

# Diseño de una regresión en discontinuidad para la estimación de la elasticidad precio de la demanda de electricidad residencial<sup>1</sup>

Evelyn López López

## Resumen

El presente trabajo estima el impacto de una reforma tarifaria sobre el consumo eléctrico promedio de los clientes residenciales. El trabajo diseña una regresión en discontinuidad para estimar la elasticidad precio de la demanda residencial de electricidad. Este novedoso diseño es posible porque, utilizando datos de consumo de residentes de la ciudad de Guayaquil, se pudo definir tanto un grupo de control de clientes residenciales no afectados por un cambio tarifario, como el grupo tratado de clientes afectados por el cambio tarifario. Los resultados obtenidos permiten identificar una modificación modesta en el consumo eléctrico promedio, presentándose una disminución en comparación al período previo al cambio tarifario. No obstante, este comportamiento únicamente se refleja a corto plazo; ya que, si bien es cierto para el primer año surge una leve reducción en el consumo promedio, el año subsiguiente a este se incrementa nuevamente, aun por encima del promedio de consumo antes del cambio tarifario. Por tanto, los resultados indican que los hogares son lo suficientemente inelásticos como para no modificar su consumo ante un alza en el precio. Siendo así, incrementos tarifarios modestos como los observados pueden no llegar a ser un instrumento efectivo para conseguir la reducción del consumo eléctrico en los hogares. La política tarifaria debe combinarse con otras políticas de persuasión para conseguir un impacto significativo sobre el consumo en los hogares.

**Palabras clave:** consumo eléctrico, cambio tarifario de electricidad, elasticidad precio de la demanda

**CÓDIGO JEL:** Q41; R22; L94

## Abstract

This work estimates the impact of a price's reform on average electricity consumption of residential customers. A discontinuity regression is designed to estimate residential electricity demand's price elasticity. This is possible as by using Guayaquil residents' consumption data, it could be identified a control group of residential customers not affected by a price's change and a group of affected customers. Results make possible to identify a modest change in average electricity consumption, showing a reduction compared to the price's change. However, this behavior is only reflected in the short term; as it is true that for the first year there appears a small reduction on average consumption, the following year this increases again, even over the consumption average level before the price change. So, results show that households are enough inelastic for not modifying their consumption for a price increase. If this is so, modest price's increases as observed may not be an effective instrument to achieve an electricity consumption reduction. Price's increases may not be an effective instrument to produce a reduction on electricity consumption of households. Price's policy may be combined with other persuasion policies to get a significant impact on household consumption.

**Keywords:** power consumption; electricity rate change; price elasticity of demand.

**JEL CODE:** Q41; R22; L94

---

<sup>1</sup> Las opiniones vertidas en este documento son de responsabilidad exclusiva de los autores y no representan la posición oficial del Banco Central del Ecuador ni de sus autoridades.

## 1. Introducción

Investigaciones con el uso de la técnica de regresión en discontinuidad, se fundamentan en el trabajo de Donald L. Thistlethwaite and Donald T. Campbell (1960). A partir de 1990, esta técnica ha presentado una acogida importante entre los investigadores, que la han aplicado en una gran variedad de contextos económicos y la prevalencia de investigaciones y estudios relacionados con temas de educación. Sin embargo, dentro de la literatura no se encuentra, al menos publicado, un trabajo investigativo que estime la elasticidad precio de la demanda de electricidad residencial a través del uso del diseño de regresión en discontinuidad.

El objetivo principal es identificar el impacto de un incremento de precio sobre el consumo promedio de electricidad de clientes residenciales a través del uso de la técnica de regresión en discontinuidad.

A lo largo de los años han sido publicados muchos estudios acerca de la demanda eléctrica con la finalidad de entender este complejo mercado. Los modelos usados han variado en numerosas maneras; ya sea, con diferentes formas funcionales y técnicas de estimación así como diferentes períodos y partes del mundo y ser la principal meta, estimar la elasticidad renta y precio de la demanda.

Reiss y White (2005), son los primeros que con el uso de microdatos de consumo eléctrico residencial, encontrando que una parte muy importante de los consumidores son completamente insensibles a los cambios en las tarifas, mientras que otros sí ajustan sus consumos menos esenciales a los cambios de tarifa. Así, la modesta elasticidad precio promedio es el resultado de agregar comportamientos individuales heterogéneos.

El cambio de tarifas en Ecuador permite la estimación de la elasticidad el precio de la demanda de la electricidad en el sector residencial. Este trabajo, mediante el uso de microdatos de consumidores del sector residencial de la ciudad de Guayaquil y la técnica de regresión en discontinuidad, pretenden medir el efecto de esta modificación tarifaria.

El 24 de julio del 2011 entró en vigencia en Ecuador la Resolución 043/11, emitida por el Consejo Nacional de Electricidad, (CONELEC), mediante la cual se aprobó la reforma del esquema

tarifario vigente<sup>2</sup>. Hasta ese momento la estructura tarifaria consistía en 9 bloques diferenciados por rangos de consumo eléctrico y sus respectivas tarifas incrementales. No obstante, a partir del sexto bloque la tarifa era la misma para los bloques restantes. Por tanto, de conformidad con la Resolución 013/11, los clientes residenciales con consumos a partir de 251 kWh-mes, pagaban el mismo importe indistintamente de la cantidad de energía eléctrica consumida una vez superado el mencionado límite. Mientras que la nueva estructura tarifaria no solo añadía más bloques de consumo, quedando definidos 14 bloques, sino que aquellos nuevos bloques a partir de 500 kWh – mes, sí reflejarían en sus tarifas los costos totales del servicio; fijándose tarifas incrementales sin subsidio para aquellos consumos que superan el límite.

