



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ECONOMÍA

*Eficiencia en el consumo eléctrico residencial en México frente al cambio  
climático 1989-2016*

## ENSAYO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
Especialista en Economía Ambiental y Ecológica

PRESENTA:

Rosa Elena del Carmen Montes Gutiérrez

TUTOR:

Mtro. Eduardo Vega López

Ciudad de México, junio 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

*Le agradezco a Dios por dirigir mi camino, por acompañarme en mi formación y por haberme permitido alcanzar este logro. Gracias por este gran regalo.*

*Agradezco a mi familia por echarme porras, por su compañía y por compartir conmigo este logro. A mis papás Juan Abel y Alejandra por todo el amor y apoyo que me han brindado e impulsarme a ser mejor cada día, por ser unos padres extraordinarios. A mis hermanas Abigail y Sofía por sus consejos, su ánimo y por compartir esta alegría conmigo. A mis abuelitos Rosa Elena y Juan Montes† por su cariño y por enseñarme la importancia del estudio.*

*Agradezco a mi tutor el Mtro. Eduardo Vega López por su ayuda en la elaboración de este ensayo, por su apoyo, por sus clases que han aumentado mi gusto e interés por los temas de economía y medio ambiente y por la oportunidad de colaborar en el aprendizaje y formación de otros compañeros economistas.*

*A la Mtra. Karina Caballero Güendulain por haber revisado este documento y por sus recomendaciones y consejos en la elaboración del mismo.*

*Al Dr. Gabriel Alejandro Mendoza Pichardo por sus comentarios y consejos en la elaboración de este ensayo.*

*A mi tío Francisco Javier Salas Díaz por haberme ayudado en la revisión de este documento.*

*Le agradezco a mi querida Facultad de Economía y a la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme sus puertas al conocimiento y por la formación académica que he recibido. Es un honor ser parte de esta institución. Gracias a todos mis profesores, tanto de la licenciatura como de la especialidad, por su dedicación, esfuerzo y profesionalismo, y los compañeros y amigos con los que tuve el gusto de poder compartir experiencias, aprendizajes y sueños.*

## Índice

<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 1. Ubicación de la temática en el marco del Cambio Climático</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 2. Política pública de eficiencia energética</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo 3. Indicadores de eficiencia eléctrica residencial</b>	<b>35</b>
<b>Capítulo 4. Demanda residencial de electricidad y modelo econométrico</b>	<b>48</b>
<b>Conclusiones generales</b>	<b>58</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>61</b>
<b>Referencias</b>	<b>63</b>
<b>Anexo</b>	<b>69</b>

## Resumen

En el ensayo se muestra cuál ha sido la política pública en México dirigida a aumentar la eficiencia en el consumo eléctrico de los hogares durante el periodo de 1989-2016 y se explica su importancia como mecanismo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Se identificaron los factores determinantes de la demanda eléctrica en México a través de indicadores de eficiencia y un modelo econométrico (Mínimos Cuadrados Ordinarios) con datos de 2014 del Módulo de Condiciones Socioeconómicas de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (MCS- ENIGH). El objetivo del ensayo es comparar las medidas de política pública con los factores determinantes del consumo para identificar oportunidades de mejoramiento en la eficiencia.

Las principales acciones de la política de eficiencia fueron la sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores de energía, la renovación de refrigeradores y aire acondicionado y el establecimiento de Normas Oficiales Mexicanas que regulan el consumo eléctrico de los aparatos y las características térmicas de los edificios. Los indicadores analizados muestran que el consumo eléctrico total y per cápita han aumentado 2.9% y 1.58% promedio anual de 2002 a 2016, respectivamente. Se observó que los aparatos eléctricos que consumen más electricidad son el refrigerador, equipos de aire acondicionado, televisores y focos. Los resultados del modelo econométrico indican que el precio real, el ingreso y la potencia eléctrica instalada son las variables más influyentes en la demanda eléctrica al obtener elasticidades de -1.46, 0.42, 0.33 respectivamente.

Palabras clave: Política pública de eficiencia eléctrica residencial, demanda eléctrica del sector residencial, Modelo Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Clasificación JEL: D12, Q41, Q48

## Abstract

The essay shows the characteristics of the public policy in Mexico aimed at increasing the efficiency of household electricity consumption from 1989 to 2016 and exposes its importance in greenhouse gas emissions reduction. The determinants of household electricity demand in Mexico are identified through efficiency indicators and an econometric model (Ordinary Least Squares) with 2014 data from the Socioeconomic Conditions Module of the National Household Income and Expenditure Survey (MCS-ENIGH). The aim is to compare the public policy measures with the determinants of household electricity consumption to identify opportunities of efficiency improvement.

The main efficiency policy actions were the replacement of incandescent bulbs by energy-saving lights, refrigerators and air conditioning replacements, and the establishment of an Official Mexican Norms to regulate the electrical consumption of appliances and the thermal characteristics of the buildings. The indicators analyzed show that total and per capita electricity consumption increased, per year, at 2.9% and 1.58% between 2002 and 2016. The home appliances that consume more electricity are the refrigerator, air conditioning equipment, televisions and spotlights. The results of the econometric model indicate that the real price, the income, and the installed electrical power are the most influential variables in the electricity demand with elasticities of -1.46, 0.42, 0.33, respectively.

Keywords: Public policy of efficiency of household electricity consumption, Residential sector electricity demand, Ordinary Least Squares Regression.

JEL Classification: D12, Q41, Q48

## Introducción

La amenaza del cambio climático es un desafío que la humanidad debe enfrentar. Para ello es necesario conocer cuáles son las repercusiones que ha provocado y las que podrían presentarse, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población en riesgo y dar soluciones que resuelvan el problema desde sus orígenes.

La electricidad está inmersa en el desarrollo de la sociedad actual, tanto en las actividades económicas de producción, consumo y formación de capital como en la vida cotidiana, permitiendo que las personas tengan una mejor calidad de vida al contar con iluminación, calefacción y los servicios de una gran cantidad de aparatos eléctricos. Sin embargo, el aumento del consumo eléctrico, causado por el incremento poblacional, las características de los aparatos eléctricos o por las señales erróneas de mercado como precios bajos en la tarifa eléctrica que no reflejan sus costos sociales y ambientales, es una presión indirecta para el medio ambiente, ya que el abastecimiento eléctrico requiere procesos productivos y distributivos que conllevan mayores emisiones de gases de efecto invernadero en la generación eléctrica, además de una extracción continua e intensiva de recursos que generan un deterioro ambiental y un agotamiento de las reservas.

En México la actividad que produce la mayor cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) es la generación de energía eléctrica (19% en 2013), este recurso se dirige principalmente a la industria y como segundo destino al abastecimiento de la demanda de los hogares, alcanzando 27% de las ventas de electricidad en 2016.

La relación entre la problemática del cambio climático y las necesidades de electricidad en México requiere que el consumo sea sustentable, propiciando el crecimiento económico y reduciendo las desigualdades sociales al permitir el acceso de este recurso a toda la población. Al mismo tiempo se debe reducir el nivel de emisiones de GEI como una de las medidas que permitan la conservación de los recursos y servicios ambientales para poder continuar disfrutándolos en el futuro.

Una de las formas de propiciar la sustentabilidad del sector es hacer más eficiente el consumo eléctrico, con lo cual nos referimos a la realización de nuestras actividades cotidianas utilizando la mínima cantidad de electricidad para ello.

Este ensayo tiene tres objetivos principales: el primero es mostrar la relación entre la problemática del cambio climático y la eficiencia eléctrica del sector residencial como estrategia de reducción de emisiones, el segundo es conocer cuál es la política pública en México referente a la eficiencia en el sector mencionado durante el periodo 1989-2016 y el tercer objetivo es hacer un análisis de las características del consumo eléctrico de los hogares y de las variables que lo determinan. El fin del desarrollo de estos objetivos es conocer la dirección e impacto de la política pública y encontrar áreas de oportunidad para reducir emisiones de GEI mediante esta vía.

En el primer capítulo se expone cuáles son las fuentes y actividades que provocan este fenómeno de cambio climático para mostrar la relevancia de tomar medidas para reducir las emisiones del sector eléctrico. También se presenta cuáles son los acuerdos internacionales que se han llevado a cabo para hacer frente al calentamiento global además de la planeación y normatividad que tiene México referente a esta problemática.

El capítulo dos describe en qué consiste la política pública que se ha hecho en México en términos de eficiencia eléctrica del sector residencial a partir de la creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) en 1989, como órgano de consulta en materia de ahorro y uso eficiente de energía hasta lo realizado en 2016. Se analizan las herramientas jurídico-normativas que la rigen, los aspectos organizativos y administrativos relativos a su aplicación, además de los económicos y presupuestales.

En el capítulo tres se presentan indicadores de eficiencia en el consumo eléctrico referente al uso óptimo de la electricidad, se muestran las tendencias del consumo total, por usuario y por habitante, además de una comparación entre el consumo de electricidad por aparato eléctrico de 2008 y 2014.

En el capítulo cuatro se analiza la demanda de electricidad de los hogares. Se realizó una regresión utilizando un modelo econométrico de mínimos cuadrados ordinarios, principalmente con los datos del Módulo de Condiciones Socioeconómicas de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (MCS- ENIGH) del 2014.

## Capítulo 1. Ubicación de la temática en el marco del Cambio Climático

La problemática ambiental del cambio climático se refiere a un anormal incremento de la temperatura en la Tierra, el cual ha sido de 0.85 [0.65 a 1.06] °C durante el periodo de 1880 a 2012. Este fenómeno es resultado de altas concentraciones de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono (75% desde 1970), metano y óxido nitroso. La emisión de la mayoría de estos gases proviene de la quema de combustibles fósiles, producción de cemento y quema de antorcha, además de la silvicultura y otros usos del suelo (IPCC, 2015, págs. 4, 42, 47).

También se han observado cambios en los patrones de precipitación, aumento en la presencia de fenómenos extremos y catástrofes naturales, disminución del hielo superficial y elevación del nivel del mar, acidificación y disminución de niveles de oxígeno en los océanos. Estos cambios han provocado repercusiones en la disponibilidad de recursos hídricos, disminución en el rendimiento de algunos cultivos como el trigo y el maíz, modificación en la distribución geográfica de especies marinas y reducción de su hábitat. Los desastres naturales han provocado más de 60,000 muertes cada año (IPCC, 2015, págs. 4, 42). De acuerdo con la OMS (2016) entre 2030 y 2050 se esperan alrededor de 250,000 defunciones adicionales cada año por efectos del cambio climático.

Mientras mayores sean las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, se esperan mayores incrementos en la temperatura y por lo tanto mayores afectaciones al ambiente. Hay diversos escenarios<sup>1</sup> de los cambios climáticos que se pueden presentar en el presente siglo, de acuerdo con las concentraciones de GEI que se alcancen en los próximos años; los cuales reportan incrementos de la temperatura media desde 1°C (RCP2,6) hasta 2°C (RCP8,5) para el periodo de 2046 a 2065, y de 1°C (RCP2,6) a 3.7°C (RCP8,5) para el periodo de 2081 a 2100 (IPCC, 2015, p. 64).

---

<sup>1</sup> Las RCP son trayectorias de concentración representativas, la RCP2,6 es una trayectoria de mitigación estricta para evitar el incremento de la temperatura en menos de 2°C, RCP4,5 RCP6,0 son escenarios intermedios y RCP8,5 es un escenario de altas emisiones ya que no se hace nada por limitar emisiones al igual que RCP6,0. (IPCC, 2014)

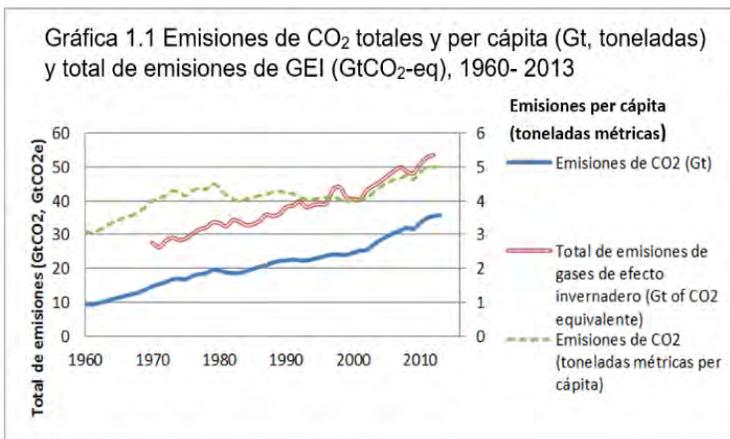
El informe Stern reporta que los costos del cambio climático que se tendrían que asumir al no disminuir emisiones podrían ser del 5% al 20% (incluso superiores) del PIB mundial. En cambio, los costos para disminuir las emisiones se calculan en 1% del PIB global anual (Stern, 2007, págs. 21, 225, 226).

Dentro de los efectos del aumento de temperatura se espera un gran número de extinciones de flora y fauna, fuertes afectaciones en los ecosistemas de arrecifes de coral, polares y costas. Se espera que disminuyan los rendimientos de los cultivos, excepto para algunos países como Canadá, Rusia y Escandinavia mientras el incremento no sea mayor a 2 o 3°C (Stern, 2007, pág. 143). Si se alcanza un incremento de la temperatura de 3°C, la escasez de alimento provocará que alrededor de 250 a 550 millones de personas adicionales tengan riesgo de hambruna, más de la mitad serían de África y Asia occidental. Un aumento de 2°C provocaría que entre 700 y 4400 millones de personas adicionales tengan escasez de agua (Stern, 2007, págs. 118,127, 134 ). En la tabla 1.A del Anexo, se presentan de forma resumida las amenazas del cambio climático de acuerdo con el incremento de la temperatura.

Cabe señalar que los efectos del cambio climático pueden provocar y agravar problemáticas sociales como pobreza, delincuencia, migración. Sin embargo, el grado de cohesión social, que involucra el desarrollo económico y social, junto con la política social, las instituciones, las asociaciones con otros países, el ordenamiento territorial, además de la infraestructura y la oferta de servicios, determinarán la vulnerabilidad social y económica de cada sociedad. Una gestión pública que enfrente el problema y tome medidas de reducción de emisiones y acciones para limitar los impactos, reducirá los riesgos del cambio climático (Vega, 2011, págs. 16, 17, 18).

