



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Carrera de Economía

La escasez del agua: Un contraste entre el derecho humano al agua y
el precio como medida para su conservación

Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Economista

Autor:

Darwin Geovanny Carchi Morocho

CI: 0105461818

dcarchim@hotmail.com

Directora:

Econ. Mercy Raquel Orellana Bravo

CI: 0103960738

Cuenca, Ecuador

16-agosto-2021



Resumen

El acceso al agua potable y saneamiento es considerado como un derecho humano al ser indispensable para una vida digna. Sin embargo, el cambio climático, crecimiento demográfico y económico afectan la disponibilidad del recurso. Se evidencia que los precios han sido utilizados como mecanismos eficaces para la gestión eficiente y sostenible del mismo. No obstante, las políticas tarifarias podrían resultar regresivas si no se consideran las características de la población. Utilizando un Sistema Cuadrático de Demanda Casi Ideal (QUAIDS) se estima la demanda de agua residencial y se analiza el efecto de cambios en el precio en su consumo y en el consumo de otros bienes. Se encuentra que la demanda de agua residencial es inelástica (-0,62) por lo que se debe considerar incrementos de precio significativos para reducir el consumo excesivo de agua residencial, evidenciando una mayor reducción en hogares de ingresos altos, sin embargo, se encuentran diferencias en el consumo al considerar la distribución del ingreso, área y región geográfica, además de una afectación a los hogares vulnerables en su consumo de agua residencial y de otros bienes. La información que proporciona el estudio ayuda en el diseño de políticas tarifarias encaminadas a solventar los problemas derivados de la escasez, las cuales tengan en cuenta las características de la población, y de esta manera, evitar efectos regresivos al considerar la asequibilidad y otros criterios que garanticen el derecho humano al agua.

Palabras claves: Demanda residencial de agua. Derecho humano al agua. Escasez. Asequibilidad. Sustentabilidad.

Códigos JEL: D10. Q21. Q25. Q50.



Abstract

Access to drinking water and sanitation is considered a human right as it's essential for a dignified living. However, climate change, demographic and economic growth affect the availability of the resource. It's evident that prices have been used as effective mechanisms for its efficient and sustainable management. Nevertheless, pricing policies could be regressive if the characteristics of the population aren't considered. Residential water demand is estimated and effect of changes in the price on its consumption and on the consumption of other goods is analyzed. It's found that the residential water demand is inelastic (-0.62), so significant price increases should be considered to reduce the excessive consumption of residential water, evidencing a greater reduction in high-income households, however, there are differences in consumption when considering the distribution of income, area and geographic region, besides, there is evidence of an impact on vulnerable households in their consumption of residential water and other goods. The information provided by the study helps in the design of prices policies aimed at solving the problems derived from scarcity, which take into account the characteristics of the population and thus avoid regressive effects when considering the affordability and other criteria that guarantee the human right to water.

Keywords: Residential water demand. Human right to water. Scarcity. Affordability. Sustainability.

JEL Classification: D10. Q21. Q25. Q50.



Índice del Trabajo

Resumen	2
Abstract	3
Introducción.....	8
El contexto de la escasez y la demanda de agua residencial	11
Materiales y Métodos	15
Datos y variables	15
Sistema Cuadrático de Demanda Casi Ideal (QUAIDS)	17
Problema de endogeneidad.....	19
Problemas de censura.....	21
Elasticidades precio e ingreso	22
Resultados	23
Discusión.....	34
Conclusiones y limitaciones	38
Referencias	40
Anexos	45
Anexo 1. Resultados de la estimación del Sistema de Demanda.....	45
Anexo 2. Elasticidades estimadas: Quintiles de ingresos.....	47
Anexo 3. Elasticidades estimadas: Área de residencia	48
Anexo 4. Elasticidades estimadas: Regiones geográficas.....	49



Índice de Tablas

Tabla 1. Variables demográficas ENIGHUR	24
Tabla 2. Estadísticas descriptivas del Consumo ENIGHUR	25
Tabla 3. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Muestra total	29
Tabla 4. Resultados de la estimación del Sistema de Demanda	45
Tabla 5. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Quintil 1	47
Tabla 6. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Quintil 5	47
Tabla 7. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Área Rural	48
Tabla 8. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Área Urbana	48
Tabla 9. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Región Costa.....	49
Tabla 10. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Región Sierra.....	49

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Curva quebrada de la demanda de agua.....	13
Gráfico 2. Consumo de agua residencial y embotellada, según categorías.....	27
Gráfico 3. Elasticidades precio propio no compensadas: Quintiles de ingreso	30
Gráfico 4: Elasticidades precio propio no compensadas: Área de residencia	31
Gráfico 5: Elasticidades precio propio no compensadas: Regiones Geográficas	32
Gráfico 6. Impacto ante incremento del 50% en el precio del agua residencial ...	33



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Darwin Geovanny Carchi Morocho, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "La escasez del agua: Un contraste entre el derecho humano al agua y el precio como medida para su conservación", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 16 de agosto de 2021

Darwin Geovanny Carchi Morocho

C.I: 0105461818



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Darwin Geovanny Carchi Morocho, autor del trabajo de titulación "La escasez del agua: Un contraste entre el derecho humano al agua y el precio como medida para su conservación", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 16 de agosto de 2021

Darwin Geovanny Carchi Morocho

C.I: 0105461818



Introducción

El acceso al agua potable y saneamiento, entre otros, es considerado como un derecho humano básico, al ser indispensables para mantener una calidad de vida digna, y bajo un enfoque internacional obliga a los estados a trabajar para lograr su acceso universal, dando prioridad a los más necesitados (WWAP, UNESCO, 2019).

Sin embargo, el cambio climático, junto con el crecimiento demográfico exponencial y el crecimiento económico, entre otros factores, afecta directamente la disponibilidad del agua para consumo humano y, por ende, a su acceso. Según proyecciones, se prevé que para el año 2050 más de la mitad de la población mundial vivirá con efectos derivados de un estrés hídrico, al menos, moderado (Schlosser et al., 2014; Suárez, 2020), pues, estos factores ocasionarán un aumento sin precedentes de la demanda de agua para uso residencial y producción de alimentos (Suárez, 2020).

De la misma forma, se prevé que el suministro del agua también se verá afectado, pues las sequías e inundaciones, derivadas del aumento de las temperaturas globales, serán cada vez más frecuentes y con mayor intensidad (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014), ahondando aún más los problemas de disponibilidad de agua, y generando costos económicos derivados de la escasez de agua de alrededor del 6% del PIB en algunas regiones, e incluso, costos sociales ocasionados por procesos migratorios y conflictos (World Bank Group, 2016).

Razón por la cual, tanto por el lado de la oferta como el lado de la demanda, la gestión eficiente y sostenible del recurso hídrico cobra importancia para solventar estos problemas. Desde la perspectiva de la oferta, el problema de la escasez de agua ha sido abordada, comúnmente, con la construcción de nuevas infraestructuras para el suministro de agua. Sin embargo, estas medidas, en el largo plazo, presentan el problema de limitación física de recursos, además de que, sin las medidas e incentivos económicos necesarios, la nueva demanda se traduce en



un agotamiento más rápido del recurso (World Bank Group, 2016; Suárez, 2020). Es por ello que, las políticas desde la perspectiva de la demanda tienen un campo de actuación más amplio para gestionar la escasez del agua que su contraparte de la oferta.

A pesar de que las políticas del lado de la demanda incluyen políticas no tarifarias, tales como racionamiento, campañas informativas del uso eficiente del agua, e incluso experimentos del comportamiento (Garrone et al., 2020), la evidencia empírica sugiere que los incentivos e instituciones correctas, principalmente, los precios y los mercados, pueden ayudar a las personas a manejar la escasez del agua de forma más eficientes que la implementación de políticas no tarifarias (Olmstead & Stavins, 2009; Zetland, 2021).

Si bien es cierto con el transcurso del tiempo, los precios han tenido otros objetivos adicionales, tradicionalmente, uno de los objetivos básicos de los precios en una sociedad económica ha sido la asignación de los recursos escasos entre los individuos del mercado (Márquez, 2005) y la escasez del agua ha fortalecido estos objetivos, teniendo un claro ejemplo, la reciente formalización de la cotización del recurso hídrico en los mercados bursátiles estadounidenses (Martínez, 2020).

No obstante, a pesar de que la cotización en los mercados bursátiles, para una libre negociación, aún no es posible en la mayoría de los países occidentales debido, principalmente, a condiciones jurídicas, esta tendencia puede ocasionar que en un futuro el precio de este bien pase a ser establecido, netamente, por las interacciones entre oferta y demanda, y con posibles especulaciones de precio, pese a ser un bien público, perdiendo, de esta manera, la condición del derecho humano al agua (Martínez, 2020).

Bajo este contexto, se ha evidenciado que los precios (políticas tarifarias) resultan instrumentos útiles para la gestión eficiente y sostenible del agua, con el objetivo de solventar los problemas derivados de la escasez del mismo. Sin embargo,



establecer precios sin considerar las características de los consumidores resultaría contraproducente, en especial para ciertos grupos vulnerables de escasos recursos económicos. Dado que la pobreza afecta negativamente el acceso al agua potable, la ONU ha establecido que, para lograr la plena vigencia de este derecho, ésta debe ser asequible, lo que implica que “los hogares más pobres no deberían cargar con una parte desproporcionadamente alta de los gastos en agua y saneamiento” (ONU, 2003) pues si se establecieran precios altos en relación a su capacidad adquisitiva, se podría ocasionar un consumo inferior al nivel mínimo establecido para asegurar condiciones de vida adecuadas, o a su vez, al ser un bien tan indispensable, destinar una mayor cantidad de su presupuesto al mismo, afectando el consumo de otros bienes en el hogar, y, por ende, comprometer el derecho al agua y otros derechos.

Es por ello que, según la ONU (2019) establece que uno de los criterios¹ del derecho humano al agua es su *asequibilidad*, entendido como la posibilidad de pagar los servicios de agua potable y saneamiento sin limitar la capacidad para adquirir otros bienes y servicios esenciales para la vida. A pesar de que en países en desarrollo garantizar el acceso al agua también se ve comprometido por criterios de accesibilidad a infraestructura física y calidad del servicio de agua potable por red pública (BID, 2020), el criterio de asequibilidad cobra importancia cuando se trata de utilizar políticas tarifarias para la conservación del agua. Razón por la cual, resulta crucial el análisis de los precios del agua (políticas tarifarias), encaminadas a la conservación del recurso hídrico (a diferencia de otros enfoques disponibles para el análisis (Massarutto, 2020)), mediante la estimación de su demanda, con el propósito de establecer las posibles afectaciones que podrían sufrir los hogares vulnerables, ante variaciones en los precios del agua residencial.

Siendo nula la literatura de este tema para el caso ecuatoriano, en el presente estudio se aborda la estimación de la demanda de agua residencial mediante un

¹ Entre los criterios que establece la ONU (2019) para el derecho humano al agua se encuentran: disponibilidad, accesibilidad física, asequibilidad, calidad y seguridad, y aceptabilidad.



Sistema Cuadrático de Demanda Casi Ideal (QUAIDS), el cual relaja los supuestos de separabilidad presupuestaria débil y linealidad en las curvas de Engel, logrando una mejor representación del comportamiento observado del consumidor. Se evalúa si la utilización de los precios ayuda a reducir el consumo de agua residencial desincentivando los usos de menor valor, y los efectos que tienen sobre su consumo y el consumo de otros bienes adquiridos por los hogares ecuatorianos pobres (vulnerables) y no pobres. Los resultados muestran que los precios ayudan a reducir el consumo excesivo de agua residencial, sin embargo, se evidencian características heterogéneas de la población en su consumo al considerar la distribución del ingreso (pobres y no pobres), el área de residencia y la geografía del país, información que ayuda en el diseño de políticas tarifarias para la gestión eficiente del recurso y evitando, de esta manera, efectos regresivos en la población vulnerable.

El contexto de la escasez y la demanda de agua residencial

El acceso al agua potable y saneamiento es un derecho humano que se deriva a partir del derecho humano a una vida digna reconocido a nivel internacional a partir del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (AGNU, 1967). En el 2010, la ONU reconoce el derecho humano al agua de forma explícita, dando énfasis al problema de acceso al agua que enfrentan algunos países. El Ecuador es uno de los pocos países que reconoce en su Constitución (de 2008) los derechos de la naturaleza y su relación con las personas, encontrándose con una peculiaridad de reconocer al agua no solo como un derecho humano, sino también como un derecho fundamental (Martínez & Salazar, 2021), obligándose a garantizar el acceso al agua a todas las personas, por lo que se debe tomar en cuenta acciones encaminadas a conservar y prevenir los problemas derivados de la escasez.