Esta reforma es presentada por el gobierno ecuatoriano con un objetivo de incentivar el consumo racional de energía eléctrica, por lo cual se la denominó “Esquema tarifario con señales de eficiencia”; alegando además una motivación de responsabilidad social al encontrarse subsidiado el consumo de energía eléctrica. Consecuentemente, el 2.43% de clientes residenciales serían afectados por esta medida, y asumirían el costo total de la energía eléctrica sin beneficiarse del subsidio.

Este nuevo esquema tarifario afectó solamente al 2.43% del total de clientes residenciales, los que llegaban a consumir hasta un 18% de la energía, según informe técnico emitido por el CONELEC. De tal forma, no habría incrementos tarifarios para las demás categorías de consumo, además el 97.57% restante de usuarios residenciales se beneficiarían del subsidio.

Actualmente existen varios trabajos que intentan explicar el comportamiento de la demanda del sector eléctrico residencial, los que en su mayoría obtienen elasticidades negativas muy modestas; es decir, los consumidores son poco sensibles a incrementos de precios. El trabajo de Shu Fan y Rob Hyndman (2010), permite recopilar información respecto de elasticidades halladas por varios investigadores, y obtener una elasticidad promedio de -0.06. Por tanto, ante este antecedente resulta de gran interés conocer cuáles han sido los resultados obtenidos para el caso de Ecuador. ¿Esta política tarifaria con miras a una

---

2 La Resolución 013/11, aprobada el 17 de marzo de 2011, establecía el pliego tarifario que entraría en vigencia a partir del 1 de enero del 2011 y hasta el 31 de diciembre del mismo año. Sin embargo, fue modificada mediante Resolución 043/11.

reducción de consumo eléctrico logró los objetivos propuestos? ¿Son acaso los consumidores residenciales de electricidad, elásticos en el caso de Ecuador? ¿Qué efecto tuvo esta medida sobre ellos?

Este trabajo propone despejar las incógnitas planteadas, presentando cuáles han sido las reacciones de aquellos consumidores afectados por la reforma tanto a corto como a largo plazo, a través del cálculo de las elasticidades mediante el uso de la técnica de regresión en discontinuidad con datos de consumidores residenciales de la ciudad de Guayaquil. La mencionada técnica no ha sido utilizada anteriormente para el cálculo de elasticidades ni tampoco para análisis del sector eléctrico, lo que motiva la realización de este trabajo.

La presente investigación está conformada por 4 secciones: primero se presenta la revisión de literatura; seguidamente se detallan los datos y la metodología empleada; en un tercer momento se muestran los resultados obtenidos del análisis econométrico; y finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y aportes de este trabajo.

## **2. Revisión de la literatura**

El comportamiento de la demanda eléctrica ha sido ampliamente estudiado a lo largo de los años. Por lo cual, se dispone una vasta literatura empírica. De acuerdo con Carol A. Dahl (2011), existen más de mil estudios realizados acerca de la demanda de energía, de los cuales más de 450 de ellos incluyen las demandas de electricidad con más de 5,300 ecuaciones estimadas en alrededor de 60 países, así como también estudios con datos de corte transversal y de series de tiempo. Estos estudios buscan explicar la demanda residencial de electricidad y los factores que influyen en ella.

No obstante, pocas de estas investigaciones fueron publicadas antes de los años 70. Houthakker (1951) fue el primero en realizar estudios sobre la demanda eléctrica, estimó la demanda residencial de electricidad mediante el uso de un modelo estático con datos de corte transversal de 42 ciudades en el Reino Unido, donde encontró elasticidades ingreso y precio de la demanda positivas y cercanas a 1. Estos fueron los primeros resultados logrados acerca de la demanda eléctrica.

Contrariamente a los resultados obtenidos por Houthakker (1951), un poco más de una década después, Fisher y Kaysen (1962), estimaron la demanda residencial con un modelo estático, usando datos

de series temporales en los Estados Unidos, cuyos resultados difieren de los anteriormente comentados, ya que, tanto la elasticidad ingreso y precio de la demanda obtenidas fueron inelásticas.

En los años 70 se realizaron publicaciones importantes, tales como: Wilson (1971), Anderson (1974), Houthakker (1974), Taylor (1975), Wilder y Willenborg (1975), Halvorsen (1975), Acton, Mitchell y Mowill (1976), entre otros. Sin embargo, algunos de estos presentan limitaciones significativas debido a la falta de información desagregada. La disponibilidad de datos sobre la demanda de electricidad es a menudo limitada y restringida. Así, en la práctica, los estudios están por debajo de las especificaciones empíricas ideales (Narayan y Smyth, 2005).

A pesar de esto, se han publicado vastos estudios sobre esta temática; ya sea con el uso de datos microeconómicos (Poyer, 1993; Filippini, 1995b, Filippini y Pachauri, 2004; Larsen y Nesbakken, 2004; Labandeira, 2006; Boonekamp, 2007; Fernández, 2010). Así mismo, se encuentran diversos trabajos realizados con datos agregados (Holtedahl y Joutz, 2004; Narayan y Smyth, 2005; Zachariadis y Pashourtidou, 2007). Además se analizó el consumo de electricidad como una función del propio precio, el precio sustituto, el ingreso real, la población, así como la temperatura (Al-Zayer y Al-Ibrahim, 1996; Dincer y Dost, 1997; Sailor y Muñoz, 1997; Al-Faris, 2002; Reiss y White, 2005; Beccali, 2008; Psiloglou, 2009; Labandeira, 2011; Alberini y Filippini, 2011).

