incluyeron preguntas relacionadas con otros servicios. En el caso específico del servicio de agua potable, se hicieron preguntas relacionadas con el gasto en el servicio y el número de suministro y la tenencia de bienes durables, que pueden ser factores especialmente relevantes al momento de analizar la demanda de agua.

La Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía posee una cobertura similar a la de la Encuesta Nacional de Hogares realizada por el INEI, aunque el número de hogares de esta última (10243 versus 18000) y la longitud del cuestionario son mayores. Sin embargo, la ventaja de la encuesta del OSINERG en comparación con la del INEI es que permite una mejor aproximación al consumo en unidades físicas del servicio que está analizándose, por cuanto se dispone del número de suministro y otras variables como la disposición de pago por acceder al servicio. Una descripción más detallada de la base de datos puede encontrarse en el Anexo 1.

De acuerdo a los resultados preliminares del X Censo de Población del año 2005, el 36.4% de los hogares encuestados no cuenta con acceso al servicio de agua potable dentro de la vivienda, resultado que se ve en el Cuadro N° 1. Este porcentaje, sin embargo, oculta una marcada heterogeneidad que puede analizarse detalladamente cuando se considera una desagregación a nivel de departamentos. Al respecto, el

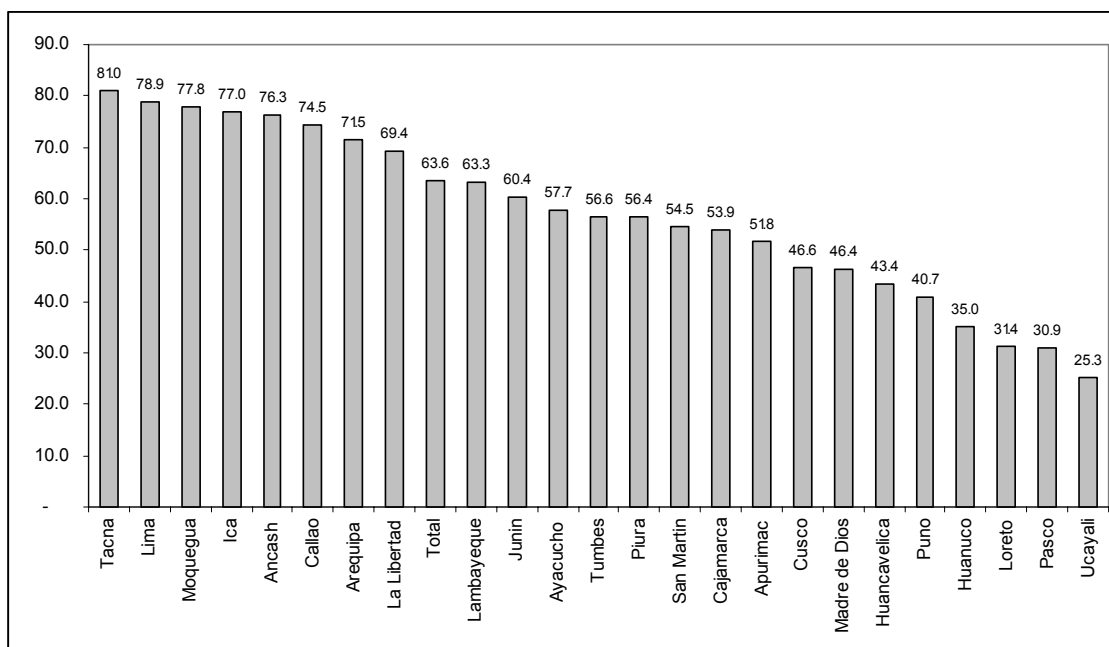
Gráfico N° 1 refleja que los niveles de penetración más altos se encuentran en los departamentos de Tacna, Lima, Moquegua, Ica y Ancash (tasas mayores al 75%), mientras que los departamentos con menores niveles de acceso son Loreto, Pasco y Ucayali.

**Cuadro N° 1**  
**Acceso a Servicios de Agua – Nivel Nacional**

Categorías	Porcentaje
Red pública dentro de la vivienda	63.6
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio	3.4
Pilón de uso público	4.8
Camión-cisterna u otro similar	3.9
Pozo	7.4
Río, acequia, manantial o similar	12.6
Otro	4.2
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

Fuente: X Censo de Población y V de Vivienda 2005-2009.

**Gráfico N° 1**  
**Acceso a Servicios de Agua – Nivel Nacional**



Fuente: X Censo de Población y V de Vivienda 2005-2009.

En base a la información de la encuesta del OSINERG, se analizó el porcentaje de acceso al servicio, consumo promedio y gasto en el servicio para distintos grupos de hogares. Debido a que la encuesta sólo cuenta con información de gasto en el

servicio, el consumo se aproximó mediante el siguiente mecanismo, sugerido por Foster y Gómez-Lobo (2003). En primer lugar, se dividió el gasto en agua entre cada una de las tarifas vigentes, obteniéndose un nivel de consumo para cada uno de los segmentos tarifarios. Este consumo se comparó luego con los puntos de corte entre una tarifa a otra. Si el consumo obtenido es mayor al umbral inmediatamente inferior (30 m<sup>3</sup> versus un umbral de 20 m<sup>3</sup>), se asignará el precio del umbral superior y el consumo calculado con el precio de dicho umbral.

Los resultados por quintil de gasto a nivel nacional muestran una tendencia creciente conforme va incrementándose el gasto total del hogar, tal como se ve en el Cuadro N° 2. Específicamente tanto el porcentaje de hogares con acceso al servicio como el consumo de éstos aumenta notoriamente. En el primer quintil, los hogares con acceso al servicio dentro de la vivienda representan el 57.1%, mientras que en el quintil más alto, el acceso es de 86.6%. De otra parte, si bien el consumo es relativamente homogéneo entre los quintiles 2, 3 y 4, puede observarse una marcada diferencia entre estos consumos y los observados para los quintiles 1 y 5. En promedio, el consumo de un hogar situado en el quintil 5 es mayor en casi 10m<sup>3</sup> que un hogar del primer quintil. Esta diferencia representa un nivel de consumo de 16.4 litros por habitante al día (lhd).

Otro resultado que se obtiene del mismo cuadro es el gasto promedio por concepto del servicio de saneamiento. En este sentido, el gasto promedio de un hogar del quintil de mayor ingreso es siete veces mayor al gasto de un hogar del primer quintil. Este hecho se debe tanto al consumo promedio (que es menor en 31% en el primer quintil) y al precio promedio pagado por los hogares, que también es menor. Cabe señalar que, si se tuviera información del consumo de aquellos hogares que no tienen acceso a la red pública, la diferencia entre quintiles sería mucho mayor<sup>6</sup>.

## **Cuadro N° 2** **Consumo y Gasto Promedio por Quintil**

---

<sup>6</sup> Este hecho es mencionado por Yepes y Ringskog (2001), que sugieren un consumo promedio de 40 lhd para los hogares de menores ingresos en la ciudad de Lima.

Quintil	Acceso Dentro de la Vivienda (%)	Consumo Promedio (m3)	Gasto Promedio en Servicio (Nuevos Soles)
1	57.1	19.6	4.4
2	62.4	21.4	8.3
3	68.4	22.1	12.6
4	76.0	24.7	18.5
5	86.6	28.2	30.9
<b>Total</b>	<b>71.2</b>	<b>24.8</b>	<b>30.8</b>

Fuente: Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía 2003 - OSINERG.  
Elaboración: Propia.

Indicadores similares se observan en el caso de Lima Metropolitana. Los hogares del nivel socioeconómico A y B poseen acceso al servicio casi en su totalidad. Sin embargo, este porcentaje va disminuyendo progresivamente hasta llegar a una tasa de 63.3% en el nivel socioeconómico E. Asimismo, se observa una relación positiva entre el consumo y el estrato. En particular, el consumo promedio es mayor en casi 20 m<sup>3</sup> en el nivel A en comparación con el E, observándose lo mismo en el gasto promedio mensual, aunque la diferencia es de cuatro veces entre el nivel más alto y el más bajo. Esta situación se debe al esquema de tarifas crecientes.

De manera similar al caso por quintiles, si se obtiene un indicador del consumo por persona en litros, puede verse en el Cuadro N° 3 que el consumo de un hogar del NSE A es de 380.7 lhd, mientras que un hogar del NSE E es igual a 140.8 lhd. El promedio obtenido para Lima Metropolitana es de 186.4 lhd resultado consistente con el observado previamente en la literatura y similar al de otras áreas metropolitanas como Bogotá o Santiago de Chile.

Si se comparan los resultados de este último cuadro con el esquema tarifario para Lima Metropolitana, puede verse que el consumo promedio estaría bordeando únicamente los dos primeros segmentos (el de menos de 20 m<sup>3</sup> y el de 20 a 30 m<sup>3</sup>) incluso para los segmentos de mayores ingresos, por lo que debería considerarse una estructura tarifaria acorde con estas características.

**Cuadro N° 3**  
**Consumo y Gasto Promedio por Nivel Socioeconómico**  
**Lima Metropolitana**

NSE	Acceso Dentro de la Vivienda (%)	Consumo Promedio (m3)	Gasto Promedio en Servicio (Nuevos Soles)
A	100.0	39.7	82.8
B	96.8	29.8	50.8
C	88.9	25.4	36.4
D	77.3	22.0	25.1
E	63.3	20.0	20.1
<b>Total</b>	<b>82.0</b>	<b>25.3</b>	<b>34.2</b>

Fuente: Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía 2003 - OSINERG.  
 Elaboración: Propia.

Debido a la metodología empleada para inferir el nivel de consumo en unidades físicas a partir del gasto reportado por el hogar, es necesario realizar un trabajo de consistencia con la información proveniente de las mismas empresas de saneamiento. Al respecto, la única área de concesión donde puede realizarse este trabajo es Lima Metropolitana, donde se dispone de información estadística confiable. Como se mencionó anteriormente, el consumo promedio es de 25.3 metros cúbicos al mes, lo cual es consistente con los resultados reportados por Yepes y Ringskog (2001) en sus proyecciones de consumo al año 2002. Asimismo, el consumo de los estratos bajos, de aproximadamente 21 metros cúbicos por mes, se aproxima a la cifra reportada por esos autores.

#### **4. Estimación de la Demanda**

A diferencia de otros servicios públicos<sup>7</sup>, la demanda para el servicio de agua potable no ha sido tratada extensivamente, debido sobre todo a la escasez de información. Torero y Pascó-Font (2000) analizan la demanda de tres servicios, entre ellos el agua potable tomando los datos de la Encuesta Nacional de Niveles de Vida (ENNIV) para los años 1991, 1994 y 1997. Estiman la elasticidad-precio de la demanda de agua y el excedente del consumidor. Se encuentra que dicho excedente no experimentó un crecimiento significativo a pesar del incremento en la calidad y acceso a los servicios de agua potable. Sin embargo, el trabajo no toma en cuenta el diseño de una estructura tarifaria creciente por bloques así como su influencia en los resultados hallados. Por otro lado, Yepes y Ringskog (2001a, 2001b), en una consultoría realizada para SEDAPAL, plantea un esquema tarifario a partir de un análisis de los costos de la empresa. Según este trabajo el esquema tarifario para el consumo residencial debería ser creciente en bloques, con un primer corte en 10m<sup>3</sup>, pero no detalla los aspectos sobre bienestar de los hogares derivados de la nueva estructura<sup>8</sup>.

##### **4.1 Marco Teórico**

Según la literatura, los esquemas de cobro típicos por servicio de agua son tres: (i) tasas constantes, (ii) tasas crecientes por bloque y (iii) tasas decrecientes por bloque. En el caso de las tasas constantes, los usuarios pagan un mismo precio por cada metro cúbico consumido. En el caso de tasas crecientes se carga un precio mayor por la última unidad consumida dentro de cada bloque, mientras que el caso contrario son las tasas decrecientes.