Las emisiones de GEI van en aumento (véase la Gráfica 1.1). De acuerdo con las estadísticas del Banco Mundial (2017) en la década de los setenta se generaban alrededor de 30 Gt de CO<sub>2</sub> equivalente (GtCO<sub>2</sub>-eq) y para 2010 ya se habían superado los 50 GtCO<sub>2</sub>e. En términos per cápita también se observa un importante incremento; en 1960 se emitían en el mundo, en promedio, 3.1 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq por persona y en 2013 llegaron a ser 5 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq. De

continuar con este nivel de emisiones se esperarían los escenarios más negativos de incremento en la temperatura.<sup>2</sup>



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial.<sup>2</sup>

México se ubicó en el décimo tercer lugar de emisiones de CO<sub>2</sub>, generando alrededor del 1% del total de CO<sub>2</sub> en el mundo por quema de combustibles fósiles<sup>3</sup>. Las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita en México (3.9 toneladas, 2013)

estuvieron por debajo del promedio mundial (4.99 toneladas, 2013) (BID, 2017). Pesé a que las emisiones en México han presentado un aumento del 49% entre 1990 y 2012, la intensidad de carbono (Emisiones CO<sub>2</sub>/PIB) en este periodo se redujo 56.3% (CTESIODM, 2015, pág. 68).

#### Vulnerabilidad de México por el cambio climático

Para el año 2100 se espera que el incremento de la temperatura en el país sea mayor de 4°C en la zona fronteriza con Estados Unidos y de alrededor de 2.5 y 3.5°C en el resto del país. Respecto a las precipitaciones se espera que disminuyan anualmente 10 y 20% de 2015 a 2039, en el estado de Baja California la disminución podría alcanzar hasta un 40% (SEMARNAT, 2014, págs. 16, 17).

Dentro de las amenazas del cambio climático se encuentran; una baja en rendimientos agrícolas; disminución de la disponibilidad de agua sobre todo en el norte del país y zonas urbanas por sequías, al mismo tiempo alrededor de 2 millones de personas que se encontrarán en riesgo de inundaciones; las zonas costeras se verán afectadas por el aumento del nivel del mar; se esperan graves impactos por tormentas y clima severo además de un colapso demográfico de especies marinas y terrestres (SEMARNAT, 2014, pág. 19).

<sup>2</sup>Datos obtenidos del Banco Mundial. Consultado el 17/02/17 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>

<sup>3</sup> En la gráfica 1.A del anexo se muestra a los países que emitieron el 86% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2014.

En la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) se reporta a 1385 municipios (27 millones de habitantes) definidos como municipios de alto riesgo de desastre. Se considera aquellos que están en riesgo de padecer mayores inundaciones, deslaves, sequías agrícolas, disminución de rendimientos por precipitación y temperatura, ondas de calor y transmisión de enfermedades, considerando también sus condiciones de vulnerabilidad social, carencia de servicios de salud y las afectaciones en sus actividades económicas (SEMARNAT, 2013, pág. 33).

La vulnerabilidad en México por tormentas tropicales aumentará con el cambio climático. De los 153 municipios identificados con borde costero, 25 tienen una máxima vulnerabilidad histórica (considerando la recurrencia de este tipo de fenómenos) y 16 de ellos han sido afectados por los huracanes más intensos. Entre los municipios con mayor vulnerabilidad se encuentran destinos turísticos como Acapulco, Gro., Cancún (Benito Juárez, Q.R.), Mazatlán, Sin., Los Cabos, BCS., La Paz, BCS., Tulum, Q.R., Cozumel, Q.R., y Puerto Ángel (San Pedro Pochutla, Oaxaca) (Vega, 2011, pág. 31).

En términos de vulnerabilidad social y económica, el panorama no es alentador por los altos niveles de desigualdad y violencia que se viven en la actualidad. Además de que 55.3 millones de personas (46.2% en 2014) se encuentra en condiciones de pobreza y 11.4 millones (9.5% en 2014) en pobreza extrema (CONEVAL, 2015).

Se estima que los costos de mercado en México por el cambio climático para el 2100 podrían ser del 6.2% del PIB considerando una tasa de descuento del 4%, con una tasa de descuento del 0.5 puede alcanzar el 30% del PIB (Galindo & Caballero, 2016, pág. 100).

#### [Respuesta internacional ante el cambio climático](#)

Las acciones en el ámbito internacional contra el cambio climático iniciaron con la creación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988 como iniciativa del PNUMA y la Organización Meteorológica Mundial. El IPCC se encarga de hacer informes sobre la situación del cambio climático basados en estudios de todo el mundo, posteriormente se buscó

la intervención internacional y se dio a conocer la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) la cual se celebró en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, entrando en vigor en 1994 (UNFCCC, 2014). Poniendo en práctica los objetivos de la Convención, en el Protocolo de Kyoto (aprobado en 1997) se establecieron compromisos de países industrializados para estabilizar sus emisiones de gases de efecto invernadero, hasta 2005 entró en vigor. Con el Protocolo se han creado leyes e políticas públicas, además de propiciar la creación de un mercado de carbono y un fondo de adaptación.

Anualmente se reúnen los países miembros de la CMNUCC en la Conferencia de las Partes (COP) para establecer acuerdos y presentar avances en la reducción de emisiones. Dentro de los más recientes se encuentra la COP 21 celebrada en diciembre de 2015 en París, donde 195 países adquirieron compromisos para limitar emisiones y así evitar que el aumento de la temperatura fuera superior a 2 °C.

La lucha contra el cambio climático es uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo tiene en su agenda para 2030. Un esfuerzo anterior fue el establecimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) del 2000 al 2015. México participa activamente en la agenda global de desarrollo de las Naciones Unidas.

#### [Respuesta nacional ante el cambio climático](#)

México firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992 y 1993, también el Protocolo de Kioto como país No Anexo I, en 1997 y lo ratificó en 2010 (CTESIODM, 2015); además fue sede de la COP16 en 2010 celebrada en Cancún.

Cuenta con varios instrumentos de política pública, el más importante es la Ley General de Cambio Climático (LGCC) publicada en 2012, que determina el alcance y contenido de la política nacional de cambio climático, establece los mecanismos institucionales y define las obligaciones de las autoridades del Estado y las facultades de los tres órdenes de gobierno.

La estructura administrativa e institucional está formada por el Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC), donde se coordinan los distintos órdenes de gobierno y los sectores público, privado y social; la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), encargada de coordinar las acciones del Cambio Climático en la Administración Pública Federal; el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), tiene dentro de sus funciones ser un instituto de investigación, revisar la política nacional de cambio climático y el Inventario de Gases de Efecto Invernadero; el Consejo de Cambio Climático (C3), asesora la CICC y promueve la participación ciudadana; entidades federativas; asociaciones de autoridades municipales y el Congreso de la Unión (SEMARNAT, 2014, pág. 38).

Los instrumentos de planeación se encuentran plasmados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), en la ruta a 10-20- 40 años, además de los ejes estratégicos en materia de adaptación y de mitigación en emisiones a mediano y largo plazo. Las acciones para el corto plazo se encuentran en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) y los programas estatales de cambio climático.

El reporte de los resultados que se han obtenido de las medidas de mitigación implementadas se puede ver en la evaluación del cumplimiento de las metas del PECC 2009- 2012, donde se plantea que se superó la meta de reducción de 50.66 megatoneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente (CO<sub>2</sub>-eq), al lograr una reducción de 55.3 megatoneladas de CO<sub>2</sub>-eq (CTESIODM, 2015, pág. 69).

Dentro de los retos de mitigación de emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero, en la ENCC se estableció como meta la reducción del 30% de las emisiones en 2020 con respecto a la línea base tendencial, así como un 50% al 2050 en relación con las emisiones del año 2000, mediante objetivos indicativos y metas contenidas en la Ley General de Cambio Climático (CTESIODM, 2015, pág. 70).

Las acciones de mitigación y adaptación que deberá realizar la Administración Pública Federal están incluidas dentro del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018. En este documento se incluye la meta de reducir 83.2 megatoneladas de emisión de CO<sub>2</sub>-eq para el 2018; además de una

reducción de contaminantes de vida corta en el mismo año; para el metano de 161,724 toneladas y para el carbono negro de 2,157 toneladas (CTESIODM, 2015, pág. 69).

En la Estrategia Nacional de Energía 2012- 2026 se establece como meta alcanzar el 35% de la generación eléctrica con energías limpias en 2026. Esta meta va apoyada en el límite de generación fósil de 65% en 2024, 60% en 2035 y 50% en 2050 establecido en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (CTESIODM, 2015).

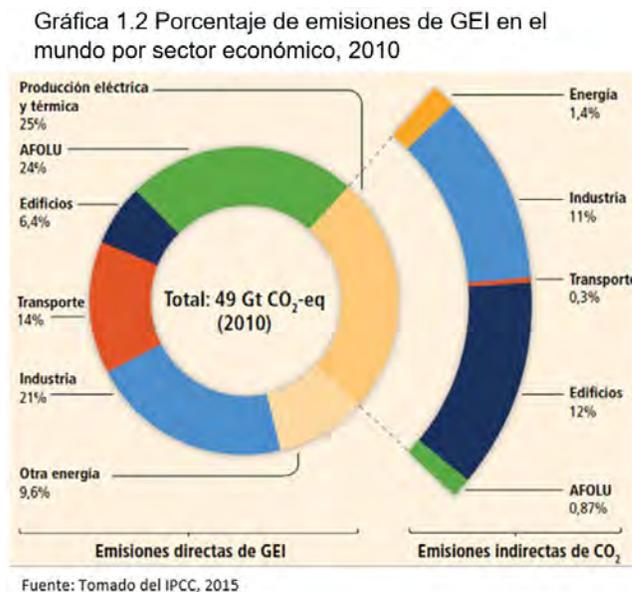
En la COP 21 (celebrada en diciembre de 2015 en Paris), México se comprometió de forma no condicionada a limitar sus emisiones a 762 MtCO<sub>2</sub>-eq para 2030, lo que equivale a una reducción del 22% de gases de efecto invernadero de las 972 MtCO<sub>2</sub>-eq emisiones proyectadas para ese año considerando un escenario sin políticas de cambio climático y como año base 2013 (De la Vega, 2016).

### Causas del cambio climático

Las principales emisiones en el mundo provienen de la quema de combustibles fósiles. De acuerdo con la matriz energética mundial<sup>4</sup> de 2013 los mayores flujos de energía primaria provienen del petróleo (31%), del carbón (29%)

y del gas natural (21%), entre los tres suman el 81% del suministro primario de energía.

Los sectores económicos donde se generan las emisiones (datos de 2010, véase gráfica 1.2) son el sector energía en 35% (la mayor parte para la producción de energía eléctrica y térmica), el 24% en agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU), la

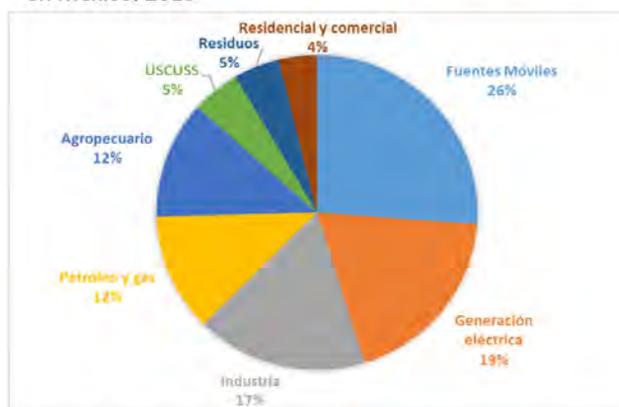


<sup>4</sup> Obtenida del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2017)

industria 21%, 14% el transporte y 6.4% los edificios (IPCC, 2015, pág. 48).

En el contexto nacional los tres principales sectores emisores de GEI de acuerdo al inventario de gases y compuestos de efecto invernadero 2013, fueron las fuentes móviles con 26.17% del total, el sector eléctrico con el 19% del total de GEI (126,607.66 Gg de CO<sub>2</sub>-eq de 665,304.919 Gg de CO<sub>2</sub>-eq) y la industria que emitió el 17.3% (INECC, 2013).

Gráfica 1.3 Porcentaje de emisiones de GEI por sector en México, 2013



Fuente: Datos del Inventario Nacional de Emisiones (INECC, 2013).

En México, el sector de energía ha sido el principal responsable de las emisiones de GEI que han tenido un crecimiento del 58% con una TCMA de 2.3%, entre 1990 y 2010 (SEMARNAT, 2013).

El alto porcentaje de emisiones resultantes de la generación de electricidad, igual que en el mundo, se debe a la quema de

combustibles fósiles. En 2016, los principales combustibles utilizados en la generación fueron: gas natural (65.8%), carbón (14.1%) y combustóleo (10.4%) (SENER, 2017). Cabe mencionar que las fuentes primarias de electricidad se han ido modificando, si vemos los cambios de la matriz de electricidad de los años setentas a 2008 (véase Gráfica 2.A del Anexo), nos daremos cuenta de que en la mayor parte del periodo los derivados del petróleo fueron los principales recursos energéticos primarios y aproximadamente en 2005 el gas natural se colocó a la cabeza, suministrando el 39% del recurso en el periodo 2005- 2008.

Se puede observar que tanto en el contexto nacional como internacional el sector eléctrico juega un papel importante en la emisión de gases de efecto invernadero, por ello se vuelve necesario implementar medidas de mitigación en el sector.

#### Eficiencia energética y cambio climático

La eficiencia energética y la implementación de fuentes limpias son puntos clave de mitigación de GEI y pilares para poder alcanzar la sustentabilidad en el

consumo de electricidad de los hogares. Podemos entender a la eficiencia como el uso racional de la energía, menciona Navajas:

“Cuando los hogares podrían estar consumiendo menos energía para satisfacer las mismas necesidades o acceder al mismo nivel de bienestar derivado del consumo de energía, se dice que están en una situación de ineficiencia energética” (Navajas, 2015, pág. 898)

El concepto de eficiencia en el consumo eléctrico también se considera la disminución de los impactos ambientales. Sánchez la define como: “la reducción del consumo de energía, sin menoscabo de nuestra calidad de vida, afectando lo menos posible al ambiente y fomentando un comportamiento sustentable en su uso”. (Sánchez, 2012, pág. 12)

La Ley de Transición Energética, en su artículo tercero, define a la eficiencia energética como: “Todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía que se requiere para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que demanda la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior”.

La eficiencia del consumo eléctrico requiere tanto un uso racional como la implementación de cambios técnicos que tomen en cuenta la viabilidad económica de los hogares. Estas medidas incluyen mantener en buenas condiciones los aparatos, evitar que utilicen electricidad cuando no están en uso<sup>5</sup>, la migración hacia aparatos que demanden menos energía y la utilización de fuentes renovables.

Las ventajas de la implementación de medidas de eficiencia se ven reflejadas en el presupuesto familiar al reducirse el gasto del pago de luz, la disminución de emisiones de GEI al ambiente y la preservación de los recursos naturales (CONUEE, 2016). También se reduciría la necesidad futura de una ampliación de infraestructura para el abastecimiento eléctrico y los costos oportunidad que tiene el subsidio eléctrico.