Tal como se menciona en la parte introductoria, el estudio de Reiss y White (2005) es importante ya que es el primero en utilizar microdatos de consumo residencial, donde estimó que una parte importante de los consumidores son completamente indiferentes a los cambios en las tarifas, mientras que otros sí ajustan sus consumos menos esenciales (funcionamiento de piscinas y otros aparatos eléctricos no esenciales) a los cambios de tarifa. Por tanto, la modesta elasticidad precio promedio es el resultado de agregar comportamientos individuales heterogéneos.

En las últimas dos décadas se emplearon varios procedimientos de estimación econométrica para investigar las funciones de demanda de energía; ya sean: procedimientos univariados, multivariados de cointegración, procedimientos totalmente modificados de MCO, el máximo de información, técnicas completas de probabilidad (Engle y Granger, 1987; Johansen, 1988; Phillips y Hansen, 1990; Johansen y

Juselius, 1990; Johansen, 1996; Silk y Joutz, 1997; De Vita 2005) entre otros.

Además, es importante mencionar que la mayoría de los estudios referidos han estimado las elasticidades tanto a corto como en el largo plazo, dada la importancia que tiene esta diferenciación en el estudio de la demanda eléctrica residencial. El presente trabajo también expone esta distinción en la estimación de las elasticidades.

Pese, a la extensa cantidad de estudios, estos presentan un resultado común entre ellos, siendo la demanda residencial de electricidad inelástica. Entre los estudios más importantes por la recopilación de información acerca de elasticidades está el de Carol A. Dahl (2011), quien encuentra que la elasticidad precio de la demanda promedio es de -0.14; mientras que en la mitad de estudios recopilados las estimaciones se ubican entre -0.045 y -0.29.

Sin embargo, no existe al menos publicado, ningún estudio que estime una elasticidad precio de la demanda residencial de electricidad a través del diseño de regresión en discontinuidad, como es el que propone este trabajo. No obstante, esta técnica ha sido utilizada para el análisis de temas relacionados con educación, siendo introducida por Donald L. Thistlethwaite y Donald T. Campbell (1960), mientras que estudios más recientes los proporcionan Black (1999); Joshua D. Angrist y Victor Lavy, (1999); Lee, (2001); Wilbert van der Klaauw, (2002); Battistin, E., y E. Rettore, (2002); Teresa (2013), entre otros.

Las diferencias entre las técnicas utilizadas o enfoques dados a los trabajos, aún cuando intentan analizar un mismo punto, dependen tanto de la calidad y de la disponibilidad de datos y sobre todo del objetivo del investigador.

### **3. Datos y metodología**

El presente trabajo se realiza a partir del uso de microdatos, los cuales han sido proporcionados por una de las distribuidoras eléctricas más grandes de Ecuador, Empresa Eléctrica Guayaquil<sup>3</sup>. Los datos recogen información de consumos mensuales a lo largo de los años 2010 al 2013 de clientes residenciales de la ciudad de Guayaquil.

---

3 Empresa Eléctrica Guayaquil, localizada en Guayaquil, una de las ciudades más grandes y representativas de Ecuador; ofrece el servicio público de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica.

La técnica de regresión en discontinuidad tiene una característica distintiva, requiere realizar una separación clara de los datos; pues es necesario definir un grupo de tratamiento y uno de control a fin de medir esta discontinuidad. Se considera grupo tratado a aquellos individuos que han sido afectados por una cierta medida; para este caso, el tratamiento será el incremento tarifario para los consumidores dentro del rango de consumo de 501 kWh a 700 kWh mensuales.

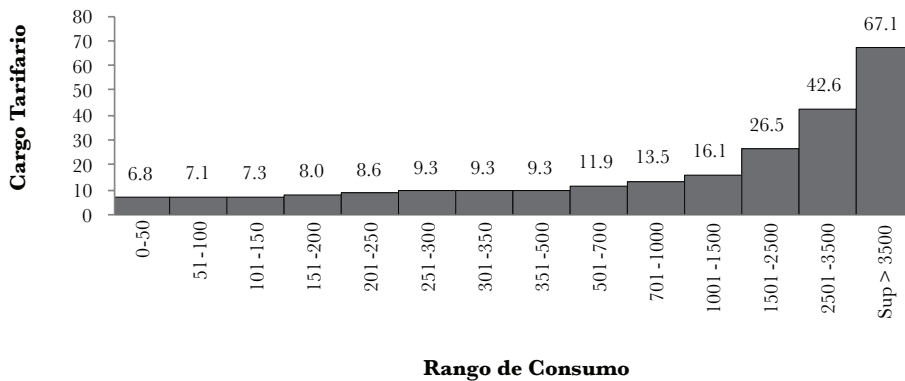
Al realizar la selección de datos fueron definidos ambos grupos, donde se consideró en todo momento que pese a que unos sean tratados y otros no, ambos puedan ser comparables entre sí. Los consumidores dentro del rango de 301 kWh a 500 kWh mensuales cumplen tal requerimiento; a más de poseer similares capacidades eléctricas instaladas por lo cual ambos grupos tienen aproximadamente la misma probabilidad de estar justo por encima (recibe el tratamiento) o justo por debajo (no recibe el tratamiento) del punto de corte.

Por tanto, los datos están conformados por una muestra aleatoria del 10% de los clientes residenciales totales tanto del grupo de tratamiento como el de control. El número de clientes residenciales es de 66,516 observaciones, lo que ofrece una fortaleza cuantitativa importante al análisis planteado. Esta muestra está compuesta por los consumos mensuales de los meses de verano (junio a noviembre) durante el período 2010-2012, tanto en dólares como en kWh de cada uno de los individuos que conforman la muestra.