Bajo tarifas crecientes en bloque, la presencia de quiebres en la restricción presupuestaria implica únicamente una variación en la restricción presupuestaria a la que se encuentra sujeto el consumidor. Para explicar las particularidades que plantea el esquema tarifario, supongamos un consumidor que, dotado de un cierto nivel de ingreso, se enfrenta al problema de repartirlo de manera óptima, de acuerdo con sus

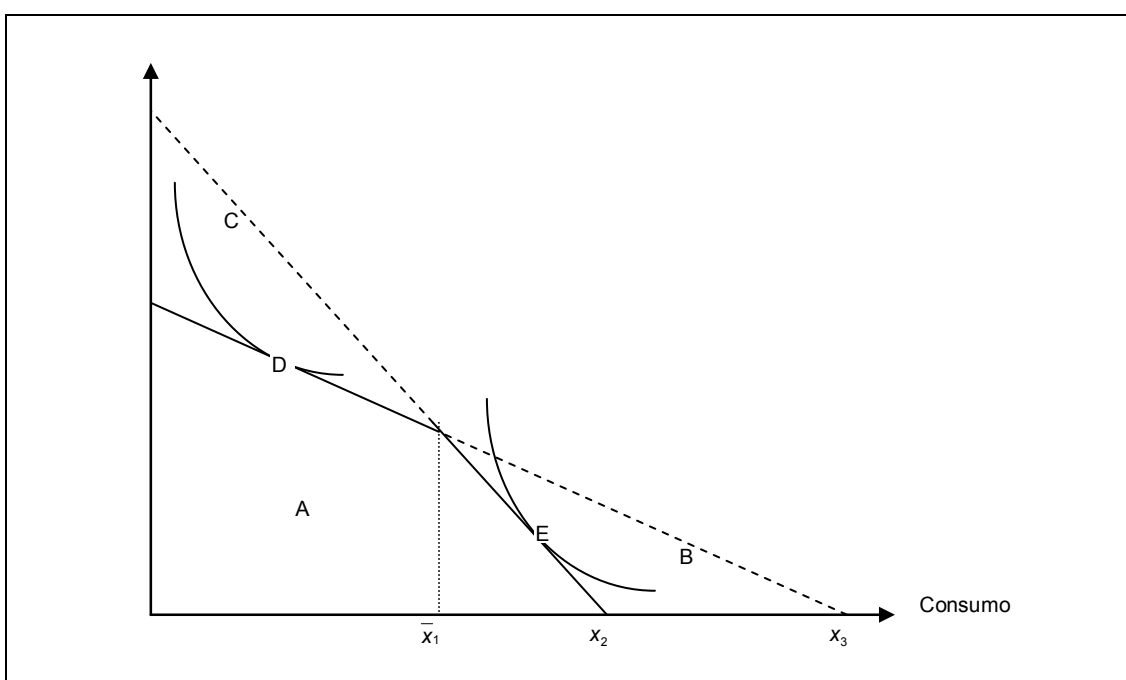
---

<sup>7</sup> En el caso de la demanda residencial de telefonía fija destaca el trabajo de Pascó-Font, Fry y Gallardo (1999), mientras que en el caso eléctrico puede consultarse Gallardo y Bendezú (2005) y Mamani (2005).

<sup>8</sup> La experiencia internacional referida a la estimación de la demanda por agua potable es diversa. Pueden mencionarse los trabajos de Bachrach y Vaughan (1994), Pashardes et. al. (2001), Cavanagh et. al. (2002).

preferencias entre el consumo de agua potable ( $x_1$ ) y el de otros bienes ( $x_2$ ). Como ejemplo, consideramos un esquema de cobro por agua en dos bloques, el primero con un precio de  $p_1$  considerando un nivel de consumo menor a  $\bar{x}_1$  y el segundo, con un precio igual a  $p_2$ , para todo nivel de consumo mayor o igual a  $\bar{x}_1$ . Por simplicidad, sin embargo, se asume que  $p_2$  es igual a la unidad. Bajo estos supuestos, la restricción presupuestaria sería la expuesta en el Gráfico N° 2.

**Gráfico N° 2**  
**Elección de Canasta de Consumo bajo Precios No Lineales**



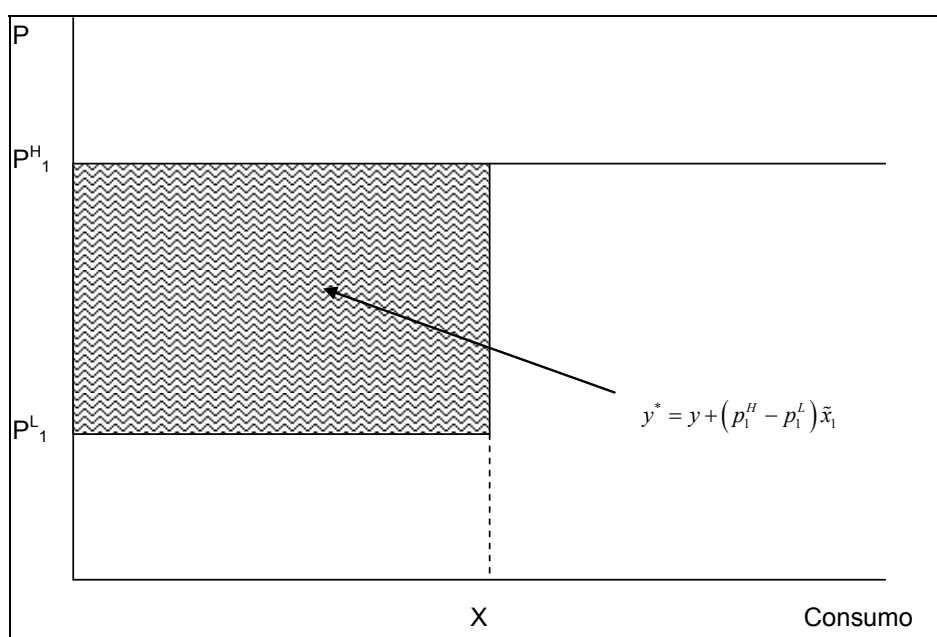
Fuente: Basado en Moffitt (1986).

El área A, que define el conjunto de canastas factibles para el consumidor, es realmente la intersección de dos conjuntos distintos. El primero de ellos es el correspondiente a un cobro de  $p_1$  (áreas A y B) por cada metro cúbico consumido, mientras que el segundo correspondería a un precio  $p_2$  (áreas A y C). Sin embargo el ingreso de ambos consumidores, representado por la intersección de la restricción presupuestaria con el eje vertical, es diferente. Para el primero de ellos el ingreso es igual a  $y$ , es decir, el ingreso efectivo del consumidor, mientras que para el segundo consumidor, el ingreso será igual a  $y^*$ , con  $y^* > y$ , al que se denominará “ingreso virtual”.

Es claro que, si para todo el consumo estuviese vigente el segundo precio y el ingreso fuera igual a  $y$ , la restricción presupuestaria relevante vendría dada por el segmento  $y x_3$ , lo cual es a todas luces incorrecto, por cuanto eso implicaría que el consumidor pagara por todo su consumo la tarifa correspondiente al segundo rango ( $p_1^H$ ). Dependiendo de este esquema tarifario, caben tres opciones para los consumidores, dependiendo de sus preferencias, representadas en su función de utilidad. Algunos elegirán un consumo menor a  $\tilde{x}_1$ , por lo que su restricción presupuestaria será la del primer segmento, otros elegirán un consumo mayor a  $\tilde{x}_1$ , por lo que el segundo segmento será el relevante, mientras que algunos elegirán maximizar su utilidad en el punto de quiebre entre ambos segmentos.

El ingreso virtual es un concepto que se fundamenta en la oferta de servicios de agua potable para un usuario cualquiera. En el ejemplo, la función de oferta sería como la que se presenta en el Gráfico N° 3.

**Gráfico N° 3**  
**Ingreso Virtual**



Fuente: Basado en Hanemann y Stavins (2001).

De acuerdo al mismo, un usuario que consumiera una cantidad  $x_1$  superior a  $\tilde{x}_1$  estaría pagando por ese consumo  $(x_1 - \tilde{x}_1) p_1^B + x_1 p_1^A$ , mientras que si el mismo usuario hubiese tenido que pagar el precio  $p_1^B$  por la totalidad de su consumo, entonces el



pago total sería igual a  $p_1^B x_1$ . Puede notarse que existe una diferencia entre ambos pagos, igual a  $x_1 p_1^A - \bar{x} p_1^B$ . Esta diferencia podría interpretarse como una transferencia que se agrega al ingreso del consumidor. En términos formales, el ingreso virtual puede obtenerse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 y - p_1^A x_1 - p_1^B (\bar{x} - x_1) &= \bar{y} - p_1^B x_1 \\
 \bar{y} &= y - p_1^A x_1 - p_1^B (\bar{x} - x_1) + p_1^B \bar{x} \quad (1) \\
 \bar{y} &= y - p_1^A x_1 + p_1^B x_1 \\
 \bar{y} &= y - x_1 (p_1^B - p_1^A)
 \end{aligned}$$

Hechas estas aclaraciones, el problema del consumidor al que nos estamos refiriendo puede representarse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \max \quad & U(x_1, x_2) \\
 \text{s.a.} \quad & p_1^A x_1 + x_2 = y \quad \text{si } x_1 < \bar{x}_1 \\
 & x_1 (p_1^B - p_1^A) + x_2 = y - \bar{y} \quad \text{si } x_1 \geq \bar{x}_1
 \end{aligned}$$

Nótese que la segunda restricción incluye el componente de ingreso virtual. Luego del procedimiento de maximización, los dos resultados que se obtienen son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial U / \partial x_1}{\partial U / \partial x_2} &= \frac{p_1^A}{1} \quad \text{si } x_1 < \bar{x}_1 \\
 \frac{\partial U / \partial x_1}{\partial U / \partial x_2} &= \frac{p_1^B - p_1^A}{1} \quad \text{si } x_1 > \bar{x}_1
 \end{aligned} \quad (2)$$

En consecuencia, el consumidor podrá maximizar en cualquiera de los puntos de la restricción presupuestaria dependiendo de su utilidad marginal. Dado este conjunto de supuestos, puede escribirse una función de demanda condicional para la cantidad consumida  $x_2$  de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= x_1(p_1^A, y, z) \quad \text{si } x_1 < \bar{x}_1 \\
 x_1 &= x_1(p_1^B, \bar{y}, z) \quad \text{si } x_1 \geq \bar{x}_1
 \end{aligned} \quad (3)$$

Vale mencionar que se denomina función de demanda condicional debido a que está condicionada a la elección de determinado segmento.

Una forma sencilla de obtener dos expresiones cerradas de (3) es emplear la función indirecta de utilidad. Asumiendo que existen dos segmentos tarifarios (denotados por  $r = A, B$ ), puede emplearse una función indirecta de la siguiente forma (Dubin y McFadden, 1984):

$$v_r = \left( \alpha_{0r} + \frac{\alpha_{1r}}{\beta_r} + \alpha_{1r} p_{1r} + \alpha_{2r} p_2 + \beta_r (\bar{y}_r - r) + \eta_r \right) \exp(-\beta_r p_{1r}) - \alpha_5 \ln p_2 \quad (4)$$

Donde  $p_{1r}$  es el precio del agua para cada segmento tarifario,  $p_2$  es el precio del bien compuesto,  $\bar{y}_r$  es el ingreso virtual y  $\eta_r$  es un término de perturbación. Expandiendo (4), se obtienen dos identidades.

$$v_A = \left( \alpha_{0A} + \frac{\alpha_{1A}}{\beta_A} + \alpha_{1A}p_{1A} + \alpha_2p_2 + \beta_A y + \eta_A \right) \exp(-\beta_A p_{1A}) - \alpha_5 \ln p_2$$

$$v_B = \left( \alpha_{0B} + \frac{\alpha_{1B}}{\beta_B} + \alpha_{1B}p_{1B} + \alpha_2p_2 + \beta_B \left( \left[ y + \bar{x}_1(p_{1B} - p_{1A}) \right] \right) + \eta_B \right) \exp(-\beta_B p_{1B}) - \alpha_5 \ln p_2$$

Usando la identidad de Roy, puede obtenerse la demanda de agua potable para el primer segmento:

$$x_{1A} = - \frac{\partial v_A / \partial p_{1A}}{\partial v_A / \partial y} \quad (5)$$

$$x_{1A} = - \frac{\alpha_{1A} \exp(-\beta_A p_{1A}) - \beta_A \left( \alpha_{0A} + \frac{\alpha_{1A}}{\beta_A} + \alpha_{1A}p_{1A} + \alpha_2p_2 + \beta_A y + \eta_A \right) \exp(-\beta_A p_{1A})}{\beta_A \exp(-\beta_A p_{1A})} \quad (6)$$

$$x_{1A} = \alpha_{0A} - \frac{\alpha_{1A}}{\beta_A} + \alpha_{1A}p_{1A} + \alpha_2p_2 + \beta_A y + \eta_A$$

De modo similar, y haciendo  $\bar{y} = y + \bar{x}_1(p_{1B} - p_{1A})$  la demanda en el segundo tramo vendrá dada por:

$$x_{1B} = - \frac{\partial v_B / \partial p_{1B}}{\partial v_B / \partial y} \quad (7)$$

$$x_{1B} = - \frac{-\beta_B \left( \alpha_{0B} + \frac{\alpha_{1B}}{\beta_B} + \alpha_{1B}p_{1B} + \alpha_2p_2 + \beta_B \bar{y} + \eta_B \right) \exp(-\beta_B p_{1B}) + \alpha_{1B} \exp(-\beta_B p_{1B})}{\beta_B \exp(-\beta_B p_{1B})} \quad (8)$$

$$x_{1B} = \alpha_{0B} - \frac{\alpha_{1B}}{\beta_B} + \alpha_{1B}p_{1B} + \alpha_2p_2 + \beta_B \bar{y} + \eta_B$$

Sin embargo, es necesaria la inclusión de factores adicionales que puedan explicar la variación de las ventas. En este sentido, las expresiones (6) y (8) se complementan con la introducción de dos matrices,  $\mathbf{w}$  y  $\mathbf{s}$ , que recogen las características socioeconómicas de los miembros del hogar y las características del servicio, respectivamente. Estas dos ecuaciones pueden estimarse mediante mínimos cuadrados en tres etapas, asumiendo que el valor esperado de  $\eta_B$  es igual a cero<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Sin embargo este supuesto puede ser discutible, particularmente en el caso peruano, como se verá en la sección 4.3.

