



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA**

**ECONOMÍA APLICADA  
FACULTAD DE ECONOMÍA, DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CONSUMO ENERGÉTICO EN LOS HOGARES DE MÉXICO. UN ANÁLISIS DE  
REGRESIÓN POR CUANTILES**

**TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:  
JUAN PABLO RAMÍREZ HERNÁNDEZ**

**TUTOR:  
DRA. ISALIA NAVA BOLAÑOS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, UNAM**

**MIEMBROS DEL JURADO**

**DRA. LILIA DOMÍNGUEZ VILLALOBOS  
FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM**

**DRA. FLOR BROWN GROSSMAN  
FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM**

**DR. JOSÉ NABOR CRUZ MARCELO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, UNAM**

**DR. ABRAHAM GRANADOS MARTÍNEZ  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, UNAM**

**CIUDAD DE MÉXICO, JULIO DE 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los trabajadores de mi país, quienes a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) me otorgaron una beca para concluir mis estudios de maestría.

Agradezco a los integrantes del comité tutorial por el tiempo destinado a la lectura de esta tesis. Hago un agradecimiento especial a mi asesora, la Dra. Isalia Nava Bolaños por todo el apoyo, paciencia y dedicación que me brindó durante el periodo de elaboración de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

**A mi familia, por todo el respaldo, amor y paciencia.**

## **Resumen**

En este trabajo se analizan los determinantes del consumo de tres fuentes de energía doméstica en México para el año 2014: la electricidad, el gas licuado del petróleo y una variable compuesta conformada por la gasolina magna y premium, el diésel y el gas. Para generar la base de datos se utiliza la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Partiendo de esta información se identifica la desigualdad en el consumo mediante el coeficiente de Gini y posteriormente se desarrolla un modelo econométrico utilizando la metodología de Regresión por Cuantiles. Los hallazgos principales muestran que el ingreso es el principal determinante del consumo energético en los hogares en México, sin embargo, existe una serie de variables sociodemográficas que también influyen en el consumo doméstico. Por otro lado, el gasto en gas licuado del petróleo es considerablemente homogéneo, el de la electricidad mantiene relativamente esta característica, mientras que el gasto en combustibles fósiles para vehículos automotores es bastante desigual.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....	5
<b>Introducción</b> .....	5
<b>La línea de pobreza energética</b> .....	5
<b>Enfoque de la desigualdad</b> .....	6
<b>Regresión por cuantiles</b> .....	8
<b>Análisis de las variables que influyen en el consumo energético</b> .....	9
<b>Características del jefe de familia</b> .....	9
<b>Características de los hogares</b> .....	10
<b>Características de la vivienda</b> .....	11
<b>Variable geográfica</b> .....	12
<b>Conclusiones</b> .....	12
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA</b> .....	14
<b>Introducción</b> .....	14
<b>Descripción de la base de datos</b> .....	15
<b>El coeficiente de Gini</b> .....	17
<b>Modelo de Regresión por Cuantiles</b> .....	18
<b>Descripción del modelo</b> .....	20
<b>Especificación del modelo</b> .....	21
<b>Variable Dependiente</b> .....	22
<b>Variables Independientes</b> .....	22
<b>Conclusiones</b> .....	24
<b>CAPÍTULO 3: MODELO ECONOMETRICO</b> .....	25
<b>Introducción</b> .....	25
<b>El ingreso</b> .....	26
<b>Coefficientes de Gini</b> .....	30
<b>Resultados de las estimaciones</b> .....	33
<b>Consumo eléctrico en los hogares</b> .....	34
<b>MCO</b> .....	34
<b>Regresión por Cuantiles</b> .....	34

<b>Consumo de Gas Licuado del Petróleo en los hogares .....</b>	<b>39</b>
<b>MCO .....</b>	<b>39</b>
<b>Regresión por cuantiles.....</b>	<b>39</b>
<b>Resultados de la variable Gasol .....</b>	<b>43</b>
<b>MCO .....</b>	<b>43</b>
<b>Regresión por cuantiles.....</b>	<b>43</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSIONES FINALES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>

## INTRODUCCIÓN

El uso de la energía es uno de los elementos que define las economías modernas. Sin embargo, la utilización de ésta no se restringe al ámbito productivo. “En la actualidad el uso de energía es un elemento esencial para el bienestar de las personas. La disponibilidad y calidad de los principales servicios domésticos que impactan su nivel de vida están vinculados con su uso ya que “el acceso a las formas modernas de energía es esencial para el suministro de agua limpia, servicios médicos y sanitarios y provee grandes beneficios para el desarrollo a través del abastecimiento de iluminación, calefacción, de cocción de alimentos, transporte...” (IEA, 2010, p. 11).

La fuente original de energía para las actividades sociales fue la energía humana - el músculo humano suministró la potencia mecánica necesaria en el amanecer de la civilización. Posteriormente vino el control y el uso del fuego a través de la combustión de la madera con lo cual se tuvo la capacidad para aprovechar las transformaciones químicas provocadas por la energía térmica y con ello se pudo cocinar alimentos, calentar viviendas y extraer metales (bronce y hierro). La energía del agua corriente y del viento también fue aprovechada. La energía de los animales de tiro empezó a jugar un papel importante en la agricultura, el transporte e incluso en la industria. Finalmente, en rápida sucesión, las sociedades humanas adquirieron control sobre el carbón, el vapor, el petróleo, la electricidad y el gas. Así, desde esta perspectiva, la historia puede ser vista como un relato acerca del control sobre las fuentes de energía para el beneficio de la sociedad (UNDP, 2000, p. 41).

En su estudio sobre la historia de la energía, Smil (1994) plantea que los combustibles fósiles y la electricidad ayudaron a crear el mundo moderno al liberar a millones de personas de los más penosos trabajos físicos, incrementando la productividad de la agricultura, mecanizando la producción industrial, etc. (p. 557). Estos beneficios también se hicieron sentir a nivel doméstico ya que el consumo de energía moderna contribuyó a elevar los niveles de vida de las personas. “Al reducir el consumo de biomasa<sup>1</sup> se incrementa el tiempo disponible en los hogares generando mayores oportunidades. Al usar electricidad durante los horarios nocturnos, se extendieron las horas de trabajo y de estudio, contribuyendo al incremento de la productividad y de los niveles de educación” (Barnes *et al.*, 2010, p. 894).

Hoy en día existe una creciente atracción hacia los temas relacionados con la demanda de energía en los hogares. No es la primera vez que la comunidad académica se muestra interesada en esta materia. Brounen *et al.* (2012) señalan que la investigación sobre el tema se puede rastrear hasta principios de la década de los cincuentas en Gran Bretaña con el documento de Samuel Houthakker (1951) *Some calculations on electricity consumption in Great Britain*. Más tarde, en las postrimerías

---

<sup>1</sup> La biomasa es materia orgánica susceptible a ser usada como combustible como por ejemplo leña, ramas y hojas.



de la crisis del petróleo, la preocupación respecto a la dependencia energética de los combustibles fósiles desencadenó la primera ola de investigación en políticas orientadas a mejorar la eficiencia energética de los hogares a finales de la década de los setentas. Hoy vuelve a presentarse un interés en la eficiencia energética en el sector residencial pero ahora motivado por la preocupación respecto a la contaminación, el calentamiento global y el agotamiento de los combustibles fósiles (p. 931).

No obstante, los temas relacionados con el medio ambiente no son los únicos pendientes en la agenda energética. La desigualdad en el consumo de energía entre los países a nivel mundial es enorme, incluso si consideramos únicamente a los países desarrollados. Sorteando las diferencias climáticas y de uso combinado de combustibles, Brounen *et al.* (2012) establecen una comparación bastante ilustrativa del consumo de electricidad entre Holanda y Estados Unidos. En 2009, el consumo promedio de electricidad *per cápita* en Holanda fue de 1350 Kwh, mientras que en California fue de 6691 Kwh, en tanto que el consumo promedio *per cápita* en los Estados Unidos fue de 11641 Kwh (p. 933). En contraparte, de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), en 2010 había “1.4 billones de personas -alrededor de 20% de la población mundial- que carecían de acceso a la electricidad y 2.7 millones de personas –alrededor de 40% de la población mundial- dependían del uso tradicional de biomasa para cocinar” (IEA, 2010, p. 9).

La desigualdad en el consumo entre la población al interior de cada país es otro problema preocupante, principalmente en los países en desarrollo. De acuerdo con el enfoque del ingreso, la calidad y cantidad de combustibles consumidos por la población de cada país cambia en la medida en que se avanza en la distribución del ingreso. Esto significa más y mejores combustibles a disposición de las clases altas mientras que en los estratos más bajos, el consumo de energía es menor y en ocasiones depende en gran medida de combustibles tradicionales. Esta situación provoca que la erogación de dinero por parte de los hogares pobres sea mucho mayor en comparación con los ricos por cada unidad de energía consumida (Pachauri y Spreng, 2003, p. 6)<sup>2</sup>. Otra de las consecuencias tiene que ver con los daños a la salud debido a la contaminación del aire ocasionada por la combustión ineficiente de biomasa, principalmente entre la población de menores ingresos, lo que ocasiona que

---

<sup>2</sup> Los porcentajes de eficiencia en el consumo de energía varían ampliamente entre las diversas fuentes, ya que depende de la capacidad de cada combustible para transformar el material físico en energía útil. En el caso de los combustibles utilizados para la cocción, **Barnes et al. (2011)**, señalan que el uso tradicional de leña tiene un porcentaje de eficiencia del 15% mientras que ese mismo material, pero quemado en una estufa mejorada incrementa su eficiencia al 25%. Asimismo, la eficiencia del keroseno quemado en una estufa de mecha es del 35% (**p. 897**). Ahora si trasladamos ese porcentaje de eficiencia a la cantidad de material combustible necesario para cocinar, las diferencias se perciben de forma más clara, ya que de acuerdo con **O’Sullivan y Barnes. (2006)**, para proveer 5 Gigajoules de energía útil se requiere de 2 toneladas de leña (2000 kilogramos de leña) comparado con tan solo 219 m<sup>3</sup> de gas natural o 180 kilogramos de GLP (**p. 39**).

el número de muertes prematuras debido a la contaminación del aire en los hogares sea mayor que las ocasionadas por enfermedades como la malaria o la tuberculosis (IEA, 2010, p. 13).<sup>3</sup>

Si bien existen diversos trabajos que identifican al ingreso como el principal determinante en el consumo de energía en los hogares, un número creciente de investigaciones considera otras variables que también influyen en la demanda. Aspectos sociodemográficos como el tamaño del hogar, el sexo y la edad de sus miembros, el tamaño de la vivienda y su equipamiento, así como los patrones de organización familiar juegan un papel considerable en la factura de combustibles en la población. “El tamaño y la estructura de los hogares se encuentran entre los principales determinantes de la demanda de energía residencial. De hecho, el tamaño del hogar está naturalmente relacionado con el consumo total de energía”. “La composición por edad de los hogares, además, determina los patrones de consumo de la misma. Por ejemplo, una familia de padres jóvenes con niños pequeños tiene un patrón de consumo diferente que una pareja de ancianos cuyos hijos han dejado el hogar” (Cruz Islas, 2013, p 191). Existe una gran variedad de estudios a nivel internacional que abordan el consumo energético desde esta óptica. No obstante, en nuestro país existe muy poca bibliografía al respecto. Esta tesis es una contribución al análisis desde esta perspectiva.

El objetivo de este trabajo es analizar el consumo energético residencial en nuestro país. La pregunta de la que se parte es: ¿Cuáles son los determinantes del consumo energético en los hogares en México? Para responder esta pregunta, se plantea la siguiente hipótesis: El consumo de energía residencial en México está determinado por una serie de variables económicas y sociodemográficas relacionadas con el ingreso y con las características del(a) jefe(a) de familia, del hogar y de la vivienda y de su ubicación geográfica. Para probar la hipótesis se realizó una revisión de los distintos enfoques que abordan la demanda de energía residencial, se analizaron las fuentes de información disponibles y se construyó una base de datos a partir de la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares (ENIGH) en su edición 2014 elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La base se generó considerando las tres fuentes de energía moderna más utilizadas en los hogares en México: la electricidad, el gas licuado del petróleo y la variable gasol que engloba a la gasolina magna, prémium, el diésel y el gas. La metodología que se utiliza para obtener las estimaciones es la Regresión por Cuantiles.

---

<sup>3</sup> De acuerdo con la **Agencia Internacional de Energía (2010)**, la mayoría de los dispositivos que ocupan biomasa para cocinar carecen de chimeneas o campanas extractoras de humo. A consecuencia de esta situación, los niveles de contaminación del aire dentro de los hogares que cocinan con biomasa son a menudo muchas veces superiores a los niveles habituales en el exterior, incluso considerando a las ciudades más contaminadas. Esta situación propicia que 1.45 millones de personas mueren prematuramente cada año debido a la contaminación del aire ocasionada por la combustión ineficiente de biomasa de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Hasta donde se tiene conocimiento, esta técnica no ha sido utilizada para el análisis del consumo energético en nuestro país. Por otro lado, debido a que esta metodología posibilita generar estimaciones en distintos puntos de la distribución sin que estén influenciados por datos extremos, en este trabajo también se incorpora el análisis de la desigualdad en el consumo de las variables consideradas. En este sentido, a lo largo de la investigación se obtienen los determinantes del consumo de las tres fuentes de energía mencionadas, se identifica el nivel de desigualdad y se construyen los coeficientes de Gini para cada combustible.

La investigación está dividida de la siguiente manera: En el primer capítulo se revisa la literatura sobre el consumo de energía residencial. En el capítulo dos se explica la fuente de información empleada para construir la base de datos. En este mismo apartado se define la metodología y las variables utilizadas en la construcción del modelo. En el capítulo tres se exponen las relaciones que se obtuvieron a partir de la estadística descriptiva y los resultados del modelo econométrico. Finalmente, en la última sección se plantean las conclusiones del trabajo.

## CAPÍTULO 1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### Introducción

Existen diversos enfoques que abordan el tema del consumo de energía doméstico. Sin pretender ser exhaustivos, este capítulo se concentra en una revisión de la literatura relativa al análisis de la demanda de energía en los hogares. En la primera parte se abordan los enfoques de la Línea de pobreza energética y el denominado “*Desigualdad*”. Aunque ambas perspectivas comparten elementos en común, existen detalles importantes que las diferencian, los cuales son desarrollados en esta sección.

Posteriormente se hace un recuento de las investigaciones que desarrollan esta temática en México. Si bien es cierto que en nuestro país la bibliografía sobre estos temas es limitada, también es clara la importancia de algunos de los estudios hechos, los cuales se revisan en esta parte del documento. Más adelante se analizan las investigaciones que aplican la metodología de Regresión por Cuantiles en el contexto del consumo energético. Los trabajos revisados realizan el análisis desde diversos contextos geográficos como España, Taiwán o Argentina. Asimismo, estudian el consumo de una sola fuente de energía en los hogares, la electricidad.

A pesar de que la variable ingreso (ya sea *per cápita* o por hogar) es fundamental para el análisis del consumo energético en los hogares, existen otras que juegan un papel central a la hora de intentar explicar la dinámica de la demanda energética. Estas variables tienen que ver con las características sociodemográficas de las familias, con elementos geográficos y con las características de las viviendas. En la última parte del capítulo se revisa un gran número de trabajos para discernir los factores más importantes que consideran los autores en cada análisis de la demanda de energía. Para tal efecto se divide el estudio de las variables en cuatro categorías, a partir de las cuales se delimitan los principales determinantes del consumo energético. Al final del capítulo se desarrollan las conclusiones del mismo.

### La línea de pobreza energética

Esta perspectiva de estudio se orienta hacia la determinación de “el nivel mínimo de consumo de energía que un hogar debe de mantener para subsistir” (Barnes *et al*, 2010, p. 896). Una de las primeras referencias que se tiene respecto a esta perspectiva es el estudio de Pachauri y Spreng (2003), en el que se analizan tres aproximaciones distintas sobre el tema. A partir de estas tres alternativas, los autores construyen una *matriz de acceso al consumo de energía*. Pachauri y Spreng consideran que este tipo de metodología, en la que se combinan distintos enfoques para abordar la pobreza energética, proporciona herramientas que ayudan a obtener una medida general de pobreza, más útil,

eficiente y robusta, la cual tendría la ventaja de medir no solamente consumo sino también capacidades (p. 12). Esta misma herramienta es utilizada un año después en el documento de Pachauri, Mueller, Kemmler y Spreng (2004), para analizar la evolución que ha tenido el consumo de energía en la India. Los resultados obtenidos muestran una significativa reducción del nivel de pobreza energética extrema, al pasar del 38% al 14%.