Por otra parte, la escasez de agua surge cuando los suministros de agua no son los suficientes para enfrentar las diversas demandas existentes. A pesar de que el concepto depende mucho del enfoque utilizado, los economistas enfrentan la

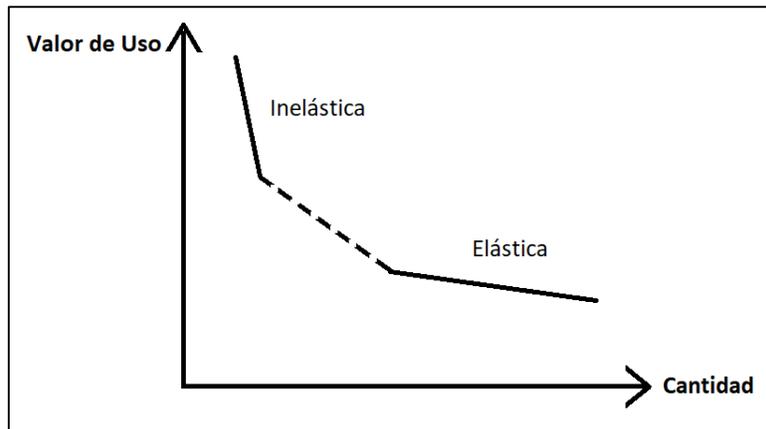


escasez como un problema derivado de las fallas en la gestión de la misma y considerándola como un costo (Zetland, 2021).

Desde el punto de vista económico, el manejo de la escasez, teórica y empíricamente, se rige por las interacciones de oferta y demanda. La literatura establece que los incentivos e instituciones correctas, principalmente, los precios y los mercados, pueden ayudar a las personas a manejar la escasez del agua, mientras que, utilizarlos de forma incorrecta aumenta el riesgo de escasez (Zetland, 2021). Múltiples enfoques, entre ellos estudios experimentales (Marzano et al., 2020; Garrone et al., 2020), han evidenciado y corroborado la importancia de la utilización los precios para la conservación del recurso hídrico.

Cabe destacar que el mecanismo de los precios para reducir el consumo de agua residencial se basa en la forma que tiene su demanda (Zetland, 2021). Partiendo desde un enfoque económico, se establece que la demanda de agua depende del valor de uso, lo cual se deriva en una curva de demanda quebrada, ejemplificando que, para aquellos usos de mayor valor (ejemplo, beber agua) se empieza con una demanda inelástica, es decir, una mayor disposición al pago; conforme se avanza para usos de valor medio (ejemplo, saneamiento), hasta llegar a los usos de menor valor (ejemplo, jardinería, llenado de piscina, lavado de autos) donde el tramo es más elástico, teniendo una menor disposición a pagar.

El Gráfico 1 demuestra cómo los aumentos de precio reducen la demanda, al disminuir los usos de menor valor, siendo muy difícil usar precios para eliminar los usos de mayor valor (consumo inelástico). Esto implica que la caracterización de los hogares es indispensable para la efectividad de la utilización de precios, pues como es de conocimiento, no todos los hogares (ejemplo, hogares pobres) destinan el agua para usos de menor valor, sin embargo, aún sigue siendo una cuestión empírica abierta al debate (Garrone et al., 2019).

Gráfico 1. *Curva quebrada de la demanda de agua*

Fuente: Zetland, (2021)

Uno de estos debates es que, la utilización de los precios ocasiona que los hogares pobres destinen una mayor proporción de sus gastos al consumo de agua residencial, siendo más evidente en los países en desarrollo (Smets, 2017). Razón por la cual, para solventar dicha situación, se debe garantizar (por parte de los gobiernos) condiciones asequibles para todos, en especial para los pobres, mediante mecanismos adecuados de subsidios o precios asequibles (De Albuquerque, 2014) que los protejan de las dificultades financieras (Zetland, 2021), siendo indispensable conocer sus demandas para aplicar dichas condiciones.

Desde una perspectiva metodológica, existe una amplia literatura de estimaciones de la demanda de agua residencial bajo modelos uniecuacionales, siendo los más comunes los modelos lineales, logarítmico lineal y doble logarítmico (Jaramillo, 2005; Avilés et al., 2016; Jiménez et al., 2017, Suárez, 2020), los cuales se basan en el supuesto de que el consumo de agua no depende directamente de las interacciones con los precios de otros bienes y servicios consumidos en el hogar, pues asumen que este bien no tiene sustitutos cercanos y que los patrones de consumo de bienes duraderos relacionados con el consumo de agua (por ejemplo, electrodomésticos) no cambian en el corto plazo, es decir, se basan en el supuesto de separabilidad débil y además de efectos lineales de las curvas de Engel (Suárez, 2020).



Sin embargo, aunque no existe un consenso sobre qué especificación funcional presenta mejores ajustes, se ha encontrado evidencia de que el agua, a pesar de ser un bien con características únicas, tiene una complementariedad y sustitución con otros bienes, por lo que los modelos uniecuacionales no representan la realidad observada en su totalidad. Por ejemplo, se establece que el consumo de agua residencial y la electricidad son insumos complementarios brutos en el hogar, por lo que omitir las elasticidades precio cruzadas puede exagerar la elasticidad precio propia (Maas et al., 2020).

Teniendo en cuenta la existencia de otros modelos más complejos que relajan estos supuestos, los sistemas de demanda, tales como QUAIDS, han empezado a utilizarle en diferentes estudios para las estimaciones de demandas del agua residencial y demás bienes de consumo básico, los cuales entre sus principales hallazgos, revelan la existencia de patrones de sustitución y complementariedad con otros bienes consumidos por el hogar, así como de no linealidades en las curvas de Engel, encontrando, de igual manera, que el consumo de agua residencial resulta inelástico ante variaciones en su precio, y demostrando que la forma funcional del modelo QUAIDS es más consistente con el comportamiento del consumidor (Gálvez et al., 2016; Suárez, 2020). Un aporte adicional de estudios como el de Suárez (2020) es la exploración de cómo las políticas de precios del agua interactúan con otros bienes consumidos dentro del hogar con respuestas diferenciales si se considera la distribución del ingreso, contribuyendo con información para evitar efectos redistributivos no deseados y pobreza hídrica.

Indistintamente de los aspectos metodológicos, en la mayoría de los casos, las estimaciones de la elasticidad precio propio del consumo de agua residencial resulta inelástica, en los rangos de 0 a -0,5 para el corto plazo y de -0,5 a -1 para el largo plazo, además de ser mayor (en términos absolutos) que la elasticidad ingreso (Worthington & Hoffman, 2008; Gálvez et al., 2016). Sin embargo, se evidencia que, en países en desarrollo las elasticidades precio propio oscilan entre -0,3 y -0,6 (Nauges & Whittington, 2010).



De forma más específica, dado que el caso ecuatoriano no cuenta con una estimación formal de la demanda de agua residencial para su comparación, resulta un objetivo adicional aportar a la literatura con un estudio de este caso mediante un modelo QUAIDS, incorporando una mayor información en la estimación y logrando un análisis más detallado de los efectos que tienen los precios del agua en su consumo y en el consumo de otros bienes y servicios.

Sin embargo, cabe precisar que la tarifación del agua (precios) presenta un amplio debate, pues puede utilizarse para abordar diferentes problemas: asignación eficiente de los recursos hídricos, sostenibilidad ecológica, garantía de los derechos sociales, viabilidad financiera de las inversiones, entre otros. Massarutto (2020) establece que los diferentes problemas requieren diferentes enfoques y soluciones, pues, no se trata de “obtener el precio correcto” sino utilizar las políticas tarifarias, mediante un análisis adecuado de instituciones y consumidores, para solventar la mayoría de los problemas, pero teniendo en cuenta que no se puede solucionar todos a la vez, y que el peso o importancia de cada uno de los enfoques dependerá de las condiciones de la población analizada y de los objetivos de los hacedores de política; por lo tanto, en el presente estudio solo se considera los precios enfocados en disminuir la demanda de agua residencial de usos de menor valor y su relación con el derecho humano al agua.

Materiales y Métodos

Datos y variables

Los datos utilizados para las estimaciones respectivas provienen de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales del Ecuador (ENIGHUR) 2011-2012, la cual proporciona información sobre el monto, distribución y estructura del ingreso y el gasto, e información sociodemográfica de los hogares ecuatorianos; obtenida mediante un diseño muestral probabilístico, estratificado de dos etapas a 39.617 hogares, siendo representativa a nivel nacional, urbano y rural,



regional y provincial. Dado el problema de datos faltantes y hogares que no consumen ninguno de los bienes analizados, se ha limitado la muestra a un tamaño de 36.845 hogares (93% de la muestra inicial).

El consumo de los hogares se agrupó en cinco categorías amplias de bienes/servicios: 1) alimentos y bebidas no alcohólicas, exceptuando el consumo de agua embotellada purificada, 2) agua embotellada purificada, 3) suministro de agua de la vivienda principal (consumo de agua residencial), 4) energía, que incluye electricidad y gas licuado de petróleo, y 5) bienes no duraderos relacionados con el aseo y cuidado personal y del hogar. Estas categorías se mencionan frecuentemente en la literatura, al encontrarse en interacción con la demanda del agua residencial (Di Cosmo, 2011; Suárez, 2020; Maas et al., 2020).

Las cantidades se estandarizaron en unidades de medida homogéneas dentro de cada categoría, haciendo uso de tablas internacionales de equivalencia de unidades; teniendo así: 1) kilogramos, 2) litros, 3) metros cúbicos, 4) kilovatios hora, y 5) kilogramos. Las participaciones presupuestarias resultan de la relación entre el gasto total por categoría y el gasto total en las 5 categorías de bienes analizados. Los valores unitarios se generan a partir de la relación entre gasto y cantidad de cada producto antes de la agregación en categorías y la posterior construcción de un índice de precios basado en la media aritmética ponderada por categoría, siendo utilizados para las posteriores estimaciones de los precios a nivel de cantón.

Con el objetivo de controlar aspectos que influyen en el comportamiento del consumidor, especialmente, aquellos relacionados con el consumo de agua, se incluye variables referentes a las características sociodemográficas del jefe del hogar (sexo, edad y educación), del hogar (tamaño y composición del hogar) y de la vivienda familiar (área de residencia, tipo y tamaño de la vivienda, número de habitaciones, si dispone de: agua por red pública, alcantarillado, calefón o ducha eléctrica y número de focos).

Sistema Cuadrático de Demanda Casi Ideal (QUAIDS)

Para la estimación de la demanda de consumo de agua residencial y el impacto de los precios en el consumo, se estima un Sistema Cuadrático de Demanda Casi Ideal (QUAIDS) (ver Banks et al. (1997) para un mayor detalle), una variante del Sistema de Demanda Casi Ideal (AIDS) (Deaton & Muellbauer, 1980), el cual relaja los supuestos de linealidad en las curvas de Engel al incluir un término cuadrático del logaritmo del gasto total, además, de trabajar con el supuesto de separabilidad presupuestaria débil, permitiendo, de esta manera, estimar la demanda total de los hogares dividida en categorías de consumo.

QUAIDS parte de la función de utilidad indirecta, modelando los patrones de gasto de los hogares en un grupo de categorías relacionadas dentro de un sistema de i categorías² ($i = 5$ en nuestro caso). La participación presupuestaria w_i , para la categoría i y el hogar h (por simplicidad, se omite h), se define de la siguiente manera:

$$w_i = \alpha'_i + \sum_{j \in I} \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \ln \left(\frac{m}{a(P)} \right) + \frac{\lambda_i}{b(P)} \left[\ln \left(\frac{m}{a(P)} \right) \right]^2 \quad \forall i \in I \quad (1)$$

$$\alpha'_i = \alpha_i + \sum_{k \in K} \rho_{ik} z_k \quad (2)$$

$$\ln a(P) = \alpha_0 + \sum_{j \in I} \alpha_j \ln p_j + \frac{1}{2} \sum_{l \in I} \sum_{l \in I} \gamma_{lj} \ln p_l \ln p_j \quad (3)$$

$$b(P) = \prod_{i \in I} p_i^{\beta_i} \quad (4)$$

² Para una derivación detallada, consultar Banks, Blundell, & Lewbel (1997).

En donde p_i representa el precio de la categoría i , mientras que m es el gasto total del hogar en todas las categorías incluidas en el sistema. $a(P)$ es el agregador de precios translog, y $b(P)$ es el agregador de precios Cobb-Douglas, los cuales toman en cuenta los efectos de los cambios en los precios relativos y en el ingreso real (Suárez, 2020). Se incluye un vector de variables sociodemográficas z_k con el objetivo de controlar los efectos de la heterogeneidad del hogar; mientras que α_i , β_i , γ_{ij} , ρ_{ik} y λ_i son los parámetros a estimar. Si los parámetros λ_i resultan ser significativos estadísticamente, se corrobora que las curvas de Engel son no lineales, caso contrario, el modelo de la ecuación (1) se convierte en su versión AIDS.