A partir de estas dos ecuaciones pueden obtenerse las elasticidades de interés. En primer lugar, la elasticidad precio para cada uno de los segmentos puede obtenerse de la siguiente forma:

$$\varepsilon_{pr} = \alpha_{1r} \frac{p_{1r}}{\bar{E}(x_{1r} | p_{1r}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s})} \quad (9)$$

Donde el coeficiente  $\alpha_{1r}$  y la expresión  $\bar{E}(x_{1r} | p_{1r}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s})$  son estimados a partir del modelo. Por otra parte, la elasticidad ingreso puede obtenerse de similar forma, reemplazando el coeficiente  $\alpha_{1r}$  por  $\beta_{1r}$  y el precio por el ingreso asignado en cada segmento<sup>10</sup>.

$$\varepsilon_{pr} = \beta_{1r} \frac{\bar{y}_r}{\bar{E}(x_{1r} | p_{1r}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s})} \quad (10)$$

En el caso de las elasticidades promedio, primero debe partirse de la expresión del consumo esperado de agua potable entre dos segmentos  $r$  y  $t$ :

$$Ex_{rt} = E(x_r | \bar{y}_r, p_{1r}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s}) + E(x_t | \bar{y}_t, p_{1t}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s}) \quad (11)$$

A partir de (11) puede obtenerse un valor para la elasticidad precio:

$$\varepsilon_{p,rt} = \varepsilon_{p,r} \frac{\bar{E}(x_r | \bar{y}_r, p_{1r}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s})}{\bar{E}(x_{rt} | \bullet)} + \varepsilon_{p,t} \frac{E(x_t | \bar{y}_t, p_{1t}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s})}{\bar{E}(x_{rt} | \bullet)} \quad (12)$$

De manera similar, puede obtenerse una expresión para la elasticidad ingreso:

$$\varepsilon_{p,rt} = \varepsilon_{p,r} \frac{\bar{E}(x_r | \bar{y}_r, p_{1r}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s})}{\bar{E}(x_{rt} | \bullet)} + \varepsilon_{p,t} \frac{E(x_t | \bar{y}_t, p_{1t}, p_2, \mathbf{w}, \mathbf{s})}{\bar{E}(x_{rt} | \bullet)} \quad (13)$$

Puede notarse claramente que estas dos elasticidades de sustitución no son más que ponderaciones de ambas elasticidades cuyos pesos vienen dados por el porcentaje de agua consumido en cada bloque tarifario.

## 4.2 Limitaciones Metodológicas

Las expresiones (6) y (8) pueden estimarse para obtener las elasticidades y parámetros de interés. Sin embargo, existen dos problemas particularmente relevantes en el caso peruano que podrían suponer la modificación de las mismas a fin de hacerlas consistentes. Estos problemas son el bajo porcentaje de micromedición y la existencia de problemas de racionamiento, los que a su vez pueden clasificarse como

<sup>10</sup> Esto implica que en el segundos segmento la elasticidad deberá considerar el ingreso virtual.

uno sólo, que es la incertidumbre respecto del verdadero consumo del individuo. En el primer caso, es el investigador quien no conoce exactamente el consumo del hogar a partir de la información estadística disponible, mientras que en el segundo caso el hogar no conoce cuál sería su verdadero nivel de consumo de no existir racionamiento. Por consiguiente, el primer problema sería uno de error de medición de parte del investigador, mientras que el segundo puede representarse mediante un componente de incertidumbre que afecta tanto al investigador como al consumidor.

Ambos problemas pueden representarse de la siguiente forma. Por ejemplo, en el consumo del segundo segmento, supongamos que el consumo real  $x_{1B}$  es igual a la suma del consumo estimado a partir de la información de gasto  $\tilde{x}_{1B}$  más un término aleatorio  $\xi$ . Reemplazando estos datos en la expresión del consumo, se tiene que:

$$\tilde{x}_{1B} + \xi = \alpha_{0B} - \frac{\alpha_{1B}}{\beta_B} + \alpha_{1B}p_{1B} + \alpha_2 p_2 + \beta_B \bar{y} + \eta_B \quad (14)$$

Haciendo  $\alpha_{0B} - \frac{\alpha_{1B}}{\beta_B} + \alpha_{1B}p_{1B} + \alpha_2 p_2 + \beta_B \bar{y} + \omega \mathbf{w} + \phi \mathbf{s} = \mathbf{X}\theta$ , y pasando el término de

perturbación al lado derecho de la ecuación, se tiene que:

$$\tilde{x}_{1B} = \mathbf{X}\theta + \eta - \xi \quad (15)$$

Tomando el valor esperado del estimador de  $\theta$ , se tiene que:

$$\begin{aligned} E(\hat{\theta}) &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\tilde{x}_{1B} \\ &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'(\mathbf{X}\theta + \eta - \xi) \\ &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{X}\theta + (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\eta - (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\xi \\ &= \theta + (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} E(\mathbf{X}'\eta) - (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} E(\mathbf{X}'\xi) \\ E(\hat{\theta}) &= \theta - (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} E(\mathbf{X}'\xi) \end{aligned} \quad (16)$$

El estimador de MCO será insesgado siempre y cuando se cumpla que  $E(\mathbf{X}'\xi) = 0$ , es decir, que el error de medición en el consumo no se encuentra relacionado con ninguna de las características del hogar ni del bien a consumir. A continuación describiremos brevemente cada uno de estos problemas en base a este marco teórico, así como sus posibles soluciones.

### **Micromedición**

En primer lugar, existe un elevado porcentaje de hogares a los cuales se les cobra un monto fijo por el servicio, independientemente de la cantidad consumida. Este porcentaje es más elevado en aquellos hogares que se encuentran fuera de Lima. En

términos de los problemas que este problema pueda causar en la estimación de la demanda, se encuentra el hecho de que, para este tipo de hogares, el precio no representa una señal adecuada de escasez, lo cual implica que la elasticidad precio estimada tendrá un sesgo hacia abajo. Algunos autores (Bachrach y Vaughan, 1994), sugieren la introducción de una corrección de sesgo de selección a lo Heckman a fin de solucionar este problema. Más específicamente, la corrección estaría incluyendo la probabilidad de que el hogar carezca de micromedición y que, por consiguiente, su consumo real no esté siendo observado.

Sin embargo, esta corrección podría hacerse únicamente si la fuente de información empleada recogiera una variable dicotómica que indicara la existencia de un medidor o no. En la actualidad esta variable no es recogida por la encuesta empleada en el presente trabajo, por lo que las elasticidades estimadas deberán considerar este problema. La aproximación a ser tomada en este caso será inferir el consumo promedio de cada hogar a partir del gasto declarado por cada hogar y la estructura tarifaria vigente. Esta es la única corrección que puede efectuarse dadas las limitaciones de información disponibles.

### ***Racionamiento***

El problema de racionamiento puede expresarse como el hecho que el consumidor se ve obligado a consumir una cantidad menor de la que realmente consumiría. Luego de seguir el procedimiento de maximización de la utilidad sujeto a la restricción presupuestaria anterior se tiene que el consumo esperado será igual al mínimo entre el límite de racionamiento y el consumo realizado (en el caso que este sea mayor al límite de racionamiento). De otra parte, una de las características fundamentales del agua potable es su capacidad de almacenamiento. En este sentido, el consumidor que prevé la posibilidad de racionamiento durante un período de tiempo determinado puede almacenar agua en línea con sus necesidades esperadas durante el racionamiento. Al respecto, Strand y Walter en un trabajo para Centroamérica (2004) mencionan que no existe un efecto significativo del racionamiento sobre el consumo de agua, dada la capacidad de almacenamiento de los hogares en tanques o cisternas.

### 4.3 Implementación Empírica y Resultados

Tal como fue mencionado en la sección 2, la fuente principal de información fue la proveniente de la Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía realizada por encargo del OSINERG en el año 2003, además de la información sobre precios para las empresas de saneamiento reguladas por SUNASS. En estas empresas, la estructura tarifaria no es uniforme, existiendo empresas como la EPS Grau que tienen tarifas crecientes en siete bloques, mientras que existen otras como EMAPA Pasco y EMAPISCO cuyas tarifas no presentan ningún bloque.

La presencia de una muestra tan heterogénea como la actual hace necesario llevar a cabo cierto proceso de homogenización a fin de poder llevar a cabo las estimaciones, dado que estas asumen la existencia de un solo umbral  $\tilde{x}_i$  para todos los hogares<sup>11</sup>. Con el objetivo de efectuar este proceso de homogenización se siguió un procedimiento en dos etapas. La primera de ellas consistió en el análisis del consumo de los hogares, a fin de analizar cuál es la distribución del mismo y poder fijar un umbral en base a la información estadística disponible. En este sentido y de acuerdo con lo observado, se decidió elegir un umbral de 20 m<sup>3</sup>, que es el más común a lo largo de las distintas empresas de saneamiento (78% del total de usuarios). De otra parte, la segunda etapa consiste en hacer compatible en asignar a todos aquellos usuarios con un consumo mayor a 20 m<sup>3</sup> el precio que les correspondía de acuerdo al segmento donde se encontraran, es decir, el precio marginal. Por ejemplo, si un usuario consume 65 m<sup>3</sup> y la empresa suministradora del servicio tiene una tarifa para el bloque de 50 a 70 m<sup>3</sup>, se le asignó el precio correspondiente a dicho bloque<sup>12</sup>. Los resultados de la estimación mediante mínimos cuadrados en tres etapas se muestran en el Cuadro N° 4.

Los resultados de la estimación por mínimos cuadrados para las variables precio e ingreso muestran los signos que la teoría económica indicaría. En el caso del primer segmento, puede verse que la magnitud del coeficiente del precio e ingreso de aquellos hogares que se encuentran por debajo de la línea de pobreza es mayor a la de aquellos que se encuentran por encima de ella. De otra parte, el número de baños

---

<sup>11</sup> En contraste, el procedimiento de estimación por máxima verosimilitud permite solucionar este problema, permitiendo la estimación de diversos bloques tarifarios. Sin embargo, conforme se incrementa el número de puntos de corte (umbrales), la dificultad del procedimiento de maximización se incrementa notablemente.

<sup>12</sup> Este procedimiento ha sido abordado previamente en la literatura. Véase Cavanach, Hanemann y Stavins (2002), por ejemplo.

guarda también una relación positiva con el consumo de agua, lo mismo que el acceso al servicio eléctrico. Paralelamente, en el segundo segmento se observa que el coeficiente del precio tendría un valor menor en los hogares pobres, mientras que en el caso del ingreso la diferencia no sería significativa. Sin embargo, es en el segundo segmento donde factores como el número de baños o el de miembros del hogar tienen una mayor significancia estadística.