El período ha sido seleccionado a base de la disponibilidad de los datos en la distribuidora; sin embargo, al ser una medida relativamente reciente, únicamente fue posible disponer de esta información para un año y medio antes y después de la reforma tarifaria. No obstante, esta reforma permite que los datos disponibles sean aptos para comprobar la utilidad de la técnica de regresión en discontinuidad para la estimación de la elasticidad precio de la demanda del sector eléctrico residencial en la ciudad de Guayaquil.

Adicionalmente, también se conoce el incremento de precios en el margen, que están establecidos en la estructura tarifaria vigente y que se encuentran disponibles en la Resolución 043/11. La estructura tarifaria está caracterizada por precio y bloques de consumo incrementales, como son mostrados en el Gráfico 1.

**Gráfico 1.**  
**Estructura tarifaria Ecuador**



El precio mensual total que pagan los consumidores se muestra en el Gráfico 1. Por ende, los datos de consumo mensuales en dólares proporcionados por la distribuidora para el presente trabajo han pasado por 8 precios diferentes para su valoración final para el caso de los individuos que se encuentran en el rango de consumo mensual de 301 kWh – 500 kWh (grupo de control); mientras que para el rango de consumo de 501 kWh – 700 kWh habrán pasado 9 niveles de precio. Shin (1985) asegura que el precio marginal es relevante aunque esto no sería tan cierto si es costoso conocer la información real del precio promedio. Brown (1975) por su parte reportó que la mayoría de los consumidores no conocen la escala de precios de la electricidad, pese a conocer el valor total de su factura. Para complementar lo antes citado, Shin (1985), demostró empíricamente que los consumidores responden a los precios medios en vez de a los precios marginales para determinar la cantidad de consumo. En la presente investigación será incluido como parte de los datos el precio medio<sup>4</sup>.

Finalmente, a más de la información mencionada, se ha complementado la base de datos con la incorporación de variables que capturan los efectos fijos tanto de mes como de año. Se ha generado también una variable “*dummy*” que refleje los efectos del tratamiento, tomando valor igual a 1 si los individuos son afectados y valor igual a 0 en el caso de no serlo.

<sup>4</sup> La variable precio medio ha sido calculada si se divide el total del consumo mensual en dólares para el total de kwh consumidos del mes.



Desde sus inicios, el diseño de regresión en discontinuidad ha sido considerado una técnica cuasiexperimental, ya que de manera intuitiva está asociada a métodos experimentales aleatorizados. Por tanto, este trabajo está basado en un diseño de regresión en discontinuidad que cumple una estructura y un tiempo específicos sobre la variable de asignación.

Al respecto, Lee y Lemieux (2010), realizaron tres distinciones: i) los individuos conocen de forma anticipada la aplicación del tratamiento, por tanto actúan y toman decisiones, alterando su probabilidad de recibir el tratamiento; ii) existe un impacto estocástico debido a su naturaleza, lo que refleja un incompleto control por parte de los individuos sobre la variable de asignación; y, iii) el tratamiento es asignado en base de la variable de asignación.

Esta característica del diseño de regresión en discontinuidad (RD), lo convierte a menudo en un diseño particularmente confiable. Es decir, cuando los individuos no tienen un control preciso sobre la variable de asignación, cada individuo tendrá aproximadamente la misma probabilidad de tener una  $X$  que esté justo por encima (recibe) o justo por debajo (no recibe) del tratamiento.

El diseño de RD fue introducido como una manera de estimar el efecto de un tratamiento en el cual se determina si la variable de asignación observada sobrepasa un determinado punto de corte<sup>5</sup>. Por tanto, la medición del efecto promedio del tratamiento, se realiza a través de la comparación de los resultados promedios que se extienden estrechamente a ambos lados del umbral. Entonces, se dice que la estimación del efecto promedio del tratamiento es equivalente al tamaño de la discontinuidad presentada. Adicionalmente, una RD requiere la definición de un grupo de tratamiento y uno de control, a base de una medida continua observada; el grupo de control es aquel que no recibe el tratamiento (conocido como contrafactual), mientras que el grupo de tratamiento es aquel que es afectado. La asignación de este tratamiento se realiza a través de la creación de una variable “*dummy*”, donde el valor de  $X$  es el único determinante sistemático para lo cual ha de cumplirse una conocida regla de decisión:

$$D=1, Si X>C+h$$

$$D=0, Si X\leq C+h$$

---

<sup>5</sup> Donald L. Thistlethwaite and Donald T. Campbell (1960).

Dicha discontinuidad puede ser formalmente expresada de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta + \alpha D + \gamma X_i + \varepsilon_i$$

Dado que,  $\gamma X_i$  es lineal,  $\alpha$  entonces es posible calcular la distancia entre las dos líneas paralelas de regresión lineal en el punto de corte, que en este caso es igual a la diferencia del precio promedio del grupo tratado con respecto al precio promedio del grupo de control. Resulta una estimación no sesgada del efecto del tratamiento común si la función de control es lineal. No obstante, es importante mencionar que existe un supuesto clave detrás de esta regresión, y es:  $E\{Y_{0i} | X_i\}$  y  $E\{Y_{1i} | X_i\}$  son continuos en  $X_i$  y  $X_0$

La aplicación del diseño de RD para la estimación de la elasticidad de la demanda es viable, ya que el análisis llevado a cabo en este trabajo encuentra posible corresponder a tal mencionado punto de corte, definiéndolo en función a la implementación de una nueva política tarifaria efectuada por el gobierno ecuatoriano. Así mismo, la estructura de reforma tarifaria adoptada y abordada en este estudio, hace efectivamente posible definir tanto el grupo de tratamiento como el grupo de control, cumpliéndose además que ambos grupos posean características similares.