Otros autores que utilizan estos enfoques en su investigación son Barnes, Khandker y Samad (2011), quienes utilizan una metodología alterna para calcular una línea de pobreza energética en las zonas rurales de Bangladesh. Dividiendo a la población por deciles de ingreso, encontraron que a partir del sexto decil, existe una relación positiva significativa entre el nivel de ingreso y la demanda de energía. En este sentido, los hogares que se encuentran en el umbral o por debajo de él, son considerados dentro de la pobreza energética. La demanda de energía de los hogares que se encuentran en los niveles más bajos de esta categoría es prácticamente constante, ya que no está relacionada con su nivel de ingresos, debido a que su consumo se encuentra a un nivel de supervivencia.

### **Enfoque de la desigualdad**

La desigualdad es un concepto que genera un amplio debate académico debido a su compleja relación con otras variables económicas. De acuerdo con Berg y Ostry, el efecto paradójico que tiene se puede entender al observar que “cierto grado de desigualdad es esencial para el funcionamiento eficaz de la economía de mercado así como para los incentivos necesarios en la inversión y el crecimiento. No obstante, la desigualdad también es perniciosa para el crecimiento” (Berg y Ostry, 2011, p. 3).

Desde la perspectiva de la demanda energética, el concepto de desigualdad es abordado analizando el consumo entre los distintos grupos de la población definidos a partir de su ingreso. En un trabajo de 2005, Cohen, Lenzen y Schaeffer analizan los determinantes del consumo en Brasil con énfasis sobre la desigualdad. Con datos del periodo 1995-1996 y utilizando un modelo de insumo producto, los autores se dan a la tarea de calcular el gasto de los hogares, el cual es dividido en distintos niveles de ingreso, así como la intensidad de energía requerida para las 12 principales categorías de consumo. Los resultados muestran que el gasto en energía se incrementa con el aumento del ingreso, sin embargo también muestra una gran disparidad entre los distintos niveles de renta. En una investigación posterior, Jamasb y Meier (2010), plantean la relación entre el gasto en energía, el ingreso de los hogares y algunas variables socioeconómicas, poniendo especial énfasis en el consumo de energía entre distintos grupos de ingreso en el Reino Unido. Utilizando la Encuesta Británica de Panel de los Hogares, tratan de encontrar el punto de inflexión en donde los hogares cubren sus

necesidades energéticas básicas a través de un análisis de las curvas de Engel. Los resultados muestran que dicho punto se alcanza en un nivel de ingreso de entre 30 mil y 45 mil libras.

Por su parte, Joyeux y Ripple (2007) analizan la relación entre las medidas oficiales de pobreza basadas en el ingreso y el consumo de energía, particularmente de electricidad, en siete países asiáticos, así como Australia, Estados Unidos y la Unión Europea. Su objetivo es tratar de hallar cointegración entre las series. Sin embargo, los resultados determinan que ésta no existe, entonces se concluye que el ingreso por sí mismo es incapaz de capturar toda la información que aporta el consumo de electricidad, y por lo tanto, que las medidas de pobreza basadas únicamente en el ingreso desdeñan mucha información valiosa sobre los niveles de vida de la población (p. 22).

En lo que respecta a México, existe poca bibliografía relativa al tema. Entre esta podemos mencionar el trabajo de Rosas-Flores, Morillón y Fernández (2010), quienes analizan la distribución del gasto que se le asigna a las principales fuentes de energía en los hogares mexicanos para el periodo 1968-2006. Usando la base de datos de la ENIGH y sus anteriores versiones y utilizando las Curvas de Lorenz junto con los coeficientes de Gini, los autores encuentran que el coeficiente calculado para la electricidad, el gas licuado del petróleo y la gasolina ha venido reduciéndose desde 1968. En este sentido, argumentan que, a pesar de la desigual distribución del ingreso, existe una tendencia moderada a un mayor gasto en combustibles modernos, la cual podría acelerarse si se modificara dicha desigualdad en la distribución. Asimismo, encuentran que la gasolina es el combustible que tiene el consumo más desigual entre los hogares, mientras que la electricidad y principalmente el GLP muestran una tendencia a un consumo más equitativo. Por otro lado, se encuentra el documento de Rodríguez-Oreggia y Yopez-García (2014) quienes abordan nuevamente el tema del ingreso y los aspectos sociodemográficos de los hogares al calcular por medio de un modelo Tobit los determinantes de diferentes fuentes de energía consumidas en las viviendas tanto del medio rural como urbano. Esta información es utilizada para analizar los efectos del ingreso y las características de los hogares en el consumo de energía a nivel residencial. Algunos de los resultados que obtienen los autores es que en el medio urbano, los deciles de ingreso más bajo destinan 9% de su gasto al consumo de energía mientras que los deciles de mayor ingreso y el porcentaje asciende a 10%. En los hogares rurales la relación es de 8 y 12% respectivamente. También las fuentes de energía modernas junto con la gasolina son los principales combustibles consumidos por los hogares de mayor ingreso tanto en el ámbito rural como en el urbano.

## Regresión por cuantiles

En el documento de Medina y Vicens de 2011, los autores analizan los factores que determinan la demanda eléctrica de los hogares en España. Utilizando la Encuesta de Presupuestos Familiares, la cual se publica anualmente, utilizan características sociodemográficas, además del ingreso, como variables explicativas del gasto en electricidad. Para obtener la elasticidad ingreso de la demanda, generan estimaciones mediante la técnica de MCO y después los comparan con los resultados de la regresión cuantílica, encontrando diferencias considerables. Los resultados obtenidos en el estudio indican que el tamaño del hogar (número de miembros) y el tamaño de la vivienda medido en m<sup>2</sup> son las variables que más influyen en el gasto doméstico en electricidad, asimismo la región que cuenta con una mayor penetración de aire acondicionado resultó entre las que más consumen electricidad. De acuerdo con los autores, la baja importancia del ingreso como determinante del consumo de electricidad indica que este energético se debe considerar como un bien de primera necesidad.

Por otro lado, Hancevic y Navajas (2015) analizan el consumo de electricidad en Buenos Aires, de acuerdo con sus características socioeconómicas, de equipamiento y localización. El objetivo del documento es hallar las características asociadas con niveles altos de consumo en donde potencialmente se encuentren hogares con niveles elevados de ineficiencia energética. Uno de los primeros resultados relevantes es que los hogares con consumo alto de electricidad están distribuidos de manera uniforme a lo largo de los deciles de la distribución de gasto total, lo que significa que el sobreconsumo de energía eléctrica no es explicado nítidamente por el nivel de ingreso de los hogares. Por otro lado, la falta de acceso a la red de gas natural deriva en ineficiencias en el consumo eléctrico. Finalmente, los resultados también indican que los departamentos consumen menos electricidad que las casas solas.

En un estudio del mismo año, Wen-Hsiu (2015) aborda los determinantes del consumo de electricidad en Taiwán para el periodo 1981-2011. En este documento, el autor analiza el efecto que han tenido variables socioeconómicas, demográficas y las características de la vivienda en el consumo de electricidad en el sector residencial y cómo han cambiado éstas a través del tiempo. (p. 121). Los resultados obtenidos en este estudio muestran que “el ingreso de los hogares y el tamaño de las viviendas fueron los dos más importantes determinantes de la demanda doméstica de electricidad ya que ambas variables fueron significativas para todos los cuantiles para cada año” (Wen-Hsiu, 2015, p. 130). Asimismo determinó que entre las variables que propician un incremento en el consumo de electricidad se encuentran los hogares urbanos, los que están encabezados por jefes de familia con menor instrucción, los que tienen mayores ingresos, los que cuentan con un menor número de integrantes (esto aplica a nivel *per cápita*), hogares con personas de la tercera edad, viviendas con

mayor superficie en m<sup>2</sup>, las viviendas habitadas por su dueño (no rentadas), las construcciones de varios pisos y las viviendas que utilizan mayor número de electrodomésticos.

### **Análisis de las variables que influyen en el consumo energético**

En esta sección se hace un recuento de los factores que impactan en la factura energética de los hogares y que han sido identificadas en la literatura especializada. De esta manera, el primer elemento que se aborda es el ingreso. “Para la mayoría de los autores, el ingreso es la variable explicativa más importante entre los determinantes de la demanda de energía” (Pachauri, 2004, p. 1726). El efecto que tiene esta variable en la demanda de energía puede ser visto de dos formas: “Por un lado, el ingreso determina el tipo de combustibles que se consumen en el hogar: entre mayor sea el ingreso se consume mayor cantidad de energía moderna (electricidad y gas) y menos energía tradicional (leña y carbón) ...”. Por otro lado, el ingreso también “impacta la capacidad de adquirir viviendas de mayor tamaño, así como aparatos que incrementen la demanda de energía en los hogares” (Sánchez, 2013, p. 3).

No obstante, cada familia tiene dinámicas de consumo particulares, lo que ocasiona que incluso “existan importantes diferencias en la demanda de energía entre hogares que pertenecen al mismo nivel de ingresos” (Sánchez, 2013, p. 3). Coincidiendo con este punto, algunas investigaciones como la de Joyeux y Ripple (2007) demuestran que la variable ingreso es insuficiente para captar la información sobre la mejora en los niveles de vida de las personas que aporta el consumo de energía (p. 22).

Debido a esta situación, cada vez más trabajos contemplan otros factores además del ingreso como elementos que influyen en la demanda de energía de los hogares. ¿Pero cuáles son estas características? En la mayoría de los trabajos que analizan los determinantes del consumo energético residencial, se identifican las que tienen que ver con las características sociodemográficas de las familias, con variables geográficas y con las características de las viviendas. Es decir, de acuerdo con las peculiaridades de su unidad de análisis se clasifican en cuatro categorías distintas: características del jefe de familia, características del hogar, características de la vivienda y variable geográfica.

### **Características del jefe de familia**

Las necesidades energéticas de los integrantes de un hogar cambian a lo largo del tiempo. De acuerdo con Wen-Hsiu (2015), la edad del jefe (a) de familia es un factor que ayuda a revelar la etapa en la que se encuentra el hogar en su ciclo de vida (p. 122). De tal forma, este dato sirve como parámetro



para capturar las edades de los demás integrantes de la familia, las cuales “determinan en cierto grado los patrones de consumo energético” (Cruz, 2013, p. 204). Por lo tanto, la edad del jefe de familia es una referencia que proporciona información importante acerca del consumo energético en el hogar. Otra característica que ha sido considerada por los investigadores es la del sexo del jefe de familia, aunque la evidencia relativa a este dato ha sido inconsistente. Brounen *et al.* (2012) plantean que los hogares predominantemente femeninos consumen más gas y menos electricidad, Por otro lado, otros estudios han vinculado esta variable con un patrón mucho más estable. Elkanat *et al.* (2015), encontraron que las áreas postales de la ciudad de San Antonio Texas en donde hay una mayor cantidad de mujeres que de hombres, el uso de energía es significativamente mayor. Por otro lado, Cruz Islas (2013), halló que la probabilidad de encontrar un mayor consumo energético *per cápita* en México se incrementa en los hogares dirigidos por mujeres, ya que estos alcanzan un 32.5% mientras que en los hogares dirigidos por hombres la probabilidad es de 24.8% (p. 209). De tal forma que el sexo del jefe de familia también es una variable que proporciona información sobre el consumo de los hogares. Otra característica que ha sido reiteradamente considerada en las investigaciones, no obstante que sus resultados han sido contradictorios, es el nivel de educación del jefe de familia. Por un lado, tenemos estudios como los de Elkanat *et al.* (2015), quienes observaron que los hogares con mayor nivel educativo tienen un mayor consumo energético tanto a nivel personal como a nivel de hogar (p.24). Estudios como estos vinculan un mayor nivel educativo con un nivel de ingreso más elevado y por ende, mayor consumo energético. Esta interpretación sugiere que las personas más preparadas alcanzan estándares de vida más altos y por lo tanto la cantidad de energía que consumen es mayor que la de las personas con menor educación. Por otro lado, se encuentra el enfoque que relaciona un mayor nivel educativo con una mayor conciencia ambiental, lo cual genera dinámicas de consumo energético más amigables con el ambiente. Los hallazgos de la investigación de Longui (2015) coinciden con este enfoque ya que sus resultados arrojaron que en los hogares en donde por lo menos uno de sus integrantes haya alcanzado un título universitario consumen en promedio 2% menos energía a nivel *per cápita*.

### **Características de los hogares**

En esta categoría se ubican los componentes sociodemográficos de las personas. Una característica fundamental en esta categoría es el tamaño del hogar. Por tamaño nos referimos al número de integrantes de un hogar. Existe una obvia relación entre el tamaño del hogar y la demanda de energía: entre mayor es el número de integrantes mayor es su consumo. No obstante, existe un fenómeno bien documentado en la literatura acerca de economías de escala energética (Pachauri *et al.* 2004, Brounen

*et al.*, 2012, Cruz 2013, Sánchez 2013, Longhi 2015), el cual nos dice que entre mayor es el número de personas en un hogar, más eficiente es el consumo de energía en términos *per cápita*. De tal forma que la variable “tamaño del hogar” proporciona información del consumo energético tanto a nivel hogar como en términos *per cápita*.

Otra característica demográfica sobresaliente en los trabajos de investigación es la del número de niños, adolescentes y adultos mayores en los hogares, es decir aquellos miembros del hogar menores de 17 y mayores de 64 años. Esta variable es importante debido a que los hogares con integrantes entre estas edades tienen dinámicas de consumo específicas que deben ser consideradas. Pachauri (2004) refiere que se gasta menos energía para la cocción de alimentos cuando la familia tiene niños o personas adultas mayores (p. 2092). Por otro lado, Brounen *et al.* (2012) destacan que los hogares sin niños consumen mayores cantidades de energía a nivel *per cápita*, para el caso de los hogares unipersonales la cantidad asciende al doble mientras que en los hogares con adultos mayores se consume 31% más. Asimismo, los hogares con adolescentes consumen más energía eléctrica, lo que el autor identifica como “efecto Nintendo” (p. 942). Este mismo efecto es reportado en Jamasb y Meier (2010), quienes sugieren que el número de niños en el hogar tiene un impacto significativo en el consumo de electricidad debido a la adquisición de aparatos como computadoras (p. 16). Finalmente existen otras dos variables que, si bien están relacionadas con la anterior, algunas investigaciones como la de Wen-Hsiu (2015) las manejan de forma independiente. La primera es si una familia tiene un hogar de tipo nuclear (familia tradicional), unipersonal o extendido (familia tradicional más familiares de generaciones ascendentes –tíos, abuelos- o miembros no consanguíneos). La segunda es el número de trabajadores que laboran en el hogar. Todas estas características -junto con la del ingreso *per cápita*- son consideradas como los principales determinantes sociodemográficos del consumo energético.

### **Características de la vivienda**

La tercera categoría de factores que influyen en el consumo energético de los hogares son las de características de la vivienda. La primera variable de este bloque es la que hace referencia al estatus de propiedad de la vivienda. Wen-Hsiu (2015) plantea que los hogares que son ocupados por sus propietarios tienden a invertir en aparatos energéticos más eficientes y por ende consumen menos energía (p. 123). No obstante, otros estudios como Jamasb *et al.* (2010) y Elnakat *et al.* (2015), han encontrado que los hogares habitados por sus propietarios también tienden a ocupar de forma más intensiva aparatos domésticos, lo cual ocasiona un mayor consumo de energía. Una característica que está relacionada con esta última condición es la variable que indica la existencia de un negocio en la

vivienda. Como es de esperarse, de presentarse esta última situación en el hogar, el consumo de energía sería sustancialmente mayor, por lo tanto, esta característica es considerada como un factor esencial en el análisis.

Las siguientes tres variables hacen referencia a las características físicas de la vivienda: número de cuartos, número de pisos y área construida. Estas variables están asociadas positivamente con el consumo de energía, entre mayor sea el número de pisos, cuartos y área construida de la vivienda mayor será la demanda de energía. Finalmente, la última variable de este bloque tiene que ver con el número de aparatos domésticos en el hogar. La manera de convertir la energía disponible en energía consumida para satisfacer las necesidades finales de los hogares es a través de los aparatos domésticos al interior de los domicilios y a través de los vehículos automotores para el transporte privado fuera del hogar. Esta variable también está relacionada positivamente con el consumo de energía, por lo tanto, entre mayor es el número de aparatos y vehículos, mayor es el consumo de energía. Rosas-Flores y Morillón, (2010).

### **Variable geográfica**

El último bloque se ocupa de las características geográficas de las viviendas, la cual tiene una sola variable que distingue a los hogares entre rurales y urbanos. Es importante identificar las diferencias en el consumo entre estos dos ámbitos ya que existe una gran disparidad respecto al desarrollo económico y social y a los hábitos de consumo entre los entornos rurales y urbanos. Pachauri 2004 indica que los determinantes del consumo entre ambas zonas son distintos (p. 1726), mientras que Rodríguez-Oreggia y Yépez-García (2014) encuentran que en general los hogares urbanos en México poseen más vehículos, más aparatos domésticos y viviendas de mayor calidad con más cuartos, lo cual trae como consecuencia que el consumo de energía sea mayor (p. 11).