**Cuadro N° 4**  
**Resultados de la Estimación del Modelo de Demanda**

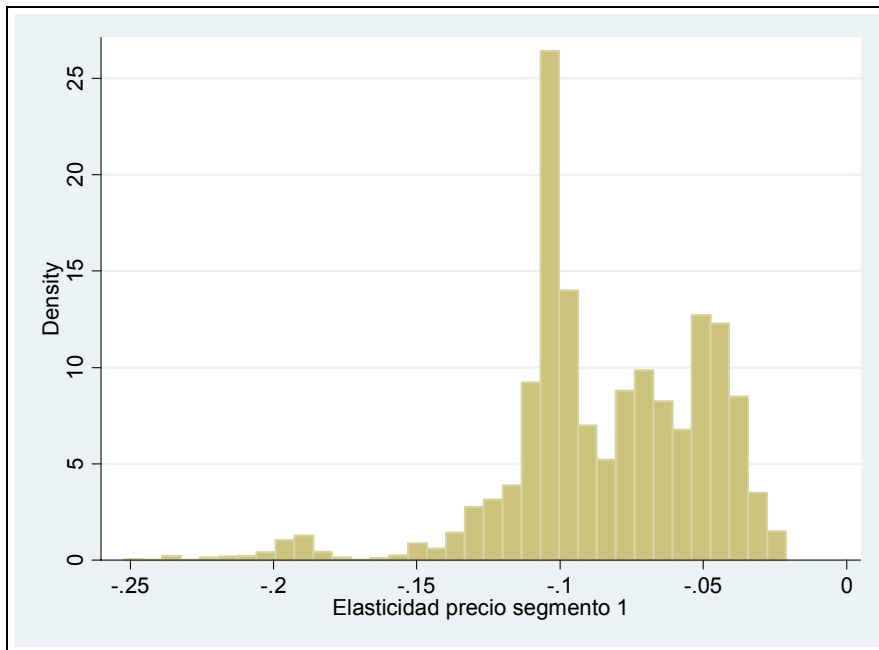
<b>Primer Segmento</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Err. Estándar</b>
Precio agua en el segmento 1	-0.8697 ***	0.2357
Dummy (1 si es hogar pobre) * Precio agua en el segmento 1	-2.4185 ***	0.3286
Ingreso mensual del hogar (Nuevos Soles)	0.0004 ***	0.0001
Dummy (1 si es hogar pobre) * Ingreso mensual del hogar	0.0021 ***	0.0003
Número de baños en el hogar	0.6841 ***	0.0897
Número de miembros del hogar	0.0111	0.0384
Acceso a servicio eléctrico	2.5292 ***	0.3376
Constante	13.1697 ***	0.3961
<b>Segundo Segmento</b>		
Precio agua en el segmento 2	-4.7243 ***	0.5841
Dummy (1 si es hogar pobre) * Precio agua en el segmento 2	-1.0674	0.8132
Ingreso mensual "virtual" del hogar (Nuevos Soles)	0.0013 ***	0.0004
Dummy (1 si es hogar pobre) * Ingreso mensual "virtual" del hogar	-0.0005	0.0020
Número de baños en el hogar	2.9604 ***	0.3239
Número de miembros del hogar	0.2657 **	0.1352
Acceso a servicio eléctrico	3.4491 ***	1.2660
Constante	3.3660 ***	1.5435
Observaciones	4009	
Chi cuadrado (primera ecuación) - P value	385.14	0.0000
Chi cuadrado (segunda ecuación) - P value	254.37	0.0000

Fuente: Estimaciones propias.

Nota: \* significativo al 10% \*\* significativo al 5% \*\*\* significativo al 1%.

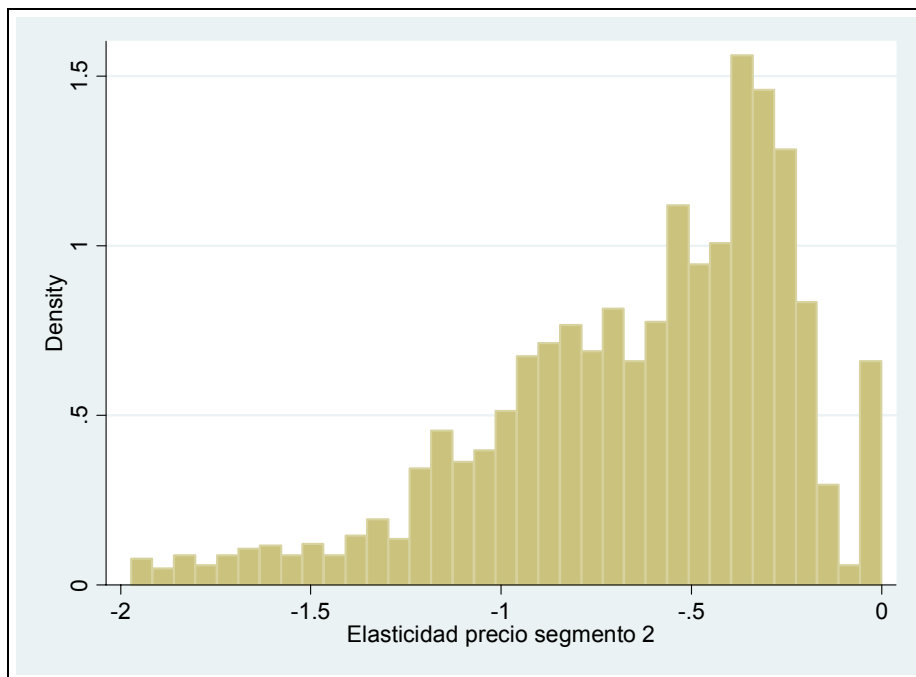
Asociado a estos valores, se obtuvieron las elasticidades en la manera descrita en la sección 4. La metodología propuesta permite obtener una elasticidad precio para cada hogar y para cada segmento, por lo que es posible tener una distribución para las mismas, lo que se muestra en los Gráficos N° 4 al 7.

**Gráfico N° 4**  
**Distribución de la Elasticidad Precio – Primer Segmento**



Fuente: Estimaciones propias.

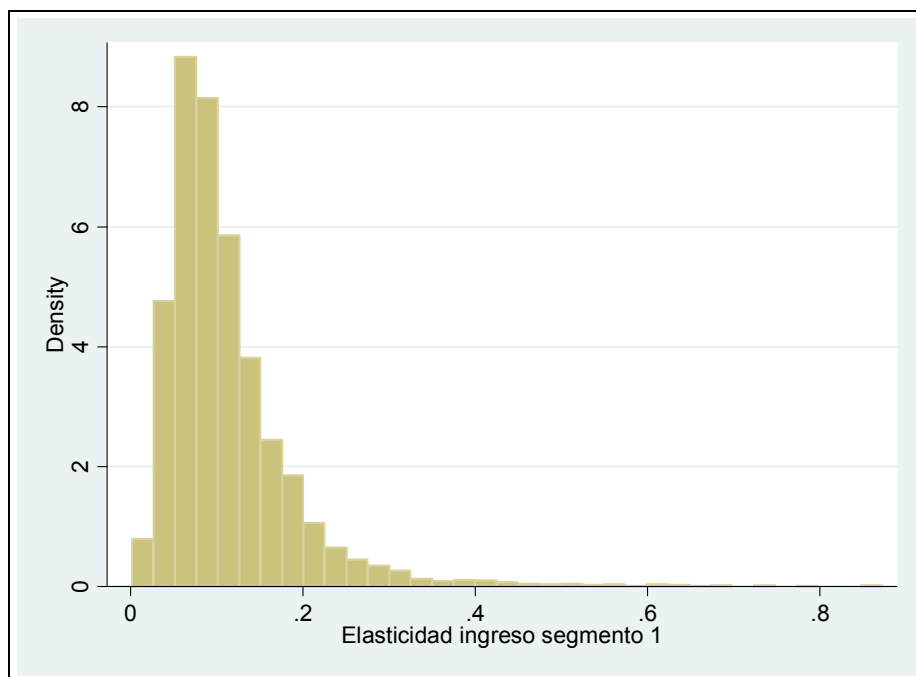
**Gráfico N° 5**  
**Distribución de la Elasticidad Precio – Segundo Segmento**



Fuente: Estimaciones propias.

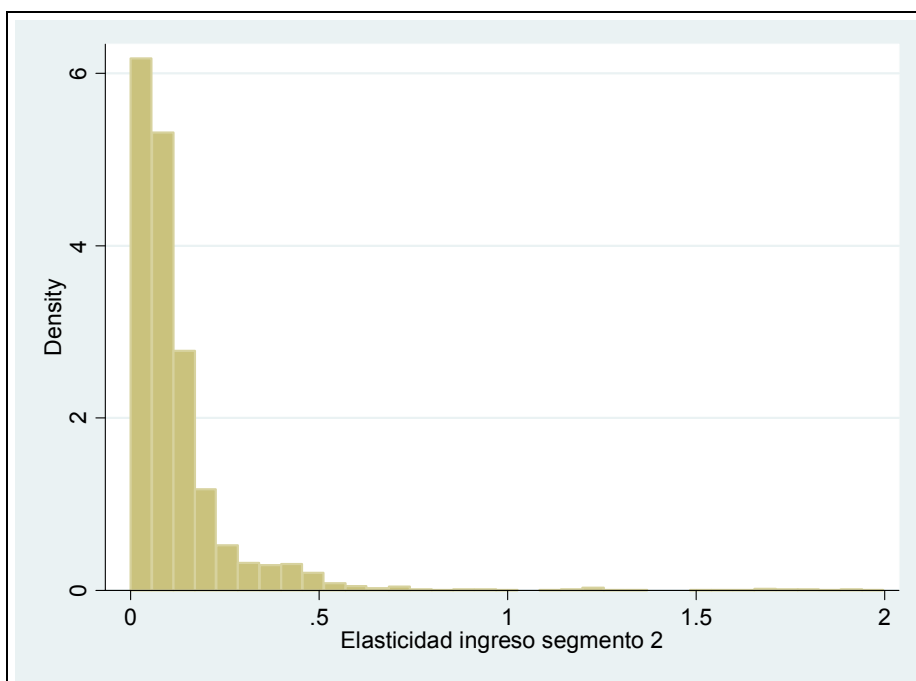


**Gráfico N° 6**  
**Distribución de la Elasticidad Ingreso – Primer Segmento**



Fuente: Estimaciones propias.

**Gráfico N° 7**  
**Distribución de la Elasticidad Ingreso – Segundo Segmento**



Fuente: Estimaciones propias.

No obstante la marcada heterogeneidad de los hogares que se deriva de los gráficos, puede verse que las elasticidades se encuentran concentradas alrededor de ciertos

valores, siendo esto particularmente cierto para el primer segmento tarifario. Obteniendo el promedio de las elasticidades individuales, se tiene que las elasticidad precio mediana es de -0.238, diferenciando entre los valores del primer y segundo segmento que son iguales a -0.085 y -0.566, respectivamente, mientras que la elasticidad ingreso mediana es de 0.101, diferenciando entre 0.093 y 0.086 en el primer y segundo segmentos. Al igual que en el caso de la elasticidad precio, se observa una concentración en valores menores a 0.1 en el primer segmento y menores a 1 en el segundo segmento, lo que nos da una idea de la heterogeneidad de respuestas ante variaciones en precios del agua.

Cuando se efectúa una distinción entre hogares pobres y no pobres puede verse que las elasticidades precio e ingreso de los hogares situados debajo de la línea de pobreza son sustancialmente mayores a las de aquellos hogares que no lo son. Las elasticidades precio para los hogares pobres que consumen en el primer y segundo segmentos son de -0.149 y -0.855, mientras que la elasticidad ingreso para estos segmentos será de 0.184 y 0.061, respectivamente. En contraste, las elasticidades precio en el primer y segundo segmento para los hogares no pobres son iguales a -0.039 y -0.357, mientras que las elasticidades ingreso para estos mismos hogares son de 0.027 y 0.104.

En términos generales, las elasticidades reflejan que la respuesta de los hogares de menores ingresos ante cambios en precios es mayor a la de aquellos hogares que no lo son, tanto en el primer y segundo segmento tarifario. En contraste, la elasticidad ingreso en el primer segmento es tres veces mayor en los hogares pobres que en los no pobres. Ambas características son compatibles con lo que sugeriría la intuición económica, en el sentido que un incremento en el precio tendría efectos mucho más serios sobre los hogares pobres que los no pobres, mientras que un aumento en el ingreso permitiría el consumo en otros bienes que superan a los de primera necesidad. Por otra parte, el análisis del segundo segmento refleja ciertas posibilidades de reemplazar consumos “superfluos” ante una variación en el precio.