Sin embargo, existen factores como las malas señales de mercado que impiden el uso más eficiente de la energía y que afectan el buen funcionamiento de

---

<sup>5</sup> Incluye la energía que ocupan los aparatos al estar enchufados pese a que no estén encendidos, llamada energía en espera o “vampiros”.

políticas públicas ambientales. Tal es el caso del establecimiento de precios altos para productos ahorradores de energía, lo cual disminuye su viabilidad económica o el mantenimiento de precios bajos de la tarifa eléctrica, que desincentiva las medidas de ahorro. Dice Navajas: “Frente a una situación de precios de la energía excesivamente bajos o ante la presencia de externalidades ambientales<sup>6</sup>, los hogares no tienen incentivos para alterar sus decisiones privadas” (Navajas, 2015, pág. 898).

Desde el punto de vista económico individual, la decisión de la mejora técnica dependerá del precio de la energía, la tecnología eficiente y convencional, el ahorro que se pueda dar por este cambio técnico, la tasa de descuento y si se cuenta con la capacidad económica de adquirir la tecnología, también menciona la información disponible y riesgo en la inversión. La viabilidad social dependerá de que el costo de la energía ahorrada sea menor al costo marginal de la energía producida (Sheinbaum, 1996, pág. 84).

Para Navajas (2015) las medidas que se requieren para lograr mayor eficiencia, aparte de corregir incentivos como subsidios en tarifas eléctricas y tomar medidas para la corrección de externalidades, es introducir programas de información y apoyar la implementación de nuevas tecnologías a través de incentivos, subsidios o regulación directa.

La información, conocimiento y cultura de ahorro energético es muy importante en el aumento de la eficiencia; primero se debe conocer en qué gastamos la electricidad y a partir de esa información será más fácil tomar medidas para disminuir nuestro consumo. Para ello, se requiere orientación para conocer algunas acciones que nos puedan apoyar en este objetivo. En la página de CONUEE se dan recomendaciones para reducir el consumo de electrodomésticos y en el documento de Sánchez, véase (Sánchez, 2012, pág. 17 y 18).

---

<sup>6</sup> La esencia de una externalidad involucra una interdependencia entre dos o más agentes económicos donde no se fija ningún precio, puede ser entre consumidores, entre productores o entre ambos. Si la externalidad es negativa un agente impone ciertos costos a otro y no lo compensa. Las externalidades generan una situación no óptima, ya que bajo una competencia perfecta el comportamiento de las empresas conducirá a la igualación de los productos marginales privados en lugar de sociales. Una externalidad negativa implica que la producción de la actividad “ofensiva” sea demasiado grande, la positiva tendrá un efecto contrario. (Pearce, 1985, págs. 39-42)

## La eficiencia energética en la política pública de cambio climático

En la búsqueda de un desarrollo sustentable, a nivel internacional se establecieron durante la Cumbre para el Desarrollo Sostenible de 2015 los Objetivos del Desarrollo Sostenible, que constituyen 17 metas para alcanzar en 2030. La eficiencia energética puede ser un elemento importante para alcanzar el Objetivo 13 “Acción por el clima” por su vínculo como medida de mitigación y el Objetivo 7 “Energía asequible y no contaminante”, el cual busca garantizar el acceso universal a servicios de energía asequibles, confiables y modernos, aumentar el porcentaje de participación de energía renovable, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética y aumentar la cooperación internacional (PNUD, 2017).

A escala nacional, la eficiencia energética es uno de los pilares de la política pública referente al cambio climático. Partiendo de que en el Plan Nacional de Desarrollo (México Próspero) se aborda el tema de la eficiencia energética tanto para fortalecer la política nacional de cambio climático como para asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país, promoviendo el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables. A continuación, se muestran elementos relacionados a promover la eficiencia eléctrica principalmente en los hogares dentro de la normatividad, planeación y estrategias que integran la política pública de cambio climático.

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) promueve la eficiencia energética y el uso de las energías renovables a través de su legislación específica, en la expedición de disposiciones jurídicas para edificaciones sustentables y en la instrumentación de planes de desarrollo urbano (artículo 34). Les da prioridad junto con otras actividades de mitigación en la asignación de recursos del Fondo del Cambio Climático (artículo 82) y en estímulos fiscales conforme a la Ley de Ingresos de la Federación (artículo 93). En el artículo tercero transitorio establece que para 2020 deberá de haber un sistema de subsidios que promueva estas medidas, entre otras.

Dentro de la planeación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) se incluye medidas de sustentabilidad en la oferta y la demanda energética dirigidas a transitar hacia energía limpia (M1), de reducción de la intensidad

energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable (M2) y relacionadas a la sustentabilidad en las ciudades (M3).

La ENCC planea que las energías limpias sean la base del desarrollo económico, considerando que 50% o más de la generación eléctrica provenga de estas fuentes en los próximos 40 años, se podría reducir en 50% las emisiones de GEI respecto al año 2000.

En la meta 2 del ENCC “Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable” se establecen medidas de largo plazo para hacer más eficiente el consumo energético. Las líneas de acción se encaminan a la mitigación con cogeneración eficiente, la eficiencia energética en iluminación, aire acondicionado, refrigeración eficiente y el calentamiento de agua (M2.2). También incluyen el cambio de hábitos de los usuarios y la certificación de los aparatos de uso doméstico, al promover cambios de prácticas y comportamiento de los usuarios finales a través de instrumentos económicos, campañas de eficiencia energética y ahorro de energía (M2.3); proveer información confiable al consumidor sobre eficiencia energética y emisiones de GEI (M2.4) y la implementación de altos estándares de eficiencia y criterios de compras verdes (M2.5).

En la meta 3 “Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono”, la línea de acción M3.2, referente a edificaciones, promueve la implementación de reglamentos, estándares y leyes para impulsar tecnologías de ahorro de agua, energía, gas, aislamiento térmico, utilización de energía renovable y prácticas de captura de carbono en edificaciones nuevas y existentes.

En el caso del Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2014- 2018) también considera medidas de eficiencia energética en su objetivo 3 “Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones”, el cual busca contribuir al desacoplamiento de las emisiones y acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte; además promueve el uso de sistemas y tecnologías de alta eficiencia energética y de baja o nula generación

de GEI; lo que a su vez contribuye con el objetivo 5 del Programa Sectorial de Energía 2013-2018 “Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental”.

En el PECC se cuantifican las reducciones de emisiones de GEI producto de las líneas de acción establecidas (la meta estimada al 2018 es de 83.2 MtCO<sub>2</sub>-eq<sup>7</sup>). Las estrategias y líneas de acción enfocadas al consumo eléctrico en el sector residencial son las siguientes:

La línea 3.6.2 “Impulsar la realización de proyectos de NAMA<sup>8</sup> en el sector de la vivienda”<sup>9</sup> tiene una meta de mitigación de 1.38 MtCO<sub>2</sub>-eq /año para PCG20 y PCG100.

Con el objetivo de reducir contaminantes climáticos de vida corta se estableció la Estrategia 4.3 “Controlar emisiones de refrigerantes con alto Potencial de Calentamiento Global se considera confinar y destruir refrigerantes HFCs”, que incluye el programa de sustitución de refrigeradores del FIDE (4.3.1) y desarrollar proyectos de factibilidad tecnológica para los sectores de aires acondicionados comerciales y refrigeración doméstica y comercial (4.3.3). Otra línea de acción relacionada a gases refrigerantes es la realización de proyectos NAMA para refrigeradores domésticos y comerciales, además de aires acondicionados (4.5.2), tiene un potencial de mitigación de 2.00 MtCO<sub>2</sub>-eq /año para PCG20 y 5.89 MtCO<sub>2</sub>-eq/año para PCG100 (SEMARNAT, 2014, pág. 109).

En la estrategia 5.3 se plantean instrumentos económicos, financieros y fiscales para facilitar la implementación de la política nacional de cambio climático que pueden influir en todos los sectores incluyendo el residencial. En la línea de acción 5.3.1 se plantea el establecimiento de impuestos a los combustibles fósiles por contenido de carbono y a las actividades de combustión por emisiones de GEI. La 5.3.2 pretende facilitar la participación de proyectos del sector energía en mecanismos de financiamiento y fomento internacional para innovación e inversión en tecnología limpia. Dentro de las estrategias transversales del Plan Nacional de

---

<sup>7</sup> Esta estimación es para un Potencial de Calentamiento Global a 100 años (PCG100).

<sup>8</sup> Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMAs).

<sup>9</sup> La dependencia encargada de ejecutarla es SEDATU.

Desarrollo 2013-2018 se encuentra el Programa para Democratizar la Productividad 2013-2018; en su objetivo 1 promueve el uso y asignación eficiente de los factores de producción de la economía, que permita el cuidado del medio ambiente (Estrategia 1.4). Para ello propone como líneas de acción el establecimiento de precios y tarifas de los energéticos que consideren sus externalidades ambientales y promuevan su uso eficiente (1.4.5).

Resultado de esta revisión nos damos cuenta de que tanto en la normatividad como en las estrategias se incluyen medidas de eficiencia eléctrica en los hogares; sin embargo, en la planeación de corto plazo plasmada en el PECC son pocas las líneas de acción relacionadas. En el caso de las dirigidas a refrigeradores y equipos de aire acondicionado con el objetivo de reducir refrigerantes HFCs no están encaminadas a hacer más eficiente el consumo eléctrico. Las relacionadas con instrumentos económicos no están dirigidas directamente al sector residencial.

## Capítulo 2. Política pública de eficiencia energética

El conjunto de acciones estructuradas y sistemáticas que constituyen la política pública<sup>10</sup> que se ha realizado en México con el objetivo de fomentar la eficiencia en el consumo eléctrico y el ahorro de energía en el sector residencial, se encuentran expresadas dentro de un conjunto de lineamientos, instituciones, procedimientos y recursos destinados a alcanzar la eficiencia energética en todos los sectores. Los cuales se describen a lo largo del capítulo.

Se puede considerar que el inicio de la política pública de sustentabilidad energética nació con la creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) el 28 de septiembre de 1989, como un órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, los gobiernos de los estados y municipios; así como de particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de energía (CONUEE, 2016). En 2008 se presentan cambios importantes, la CONAE es reemplazada por la CONUEE y surgen como elementos normativos las leyes LASE y LAERFTE junto con herramientas de planeación, estrategias, programas, presupuesto e instituciones que las ejecuten. En 2015, son reemplazadas las leyes mencionadas por la LTE.

Se observa conectividad entre la política de eficiencia energética y cambio climático a través de sus normatividades, primero de forma limitada en el Art. 11 de la ley LASE, en donde faculta a CONUEE la elaboración de la contabilidad de las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas por las acciones de sustentabilidad. La relación se vuelve más formal cuando se establece en su artículo 2, fracción VII, que la LTE debe apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático, relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia.

---

<sup>10</sup> “Lo distintivo de la PP es el hecho de integrar un conjunto de acciones estructuradas, estables, sistemáticas, que representan el modo en que el gobierno realiza de forma permanente y estable las funciones públicas y atiende a los problemas públicos: un patrón de actuación... la PP consiste en ser un conjunto de acciones intencionales y causales, orientadas a la realización de un objetivo de interés y beneficio público, cuyos lineamientos de acción, agentes, instrumentos, procedimientos y recursos se reproducen en el tiempo de manera constante y coherente” (Aguilar, 2010, pág. 29).

## Marco normativo

Dentro del marco normativo que ha regido la política de eficiencia energética se encuentra la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE) la cual fue publicada el 28 de noviembre de 2008 y se abrogó el 24 diciembre de 2015, tenía como objeto propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo.

Otra ley que sirvió al propósito de eficiencia fue la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), fue publicada el 28 de noviembre de 2008 y abrogada el 24 diciembre de 2015. Buscaba regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

La ley que actualmente regula el uso eficiente de la energía es la Ley de Transición Energética (LTE), la cual fue publicada el 24 de diciembre de 2015, sustituyendo a leyes mencionadas anteriormente (LASE y LAERFTE). Tiene como objetivo regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos. Busca obtener las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y transición a energías limpias establecidas en la Ley General de Cambio Climático<sup>11</sup>. Utiliza como herramienta de planeación al Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE) y como institución encargada a la Secretaría de Energía (SENER) a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) (Cámara de Diputados, 2015).

---

<sup>11</sup> LTE. Artículo 2, fracción VII. Para los efectos del artículo anterior, el objeto de la Ley comprende, entre otros: ... Apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático, relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia.

## Instituciones

SENER. En general la Secretaría de Energía es la encargada guiar la política energética del país, que incluye garantizar el suministro energético de forma ambientalmente sustentable y económicamente viable. Debe ejercer la LTE y en su momento de asegurar que se cumplieran los lineamientos establecidos en el LASE Y LAERFTE.

CONUEE. La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía es un órgano administrativo desconcentrado de la SENER, fue creado en 2008 con la entrada de la LASE, reemplazando a la CONAE. La CONUEE tiene como objetivo central, promover la eficiencia energética y fungir como órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía (CONUEE, 2016), dice en el PRONASE que debe ser un órgano técnico que promueva la eficiencia energética en el sector público, estados, municipios y particulares. (SENER, Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018, 2014, pág. 13). La LTE establece en su artículo 18 que dentro de las responsabilidades de la CONUEE se encuentra la de proponer a la SENER la Estrategia y el PRONASE, además de ejecutar lo establecido en ellos; expedir las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Eficiencia Energética; determinar patrones e intensidad de consumo de energía por uso final, tipo de usuario, actividad económica y región del país; proponer criterios para determinar que un usuario cuenta con un patrón de alto consumo de energía, entre otros. Las evaluaciones del cumplimiento de los objetivos de la CONUEE se llevarán a cabo por el Consejo Consultivo para la Transición Energética<sup>12</sup>.

FIDE. El Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) es un Fideicomiso privado, sin fines de lucro, se constituyó el 14 de agosto de 1990, por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en apoyo al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica. Busca impulsar el ahorro de energía eléctrica en los sectores productivos e impulsar un uso racional de la energía. Ofrece apoyo técnico y financiero a través de programas de ahorro y eficiencia energética, Eco- crédito

---

<sup>12</sup> Este Consejo sustituyó por ordenamiento de la LTE a el Consejo Consultivo para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y al Consejo Consultivo de Energías Renovables.

empresarial, da un distintivo “Sello FIDE” a los equipos que cumplen con las normas de eficiencia energética y tienen un plus adicional de ahorro, fomenta la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica a través del Programa EDUCAREE, premia a las empresas que han destacado por hacer un uso racional de la energía con el Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica (PNAEE). Participa junto con la SENER, la CONUEE, el IIE y la CFE en la implantación del horario de verano (FIDE, 2012).