Han sido definidos de la siguiente manera:

- **Grupo de tratamiento:**  $501 \text{ kWh} > X \geq 700 \text{ kWh}$  (consumo eléctrico mensual)
- **Grupo de control:**  $300 \text{ kWh} > X \geq 500 \text{ kWh}$  (consumo eléctrico mensual)

Adicionalmente, es importante mencionar que el presente trabajo pretende evaluar las elasticidades del sector residencial en el corto como en el largo plazo. Bajo esta distinción y las antes mencionadas identificaciones, finalmente se corren dos modelos de regresión, definidos a continuación:

Modelo de regresión - Largo plazo

$$\begin{aligned} \text{Consumo kWh} = & \beta + \alpha D \text{ Trat} + \gamma_1 \text{ Año2} \\ & + \gamma_2 \text{ Año3} + \gamma_3 \text{ Mes2} + \gamma_4 \text{ Mes3} + \gamma_5 \text{ Mes4} + \gamma_6 \\ & \text{Mes5} + \gamma_7 \text{ Mes6} + \varepsilon \end{aligned}$$

Modelo de regresión - Corto plazo

$$\text{Consumo kWh} = \beta + \alpha D \text{ Trat} + \gamma_1 \text{ Mes2} + \gamma_2 \text{ Mes3} + \gamma_3 \text{ Mes4} + \gamma_4 \text{ Mes5} + \gamma_5 \text{ Mes6} + \varepsilon$$

No obstante, a fin de identificar el cambio en el precio medio también fue necesario correr el siguiente modelo de regresión:

$$\text{Precio Medio} = \beta + \alpha D \text{ Trat} + \gamma_1 \text{ Año2} + \gamma_2 \text{ Año3} + \gamma_3 \text{ Mes2} + \gamma_4 \text{ Mes3} + \gamma_5 \text{ Mes4} + \gamma_6 \text{ Mes5} + \gamma_7 \text{ Mes6} + \varepsilon$$

Finalmente, soportando los resultados obtenidos mediante las regresiones, se incluyen en este trabajo comparaciones de media, tanto anuales como mensuales.

#### 4. Resultados

Se muestra un análisis descriptivo de los datos preliminares del objeto de estudio, de la variable precio medio y consumo medio (kWh), tanto antes (Tabla 1) como después del tratamiento (Tabla 2).

**Tabla 1.**  
**Análisis descriptivo – Antes del Tratamiento**

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Precio medio	0.08543	0.00068	0.08431	0.08679
Consumo-kwh	579.3	53.8	501.0	700.0

Como se definió el rango de consumo mensual para el grupo de tratamiento es de 501 kWh – 700 kWh. La Tabla 1 muestra como consumo mínimo 501 kWh-mes y el máximo consumo de 700 kWh-mes. Se observa que el precio promedio antes del tratamiento es de 0.085 cent/kWh, acompañado de un consumo promedio de 579.28 kWh-mes.

Además, se observa que los datos del precio medio se encuentran concentrados alrededor de la media con una desviación estándar cercana a cero; puesto que, al estar en el mismo bloque de consumo las tarifas aplicadas son prácticamente las mismas para todos los individuos; mientras que los datos de consumo presentan una variabilidad considerable; ya que, su desviación estándar es de 53.81 kWh-mes.

Se presenta la Tabla 2 con los estadísticos descriptivos de las variables con los resultados después del cambio tarifario.

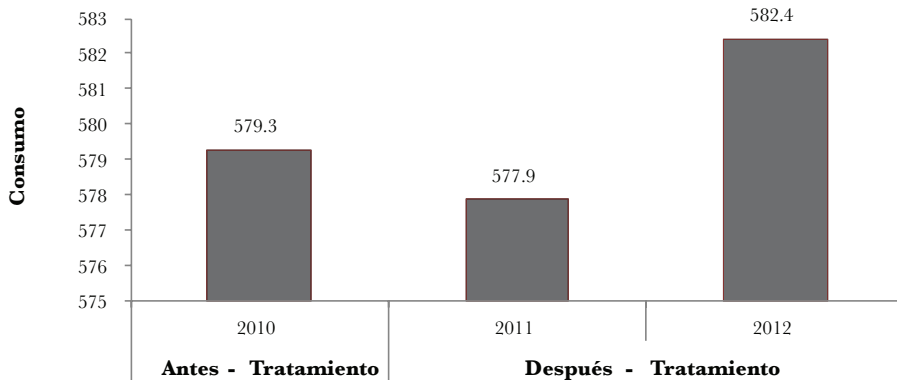
**Tabla 2.**  
**Análisis descriptivo de las variables analizadas después de la reforma tarifaria**

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Precio medio	0.08806	0.00264	0.08431	0.09407
Consumo-kwh	580.2	54.3	501.0	700.0

La Tabla 2 refleja los mismos resultados en cuanto al consumo eléctrico mínimo y máximo de las observaciones, en concordancia con lo antes mencionado. Sin embargo, tanto el precio medio como el consumo presentan incrementos promedios en comparación con lo ocurrido antes del tratamiento. El precio medio aumenta en promedio en 3.1% mientras que el consumo promedio aumenta casi un 10% con respecto a los resultados anteriores.

Para una mayor ilustración de estos resultados, a continuación se muestra un histograma de precios medios antes y después del tratamiento (Gráfico 2).