Comparado con trabajos previos tanto para América Latina como para el Perú, puede verse que los valores no parecen ser homogéneos. En particular, las elasticidades precio van desde -0.10 (Cesti et. al., 1997) hasta -0.88 (Torero, 1999), mientras que la elasticidad ingreso va desde 0.002 (Strand y Walter, 2004) hasta 0.630 (Serviyacu, 1996).

**Cuadro N° 5**  
**Elasticidades Obtenidas en Trabajos Previos**

Estudio	Ambito	Elasticidad Precio	Elasticidad Ingreso
<b>Internacional</b>			
Cesti et. al. (1997) - citado por Yepes	América Latina	-0.100 1/ -0.300 2/	0.300
Strand y Walker (2004)	Áreas urbanas de Centroamérica	-0.172 3/ -0.300 4/	0.024 3/ 0.002 4/
Bacharach y Vaughan (1996)	Argentina	-0.200 5/ -0.400 6/	0.020
<b>Nacional</b>			
Serviyacu (1996) - citado por Yepes	Lima, Perú	-0.280	0.330 7/ 0.630 8/
Torero (1999)	Perú	-0.605 9/ -0.877 10/ -0.604 11/	ND ND ND
Bendezú y Ortiz (2006)	Perú	-0.238 12/	0.101 12/

Notas:

- 1/ Valor mínimo encontrado en el estudio.
  - 2/ Valor máximo encontrado en el estudio.
  - 3/ Elasticidad obtenida con precio promedio.
  - 4/ Elasticidad obtenida con precio marginal.
  - 5/ Valor mínimo encontrado en el estudio.
  - 6/ Valor máximo encontrado en el estudio.
  - 7/ Elasticidad para hogares no conectados a la red pública.
  - 8/ Elasticidad para hogares conectados a la red pública.
  - 9/ Calculado con información de la ENNIV 1991. Excluye a la selva.
  - 10/ Calculado con información de la ENNIV 1994.
  - 11/ Calculado con información de la ENNIV 1997.
  - 12/ Elasticidades promedio de ambos segmentos.
- Fuente: Estudios citados y estimaciones propias.

## 5. Simulación de Introducción de Subsidios

En industrias de servicios básicos, la necesidad de introducir un esquema tarifario que tenga en cuenta las consideraciones de los hogares de menores ingresos está ampliamente documentada en la literatura<sup>13</sup>. Sin embargo, el diseño de estos programas se encuentra sujeto a tres inconvenientes (Besley y Kanbur, 1989).

El primero consiste en la existencia de elevados costos de administración y recolección de información relevante. En particular, la discusión reciente sobre la evaluación de programas considera que estos deberían ser efectivos en términos de su costo, ya sea maximizando los beneficios para los hogares de menores ingresos a un costo dado, o minimizando el costo de un impacto predeterminado sobre la población objetivo. De acuerdo con Lipton y Ravallion (1993), una ventaja de este esquema es que permitiría concentrar los esfuerzos de política en un solo objetivo, sin considerar conflictos que pudieran surgir si se considera al programa de intervención junto con otros. En este sentido, una recomendación para lograr intervenciones efectivas en términos de costo es lograr una mejor focalización. Sin embargo, esto no implica que todo programa bien focalizado pueda tener impactos sustanciales en los niveles de pobreza de la población.

El segundo factor se relaciona con la respuesta de los hogares y los efectos que un esquema de subsidio podrían tener sobre los incentivos de los mismos. Más específicamente, un individuo puede elegir no participar en el programa debido a los costos que le representa el participar en un proceso de evaluaciones, llenado de formularios, asistencia a entrevistas, entre otros. De otra parte, los problemas de incentivos se relacionen en gran medida con la existencia de información incompleta. Si el Estado conociera las preferencias de la población podría diseñar un esquema de subsidios basado en características invariantes. Al momento de implementar el programa, sin embargo, sólo se observan determinadas características de la población, que son empleadas para determinar el criterio de elegibilidad. Ante la presencia de un programa social, los agentes podrían modificar su comportamiento para incrementar el monto de subsidio que reciben o caer dentro de la población elegible.

---

<sup>13</sup> Foster y Caridad (2004), Komives et. al. (2005).

Finalmente, un tercer factor se refiere a qué consideraciones de economía política hacen que un programa diseñado idealmente sea inviable en la práctica. En particular, un esquema de subsidios que se concentre únicamente en los hogares de menores ingresos sería apoyado sólo por estos. Sin embargo, estos hogares no podrían tener la suficiente influencia política para contrarrestar los intereses de grupos de mayores ingresos que tendrían que pagar montos superiores (Besley y Kanbur, 1990). Este problema es especialmente relevante en países en desarrollo, donde hogares no pobres han sido beneficiados extensivamente por programas de subsidios. En esta perspectiva, las autoridades tendrían menores incentivos en diseñar un programa adecuadamente focalizado por temor a perder el apoyo de la población.

Primeramente, dados los escasos recursos de los que disponen las empresas de saneamiento, es preciso que, ante un incremento en los precios del servicio y el diseño de un programa de reducciones en la tarifa para aquellos hogares de menores ingresos, se tome en cuenta un criterio que permita elucidar rápidamente cuando un hogar puede acceder al subsidio y cuándo no. En este sentido, indicadores como el nivel de consumo o indicadores multidimensionales basados en modificaciones al nivel de consumo son los más empleados. El uso de otras variables que pueden servir como mejores indicadores de elegibilidad para el subsidio, pero que representan un mayor costo para la empresa no es recomendable. Al respecto, Foster (2002) menciona que los criterios de elegibilidad deben ser sencillos de observar y manejar a fin de no generar mayores distorsiones.

En el contexto de una focalización imperfecta existe la posibilidad de que el esquema de subsidios origine errores de inclusión o clasificación incorrecta de un hogar como beneficiario del subsidio (error del tipo I) y errores de exclusión o de clasificación incorrecta de un hogar pobre como no beneficiario (error del tipo II). Un programa social correctamente diseñado minimiza los errores de exclusión e inclusión. Debe indicarse, que los errores de exclusión reducen la cobertura del programa por debajo de la planteada, mientras que los errores de inclusión incrementan el ratio costo-efectividad (Gasparini; 2003). La magnitud de estos errores depende crucialmente de la medida empleada para determinar la población objetivo (línea de pobreza, necesidades básicas insatisfechas, entre otros). La mayoría de estos trabajos asumen que la variable y el umbral que definen la elegibilidad de un hogar para un programa social carecen de errores de medición<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup>. Sin embargo, éste puede ser un tema especialmente relevante en países en desarrollo, donde aun se carece de la experiencia necesaria como para reducir sustancialmente los

Finalmente, debe señalarse que, en lo concerniente a subsidios residenciales en el sector de agua potable, el nivel de consumo es el indicador más observado para determinar la elegibilidad de un usuario como beneficiario del subsidio. Usualmente se define un umbral de consumo mensual debajo del cual el hogar será beneficiario del subsidio. Los resultados de programas en el sector de agua potable muestran errores de inclusión bastante elevados combinados con errores de exclusión sumamente reducidos.

Por todo lo expuesto anteriormente, y considerando la necesidad de implementar un esquema de subsidios planificado de acuerdo a criterios de selección consistentes con las necesidades de los hogares más necesitados y no a criterios de economía política, se realizó un ejercicio similar en el caso peruano. La estimación del modelo de demanda residencial para servicios de agua potable representa la primera etapa para el análisis de la introducción de un esquema tarifario consistente con los costos de provisión del servicio y los criterios de asignación y eficiencia, por cuanto permite obtener estimados de la respuesta de los hogares frente a variaciones en el precio. Sin embargo, cabe señalar que todos los análisis de incidencia a realizarse se refieren al impacto inmediato que estos tendrían, dado que las elasticidades provenientes del modelo econométrico

Por otra parte, la evaluación del esquema vigente y la posterior simulación del análisis de introducción de subsidios será planteada siguiendo los lineamientos planteados en la literatura (Besley y Kanpur, 1989; De Janvry, 2002) y aplicados en el caso de servicios de saneamiento por Gómez-Lobo et. al. (2002). En primer lugar, la evaluación del esquema se hará tomando en cuenta una serie de indicadores ampliamente utilizados en este tipo de trabajos, como son los errores de exclusión e inclusión. De similar modo, se analizarán los efectos distributivos del mismo, mediante el análisis de la tasa de filtración y el coeficiente Cuasi Gini.

La tasa de filtración indica qué porcentaje del monto total del subsidio no se encuentra dirigido a la población objetivo. De otra parte, el estadístico Cuasi Gini (QG) permite comparar la distribución del monto total del subsidio con la del ingreso y tiene la siguiente forma:

---

errores de medición. En estos casos, es preciso realizar una evaluación del indicador que se emplee para distinguir entre hogares pobres y no pobres.

$$QG = \left[ \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N iX_i \right] - \left( 1 + \frac{1}{N} \right)$$

Donde:

- $N$  Es el número de segmentos en los que se encuentra dividida la distribución del subsidio ( $N = 10$  si se trabaja con deciles,  $N = 5$  si se trabaja con quintiles, etc.)
- $X$  Porcentaje del subsidio total recibido por cada uno de los  $N$  segmentos.
- $i$  Número índice para cada uno de los segmentos ( $i = 1$  para el primer segmento,  $i = 2$  para el segundo, etc.)

El coeficiente QG puede variar entre -1 y 1. Un coeficiente cercano a 1 indica una distribución del subsidio sesgada hacia los hogares con mayores niveles de gasto, mientras que un coeficiente cercano a -1 indicaría que el 100% del total del subsidio se estaría destinando a los hogares de menores ingresos. Una de las ventajas del empleo del QG sobre el Gini tradicional es que permite ver directamente progresividad o regresividad del subsidio, es decir, si éste se encuentra dirigido a los hogares pobres o a aquellos que no lo son.

A continuación se presenta una serie de escenarios. El primero de ellos asume que los precios se mantienen fijos y que sólo el primer segmento tarifario será el subsidiado. De otra parte, el segundo escenario incluye un incremento de precios, distinguiendo entre un incremento uniforme y otro diferenciado por segmentos.

### 5.1 Escenario sin Aumento en Precios

Para construir el primer escenario se partirá de la estructura tarifaria actual. Existe un relativo consenso en el hecho de que las tarifas de agua para todas las empresas se encuentran por debajo de sus costos, con lo que en sentido estricto casi todos los usuarios domésticos recibirían un subsidio de una u otra forma. En términos de los indicadores empleados, se tendrían errores de inclusión y exclusión cercanos al 0% y 100%, respectivamente, mientras que los indicadores de distribución del subsidio mostrarían que los hogares no pobres se apropian de una gran parte del monto destinado al mismo.

Sin embargo, estos resultados no dicen mucho de cuál sería el verdadero error de exclusión e inclusión. En esta sección se hará el supuesto de que únicamente el primer segmento tarifario es el subsidiado y se intentará variar el criterio de elegibilidad (en este caso el nivel de consumo) a fin de determinar cómo varían los errores de inclusión y exclusión. Una vez realizado este ejercicio, se pasará a una segunda etapa donde se emplearán estos umbrales en un contexto de incremento en precios. Tomando en cuenta estos hechos, se analizó una variación del umbral de consumo del primer segmento, tanto en incrementos como decrementos de 5m<sup>3</sup>. Así, un hogar que enfrenta una estructura tarifaria donde el primer umbral es de 20m<sup>3</sup>, se enfrentará ahora a umbrales de 13, 15, 25 y 30 m<sup>3</sup>.

Los resultados del escenario base, mostrados en el Cuadro N° 6, reflejan que el 47% de los hogares con acceso al servicio se encontraría subsidiado. Adicionalmente, se observan errores de exclusión relativamente elevados. Más específicamente, puede verse que el 43.7% de hogares pobres no se encuentra cubierto por el subsidio, siendo esta cifra más elevada si se considera también a los hogares pobres que no acceden al servicio. De otra parte, los errores de inclusión ascienden al 63.1%, lo cual sería un indicativo que muchos hogares que se encuentran por encima de la línea de pobreza tienen niveles de consumo bastante reducidos. Efectuando una desagregación por ámbitos, se observa una elevada heterogeneidad en el error e exclusión, mientras que en el ámbito rural el porcentaje de hogares excluidos es 18.9% en Lima y Callao se incrementa a 52.4%. Ello se debe a que los hogares de las zonas urbanas tienen mayor acceso al recurso que las zonas rurales. En contraste, el error de inclusión muestra una mayor homogeneidad, registrando un nivel más alto en las zonas urbanas.