FIPATERM. El Fideicomiso para el Aislamiento Térmico (FIPATERM) es un fondo para el aislamiento térmico en la Ciudad de Mexicali, B.C. Es un Fideicomiso público, sin fines de lucro. Se constituyó en octubre de 1990 como un Fondo Revolvente<sup>13</sup> por iniciativa de la CFE. Dentro de las acciones principales de este fondo está el aislamiento térmico, el cambio de equipos como refrigeradores, aire acondicionado y lámparas fluorescentes. En 2002 los programas de Aislamiento térmico y Sustitución de aire acondicionado tuvieron alcance nacional (Gómez, 2014).

Las Comisiones Estatales de Energía. Tienen como objetivo la ejecución de acciones tendientes al uso eficiente de la energía, el aprovechamiento de las energías renovables y el fomento de la cultura del ahorro de la energía en sus respectivas entidades federativas, con el apoyo de las diferentes instancias federales, estatales y municipales en la materia (CONUEE, 2016). Hay Comisiones Estatales de Energía en Baja California (2008), Hidalgo (2005), en Jalisco (2016), Morelos, Sinaloa, Sonora. En Quintana Roo en 2013 se creó la Dirección General de Desarrollo Energético la cual asume las funciones de la Comisión de Energía del Estado que se oficializó en 2007 y en 2012 se crea la Dirección General de Energía de Tabasco.

Fondos Sectoriales de Energía. Estos fondos se encargan de promover la investigación y el desarrollo de tecnologías, son los Fondos Sectoriales CONACYT-SENER-Hidrocarburos (FH) y CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética

---

<sup>13</sup> El fondo revolvente es un instrumento financiero contractual que un particular o entidad privada o pública lleva a efecto con bancos y fiduciarias para la administración de fondos y en el que los ingresos, los rendimientos financieros de los recursos y las aportaciones al patrimonio se reinvierten en los mejores instrumentos bancarios en tanto no sean destinados al cumplimiento de los fines del contrato (Gómez, 2014).

(FSE). El 16 de mayo de 2008 se firmó el Convenio de Colaboración entre la Secretaría de Energía y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, para la creación de ambos fondos.

#### Planeación y Estrategia

PRONASE. La planeación para alcanzar las metas de eficiencia energética para optimizar el uso de energía eléctrica en todos los procesos energéticos se encuentra en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), el cual es elaborado por la Secretaría de Energía (SENER), a través de la CONUEE. Se publicó por primera ocasión en 2009 (PRONASE 2009-2012) por indicación de la LASE y ahora el PRONASE 2014-2018, establecerá las acciones derivadas de la Estrategia que permitan alcanzar las Metas en materia de Eficiencia Energética establecidas en términos de la LTE y contribuir al objetivo 5 del Programa Sectorial de Energía (PROSENER)<sup>14</sup> 2013-2018, que promueve una mejor utilización de los recursos energéticos mediante el incremento de la eficiencia energética a lo largo de todos los procesos productivos y en el consumo final (SENER, 2014, pág. 23).

En el artículo 36 de la LTE se establecen las acciones que se deben incluir en el PRONASE, algunas de ellas son: La elaboración y ejecución de programas para fomentar el aprovechamiento sustentable de la energía en usuarios con un patrón de alto consumo de energía, promover programas de estudio y especialización en temas de aprovechamiento sustentable de la energía desde la educación básica hasta superior, promover la aplicación de tecnologías energéticamente eficientes y apoyar la elaboración de las Normas Oficiales Mexicanas.

Para cumplir todos los puntos que le confía la LTE, el PRONASE 2014- 2018 plantea seis objetivos, 18 estrategias, 66 líneas de acción y 6 metas. A continuación, se mencionarán los que se consideran relacionados con el aumento de la eficiencia

---

<sup>14</sup> El PROSENER contiene los objetivos, prioridades y políticas que regirán el desempeño de las actividades del sector energético del país. Asimismo, contiene estimaciones de recursos y determinaciones relativas a diversos instrumentos y responsables de su ejecución. (SENER, Programa Sectorial de Energía 2013 – 2018, 2014)

eléctrica en el sector residencial (véase el Cuadro 1.A del Anexo) junto con las metas para 2018 (véase el Cuadro 2.A del Anexo).

En la planeación de la política pública se busca alcanzar varios objetivos, el primero es establecer acciones que permitan el uso óptimo de la energía al incrementar la eficiencia en todos los sectores, es el que tiene más elementos que permiten el ahorro energético en el sector residencial, debido a que considera la sustitución de tecnologías directamente en el sector residencial, promover el aislamiento térmico, el diseño de programas sustentables de energía y la continuación del Horario de Verano. Sin embargo, no cuenta con una meta específica de alcance para 2018.

El segundo objetivo es fortalecer la regulación mediante una mejor evaluación, actualización e implantación de nuevas Normas Oficiales Mexicanas para aparatos eléctricos, promueve la aplicación de estas normas a nivel estatal y municipal, su revisión y ampliación a más equipos. En la ejecución de este objetivo se tiene como meta pasar del 46% del consumo final regulado en 2012 con las NOM- ENER a 51% o más.

El tercer objetivo es mejorar los sistemas de eficiencia energética de los tres órdenes de gobierno e integrar al resto de los sectores, una estrategia para lograrlo es impulsar el financiamiento de programas de eficiencia energética tanto en bancas comerciales como de desarrollo, además de evaluar y promover incentivos para la implementación de este tipo de proyectos. La otra estrategia es desarrollar mecanismos de coordinación gubernamental para la formulación y ejecución de programas; dar un seguimiento y evaluación de los programas actuales, además de colaboración intersectorial de actores involucrados en eficiencia para detectar áreas de oportunidad. Dentro de las metas se encuentra incrementar el monto entregado a los proyectos de eficiencia en 5% por fondos y fideicomisos respecto a 2012 y en favor a la colaboración de los estados, se busca aumentar las Comisiones Estatales de Energía de seis en 2012 a 24 en 2018.

El quinto objetivo promueve una cultura de ahorro de la energía a través de la elaboración de estudios de los impactos del uso de la energía y los beneficios de su uso sustentable, así como su divulgación. Se busca dar información acerca de

medidas y beneficios del aprovechamiento sustentable a 3% más personas respecto al 2012<sup>15</sup>.

Los objetivos 4 y 6 se refieren a aumentar la investigación y el desarrollo tecnológico, lo cual se asocia con la meta de capacitar a 10% más trabajadores respecto al 2012 en habilidades técnicas en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

Los objetivos del PRONASE relacionados de forma directa a la eficiencia eléctrica de los hogares son la creación de programas de sustitución tecnológica, la regulación de los aparatos y el fomento de la cultura de ahorro. El desarrollo tecnológico ayudaría a aumentar la eficiencia en este sector en un plazo más extenso.

Al conocer las metas, se observa que no hay ninguna que partiendo de un diagnóstico busque remediar puntos específicos que requieran una prioridad en su actuación; ninguna se dirige específicamente al sector residencial, aunque la relacionada con aumentar la regulación de los aparatos eléctricos si podría tener impacto en el sector. Hay poca claridad en las metas que buscan aumentar la cultura de ahorro y el desarrollo tecnológico, ya que no se especifica a cuantas personas se capacitaría o se daría información, no se da información referente a la línea base que es el año 2012.

ENTEASE. La Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (ENTEASE) fue creada en 2008 por indicación de la LAERFTE en su artículo 22, donde se establece como mecanismo para impulsar las políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a conseguir una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, promover la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

---

<sup>15</sup> El PRONASE no proporciona el número de personas que recibieron esta información en 2012 lo cual resulta poco transparente.

En el artículo 24 de la misma Ley, se menciona que la Estrategia comprenderá los mecanismos presupuestarios para asegurar la implementación de su objetivo que incluyen las siguientes previsiones:

Promover e incentivar el uso y la aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro de energía, la aplicación de tecnologías limpias en las actividades productivas y el uso doméstico; establecer un programa de normalización para la eficiencia de las medidas para que la población tenga acceso a información confiable del consumo energético de los equipos, aparatos y vehículos que requieren del suministro de energía para su funcionamiento.

En el artículo 26 se establece que cada año la SENER llevará a cabo la actualización de la Estrategia y presentará una prospectiva sobre los avances logrados en la transición energética y el aprovechamiento sustentable de las energías renovables.

En los temas estratégicos, líneas de acción y recursos asignados a los proyectos de la ENTEASE 2014<sup>16</sup> se encuentra:

Promover el uso eficiente de la energía en todos los sectores. También se incluye como línea de acción que la CONUEE gestione que los recursos de la institución apoyen la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía, asignándosele un recurso de 101.3 millones de pesos.

Los recursos aprobados de la ENTEASE 2014 fueron de 15,071.3 millones, donde los objetivos como reducir el impacto ambiental del sector energético ejecutados por el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) representó el 1.99% (300 millones). El monto destinado a la investigación y desarrollo tecnológico y de capital humano fue de 350 mil pesos (0.002%), el monto destinado a la CONUEE para la gestión de programas de aprovechamiento sustentable de la energía fue de 0.55%, el cual representa 83.2 millones. El objetivo al que se le otorgaron más recursos (80.8%) fue a modernizar la infraestructura del sector energético dirigido a plantas de generación eléctrica.

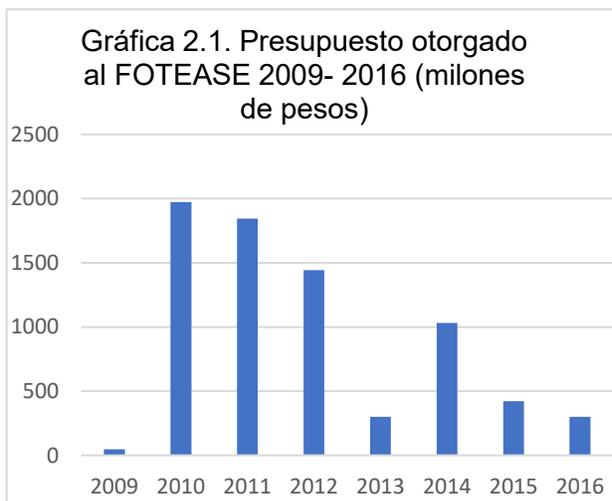
---

<sup>16</sup> No se pudo hacer una comparativa de las líneas de acción ni de los recursos asignados en otros años porque el ENTEASE 2014 es el único disponible en páginas oficiales.

## Recursos financieros

FOTEASE. El Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) fue creado por indicación de la LAERFTE (artículo 27); en febrero de 2009 se suscribió su contrato como fideicomiso. Los recursos del FOTEASE provienen del Presupuesto de Egresos de la Federación y se dirigen al otorgamiento de garantías de crédito u otro tipo de apoyo financiero a proyectos que cumplan los objetivos de la ENTEASE como es el fomento de tecnologías limpias, medidas para la eficiencia energética, acceso a la información del consumo eléctrico de aparatos, entre otras. La administración de los recursos se realiza mediante un comité técnico integrado por representantes de SENER, SHCP, SEMARNAT, CFE, Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y CONACYT (SENER, 2016, pág. 9).

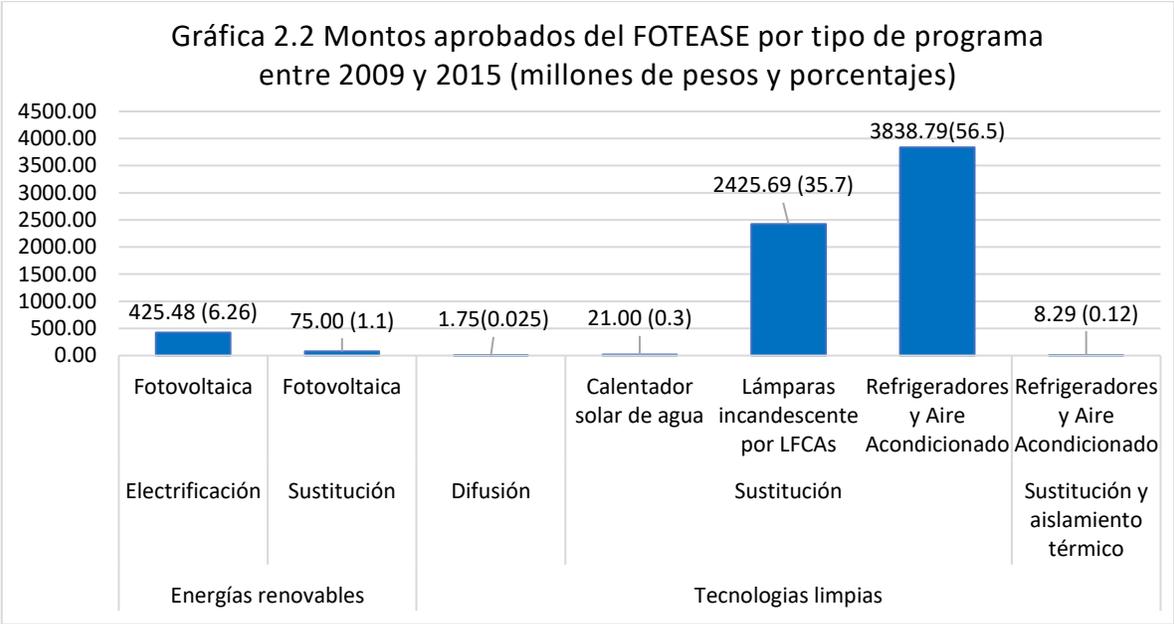
En la ENE se menciona que dentro de los cambios que se dieron con la Reforma energética, los programas que dictamina el Fondo como favorables deben tener dentro de sus lineamientos operativos una generación de voltaje que pueda ser aprovechable, la creación constante de empleos, disminución de las emisiones, difusión del uso de las energías renovables o la innovación e investigación de tecnologías basadas en los fenómenos naturales. Se espera que los programas que se presenten al FOTEASE puedan ser autosostenibles financieramente en el mediano plazo y los recursos concedidos puedan reintegrarse al patrimonio del Fondo (SENER, Estrategía Nacional de Energía 2014- 2028, 2014, pág. 32). El



presupuesto que ha tenido el Fondo de 2009 a 2016 es de un monto de más de 7,959.3 millones de pesos, como se puede observar en la Gráfica 2.1 los mayores recursos se otorgaron entre 2010 y 2012; a partir de 2013 los montos se han reducido fuertemente. De los montos aprobados por el FOTEASE durante el periodo 2009-2015,

Fuente: Elaboración propia con datos del FOTEASE (SENER, 2016, pág. 56)

alrededor del 76% se destinó a aumentar la eficiencia en los hogares al otorgarles 6,796 millones de pesos, como se puede observar en la Gráfica 2.2 el 92.2% de los recursos se destinaron a proyectos de sustitución de focos incandescentes por lámparas fluorescentes y a programas de sustitución de refrigeradores y aire acondicionado. Sólo el 6.3% se destinó al suministro de electricidad mediante energías renovables para comunidades marginadas.