Para que el modelo sea consistente con la teoría económica del consumidor, se imponen restricciones lineales en los parámetros, con el propósito de garantizar: i) homogeneidad de grado cero, ii) simetría de Slutsky, y, iii) cuotas presupuestarias igual a 1. Para ello, se requiere de:

$$\sum_{i \in I} \alpha_i = 1; \sum_{i \in I} \beta_i = 0; \sum_{i \in I} \gamma_{ij} = 0; \sum_{i \in I} \lambda_i = 0 \quad \forall i \in I \quad (5)$$

$$\sum_{j \in I} \gamma_{ij} = 0 \quad \forall j \in I; \gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad \forall i \in I \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} \rho_{ik} = 0 \quad \forall k \in K \quad (7)$$

A pesar de que dicho modelo presenta limitaciones (medidas de bienestar pueden estar sesgadas y posible violación de la maximización de la utilidad general), característico de los sistemas de demanda condicionada (Zhen et al., 2013), este modelo está presente en una amplia variedad de áreas, dadas sus propiedades y ventajas a diferencia de modelos simples (Segovia et al., 2020), además de ser apropiado cuando se cuenta con datos de corte transversal.



Problema de endogeneidad

Los precios y el gasto podrían sufrir problemas de endogeneidad debido a dos razones principales. Primero, las participaciones presupuestarias (w_i) y el gasto total (m) de la ecuación (1) se determinan mutuamente. Segundo, dado limitaciones de las encuestas de gastos de este tipo, como es el caso de la ENIGHUR, no se cuenta con información de los precios, sino que son aproximados mediante valores unitarios, los cuales pueden verse afectados por errores de medición y por efectos de calidad debido a la heterogeneidad en las preferencias de los hogares (Segovia et al., 2020).

Es relevante tener en cuenta este problema, pues ignorar el procedimiento de precios ajustados por calidad (y la censura en los datos) conduce a estimaciones sesgadas de las elasticidades (Bronnmann et al., 2019). En la literatura existen diferentes metodologías para corregir la endogeneidad en los valores unitarios. La mayoría de estas asumen que los hogares agrupados geográficamente y en el mismo periodo de tiempo enfrentan precios similares (Capacci & Mazzocchi, 2011; Majumder et al., 2012). Este tipo de enfoque es adecuado para este análisis, pues dadas las condiciones particulares, en la mayoría de los cantones, dos de los bienes de análisis (agua residencial y electricidad) están a cargo de empresas con características de monopolios naturales³, razón por la cual, dentro de cada cantón, los hogares se enfrentan a la misma estructura de precios. Específicamente, se adopta el enfoque de dos pasos de Majumder et al. (2012), dado que simplifica el procedimiento para modelos QUAIDS y utiliza el valor mediano, en lugar del valor promedio, además de haber sido empleado en investigaciones anteriores para el análisis de bebidas azucaradas en el Ecuador (Segovia et al., 2020).

³ Según Martínez y Salazar (2021), el suministro de agua residencial en el Ecuador está a cargo de: empresas públicas municipales (30,77%), municipio (62,44%) empresa pública mancomunada regional (5,88%) y operador privado (0,91%).

Este procedimiento establece que los valores unitarios se ajustan por factores de calidad y variables demográficas estimando la siguiente ecuación:

$$v_i^{hsc} - (v_i^{sc})_{med} = \mu_i D_s + \vartheta_i D_c + \phi_i x^{hsc} + \sum_{l \in L} \eta_{il} z_l^{hsc} + u_i^{hsc} \quad (8)$$

Donde v_i^{hsc} representa el valor unitario del bien i pagado por el hogar h ubicado en el área s en el cantón c , mientras que $(v_i^{sc})_{med}$ es el valor unitario mediano en el área s y cantón c . Por otra parte, D_s y D_c son variables categóricas del área (1 = urbano) y el cantón, respectivamente. A su vez, x^{hsc} representa el gasto per cápita del hogar; z_l^{hsc} representa un vector de variables con características sociodemográficas que determinan la elección de calidad, entre ellas, información relacionada con el jefe de hogar (sexo, edad y escolaridad) e información del hogar, (tamaño y composición del hogar). Finalmente, u_i^{hsc} es el término del error; mientras que, μ_i , ϑ_i , ϕ_i y η_{il} son coeficientes a estimar. Al igual que Segovia et al. (2020), no se incluye la proporción de alimentos y bebidas consumida fuera del hogar, debido a la disponibilidad de información.

Posteriormente, en la siguiente etapa se obtienen los valores unitarios ajustados por calidad sumando el residuo estimado de la ecuación (8) al valor unitario mediano del cantón:

$$(p_i^{sc})_{med} = (v_i^{sc})_{med} + (\hat{u}_i^{sc})_{med} \quad (9)$$

Estos valores unitarios ajustados son introducidos como los precios en la estimación del sistema de demanda.

Finalmente, para abordar la potencial endogeneidad en el gasto total, se utiliza el enfoque de Banks et al. (1997) y aplicado por Caro et al. (2017) y Segovia et al. (2020) el cual consiste en estimar una regresión por mínimos cuadrados ordinarios del gasto total sobre un conjunto de variables exploratorias y socioeconómicas, para

posteriormente, incluir el residuo estimado como una variable exploratoria adicional en el sistema de demanda.

Problemas de censura

Por lo general, en las encuestas de ingresos y gastos (ENIGHUR) los hogares suelen informar de gasto cero en algunos de los bienes o servicios, debido a razones relacionadas con el consumidor (elecciones de consumo, asequibilidad) y otras razones relacionadas con el levantamiento de la información (incapacidad del marco temporal de la encuesta o disponibilidad del producto). Dependiendo de la cantidad de datos censurados, no considerar dicho problema podría conducir a estimaciones sesgadas; por ello, se utiliza el procedimiento de Shonkwiler & Yen (1999), ampliamente utilizado en la literatura cuando se cuenta con datos censurados (Boysen, 2016; Caro et al., 2017; Segovia et al., 2020).

Este enfoque asume que la elección de consumo del hogar es un proceso de dos etapas. En la primera etapa, el hogar decide consumir o no el bien, expresado por la siguiente ecuación:

$$D_i^* = \sum_{j \in I} \tau_j \ln p_j + \pi_i m + \sum_{k \in K} \theta_k z_k + \varepsilon_i \quad (10)$$

$$D_i = \begin{cases} 0 & \text{if } D_i^* \leq 0 \\ 1 & \text{if } D_i^* > 0 \end{cases} \quad (11)$$

Donde D_i es una variable observable que toma el valor de uno si el hogar consume el bien/servicio i y cero en caso contrario, mientras que D_i^* es su contraparte latente y ε_i es el término de error. En la segunda etapa, los hogares deciden la participación presupuestaria para cada bien, condicionada a la elección de la primera etapa, es decir, la variable de participación presupuestaria se encuentra censurada en cero, teniendo así:

$$w_i^0 = D_i w_i^* \quad (12)$$

$$w_i^* = \Phi_i w_i + \delta_i \phi_i + \xi_i \quad (13)$$

Donde w_i^* es la contraparte latente de w_i^0 y ξ_i es el término de error. La estrategia para este procedimiento consiste en estimar una función probit para la etapa de la elección discreta, predecir la función de distribución acumulada (Φ) y la función de densidad de probabilidad (ϕ) e introducirlas en el sistema de demanda para estimar la siguiente ecuación:

$$w_i^* = \hat{\Phi}_i w_i + \delta_i \hat{\phi}_i + \xi_i \quad \forall i \in I \quad (14)$$

Se estima el sistema de demanda en (14) mediante regresión no lineal aparentemente no relacionada (NLSUR), corrigiendo la heterocedasticidad del término de error mediante un bootstrapping de los errores estándar, con 100 repeticiones. Al igual que Segovia et al. (2020), se establece un valor inicial de $\alpha_{0i} = 5$. Todas las estimaciones se realizaron utilizando Stata 16.

Elasticidades precio e ingreso

Utilizando las expresiones desarrolladas por Boysen (2016), las elasticidades precio propia y precio cruzado corregidos por censura, en las medias muestrales de las variables, son estimadas mediante la siguiente expresión:

$$\epsilon_{ij} = -\delta_{ij} + \frac{1}{w_i^*} \left[\Phi_i \left(\gamma_{ij} - \left(\beta_i + \frac{2\lambda_i}{b(P)} \ln \left(\frac{m}{a(P)} \right) \right) * \left(\alpha_j + \sum_k \gamma_{jk} \ln p_k \right) - \frac{\lambda_i \beta_j}{b(P)} \left(\ln \left(\frac{m}{a(P)} \right)^2 \right) + \tau_j \phi_i (w_i - \delta_i D_i^*) \right] \quad (15)$$

Donde δ_{ij} es el delta de Kronecker, el cual toma el valor de 1 si $i = j$ (elasticidad precio propio) y cero en caso contrario. Por otra parte, las elasticidades ingreso están dadas por:

$$e_i = 1 + \left[\phi_i \left(\beta_i + \frac{2\lambda_i}{b(P)} \ln \left(\frac{m}{a(P)} \right) \right) + \tau_j \phi_i (w_i - \delta_i D_i^*) \right] \quad (16)$$

Estas elasticidades son utilizadas con el propósito de analizar la sensibilidad en el consumo de los bienes ante un aumento en el precio o ingreso.

Resultados

La presente sección aborda los resultados obtenidos en la investigación. Siendo importante la caracterización de la muestra de estudio, como primer punto se presentan los estadísticos descriptivos de las variables relevantes, relacionadas con el consumo de agua residencial, utilizados en el sistema de demanda. Posteriormente, se aborda los resultados de la estimación del modelo, seguido de los resultados de las elasticidades, terminando con un análisis de los efectos de los precios en el consumo de los hogares.

En la Tabla 1 se muestran los descriptivos de las características de los miembros del hogar y de la vivienda, los mismos que evidencian un claro contraste entre los extremos de la muestra. Se puede observar que, en los hogares de ingresos bajos (quintil 1), el jefe de hogar es más joven y con menos años de escolaridad que aquellos hogares de ingresos altos (quintil 5).

Siendo la composición del hogar un determinante importante del uso del agua (Arbués et al., 2004; Arbués et al., 2010), se encuentra que los hogares de ingresos bajos tienen en promedio 5,1 personas por hogar con una mayor presencia de niños, a diferencia del quintil 5 que presentan hogares menos numerosos. Es interesante tener en cuenta este aspecto, pues el consumo de agua a nivel de hogar no

necesariamente puede ser alto debido a un mal uso del recurso, sino a mayores necesidades personales.

Finalmente, las características de la vivienda evidencian un panorama desalentador para los hogares de ingresos bajos, pues, son más propensos a encontrarse en el área rural, con una menor probabilidad de acceso a servicios básicos como lo es el suministro de agua por red pública o el alcantarillado, evidenciando otros tipos de problemas distintos a la asequibilidad del agua, entre ellos, el acceso al recurso hídrico y la calidad del mismo.

Tabla 1. Variables demográficas ENIGHUR

Variable	Quintil 1	Quintil 3	Quintil 5	Muestra Total
Número de Hogares	7.369	7.369	7.369	36.845
Ingreso per cápita promedio (\$/mes)	76,83	193,42	737,78	287,24
Jefe del Hogar				
Sexo (1 = Hombre)	0,78	0,75	0,74	0,76
Edad (Años)	47,3	47,5	50,1	48,0
Años de escolaridad	6,3	8,7	13,5	9,3
Características del Hogar				
Tamaño del hogar	5,1	3,9	2,8	3,9
Menores de 10 años	1,4	0,7	0,3	0,8
Características de la Vivienda				
Área (1 = Urbano)	0,43	0,74	0,91	0,71
Tipo de Vivienda (1 = Casa, Depto.)	0,64	0,80	0,93	0,79
Tamaño de la Vivienda (m ²)	58,8	75,0	107,4	78,0
Número de Cuartos	2,69	3,14	3,81	3,19
Dispone: Agua de red pública (1 = Sí)	0,54	0,79	0,93	0,77
Dispone: Alcantarillado (1 = Sí)	0,28	0,60	0,86	0,59
Dispone: Calefón o ducha eléctrica (1 = Sí)	0,07	0,24	0,52	0,26
Número de Focos	3,84	5,29	8,99	5,80

Fuente: ENIGHUR 2011-2012. Valores Ponderados

En la Tabla 2 se muestran los estadísticos descriptivos acerca del consumo y gasto de los hogares en los bienes analizados. A nivel de quintiles, resulta interesante



observar que los hogares del quintil 5 destinan una mayor proporción de sus gastos en servicio de agua residencial y energía a diferencia de aquellos hogares del quintil 1. Contrario a lo que establece Smets (2017), mediante índices de asequibilidad, en este caso, los hogares de ingresos bajos destinan una menor proporción de sus ingresos al consumo de agua residencial. Sin embargo, esta diferencia tiene en gran medida la influencia de varios factores, detallado en los posteriores estadísticos. Además, tomando en cuenta los umbrales de asequibilidad establecidos por BID (2020), las proporciones del gasto en agua residencial se encuentran próximos al rango de 3% y 5% para los hogares de ingresos bajos.