**Cuadro N° 6**  
**Errores de Exclusión e Inclusión – Escenario Base**

Ámbito	Error de Exclusión	Error de Inclusión
Rural	18.8	53.5
Lima y Callao	52.4	58.6
Resto Urbano	36.9	66.7
<b>Nacional</b>	<b>43.7</b>	<b>63.1</b>

Fuente: Estimaciones propias.

Estos resultados son consistentes con la evidencia internacional y peruana en industrias de servicios públicos, donde se muestra que el nivel de consumo de un



hogar no sería un indicador preciso para definir la elegibilidad de un subsidio, en el sentido que muchos hogares con un nivel de gasto que se encuentra por encima de la línea de pobreza poseen un consumo de agua para sus necesidades básicas, lo que los haría receptores al subsidio. Por otra parte, el error de exclusión se vería influenciado por el número de hogares pobres que cuentan con un mayor número de integrantes, lo cual se ve reflejado en un mayor consumo que los llevaría por encima del umbral. Al respecto, puede verse como en el Cuadro N° 7 los errores de inclusión tienen un promedio de 43.7%, mientras que los errores de exclusión muestran una dispersión bastante mayor, con un promedio de 32.3% y valores máximos de 93.1% y 0% en Paraguay y Venezuela, respectivamente.

**Cuadro N° 7**  
**Comparación Internacional – Errores de Inclusión y Exclusión**

<b>País</b>	<b>Ambito</b>	<b>Error de Inclusión</b>	<b>Error de Exclusión</b>
Nicaragua	Managua	52.8	5.0
Venezuela	Mérida	56.4	-
Panamá	Ciudad de Panamá y Colón	63.3	3.5
Colombia	Bogotá	49.2	1.9
Colombia	Areas urbanas	51.1	1.0
Chile	Nacional	32.0	78.0
Paraguay	Areas urbanas	34.4	93.1
Argentina	Nacional	44.0	76.0
Argentina	Buenos Aires	10.0	ND

Fuente: Komives et. al. (2005).

En cuanto al análisis de distribución del subsidio, la tasa de filtración sería cerca del 66% en el ámbito nacional, tal como se aprecia en el Cuadro N° 8. Esto indica que el esquema actual de subsidios estaría subsidiando principalmente a los hogares no pobres.

**Cuadro N° 8**  
**Indicadores de Distribución del Subsidio**

<b>Ámbito</b>	<b>Tasa de filtración (en %)</b>	<b>QG</b>
Rural	58.66	-0.44
Lima y Callao	58.72	0.02
Resto Urbano	69.40	-0.10
<b>Nacional</b>	<b>65.68</b>	<b>-0.07</b>

Fuente: Estimaciones propias.

Como podemos apreciar, el subsidio es más progresivo en la zona rural, y disminuye en la zona urbana, sobre todo en Lima y Callao. Del análisis se desprende que la política de subsidios puede tener un mayor efecto en la zona rural, considerando que

el monto del subsidio a dicha zona representa menos del 4% del subsidio total. Sin embargo, el coeficiente Quasi Gini a nivel nacional presenta un valor de -0.07, lo cual muestra que, en promedio, el esquema tarifario estaría beneficiando a los hogares más pobres.

Cuando se varía el umbral, se aprecia el usual *trade-off* entre los errores de exclusión e inclusión. A nivel nacional, el error de exclusión varía desde 84.1% con un umbral de 13m<sup>3</sup> hasta 12.3% con un umbral de 30m<sup>3</sup>, mientras que el error de inclusión oscila entre 59.3% en el umbral de 13m<sup>3</sup> hasta 65.3% en el umbral de 30m<sup>3</sup>. Sin embargo, un resultado más interesante radica en el quiebre observado en la evolución del error de exclusión entre el umbral vigente actualmente y un incremento de 5 m<sup>3</sup>. En particular, este error cae de 43.7% a 23.3% cuando se pasa este umbral, mientras que el error de inclusión no sufre mayores variaciones. Adicionalmente, puede verse la relativa poca sensibilidad del error de inclusión, lo cual refleja una distribución concentrada en valores bajos para el consumo de los hogares no pobres.

Mientras que, por otro lado, el error de exclusión varía de forma sustancial, tomando valores elevados (mayores de 80%) en la zona urbana y sobre todo en Lima y Callao, lo cual refleja el mayor consumo de agua potable en las grandes áreas urbanas en comparación con el ámbito rural. En esta última área se observa que tanto los errores de exclusión como los de inclusión son menores que los registrados en el ámbito urbano. Sin embargo, la estadística para las zonas rurales no incluye a los hogares pobres que no acceden al servicio, por lo que el error de exclusión podría ser sustancialmente mayor.

**Cuadro N° 9**  
**Errores de Exclusión e Inclusión – Variación del Umbral**

Ámbito	Umbral	Error de Exclusión	Error de Inclusión
Rural	13	56.8	50.3
	15	38.5	49.0
	20	18.8	53.5
	25	7.0	53.6
	30	5.0	55.0
Lima y Callao	13	92.2	56.7
	15	86.1	57.4
	20	52.4	58.6
	25	23.0	61.7
	30	9.4	63.5
Resto urbano	13	78.0	61.4
	15	66.6	64.0
	20	36.9	66.7
	25	25.1	67.4
	30	16.0	67.8
Nacional	13	84.1	59.3
	15	75.0	61.3
	20	43.7	63.1
	25	23.3	64.3
	30	12.3	65.3

Fuente: Estimaciones propias.

En cuanto a los indicadores de distribución, el Cuadro N° 10 muestra que las variaciones del criterio de elegibilidad no son del todo apropiadas para reducir las tasas de filtración. Incluso en los umbrales más bajos, los porcentajes continúan excediendo el 50%. Sin embargo, estos resultados coexisten con una distribución del subsidio que beneficia relativamente más a los hogares de menores ingresos. Esta característica es particularmente relevante en los hogares situados en el ámbito rural y en el resto de áreas urbanas. En contraste, Lima Metropolitana tiene una distribución del subsidio que beneficia claramente a los hogares situados en la distribución superior del ingreso, excepto cuando se consideran los umbrales más reducidos (13 y 15 m<sup>3</sup>). A nivel agregado, la tasa de filtración se encuentra por encima de 60% para todos los umbrales considerados, mientras que el coeficiente Quasi Gini aumenta de -0.25 en el umbral de 13m<sup>3</sup> a 0.03 en el umbral de 30m<sup>3</sup>.

Los resultados del análisis de distribución no son del todo consistentes entre sí. La evidencia muestra que, por lo general, elevadas tasas de filtración se encuentran asociadas a coeficientes QG mayores a cero, característica que no se observa en este caso. Una posible explicación a este hecho radicaría en el hecho de que, mientras la tasa de filtración únicamente separa a los hogares en dos grupos (pobres y no

pobres), el QG divide a la población en 10 grupos. Puede darse el caso de que exista un elevado grupo de hogares situados por encima de la línea de pobreza, pero que se sitúen en los deciles intermedios de la distribución del ingreso. En este sentido, la ponderación que se les asigna a éstos hará que el coeficiente QG sea negativo, mientras que la tasa de filtración sería mayor en todos los casos.

**Cuadro N° 10**  
**Indicadores de Distribución**

Ámbito	Umbral	Tasa de filtración (en %)	QG
Rural	13	59.0	-0.51
	15	57.1	-0.47
	20	58.7	-0.44
	25	57.4	-0.41
	30	58.4	-0.41
Lima y Callao	13	54.0	-0.09
	15	56.9	-0.11
	20	58.7	0.02
	25	62.4	0.08
	30	64.7	0.14
Resto urbano	13	63.3	-0.23
	15	66.2	-0.21
	20	69.2	-0.10
	25	70.2	-0.07
	30	71.0	-0.05
Nacional	13	61.3	-0.25
	15	63.9	-0.22
	20	65.7	-0.07
	25	66.5	-0.01
	30	67.7	0.03

Fuente: Estimaciones propias.

Tanto el análisis de errores de exclusión, inclusión y el de distribución reflejan una serie de características importantes al momento de diseñar un programa de subsidios. En primer lugar, existe un quiebre en la distribución del consumo entre 20 y 25 m<sup>3</sup>, que hace variar de modo importante los errores de exclusión, dejando casi constantes los errores de inclusión. De modo opuesto, los indicadores de distribución muestran una característica similar entre el umbral de 15 a 20 m<sup>3</sup>. Al parecer, la elección de un umbral situado entre estos dos últimos rangos hace que la participación de los hogares no pobres en el total de hogares subsidiados se reduzca, lo cual hace más progresiva la distribución del subsidio. Sin embargo, esto se hace a costa de la exclusión de otros hogares pobres que poseen mayores niveles de consumo. En este sentido, parecería que el umbral de 20m<sup>3</sup> al mes podría ser el que concilia los objetivos de focalización y distribución.

## 5.2 Escenario con Aumento en Precios

A continuación se analiza como la variación en la estructura tarifaria puede afectar a la eficacia del subsidio. Se ha considerado, a parte de la estructura tarifaria actual (sin variación de precios por bloque, escenario base), dos escenarios adicionales: uno en el que se ha asumido un incremento del 10% en el precio en ambos bloques (Escenario 1) y otro en el que se permite un incremento del 5% en el precio del primer bloque y un incremento del 15% en el precio del segundo bloque (Escenario 2).

Para simular el incremento en precios se emplearon las elasticidades estimadas en la Sección 4. El Cuadro N° 11 resume las estimaciones de los errores de exclusión e inclusión incorporando el efecto del cambio de la estructura tarifaria y del cambio en el umbral. De dicho cuadro se desprende que tanto el error de exclusión como el de inclusión disminuyen (sobre todo el error de exclusión) al incrementar los precios, ya sea en la misma magnitud o en magnitudes distintas entre bloques. La disminución del error de exclusión es mayor en el caso de un incremento diferenciado de precios entre bloques.

Para el caso del umbral de 20m<sup>3</sup>, los resultados muestran que un aumento en precios diferenciado estaría disminuyendo el error de exclusión de 44% a 49%, mientras que uno homogéneo elevaría este error a 75%. Bajo estos escenarios y considerando el criterio de focalización, los mejores indicadores se observan en el caso de incrementos diferenciados. Fuera de estos resultados, el análisis de errores de inclusión no muestra cambios sustanciales en comparación con el escenario base, debido a la reducida respuesta de los hogares ante variaciones en el precio del agua. En general, los resultados indicarían que los hogares pobres, antes excluidos, al incrementarse el precio del agua disminuyen su consumo en tal magnitud que se vuelven beneficiarios del subsidio. Este efecto es marcado en zonas urbanas, sobre todo en Lima y Callao.

En cuanto a la distribución del subsidio, el Cuadro N° 12 nos indica que la tasa de filtración para el caso de un incremento uniforme de los precios disminuye en la zona rural. En cambio en la zona urbana, en la mayoría de casos (distintos umbrales) la tasa de filtración se incrementa. Un patrón similar se observa en el caso del incremento diferenciado de precios, patrón que es marcado sobretodo en la zona urbana, excluyendo Lima y Callao.

**Cuadro N° 11**  
**Errores de Inclusión y Exclusión**

Ambito	Umbral	Base		Escenario 1		Escenario 2	
		EE	EI	EE	EI	EE	EI
Rural	13	56.8	50.3	58.8	53.9	58.8	53.9
	15	38.5	49.0	40.3	51.9	40.3	51.9
	20	18.8	53.5	18.8	52.7	18.8	52.7
	25	7.0	53.6	8.8	55.0	8.8	55.0
	30	5.0	55.0	7.0	56.0	7.0	56.0
Lima y Callao	13	92.2	56.7	90.6	52.1	90.9	52.8
	15	86.1	57.4	84.5	57.0	84.5	57.0
	20	52.4	58.6	43.9	59.4	43.9	59.4
	25	23.0	61.7	19.5	61.6	19.5	61.6
	30	9.4	63.5	9.1	63.6	9.1	63.6
Resto urbano	13	78.0	61.4	78.8	62.6	78.8	62.7
	15	66.6	64.0	68.9	64.3	68.9	64.2
	20	36.9	66.7	35.3	66.3	35.3	66.3
	25	25.1	67.4	24.3	66.8	24.3	66.8
	30	16.0	67.8	16.2	67.7	16.2	67.7
Nacional	13	84.1	59.3	93.1	60.3	83.9	59.6
	15	75.0	61.3	83.7	59.3	75.3	61.2
	20	43.7	63.1	75.3	61.3	38.8	62.9
	25	23.3	64.3	38.8	62.9	21.4	63.9
	30	12.3	65.3	21.4	63.9	12.4	65.4

Nota: EE = Error de Exclusión, EI = Error de Inclusión.