Fuente: Elaboración propia con datos del Informe cero, 2009-2015 del FOTEASE (SENER, 2016).

Para su operación la CONUEE recibe recursos del Presupuesto de Egresos de la Federación, donde aparece con un presupuesto independiente desde 2011, el cual fue de 60.8 millones de pesos, su mayor monto lo recibió en 2015 (113 millones de pesos).

**Programas de eficiencia eléctrica para los hogares**

El PRONASE 2014- 2018 clasifica tres tipos de programas en general en los que se han aplicado esfuerzos: normalización de equipo para mejorar su calidad y desempeño energético, programas de apoyo a usuarios finales para sustituir equipos y sistemas a unos más eficientes. Además de los programas encaminados a la información y educación para fomentar un cambio de hábitos.

Dentro de los programas que se han realizado para aumentar la eficiencia energética está la regulación de equipos y procesos energéticos a través de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (MX), las primeras

aparecieron en 1995<sup>17</sup>. Otra medida es la introducción del horario de verano, el cual entró en vigor en 1996 y para 2012 se estima que permitió un ahorro de energía de 19,460 GW-hora que representan 9 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. La CFE creó el Proyecto de Uso Racional de Iluminación en México (ILUMEX) en 1995, que concluyó en 1998 para fomentar el uso de las Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) en Guadalajara y Monterrey. El FIDE otorgó más de 2.6 millones de créditos para realizar cambios de equipos con el Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos y el Programa de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica (PFAEE) entre 2002 y 2006. En 2002 se estableció la tarifa Doméstica de Alto Consumo (DAC) y en 2007 inicia el otorgamiento de hipotecas verdes, referente a montos adicionales de crédito para la compra e instalación de accesorios ahorradores de agua, luz y gas, en plan piloto (INFONAVIT, 2017). El programa “Esta es tu Casa” está dirigido a los hogares que por bajos ingresos no pueden entrar al programa crediticio de Hipoteca Verde, se les otorgan subsidios federales (Navarro, 2013, pág. 8).

Las acciones de difusión y apoyo a la investigación científica se llevan a cabo principalmente por el Fondo Sectorial CONACYT-SENER Sustentabilidad Energética y los Programas de Educación para el Uso Racional y Ahorro de Energía Eléctrica (EDUCAREE), operados por el FIDE (SENER, Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018, 2014, pág. 17).

A continuación, se describen algunos proyectos relacionados directamente al uso eficiente de los hogares que fueron aprobados por el Comité Técnico del FOTEASE y concluidos en el período de 2009 y 2015.

El Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía se aprobó en 2009 y concluyó en 2013. En este programa se otorgaban apoyos directos y financiamientos a familias de escasos recursos para sustituir refrigeradores y aires acondicionados viejos por nuevos; se sustituyeron más de 1.9 millones de aparatos que redujeron aproximadamente 45.3 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq,

---

<sup>17</sup> Las primeras NOM fueron la NOM-009-ENER-1995 que normaba los aislamientos térmicos industriales y la NOM-006-ENER-1995, de eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.

en su evaluación se calculó que la energía que se dejó de generar fue de 423.44 GWh y evitó 209,625 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq.

El Proyecto de Iluminación Rural ILUMEXICO se implementó de 2011 a 2013; llevó 1076 paneles solares a comunidades marginadas en Guerrero, Veracruz y Oaxaca, se calculó que esto reduciría 342 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq.

El Proyecto Piloto de Sustitución de Focos por Lámparas Ahorradoras empezó en 2009 y concluyó en 2010, consistió en sustituir lámparas incandescentes por fluorescentes. Se entregaron 406,071 lámparas en 288 localidades alcanzando un ahorro de energía de 25.94 GWh/año de consumo. Este programa piloto puso en marcha el Programa Luz Sustentable en 2010, que sustituyó 22.9 millones de lámparas, beneficiando a 3.3 millones de familias y reduciendo el consumo anual en 4169 GWh, concluyó en agosto de 2012.

También hubo proyectos de sustitución de lámparas en localidades de hasta 100,000 habitantes en Michoacán, Chihuahua, Sonora y Guerrero entre 2013 y 2014.

El Proyecto Piloto de Aislamiento Térmico para Vivienda en la Ciudad de Mexicali empezó en 2011 y concluyó en 2014; su meta era lograr que el consumo de 1000 viviendas fuera menor a 300 kWh mensuales a través del aislamiento de muros y techos, sellados de puertas y ventanas, aire acondicionado y refrigerador eficiente. Las metas no se alcanzaron, se sustituyeron 576 equipos de aire acondicionado y 367 refrigeradores, logrando reducir el 38% del consumo de los hogares beneficiados.

Se estima que entre 1996 y 2014 el ahorro acumulado resultado de la política pública dirigida a la eficiencia en el sector residencial fue de 175,000 GWh, lo que representa un monto de ahorro de aproximadamente 175 mil millones de pesos a los hogares y 350 mil millones de pesos para la Secretaría de Hacienda (considerando un precio promedio de 1 \$/KWh y un subsidio de 2 \$/KWh) y 82.5 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> evitadas. Los programas tuvieron más impacto en las zonas de clima templado que en las de clima cálido, lo cual se justifica por un mal aislamiento de las viviendas (De-Buen, Hernández, & Navarrete, 2016, págs. 1, 9, 10).

## Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) junto como las Normas Mexicanas (NMX) son medidas de regulación que estandarizan la eficiencia de los equipos. Las NOM se empezaron a emitir en 1995, en 2013 estaban en vigor 27 NOM que regulaban el consumo eléctrico (SENER, 2014, pág. 14). Actualmente hay 30 NOM energéticas vigentes (Presidencia de la República, 2016, pág. 565). Los ahorros de energía obtenidos entre 1995 y 2012 derivados de estas normas se estiman en 47,508 GW- hora (SENER, 2014, pág. 15). Los criterios de estandarización de eficiencia están en la Ley Federal sobre metrología y normalización<sup>18</sup>.

Las normas oficiales mexicanas (NOM) son obligatorias y buscan la protección del medio ambiente, son elaboradas por los comités consultivos nacionales de normalización (Arce, 2012, pág. 51). La LTE establece que la SEMARNAT elaborará las NOM para limitar emisiones y en términos de eficiencia las NOM son propuestas, expedidas y verificadas cada tres años por la CONUEE<sup>19</sup>, a través del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE) de la SENER. Para el caso de las normas mexicanas, éstas son elaboradas por los Comités Técnicos de Normalización Nacional (Arce, 2012, pág. 52).

Para verificar si un equipo está normado, se revisa si tiene una etiqueta de eficiencia energética, la cual contiene información acerca de las características del equipo. Si los equipos superan la eficiencia establecida por la normatividad se les otorga el “Sello FIDE”<sup>20</sup>.

En el Cuadro 3.A del Anexo se muestran las NOM relacionadas al sector eléctrico residencial. Los aparatos eléctricos que cuentan con esta normatividad son: bombas, lavadoras, equipos de aire acondicionado, refrigeradores y lámparas. En lo que se refiere a las edificaciones, hay una norma oficial de aislamiento térmico, envolvente y vidriado de edificios (se especifica que la envolvente térmica es para uso habitacional). También se han tomado medidas para reducir las pérdidas por el

---

<sup>18</sup> Publicada en 1992, la cual fue una modificación de la ley de 1988. (Arce, 2012, págs. 50, 51)

<sup>19</sup> De acuerdo con el artículo 15, 18, 106 y 19 de la LTE.

<sup>20</sup> En 2012, había 3,497 equipos que contaban con este sello.

consumo de energía de espera de aparatos eléctricos, con la implementación en 2014 de la NOM-032-ENER-2013.

La implementación de las NOM permitió un ahorro de 100,000 GWh, 60% del ahorro total obtenido por todos los programas entre 1996 y 2014. Su implementación se puede considerar exitosa, ya que la mayor parte de la población cuenta con equipos que cumplen con la normatividad. (De-Buen, Hernández, & Navarrete, 2016, pág. 2).

## Capítulo 3. Indicadores de eficiencia eléctrica residencial

En el presente capítulo se realiza un análisis de indicadores de eficiencia eléctrica con el objetivo de identificar cuáles son los aspectos relevantes que se deben considerar para hacer más eficiente el consumo eléctrico de los hogares mexicanos y a su vez tener elementos que nos permitan conocer los impactos de la política pública.

Para ello, es importante conocer nuestro consumo actual, sus variaciones en el tiempo y localización geográfica, la relación entre el consumo y la cantidad de demandantes para obtener indicadores de intensidad como consumo eléctrico per cápita, por hogar o vivienda.

Debido a que el consumo eléctrico se realiza mediante la utilización de equipos eléctricos es necesario conocer las características de este equipamiento, su potencia eléctrica, cuántos equipos hay en cada hogar (en total y por cada tipo), el tiempo de uso de cada uno para conocer cuál es su demanda total de energía.

Identificar el uso y destino que se le da a la electricidad permite conocer cuáles son las actividades más demandantes de energía, y a su vez se puede identificar el potencial de ahorro dentro de este sector, por ello, se realizará un análisis del consumo eléctrico de los hogares mexicanos, utilizando indicadores propuestos por la Agencia Internacional de Energía (AIE) para medir la eficiencia del consumo eléctrico<sup>21</sup>.

### Indicadores de eficiencia energética en el sector residencial

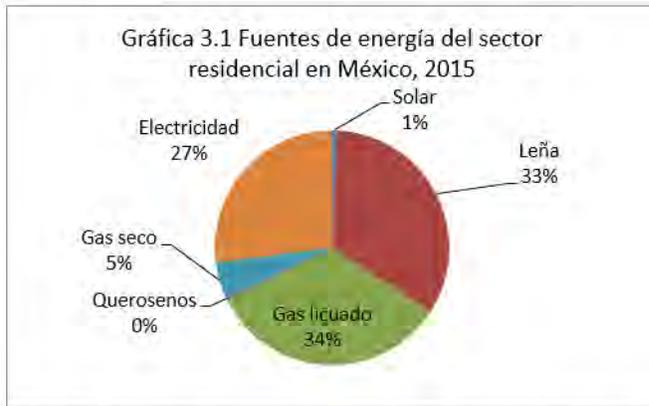
A continuación se hace un análisis de eficiencia para México utilizando el indicador del consumo de energía para usos finales de acuerdo a la fuente y la actividad, las ventas de electricidad en el sector residencial (2002- 2016), las ventas del sector residencial por usuario y por habitante (2002- 2016) y para conocer el destino de la electricidad de cada equipo eléctrico como un paso introductorio en el análisis y construcción del indicador del consumo de electricidad, se utilizaron los

---

<sup>21</sup> Referidas y utilizadas en el documento de Indicadores de Eficiencia Energética en México (SENER, Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos, 2011, pág. 84).

indicadores de difusión y existencia de 2014, así como de saturación (2014) y las diferencias entre las potencias de los diferentes aparatos eléctricos.

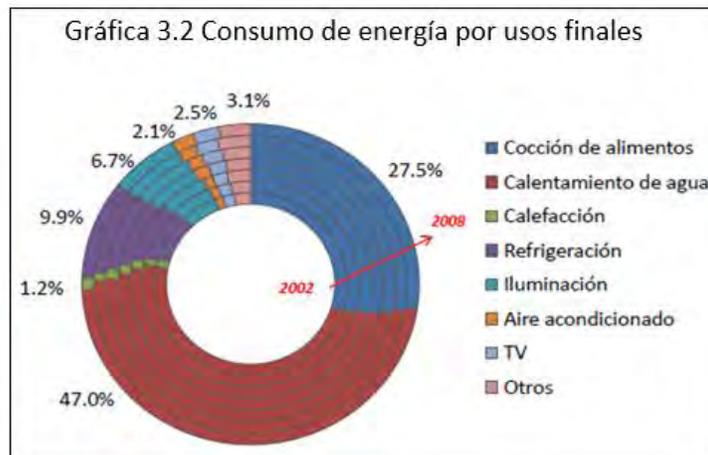
### Consumo de energía por usos finales



Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Nacional de Energía, 2015.

El indicador de consumo de energía por usos finales de acuerdo con el tipo de energético se puede obtener del Balance Nacional de Energía, el cual reportó que en 2015 las fuentes energéticas utilizadas por los hogares fueron gas licuado en 34%, leña (33%), electricidad<sup>22</sup> (27%).

En el trabajo de “Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos” muestran que los usos finales de la energía se concentran en calentamiento de agua, cocción de alimentos, iluminación y aparatos de uso doméstico (SENER, Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos, 2011). El porcentaje del consumo de cada uno se puede ver en la Gráfica 3.2. Los resultados de estos usos se pueden relacionar con las fuentes, por ejemplo, el alto porcentaje de gas licuado y leña utilizados para obtener energía térmica se vinculan con las actividades de calentamiento de agua y cocción de alimentos, que son las actividades que demandan más energía. La iluminación, refrigeración, la TV, el aire acondicionado y la



Fuente: Tomada (SENER, 2011, pág. 94)

<sup>22</sup> Más del 80% de la energía primaria requerida para la generación de electricidad en 2013 es gas natural, derivados del petróleo y carbón y del total de electricidad producida el 22% se destina al sector residencial

calefacción son actividades que requieren electricidad, en total representan el 25.5% del consumo eléctrico en 2011.

#### Consumo de electricidad del sector residencial total, por usuario y per cápita

Conociendo el peso que tiene la electricidad en la demanda energética (27% en 2015) continuamos con el análisis del consumo eléctrico en este sector con las ventas eléctricas a los hogares durante el periodo de 2002 a 2016, las cuales han



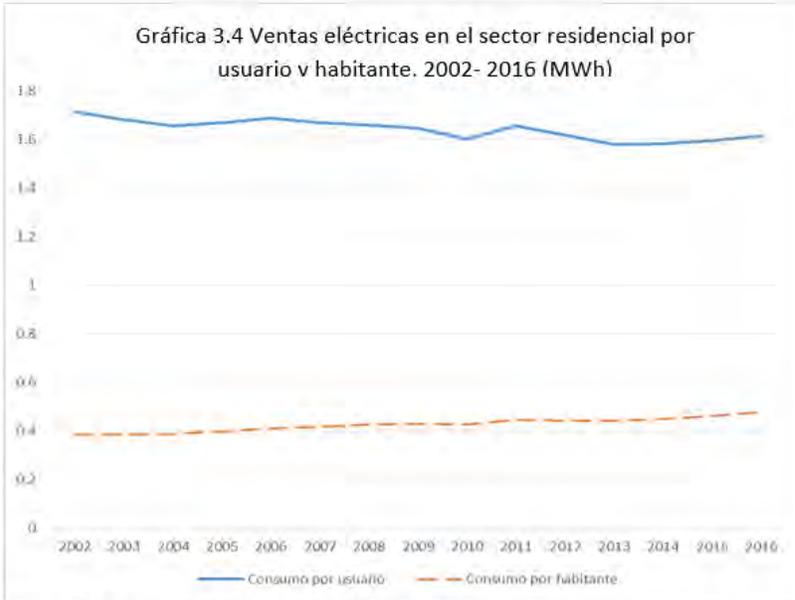
Fuente: Elaboración propia con datos del SIE (SENER, 2017)

tenido un aumento de 2.9% promedio anual, pasando de un volumen de ventas de 39,032 GWh en 2012 a 58,368.13 GW en 2016, de acuerdo con datos de (SENER, 2017), véase la Gráfica 3.3.