**Gráfico 2.**  
**Histograma de consumos anuales kWh- antes y después del tratamiento**



Por lo tanto, inicialmente parecería que el incremento tarifario no ha tenido los resultados esperados con el cambio de tarifa. Sin embargo,

no es adecuado realizar tal afirmación sin antes realizar un análisis más detallado de los datos, por lo cual se presenta a continuación la Tabla 3 con los consumos y precios promedios mensuales del grupo afectado por la reforma tarifaria, antes y después del tratamiento.

**Tabla 3.**  
**Consumos y precios medios mensuales y anuales antes y después del tratamiento**

Año	Promedios / Mes	Antes del cambio tarifario						Después del cambio tarifario					
		6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
1	Consumo	583.3	578.2	584.5	573.6	574.6	578.0						
	Precio	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085						
2	Consumo							584.4	576.2	579.0	571.0	575.5	575.3
	Precio							0.085	0.087	0.089	0.088	0.089	0.089
3	Consumo							592.6	580.2	579.3	574.8	584.1	579.0
	Precio							0.088	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089

Inicialmente, se observa que el consumo promedio de los tratados antes del cambio tarifario no presenta una tendencia claramente definida; existen promedios de consumos mensuales inestables. No obstante, al comparar estas medias con las del año posterior se refleja una disminución muy modesta en todos los meses, a excepción del primer mes analizado, lo cual, podría ser imputable al desconocimiento inmediato del incremento tarifario por parte de los consumidores residenciales. Sin embargo, la disminución promedio de consumo de los demás meses se atribuye al efecto del tratamiento, es decir, esta reducción es consecuencia directa del incremento en las tarifas residenciales eléctricas.

Asimismo, al comparar los resultados promedios de consumo del año 3, se presenta un comportamiento totalmente diferente al mencionado anteriormente. El consumo promedio para este año aumenta para todos los meses con respecto al año 2. Además, si se compara dicho consumo con el año 1, anterior a la entrada en vigencia del cambio tarifario, es posible notar que el consumo aumentó aún más que antes de que las tarifas fueran modificadas. Por tanto, el grupo tratado no solo no ha disminuido su consumo promedio con respecto a los años anteriores, sino que ha aumentado aún por encima del nivel de consumo promedio mantenido antes del incremento tarifario.

Adicionalmente, se observa en la Tabla 3 incrementos sostenidos del precio medio, siendo estos más elevados durante el último año analizado. No obstante, el precio promedio de los consumidores residenciales es de 0.0824.

Los resultados inicialmente expuestos, permiten prever los posibles resultados. Se realizaron las estimaciones de cada una de las regresiones presentadas en la sección de datos y metodología pero expresada en porcentajes; es decir, se estimaron para el corto y largo plazos los logaritmos de las regresiones de consumos. Adicionalmente, también se estimó la regresión de precios medios. Los resultados obtenidos de dichas regresiones se presentan a continuación (Tabla 4).

**Tabla 4.**  
**Regresión de precio medio**

Precio medio	Coficiente	Error estándar	t	P>t
Dummy Tratamiento	**0.0068462	0.00002980	229.86	0.000
Año2	** -0.0010366	0.00001890	-54.81	0.000
Año3	** -0.0006769	0.00001920	-35.33	0.000
Mes2	** -0.0000595	0.00002540	-2.35	0.019
Mes3	**0.000071	0.00002630	2,7	0.007
Mes4	** -0.0001576	0.00002680	-5.88	0.000
Mes5	-0.00002830	0.00002670	-1.06	0.289
Mes6	** -0.0000541	0.00002720	-1.99	0.046
Constante	**0.0820933	0.00002090	3,921.65	0.000
$\hat{\alpha}^2 = 0.5289$ $N=66.515$ $F( 8, 66.506) = 6,713.69$				
<b>** significativa al 1% y *significativa al 10%</b>				

La Tabla 4 muestra la variable “*dummy*” de tratamiento en función de los precios medios, además de los efectos fijos de año y de mes para lo cual, se observa que esta regresión está controlada; la variable “dummy tratamiento” resulta significativa al 1%. Por tanto, con un nivel de confianza del 99% se puede aseverar que el valor de dicha variable es diferente de cero. El valor de dicha variable indica que el incremento de precios medios es 0.0068 cent/kWh. A partir de este resultado y al conocer además que el precio promedio es de 0.0824, se obtiene que los precios medios sufren una variación promedio de 8.31%; por tanto, los consumidores del grupo tratado, después de la reforma, pagan 8.31% más con respecto al grupo de control.

Además, se observa que el restante de variables, con excepción de la variable mes5, resultan estadísticamente significativas y de manera general las desviaciones estándar para cada una de ellas resultan ser un valor cercano a cero.

Adicionalmente, se estiman las regresiones de logaritmo de consumo, tanto al corto como al largo plazo. Inicialmente, se presentan

los resultados obtenidos de la regresión del logaritmo de consumo en kWh en el corto plazo, mostrados en la Tabla 5.

**Tabla 5.**  
**Regresión de logaritmo del consumo kWh – Corto plazo**

Ln consumo-kWh	Coefficiente	Error estándar	t	P>t
Dummy Tratamiento	*-0.0028545	0.0018623	-1.53	0.125
Mes2	** -0.0109455	0.0029071	-3.77	0.000
Mes3	-0.0027677	0.0029660	-0.93	0.351
Mes4	** -0.0193261	0.0032913	-5.87	0.000
Mes5	** -0.0151894	0.0030862	-4.92	0.000
Mes6	** -0.0116622	0.0030708	-3.80	0.000
Constante	**6.366479	0.0021490	2,962.58	0.000
$\hat{\alpha}^2 = 0.0056$ $N = 9.855$ $F(6, 9,848) = 9.06$				
** significativa al 1% y *significativa al 12,5%				

Los resultados obtenidos mediante esta regresión indican que en el corto plazo<sup>6</sup> el grupo de consumidores afectados por el tratamiento reducen su consumo en promedio en 0.285% con respecto al grupo no afectado, como consecuencia del incremento en las tarifas; pero al analizar la desviación estándar se observa que existe mucha variación ente los diferentes tipos de consumidores. Asimismo, la Tabla 5 muestra que la probabilidad de que el coeficiente de la variable “dummy tratamiento” sea cero es 12.5%; por ende, esta variable resulta significativa al 12.5%. Sin embargo, las variables restantes resultan significativas al 1% a excepción de la variable mes3.