### **Conclusiones**

En este capítulo se presentó una sucinta exploración de la literatura relativa al consumo de energía en el sector doméstico. Al revisar los principales enfoques de esta corriente advertimos cómo se ocupan de temas como la “línea de pobreza energética” o “el enfoque de la desigualdad”. Asimismo, vimos cómo el análisis de los determinantes del consumo está presente en muchos de los trabajos.

También se revisaron algunos trabajos que utilizan el método de la regresión por cuantiles para analizar el consumo energético entre los distintos deciles de ingreso. Esta técnica es aplicada en todos los casos revisados para el análisis de una sola fuente de energía: la electricidad. Los resultados

que se obtuvieron fueron muy diversos dado que se emplean en distintos contextos nacionales: España, Argentina y Taiwán. Además, se analizaron las principales variables de estudio consideradas en diversas investigaciones relativas al consumo de energía doméstico. Estas variables constituyen los principales determinantes del consumo energético en los hogares.

Los determinantes del consumo energético se pueden agrupar en cuatro distintas categorías: Características del jefe de familia, características de los hogares, características de la vivienda y otra relacionada con las variables geográficas. Estos elementos serán los que se tomarán como base para construir las variables que se utilizarán para realizar el análisis estadístico y econométrico en este trabajo, las cuales se desarrollarán de forma más precisa en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

### Introducción

El objetivo de este capítulo es describir las fuentes de información, exponer las variables y plantear la metodología que se utilizará en la investigación. Como se ha venido mencionando, además del ingreso, existen otras variables que influyen en el consumo energético a nivel residencial. Estas variables tienen que ver con las prácticas y costumbres de los hogares. Para desentrañar esas dinámicas de consumo energético relacionadas con el autotransporte privado y al interior de las viviendas, necesitamos indagar las características económicas y sociodemográficas de los hogares. Dada la naturaleza y los objetivos de esta investigación, la herramienta que utilizaremos para dicha tarea son los microdatos. La fuente de donde extraeremos esta información es la Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares (ENIGH). La primera parte del capítulo inicia con una descripción general de la ENIGH y la explicación de las bases de datos que se ocupan.

Posteriormente se expondrá el modelo econométrico a desarrollar. La revisión bibliográfica nos permitió reparar en el hecho de que el gasto en combustible no es uniforme a lo largo de la distribución del ingreso, sino que existe una gran heterogeneidad dependiendo del nivel de renta que perciban los hogares y de características sociodemográficas de los mismos. Una herramienta para hacer un primer acercamiento a las dinámicas del consumo es a través del enfoque del Coeficiente de Gini, el cual centra su análisis en la variable ingreso. Las características de esta herramienta estadística, así como su representación gráfica a través de la Curva de Lorenz se abordarán en la segunda parte del capítulo. Para obtener un análisis más robusto del consumo energético en los hogares, el cual proporcione la mayor cantidad de información acerca de la relación entre la variable dependiente y todas las variables independientes estudiadas, se considera que la técnica econométrica más adecuada es aquella que arroja información de la estimación en distintos puntos de la distribución y no solamente en uno. Por este motivo, la metodología que se usará en esta investigación será la de regresión por cuantiles, la cual abordaremos en la tercera parte del capítulo.

Una vez definida la base de datos y la metodología, se especificarán las variables a utilizar en el modelo con base en revisión que se hizo en la primera parte de este trabajo. De tal forma que para la construcción de las variables dependientes se consideran las fuentes de energía modernas, mientras que para el caso de las independientes se consideran las características económicas, geográficas, demográficas y sociales de los hogares. Finalmente, en la última sección se plantean las conclusiones.

## Descripción de la base de datos

La base de datos que se utiliza en este trabajo es la versión 2014 de la ENIGH, la cual fue elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La encuesta tiene un carácter microeconómico, orientado a la política social. Uno de los documentos anexos de la ENIGH es el Módulo de Condiciones Socioeconómicas el cual es utilizado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) para la medición de la pobreza. La ENIGH constituye una fuente privilegiada para medir la incidencia y la intensidad de la pobreza, así como la desigualdad en la distribución del ingreso (Cortés, 2001, p. 879). No obstante, también presenta una serie de inconvenientes que es necesario mencionar.

El objetivo de la ENIGH es “proporcionar un panorama estadístico del comportamiento de los ingresos y gastos de los hogares en cuanto a su monto, procedencia y distribución; adicionalmente ofrece información sobre las características ocupacionales y sociodemográficas de los integrantes del hogar, así como las características de la infraestructura de la vivienda y el equipamiento del hogar” (INEGI, 2014).

La población objetivo de la encuesta son los hogares de residentes nacionales y extranjeros cuyo lugar de alojamiento habitual se encuentra en viviendas particulares dentro del territorio mexicano. La encuesta tiene representatividad a nivel nacional, tanto para el ámbito urbano (localidades a partir de 2500 habitantes) como para el rural (localidades con menos de 2500 habitantes). La ENIGH 2014 comprende las encuestas aplicadas a 21,427 viviendas a nivel nacional. “El marco de muestreo utilizado es el denominado Marco de Propósitos Múltiples del INIEGI que está constituido con la información demográfica y cartográfica obtenida a partir del levantamiento del Censo de Población y Vivienda del 2000” (INEGI, 2014). El muestreo se realiza a partir de un proceso probabilístico, con un diseño estratificado, bietápico por conglomerado, donde la unidad última de selección es la vivienda y la unidad de observación es el hogar.

La cobertura temática de la encuesta está constituida por los siguientes ejes (INEGI, 2014):

- Ingreso corriente total (monetario y no monetario) de los hogares.
- Gasto corriente total (monetario y no monetario) de los hogares.
- Percepciones financieras y de capital de los hogares y sus integrantes.
- Erogaciones financieras y de capital de los hogares.
- Características de la vivienda.
- Residentes e identificación de hogares en la vivienda.

- Características sociodemográficas de los residentes de la vivienda.
- Condición de actividad y características ocupacionales de los integrantes del hogar de 12 y más años.
- Equipamiento del hogar, servicios.

Por otro lado la ENIGH, como sucede con todas las encuestas de ingreso, presentan una serie de características indeseables que es necesario tener en cuenta al trabajar con ella. La más importante es el subreporte, cuando los encuestados no reportan sus ingresos reales voluntaria o involuntariamente. “La mayoría de los autores reconocen que las encuestas no registran adecuadamente el ingreso y el gasto de las familias y concluyen que el subreporte se da, principalmente, en los hogares más ricos” (Del Castillo, 2015, p. 10). Otro de sus inconvenientes se presenta en los hogares colectivos ya que la encuesta no es representativa para poblaciones que viven en colectividades por ejemplo el ejército o para la población que vive reclusa en centros penitenciarios. La ENIGH tampoco tiene un tamaño de muestra constante a través del tiempo. Finalmente, algunos especialistas también identifican el problema del truncamiento en la ENIGH (Cortés, 2001, p. 881). Este fenómeno surge cuando una parte de la distribución (generalmente en las colas) no se encuentra representada en la muestra. Esto se presenta debido a que es muy poco probable que la parte de la distribución que contempla a los deciles más altos -los cuales son muy pocos, pero concentran la mayor parte del ingreso- sea incluida en la muestra, lo que acarrea problemas de subestimación del verdadero peso de los ingresos de los deciles más altos en la distribución total del ingreso. Pese a todos estos problemas, la ENIGH es la principal herramienta con la que se cuenta para estimar el ingreso y gasto de los hogares en nuestro país.

En uno de los ejes de la cobertura temática, el que corresponde con el gasto corriente total, se contempla el gasto que los hogares destinan para el consumo de diversas fuentes de energía. Este trabajo utiliza como variable dependiente el gasto en 3 fuentes de energía: la electricidad, la variable construida gasol que contempla a la gasolina magna, prémium y al diésel y gas, así como al gas licuado del petróleo. El motivo por el cual no se consideran a las demás obedece a diversas razones. Por un lado, se encuentran los combustibles cuyo porcentaje de consumo es demasiado bajo para realizar estimaciones (carbón, petróleo, diésel, combustibles para calentar y otros combustibles). Por otro se encuentran la leña y el gas natural, que si bien poseen un número considerable de observaciones en la encuesta, la primera no tiene un mercado formal dado que gran parte de este combustible no se compra, sino que se adquiere a través de la recolección, mientras que el consumo del segundo no se realiza a nivel nacional sino que se limita a algunas ciudades.

La muestra que se utiliza en este trabajo consiste en 19,479 hogares, de los cuales se descartan aquellos que no reportan ningún gasto en combustibles. También se prescinde de las observaciones que no reportan ingresos y de aquellas cuyo ingreso es menor al de su gasto en consumo energético. El número de observaciones resultantes es de 18253.

### **El coeficiente de Gini**

Existe una gran cantidad de procedimientos usados para analizar la distribución del ingreso. En este trabajo se utiliza el coeficiente de Gini, el cual es un estadístico que calcula una medida de concentración del ingreso. El coeficiente de Gini se ha convertido en un indicador bastante socorrido en la medición de la desigualdad debido a la facilidad de su cálculo e interpretación. Este estadístico es aplicable no solo al ingreso, sino también al consumo, a la riqueza o a la concentración de tierras. No obstante que fue popularizado por el especialista Corrado Gini, el estadístico básico, la diferencia media, ya había sido propuesto unos 30 años antes por dos académicos alemanes, Carl Christopher Von Andrae y Friedrich Robert Helmert, tal y como lo reconoció el propio Gini (Atkinson, 2016, p. 36).

Existen diversas formas de calcular el índice de Gini, una de ellas es la siguiente:

$$CG = \frac{1}{2\mu} \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |y_i - y_j|}{n(n-1)} \right] = \frac{1}{2\mu} \Delta$$

Donde  $\mu$  representa las medidas aritméticas de las  $n(n-1)$  diferencias absolutas en las observaciones y  $2\mu$  es el valor máximo asignado cuando un individuo concentra todo el ingreso/consumo (Rosas-Flores, Morillón y Fernández, 2010, p. 961).

La herramienta ligada al coeficiente de Gini es la curva de Lorenz. En ella se expone gráficamente la distribución del ingreso/consumo a lo largo de la población. En el eje horizontal se presenta la proporción de la población dividida en un número determinado de partes iguales (cuantiles), mientras que en el eje vertical se encuentra la proporción del ingreso/consumo total acumulado. A través de esta herramienta se pueden comparar distintas distribuciones de ingreso. La línea de 45° que parte del origen, se denomina la línea perfecta de igualdad y representa una distribución en la que todos los ingresos son exactamente iguales, por lo tanto, cada cuantil recibe el porcentaje de ingreso que representa en la población. La línea curva representa una determinada distribución del ingreso. Mientras más cerca esté la curva de la línea recta, el ingreso/consumo estará más igualitariamente distribuido. Asimismo, mientras más alejada se encuentre la curva de la línea de 45°, más desigual será la distribución.



Utilizando el coeficiente de Gini, se obtendrá el índice de desigualdad para el ingreso y para el consumo de las tres variables independientes: la electricidad, la variable construida gasol que contempla a la gasolina magna, prémium y al diésel y gas y el gas licuado del petróleo

### **Modelo de Regresión por Cuantiles**

Una de las ventajas que se tiene al trabajar con microdatos es que la atomización de la información nos permite acceder a la enorme diversidad de comportamiento y de prácticas en los hogares, las cuales, al ser incorporadas al estudio, propician un mejor entendimiento de sus hábitos y respuestas de consumo. No obstante, para hacer una explotación óptima de los atributos de la base de datos, se requiere de una herramienta metodológica conveniente que permita un análisis e interpretación adecuados de las características particulares de la información. En este sentido, los modelos clásicos de regresión como MCO, si bien proporcionan una idea general a partir de la estimación del efecto promedio sobre las variables independientes, no son los idóneos ya que dicho resultado puede estar sesgado por datos extremos, dada la enorme heterogeneidad de la base.

“Para bien o para mal, el 95 por ciento de la econometría aplicada se refiere a los promedios [...] El énfasis en los promedios se debe en parte a que la obtención de una buena estimación del efecto causal medio es bastante difícil. Y si la variable dependiente es una dummy para algo como el empleo, la media describe toda la distribución. Pero muchas variables, como las ganancias y los resultados de las pruebas, tienen distribuciones continuas. Estas distribuciones pueden cambiar a formas no reveladas al ser examinadas a través de promedios, por ejemplo, pueden extenderse o ser comprimidas. Los economistas cada vez más quieren saber lo que está ocurriendo en toda la distribución, tanto lo que sucede con los ganadores y perdedores relativos como con los promedios” (Angrist y Pischke, 2008, p. 203).

Consideremos el modelo clásico de regresión múltiple

$$y = x\beta + \varepsilon$$

Donde

$y$ : representa la variable dependiente.

$x$ : representa el vector de variables independientes.

$\beta$ : es el parámetro por estimar.

$\epsilon$ : representa el término de error.

Planteado de forma matricial:

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 1 & x_{1,1} & x_{1,2} & \cdots & x_{1,p-1} \\ 1 & x_{2,1} & x_{2,2} & \cdots & x_{2,p-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n,1} & x_{n,2} & \cdots & x_{n,p-1} \end{pmatrix}, \beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_{p-1} \end{pmatrix}, \epsilon = \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{pmatrix}.$$

El resultado de la optimización de los MCO proporciona el efecto medio de las variables independientes sobre las dependientes, lo cual se logra al minimizar la suma de los cuadrados de los residuales.

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y$$

El modelo clásico de regresión múltiple estima la esperanza condicional de  $y$  dado  $X$ . A pesar de que las regresiones lineales tradicionales son un instrumento útil para sintetizar la relación entre la variable dependiente y el valor medio de respuesta de las variables independientes, también es cierto que proporcionan una visión bastante limitada del comportamiento de la distribución, debido a que la estimación del efecto de la media condicional no es garantía de que dicho efecto sea uniforme a lo largo de la distribución.

Esta situación es más evidente cuando se trabaja con una base de datos en la que las observaciones son sumamente heterogéneas como es el caso de las encuestas a hogares. “Deaton mostró que la elasticidad de los gastos de los hogares varía entre los cuantiles” (Wen-Hsiu 2015, p. 121). Para casos como estos, los resultados de las estimaciones obtenidas a través de metodologías como MCO proporcionan poca información ya que pueden estar influenciados por datos extremos, lo que las hace poco representativas. “Dicho de una manera más intuitiva, al igual que la media no es siempre la medida más representativa de la distribución de una variable cuando existen en la muestra valores extremos o una elevada variabilidad, la recta de la estimación MCO que devuelve el valor medio esperado de la variable endógena dado un valor de las exógenas, tampoco es siempre la mejor expresión de la relación entre ambas variables cuando nos encontramos con un caso de heteroscedasticidad, presencia de atípicos o cambio estructural” (Vicens y Sánchez, 2012, p. 7).

En este trabajo se utiliza una base de datos que recoge información de hogares en un contexto de enorme desigualdad, lo cual se traduce en una gran variabilidad en el consumo de algunos

combustibles, como es el caso de la gasolina. Si ocupáramos la metodología de los MCO, se estimaría una función única para la variable dependiente, con esto admitiríamos de hecho que los retornos marginales serían los mismos para cualquier hogar independientemente del punto de la distribución en el que se encuentre. En otras palabras, estaríamos diciendo que el efecto que tendrían los determinantes del consumo energético sobre la demanda de los hogares sería el mismo para cualquier hogar, independientemente del lugar que ocupen en la distribución de acuerdo con su nivel de ingreso. Esto generaría una estimación sesgada de los coeficientes de la regresión. Ante una situación como esta, “la Regresión por Cuantiles ofrece la posibilidad de crear distintas rectas de regresión para distintos cuantiles de la variable endógena a través de un método de estimación que se ve menos perjudicado por la presencia de tales inconvenientes” (Vicens y Sánchez, 2012, p. 7).

La Regresión por Cuantiles es un método de estimación planteado originalmente por Koenker y Basset (1978), el cual consiste en la minimización de desviaciones absolutas en distintos puntos (cuantiles) de una distribución mediante una ponderación de pesos asimétricos. En otras palabras, a cada desviación que corresponda a la observación elegida, el cuantil minimiza la suma ponderada de las observaciones y dependiendo cada caso, le da una mayor ponderación a la parte con menos observaciones.

### Descripción del modelo

En la metodología de la regresión por cuantiles, el efecto local de las variables independientes se puede obtener al minimizar la suma de errores absolutos ponderados con pesos asimétricos como se aprecia en la siguiente ecuación:

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^k} \left[ \sum_{i \in \{i: y_i \geq x_i \beta\}} \theta |y_i - x_i \beta_\theta| + \sum_{i \in \{i: y_i < x_i \beta\}} (1 - \theta) |y_i - x_i \beta_\theta| \right]$$

Donde

$\theta$ : es el cuantil por estimar (0.10 para el primer decil, 0.2 para el primer quintil, etc.).

$y_i$ : Representa los distintos valores que toman las observaciones de la muestra.

$x_i$ : Representa el vector de variables independientes.