Fuente: Estimaciones propias.

**Cuadro N° 12**  
**Indicadores de Distribución**

Ambito	Umbral	Base		Escenario 1		Escenario 2	
		EE	EI	TF	QG	TF	QG
Rural	13	59.0	-0.51	58.05	-0.51	58.05	-0.51
	15	57.1	-0.47	55.24	-0.48	55.24	-0.48
	20	58.7	-0.44	57.60	-0.44	57.60	-0.44
	25	57.4	-0.41	57.65	-0.41	57.65	-0.41
	30	58.4	-0.41	58.80	-0.41	58.80	-0.41
Lima y Callao	13	54.0	-0.09	46.00	-0.16	48.03	-0.18
	15	56.9	-0.11	56.15	-0.13	56.15	-0.13
	20	58.7	0.02	59.56	0.01	59.56	0.01
	25	62.4	0.08	62.21	0.09	62.21	0.09
	30	64.7	0.14	64.86	0.14	64.86	0.14
Resto urbano	13	63.3	-0.23	62.39	-0.21	62.46	-0.21
	15	66.2	-0.21	65.51	-0.18	65.58	-0.20
	20	69.2	-0.10	69.36	-0.09	69.36	-0.09
	25	70.2	-0.07	70.06	-0.07	70.06	-0.07
	30	71.0	-0.05	71.03	-0.05	71.03	-0.05
Nacional	13	61.3	-0.25	59.48	-0.25	59.71	-0.26
	15	63.9	-0.22	63.00	-0.21	62.79	-0.22
	20	65.7	-0.07	65.47	-0.07	65.47	-0.07
	25	66.5	-0.01	66.18	-0.01	66.18	-0.01
	30	67.7	0.03	67.77	0.03	67.77	0.03

Nota: TF = Tasa de filtración, QC = Cuasi Gini.

Fuente: Estimaciones propias.

A diferencia de las variaciones observadas en los ratios de focalización, el análisis de distribución no muestra mayores cambios, debidos fundamentalmente a la escasa respuesta de los hogares.

## **6. Conclusiones y Recomendaciones**

El presente estudio ha intentado examinar la demanda residencial del servicio de agua potable desde el punto de vista de los hogares. Luego de examinar brevemente las principales características de la industria y analizar la necesidad de diseñar una estructura tarifaria acorde con los costos de producción, se procedió a realizar un análisis de demanda, como primera herramienta para posibles simulaciones de esquemas tarifarios alternativos.

En la primera sección, los resultados muestran que las elasticidades precio se encuentran en un promedio de -0.23 para el caso de los hogares, siendo este valor mayor en el segundo segmento tarifario. Adicionalmente, si se realiza la distinción entre hogares pobres y no pobres, puede verse que éstos últimos son bastante más sensibles a cambios en precio que los primeros para todos los segmentos. Los valores obtenidos sugieren que los hogares que se encuentran en los segmentos tarifarios superiores destinan el agua a usos que no se relacionan directamente con el consumo directo o aseo, por lo cual pueden reducir rápidamente su consumo ante variaciones en precios. De otro lado, los valores obtenidos para los hogares de menores ingresos estarían mostrando la necesidad de adoptar criterios especiales cuando se produzcan ajustes tarifarios.

Sin embargo, la determinación de estos criterios especiales no está libre de problemas. Los problemas de información imperfecta impiden determinar con precisión qué hogares son los que requieren los subsidios, por lo que debe recurrirse a indicadores alternativos que se encuentran sujetos a una serie de errores (exclusión e inclusión). En este sentido, uno de los indicadores más empleados es el nivel de consumo, variable elegida bajo el supuesto de que el nivel de ingresos de un hogar se encuentra directamente relacionado con el consumo de agua. El análisis de sensibilidad muestra que, si bien los errores de exclusión e inclusión son bastante elevados, lo cual refleja una escasa focalización, la introducción de un programa de subsidios haría que los fondos destinados a éste se encuentren concentrados en

aquellos hogares que más lo necesitan. En este sentido, los resultados del coeficiente Cuasi Gini muestran que la distribución del monto total del subsidio es progresiva.

El análisis de un potencial incremento de tarifas muestra dos consecuencias principales. En primer lugar, los indicadores de focalización pueden mejorarse si el incremento en precios es mayor en el segundo en comparación con el primer umbral. La mayor sensibilidad relativa de los hogares pobres que consumen en los tramos no subsidiados haría que estos ajusten su consumo al tramo subsidiado, lo cual reduciría el error de exclusión. Sin embargo, este incremento no altera sustancialmente los indicadores de distribución en comparación con el escenario base.

El trabajo presentado no se encuentra exento de limitaciones. En la estimación econométrica de la demanda de agua potable, la falta de información más precisa a nivel de hogares impide obtener resultados más exactos. Una base de datos que permita tener estimados más finos de la elasticidad precio y la simulación de introducción de subsidios con incrementos tarifarios debería recopilar la información de tenencia de medidor y de número de horas promedio de servicio. En este sentido, la reestimación del modelo y la comparación con las elasticidades obtenidas cuando se disponga de una nueva base de datos se encuentran en la agenda pendiente.

Existe, sin embargo, un obstáculo importante para la introducción de un esquema de subsidios a nivel nacional, y éste se basa en el carácter local de este sector. A diferencia de sectores como el de electricidad, donde ya existe un fondo nacional (FOSE), la creación y administración de un fondo similar a nivel nacional en el sector de saneamiento es una tarea que corresponde al organismo regulador del sector. El establecimiento de un fondo nacional es necesario en el sentido que muchas empresas de saneamiento no estarían en la capacidad de financiar un subsidio a los hogares con menor consumo sin imponer una carga bastante elevada en los hogares de mayor consumo. Al incluir a todos los usuarios en un solo fondo se permite que aquellos hogares de mayor consumo situados en Lima Metropolitana y el resto de centros urbanos puedan subsidiar al resto sin imponer una carga tan elevada.



## 7. Bibliografía

ADERASA (2005), "Las tarifas de agua potable y alcantarillado en América Latina", Grupo Regional de Trabajo de Tarifas y Subsidios, Nicaragua.

Alcázar, L., Colin Xiu, L. y A. Zuluaga (2002). "Institutions, Politics and Contracts: the Privatization Attempt of the Water and Sanitation Utility of Lima, Peru". En: Shirley, M.: *Thriving for Efficiency: The Economics and Politics of Urban Water System Reform*. Amsterdam: Elsevier.

Bachrach, M. y W. Vaughan (1994). "Household Water Demand Estimation". Banco Interamericano de Desarrollo, División de Protección Ambiental, Documento de Trabajo ENP106.

Ballesteros, M., Brown, E., Jouravlev, A., Kuffner, U. y E. Zegarra (2005). "Administración del Agua en América Latina: Situación Actual y Perspectivas" CEPAL.

Barrantes, R. (2004). "Diagnóstico institucional del sector de servicios de saneamiento". Presentación. IEP.

Besley, T. y R. Kanbur (1989). "The Principles of Targeting". Office of the Vice President – Development Economics. World Bank. WPS 285

Burtless, G. y J. Hausman (1978). "The Effect of Taxation of Labor Supply: Evaluation of the Gary Income Tax Experiment". *Journal of Political Economy* 86: 1103-1130.

Cavanagh, S., Hanemann, M. y R. Stavins (2002). "Muffled Price Signals: Household Water Demand under Increasing Block Prices". Fondazione Eni Enrico Mattei, Nota di Lavoro 40.2002.

De Janvry, A. (2003). "Social Programs and the Art of Targeting"

Defensoría del Pueblo (2005), Informe defensorial Nro. 94 "Ciudadanos sin agua: un análisis del derecho vulnerado". Lima.

Foster, V. (2003). "Impacto Social de la Crisis Argentina en Sectores de Infraestructura". Documento de Trabajo No. 5/03. Oficina del Banco Mundial para Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay.

Foster, V. (2005). "Ten Years of Water Service Reform in Latin America: Toward an Anglo-French Model" Banco Mundial. Water Supply and Sanitation Sector Board Discussion Paper Series No. 3, Enero.

Gabor, A. (1955). "A Note on Block Tariffs" *Review of Economic Studies* 23: 32-41.

Gallardo, J. (1999). "Privatización de los Monopolios Naturales en el Perú: Economía Política, Análisis Institucional y Desempeño" Documento de Trabajo 188. Departamento de Economía – Pontificia Universidad Católica del Perú.

Gallardo, J. y L. Bendezú (2005). "Estimación de la Demanda Residencial de Electricidad". Documento de Trabajo No. 16. Oficina de Estudios Económicos – OSINERG.

Gómez-Lobo, A. (2000). "Making water affordable: Output-based consumption subsidies in Chile".

Gómez-Lobo, A. (2001). "Incentive-Based Subsidies: Designing Output-Based Subsidies for Water Consumption". *Public Policy for the Private Sector*, Junio.

Gómez-Lobo, A., Foster, V. y J. Halpern (2002). "Information and Modelling Issues in Designing Water and Sanitation Subsidy Schemes", mimeo.

Gómez-Lobo, A. y D. Contreras (2003). "Water Subsidy Policies: A Comparison of the Chilean and Colombian Schemes". *The World Bank Economic Review*, Diciembre 2003 (17)3: 391-407.

Gulyani, S., Talukadar, D. y R.M. Kariuki (2005). "Water for the Urban Poor: Water Markets, Household Demand and Service Preferences in Kenya". Banco Mundial. Water Supply and Sanitation Sector Board Discussion Papers, No. 5, Enero.

Hausman, J. (1985). "The Econometrics of Nonlinear Budget Sets". *Econometrica*, 53: 1255-1282.

Heckman, J. (1979). "Sample Selection Bias as an Specification Error". *Econometrica*, 47: 153-161.

Jouravlev, A. (2001). "Regulación de la industria de agua potable. Volumen I: Necesidades de información y regulación estructural". Serie: recursos naturales e infraestructura No 36, CEPAL.

Jouravlev, A. (2003). "Los municipios y la gestión de los recursos hídricos". División de recursos naturales e infraestructura. CEPAL.

Jouravlev, A. (2004). "Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI". CEPAL.

Junca, J.C. (2000). "Determinación del consumo básico de agua potable subsidiable en Colombia". *Archivos de macroeconomía*. Documento 139. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.

Kanazawa, M. (1994). "Water Subsidies, Water Transfers and Economic Efficiency". *Contemporary Economic Policy*, Abril 2004 (12)2: 112-122.

Komives, K., V. Foster, J. Halpern y Q. Wodon (2005). *Water, Electricity and the Poor: Who Benefits from Utility Subsidies?* Washington: World Bank.

MACROCONSULT (1997). "Retos de la Economía Política en los Servicios de Agua Potable: el Proceso de Reforma de Perú" Banco Interamericano de Desarrollo, Red de Centros de Investigación. Documento de Trabajo R-311.

Mamani, R. (2005). "Demanda Residencial Desagregada de Electricidad en el Departamento de Puno". Tesis (Mag.) Pontificia Universidad Católica del Perú.

Meléndez, M. (2004). "Subsidios al Consumo de los Servicios Públicos en Colombia - ¿Hacia dónde Movernos?" Informe de Base. Banco Mundial.

Moffitt, R (1986). "The Econometrics of Piecewise-Linear Budget Constraints: A Survey and Exposition of the Maximum Likelihood Method" *Journal of Business and Economic Statistics* 4(3): 317-328.