Finalmente, con los resultados obtenidos es posible calcular la elasticidad precio de la demanda a corto plazo del sector residencial eléctrico. Si se conoce que la variación porcentual del consumo promedio y precio promedio es 0.285% y 8.31%, respectivamente, se estima que la mencionada elasticidad es -0.003. Por tanto, se encuentra una elasticidad precio de la demanda muy modesta; este resultado es consistente con los resultados de elasticidades encontrados en la literatura existente.

Acontinuación en la Tabla 6 de regresión del logaritmo de consumo a largo plazo se reflejan resultados diferentes a los antes descritos. Es decir, el consumo promedio a corto plazo del grupo tratado

<sup>6</sup> Se consideran para esta regresión, únicamente los datos del año 1 y 2. Es decir, se mide el efecto del tratamiento para un período de un año después de la reforma.

difiere con respecto al consumo promedio a largo plazo.

**Tabla 6.**  
**Regresión de logaritmo del consumo kWh – Largo plazo**

Ln consumo-kWh	Coefficiente	Error estándar	t	P>t
Dummy Tratamiento	**0.4385088	0.0012720	344.73	0.000
Año2	**-.09547	0.0016893	-56.51	0.000
Año3	**-.0833487	0.0017067	-48.84	0.000
Mes2	**-.0214828	0.0021877	-9.82	0.000
Mes3	**-.020331	0.0022416	-9.07	0.000
Mes4	**-.0387254	0.0022798	-16.99	0.000
Mes5	**-.0296786	0.0022486	-13.2	0.000
Mes6	**-.0301682	0.0023028	-13.1	0.000
Constante	**6.030938	0.0019151	3149.18	0.000
$\hat{R}^2 = 0.3968$ $N=66.515$ $F(8, 66.506) = 1,5418.08$ <b>** significativa al 1%</b>				

Contrariamente, a los resultados anteriores, esta regresión refleja que el consumo medio del grupo de consumidores tratados en el largo plazo ha aumentado en promedio 43.85% con respecto al grupo de control. No obstante, la dispersión en los datos se mantiene de manera más moderada; la desviación estándar es de 0.00127. La Tabla 6 presenta que todas las variables se muestran estadísticamente significativas al 1%.

Además, en cuanto al  $R^2$ , si bien es cierto que en ambas regresiones se obtiene un valor relativamente bajo, no muy cercano a 1, es necesario tener en cuenta que la estrategia de una regresión en discontinuidad no es predecir la demanda en sí, sino conocer en que medida una parte de esa variación promedio puede ser atribuida a esa discontinuidad.

Por lo tanto, los resultados muestran que los consumidores residenciales de la ciudad de Guayaquil en el largo plazo son relativamente indiferentes a incrementos de precios en la tarifa.



## 5. Conclusiones

La presente investigación incorpora a la literatura existente el uso de la técnica de regresión en discontinuidad para la estimación de la elasticidad precio de la demanda en el sector eléctrico residencial de la ciudad de Guayaquil.

El uso del diseño de regresión en discontinuidad es efectivamente útil para la estimación de la elasticidad precio de la demanda en el sector eléctrico residencial, para lo cual, una definición adecuada del punto de corte es esencial.

Se demuestra cómo mediante el uso de la mencionada técnica es totalmente plausible la estimación de la elasticidad precio de la demanda en el sector eléctrico residencial para los consumidores en el Ecuador, motivada por una reforma tarifaria.

Los resultados permiten concluir que a corto plazo, los hogares son capaces de modificar de manera modesta su consumo, ante un aumento tarifario. Mientras que, a largo plazo, los consumidores residenciales son indiferentes a un incremento de precios.

Además, se muestra que incrementos modestos en los precios promedios pueden no llegar a ser un instrumento efectivo para conseguir la reducción del consumo eléctrico en los hogares.

La elasticidad precio de la demanda a corto plazo es elástica.

La política tarifaria debe combinarse con otras políticas de persuasión para conseguir un impacto significativo sobre el consumo en los hogares.