$\beta_\theta$ : Representa el valor que minimiza la expresión

Para obtener el valor del parámetro  $\beta$  y de esta manera conseguir la estimación del cuantil  $p$  se requiere minimizar la suma de los errores absolutos. “La principal ventaja que aporta el uso de las

desviaciones en valor absoluto en lugar de las desviaciones al cuadrado, es el comportamiento ante la existencia de valores atípicos; ante tal situación, la estimación que ofrece la regresión cuantílica prácticamente no se ve alterada por valores extremos ya que “penaliza” los errores de forma lineal, mientras que la regresión MCO, al elevar los errores al cuadrado, lo que hace es darle mayor importancia precisamente a dichos valores, “penalizándolos” de forma cuadrática” (Vicens y Sánchez, 2012, p. 7). Para resolver la ecuación anterior y de esta manera obtener los parámetros que la minimizan se utilizan tanto métodos de programación lineal como de optimización iterativos.

Otra razón por la cual es más conveniente usar la metodología de la regresión por cuantiles frente a los MCO es en lo relativo a los términos de error. Mientras las hipótesis básicas de los MCO imponen restricciones sobre la variable aleatoria  $u$ , en particular requieren que se distribuya de manera normal con media 0 y varianza constante,  $[u_i \sim N(0, \sigma^2)]$ , la regresión por cuantiles no considera ninguna restricción sobre esa perturbación aleatoria. Esta ventaja es especialmente útil “cuando se trabaja con grandes bases de datos microeconómicos procedentes de encuestas” (Vicens y Sánchez, 2012, p. 1).

### **Especificación del modelo**

La ecuación que se plantea para estimar el modelo es la siguiente:

$$\log(\text{gasto monetario mensual en combustible}) = \beta_0 + X\beta_1 + \varepsilon$$

Donde

$\log(\text{gasto monetario mensual en combustible})$ : Es el logaritmo del gasto mensual por hogar en combustible.

$\beta_0$ : Es el intercepto.

$X$ : Representa el vector de variables independientes las cuales varían de acuerdo con el combustible que se elija.

$\varepsilon$ : Representa el término de error.

Se realizará la estimación de los determinantes del consumo de energía en los hogares por quintil de ingreso, lo que significa que se correrá el modelo una vez por cada quintil para cada uno de los combustibles utilizados como variable dependiente.

## **Variable Dependiente**

Gasto mensual por hogar en combustible. En este trabajo se estiman tres modelos de regresión, que incluyen las siguientes variables:

1. El logaritmo del gasto mensual por hogar en electricidad.
2. El logaritmo del gasto mensual por hogar de la variable construida gasol que contempla a la gasolina magna, prémium y al diésel y gas.
3. El logaritmo del gasto mensual por hogar en gas licuado del petróleo.

## **Variables Independientes**

Para construir las variables explicativas que servirán como base para obtener los determinantes del consumo de energía se tomó como referencia la exploración hecha en la revisión bibliográfica. En ese análisis se ponderó la importancia de distintas variables con base en su contribución a la explicación del consumo energético. En este sentido se consideran no solo las características económicas, de los hogares, sino también las geográficas, demográficas y sociales.

Para facilitar su estudio, las variables independientes se clasifican en distintas categorías de acuerdo con las características de su unidad de análisis: el hogar, la vivienda (la cual se divide en características propiamente de la vivienda y aparatos electrodomésticos), los integrantes del hogar y el jefe(a) de familia). En total se consideran 5 categorías (características del jefe (a) de familia, del hogar, de la vivienda, aparatos electrodomésticos y variable geográfica) y 29 variables explicativas que servirán para estimar los parámetros del modelo. Algunas variables están expresadas en niveles, mientras que a otras se les aplica su transformación logarítmica dependiendo de las necesidades que plantee el modelo.

En el Cuadro número 1 se presenta una tabla que contiene las 29 variables agrupadas por su unidad de análisis. También se muestran cuatro columnas en las que se presenta la información relativa al tipo de variable, el número de observaciones, la media de cada variable y su desviación estándar. Para el caso de las variables categóricas y dicotómicas también se incluye el porcentaje que representa las características indicadas para cada una de ellas.

**Cuadro 1: Descripción de las variables del modelo**

Variable	Descripción	Tipo de var	N	Media	Desv Std
<b>Variables Dependientes</b>					
log_elec	Logaritmo del gasto monetario mensual por hogar en energía eléctrica.	Continua	16,826	4.95	0.92
log_gaslp	Logaritmo del gasto monetario mensual por hogar en gas licuado de petróleo	Continua	9,558	5.6	0.54
log_gasol	Log del gasto mon mensual p/hogar en gasolina magna, premium, diesel y gas	Continua	8,180	6.66	0.91
<b>Variables Independientes</b>					
<b>Características jefe (a) de familia</b>					
sexo_jefe	Sexo del jefe(a) del hogar 1= jefatura masculina 0= jefatura femenina	Dicotómica	18,253		
edad_jefe	Edad del jefe(a) del hogar	Continua	18,253	48.56	15.51
edad2	Edad del jefe(a) del hogar al cuadrado	Continua	18,253	2599.2	1632.99
esco	Escolaridad del jefe(a) del hogar Ninguna Primaria Secundaria Preparatoria Licenciatura y más	Categoría	18,253		
<b>Características de los hogares</b>					
tot_int	Número de integrantes del hogar	Continua	18,253	3.8	1.85
log_totint	Logaritmo del número de integrantes del hogar	Continua	18,253	1.2	0.54
totmen	Número de integrantes menores a 12 años en el hogar menores de 12 años mayores de 12 años	Dicotómica	18,253		
log_totmen	Logaritmo del número de integrantes menores a 12 años en el hogar	Continua	9,001	0.42	0.46
totmay	Número de integrantes mayores a 65 años en el hogar menores de 65 años mayores de 65 años	Dicotómica	18,253		
log_totmay	Logaritmo del número de integrantes mayores a 65 años en el hogar	Continua	3,788	0.21	0.32
adolescentes	Número de integrantes de entre 12 y 22 años en el hogar entre 12 y 22 años no adolescentes	Dicotómica	18,253		
ocupados	Número de personas de 14 años o más que tienen un empleo sin empleo con empleo	Dicotómica	18,253		
loging	Logaritmo del ingreso corriente promedio per cápita mensual	Continua	18,253	9.12	0.81
ing_cor_pc	Ingreso corriente promedio per cápita	Continua	18,253	13,407	19,726
<b>Características de las viviendas</b>					
propiedad	Estatus de propiedad, si la vivienda es propia o rentada propia rentada	Dicotómica	18,253		
negocio	Si existe cualquier tipo de negocio dentro de la vivienda. no hay negocio si hay negocio	Dicotómica	18,253		
negoagro	Si existe un negocio agropecuario dentro de la vivienda no hay negoagro si hay negoagro	Dicotómica	18,253		
negonoagro	Si existe un negocio no agropecuario dentro de la vivienda no hay negonoagro si hay negonoagro	Dicotómica	18,253		
cuartos	Número de cuartos que tiene la vivienda.	Continua	18,253	3.85	1.56
aireacond	Si la vivienda cuenta con aire acondicionado no aireacond si aireacond	Dicotómica	18,253		
calef	Si la vivienda cuenta con calefacción no calef si calef	Dicotómica	18,253		
calenagu	Si la vivienda cuenta con calentador de agua no calenag si calenag	Dicotómica	18,253		
<b>Aparatos electrodomésticos</b>					
refri	Si el hogar cuenta con refrigerador no refri si refri	Dicotómica	18,253		
lava	Si el hogar cuenta con lavadora no lava si lava	Dicotómica	18,253		
tv	Si el hogar cuenta con televisión no tv si tv	Dicotómica	18,253		
horno	Si el hogar cuenta con horno microondas no horno si horno	Dicotómica	18,253		
estufa	Si el hogar cuenta con estufa no estufa si estufa	Dicotómica	18,253		
automotor	Número de vehículos automotores con los que cuenta el hogar no automotor si automotor	Continua	18,253	0.48	0.49
<b>Variables geográficas</b>					
dtam_loc	Si la vivienda se encuentra en un entorno rural o urbano urbano rural	Dicotómica	18,253		

## Conclusiones

En este capítulo se analizó la fuente de información que se utiliza para construir la base de datos, las variables dependientes e independientes y la metodología que se aplica en el modelo. En la primera parte se abordaron las características de la ENIGH. Se analizan las cuestiones cualitativas y los aspectos técnicos -el marco muestral, la población objetivo y la cobertura temática-. Con base en el análisis de esta información se determinaron las variables dependientes, es decir, el gasto del hogar en tres fuentes de energía: la electricidad, la variable construida gasol que contempla a la gasolina magna, premium y al diésel y gas, así como al gas licuado del petróleo. Más adelante se definen las variables independientes a partir del análisis de las características económicas, geográficas, demográficas y sociales de los hogares. Al final se obtienen las 31 variables independientes que serán las que ayuden a determinar el consumo energético.

Por otro lado, se hizo un análisis sucinto de la metodología de la regresión por cuantiles. Se identifican sus características técnicas y se menciona sus ventajas respecto a otras alternativas econométricas. Al final de este análisis, se plantea la especificación del modelo. Previamente se abordó el tema de la desigualdad desde la perspectiva de los coeficientes de Gini. Se hace una breve revisión de sus características, de su formulación matemática y se expone de forma rápida la expresión gráfica de este análisis, que son las curvas de Lorenz. A través de estas dos técnicas se obtiene el índice de desigualdad para el ingreso y para el consumo de las fuentes de energía.

El análisis de este capítulo sirvió para entender las características de la base de datos y de las metodologías utilizadas, asimismo permitió conocer sus alcances y limitaciones, de tal forma que, al tener un mejor conocimiento de estos elementos, se tenga un mejor aprovechamiento y se evite una explotación inadecuada de la base o una aplicación impropia de las herramientas estadísticas. Si bien se tuvo una aproximación muy técnica de las fuentes de información, de las variables y de la metodología, en el siguiente se tendrá una expresión mucho más práctica a partir de la aplicación concreta de los elementos vistos en esta parte de la investigación.

## CAPÍTULO 3: MODELO ECONOMÉTRICO

### Introducción

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la estadística descriptiva sobre las variables dependientes del cálculo de los coeficientes de Gini para cada fuente de energía y de la estimación empírica del modelo a partir de dos metodologías econométricas distintas: MCO, para tener una referencia del efecto promedio sobre la variable dependiente y la RC, con la cual se identifican los impactos a lo largo de 5 puntos distintos de la distribución.

En la primera parte se utiliza la estadística descriptiva para presentar algunos cuadros e imágenes que plantean la correlación entre los cuantiles y algunas variables como el ingreso y el gasto promedio en combustibles de los hogares, con lo cual se propone una primera aproximación al comportamiento del gasto energético residencial. Los cuadros presentan un resumen de los resultados cuyos datos ayudarán en el análisis econométrico que se elabora más adelante, mientras que las imágenes muestran las tendencias de cada una de las variables a lo largo de los cuantiles de ingreso. Para efectos puramente visuales, en esta parte del trabajo se aplica una división de la muestra en diez grupos distintos ordenados a partir de su ingreso los cuales se denominan deciles. En la sección en la que se analizan los resultados de las regresiones, la muestra es dividida en quintiles, es decir, en 5 grupos ordenados con base en su ingreso. Luego se obtienen los coeficientes de Gini para cada una de las variables dependientes así como del ingreso, también se generan los gráficos de la curva de Lorenz.

La primera sección de este capítulo proporciona elementos para un examen sucinto del gasto energético desde la estadística descriptiva, posteriormente la incorporación de los resultados del coeficiente de Gini y de la curva de Lorenz provee un importante componente desde el enfoque de la desigualdad, de tal forma que la idea que se presenta al inicio del capítulo se perfila cada vez más al incorporar ingredientes relativos a la disparidad entre los cuantiles de ingreso y gasto. Los resultados obtenidos conjuntamente se cotejan más tarde con los obtenidos a través del análisis econométrico.

En la última parte del capítulo se obtienen los resultados de las estimaciones mediante la técnica de los MCO y a través de la regresión por cuantiles. Dada la gran cantidad de variables independientes que se utilizan para estimar las fuentes de energía domésticas y para tener un mejor manejo de ellas, se generan 5 bloques de variables las cuales se agrupan de acuerdo con sus características. Para evaluar con mayor detalle los resultados de las regresiones, se desarrolla únicamente el análisis de los determinantes más sobresalientes en cada una de las secciones. Las regresiones se realizan primero sobre cada una de las variables dependientes. Posteriormente se



evalúan los coeficientes con mayor impacto en el consumo de energía doméstica a partir de los resultados obtenidos, asimismo se utiliza las gráficas de los coeficientes como herramienta adicional en el análisis. Para el caso de los MCO se hace una revisión breve de los resultados mientras que para la regresión por cuantiles el estudio es más profundo, contemplando tanto los resultados por cada variable como por quintil de ingreso. A lo largo de este capítulo se plantean algunas conclusiones preliminares para cada una de las variables independientes de tal manera que a través de ellas se esbozan las conclusiones finales que se desarrollan en la última sección de este trabajo.

## **El ingreso**

El ingreso que reciben las personas es sin lugar a duda una de las referencias de bienestar más importantes. En México esta variable es uno de los parámetros que utiliza el CONEVAL para identificar a los individuos que se encuentran en pobreza multidimensional. Esto sucede cuando “una persona no tiene garantizado el ejercicio de al menos uno de sus derechos para el desarrollo social, y si sus ingresos son insuficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades” (CONEVAL, 2014, p. 37). En lo que respecta al consumo energético, como se ha mencionado a lo largo de esta tesis, el ingreso es considerado por la mayoría de los autores como el más relevante de sus determinantes.

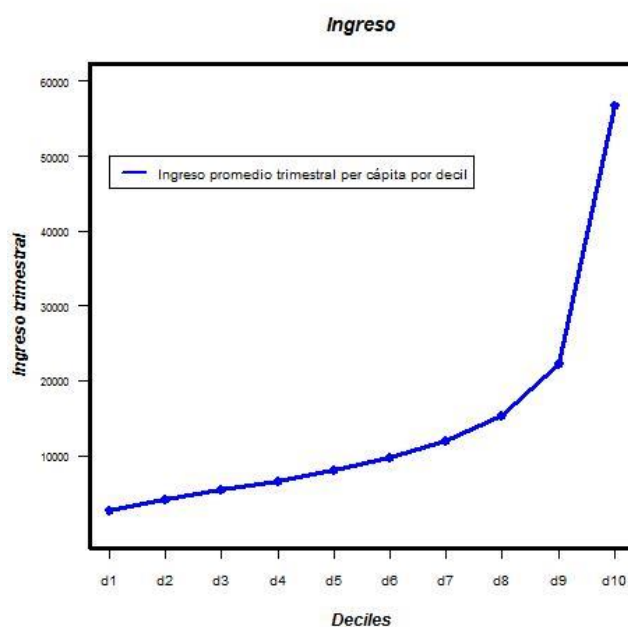
Es importante tener en cuenta algunas consideraciones relativas al ingreso como indicador de bienestar. Dos hogares que tienen el mismo nivel de ingreso pero distinto número de integrantes no pueden tener el mismo nivel de bienestar económico por razones evidentes. Asimismo, las necesidades de consumo de cada miembro del hogar son diversas ya que personas diferentes requieren de distintas cantidades de recursos de acuerdo con determinadas características como por ejemplo la edad, complexión física, preferencias etc. Para resolver estos aspectos y realizar comparaciones entre los ingresos de las personas, se utiliza una escala de equivalencia la cual ajusta el ingreso de acuerdo con el tamaño y a las características sociodemográficas de cada hogar. De tal suerte que el indicador que se desarrolla en este trabajo es el ingreso corriente trimestral *per cápita* ajustado por escala de equivalencia, al cual denominaremos simplemente como ingreso *per cápita*. En el siguiente Cuadro número 2 se muestra la escala utilizada. Mientras que en Gráfico número 1 se presentan los resultados obtenidos al ordenar la distribución en 10 puntos distintos de acuerdo con el nivel de ingreso.

**Cuadro 2: Escala de Equivalencia**

Grupos de edad	Escala
0 a 5 años	0.7
6 a 12 años	0.74
13 a 18 años	0.71
19 años o más	0.99

Fuente: CONEVAL, 2014, p.101

**Gráfico 1: Ingreso Promedio Trimestral per cápita por decil**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH 2014.

Como se puede apreciar en la gráfica, existe una enorme concentración del ingreso en los deciles más altos. De acuerdo con estos resultados, el ingreso del decil más alto es 22.3 veces el ingreso del decil más bajo. Estos resultados son similares a las mediciones publicadas por organismos internacionales para el caso mexicano (OECD, 2015, p. 56).

Por otro lado, el Cuadro número 3 presenta el gasto promedio trimestral *per cápita* sobre escala de equivalencia en pesos para el año 2014 de las tres principales fuentes de energía doméstica por decil de ingreso: electricidad, gaslp y gasol.