Tabla 2. Estadísticas descriptivas del Consumo ENIGHUR

Variable	Quintil 1	Quintil 3	Quintil 5	Muestra Total
Gasto promedio (\$/mes) *	138,17	177,31	194,93	172,49
Participación media del Gasto				
Alimentos	78,4%	75,0%	61,3%	72,8%
Agua Embotellada	1,3%	2,5%	4,4%	2,7%
Agua Residencial	2,3%	4,0%	7,2%	4,3%
Energía	9,2%	10,4%	16,3%	11,3%
Bienes No Duraderos	8,7%	8,1%	10,7%	8,8%
Valores Unitarios medios, ajustados por calidad				
Alimentos (\$ / Kg)	1,89	1,92	1,93	1,92
Agua Embotellada (\$ / Litro)	0,45	0,44	0,44	0,44
Agua Residencial (\$ / m3)	0,44	0,49	0,51	0,48
Energía (\$ / kWh)	0,04	0,04	0,04	0,04
Bienes No Duraderos (\$ / Kg)	1,66	1,65	1,64	1,65
Cantidad per cápita media (al mes)				
Alimentos (Kg)	18,6	27,9	35,3	27,8
Agua Embotellada (L)	1,42	3,87	7,73	4,31
Agua Residencial (m3)	1,76	3,83	8,04	4,46
Energía (kWh)	43,8	75,4	158,8	87,4
Bienes No Duraderos (Kg)	0,92	1,47	2,53	1,60

Fuente: ENIGHUR, 2011-2012. Valores Ponderados



La diferencia, entre quintiles, de las proporciones del gasto en consumo de agua residencial puede deberse a varios factores, entre ellos, aquellos asociados a la geografía o disponibilidad, pues como se observa en la Tabla 1, la mayor parte de los hogares del quintil 5 se encuentran en el área urbana, donde por lo general, el precio del agua residencial es más elevado en comparación con las áreas rurales, además de una mayor disponibilidad de la infraestructura física (red pública) para el servicio. Sin embargo, uno de los factores visibles para esta diferencia (con los datos que se posee) radica en la cantidad consumida de agua residencial, pues, el consumo per cápita de aquellos del quintil 5 es, aproximadamente, 4.5 veces más que aquellos del quintil 1, evidenciando el fuerte peso que tiene el componente cantidad.

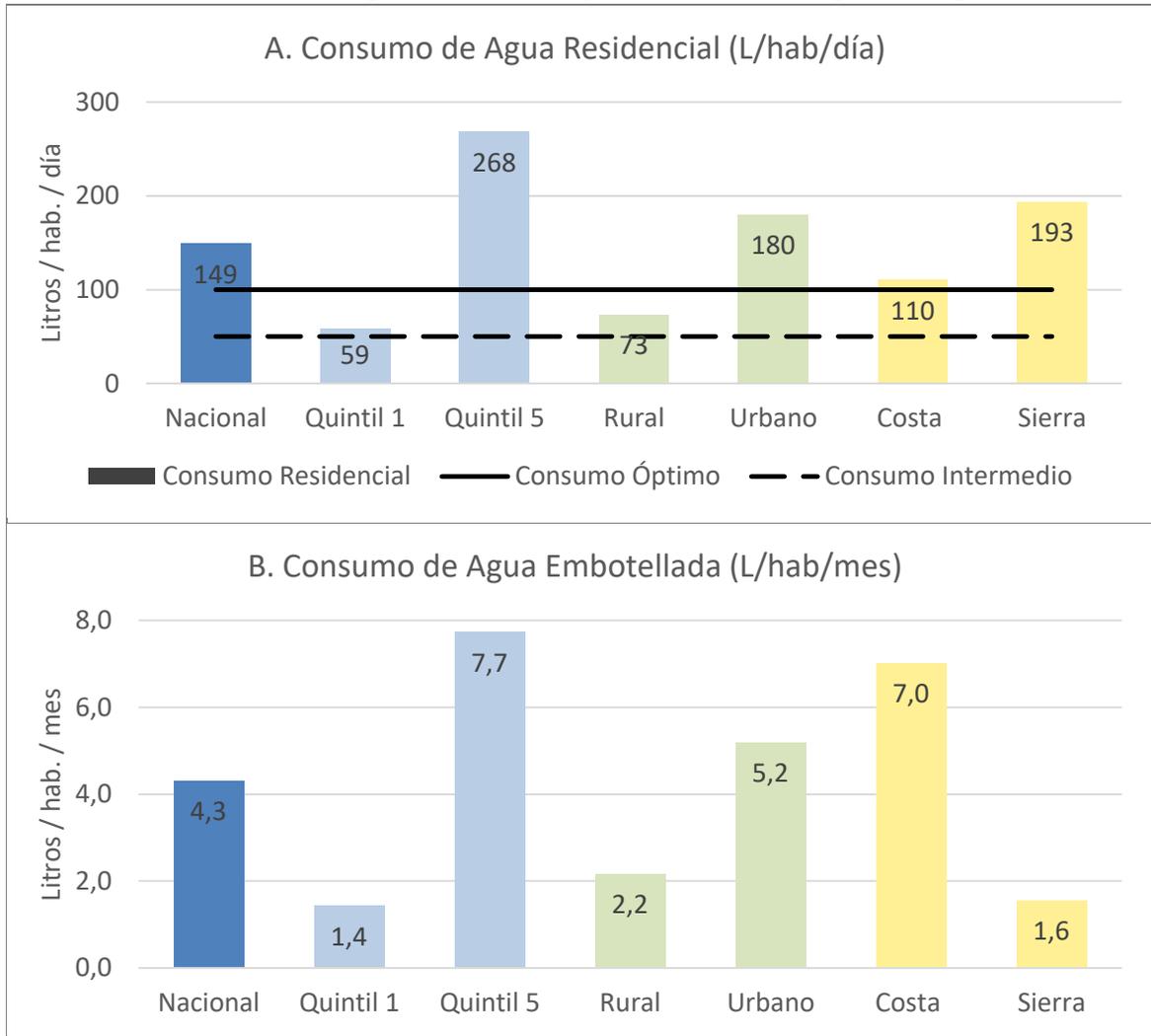
No obstante, no solo se encuentra diferencia en el consumo de agua al considerar la distribución del ingreso. Para un mayor detalle de las diferencias en el consumo de agua, en el Gráfico 2 se encuentran estadísticas del consumo de agua residencial medido en litros por habitante al día (L/hab/día) en la parte A y del consumo de agua embotellada en la parte B. Tomando como referencia criterios⁴ de la Organización Mundial de la Salud (2017), se establece que 100 L/hab/día resulta un consumo óptimo y sustentable para garantizar la satisfacción de las necesidades personales (consumo e higiene), mientras que 50 L/hab/día puede comprometer la satisfacción de las necesidades, en especial, la higiene, lo cual repercute en la proliferación de enfermedades asociadas a este factor.

A nivel de la muestra total (nacional), el consumo de agua sobrepasa el rango referencial de la OMS, indicando un consumo en exceso del agua. Sin embargo, considerando la distribución del ingreso, la diferencia es abismal entre los extremos, pues en los hogares de ingresos bajos el consumo de agua residencial se encuentra en un consumo intermedio, mientras que en los hogares de ingresos altos existe un

⁴ La OMS (2017) establece que estos criterios se deben tomar como rangos referenciales, pues, en determinadas condiciones específicas asociadas a clima, actividad física, dieta, entre otros, estos rangos pueden variar.

consumo, relativamente, en exceso a lo que sugiere la OMS; siendo esto aspectos relacionados con el poder adquisitivo de cada uno de los grupos.

Gráfico 2. Consumo de agua residencial y embotellada, según categorías.



Fuente: ENIGHUR, 2011-2012. Valores ponderados. **Elaboración:** Autor.

Al considerar el área de residencia y la región, las diferencias en el consumo de agua residencial deslumbran la existencia de dos problemas adicionales al criterio de asequibilidad, muy comunes en países en desarrollo (BID, 2020): la accesibilidad (infraestructura física) en las áreas rurales y la calidad del agua, en el caso ecuatoriano, en la región Costa, siendo contrastada con la cantidad de agua embotellada consumida en esa región.



Por lo tanto, teniendo en cuenta estos aspectos, junto con las características de los hogares, en especial del tamaño y composición de los miembros del hogar, se puede discernir, en una primera aproximación, que el consumo de agua residencial para el quintil 5 no solo obedece aspectos relacionados a un consumo óptimo de necesidades humanas y de higiene, sino además de aspectos relacionados con usos de menor valor, siendo similar (aunque en menor medida) en el área urbana y en la región Sierra.

Por otra parte, los resultados de la estimación del sistema de demanda se encuentran en el Anexo 1. Las ecuaciones presentan un ajuste razonable medido a través de sus coeficientes de determinación. La significancia de 3 de los 5 parámetros estimados $\hat{\lambda}_i$, además de la prueba de significancia conjunta mediante el test de Wald⁵, validan la utilización de la versión QUAIDS en lugar de la versión inicial AIDS, corroborando la presencia de efectos no lineales en las curvas de Engel (Gostkowski, 2018; Suárez, 2020). Las variables de control incluidas en el sistema de demanda guardan relación con el consumo de agua residencial, pues todos los coeficientes de estas variables son significativos para la ecuación del consumo de agua residencial; al igual que en la mayoría de las demás ecuaciones.

En la Tabla 3 se muestran las elasticidades precio no compensadas y las elasticidades ingreso para la muestra total. Los resultados de las elasticidades precio propia (en negrita) indican que los bienes analizados tienen una demanda inelástica, a excepción de los alimentos y bebidas no alcohólicas; la energía y los bienes no duraderos se encuentran próximos a tener una demanda con elasticidad unitaria. En específico, teniendo en cuenta el periodo de tiempo analizado, la elasticidad precio propia del consumo de agua residencial (-0,6162) se considera una elasticidad de corto plazo; la cual se encuentra en el rango de 0 a -0,5 según la literatura (Worthington & Hoffman, 2008; Gálvez et al., 2016), sin embargo, en países en desarrollo se evidencia que el rango oscila entre -0,3 y -0,6 (Nauges &

⁵ Para este caso, según el test de Wald, $H_0: \hat{\lambda}_i = 0, \forall i = 1, 2, \dots, 5$ se rechaza con un $W = 264.7$.

Whittington, 2010), siendo la estimación cercana a este rango, en concreto. Con respecto al ingreso, se muestra una elasticidad positiva y menor (en términos absolutos) que la elasticidad precio, acorde con los hallazgos presentes en la literatura (Worthington & Hoffman, 2008; Gálvez et al., 2016; Suárez, 2020).

Tabla 3. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Muestra total

Cambio en Cantidad	Cambio en Precios					Cambio en Ingresos
	Alimentos	Agua Embotellada	Agua Residencia	Energía	Bienes No Duraderos	
Alimentos	-1,2520 *** (0,0206)	-0,0565 *** (0,0075)	-0,0074 * (0,0044)	0,0256 *** (0,0075)	0,0465 *** (0,0121)	1,2439 *** (0,0171)
Agua Embotellada	0,8885 *** (0,1711)	-0,5918 *** (0,0994)	0,0286 (0,0354)	-0,0349 (0,0488)	-0,8794 *** (0,1311)	0,5889 *** (0,1297)
Agua Residencial	0,2139 *** (0,0773)	0,1977 *** (0,0326)	-0,6162 *** (0,0271)	0,0412 (0,0413)	-0,1628 ** (0,0770)	0,3262 *** (0,0240)
Energía	0,6658 *** (0,0562)	0,1307 *** (0,0190)	-0,0306 * (0,0176)	-0,9397 *** (0,0539)	-0,1090 ** (0,0448)	0,2829 *** (0,0194)
Bienes No Duraderos	0,8769 *** (0,1120)	0,0878 ** (0,0485)	-0,0799 *** (0,0199)	-0,2948 *** (0,0537)	-0,8987 *** (0,0995)	0,3087 *** (0,0904)

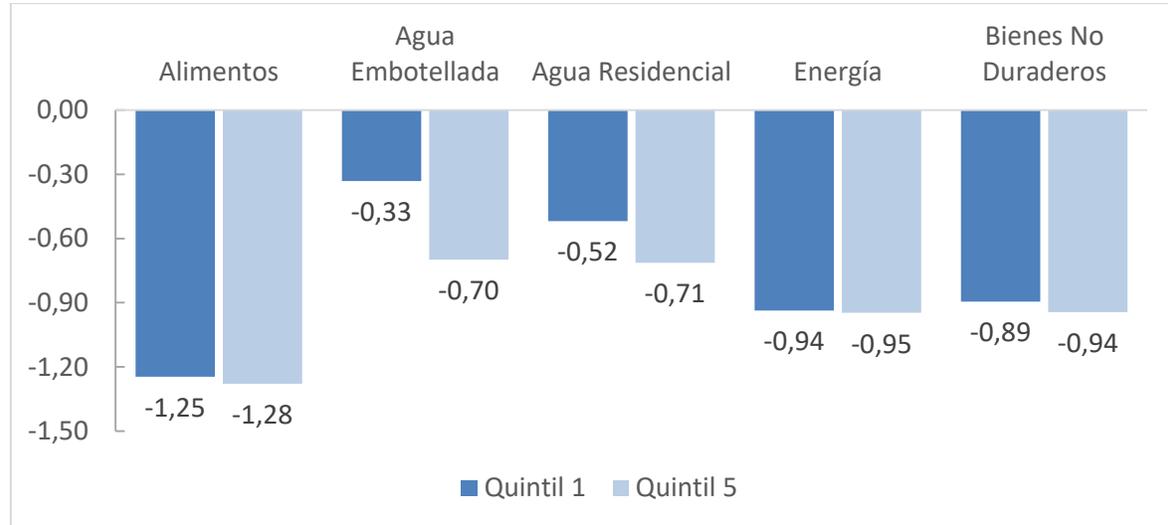
Leyenda: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Elasticidades precio propio en negrita. Errores estándar entre paréntesis. **Fuente:** ENIGHUR 2011-2012.