- Moffitt, R. (1990) "The econometrics of Kinked Budget Constraints" *Journal of Economic Perspectives* 4(2): 119-139.
- Noll, R., Shirley, M. y S. Cowan (2001). "Reforming Urban Water Systems in Developing Countries", mimeo.
- Lampietti, J., Kolb, A., Gulyani, S. y V. Avenesyan (2001). "Utility Pricing for the Poor: Lessons from Armenia", mimeo.
- Lauria, D. y O. Hopkins (2005). "Pro-Poor Subsidies for Water Connections in West Africa". Banco Mundial, Water Supply and Sanitation Notes No. 3, Enero.
- Pascó-Font, A., Fry, V. y J. Gallardo (1999). "Estimación de la Demanda Residencial por Servicios de Telecomunicaciones". OSIPTEL.
- Pashardes, P., Koundouri, P. y S. Hajispyrou (2001). "Household Water Demand and Welfare Implications of Water Pricing in Cyprus". Discussion Paper 2001-03, Departamento de Economía, Universidad de Chipre.
- Reiss, P. y M. White (2001). "Household Electricity Demand, Revisited" NBER Working Paper No.
- Renzetti, S. (2003). "Incorporating Demand-Side Information into Water Utility Operations and Planning", mimeo.
- SEDAPAL (2003). "Memoria 2003", Lima.
- SUNASS (2001). "Memoria 2001", Lima.
- SUNASS (2004a). "Indicadores de gestión por EPS". Disponible en <http://www.sunass.gob.pe>.
- SUNASS (2004b). "Memoria 2004", Lima.
- Taylor, L. (1975). "The Demand for Electricity: A Survey" *Bell Journal of Economics* 6:74-110.
- Torero, M. y A. Pascó-Font (2000). "El Impacto Social de la Privatización y de la Regulación de Servicios Públicos en el Perú" GRADE. Documento de Trabajo No 35.
- Tárava, J., G. Aguilar y J. Oscátegui (1997), "La regulación de los servicios domiciliarios en el Perú", Lima.
- World Bank (2003), "Inequality in Latin America & the Caribbean: breaking with history?".
- Yepes, G (2003). "Los subsidios cruzados en los servicios de agua potable y saneamiento". Banco Interamericano de Desarrollo.
- Yepes, G. y A. Dianderas (1996). "Water and Wastewater Utilities: Indicators". Banco Mundial.

Yepes, G. y K. Ringskog (2001a). “Demanda-Oferta de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado - Análisis de la Demanda Actual”. Informe preparado para SEDAPAL y el Ministerio de Economía y Finanzas.

Yepes, G. y K. Ringskog (2001b). “Demanda-Oferta de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado – Proyección de la Demanda y Recomendaciones Políticas Sectoriales”. Informe preparado para SEDAPAL y el Ministerio de Economía y Finanzas.

**Anexo 1**  
**Descripción de la Base de Datos**

La encuesta a ser empleada en el presente estudio se aplicó a 10,243 hogares distribuidos en el territorio nacional en el primer trimestre del año 2003. El diseño muestral fue efectuado tomando en cuenta la información de la distribución del gasto de hogares en electricidad durante el año 2001 provista por el INEI en la Encuesta Nacional de Hogares del IV Trimestre (ENAHO). Debido al hecho de que la población peruana muestra una importante heterogeneidad, se optó por estratificar la muestra por departamento y ámbito, mientras que para el caso de Lima Metropolitana, se decidió estratificar la muestra por niveles socioeconómicos. El Cuadro N° 1 presenta el tamaño de muestra por departamento, mientras que el Cuadro N° 2 muestra el número de hogares encuestados por empresa prestadora de servicio (EPS).

**Cuadro N° 1**  
**Distribución de la Muestra por Departamento**

<b>Departamento</b>	<b>Urbano</b>	<b>Rural</b>	<b>Total</b>
Amazonas	119	193	312
Ancash	194	213	407
Apurímac	68	226	294
Arequipa	338	87	425
Ayacucho	142	158	300
Cajamarca	154	350	504
Callao	144	-	144
Cusco	222	202	424
Huancavelica	118	206	324
Huanuco	187	167	354
Ica	324	72	396
Junín	292	140	432
La Libertad	395	145	540
Lambayeque	332	112	444
Lima	1,424	83	1,507
Loreto	213	177	390
Madre de Dios	189	81	270
Moquegua	191	73	264
Pasco	167	109	276
Piura	373	161	534
Puno	174	269	443
San Martín	193	167	360
Tacna	242	52	294
Tumbes	222	60	282
Ucayali	190	133	323
<b>Total</b>	<b>6,607</b>	<b>3,636</b>	<b>10,243</b>

Fuente: Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía – OSINERG.

Es de esperarse que el número de hogares encuestados por EPS no sea igual al de hogares que declaran tener acceso al servicio mediante la red pública, por cuanto

existe un porcentaje que accede a éste mediante comités de agua u otras empresas de saneamiento (mayormente municipales) que no se encuentran bajo el ámbito de regulación de SUNASS. Si bien este último grupo debería incluirse en el análisis, decidió dejársele de lado debido a que la estructura tarifaria que enfrentan estos clientes no se encuentra disponible.

**Cuadro N° 2**  
**Distribución de la Muestra por Empresa Prestadora de Servicios**

<b>Empresa</b>	<b>Departamento</b>	<b>Hogares</b>	<b>Porcentaje</b>
EMUSAP	Amazonas	68	1.56
EPS CHAVIN	Ancash	67	1.54
SEDA CHIMBOTE	Ancash	75	1.72
EMUSAP ABANCAY	Apurímac	27	0.62
EMUSAP CHANCA	Apurímac	10	0.23
SEDAPAR	Arequipa	275	6.32
EPSASA	Ayacucho	80	1.84
SEDACAJ	Cajamarca	36	0.83
EPS EMPSSAPAL	Cusco	80	1.84
SEDACUSCO	Cusco	92	2.11
SEMAPA	Huancavelica	54	1.24
SEDA HUANUCO	Huánuco	83	1.91
EPS EMAPICA	Ica	144	3.31
EPS EMAPISCO	Ica	54	1.24
EPS SEMAPACH	Ica	63	1.45
EPS MANTARO	Junín	141	3.24
EPS SELVA CENTRAL	Junín	60	1.38
EPS SIERRA CENTRAL	Junín	38	0.87
SEDALIB	La Libertad	174	4.00
EPSEL	Lambayeque	249	5.72
EMAPA CAÑETE	Lima	90	2.07
EMAPA HUACHO	Lima	11	0.25
SEDAPAL	Lima	1,199	27.54
EPS LORETO	Loreto	99	2.27
EPS EMAPAT	Madre de Dios	119	2.73
EPS ILO	Moquegua	71	1.63
EPS MOQUEGUA	Moquegua	84	1.93
EMAPA PASCO	Pasco	38	0.87
EPS GRAU	Piura	220	5.05
EMSAPUNO	Puno	32	0.73
EPS NOR PUNO	Puno	12	0.28
SEDAJULIACA	Puno	45	1.03
EPS MOYOBAMBA	San Martín	58	1.33
EPS TACNA	Tacna	201	4.62
EMFAPATUMBES	Tumbes	139	3.19
EMAPACOP	Ucayali	66	1.52
<b>Total</b>		<b>4,354</b>	<b>100.00</b>

Nota: Sólo incluye a aquellos hogares situados en el área de concesión de empresas reconocidas por SUNASS.

Fuente: Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía – OSINERG.

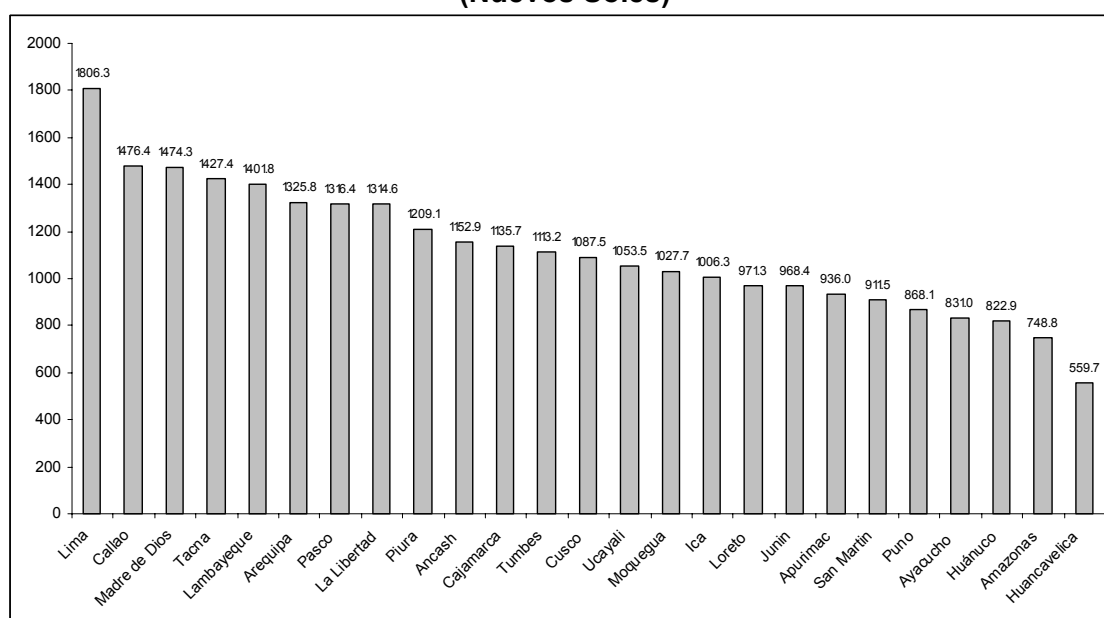
Con la información proveniente de la base de datos, se procedió a efectuar una breve descripción de los niveles de gasto de los hogares, así se realizaron cálculos referidos

a los patrones de consumo de los hogares con suministro eléctrico. A continuación se describirán brevemente cada uno de estos.

### **Gasto del Hogar**

El nivel de gasto del hogar es una variable especialmente relevante para medir los efectos de un potencial esquema de subsidios al consumo de agua potable. Más específicamente, esta variable sirve para medir el porcentaje de hogares que se encuentran por debajo de la línea de pobreza y el nivel de consumo eléctrico asociado a este tipo de hogares con el fin de diseñar un mejor esquema. En la Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía se le preguntó a la persona mejor informada del hogar sobre su gasto durante las últimas cuatro semanas en siete categorías: alimentos y bebidas, vestido y calzado, muebles y enseres, cuidados y conservación de salud, transporte y comunicaciones, enseñanza y cultura, otros bienes y servicios. La octava categoría, consistente en el gasto en servicios públicos, consistió en preguntas efectuadas para cada servicio público (electricidad, agua y telecomunicaciones).

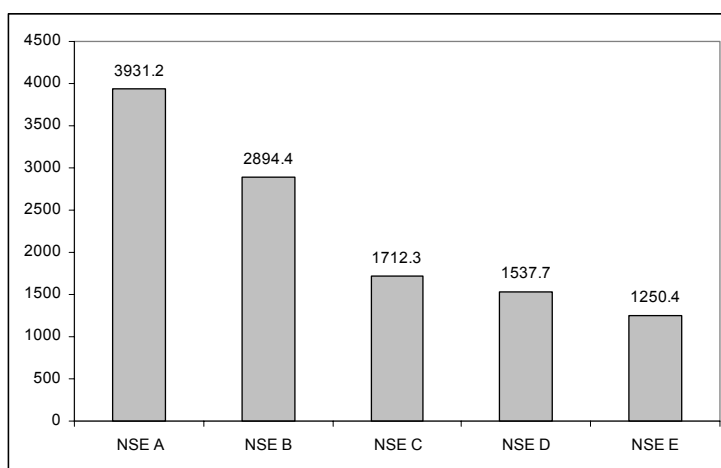
**Gráfico N° 1**  
**Gasto por Familia – Promedio Departamental**  
**(Nuevos Soles)**



Fuente: Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía 2003 - OSINERG.

Los resultados a nivel departamental en el Gráfico N° 1 muestran una diferencia de casi cuatro veces entre el departamento con un mayor gasto (Lima, con un promedio de 1806.3 Nuevos Soles) y el de menor gasto (Huancavelica, con 559.7 Nuevos Soles), siendo el promedio nacional de 693.86 Nuevos Soles. Por otro lado, las diferencias observadas a nivel nacional también pueden observarse en el caso de Lima Metropolitana, aunque en menor medida. En particular, la diferencia entre los niveles de gasto del nivel socioeconómico A más de tres veces con respecto a los gastos del nivel socioeconómico E (3931.2 Nuevos Soles versus 1250.4 Nuevos Soles respectivamente).

**Gráfico N° 2**  
**Gasto por Nivel Socioeconómico – Lima Metropolitana**  
**(Nuevos Soles)**



Fuente: Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía 2003 - OSINERG.