En términos de intensidad, se calcularon las ventas de electricidad del sector residencial por usuario y por habitante durante 2002- 2016<sup>23</sup> (Gráfica 3.4). El comportamiento del número de usuarios residenciales durante este periodo fue positiva, tuvo una tasa de crecimiento promedio anual mayor al de las ventas eléctricas (3.34% promedio anual de usuarios en comparación con 2.9% de ventas), al contrario de la población cuyo crecimiento fue de 1.31% promedio anual.

El crecimiento anual de usuarios residenciales superior al crecimiento del consumo es un indicador de que el consumo ha sido más eficiente por usuario y se corrobora en las ventas de electricidad por usuario, las cuales muestran una tendencia decreciente, disminuyeron -5.6% en el periodo y -0.41% promedio anual,

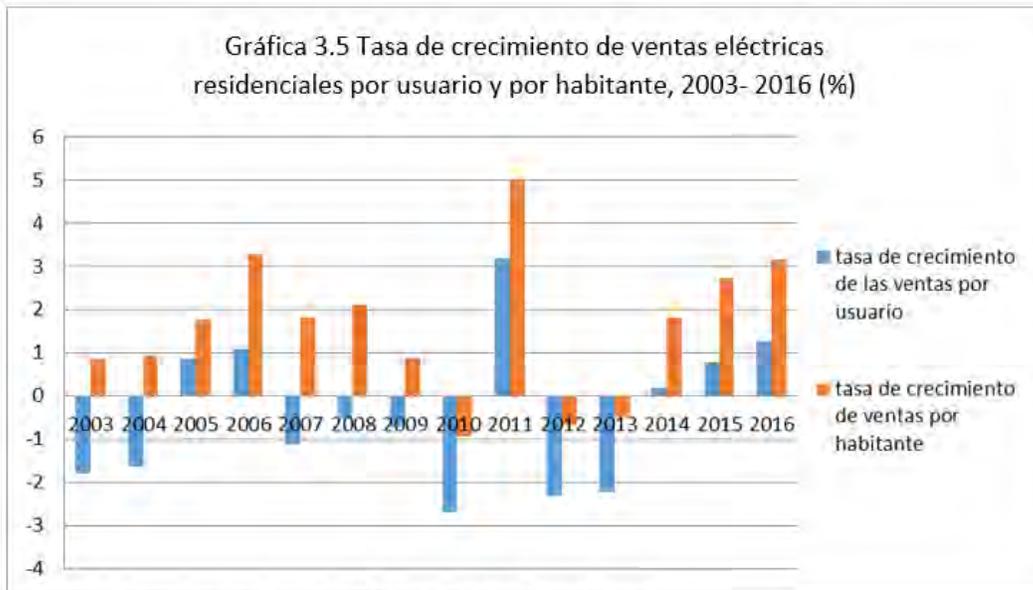
<sup>23</sup> Los datos de usuarios y ventas eléctricas son del Sistema de Información Energética (SENER, 2017). Los datos poblacionales se tomaron de la población total trimestral (2005-2016) del Banco de Información Económica (INEGI, Banco de Información Económica, 2017) y se promediaron para obtener los valores anuales, el dato de la población de 2002 y 2004 se obtuvo de los tabulados de la ENIGH (INEGI, 2002) de los años correspondientes y el valor de 2003 es un promedio de los años 2002 y 2004.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIE (SENER, 2017) , INEGI.

en 2002 fueron de 1.71 MWh y en 2016 de 1.62 MWh. Este decrecimiento ha tenido altibajos, como se puede observar en la Gráfica 3.5, su mayor reducción fue en 2010 (2.7%) y los últimos datos (2014- 2016) indican un ligero aumento.

Las ventas eléctricas por habitante aumentaron durante el periodo 24.5% (1.58% promedio anual), sólo en 2010, 2012 y 2013 se observaron reducciones. Al contrario de las ventas por usuario este indicador muestra que el consumo por habitante no ha sido más eficiente, el consumo eléctrico creció a mayor velocidad que la población, lo que quiere decir que al paso de los años cada persona requirió mayor cantidad de electricidad.

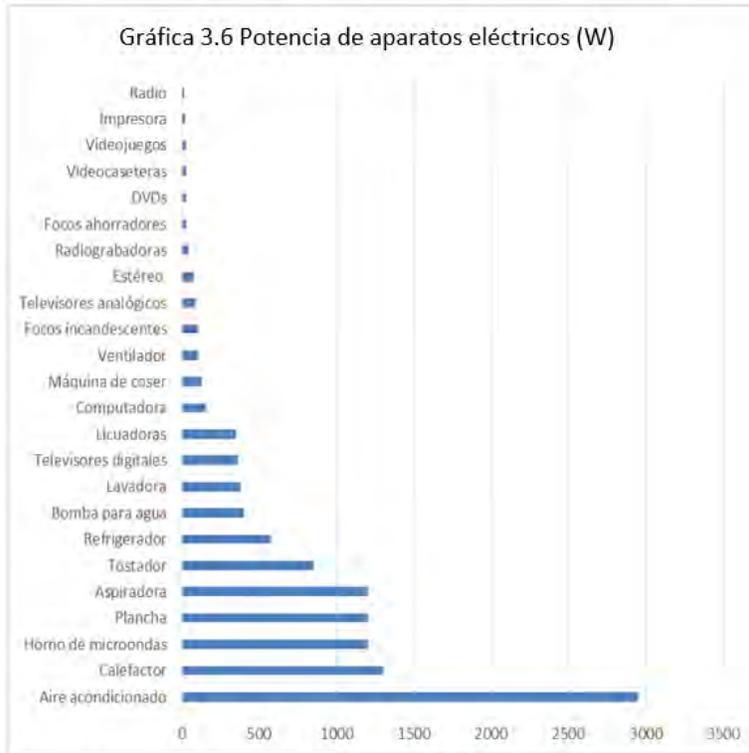


Fuente: Elaboración propia con datos del SIE (SENER, 2017) , INEGI.

## Indicadores por aparatos eléctricos

### Potencia eléctrica

La potencia eléctrica es la velocidad a la que se consume la energía. Nos orienta sobre las diferencias de consumo que puede tener un hogar que cuenta con cierto equipo y otro que no; pensando en una escala mayor, se puede tener más



Fuente: Elaboración propia con datos de CFE, SENER y PROFECO.



Fuente: Datos del artículo de Leonel Díaz Pichardo, 2013.

claridad sobre las causas que diferencian el consumo entre regiones, considerando la probabilidad de que los hogares cuenten con ciertos equipos. También nos ayuda tomar medidas para que nuestro consumo sea más eficiente como limitar el uso de algún equipo o evitar su compra.

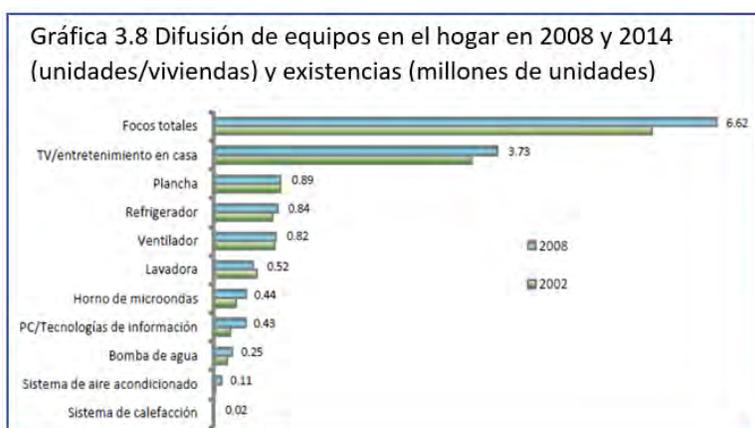
De acuerdo con los datos de CFE, SENER y PROFECO, los equipos que requieren más electricidad cuando está en uso son el aire acondicionado, el calefactor, el horno de microondas, la plancha y la aspiradora (exceden los 1000 W), la tostadora y el refrigerador sobrepasan los 500 W. En la gráfica 3.6 se muestra la potencia

eléctrica de 24 aparatos eléctricos que se usan en los hogares.

Hay aparatos eléctricos que demandan energía al estar en funcionamiento y cuando están en modo inactivo o dormido y muchos de ellos<sup>24</sup>, al estar apagados y conectados a la luz. A este gasto de luz en el que se consume electricidad, sin usarla, se le llama “vampiro”. En la gráfica 3.7 se muestra la potencia eléctrica que tienen en modo de espera algunos aparatos<sup>25</sup>.

### Difusión de equipos y existencias

El indicador de difusión muestra el promedio del número de unidades de un aparato específico que se tiene en los hogares, en otras palabras, es la relación entre el número de unidades de un aparato específico y el número total de viviendas ocupadas. Esta información nos ayuda a conocer cómo es el equipamiento de los hogares en cierta región y hacer un comparativo, también podemos ver los cambios en el equipamiento al comparar los indicadores de diferentes años.



Fuente: Tomada de SENER, 2011, P.93.

Entre 2002 y 2008 el número de focos promedio por hogar aumentó a una tasa promedio de 2.3% anual de 2002 a 2008, 6.6% en la difusión de hornos de microondas, 11.5% en computadoras, los

refrigeradores 1.3% (SENER, 2011). Véase la gráfica 3.8.

De acuerdo con los datos del Módulo de condiciones socioeconómicas de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares<sup>26</sup> (MCS-ENIGH) de 2014 en su concentrado hogar y vivienda, los aparatos que tienen mayor difusión son los focos, 4.65 focos ahorradores y 2.28 focos incandescentes por vivienda, en todo el país hay 217.2 millones de focos; la difusión de las televisiones es de 0.94

<sup>24</sup> Los equipos que demandan energía al estar enchufados se pueden identificar si mantienen un foquito encendido o tienen un display digital que mande un mensaje. (PROFECO, 2016)

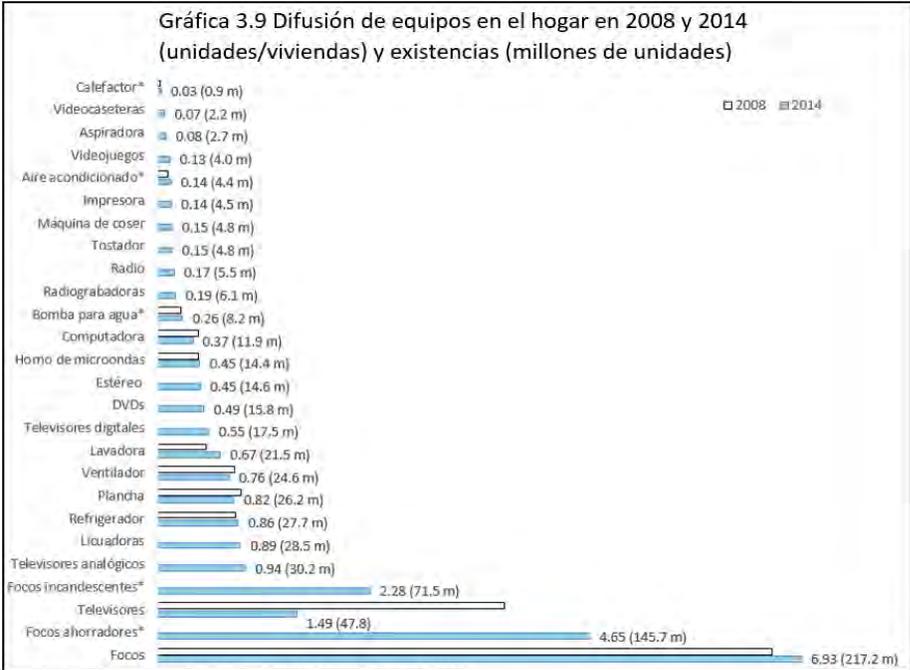
<sup>25</sup> Consultado en línea en (Díaz, 2013).

<sup>26</sup> La MCS-ENIGH 2014 fue elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) junto con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la cual reporta el ingreso, gasto y características de 64 mil viviendas.

analógicas y 0.55 televisiones digitales por hogar, en todo el país son 47.8 millones de televisiones. Después de ellos, los demás aparatos tienen una difusión menor a 1, cada hogar tiene en promedio 0.89 licuadoras, 0.86 refrigeradores, 0.82 planchas, 0.76 ventiladores, 0.67 lavadoras, el total de cada uno de estos aparatos está en el rango de 21.5 a 28.5 millones (la difusión y existencia del conjunto de aparatos eléctricos se pueden ver en la gráfica 3.9).

Al comparar los resultados de difusión de 2014 con los obtenidos de 2008 (SENER, 2011) se observa principalmente un aumento en la difusión de los focos (6.62 en 2008 y 6.93 en 2014) y reducción de televisores (3.73 en 2008 y 1.49 en 2014). Dentro de las posibles explicaciones de estos cambios pueden incluirse la sustitución entre equipos y el desecho de algunos aparatos.