Lo primero que identificamos al revisar la gráfica es la correlación positiva que existe entre el ingreso y este grupo de variables. Todas las fuentes de energía analizadas presentan una pendiente positiva, no obstante, su inclinación cambia dependiendo del tipo de combustible. Esta misma característica se exhibe en el estudio de Rodríguez-Oreggia E. y Yepez-García R. (2014), donde se muestra la misma tendencia ascendente en las series del consumo de combustible en la medida que se avanza en la distribución del ingreso.

Regresando a los resultados de esta tesis, el consumo de gas licuado del petróleo tiene una distribución bastante homogénea. Esto se puede confirmar al observar la línea gris, la cual tiene una pendiente muy suave a lo largo de todos los deciles de ingreso. Al realizar una operación para deducir la razón del gasto monetario trimestral promedio entre los deciles que menos y más consumen para este mismo combustible (el primero y el último respectivamente), encontramos que dicha razón no es mayor a 3.

El caso de la electricidad es similar, aunque con un consumo más concentrado en el último decil. El Grafico 3 también muestra que el gasto en esta fuente de energía es bastante estable a lo largo de toda la distribución, salvo en el último decil, en donde crece de forma más rápida. El gasto promedio en electricidad del decil más alto fue poco más de 4 veces el gasto del decil más bajo.

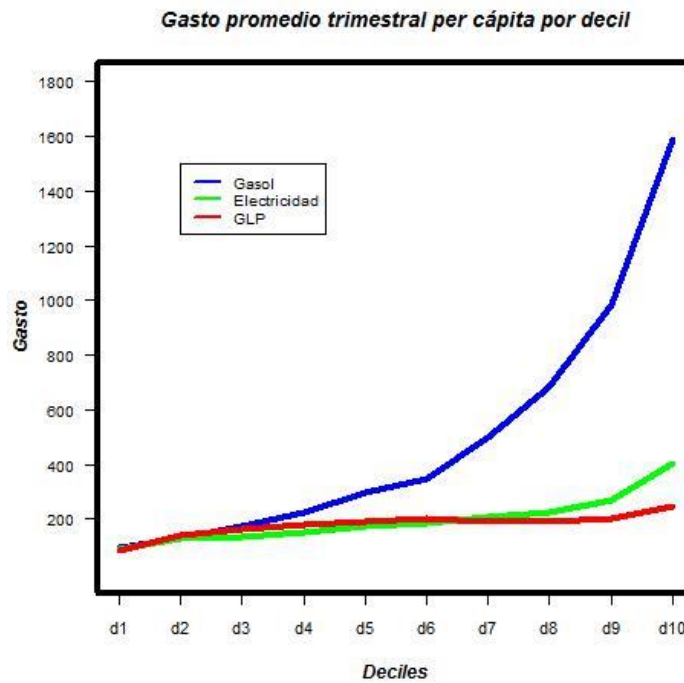
Con la variable gasol sucede algo totalmente distinto. El gasto monetario promedio de esta fuente de energía manifiesta una desigualdad enorme. Mientras que una persona en el primer decil gastó en promedio 96 pesos trimestrales en esta la variable construida, una persona en el decil diez, gastó en ese año en promedio 1582 pesos trimestrales, es decir que el gasto en combustibles fósiles de una persona del decil diez fue casi 17 veces mayor que el gasto de una persona del primer decil. Esta enorme diferencia se advierte al observar la línea azul, cuya pendiente crece de forma acelerada a partir del cuarto decil, ese crecimiento se incrementa de forma abrupta entre el noveno y décimo decil.

**Cuadro 3: Gasto promedio trimestral per cápita variables gasolina, electricidad y gaslp**

decil	mean (gasol)	mean (elec)	mean (gaslp)
1	95	93	87
2	132	127	143
3	175	134	164
4	227	151	180
5	299	174	193
6	350	183	200
7	500	209	191
8	686	224	191
9	986	269	202
10	1,589	405	246
Total	504	197	180

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH 2014.

**Gráfico 2: Gasto promedio trimestral per cápita variables gasolina, electricidad y gaslp**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH 2014.

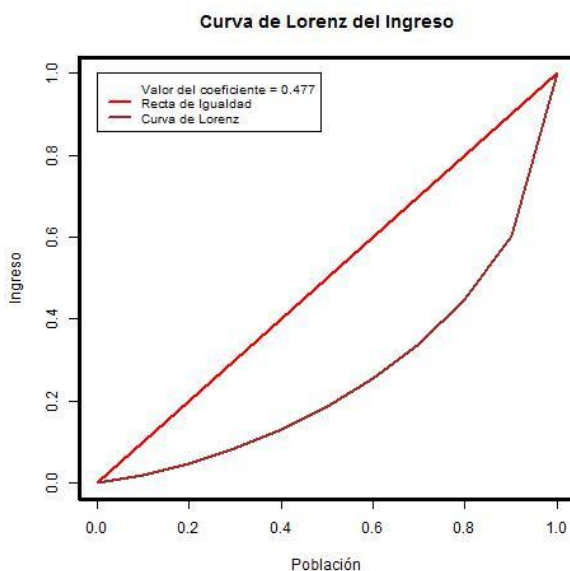
## Coefficientes de Gini

En esta sección se analiza el gasto en energía de los hogares desde el enfoque de la desigualdad utilizando la metodología del coeficiente de Gini y de las curvas de Lorenz. Primero se genera el cálculo de los índices tanto del ingreso promedio trimestral *per cápita* como del gasto en las tres fuentes de energía que conforman las variables dependientes. Posteriormente se grafican las curvas de Lorenz de los cuatro estadísticos obtenidos para ilustrar geoméricamente los resultados de los índices.

Como se comentó en el capítulo pasado, el coeficiente de Gini es uno de los estadísticos más utilizados para medir el nivel de concentración del ingreso, el consumo o la riqueza. La facilidad de su uso se debe a que es interpretable a partir de una sola cifra. El número que proporciona varía de un 0 a un 1. Cuando el coeficiente resultante está más cerca de 0 significa que la distribución del ingreso/consumo es más igualitaria, por el contrario, si está más cerca de 1 significa que la distribución es más desigual.

El resultado que arroja el coeficiente de Gini para el ingreso promedio trimestral *per cápita* está acorde con el análisis estadístico visto en la sección anterior. La enorme disparidad en el ingreso se traduce en un índice de 0.477. Esa cifra es la más alta de entre todos los índices calculados en esta sección, asimismo es ligeramente menor a la publicada por la OECD en 2013, la cual es de 0.482. Este resultado ubica a México en el penúltimo lugar entre los países de la OCDE respecto a la desigualdad del ingreso, solo por debajo de Chile (OECD, 2015, p. 20).

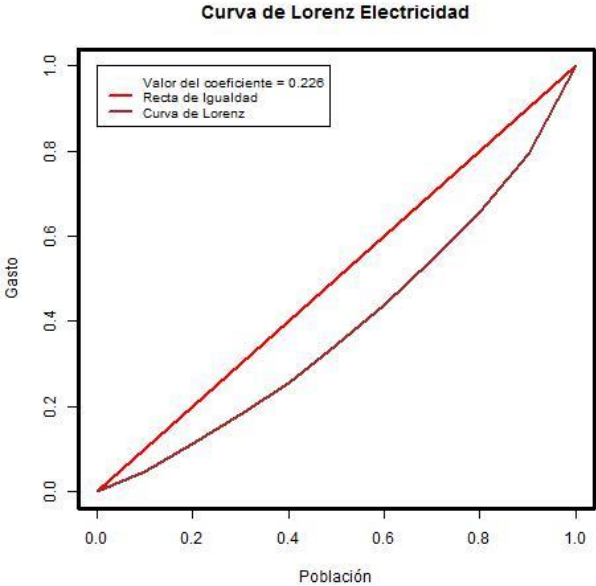
**Gráfico 3: Curva de Lorenz del ingreso**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

En lo que respecta al gasto en electricidad, la cantidad obtenida fue de 0.226, la cual es mucho menor a la del ingreso, asimismo esta cifra también es acorde a los datos revisados previamente, ya que, de acuerdo con la descripción estadística de la sección anterior, el gasto en electricidad presenta una distribución bastante homogénea en la mayor parte de la distribución.

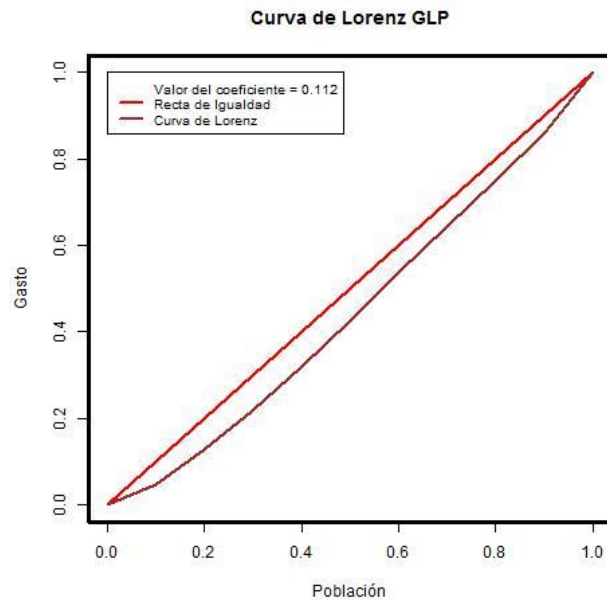
**Gráfico 4: Curva de Lorenz de la electricidad**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

El índice de Gini para el gas licuado del petróleo fue de 0.112, el cual fue el dato más bajo para todos los combustibles analizados. Este resultado implica una distribución bastante igualitaria como lo podemos observar en el gráfico de la curva de Lorenz, cuya curva de desigualdad está muy cerca de la línea de 45° a lo largo de toda la distribución. Los datos de la estadística descriptiva confirman estas cifras. En la sección previa se identificó al gaslp como la variable con la distribución más uniforme cuyo *ratio* entre el decil de mayor consumo y el de menor fue el más pequeño. Asimismo, la pendiente que mostraba la variable gaslp en el gráfico 2 era muy pequeña.

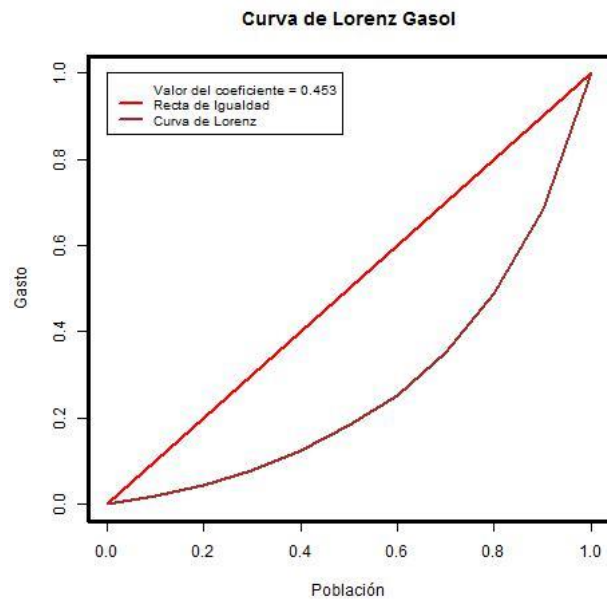
**Gráfico 5: Curva de Lorenz del GLP**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

La última fuente de energía analizada a través del coeficiente de Gini es la variable compuesta *gasol*. El índice obtenido fue de 0.453 lo cual implica una distribución casi tan desigual como la del ingreso. La enorme disparidad se puede apreciar en la curva de desigualdad presentada en el siguiente gráfico de la curva de Lorenz, la cual es tan convexa como la del ingreso.

**Gráfico 6: Curva de Lorenz de Gasol**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

Los análisis del coeficiente de Gini realizados en esta sección confirman las observaciones recogidas en los resultados de la estadística descriptiva, en el sentido de que fuentes de energía como la electricidad y el gas licuado del petróleo tienen un gasto en los hogares bastante homogéneo, mientras que el gasto en combustibles fósiles como la gasolina, el gas y el diésel junto con el ingreso tienen un nivel de concentración muy grande, los cuales se ven reflejados en un número índice bastante alto. Estos resultados se orientan en el mismo sentido que las tendencias identificadas en el estudio de Rosas-Flores, J. A., Morillón Gálvez, D., Fernández Zayas, J. L. (2010), en donde se analiza la trayectoria del gasto en diversas fuentes de energía de 1968 a 2006 mediante el coeficiente de Gini y encuentra una tendencia decreciente en los coeficientes obtenidos mostrando además un resultado consistentemente menor para el gas, seguido de la electricidad y claramente superior para la gasolina.

### **Resultados de las estimaciones**

En esta sección se evalúan los resultados de las estimaciones mediante las cuales se obtienen los determinantes del consumo energético de los hogares, asimismo se analizan las variaciones de los estimadores en 5 puntos distintos, los cuales identifican a los cuantiles 20, 40, 60,80 y 95% de la distribución muestral.

Para analizar la relación entre las variables se usan dos metodologías econométricas: MCO y RC. La primera se utiliza solo como referencia general, en el sentido de obtener los efectos promedio sobre la variable dependiente. Por otro lado, como se analizó previamente, debido a que la estimación del efecto de la media condicional no es garantía de que dicho efecto sea uniforme a lo largo de la distribución, dado que puede estar influenciado por datos extremos, también se aplica la RC, la cual nos permite identificar las diferencias en los resultados a lo largo de 5 puntos distintos de la distribución.

Para tener un mejor entendimiento del producto de las regresiones, se dividieron las variables independientes en 5 secciones distintas, agrupándolas de acuerdo con sus atributos. El primer bloque aborda las características del jefe de familia, sexo, edad y nivel de instrucción. El segundo se ocupa de las características de los hogares (de sus integrantes). Aquí encontraremos variables como el total de miembros del hogar, el número de adolescentes y menores de edad y el logaritmo del ingreso. El tercero retoma las características de las viviendas, por ejemplo, el número de cuartos, el número de vehículos automotores, si la vivienda cuenta con aire acondicionado, con calefacción, con calentador de agua o si existe un negocio dentro de ella. El cuarto enlista a los aparatos electrodomésticos: refrigerador, lavadora, estufa, horno, televisión, etc. Finalmente, el último hace referencia al tipo de



localidad en la que se encuentra el hogar: rural o urbano. Para hacer más ágil la lectura y comprensión del producto de las regresiones, se abordan en el análisis únicamente el resultado de las variables cuyos coeficientes registran un mayor impacto sobre las variables dependientes.

En los cuadros 3, 4 y 5 se indican los resultados obtenidos para las estimaciones del gasto trimestral de las variables dependientes: gasto de energía eléctrica, de gas licuado del petróleo y de gasolina en los hogares. La primera columna muestra los coeficientes obtenidos a partir de la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios. Las columnas restantes exponen los resultados mediante la Regresión por Cuantiles. Por otro lado, en las gráficas número 3, 4 y 5 se presentan las imágenes en el plano de los resultados de cada uno de los coeficientes.

### **Consumo eléctrico en los hogares**

#### **MCO**

Para el caso de los MCO prácticamente todos los coeficientes son estadísticamente significativos al 95% de confianza y los signos obtenidos son los esperados. Las 5 variables que más influyen en el consumo eléctrico de las viviendas son el aire acondicionado, el total de habitantes en el hogar, el ingreso, el refrigerador y el nivel de educación superior del jefe de familia, mientras que otras variables como la edad del jefe de familia, si hay un negocio dentro del domicilio, o si la vivienda tiene horno, las cuales tienen un impacto marginal. La presencia de aire acondicionado es la variable que más influye entre todas ya que su coeficiente alcanza un valor de 0.875. La siguiente en importancia es el logaritmo del ingreso, cuya elasticidad se sitúa en 0.63. A partir de ahí la mayoría de los coeficientes obtenidos se sitúan entre 0.318 y 0.122. Un resultado bastante llamativo es el que se alcanzó con la variable del logaritmo del número de cuartos, cuyo resultado fue de 0.086, situándola como uno de los determinantes que menos influyen en el consumo eléctrico.

#### **Regresión por Cuantiles**

El efecto de la variable de nivel de educación del jefe de la familia en el gasto de electricidad doméstico fue positivo y por lo general estadísticamente significativo. Las variables con mayor peso en este bloque son `_Iesco_4` y `_Iesco_5`, cuyos valores se hallan entre 0.161 y 0.284 y 0.139 y 0.222 respectivamente. El comportamiento de ambas entre los cuantiles de gasto es ascendente, con una pequeña caída en el cuantil 0.80 para alcanzar su máximo valor en el último (0.95), lo que sugiere que el nivel de educación preparatoria y universidad y posgrado de los jefes de familia tiene una mayor influencia en la factura eléctrica en los hogares con mayores ingresos. Esta situación coincide

con lo obtenido en la investigación de Elkanat *et al.* (2015), cuyos resultados indican que las personas con mayor nivel educativo tienen un consumo energético más elevado (p.24).