Con coeficientes pequeños, pero significativos, resulta interesante indicar la complementariedad del consumo del agua residencial con los alimentos, la energía y los bienes no duraderos, ante un incremento en el precio de este bien (Di Cosmo, 2011; Maas et al., 2020), y la sustitución con el agua embotella, a pesar de no resultar significativa. Diferente a lo que establece Mass et al. (2020), solo se encuentra complementariedad entre el nexo agua-energía, mientras que, ante un aumento en el precio de la energía no existe complementariedad con el agua. La significancia de la mayoría de estos coeficientes evidencia la existencia de relaciones de complementariedad (y sustitución) del agua residencial, contrario a lo que se asumía al estimar la demanda de este bien mediante modelos uniecuacionales (Suárez, 2020).

A pesar de que no se puede controlar el precio del agua embotellada (sin previa política pública), se debe considerar el hecho de la sustitución del agua embotellada por el agua residencial, ante un incremento del precio en el agua embotellada, indicando que no solo se debe garantizar una asequibilidad al recurso hídrico, sino también se debe garantizar su calidad, pues ante incrementos en el precio del agua embotellada, la población tenderá a sustituir por agua residencial, la cual si no tiene una calidad óptima se puede proliferar enfermedades relacionadas con el consumo agua de baja calidad.

Finalmente, considerando la agregación de alimentos y bebidas de la primera categoría analizada, se evidencia que, ante un incremento en el precio de esta categoría, existe una sustitución con el agua residencial y embotellada, indicando que los individuos cambian su forma en la que se proveen de líquidos necesarios en el contenido nutricional fisiológico.

Gráfico 3. *Elasticidades precio propio no compensadas: Quintiles de ingreso*



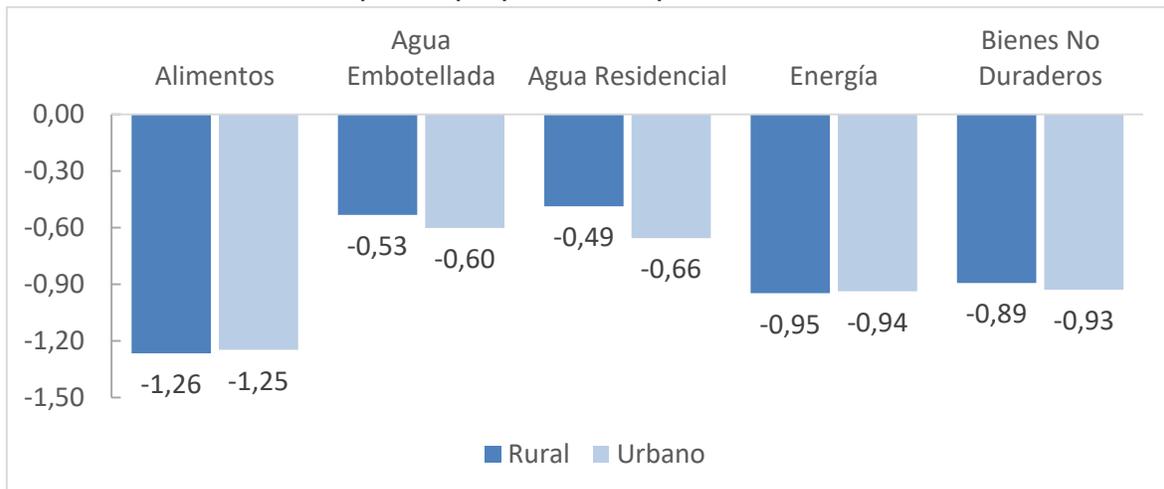
Fuente: ENIGHUR, 2011-2012. **Elaboración:** Autor.

Las estimaciones de las elasticidades considerando quintiles de la distribución del ingreso per cápita muestran similitudes del análisis discutido anteriormente de bienes elásticos e inelásticos, sin embargo, como lo indica el Gráfico 3, se evidencia

una diferencia notable en la magnitud de las elasticidades precio propia⁶ de los bienes relacionados con el agua, siendo algunas de las razones de estas diferencias, la disponibilidad del recurso hídrico mediante red pública para los hogares de ingresos bajos, pues como se observa en la Tabla 1 estos hogares son más propensos a encontrarse en áreas con bajas coberturas del agua potable mediante red pública, además de la clara y desmesurada diferencia existente en la cantidad consumida entre quintiles (ver Gráfico 2).

Las estimaciones, junto con los descriptivos de cantidades consumidas, corroboran el hecho de que estos hogares (quintil 1 y área rural) destinan el agua para usos de mayor valor, por lo que presentan demandas más inelásticas, en comparación con aquellos hogares (quintil 5 y área urbana) donde destinan una gran cantidad de agua para usos de menor valor (Zetland, 2021).

Gráfico 4: *Elasticidades precio propio no compensadas: Área de residencia*



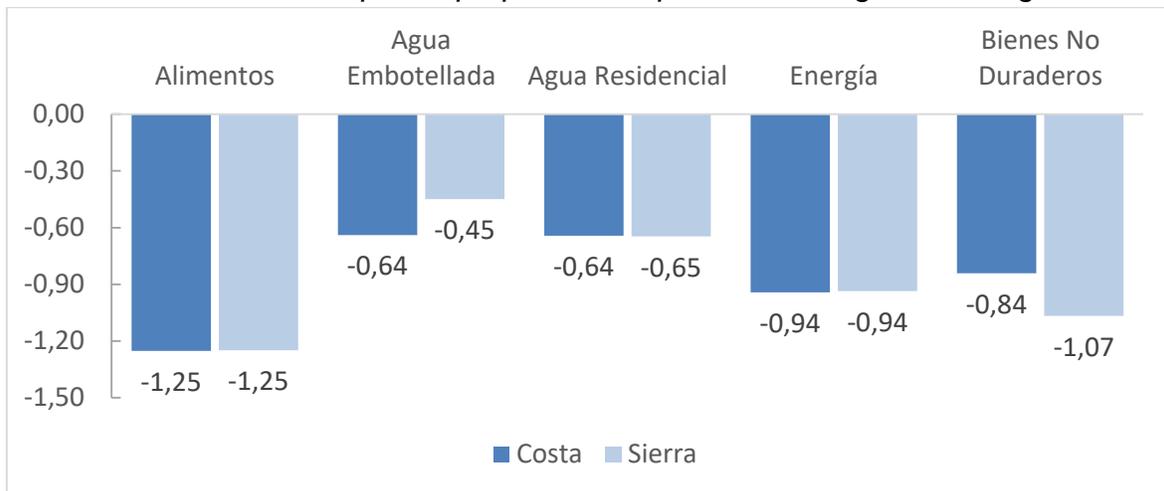
Fuente: ENIGHUR, 2011-2012. **Elaboración:** Autor.

Para complementar con el análisis anterior, dos de los aspectos del contexto de este estudio es el área de residencia y la ubicación geográfica, pues existen características propias en el consumo del agua considerando estas variables. Las estimaciones de las elasticidades derivadas de la segmentación entre área urbana

⁶ Las estimaciones de las elasticidades para el quintil 1 y el quintil 5 se encuentran en el Anexo 2.

y rural, según el Gráfico 4, establecen diferencias pequeñas, pero significativas, en las elasticidades precio propia⁷ de los bienes de agua embotellada y agua residencial, similar a las estimaciones considerando quintiles de ingreso, lo que evidencia que los hogares ubicados en el área rural tienen una demanda más inelástica, debido a su nivel de consumo que poseen, siendo en su mayoría un consumo mínimo a lo establecido por los parámetros de referencia de la OMS (2017).

Gráfico 5: Elasticidades precio propio no compensadas: Regiones Geográficas



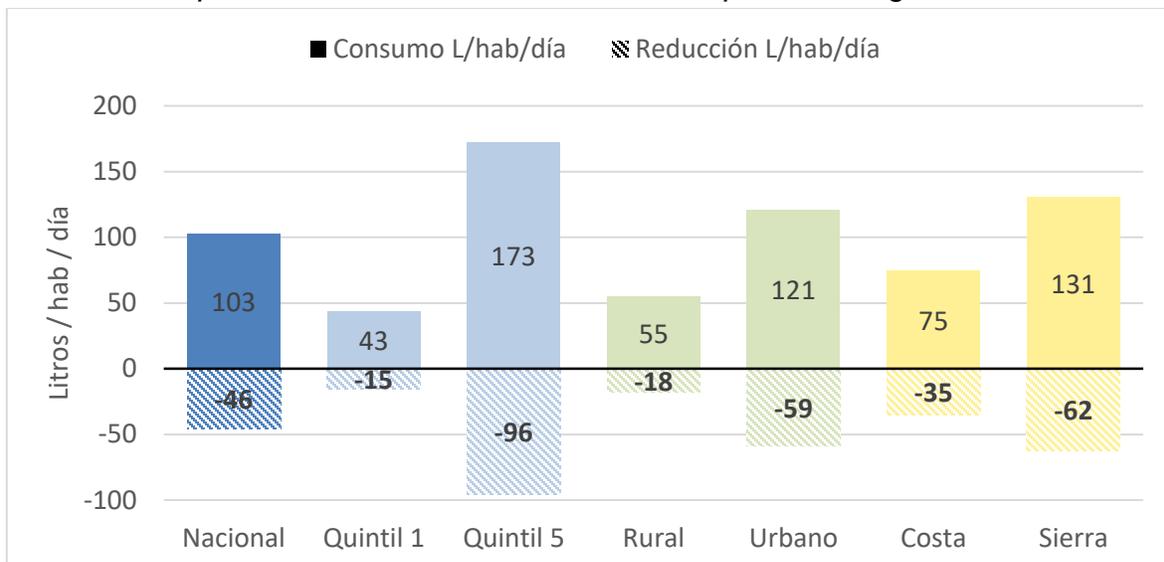
Fuente: ENIGHUR, 2011-2012. **Elaboración:** Autor.

Por otra parte, la ubicación geográfica presenta características propias relacionadas con la calidad del agua residencial y su disponibilidad. Las estimaciones de las elasticidades precio propio considerando la región Costa y Sierra, se encuentran en el Gráfico 5. Se observa que, mientras la demanda del agua residencial presenta elasticidades similares en las dos regiones, la demanda de agua embotellada es más elástica para la región Costa, indicando que, ante un incremento en el precio de este bien, la reducción sería más fuerte, ocasionando una sustitución con el agua residencial, según elasticidad precio cruzada presentada en el Anexo 4, evidenciando de esta manera, patrones heterogéneos en el consumo de agua residencial y embotellada al considerar diferentes segmentaciones de la población.

⁷ Las estimaciones de las demás elasticidades para el área de residencia, se encuentran en el Anexo 3.

Finalmente, una vez estimado las características de la demanda de agua residencial, se considera una simulación ante el incremento de su precio. Siendo la política tarifaria uno de los principales instrumentos para gestionar el uso eficiente del recurso hídrico (Zetland, 2021; Renzetti et al., 2015), se evidencia que su efectividad depende de un aumento de precios significativo, pues de mantenerse bajos en relación con sus ingresos, los consumidores no perciben la importancia de la conservación del agua ni los problemas derivados de la escasez (Arbués et al., 2004; Ascí, Borisova, & Dukes, 2017).

Gráfico 6. Impacto ante incremento del 50% en el precio del agua residencial



Fuente: ENIGHUR, 2011-2012. Valores ponderados. **Elaboración:** Autor.