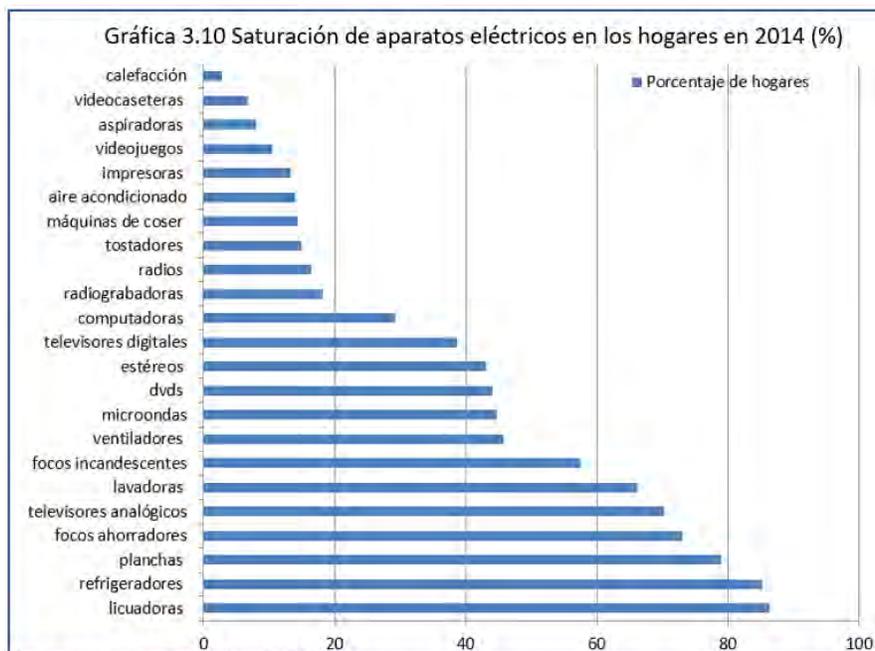
Se puede observar que tanto en el periodo de 2008 – 2014 como en el de 2002- 2008, los equipos con mayor difusión son los mismos, predominando los focos y los televisores (pese a que estos últimos sufrieron una fuerte reducción); el horno de microondas y las computadoras en el primer periodo tuvieron incrementos y en el segundo detuvieron su difusión. Los avances en eficiencia que se pueden observar, es la utilización de una cantidad mayor de focos ahorradores respecto a los focos incandescentes y una importante reducción del número de televisores.



## Saturación

La saturación es el porcentaje de personas o viviendas que utilizan una forma de energía para cubrir cierto uso final (Sheinbaum, 1996, pág. 12). Con este dato se podría conocer el porcentaje de la población al que iría dirigido un programa de eficiencia o para identificar en qué tipo de aparatos se presenta desigualdad en el equipamiento de la vivienda.

En la siguiente gráfica (3.10) se muestra el porcentaje de las viviendas u hogares poseedores de al menos un aparato eléctrico. Se observa que más del ochenta por ciento de los hogares tiene focos y refrigerador y más de la mitad cuenta con plancha, televisor y lavadora.



Fuente: Elaboración propia con datos del MCS- ENIGH.

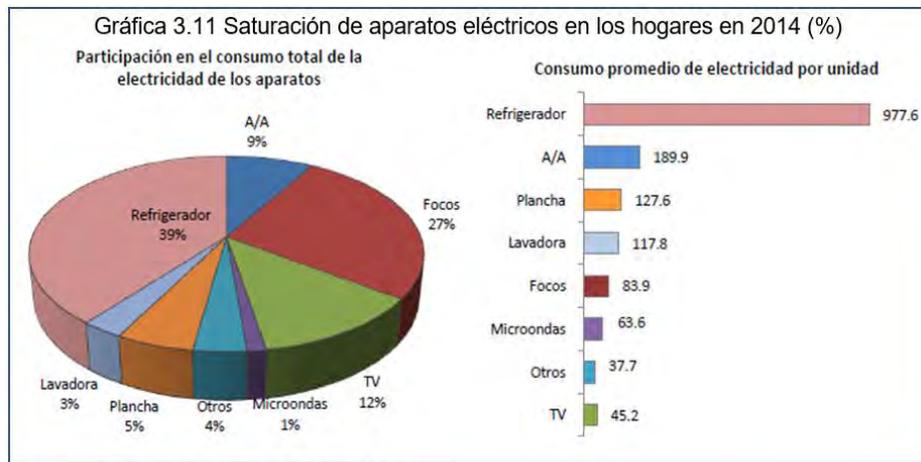
Notas: Los aparatos con asterisco son del concentrado de vivienda, el resto son del concentrado de hogares de la MCS- ENIGH.

Aunque la mayoría de los hogares cuentan con un sólo aparato de cada tipo (sin considerar los focos), los estéreos, las televisiones y las planchas pueden alcanzar un rango de 6 a 10 unidades, los ventiladores hasta 20 y los focos más de 20; se observa que los hogares que usan más focos ponen focos ahorradores, en cambio cuando usan focos incandescentes no tienen más de 10. En la tabla 2.A del Anexo se muestra la relación entre el número de aparatos con el porcentaje de la población que cuenta con ellos.

## El consumo de electricidad por aparato

Este indicador mide el consumo eléctrico que realiza cada aparato en un lugar o sector, se podría considerar como una continuación del consumo por uso final aplicado únicamente al sector eléctrico. Es importante su análisis, ya que el consumo eléctrico depende de las características de cada aparato como de su demanda eléctrica (potencia eléctrica) y del uso que le demos, por lo tanto, al identificar cuáles son los aparatos que consumen más electricidad en el sector residencial es más fácil establecer medidas de ahorro y eficiencia más precisas.

En 2008 los aparatos que consumieron más electricidad en México fueron el refrigerador (alrededor 39%), focos (27.2%), 12.5% televisores y equipos de entretenimiento, 8.7% equipos de aire acondicionado y ventiladores, 5.6% planchas, 3.0% lavadoras, 1.4% hornos de microondas, 0.4% equipo de cómputo, 0.4% bombas de agua y 0.5% otros electrodomésticos. (SENER, 2011, pág. 95)



Fuente: Tomada de SENER, 2011, P.95.

Respecto al consumo en espera, la CONUEE estimó en 2012 que el consumo de espera fue de 200 GWh, lo que equivale al 10% del consumo del sector residencial (Díaz, 2013, pág. 29)

Se realizó una estimación del consumo eléctrico por aparato en 2014 que en suma dará una aproximación al consumo total de la vivienda. La metodología se explica a continuación<sup>27</sup>. El consumo de energía de la vivienda va ser igual a la

<sup>27</sup> La metodología está basada en los conceptos de consumo energético del libro de Tendencias y perspectivas de la energía residencial en México: Análisis comparativo con las experiencias de conservación y eficiencia de los países de la OCDE (Sheinbaum, 1996).

suma del gasto energético que tenga cada uso final, considerando únicamente el caso de la electricidad, el consumo por esta fuente será igual a la suma del gasto de cada uno de los aparatos eléctricos (j) que tenga cada hogar (i).

$$C_{electrico_i} = \sum_j C_{ij}$$

Se calculó el consumo eléctrico de los aparatos en 2014 considerando el consumo unitario de cada aparato o intensidad<sup>28</sup>, el cual es medido con tiempo de uso promedio y su potencia, también se le incluyó el consumo eléctrico en espera, representado como  $(p_j t_j + ce_j)$ , este valor se multiplicó por las existencias o el número de aparatos totales  $j$  ( $n * a_{promj}$ ). La suma del consumo de todos los aparatos es igual al consumo eléctrico de las viviendas.

$$C_j = n * a_{promj} * (p_j t_j + ce_j)$$

$$CV = \sum_j n * a_{promj} * (p_j t_j + ce_j) = \sum_j C_j$$

$C_j$ : Consumo total del aparato j.

$CV$ : Consumo eléctrico total de las viviendas.

$a_{promj}$ : Número de aparatos j en promedio por vivienda (difusión).

$p_j$ : Potencia del aparato j.

$t_j$ : Tiempo anual de uso del aparato j.

$ce_j$  = consumo eléctrico en espera del aparato j.

$j = \{\text{refrigerador, horno de microondas, plancha, aspiradora, aire acondicionado, calefactor, televisores analógicos, televisores digitales, radiograbadoras, DVD, videocasetas, licuadoras, lavadora, máquina de coser, ventilador, computadora, radio, bomba para agua, estéreo, focos incandescentes, focos ahorradores, impresora, videojuegos, tostador}\}$

Para obtener el número de aparatos j en el hogar se utilizaron los concentrados vivienda y hogares de la base de datos MCS-ENIGH (2014).

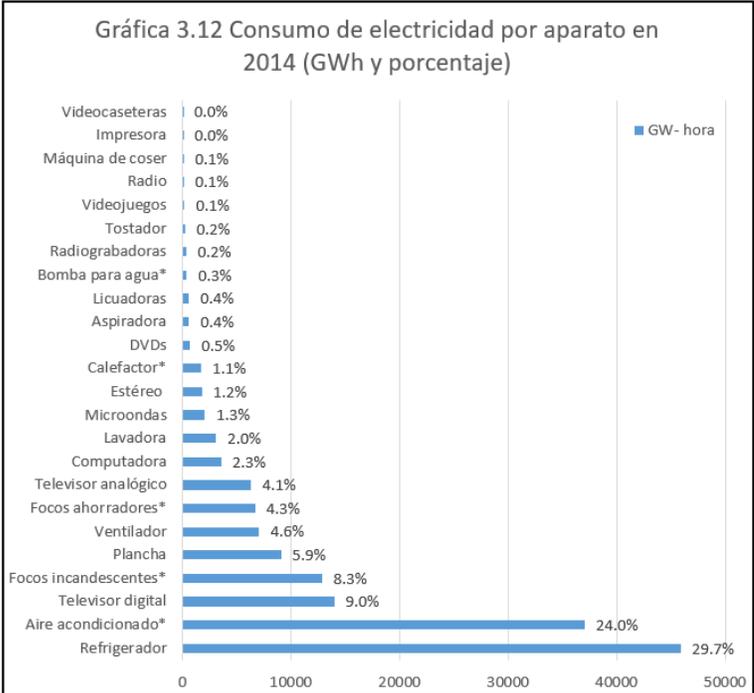
Los datos de la potencia por aparato se obtuvieron de (CFE, 2012). (Electrocalculator, 2010-2024) y (SENER, Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos, 2011). El tiempo anual de uso del aparato j se obtuvo de (Electricasas, 2017) y (SENER, 2011). El consumo eléctrico en espera se obtuvo (PROFECO, 2016) y (FIDE, 2012- 2013).

En la tabla mostrada en la tabla 3.A del Anexo se desglosa el procedimiento que se utilizó para obtener el consumo unitario j o la intensidad de cada aparato. Primero, se multiplicó la potencia eléctrica (columna A) por el tiempo de uso (está

<sup>28</sup> La intensidad es el consumo unitario para uno o varios usos finales por forma de energía final, como calentamiento de agua por vivienda (Sheinbaum, 1996, p. 13).

especificado en las columnas B, C, D) y se obtuvo el consumo unitario en uso al día está en la columna E, el del mes en la F y al año en la columna G; después, se sumó el consumo en espera (columna H e I) con lo que se llegó al consumo unitario de cada aparato del mes (columna J) y del año (columna K).

En la tabla mostrada en el elemento H del Anexo se muestra el procedimiento del consumo por aparato. Se obtuvo el total de aparatos eléctricos (columna M) multiplicando el promedio de cada aparato por hogar o vivienda (se calcularon con datos del MCS- ENIGH y están en la columna L) por el número de hogares y viviendas. El total de aparatos eléctricos se multiplicó por el consumo unitario de cada uno, calculándose el consumo por aparato mensual (columna N) y el consumo por aparato anual (columna Ñ). La participación del consumo de cada aparato del total eléctrico está en la columna O.



Fuente: Elaboración propia con datos de la CFE, FIDE, PROFECO, MCS- ENIGH, entre otras fuentes mencionadas en el documento.

Los aparatos que consumieron más electricidad en 2014 fueron el refrigerador al utilizar casi el 30 por ciento (29.7%) de todo el consumo y el aire acondicionado (24%). Las televisiones digitales pese a tener un menor número de unidades que las analógicas consumieron más electricidad. Al contrario de los focos

ahorradores que siendo en cantidad el doble de los incandescentes su consumo fue la mitad.

En total, el consumo de las televisiones es el tercero más grande al usar el 13.1% de la electricidad. El 90 por ciento del consumo eléctrico está destinado a los refrigeradores, al aire acondicionado, a la televisión, la iluminación (los focos consumen el 12.6%), la plancha (5.9%) y los ventiladores (4.6%), véase la gráfica 1.12.

El resultado de la estimación del consumo eléctrico total de las viviendas fue de 154,620.6 GWh mientras que las ventas de electricidad en 2014 fueron de 53,914.01 GWh. Esta diferencia puede ser resultado de las aproximaciones que se hicieron en todo el cálculo, además de que para obtener el valor anual no se consideraron las diferencias de los consumos mensuales. También es importante mencionar que volumen de ventas residencial no es equivalente al consumo eléctrico de los hogares ya que existen pérdidas técnicas y no técnicas.

#### Conclusiones del capítulo

De acuerdo con los resultados obtenidos de los indicadores de eficiencia de México, el consumo eléctrico del sector residencial ha ido en aumento, las ventas eléctricas de este sector crecieron 2.9% promedio anual durante el periodo de 2002 a 2016. Los resultados de intensidad de uso fueron positivos para las ventas de electricidad por usuario, ya que, éstas se redujeron 0.41% promedio anual en el periodo mencionado, en el 2016 su valor fue de 1.62 MWh. En el mismo periodo las ventas eléctricas por habitante aumentaron 1.58% promedio anual, tomaron un valor de 0.38 MWh en 2002 y de 0.47 MWh en 2016, las ventas por vivienda en el 2014 fueron iguales a las de 2005 (1.72 MWh); sin embargo, aumentaron respecto al valor de 2010 que fue de 1.70 MWh por vivienda.

Los resultados de la estimación de consumo de los aparatos eléctricos en 2014 arrojaron que el refrigerador fue el principal destino de la electricidad al consumir el 30% del recurso eléctrico. El aire acondicionado fue el segundo destino final al consumir el 24%, pese a que sólo lo tienen el 13.9% de las viviendas; su alto consumo se explica por su elevada potencia eléctrica, 2950 W- hora, equivalente a tener casi 30 ventiladores prendidos, el consumo de los focos representa el 12.6%.

Los resultados de SENER del consumo de 2008 muestran que el refrigerador consumió el 39% del total de electricidad y los focos el 27%.

Los ventiladores ocuparon el 4.6% de la electricidad, se encuentran en el 46% de los hogares y son los aparatos que alcanzaron un mayor de unidades en los hogares después de los focos.

Las televisiones tienen un alto consumo y una gran difusión ya que son el segundo aparato, después de los focos, que se puede encontrar en los hogares (más del 80% de las viviendas tienen al menos una televisión), entre 2008 y 2012 las televisiones tuvieron una gran reducción en difusión, consumo representó 12% del total en 2008 y 13.1% en 2014.

Se observa un avance en la eficiencia con el uso de focos ahorradores. En un hogar se utilizan en promedio 7 focos; la cantidad promedio de focos ahorradores es de 4.65 y de focos incandescentes 2.28, también se observó que la mayoría de los hogares que utilizan focos incandescentes no tienen más de diez, cuando requieren más usan focos ahorradores.