En el bloque relativo a las características del hogar, las variables logaritmo del total de integrantes del hogar y el logaritmo del ingreso son las que más destacan. Los coeficientes de ambas variables son positivos y estadísticamente significativos. Para el caso del tamaño del hogar (número de integrantes), su coeficiente es el segundo más grande para todas las variables independientes del consumo eléctrico. Este resultado está acorde con la mayoría de los trabajos que identifican un mayor consumo de electricidad en la medida en que aumenta el tamaño del hogar (Pachauri *et al.* 2004, Medina y Vicéns 2011, Brounen *et al.* 2012, Cruz 2013, Sánchez 2013, Longhi 2015). El efecto de la variable es mayor en el cuantil 0.20 y en el 0.95, cuyas elasticidades son 0.69 y 0.669 respectivamente. La gráfica número 3 muestra el comportamiento de la variable a lo largo de los cuantiles de gasto. En lo que respecta al logaritmo del ingreso, los resultados de los coeficientes indican un signo positivo y una significancia estadística para todos los coeficientes. El efecto de la variable es creciente a lo largo de la distribución, lo que sugiere que el aumento del ingreso se asocia con un incremento en el consumo de energía eléctrica en los hogares. El valor de las elasticidades va de 0.224 a 0.302. La gráfica número 3 muestra la tendencia creciente de la variable. Los resultados obtenidos para el logaritmo del ingreso concuerdan con los de una investigación de Wen-Hsiu de 2015, quien encontró que el ingreso de los hogares fue uno de los dos más importantes determinantes de la demanda doméstica de electricidad ( p. 130).

En lo que se refiere a las características de la vivienda, las variables más importantes son la del aire acondicionado y la del calentador de agua. En el primer caso, el coeficiente es el más alto para todas las regresiones, asumiendo un efecto positivo y un porcentaje de significancia estadística de 95. El efecto que tiene entre los cuantiles de gasto es creciente, ya que a partir del incremento de una unidad en la variable aire acondicionado, se presenta un incremento en el gasto en electricidad de un 0.749% en el cuantil 0.20 y de 0.966% en el 0.80, si se consideran los valores más bajo y alto de la distribución. Esto convierte a las viviendas que cuentan con equipamiento de aire acondicionado en el determinante más importante del consumo eléctrico en los hogares. Estos datos concuerdan con los hallados por Medina y Vicéns (2011) para España. En este trabajo, los autores encontraron que las regiones con mayor infraestructura de aire acondicionado en las viviendas son las que tienen un mayor consumo eléctrico. No obstante, estos resultados se deben evaluar en su justa dimensión, ya que poco menos del 20% de los hogares en México cuenta con dicho equipamiento. Lo elevado del coeficiente se puede explicar debido al alto consumo de energía eléctrica que representan los aparatos de aire acondicionado. Por otro lado, la tendencia creciente de los resultados en paralelo al aumento

cuantiles de gasto, se puede interpretar a partir de que los sectores con mayor ingreso son los que podrían costear la onerosa infraestructura doméstica de este servicio. De hecho, al confrontar la distribución de la infraestructura de aire acondicionado contra los deciles de ingreso, resulta que los tres últimos deciles de la distribución (los de mayor ingreso) concentran más del 50% de la infraestructura en aire acondicionado doméstico, mientras que los tres primeros deciles (los de menor ingreso) sólo tienen el 10%.

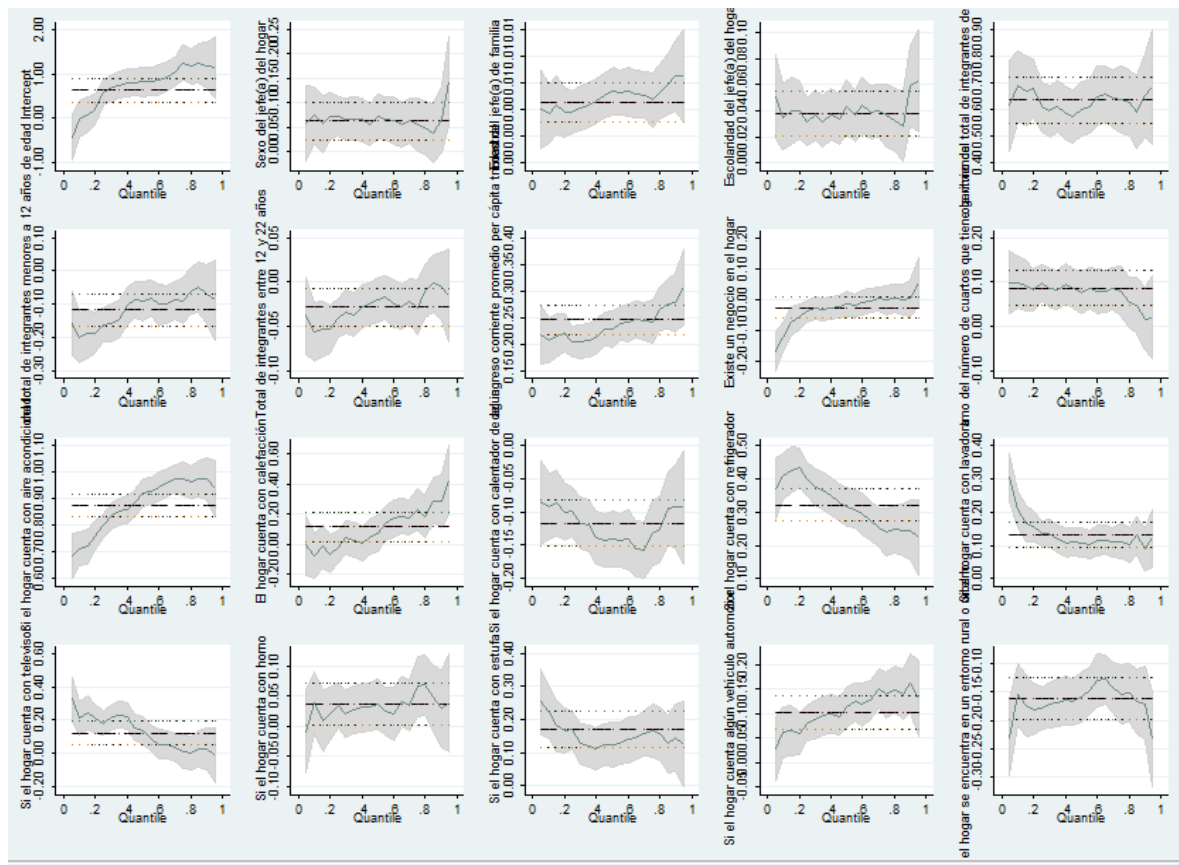
En el caso del calentador de agua, los resultados arrojan un efecto negativo sobre la variable dependiente. Los valores que asumen los coeficientes van de -0.113 en el cuantil 0.20 a un -0.234 en el cuantil 0.95, por lo que su efecto es decreciente. Este efecto es paralelo al incremento del gasto en energía eléctrica, es decir, entre mayor es el gasto mayor es el efecto decreciente. Lo anterior indica que en las viviendas que cuentan con calentador, el consumo eléctrico es desincentivado, manifestándose de forma más clara en los hogares de mayor ingreso, los cuales cuentan con una cobertura de calentadores mayor. Por otro lado, es importante señalar los resultados de la variable logaritmo del número de cuartos de la vivienda, la cual tuvo un nivel de relevancia baja ya que sus estimadores oscilaron entre 0.038 y 0.094.

Entre los aparatos electrodomésticos, el refrigerador y la televisión son los que tienen un mayor peso en la factura eléctrica. Para el caso del refrigerador los coeficientes tienen signo positivo y significancia estadística para todas las estimaciones. En el primer cuantil 0.20, por cada unidad que crece la variable refrigerador, el gasto en energía eléctrica aumenta en 0.417%, esta cifra va descendiendo hasta llegar al cuantil 0.95 cuyo crecimiento es de 0.199%. Estas cifras muestran por un lado el impacto relativamente alto de esta variable y por otro una tendencia decreciente a lo largo de la distribución del gasto en electricidad como se puede observar en la gráfica correspondiente.

El resultado no es ninguna sorpresa, ya que al ser un electrodoméstico que está permanentemente encendido, el refrigerador es uno de los aparatos que más gasta energía eléctrica. Por otro lado, una posible interpretación de la tendencia decreciente, es que los hogares con mayor factura (generalmente los de mayor ingreso), pueden adquirir aparatos más sofisticados con un mejor rendimiento y por lo tanto consumen una menor cantidad de energía. Los resultados para la televisión también indican una tendencia decreciente en el gasto en electricidad. Los cuantiles 0.20 y 0.40 arrojan coeficientes altos, los cuales van descendiendo en la medida en que se avanza en la distribución de gasto, no obstante, los resultados para los tres últimos no fueron estadísticamente significativos. El hecho de que los cuantiles más altos hayan obtenido valores menores podría explicarse debido a un menor uso de los aparatos televisivos a partir de un mayor número de alternativas de recreación y ocio. Los resultados del bloque de electrodomésticos en su conjunto

corresponden a los encontrados por Rosas-Flores y Morillón en su estudio de 2010, en el cual indican que el refrigerador y la television están entre los 3 electrodomésticos con mayor consumo de electricidad residencial (p. 2600). Finalmente, el último bloque indica que las viviendas que se encuentran en localidades rurales consumen menos electricidad que su contraparte urbanas, ya que todos los coeficientes arrojan un sentido negativo con un nivel de significancia estadística para todos los cuantiles. Un resultado similar se encuentra en Wen-Hsiu (2015), quien halló que “los hogares urbanos consumieron más electricidad que los hogares rurales, lo que está asociado con las diferencias en ingresos y estilo de vida entre los residentes urbanos y rurales” (p. 130).

**Gráfica 7: Resultados de la estimación de los determinantes del consumo eléctrico**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

Cuadro 5: Resultados de la estimación de los determinantes del consumo eléctrico

Variable Log(gasto trimestral en electricidad)	ols	qr 20	qr 40	qr 60	qr 80	qr 95
_cons	0.626** (0.141)	0.23 (0.188)	0.737** (0.159)	0.777** (0.173)	1.143** (0.205)	1.323** (0.363)
<b>Características del jefe de familia</b>						
_lsexo_jef2	0.064** (0.02)	0.074** (0.026)	0.068** (0.022)	0.065** (0.024)	0.05** (0.028)	0.156** (0.05)
edad_jefe	0.005** (0.001)	0.004** (0.001)	0.005** (0.001)	0.005** (0.001)	0.005** (0.001)	0.007** (0.002)
_lesco_2	0.09** (0.036)	0.068 (0.048)	0.101** (0.04)	0.113** (0.044)	0.072 (0.052)	0.105 (0.092)
_lesco_3	0.136** (0.038)	0.137** (0.051)	0.152** (0.043)	0.142** (0.047)	0.098* (0.055)	0.191** (0.098)
_lesco_4	0.2** (0.042)	0.203** (0.056)	0.22** (0.047)	0.209** (0.051)	0.161** (0.061)	0.284** (0.107)
_lesco_5	0.165** (0.045)	0.151** (0.06)	0.159** (0.05)	0.185** (0.055)	0.139** (0.065)	0.222** (0.115)
<b>Características de los hogares</b>						
log_totint	0.635** (0.044)	0.69** (0.059)	0.586** (0.05)	0.658** (0.054)	0.64** (0.064)	0.669** (0.114)
log_totmen	-0.114** (0.025)	-0.186** (0.033)	-0.111** (0.028)	-0.099** (0.03)	-0.067* (0.036)	-0.136 (0.063)
adolescentes	-0.029** (0.011)	-0.057** (0.014)	-0.032** (0.012)	-0.026* (0.013)	-0.016 (0.016)	-0.038 (0.028)
loging	0.252** (0.014)	0.224** (0.019)	0.22** (0.016)	0.255** (0.018)	0.271** (0.021)	0.302** (0.037)
<b>Características de las viviendas</b>						
_lnegocio_1	-0.027 (0.017)	-0.053** (0.022)	-0.03 (0.019)	-0.004* (0.02)	0.005 (0.024)	0.066 (0.043)
log_cuartos	0.086** (0.02)	0.091** (0.027)	0.094** (0.022)	0.079** (0.024)	0.054** (0.029)	0.038 (0.051)
_laireacon1	0.875** (0.022)	0.749** (0.029)	0.867** (0.025)	0.95** (0.027)	0.966** (0.032)	0.937** (0.057)
_lcalef_1	0.12** (0.051)	-0.02* (0.067)	-0.007* (0.057)	0.195** (0.062)	0.203** (0.074)	0.402** (0.13)
_lcalenagu_1	-0.115** (0.018)	-0.113** (0.024)	-0.125** (0.02)	-0.139** (0.022)	-0.129** (0.026)	-0.234** (0.046)
<b>Aparatos electrodomésticos</b>						
_lrefri_1	0.318** (0.025)	0.417** (0.033)	0.343** (0.028)	0.299** (0.031)	0.248** (0.036)	0.199** (0.064)
_llava_1	0.13** (0.019)	0.153** (0.025)	0.104** (0.021)	0.11** (0.023)	0.109** (0.027)	0.134** (0.049)
_ltv_1	0.122** (0.036)	0.21** (0.047)	0.228** (0.04)	0.06 (0.043)	0.011 (0.052)	-0.017 (0.091)
_lhorno_1	0.036** (0.018)	0.017* (0.024)	0.028 (0.02)	0.027 (0.022)	0.062** (0.026)	0.054 (0.046)
_lestufa_1	0.164** (0.028)	0.165** (0.038)	0.112** (0.032)	0.13** (0.035)	0.152** (0.041)	0.131* (0.073)
_lautomoto1	0.103** (0.017)	0.069** (0.023)	0.092** (0.02)	0.114** (0.021)	0.15** (0.025)	0.121** (0.045)
<b>Variable geográfica</b>						
_ldtam_loc_1	-0.159** (0.019)	-0.182** (0.025)	-0.154** (0.021)	-0.122** (0.023)	-0.157** (0.028)	-0.232** (0.049)

Error estándar entre paréntesis

Significancia estadística: \*\*p &lt; 0.05, \*p &lt; 0.1

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

## **Consumo de Gas Licuado del Petróleo en los hogares**

### **MCO**

Los resultados obtenidos a partir de los MCO indican que la mayoría de los coeficientes son estadísticamente significativos al 95% de confianza. Las variables que tienen mayor incidencia en la demanda de GLP de los hogares son tres: el nivel de educación superior y posgrado del jefe de familia, el nivel de ingresos y si el hogar cuenta con calefacción, calentador de agua y estufa; mientras que la edad del jefe de familia, el número de cuartos y de negocios dentro del hogar, así como las restantes variables de educación, tuvieron un impacto mínimo. Un aspecto importante en el análisis de los resultados de este combustible es que el impacto de las variables independientes es bajo respecto a los resultados de otras fuentes de energía domésticas. También es de resaltar que los resultados muestran una tendencia bastante homogénea, ya que el comportamiento de los coeficientes entre los cuantiles de gasto es bastante horizontal.