Teniendo en cuenta la literatura y los datos del precio promedio de la Tabla 2, se realiza una simulación con un incremento en el precio del 50%, siendo los resultados presentados en el Gráfico 6 según varias segmentaciones. Se observa que a nivel de la muestra total (nacional) la reducción sería de unos 46 L/hab/día, logrando llegar a un nivel de consumo óptimo como lo sugiere la OMS. Pero, al considerar a los hogares por quintiles de ingreso, podemos observar que la reducción en aquellos hogares de ingresos altos es, prácticamente, cercana a 100 L/hab/día, es decir, teóricamente, con esta reducción se podría provisionar de agua a una persona adicional, y aun así, las personas de este quintil consumirían cantidades per cápita



por día superiores a lo que se establece en los parámetros internacionales, evidenciando de esta forma, un consumo ineficiente en los hogares de este quintil de ingresos. Sin embargo, en el otro extremo de la distribución del ingreso, el consumo de agua en hogares del quintil 1 se vería comprometida aún más por este incremento en el precio, pues su consumo estaría por debajo de las cantidades mínimas para un consumo intermedio; indicando la importancia de considerar características de los hogares, pues de lo contrario se convertirán en políticas regresivas (Renzetti et al., 2015; Zetland, 2021).

Similar situación ocurre en el área de residencia, donde la accesibilidad del recurso hídrico mediante red pública juega un papel importante, evidenciando una reducción del consumo de agua residencial en el área urbana con el propósito de fomentar un consumo eficiente, sin embargo, aún es ligeramente superior a los parámetros establecidos y, por otra parte, afectando el consumo de agua residencial en el área rural. Finalmente, la ubicación geográfica indica que la reducción es mayor en la región Sierra. La calidad del agua, junto con la disponibilidad y accesibilidad en esta región, hacen que el uso que se le da a la misma incluya aquellos usos de menor valor, mientras que, en la región Costa, adicional al consumo de agua residencial, se consume una mayor cantidad de agua embotellada, por lo que la reducción del agua residencial se compensa con una sustitución con el agua embotellada⁸.

Discusión

La escasez del agua es un problema cada vez más frecuente en la mayoría de los países. La utilización de precios (políticas tarifarias) para la conservación del agua cobra importancia para enfrentar dicho problema al influir en los patrones de un consumo eficiente y sustentable. Dada la falta de estudios de este tipo para el Ecuador, uno de los objetivos del presente análisis es aportar con información que ayude a la gestión de este problema.

⁸ Según el Anexo 4, a pesar de no ser significativa, se evidencia una sustitución entre el agua residencial y el agua embotellada.



Siendo cruciales las estimaciones de las elasticidades para la eficaz aplicación de las políticas tarifarias, en la literatura existe diferentes enfoques y modelos para abordar estas estimaciones. A pesar de no existir un consenso de qué modelo es el adecuado, existe una amplia literatura de modelos uniecuacionales basados en supuestos de una débil separabilidad del consumo de agua de otros bienes y de efectos lineales en las curvas de Engel (Suárez, 2020). Sin embargo, la literatura establece que no considerar la interacción con otros bienes, resulta en estimaciones sesgadas de las elasticidades (Maas et al., 2020). De la misma forma, se obtienen estimaciones sesgadas si no se considera los problemas de endogeneidad y censura en los datos (Shonkwiler & Yen, 1999; Majumder et al., 2012; Bronnmann et al., 2019; Segovia et al., 2020).

Por lo tanto, en este estudio se estima un modelo QUAIDS, corregido por endogeneidad y censura, para 5 categorías de productos básicos de mayor frecuencia en los hogares ecuatorianos y que guardan relación con el consumo de agua, relajando de esta manera los supuestos comunes que tenía la estimación de la demanda de agua residencial.

Con elasticidades precio propio e ingreso de -0,6162 y 0,3262, respectivamente, cercanos a los rangos que la literatura establece para países en desarrollo (Nauges & Whittington, 2010), los resultados indican que el agua residencial es un bien normal, inelástico ante las variaciones de su precio. Además, según las elasticidades precio cruzado significativas en la mayoría de los casos, se revela la existencia de patrones de sustitución y complementariedad con otros bienes consumidos por el hogar, contrario a lo que se asumía en modelos uniecuacionales (Suárez, 2020). A pesar de ser no significativo el parámetro $\hat{\lambda}_i$ asociado a la ecuación del agua residencial para nuestro caso, la significancia de los 3 parámetros adicionales establece la presencia de relaciones no lineales en las curvas de Engel.

Los resultados indican importantes implicaciones en términos de política pública para evitar efectos no deseados cuando se trate de implementar políticas tarifarias



para gestionar el consumo eficiente y sustentable del agua residencial. La aplicación de este tipo de instrumentos de política requiere considerar características indispensables de la población objetivo, dentro de las cuales se encuentra, en primer instancia e importancia, la distribución del ingreso, pues, si bien el efecto es considerable en hogares de ingresos altos, el consumo de agua residencial en hogares de ingresos bajos, donde el agua se destina, en gran parte, a usos de mayor valor (consumo vital), se vería comprometido (Renzetti et al., 2015). A pesar del efecto regresivo para estos hogares, los resultados (en valor absoluto) de una mayor elasticidad precio propio para hogares de ingresos altos, en comparación con los hogares de ingreso bajos, deslumbran la importancia de los precios para desincentivar el consumo de agua residencial destinado a usos de menor valor (Zetland, 2021), presentes con mayor frecuencia en hogares de ingresos altos.

Por otro lado, también se evidencia una afectación al consumo de alimentos (en menor medida), y del consumo de energía y bienes no duraderos (significativa), por lo que se debería de tener en cuenta al momento de aplicar instrumentos tarifarios para evitar comprometer el consumo de otros bienes adquiridos por los hogares, en especial de los hogares pobres. Para solventar el efecto regresivo, la literatura establece diferentes mecanismos subsidios a los precios para proteger a los hogares pobres de las dificultades financieras (fuera del alcance del presente estudio) (Zetland, 2021; Nunes & De Souza, 2021), ayudando, de esta manera, al criterio de asequibilidad que establece la ONU (2019) para lograr el cumplimiento del derecho humano al agua.

La consideración de características relacionadas con el área de residencia complementa las implicaciones tratadas en la distribución del ingreso, pues comparten muchas de las cualidades, en especial, la accesibilidad física del recurso hídrico mediante red pública, pues generalmente, en los países en desarrollo, el área rural (con mayor presencia de hogares de ingresos bajos) es más propensa a sufrir problemas derivados del criterio de accesibilidad física (BID, 2020), lo cual



compromete el cumplimiento del derecho al agua, a pesar de que se garantice la asequibilidad del mismo.

Dadas las características geográficas del Ecuador, otro de los resultados importantes es la presencia de diferencias al considerar las regiones Costa y Sierra, las cuales se deben prestar atención. A pesar de que solo una ciudad en cada región cuenta con certificación de calidad para el agua potable de red pública mediante normativa nacional⁹ (El Universo, 2020), el INEC (2019) establece que en la región Sierra el 80,9% de la población consume agua de calidad, mientras que en la región Costa esta cifra cae al 68,7%, por lo tanto, la calidad junto con la accesibilidad del recurso juegan un papel importante en el análisis del consumo de agua residencial. A pesar de que las elasticidades de la demanda de agua residencial en las dos regiones son similares estadísticamente, la demanda de agua embotellada es menos inelástica en la región Costa (ver Gráfico 5) y junto con la cantidad consumida en esta región (ver Gráfico 2) se evidencia que, adicional al criterio de asequibilidad, los criterios de accesibilidad y calidad del agua residencial influyen en su consumo y en el consumo del agua embotellada, siendo problemas adicionales recurrentes en países en desarrollo (BID, 2020). Un aspecto importante es considerar la sustitución que existe entre el agua embotellada y el agua residencial, ante un incremento en el precio del primer bien, pues de no controlar estos efectos, la sustitución por agua residencial de mala calidad podría generar la proliferación de enfermedades en las personas relacionadas a su consumo.

Finalmente, uno de los hallazgos resulta de simular un incremento en el precio del agua residencial, evidenciando que la utilización de políticas tarifarias podría ser efectiva para desincentivar el mal uso del recurso hídrico. Sin embargo, al ser un bien inelástico, la efectividad estará condicionada a incrementos significativos del precio en relación a la capacidad adquisitiva de los hogares (Arbués et al., 2004;

⁹ Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2020) solo las ciudades de Guayaquil (Costa) y Quito (Sierra) cuentan con sello de calidad en el agua potable. Mientras que la ciudad de Cuenca (Sierra) cuenta con la certificación AquaRanking (BID en colaboración con International Water Association) y está próxima a obtener el sello de calidad del INEN.



Asci et al., 2017), teniendo en cuenta los posibles efectos regresivos en los hogares vulnerables, discutidos anteriormente. Se observa que el impacto sería mayor en las poblaciones de hogares con ingresos altos, ubicados en las zonas residenciales urbanas, donde por lo general, se destina una gran cantidad de agua residencial a usos de menor valor, logrando de esta manera, una gestión eficiente del recurso hídrico, a través del desincentivo de estos usos.

Cabe destacar que, también se debe considerar características intrínsecas de los hogares como lo es el tamaño del hogar y otras características que guardan estrecha relación con el consumo de agua residencial (Arbués et al., 2010). Adicional, si bien es cierto que el impacto de las políticas tarifarias para manejar la escasez de recursos es mayor que otros tipos de políticas no tarifarias (Olmstead & Stavins, 2009; Zetland, 2021), la combinación de enfoques tarifarios y no tarifarios, tales como las restricciones y la concientización, podrían potenciar la efectividad de los precios (Goemans et al., 2012).

Conclusiones y limitaciones

En las últimas décadas, la escasez del agua ha cobrado mayor presencia en el mundo, dando importancia a las diferentes formas para su conservación y uso eficiente. Se ha evidenciado que las políticas tarifarias (precios) han sido las más utilizadas y eficientes para hacer frente a esta problemática. Sin embargo, se debe considerar algunas características para garantizar el cumplimiento del derecho humano al agua y evitar que el cumplimiento de otros derechos se vea comprometidos por cuestiones de asequibilidad.

En Ecuador, se evidencia que la utilización de precios del agua residencial sería eficiente para gestionar los problemas derivados de la escasez al reducir el consumo de agua residencial relacionado a usos de menor valor, siempre y cuando, se tenga en cuenta las características de los hogares como la distribución de los ingresos, el área de residencia y la región geográfica del país para evitar efectos



regresivos en los hogares vulnerables al afectar el consumo de otros bienes básicos del hogar. Adicionalmente, se debe considerar que, no solo la asequibilidad del agua residencial afecta el cumplimiento del derecho humano al agua, sino también se vería comprometido por criterios de accesibilidad física (por red pública) y la calidad del agua que se consume, siendo estos problemas comunes en países en desarrollo (WWAP, UNESCO, 2019; BID, 2020).

Por otro lado, el estudio presenta algunas limitaciones. A pesar de que la utilización de sistemas de demanda relaja los supuestos en la estimación para obtener resultados más cercanos a la realidad, el modelo QUAIDS se basa en un modelo de demanda condicional (Zhen et al., 2013), dejando de lado otros bienes que guardan relación con el consumo de agua residencial, como lo es el gasto en salud, educación, entre otros. Otra de las limitaciones, se debe a la disponibilidad de información de la ENIGHUR 2011-2012 para considerar los gastos relacionados a servicios de alcantarillado y saneamiento en específico, pues actualmente, se considera que el derecho al alcantarillado y saneamiento es complementario del derecho humano al agua, dado que la mejora en el bienestar y salud de las personas derivados de contar con el servicio de agua residencial se vería comprometido por falta de estos servicios (WWAP, UNESCO, 2019).

Finalmente, el enfoque utilizado en este estudio para el análisis de los precios corresponde a un enfoque de asignación eficiente del recurso y los derechos humanos, el cual no necesariamente aborda otros enfoques, como, por ejemplo, la utilización de precios para el análisis de la viabilidad financiera de las inversiones, un enfoque recurrente en países en desarrollo en donde la infraestructura física para la dotación del servicio aún tiene un amplio campo de estudio.