**Bibliografía**

- Acton, M., y Mowill. (1989). “Residential demand for electricity in Los Angeles: AN econometric study of desaggregated data”.
- Al, F. y Abdul, R. (2002). “The Demand for Electricity in the GCC Countries”. Energy Policy. 30(2): 117-124.
- Alberini y Filippini. (2011). “Response of Residential Electricity Demand to Price: The Effect of Measurement Error”. Energy Economics. 33(5): 889-895.
- Anderson. (1973). “Residential demand for electricity: Econometric estimates for California and the United States”. Journal of Business. 46,4: 526-53.
- Barnes, Gillingham y Hagemann. (1981). “The short run for residential demand for electricity”. The review of economics and statistics. 63: 541-552.
- Battistin y Rettore. (2002). “Testing for Program Effects in a Regression Discontinuity Design with Imperfect Compliance”. Journal of the Royal Statistical Society, Series A. 165: 39–57.
- Beccali, Cellura, Lo Brano, y Marvuglia. (2008). “Short-term prediction of household electricity consumption: Assessing weather sensitivity in a Mediterranean area”. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 12(8): 2040-2065.
- Black. (1999). “Do Better Schools Matter? Parental Valuation of Elementary Education”. Quarterly Journal of Economics. 114: 577–599.
- Brown, H., y Baxter. (1975). “New way to measure price elasticity, Electrical World”. 184: 52-54.
- Chang y Hsing. (1991). “The demand for residential electricity: new evidence for time varying elasticities”.
- Dahl, C. (2011). “A Global Survey of Electricity Demand Elasticities”. Department of Economics College of Business Administration.
- De Vita, E., y Hunt. (2005). “An Empirical Analysis of Namibian Energy Demand”. Draft. Surrey Energy Economics Centre. University of Surrey. Guilford. Surrey.
- Engle y Granger. (1987). “Cointegration and error correction: Representation, Estimation, Testing, Econometrica”. Volume 55. 251-276.
- Fernandez. (2010). “Análisis microeconómico de la demanda residencial de corto plazo en España”. Grupo de Investigación en Políticas Públicas y Regulación Económica. Dept. de Política.
- Filippini, M. (1995a). “Residential Demand for Electricity by Time – of – Use”. Resource and Energy Economics. 17(3): 281-290.
- Filippini, M. (1995b). “Swiss Residential Demand for Electricity by Time – of – Use: An Application of the Almost Ideal Demand System”. Energy Journal. 16(1): 27-39.

- Fisher y Kaysen. (1962), *“The Demand for Electricity in the United States”*. North – Holland, Amsterdam. Call# HD9685.U5F55.
- Halvorsen. (1975), *“Residential Demand for Electric Energy”*. Review of Economics and Statistics, 57:12-18.
- Hayden N. (2009). *“The Residential Demand for Electricity in the United States”*. Department of Economics. The George Washington University. Washington DC.
- Hondroyiannis. (2004), *“Estimating residential demand for electricity in Greece”*. Energy Economics. 26: 319-334.
- Houthakker. (1951). *“Some Calculations of Electricity Consumption in Great Britain”*. Journal of the Royal Statistical Society. 114: 351-371.
- Hyndman, Kotowitz y Mathewson. (1980). *“The Residential Demand for Electric Energy and Natural Gas in Canada”*. Energy Policy Modeling: United States and Canadian Experiences. Specialized Energy Policy.
- Ibrahim, D., y Sadik, D. (1997). *“Energy and GDP”*. International Journal of Energy Research. Volume 21: 153–167.
- Jamal, A., y Abdulla, A. (1996). *“Modelling the impact of temperature on electricity consumption in the Eastern Province of Saudi Arabia”*. Journal of Forecasting. Volume 15: 97–106.
- Labandeira, Labeaga y Rodríguez. (2006). *“A Residential Energy Demand System for Spain”*. The Energy Journal International Association for Energy Economics. Vol. 0, 87-112.
- Labandeira, Labeaga, López-Otero. (2011). *“Estimation of Elasticity Price of Electricity with Incomplete Information”*. Energy Economics.
- Lee. (2001). *“The Electoral Advantage to Incumbency and Voters’ Valuation of Politicians’ Experience: A Regression Discontinuity Analysis of Elections to the U.S. House”*.
- Narayan, K., Russel, S., y Arti, P. (2007). *“Electricity Consumption in G7 Countries: A Panel Cointegration Analysis of Residential Demand Elasticities”*. Energy Policy. Doi:10.1016/J.Enpol.2007.03.018.
- Pardo, Meneu y Valor. (2002). *“Temperature and seasonality influences on Spanish electricity load”*. Energy Economics. 24(1): 55–70.
- Poyer y Williams. (1993). *“Residential Energy Demand: Additional Empirical Evidence by Minority Household Type”*. Energy Economics. Abril. 93-100.
- Psiloglou, Giannakopoulos, Majithia y Petrakis. (2009). *“Factors affecting electricity demand in Athens, Greece and London, UK: A comparative assessment”*. Energy 34(11): 1855–1863.
- Reiss y White. (2005). *“Household electricity demand, revisited”*. Review of Economic Studies. 72(3): 853–883.

- Sailor y Muñoz. (1997). “*Sensitivity of electricity and natural gas consumption to climate in the U.S.A.—Methodology and results for eight states*”. *Energy* 22(10): 987-998.
- Shin. (1985). “*Perception of price when price information is costly: evidence from residential electricity demand*”. *Review of Economics and Statistics*. 67: 591-8.
- Shu, F. y Rob, H. (2010). “*The price elasticity of electricity demand in South Australia*”. Department of Econometrics and Business Statistics of Monsh University.
- Silk y Joutz. (1997). “*Short- and Long-Run Elasticities in U.S. Residential Electricity Demand: A Cointegration Approach*”. *Energy Economics*. 19: 493-513.
- Taylor. (1975). “*The demand for electricity: a survey*”. *Bell Journal of Economics and Management Science*. 6: 74-110.
- Van der Klaauw, W. (2008b). “*Regression-Discontinuity Analysis: A Survey of Recent Developments in Economics*”. 22(2): 219–45.
- Wilder y Willenborg. (1975). “*Residential demand for electricity: A Consumer Panel Approach*”. *Southern Economic Journal*. 42,2: 212-17
- Wilson. (1971). “*Residential demand for electricity*”. *Quarterly Reviews of economics and Business*. 11,1: 7-22.
- Zachariadis y Pashourtidou. (2007). “*An Empirical Analysis of Electricity Consumption in Cyprus*”. *Energy Economics*. 29(2): 183-198.