### **Regresión por cuantiles**

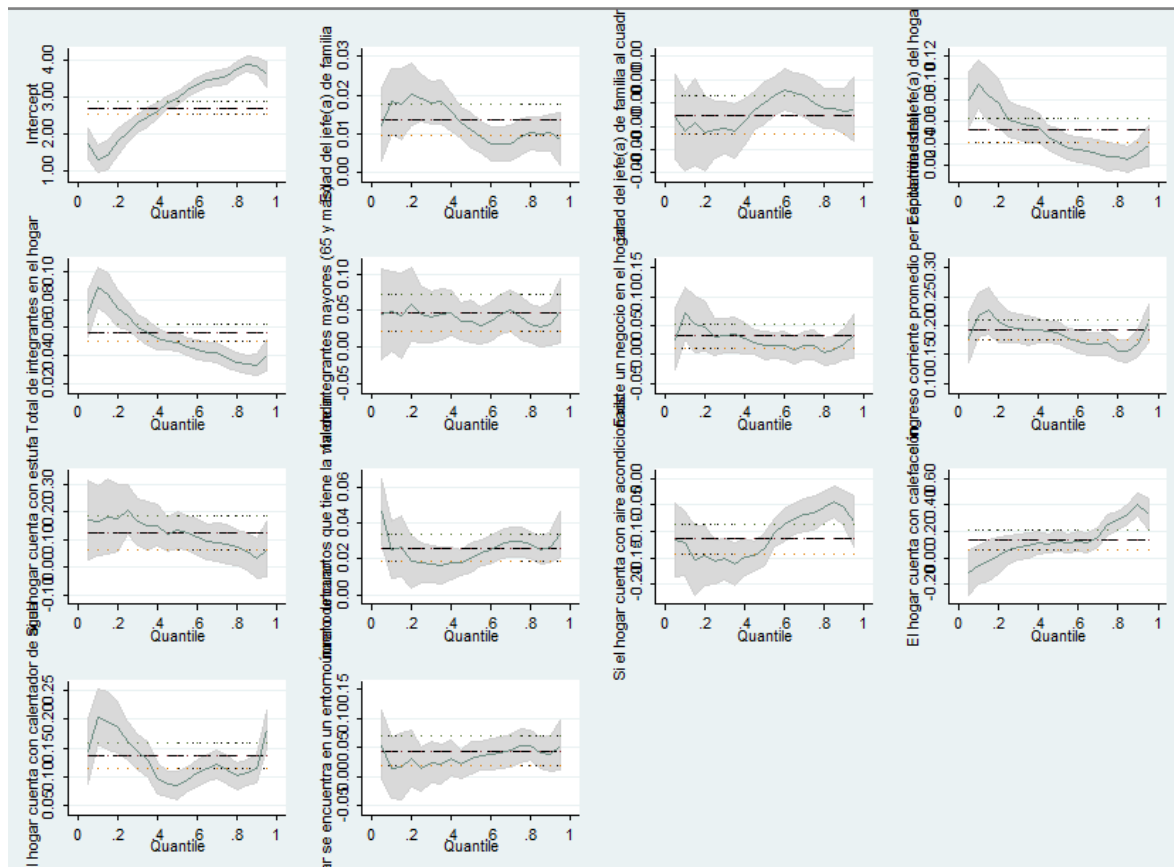
En el primer bloque, la variable que más influye es el nivel de educación superior y posgrado del jefe de familia, la cual tiene un efecto positivo y es estadísticamente significativo para todos los cuantiles de gasto. Sobresalen los cuantiles 0.20 y 0.95, sin embargo, la diferencia es poca respecto a los demás cuantiles. En el siguiente grupo de variables, la más importante es el logaritmo del ingreso y en menor medida el total de integrantes del hogar. El nivel de ingreso tiene un peso considerable en el consumo de GLP, de hecho, es el segundo determinante del consumo más importante después de la variable calefacción en el hogar. El efecto que tiene es positivo y bastante homogéneo entre los cuantiles, ya que si bien el gasto sobresale en los cuantiles 0.20 y 0.95, alcanzando una elasticidad de 0.2 y 0.192 respectivamente, la diferencia con los demás puntos de la distribución es mínima, lo que confirma una de las características que se identificó para este combustible: que tiene una distribución del consumo bastante homogénea entre los distintos niveles de gasto. Para el caso del total de integrantes el impacto es menor, pero se vuelve a presentar el hecho de que las diferencias en el coeficiente entre los distintos cuantiles de gasto es muy poca, ya que en el coeficiente más alto, por cada incremento en una unidad de la variable total de integrantes del hogar, el aumento en el gasto en gas licuado del petróleo es de 0.074% mientras que el crecimiento en el coeficiente más bajo es de 0.035%.

En lo que respecta a las características de la vivienda sobresalen dos variables: si la vivienda cuenta con calefacción y si cuenta con calentador de agua. Ambas tienen un efecto positivo y son estadísticamente significativas para todos los cuantiles, excepto para el primero de la variable calefacción. El comportamiento del calentador de agua se asemeja al del logaritmo del ingreso, ya

que destaca el gasto en los cuantiles 0.20 y 0.95, en los cuales por cada aumento en una unidad de la variable calentador de agua el consumo de gas se incrementa en 0.184% y 0.196% respectivamente. Por otro lado, los resultados que arrojan los coeficientes de la variable calefacción muestran una clara tendencia ascendente, comenzando con un valor relativamente bajo de 0.029 para el cuantil 0.20 hasta llegar al coeficiente del cuantil 0.95, que asume un valor de 0.314, el cual representa la cifra más alta de todas las variables independientes para esta fuente de energía. Este comportamiento es distinto al que se venía presentando en otras variables y puede atribuirse a una correlación entre el nivel de ingreso y el acceso a este servicio, ya que una ínfima parte de la población, esencialmente los hogares con mayor ingreso son los que cuentan con equipamiento de calefacción en sus viviendas.

De las variables que pertenecen a los aparatos electrodomésticos, solamente la estufa fue estadísticamente significativa, teniendo un efecto positivo para todos los coeficientes como lo indican los signos. Para esta variable se presenta una tendencia claramente negativa a lo largo de la distribución del gasto, comenzando en el cuantil 0.20 con un crecimiento en el consumo de GLP de 0.159% por cada aumento en una unidad de la variable estufa, ese crecimiento desciende hasta llegar a un 0.051% para el cuantil 0.95 (el cual no fue estadísticamente significativo). Esta situación podría explicarse por el hecho que los hogares que tienen estufa en los cuantiles de gasto más bajos utilizan fundamentalmente GLP como combustible, mientras que los cuantiles más altos podrían acceder a estufas más sofisticadas que funcionan con electricidad, evitando el consumo de GLP. El estudio de Rodríguez-Oreggia E. y Yepez-García R. (2014) confirma los hallazgos en los dos últimos bloques, ya que en ese trabajo, los autores develan que el número de aparatos domésticos incide en un mayor consumo de GLP (p. 19). Finalmente, en el rubro relacionado con la variable geográfica, los resultados fueron positivos y estadísticamente significativos al 90 y 95% de confianza salvo para el cuantil 0.20. El comportamiento de la variable es bastante homogéneo a lo largo de la distribución, lo que sugiere que no existe mucha diferencia entre el consumo en GLP entre las viviendas rurales y urbanas.

**Gráfica 8: Resultados de la estimación de los determinantes del consumo del GLP**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH



**Cuadro 6: Resultados de la estimación de los determinantes del consumo del GLP**

Variable Log(gasto trimestral en GLP)	OLS	QR_20	QR_40	QR_60	QR_80	QR_95
_cons	2.853** (0.098)	2.015** (0.182)	2.85** (0.126)	3.476** (0.1)	3.82** (0.105)	3.837** (0.187)
<b>Características del jefe de familia</b>						
edad_jefe	0.014** (0.002)	0.019** (0.004)	0.016** (0.003)	0.007** (0.002)	0.011** (0.002)	0.006 (0.004)
_lesco_2	0.004 (0.023)	0.025 (0.044)	-0.023 (0.03)	-0.017 (0.024)	0.015 (0.025)	0.058 (0.045)
_lesco_3	0.037 (0.025)	0.075 (0.047)	0.009 (0.032)	-0.005 (0.026)	0.027 (0.027)	0.051 (0.048)
_lesco_4	0.089** (0.027)	0.165** (0.051)	0.064* (0.035)	0.031 (0.028)	0.072** (0.03)	0.084 (0.053)
_lesco_5	0.187** (0.029)	0.276** (0.054)	0.176** (0.037)	0.118** (0.03)	0.109** (0.031)	0.217** (0.055)
<b>Características de los hogares</b>						
tot_int	0.056** (0.003)	0.074** (0.006)	0.051** (0.004)	0.044** (0.003)	0.035** (0.003)	0.039** (0.006)
totmay	0.045** (0.013)	0.043* (0.024)	0.039** (0.017)	0.035** (0.013)	0.026* (0.014)	0.044* (0.025)
loging	0.188** (0.009)	0.2** (0.017)	0.184** (0.012)	0.17** (0.009)	0.153** (0.01)	0.192** (0.017)
<b>Características de las viviendas</b>						
_Inegocio_1	0.032** (0.011)	0.043** (0.021)	0.03** (0.014)	0.013 (0.011)	0.008 (0.012)	0.037* (0.021)
cuartos	0.026** (0.004)	0.023** (0.007)	0.018** (0.005)	0.024** (0.004)	0.027** (0.004)	0.035** (0.007)
_laireacon~1	-0.113** (0.014)	-0.149** (0.027)	-0.145** (0.018)	-0.085** (0.015)	-0.054** (0.015)	-0.077** (0.027)
_lcalef_1	0.134** (0.036)	0.029 (0.067)	0.113** (0.047)	0.109** (0.037)	0.278** (0.039)	0.314** (0.069)
_lcalenagu_1	0.137** (0.011)	0.184** (0.021)	0.099** (0.015)	0.106** (0.012)	0.102** (0.012)	0.196** (0.022)
<b>Aparatos electrodomésticos</b>						
_lestufa_1	0.125** (0.032)	0.159** (0.059)	0.142** (0.041)	0.11** (0.032)	0.077** (0.034)	0.051 (0.06)
<b>Variable geográfica</b>						
Idtam_loc 1	0.042** (0.013)	0.033 (0.024)	0.029* (0.017)	0.039** (0.013)	0.053** (0.014)	0.044* (0.025)

Error estándar entre paréntesis

Significancia estadística: \*\*p < 0.05, \*p < 0.1

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

## **Resultados de la variable Gasol**

### **MCO**

La mayoría de los coeficientes de la variable gasol fueron estadísticamente significativos al 95% de confianza y todos arrojaron los signos esperados. Para el primer bloque, la variable que tiene una mayor influencia en el consumo de gasol es *\_Iesco\_5*, la cual tiene un coeficiente de 0.344. Para los demás bloques, las variables que inciden en la demanda de la gasolina son cuatro: el total de integrantes del hogar (0.156%), si la vivienda cuenta con un vehículo automotor (0.357%), si en el hogar viven menores de edad y adolescentes, ambas con un efecto negativo -0.074% y -0.096%, sin embargo el logaritmo del ingreso es sin lugar a dudas el determinante con mayor efecto sobre la demanda de gasolina en los hogares, el cual alcanza una elasticidad de 0.557%, lo que representa el mayor impacto de esta variable independiente para cualquiera de los combustibles analizados hasta el momento.

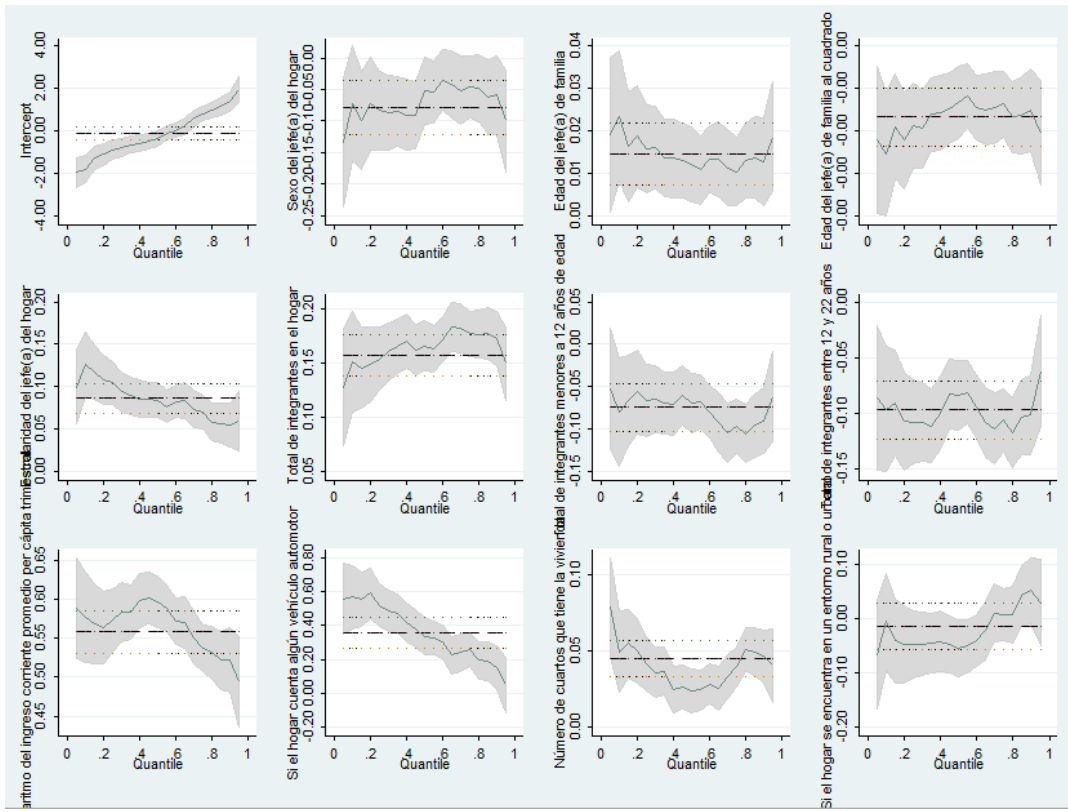
### **Regresión por cuantiles**

En el primer bloque de variables se vuelve a presentar el caso del impacto en el consumo de los combustibles utilizados en los vehículos automotores, el cual es mayor cuando los jefes de familia alcanzan niveles de educación más altos. El resultado en la variable de educación superior y posgrado fue bastante homogéneo entre los cuantiles de gasto, yendo desde un incremento de 0.389% en el gasto de gasol, por cada incremento en una unidad de la variable *\_Iesco\_5* en el cuantil 0.20, hasta un incremento de 0.278% para el último. En el siguiente bloque, las variables con mayor influencia en el gasto fueron: el total de integrantes del hogar y el logaritmo del ingreso. Los coeficientes relativos al total de integrantes del hogar tienen un efecto positivo en el consumo y un comportamiento prácticamente horizontal a lo largo de la distribución, partiendo del coeficiente más bajo en el cuantil 0.20, con un 0.148% de aumento en el gasto de gasolina por cada incremento en una unidad de la variable total de integrantes del hogar, hasta el mayor en el cuantil 0.80, con un crecimiento de 0.179%. En lo que respecta al logaritmo del ingreso, los resultados fueron positivos y estadísticamente significativos para todos los cuantiles. Esta variable en particular tuvo el mayor impacto sobre el gasto ejercido en la variable gasol, asimismo las variaciones fueron relativamente pequeñas a lo largo de la distribución. Se aprecia una ligera tendencia negativa en el comportamiento de los resultados entre los cuantiles de gasto, alcanzando su punto más alto en el cuantil 0.40 con una elasticidad 0.596, mientras que el valor más bajo fue en el último, con una elasticidad de 0.492. Una posible interpretación de estos resultados es a partir de los rendimientos decrecientes. Los hogares en los deciles más altos gastan en términos absolutos 17 veces más en gasolina que los hogares menos

acaudalados, por lo tanto, podría esperarse que el incremento de 1% en su ingreso arrojara un incremento menor en el gasto de combustible (0.49%) mientras que en los hogares con menor renta, el aumento del 1% del ingreso tendrá un incremento mayor en el gasto (0.59%). No obstante esta interpretación, es un hecho claro que la variable logaritmo del ingreso tiene un alto impacto en la factura de los hogares que consumen los combustibles que componen la variable gasol, asimismo ese impacto es bastante homogéneo a lo largo de la distribución, aunque con una ligera tendencia negativa.

En el grupo de variables que comprenden las características de la vivienda se incluye una relativa a la posesión de vehículos automotores por parte de los hogares. Los resultados que arroja la estimación para esta variable son todos positivos y estadísticamente significativos (excepto en el cuantil 0.95). Aquí se repite la tendencia negativa identificada en la anterior variable, con la salvedad de que la diferencia de los valores entre los cuantiles es bastante alta. El resultado del coeficiente del cuantil 0.20 es de 0.572%, a partir de ahí los valores comienzan a descender a lo largo de la distribución hasta llegar al último con un coeficiente de 0.087%. La interpretación de este resultado podría vincularse a la posesión de vehículos automotores. En promedio los hogares que se ubican en los primeros deciles casi no tienen automóviles, por lo tanto, cuando se incrementa en una unidad la variable automotores en los niveles de ingreso más bajos, el impacto en la factura de combustible es mucho mayor. Por otro lado, los hogares con mayor ingreso tienen en promedio 2 autos, en este sentido, el impacto marginal en el gasto en combustible al incrementarse una unidad en la variable automotor sería mucho menor. Nuevamente el trabajo de Rodríguez-Oreggia E. y Yopez-García R. (2014) coincide con los resultados hallados en esta sección, ya que en dicho estudio, el número de vehículos que poseen los hogares incide de forma positiva en el consumo de gasolina. Para el caso de la variable geográfica, los resultados indican que en general los hogares rurales tienen un menor consumo de combustibles como la gasolina magna, prémium, diésel y gas, ya que los coeficientes fueron negativos para los cuantiles 0.20, 0.40 y 0.60, nulo para el cuantil 0.80 y positivo (aunque con un efecto mínimo) para el último. Asimismo, los resultados fueron estadísticamente significativos únicamente para los cuantiles 0.40 y 0.60.