Referencias

- AGNU. (1967). *Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*. Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Arbués, F., Barberán, R., & Villanúa, I. (2004). Price impact on urban residential water demand: A dynamic panel data approach. *Water Resources Research*(40). doi:<https://doi.org/10.1029/2004WR003092>
- Arbués, F., Villanúa, I., & Barberán, R. (2010). Household size and residential water demand: an empirical approach*. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54, 61-80. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2009.00479.x>
- Asci, S., Borisova, T., & Dukes, M. (2017). Are price strategies effective in managing demand of high residential water users? *Applied Economics*, 49(1), 66-77. doi:<https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1192272>
- Avilés, G., Almendarez, M., & Beltrán, L. (2016). Estimación de la demanda de agua urbana y asignación del precio en ausencia de micromedición. *Gaceta de Economía*, 16, 295-319.
- Banks, J., Blundell, R., & Lewbel, A. (1997). Quadratic Engel curves and consumer demand. *Review of Economics and Statistics*, 79, 527-539.
- BID. (2020). *De estructuras a servicios: El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe*. (E. Cavallo, A. Powell, & T. Serebrisky, Edits.) Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Boysen, O. (2016). Food demand characteristics in Uganda: Estimation and policy relevance. *South African Journal of Economics*, 82(2), 260-293. doi:<https://doi.org/10.1111/saje.12093>
- Bronnmann, J., Guettler, S., & Loy, J. P. (2019). Efficiency of correction for sample selection in QUAIDS models: an example for the fish demand in Germany. *Empirical Economics*, 57, 1469-1493. doi:<https://doi.org/10.1007/s00181-018-1491-y>



- Capacci, S., & Mazzocchi, M. (2011). Five-a-day, a price to pay: An evaluation of the UK program impact accounting for market forces. *Journal of Health Economics*, 30(1), 87-98. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2010.10.006>
- Caro, J. C., Ng, S. W., Bonilla, R., Tovar, J., & Popkin, B. M. (2017). Sugary drink taxation, projected consumption and fiscal revenues in Colombia: Evidence from a QUAIDS model. *PLOS ONE*, 12(12). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189026>
- De Albuquerque, C. (2014). *Manual práctico para la realización de los derechos humanos al agua y al saneamiento de la Relatora Especial de la ONU, Catarina De Albuquerque*. Portugal.
- Deaton, A., & Muellbauer, J. (1980). An almost ideal demand system. *American Economic Review*, 70, 312-326.
- Di Cosmo, V. (2011). Are the consumers always ready to pay? A quasi-almost ideal demand system for the Italian water sector. *Water Resources Management*, 25(2), 465-481.
- El Universo. (16 de Febrero de 2020). Guayaquil y Quito son las únicas ciudades de Ecuador que tienen sello de calidad en su agua potable. *El Universo*.
- Gálvez, P., Mariel, P., & Hoyos, D. (2016). Análisis de la demanda residencial de los servicios básicos en España usando un modelos QUAIDS censurado. *Estudios de Economía*, 43(1), 5-28.
- Garrone, P., Grilli, L., & Marzano, R. (2019). Price elasticity of water demand considering scarcity and attitudes. *Utilities Policy*, 59(100927). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.100927>
- Garrone, P., Grilli, L., & Marzano, R. (2020). Incentives to water conservation under scarcity: Comparing price and reward effects through stated preferences. *Journal of Cleaner Production*, 244(20). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118632>
- Goemans, C., Costanigro, M., & Stone, J. (2012). The Interaction of Water Restriction and Pricing Policies: Econometric, Managerial and Distributional Implications. *Journal of Natural Resources Policy Research*, 4(1), 61-77. doi:<https://doi.org/10.1080/19390459.2012.665668>



- Gostkowski, M. (2018). Elasticity of Consumer Demand: Estimation Using a Quadratic Almost Ideal Demand System. *Econometrics. Advances in Applied Data Analysis*, 22(1), 68-78. doi:10.15611/eada.2018.1.05
- INEC. (2012). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales (ENIGHUR) 2011-2012*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: www.ecuadorencifras.gob.ec
- INEC. (2019). *Medición de los indicadores de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH) en el Ecuador*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- IPCC. (2014). *CLIMATE CHANGE 2014: Mitigation of Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change 2015.
- Jaramillo, L. (2005). Evaluación econométrica de la demanda de agua de uso residencial en México. *JSTOR - El Trimestre Económico*, 72(286), 367-390. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/20856859>
- Jiménez, D., Orrego, S., Cossio, D., Vásquez, F., & Ponce, R. (2017). Efecto de la variabilidad climática sobre la demanda de agua para uso residencial urbano: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*(79), 91-124. doi:<https://doi.org/10.13043/dys.79.3>
- Maas, A., Goemans, C., Manning, D., Burkhardt, J., & Arabi, M. (2020). Complements of the house: Estimating demand-side linkages between residential water and electricity. *Water Resources and Economics*, 29(100140). doi:<https://doi.org/10.1016/j.wre.2019.02.001>
- Majumder, A., Ray, R., & Sinha, K. (2012). Calculating Rural-Urban Food Price Differentials from Unit Values in Household Expenditure Surveys: A Comparison with Existing Methods and A New Procedure. *American Journal of Agricultural Economics*, 94(5), 1218-1235. doi:<https://doi.org/10.1093/ajae/aas064>
- Márquez, A. (2005). Una mirada integral a la decisión de precios de la organización. *Visión Gerencial*, 42-52. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4655/465545872005>
- Martínez, A. (15 de Diciembre de 2020). El agua en Wall Street. *El Mercurio*.



- Martínez, A., & Salazar, D. (2021). El agua como un derecho humano y fundamental en el Ecuador, a la luz de los derechos de la naturaleza. *Revista Institucional de la Defensa Pública*, 188-207.
- Marzano, R., Rougé, C., Garrone, P., Harou, J., & Pulido-Velazquez, M. (2020). Response of residential water demand to dynamic pricing: Evidence from an online experiment. *Water Resources and Economics*, 32(100169). doi:<https://doi.org/10.1016/j.wre.2020.100169>
- Massarutto, A. (2020). Servant of too many masters: Residential water pricing and the challenge of sustainability. *Utilities Policy*, 63(101018). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101018>
- Nauges, C., & Whittington, D. (2010). Estimation of Water Demand in Developing Countries: An Overview. *The World Bank Research Observer*, 25(2), 263-294. doi:<https://doi.org/10.1093/wbro/lkp016>
- Nunes, T. M., & De Souza, F. (2021). A data-driven model to evaluate the medium-term effect of contingent pricing policies on residential water demand. *Environmental Challenges*, 3, 100033. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100033>
- Olmstead, S., & Stavins, R. (2009). Comparing price and nonprice approaches to urban water conservation. *Water Resources Research*, 45(4). doi:<https://doi.org/10.1029/2008WR007227>
- OMS. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum*. Organización Mundial de la Salud, Geneva. Obtenido de <http://apps.who.int/iris/>
- ONU. (2003). *Cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*. Ginebra.
- Renzetti, S., Dupont, D., & Chitsinde, T. (2015). An empirical examination of the distributional impacts of water pricing reforms. *Utilities Policy*, 34, 63-39. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jup.2014.12.004>
- Schlosser, C., Strzepek, K., Gao, X., Fant, C., Blanc, É., Paltsev, S., . . . Gueneau, A. (2014). The future of global water stress: An integrated assessment. *Earth's Future*, 2, 341-361. doi:<https://doi.org/10.1002/2014EF000238>



- Segovia, J., Orellana, M., Sarmiento, J. P., & Carchi, D. (2020). The effects of taxing sugar-sweetened beverages in Ecuador: An analysis across different income and consumption groups. *Plos One*, 15(10). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240546>
- Shonkwiler, J. S., & Yen, S. T. (1999). Two-Step Estimation of a Censored System of Equations. *American Journal of Agricultural Economics*, 81, 972-982. doi:<https://doi.org/10.2307/1244339>
- Smets, H. (2017). Quantifying the Affordability Standard: A Comparative Approach. (M. Langford, & A. Russell, Edits.) *The Human Right to Water: Theory, Practice and Prospects*, 225-275. doi:<https://doi.org/10.1017/9780511862601.010>
- Suárez, M. (2020). Modeling residential water demand: An approach based on household demand systems. *Journal of Environmental Management*, 261. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109921>
- World Bank Group. (2016). *High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy*.
- Worthington, A., & Hoffman, M. (2008). An empirical survey of residential water demand modelling. *Journal of Economic Surveys*, 22(5), 842-871. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2008.00551.x>
- WWAP, UNESCO. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. París: UNESCO. Obtenido de <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- Zetland, D. (2021). The role of prices in managing water scarcity. *Water Security*, 12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100081>
- Zhen, C., Finkelstein, E., Nonnemaker, J., Karns, S., & Todd, J. (2013). Predicting the Effects of Sugar-Sweetened Beverage Taxes on Food and Beverage Demand in a Large Demand System. *American Journal of Agricultural Economics*, 96(1), 1-25. doi:<https://doi.org/10.1093/ajae/aat049>



Anexos

Anexo 1. Resultados de la estimación del Sistema de Demanda

Tabla 4. Resultados de la estimación del Sistema de Demanda

N°	Ecuación	Obs	Parms	RMSE	R-sq	Constant
1	w1	36,414	.	0.13998	0.9660*	(none)
2	w2	36,414	.	0.05791	0.2767*	(none)
3	w3	36,414	.	0.05466	0.4609*	(none)
4	w4	36,414	.	0.09616	0.6468*	(none)

Parámetro	Coef. Observado	Bootstrap Std. Err.	Z	P > z	Normal based [95% Conf. Interval]	
Alpha						
a1	0.9654	0.0484	19.93	0.000	0.8705	1.0603
a2	0.1652	0.0204	8.08	0.000	0.1251	0.2052
a3	-0.0695	0.0179	-3.88	0.000	-0.1046	-0.0344
a4	-0.0673	0.0446	-1.51	0.131	-0.1548	0.0201
a5**	0.0063	0.0381	0.16	0.869	-0.0684	0.0809
Beta						
b1	0.1081	0.0140	7.72	0.000	0.0807	0.1355
b2	0.0170	0.0087	1.96	0.050	0.0000	0.0340
b3	-0.0400	0.0040	-9.99	0.000	-0.0478	-0.0322
b4	-0.0753	0.0055	-13.68	0.000	-0.0861	-0.0645
b5**	-0.0098	0.0082	-1.20	0.231	-0.0258	0.0062
Gamma						
g11	0.0404	0.0150	2.70	0.007	0.0110	0.0698
g12	-0.0271	0.0051	-5.34	0.000	-0.0370	-0.0171
g13	-0.0417	0.0041	-10.10	0.000	-0.0498	-0.0336
g14	-0.0303	0.0104	-2.92	0.004	-0.0507	-0.0099
g15**	0.0587	0.0087	6.71	0.000	0.0416	0.0759
g21	-0.0271	0.0051	-5.34	0.000	-0.0370	-0.0171
g22	0.0189	0.0050	3.77	0.000	0.0091	0.0286
g23	0.0065	0.0016	4.10	0.000	0.0034	0.0095
g24	0.0060	0.0023	2.56	0.011	0.0014	0.0106
g25**	-0.0042	0.0059	-0.71	0.477	-0.0158	0.0074
g31	-0.0417	0.0041	-10.10	0.000	-0.0498	-0.0336
g32	0.0065	0.0016	4.10	0.000	0.0034	0.0095
g33	0.0298	0.0016	18.10	0.000	0.0265	0.0330
g34	0.0135	0.0027	5.08	0.000	0.0083	0.0187
g35**	-0.0080	0.0018	-4.43	0.000	-0.0115	-0.0044
g41	-0.0303	0.0104	-2.92	0.004	-0.0507	-0.0099
g42	0.0060	0.0023	2.56	0.011	0.0014	0.0106
g43	0.0135	0.0027	5.08	0.000	0.0083	0.0187
g44	0.0319	0.0086	3.71	0.000	0.0150	0.0487
g45**	-0.0210	0.0047	-4.45	0.000	-0.0302	-0.0117
Lambda						
l1	-0.0347	0.0025	-13.65	0.000	-0.0397	-0.0297
l2	0.0212	0.0033	6.45	0.000	0.0148	0.0277
l3	-0.0012	0.0017	-0.68	0.499	-0.0046	0.0022
l4	0.0027	0.0022	1.24	0.216	-0.0016	0.0069
l5**	0.0120	0.0034	3.56	0.000	0.0054	0.0186

**Delta**

e1	0.5155	0.0283	18.23	0.000	0.4601	0.5710
e2	0.0009	0.0040	0.22	0.826	-0.0070	0.0088
e3	0.0627	0.0039	16.09	0.000	0.0550	0.0703
e4	0.1753	0.0180	9.73	0.000	0.1400	0.2106
e5**	-0.7544	0.0226	-33.40	0.000	-0.7986	-0.7101

Rho

r011	-0.0391	0.0025	-15.52	0.000	-0.0440	-0.0342
r021	-0.0037	0.0019	-1.92	0.054	-0.0075	0.0001
r031	0.0063	0.0061	1.03	0.304	-0.0057	0.0182
r041	-0.0033	0.0003	-9.67	0.000	-0.0040	-0.0027
r051	-0.0067	0.0039	-1.70	0.090	-0.0144	0.0010
r061	-0.0114	0.0026	-4.32	0.000	-0.0166	-0.0062
r071	-0.0197	0.0029	-6.72	0.000	-0.0254	-0.0140
r081	-0.0298	0.0021	-14.13	0.000	-0.0339	-0.0257
r091	-0.0109	0.0023	-4.85	0.000	-0.0153	-0.0065
r101	-0.0619	0.0023	-27.28	0.000	-0.0664	-0.0575
r111	-0.0191	0.0024	-7.90	0.000	-0.0238	-0.0144
r121	-0.0185	0.0029	-6.34	0.000	-0.0242	-0.0128
r012	0.0139	0.0017	8.01	0.000	0.0105	0.0172
r022	0.0102	0.0013	7.74	0.000	0.0076	0.0128
r032	-0.0152	0.0026	-5.92	0.000	-0.0203	-0.0102
r042	0.0011	0.0002	6.06	0.000	0.0008	0.0015
r052	-0.0139	0.0018	-7.88	0.000	-0.0174	-0.0104
r062	-0.0008	0.0020	-0.40	0.690	-0.0048	0.0032
r072	0.0068	0.0021	3.22	0.001	0.0027	0.0110
r082	0.0016	0.0015	1.07	0.285	-0.0014	0.0047
r092	-0.0137	0.0014	-9.89	0.000	-0.0164	-0.0110
r102	-0.0011	0.0016	-0.66	0.508	-0.0043	0.0021
r112	-0.0004	0.0015	-0.24	0.814	-0.0033	0.0026
r122	0.0249	0.0022	11.17	0.000	0.0205	0.0293
r013	0.0215	0.0015	14.41	0.000	0.0186	0.0245
r023	-0.0028	0.0011	-2.46	0.014	-0.0050	-0.0006
r033	0.0187	0.0027	6.88	0.000	0.0133	0.0240
r043	0.0009	0.0002	4.58	0.000	0.0005	0.0012
r053	-0.0045	0.0014	-3.33	0.001	-0.0071	-0.0018
r063	0.0071	0.0016	4.42	0.000	0.0039	0.0102
r073	0.0061	0.0016	3.92	0.000	0.0031	0.0092
r083	0.0247	0.0010	24.41	0.000	0.0227	0.0267
r093	0.0101	0.0010	10.10	0.000	0.0081	0.0120
r103	0.0127	0.0011	11.11	0.000	0.0105	0.0150
r113	0.0089	0.0011	7.75	0.000	0.0067	0.0112
r123	-0.0057	0.0017	-3.44	0.001	-0.0090	-0.0025
r014	0.0168	0.0021	7.91	0.000	0.0126	0.0209
r024	-0.0006	0.0014	-0.44	0.660	-0.0033	0.0021
r034	0.0234	0.0060	3.93	0.000	0.0117	0.0351
r044	0.0007	0.0003	2.26	0.024	0.0001	0.0013
r054	0.0104	0.0032	3.27	0.001	0.0042	0.0167
r064	0.0063	0.0019	3.28	0.001	0.0025	0.0100
r074	0.0081	0.0025	3.19	0.001	0.0031	0.0131
r084	0.0080	0.0014	5.61	0.000	0.0052	0.0108
r094	0.0044	0.0013	3.54	0.000	0.0020	0.0069
r104	0.0399	0.0014	29.46	0.000	0.0373	0.0426
r114	0.0143	0.0021	6.81	0.000	0.0102	0.0184
r124	-0.0135	0.0021	-6.58	0.000	-0.0176	-0.0095

Leyenda: * Uncentered R-sq. ** Valores restringidos recuperados. **Fuente:** Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Urbanos y Rurales del Ecuador, ENIGHUR 2011-2012.

Anexo 2. Elasticidades estimadas: Quintiles de ingresos

Tabla 5. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Quintil 1

Cambio en Cantidad	Cambio en Precios					Cambio en Ingresos
	Alimentos	Agua Embotellada	Agua Residencia	Energía	Bienes No Duraderos	
Alimentos	-1,2457 *** (0,0189)	-0,0538 *** (0,0072)	-0,0055 * (0,0041)	0,0252 *** (0,0071)	0,0404 *** (0,0113)	1,2393 *** (0,0161)
Agua Embotellada	1,0735 *** (0,2766)	-0,3321 ** (0,1645)	0,0319 (0,0581)	-0,0479 (0,0823)	-0,8029 *** (0,2153)	0,0774 (0,2205)
Agua Residencial	0,6523 *** (0,1126)	0,3262 *** (0,0430)	-0,5190 *** (0,0344)	0,0554 (0,0522)	-0,6259 ** (0,1161)	0,1109 *** (0,0327)
Energía	0,8429 *** (0,0676)	0,1682 *** (0,0229)	-0,0398 * (0,0214)	-0,9363 *** (0,0651)	-0,1577 *** (0,0549)	0,1226 *** (0,0229)
Bienes No Duraderos	1,0364 *** (0,1278)	0,1203 ** (0,0521)	-0,0509 ** (0,0222)	-0,3189 *** (0,0585)	-0,8943 *** (0,1040)	0,1074 (0,1079)

Leyenda: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Elasticidades precio propio en negrita. Errores estándar entre paréntesis. **Fuente:** ENIGHUR 2011-2012.

Tabla 6. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Quintil 5

Cambio en Cantidad	Cambio en Precios					Cambio en Ingresos
	Alimentos	Agua Embotellada	Agua Residencia	Energía	Bienes No Duraderos	
Alimentos	-1,2786 *** (0,0236)	-0,0638 *** (0,0085)	-0,0094 * (0,0050)	0,0276 *** (0,0086)	0,0536 *** (0,0138)	1,2707 *** (0,0193)
Agua Embotellada	0,8227 *** (0,1253)	-0,6989 *** (0,0724)	0,0228 (0,0258)	-0,0321 (0,0351)	-0,8770 *** (0,0949)	0,7624 *** (0,0936)
Agua Residencial	-0,0793 (0,0484)	0,0999 *** (0,0229)	-0,7129 *** (0,0200)	0,0301 (0,0304)	0,1357 *** (0,0428)	0,5264 *** (0,0175)
Energía	0,4668 *** (0,0422)	0,0897 *** (0,0142)	-0,0210 * (0,0132)	-0,9473 *** (0,0404)	-0,0616 * (0,0334)	0,4734 *** (0,0147)
Bienes No Duraderos	0,7298 *** (0,0890)	0,0719 * (0,0418)	-0,0953 *** (0,0164)	-0,2476 *** (0,0443)	-0,9440 *** (0,0873)	0,4852 *** (0,0688)

Leyenda: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Elasticidades precio propio en negrita. Errores estándar entre paréntesis. **Fuente:** ENIGHUR 2011-2012.

Anexo 3. Elasticidades estimadas: Área de residencia

Tabla 7. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Área Rural

Cambio en Cantidad	Cambio en Precios					Cambio en Ingresos
	Alimentos	Agua Embotellada	Agua Residencia	Energía	Bienes No Duraderos	
Alimentos	-1,2648 *** (0,0192)	-0,0555 *** (0,0074)	-0,0041 (0,0042)	0,0275 *** (0,0072)	0,0466 *** (0,0119)	1,2502 *** (0,0165)
Agua Embotellada	1,0200 *** (0,1894)	-0,5332 ** (0,1135)	0,0115 (0,0401)	-0,0535 (0,0576)	-0,8011 *** (0,1478)	0,3562 ** (0,1545)
Agua Residencial	0,7737 *** (0,1190)	0,3639 *** (0,0457)	-0,4873 *** (0,0369)	0,0590 (0,0558)	-0,7519 *** (0,1206)	0,0426 (0,0367)
Energía	0,7096 *** (0,0564)	0,1403 *** (0,0191)	-0,0352 ** (0,0179)	-0,9473 *** (0,0542)	-0,1301 *** (0,0472)	0,2626 *** (0,0193)
Bienes No Duraderos	0,8621 *** (0,1049)	0,0976 ** (0,0422)	-0,0512 *** (0,0181)	-0,2671 *** (0,0475)	-0,8923 *** (0,0842)	0,2509 *** (0,0901)

Leyenda: * p < 0,10; ** p < 0,05; *** p < 0,01. Elasticidades precio propio en negrita. Errores estándar entre paréntesis. **Fuente:** ENIGHUR 2011-2012.

Tabla 8. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Área Urbana

Cambio en Cantidad	Cambio en Precios					Cambio en Ingresos
	Alimentos	Agua Embotellada	Agua Residencia	Energía	Bienes No Duraderos	
Alimentos	-1,2470 *** (0,0212)	-0,0571 *** (0,0076)	-0,0089 * (0,0045)	0,0244 (0,0077)	0,0471 *** (0,0122)	1,2415 *** (0,0173)
Agua Embotellada	0,8471 *** (0,1691)	-0,6024 ** (0,0970)	0,0353 (0,0346)	-0,0272 (0,0470)	-0,9032 *** (0,1284)	0,6504 *** (0,1252)
Agua Residencial	0,0709 (0,0666)	0,1533 *** (0,0288)	-0,6550 *** (0,0242)	0,0371 (0,0368)	-0,0157 (0,0657)	0,4094 *** (0,0215)
Energía	0,6420 *** (0,0561)	0,1264 *** (0,0189)	-0,0281 * (0,0174)	-0,9365 *** (0,0535)	-0,1019 *** (0,0439)	0,2981 *** (0,0196)
Bienes No Duraderos	0,9299 *** (0,1177)	0,0925 ** (0,0525)	-0,0920 *** (0,0213)	-0,3106 *** (0,0574)	-0,9291 *** (0,1081)	0,3093 *** (0,0929)

Leyenda: * p < 0,10; ** p < 0,05; *** p < 0,01. Elasticidades precio propio en negrita. Errores estándar entre paréntesis. **Fuente:** ENIGHUR 2011-2012.

Anexo 4. Elasticidades estimadas: Regiones geográficas

Tabla 9. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Región Costa

Cambio en Cantidad	Cambio en Precios					Cambio en Ingresos
	Alimentos	Agua Embotellada	Agua Residencia	Energía	Bienes No Duraderos	
Alimentos	-1,2517 *** (0,0203)	-0,0560 *** (0,0074)	-0,0078 * (0,0044)	0,0258 *** (0,0074)	0,0453 *** (0,0119)	1,2444 *** (0,0171)
Agua Embotellada	0,8878 *** (0,1502)	-0,6387 *** (0,0875)	0,0243 (0,0310)	-0,0375 (0,0432)	-0,8835 *** (0,1157)	0,6476 *** (0,1146)
Agua Residencial	0,1115 (0,0781)	0,1647 *** (0,0309)	-0,6435 *** (0,0251)	0,0374 (0,0383)	-0,0577 (0,0807)	0,3877 *** (0,0225)
Energía	0,6968 *** (0,0571)	0,1371 *** (0,0194)	-0,0305 * (0,0181)	-0,9418 *** (0,0549)	-0,1202 *** (0,0466)	0,2586 *** (0,0199)
Bienes No Duraderos	0,8632 *** (0,1115)	0,0853 * (0,0511)	-0,0581 *** (0,0199)	-0,2929 *** (0,0542)	-0,8410 *** (0,1046)	0,2436 *** (0,0879)

Leyenda: * p < 0,10; ** p < 0,05; *** p < 0,01. Elasticidades precio propio en negrita. Errores estándar entre paréntesis. **Fuente:** ENIGHUR 2011-2012.

Tabla 10. Elasticidades precio no compensadas e ingresos: Región Sierra

Cambio en Cantidad	Cambio en Precios					Cambio en Ingresos
	Alimentos	Agua Embotellada	Agua Residencia	Energía	Bienes No Duraderos	
Alimentos	-1,2492 *** (0,0210)	-0,0569 *** (0,0076)	-0,0080 * (0,0045)	0,0245 *** (0,0078)	0,0480 *** (0,0122)	1,2417 *** (0,0171)
Agua Embotellada	0,8871 *** (0,2347)	-0,4489 *** (0,1358)	0,0468 (0,0483)	-0,0244 (0,0658)	-0,8735 *** (0,1788)	0,4129 ** (0,1761)
Agua Residencial	0,1016 (0,0656)	0,1641 *** (0,0292)	-0,6460 *** (0,0248)	0,0393 (0,0377)	-0,0499 (0,0626)	0,3910 *** (0,0219)
Energía	0,6300 *** (0,0557)	0,1240 *** (0,0187)	-0,0283 * (0,0172)	-0,9361 *** (0,0531)	-0,0993 *** (0,0433)	0,3097 *** (0,0189)
Bienes No Duraderos	1,0455 *** (0,1205)	0,1133 ** (0,0497)	-0,1024 *** (0,0214)	-0,3138 *** (0,0569)	-1,0670 *** (0,1018)	0,3243 *** (0,0985)

Leyenda: * p < 0,10; ** p < 0,05; *** p < 0,01. Elasticidades precio propio en negrita. Errores estándar entre paréntesis. **Fuente:** ENIGHUR 2011-2012.