**Gráfica 9: Resultados de la estimación de los determinantes del consumo de la variable gasol**



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

**Cuadro 7: Resultados de la estimación de los determinantes del consumo de la variable Gasol**

Variable Log(gasto trimestral gasol)	ols	qr_20	qr_40	qr_60	qr_80	qr_95
_cons	-0.043 (0.163)	-0.957** (0.269)	-0.53** (0.218)	0.098** (0.186)	0.936** (0.192)	1.827** (0.331)
<b>Características del jefe de familia</b>						
_lsexo_jef~2	-0.077** (0.022)	-0.077** (0.037)	-0.09** (0.03)	-0.032 (0.025)	-0.043* (0.026)	-0.104** (0.045)
edad_jefe	0.014** (0.004)	0.019** (0.006)	0.013** (0.005)	0.012** (0.004)	0.013** (0.004)	0.019** (0.007)
_lesco_2	0.097** (0.048)	0.055 (0.079)	0.041 (0.064)	0.103* (0.055)	0.157** (0.056)	0.14 (0.097)
_lesco_3	0.127** (0.05)	0.12 (0.082)	0.093 (0.067)	0.142** (0.057)	0.157** (0.059)	0.114 (0.101)
_lesco_4	0.242** (0.052)	0.23** (0.086)	0.196** (0.07)	0.206** (0.06)	0.216** (0.061)	0.246** (0.106)
_lesco_5	0.344** (0.053)	0.389** (0.087)	0.305** (0.071)	0.342** (0.06)	0.3** (0.062)	0.278** (0.107)
<b>Características de los hogares</b>						
tot_int	0.156** (0.01)	0.148** (0.016)	0.17** (0.013)	0.17** (0.011)	0.179** (0.011)	0.153** (0.02)
totmen	-0.074** (0.015)	-0.059** (0.024)	-0.071** (0.019)	-0.076** (0.017)	-0.105** (0.017)	-0.075** (0.03)
adolescentes	-0.096** (0.013)	-0.102** (0.022)	-0.099** (0.018)	-0.091** (0.015)	-0.118** (0.015)	-0.069** (0.027)
loging	0.557** (0.014)	0.563** (0.023)	0.596** (0.019)	0.578** (0.016)	0.536** (0.016)	0.492** (0.028)
<b>Características de las viviendas</b>						
_lautomoto~1	0.357** (0.045)	0.572** (0.075)	0.438** (0.061)	0.299** (0.052)	0.188** (0.054)	0.087 (0.092)
log_cuartos	0.045** (0.006)	0.051** (0.01)	0.028** (0.008)	0.028** (0.007)	0.047** (0.007)	0.04** (0.012)
<b>Variable geográfica</b>						
_ldtam_loc_1	-0.02 (0.022)	-0.048 (0.036)	-0.052* (0.029)	-0.05** (0.025)	0 (0.026)	0.04 (0.044)

Error estándar entre paréntesis

Significancia estadística: \*\*p < 0.05, \*p < 0.1

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la ENIGH

## Conclusiones

En este capítulo se analizó la correlación entre el consumo promedio de combustibles de los hogares y la distribución del ingreso de las familias, se calcularon los coeficientes de Gini y las curvas de Lorenz para las variables seleccionadas y se obtuvieron las estimaciones del modelo econométrico.

En la primera parte se identificó la correlación que existe entre el ingreso y el gasto en energía. La inclinación de la curva del gasto es positiva para todas las fuentes de energía, no obstante, la pendiente cambia en función del combustible analizado. Esta situación se corroboró más adelante a través de las estimaciones econométricas obtenidas, en las que la variable *loging* fue positiva y estadísticamente significativa para todos los combustibles en todos los quintiles revisados, confirmando el planteamiento de la mayoría de los trabajos respecto al ingreso como principal determinante del consumo energético.

Posteriormente se abordó el tema de la desigualdad de ingreso y del consumo. Los resultados obtenidos muestran que el índice de Gini, calculado para el ingreso, fue el más alto de todas las variables analizadas. Este dato es similar a los publicados por organismos como la OCDE (OECD, 2015, p. 20). Para las demás variables, los resultados obtenidos coinciden con las tendencias halladas en el estudio de Rosas-Flores, J. A., Morillón Gálvez, D., Fernández Zayas, J. L. (2010).

En lo que respecta al cálculo de las estimaciones, se encontró que el nivel de escolaridad superior y posgrado del jefe de familia repercute en un mayor consumo de energía. Este mismo resultado fue documentado en el estudio de Elkanat *et al.* (2015). La interpretación que se puede dar a este hecho es que las personas con mayor preparación alcanzan niveles de ingreso más altos, lo que conlleva a un mayor consumo de energía. Por otro lado, la variable total de integrantes del hogar también tuvo un impacto positivo, aunque menor y distribuido de forma desigual entre las fuentes de energía consideradas. El efecto de esta variable en el consumo energético ha sido ampliamente documentada en trabajos previos como el de Pachauri *et al.* 2004, Brounen *et al.* 2012, Cruz 2013, Sánchez 2013, Longhi 2015.

Para el caso de las variables contenidas en el grupo de características de la vivienda, el aire acondicionado fue la que tuvo mayor impacto en la factura del consumo eléctrico, mientras que para el consumo de gaslp fue la calefacción. No obstante, el impacto de ambas variables se concentró en los quintiles de mayor ingreso. Por otro lado, los hogares que cuentan con calentador de agua generan un impacto negativo en la factura, ya que esta variable desincentiva el consumo eléctrico. Por el contrario, esta misma variable presenta un notable impacto positivo el consumo de gaslp.

Respecto a los dispositivos utilizados en el hogar, el más importante en relación con el gasto en energía eléctrica fue el refrigerador, seguido por la televisión. En cuanto al consumo de gaslp, la estufa es la variable que más impacta a la factura de ese combustible, en tanto que la tenencia de vehículos automotores es la más importante variable respecto al consumo de la variable gasol. Cabe mencionar que, al graficar los resultados de la estimación de la mayoría de los dispositivos analizados en este apartado, se identifica una tendencia decreciente en la medida en que avanza a través de la distribución. La interpretación dada a esta situación es que los hogares con mayor ingreso están en posibilidad de procurarse dispositivos tecnológicamente más avanzados y por lo tanto más eficientes en términos de consumo energético.

Finalmente, la variable geográfica arrojó que el consumo de energía en las viviendas rurales es en términos generales menor (electricidad y gasol) o prácticamente igual (gas lp) que en las viviendas urbanas.

## CONCLUSIONES FINALES

La energía juega un rol decisivo en el desarrollo económico de todos los países, de la misma manera, el consumo energético tiene una influencia directa en la calidad de vida de los hogares, ya que la calidad y cantidad de la energía utilizada tiene un impacto en el bienestar de la población y el medio ambiente, asimismo es una fuente de oportunidades socioeconómicas. “El acceso a las formas modernas de energía es esencial para el suministro de agua limpia, servicios médicos y sanitarios y provee grandes beneficios para el desarrollo a través del suministro de servicios de iluminación, calefacción, de cocción de alimentos, transporte...” (IEA, 2010, p. 11). De hecho, en nuestro país uno de los indicadores que utiliza el CONEVAL para medir la pobreza multidimensional es el acceso a los servicios básicos en la vivienda, entre los que se encuentran la electricidad y los combustibles para cocinar. En este sentido, la revisión pormenorizada del tema y el análisis de los determinantes ayuda a la comprensión de las dinámicas de consumo doméstico de energía, primer paso para la generación de alternativas para los retos a los que se enfrenta el sector.

El objetivo de este trabajo es desarrollar una investigación acerca del consumo energético de los hogares en México para el año 2014, analizando tres fuentes de energía: electricidad, gas licuado del petróleo y la variable gasol que comprende a la gasolina magna, prémium, el diésel y el gas. La metodología que se utilizó fue la Regresión por Cuantiles. Si bien esta metodología ha sido aplicada en otras naciones, donde la bibliografía relativa al tema es abundante, no ha sido utilizada en nuestro país para el análisis del consumo energético hasta donde se tiene conocimiento. Por lo tanto, una de las contribuciones de la tesis es haber aplicado dicha metodología al contexto del consumo de energía de los hogares en México.

Los resultados del modelo muestran que el ingreso es el principal determinante del consumo para las tres fuentes de energía analizadas en los hogares en México. No obstante, el efecto varía dependiendo del tipo de combustible, ya que sus elasticidades son muy distintas. Por un lado tenemos los coeficientes de la electricidad y del gas licuado del petróleo, los cuales son significativos pero moderados, mientras que los de la variable gasol se encuentran entre los más altos de todas las variables consideradas en este estudio. Lo anterior indica que de las tres fuentes de energía abordadas en este trabajo, el gasto en gasolina es el que tiene un mayor crecimiento porcentual a partir de un incremento porcentual en el ingreso de los hogares en México.

Los datos que arrojaron las estimaciones muestran que además del ingreso, hay una serie de variables sociodemográficas que influyen de forma importante en el consumo doméstico de energía. Las variables con mayor impacto son: el nivel de educación del jefe de la familia (particularmente el nivel superior y posgrado), y el número de integrantes del hogar, características de la vivienda como



sistemas de aire acondicionado, calefacción, calentador de agua o si la vivienda cuenta con un vehículo automotor, aparatos electrodomésticos como refrigerador, televisión, estufa y respecto a la ubicación geográfica de las viviendas, si éstas se encuentran en un entorno urbano. Cabe señalar que la variable número de cuartos de la vivienda tuvo poca relevancia para el consumo de energía en esta investigación.

A partir de estos datos, se confirma la hipótesis de trabajo, la cual plantea que el consumo de energía residencial en México está determinado por una serie de variables económicas y sociodemográficas relacionadas con el ingreso y con las características del(a) jefe(a) de familia, del hogar y de la vivienda y de su ubicación geográfica. Los resultados indican que si bien la variable ingreso es el principal determinante del consumo energético residencial en México, las demás variables sociodemográficas tienen una incidencia considerable en el consumo de energía de los hogares en nuestro país.

Respecto al análisis de la desigualdad del consumo de energía y del ingreso, los resultados revelan que la distribución del ingreso y el gasto en combustibles fósiles para vehículos automotores tiene un enorme grado de concentración, el cual se ve reflejado en los coeficientes tan altos que arrojaron los cálculos, mientras que en el gasto en electricidad y en gas licuado del petróleo, el nivel de desigualdad era mucho menor, tal y como lo muestran las curvas de Lorenz, cuya distribución es bastante homogénea.

En cuanto a posibles extensiones de este trabajo, se podrían abordar las repercusiones que tienen los subsidios gubernamentales sobre la desigualdad en el consumo energético. Esta situación es importante y merecería un trabajo completo aparte, ya que los subsidios energéticos son altamente regresivos debido a que sus beneficios se concentran de manera desproporcionada en estratos de ingreso medio y alto. Esta situación genera lo que John Scott denomina el “costo de oportunidad social” (Scott, 2012, p. 312) en el que incurre el gobierno federal al subsidiar los energéticos, en otras palabras, para financiar gasto corriente en gasolina y electricidad, principalmente en beneficio de la población de ingresos medios y altos. Esta problemática es más notoria considerando que en México los subsidios, principalmente al consumo eléctrico y al de combustibles fósiles, se encuentran entre los mayores del mundo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angrist, J. D. y Pischke J. (2008). *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Recuperado de [http://www.development.wne.uw.edu.pl/uploads/Main/recrut\\_econometrics.pdf](http://www.development.wne.uw.edu.pl/uploads/Main/recrut_econometrics.pdf)
- Atkinson, A. (2016). *Desigualdad. ¿Qué podemos hacer?* México. Fondo de Cultura Económica.
- Bakhat, M., Labeaga, J., Labandeira, X. y Rosas-Flores, J. (2013). *A Household Energy Demand System: Evidence from México*. *Economics for energy*. WP 07/2013.
- Berg, Andrew G. y Ostry, Jonathan D. (2011). *Inequality and Unsustainable Growth: Two Sides of the Same Coin?* IMF Staff Discussion Note. JEL Classification Numbers: O1, O4. SDN/11/08.
- Barnes, F., Khandker, S. y Samad, H. A. (2011). *Energy poverty in rural Bangladesh*. *Energy Policy*, 39(2), 894-904.
- Brounen, D., Kok N. y Quigley J. M. (2012). *Residencial energy use and conservation: Economics and demographics*. *European Economic Review*, 56, 931-945.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2014). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. *El Trimestre Económico*, vol. LXXXI (1), núm. 321, 5-42
- Cohen, C. Lenzen, M. Schaeffer, R. (2005). *Energy requirements of households in Brazil*. *Energy Policy*, 33, 555-562.
- Cortés F. (2001). *El cálculo de la pobreza en México a partir de la encuesta de ingresos y gastos*. *Comercio Exterior*. Vol. 51. Núm. 10, 879-884.
- Cruz Islas I. (2013). *Energy Consumption of Mexican Households*. *The Journal of Energy and Development*. Vol. 38. Nos. 1 and 2, 189-219.
- Del Castillo Negrete M. (2015). *La magnitud de la desigualdad en el ingreso y la riqueza en México. Una propuesta de cálculo*. CEPAL. Serie Estudios y Perspectivas. México. No. 167.
- Du, G., Chuanwang, S. y Zhongnan, F. (2015). *Evaluating the Atkinson index of energy consumption in China*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1080–1087.
- Elnakat, A., Gomez, J. y Booth N. (2016). *A zip code study of socioeconomic, demographic, and household gendered influence on the residential energy sector*. *Energy Reports*, 2, 21-27.
- Hancevic, P. y Navajas, F. (2015). *Consumo Residencial de Electricidad y Eficiencia Energética. Un enfoque de regresión cuantílica*. *El Trimestre Económico*, vol. LXXXII (4), núm. 328, 897-927.
- IEA (2010). *Energy poverty: How to make modern energy access universal?* International Energy Agency, Paris.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2014. Principales resultados*. México.

Jamasb, T. y Meier, H. (2010). Household energy expenditure and income groups: Evidence from Great Britain. EPRG Working Paper 1003. University of Cambridge, Cambridge.

Joyeux, R. y Ripple, R. (2007). Household energy consumption versus income and relative standard of living: a panel approach. *Energy Policy*, 35(1), 50-60.

Koenker R y Basset G. (1978). Regression Quantiles. *Econometrica*, Vol. 46, No. 1. The econometric Society.

Longhi Simonetta. (2015). Residencial energy expenditures and the relevance of changes in household's circumstances. *Energy economics*. 49, 440-450.

Medina E. y Vicéns J. (2011). Factores determinantes de la demanda eléctrica de los hogares en España: Una aproximación mediante regresión cuantílica. *Estudios de Economía Aplicada*. Vol 29-2. 515-538.

Organization for Economic Co-operation and Development. (2015). *In It Together: Why Less Inequality Benefits All*, OECD Publishing, Paris.

O'Sullivan, K. y Barnes, D. (2006). *Energy Policies and Multitopic Household Surveys: Guideline for Questionnaire Design in Living Standard Measurement Surveys*, Energy and Mining Sector Board, Discussion Paper No. 17. World Bank.

Pachauri S. (2004). An analysis of cross-sectional variations in total household energy requirements in India using micro survey data. *Energy policy* 32(15), 1723-1735.

Pachauri, S. y Spreng, D. (2003). *Energy use and energy access in relation to poverty*. CEPE. Swiss Federal Institutes of Technology. Working Paper 25.

Pachauri, S., Mueller A. y Kemmler A. y Spreng D. (2004). On measuring Energy Poverty in Indian Households. *World development*. Vol. 32, No 12, 2083-2104.

Reeves E. y Lowe J. (2009). Quantile regression: an educational policy research tool. *Southern Rural Sociology*. 24(1), 175-199.

Rodríguez-Oreggia E. y Yépez-García R. (2014). Income and energy consumption in Mexican Household's. World Bank. Policy Research Working Paper 6864.

Rosas-Flores, J. y Morillón Gálvez, D. (2010). What goes up: Recent trends in residential energy use. *Energy* 35, 2592-2602.

Rosas-Flores, J., Morillón Gálvez, D. y Fernández Zayas, J. (2010). Inequality in the distribution of expense allocated to the main energy fuels for Mexican households: 1968-2006. *Energy Economics*. 32, 960-966.

Sánchez Peña L. (2012). Hogares y Consumo Energético en México. *Revista Digital Universitaria*. Vol. 13. Número 10, 1-8.

Sánchez Peña Landy. (2013). Understanding energy consumption in Mexico: an age-period-cohort analysis. Paper presented at the XXVII IUSSP International Population Conference, Busan Korea, 26-31.

Schlör, H., Fischer, W. y Hake, J. F. (2012). Measuring social welfare, energy and inequality in Germany. *Applied Energy* 97, 135–142.

Schlör, H., Fischer, W. y Hake, J. F. (2013). Sustainable Development, justice and the Atkinson index. Measuring the distributional effects of the German energy transition. *Applied energy*. 112, 1493-1499.

Scott, J. (2012) ¿Quién se beneficia de los subsidios energéticos en México? En Elizondo, Carlos, Magaloni Ana Laura (Ed.), *Uso y abuso de los recursos públicos*. CIDE, 311-348.

Smil V. (1994). *Energy in world history*. Boulder: Westview.

United Nations Development Programme. (2000). *Energy and social issues en World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability*. USA. Bureau for Development Policy, 41.

Vicéns Otero J. y Sánchez Reyes B. (2012). *Regresión cuantílica, estimación y contrastes*. Instituto L. R. Klein-Centro Gauss. Universidad Autónoma de Madrid. Documento de trabajo No 21.

Wen-Hsiu H. (2015). The determinants of household electricity consumption in Taiwan: evidence of quantile regression. *Energy*, 87, 120-133.

Zhou, K. y Yang, S. (2016). Understanding energy consumption behavior: The contribution of energy big data analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 56, 810–819.