## Capítulo 4. Demanda residencial de electricidad y modelo econométrico

En el presente capítulo se busca identificar las variables que influyen en el consumo eléctrico de hogares, especialmente aquellas que pueden ser utilizadas en la política pública dirigida a la eficiencia y el ahorro de la electricidad. Se desarrolló un modelo econométrico de la demanda eléctrica residencial en México con el método de Mínimo Cuadrados Ordinarios (MCO) para mostrar los impactos que tienen las variaciones del precio y el ingreso junto con una variable poblacional (total de integrantes de la familia) y una variable de las características del hogar (potencial eléctrico de los aparatos del hogar). Las variables utilizadas (excepto el precio) provienen del MCS- ENIGH 2014.

### Demanda de electricidad

La demanda de electricidad representa la relación del consumo eléctrico y las variables que lo determinan. De acuerdo con la teoría económica el consumo obedecerá a cambios en el precio, ingreso, precios de bienes relacionados ya sean sustitutos o complementos y expectativas.

En su revisión, Franco Cardona (2008) muestra que las investigaciones de demanda eléctrica están asociadas con la temperatura, el tamaño de la población, el crecimiento económico y el precio de la electricidad.

Dice Galiano: “el consumo de energía es una función de muchos factores como el ingreso, los precios relativos, la estructura de la economía, la capacidad tecnológica y los diferentes tipos de vida... es una función positiva de los ingresos o ingresos per cápita y una función negativa del precio relativo” (Galindo L. M., 2005, págs. 1179, 1180).

Algunas de las características del mercado eléctrico y su consumo son las siguientes (Cardona, 2008, pág. 223):

- Es un mercado regulado. No se mueve conforme a la oferta y demanda, por lo que el precio presenta un comportamiento diferente al de otros mercados.
- Variaciones temporales. Se presentan patrones cíclicos de periodicidad anual, mensual, semanal, diaria y horaria (horas pico), así como valores

atípicos. Estos cambios van relacionados con la estacionalidad del clima dependiendo el lugar de estudio.

- El consumo eléctrico es un consumo indirecto a través de servicios como iluminación y calefacción. Es la suma del consumo de todos los usos finales.
- Los avances tecnológicos encaminados al uso eficiente de energía pueden reducir la demanda de electricidad.

Claudia Sheinbaum plantea el siguiente conjunto de factores para explicar la demanda de electricidad en los hogares (Sheinbaum, 1996, págs. 13, 19- 32):

- Factores Económicos: Ingreso, precio.
- Factores de población (Cambios de actividad): Población, usuarios y viviendas.
- Factores estructurales: cantidad de electrodomésticos, su tamaño, su capacidad y eficiencia. Número de integrantes del hogar, tamaño de la vivienda, tiempo de estancia en el hogar.

En artículos revisados las variables que fueron utilizadas para explicar la demanda residencial incluyen precios, precios relativos e ingreso (Marshall, 2010) y (Morales & Alvarado, 2014). Otros autores incluyen factores socioeconómicos, características de las viviendas y de los miembros del hogar y si poseen bienes de consumo eléctrico intensivo (Hancevic & Navajas, 2015) y (Medina & Vicéns, 2011).

Los efectos en la demanda eléctrica por cambios en características económicas como ingreso y precio tienen un efecto en el corto y en el largo plazo. En el corto plazo, las familias sólo pueden reducir la intensidad de uso de sus aparatos eléctricos, en el largo plazo puede haber cambios en el stock de su equipamiento.

En la revisión que realizó Espey y Espey (2004) de 36 estudios realizados entre 1997 y 2000, se observa gran variabilidad en la elasticidad precio e ingreso de la demanda eléctrica residencial, sus resultados reportan un rango bajo para las elasticidades de precio e ingreso en el corto plazo lo que indica su difícil control utilizando únicamente esas variables (Tabla 4.1). (Medina & Vicéns, 2011, pág. 518)

Tabla 4.1 Rangos de elasticidades precio e ingreso

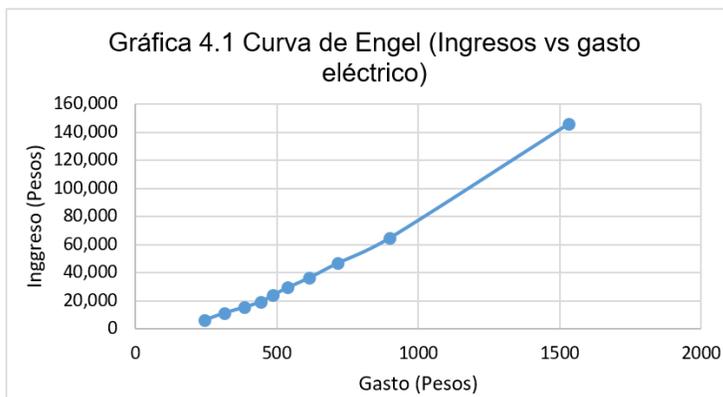
	Elasticidad Precio		Elasticidad ingreso	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Corto plazo	-0.004	-2.01	0.04	3.48
Largo plazo	-0.07	-2.5	0.2	5.74

### Gasto en electricidad

Para conocer el peso que tiene el pago de la electricidad en el gasto de los hogares se realiza una comparación entre los grandes rubros del gasto reportados en el MCS- ENIGH 2014. Los montos y porcentajes de cada rubro respecto al gasto trimestral por hogar se reportan en la tabla 5.A del Anexo.

Se observa que el mayor monto se destina al rubro de Alimentos y bebidas, después el de Transporte; el tercero es el de Servicios de educación y esparcimiento, en la cuarta posición se encuentra el rubro de Vivienda (incluye el gasto de energía eléctrica) y por último el gasto destinado a cuidados de la salud. Se realizaron comparaciones de gasto de acuerdo con el decil de ingreso donde se obtuvo que en todos los casos la mayor concentración de gasto se dirige al rubro de alimentos (30% en los deciles 1 y 5, en el decil 10 es de 17.5%). Diferente al caso de los alimentos, en el rubro de Vivienda no se observa una diferencia tan significativa en la proporción del ingreso destinada, el decil 1 destina 7.6% de su gasto, el decil 5 destina 8.2% y el decil 10 el 6.6%.

De acuerdo con los micro datos de la encuesta el gasto promedio trimestral destinado al pago de electricidad fue de \$632.34 en 2014 y su mediana fue de



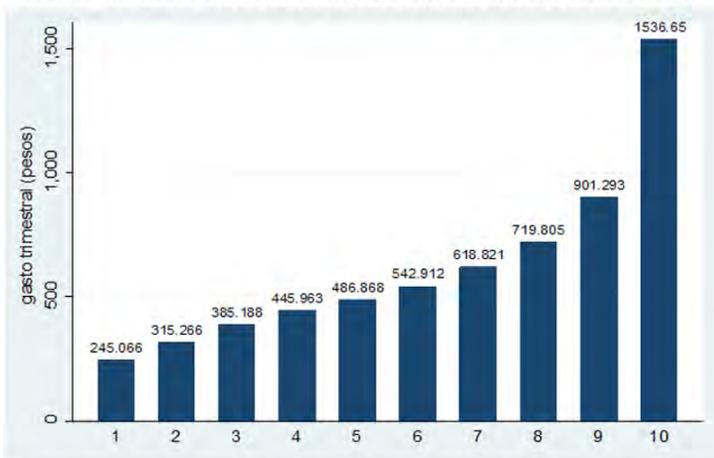
Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de los microdatos de la ENIGH 2014.

\$375.00. Al diferenciar el gasto eléctrico por deciles de ingreso se observa que el gasto eléctrico aumenta a mayor ingreso del hogar, lo que indica que se trata de un bien normal. Esta relación se observa en la gráfica 4.1, es

una Curva de Engel<sup>29</sup> que relaciona el gasto promedio trimestral en electricidad y el ingreso corriente trimestral promedio de los diferentes deciles en 2014.

La diferencia entre los montos de gasto de los diferentes deciles es amplia, en el primer decil de ingreso los hogares gastan en promedio 245 pesos

Gráfica 4.2 Gasto eléctrico promedio trimestral por decil en 2014

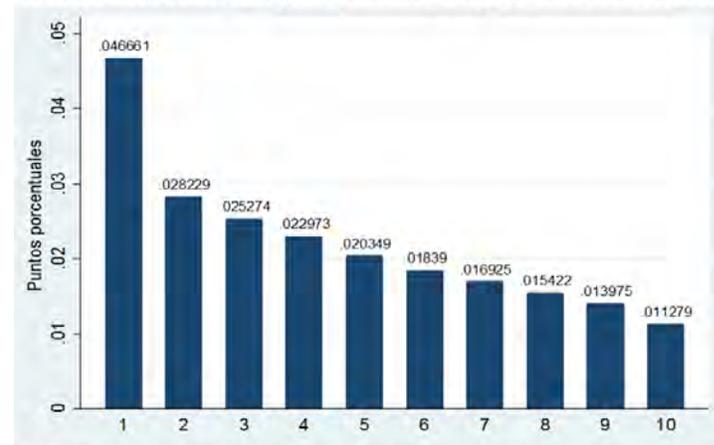


Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de los micro datos la ENIGH 2014.

trimestrales, el quinto decil se duplica este monto (487 pesos) y el décimo decil es 6.26 veces mayor (1537 pesos en promedio), como se observa en la gráfica 4.2. Al contrario del monto absoluto del gasto, la proporción del ingreso va disminuyendo respecto al nivel de ingreso, en promedio los

hogares destinan 2.1% de su ingreso, pero los del primer decil destinan 4.7%, los del quinto decil 2% y los del último únicamente el 1.1% (Gráfica 4.3). Por lo que un

Gráfica 4.3 Proporción del ingreso destinado al pago de electricidad de 2014



Fuente: Elaboración propia con datos de la MCS- ENIGH 2014

aumento homogéneo del precio en la electricidad afectará más a los hogares ubicados en los primeros deciles; sin embargo, por la amplia diferencia de la proporción destinada al pago de electricidad, el primer decil tendrá impactos mucho mayores.

### Precios de la electricidad y subsidios eléctricos

El esquema tarifario para el sector residencial consiste en 8 tarifas específicas domésticas (1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F y DAC) las cuales son

<sup>29</sup> La Curva de Engel muestra como varía la demanda ante cambios de la renta manteniéndose los precios constantes (Varian 1999,102)

determinadas por la SHCP. La tarifa 1 es de servicio doméstico y se aplica todo el año excepto en la temporada verano donde se emplean el resto de las tarifas (excepto la tarifa DAC) de acuerdo con la temperatura media mensual en verano de las localidades. La tarifa para consumidores domésticos de alto consumo (DAC) se aplica a usuarios domésticos cuyo consumo mensual promedio es mayor al límite de alto consumo de la localidad. En 2016 la tarifa 1 Doméstica fue de 1.06889 pesos por kWh en promedio, en verano el mayor precio se aplicó a la tarifa 1C (1.18408 pesos por kWh) y el menor precio fue para la 1E (1.03854 pesos por kWh), la tarifa DAC fue de 3.44 pesos por kWh.

Referente a los subsidios<sup>30</sup>, entre 2005 y 2010 el gasto acumulado de los subsidios energéticos en México fue de 1,150 miles de millones de pesos, equivalente al 10% del PIB anual promedio del periodo. El subsidio eléctrico tuvo un peso promedio del 1% del PIB anualmente (Scott, 2011).

Los subsidios eléctricos no se encuentran directamente como rubros de gasto en el Presupuesto de Egresos de la Federación, sino que son ingresos que deja de recibir el gobierno federal de CFE por el pago del aprovechamiento, que es la aportación del capital fijo de CFE. No se pueden considerar tampoco como beneficios para los consumidores, sino que compensan pérdidas y costos extraordinarios causados por pérdidas técnicas y no técnicas de energía, estas últimas se asocian al robo de luz, fraude o alteración de medidores. Estos altos costos también se asocian con una baja productividad laboral y altos niveles salariales y prestaciones para los trabajadores (Scott, 2011).

Algunos costos del sector se han reducido en los últimos años. En la generación el costo unitario de producción disminuyó 26.2% en términos reales entre diciembre de 2012 y julio de 2016, por causas atribuidas principalmente a mayor uso de gas natural, desarrollo de sistemas de acueductos y construcción de centrales de ciclo combinado. El costo de generación en julio de 2016 fue de 0.657

---

<sup>30</sup> Se define un subsidio cuando la diferencia entre el precio por unidad de un energético al público es menor a un precio de referencia que representa el costo real o costo de oportunidad del recurso. El precio de referencia puede ser el precio internacional, en el caso de la electricidad el precio de referencia es el costo de producción.

pesos por kilowatt-hora (Presidencia de la República, 2016, pág. 568). Las pérdidas totales de energía eléctrica de la CFE en los procesos de transmisión y distribución de las redes de alta, media y baja tensión han disminuido, en 2012 el porcentaje de pérdidas era de 16.4% y para en julio de 2016 fueron del 14.02%, especificando que las pérdidas por conducción y transformación fueron de 7.29% (Presidencia de la República, 2016, pág. 560).

El subsidio eléctrico en México es por bloques crecientes de consumo bajo, medio y alto, la tarifa DAC elimina por completo el subsidio. Este mecanismo es regresivo ya que los usuarios con mayor consumo se benefician de los subsidios para usuarios de bloques más bajos, mientras que los menores consumidores se benefician sólo del subsidio de su bloque, aunque esto se rompe cuando se paga la tarifa DAC.

Como se expuso en el capítulo 1 la generación de electricidad provoca externalidades negativas relacionadas con el cambio climático que no están incluidas en su precio; por lo que evitar precios bajos en las tarifas eléctricas y quitar el subsidio podría incentivar un consumo más eficiente del recurso y reducir el costo de oportunidad que representan los subsidios por los ingresos no percibidos que se podrían destinar a cubrir otras necesidades.

Sin embargo, el problema de la aplicación de tarifas más rigurosas es que pueden aumentar los problemas de corrupción. Quitar el subsidio traería afectaciones sociales por la amplia diferenciación del ingreso que tienen los hogares. Algunas medidas que se podrían implementar es reasignar recursos por medio de transferencias dirigidas y condicionadas a la población más afectada o realizar transferencias universales (Scott, 2011). Considerando que la población más afectada sería la de menor capacidad adquisitiva se podría considerar el establecimiento de una tarifa diferenciada por ingreso.

#### [Modelo econométrico de la demanda de electricidad residencial en México](#)

En la especificación del modelo se utilizaron como determinantes de la demanda eléctrica de los hogares factores económicos, de población y estructurales:

Los factores económicos utilizados, son los precios reales (pesos) y el ingreso (pesos). El factor de población son los miembros del hogar (personas). Los factores estructurales incluyen el equipamiento doméstico, el cual se especificó como la suma de la potencia eléctrica de los aparatos que posee cada hogar<sup>31</sup> y el número de cuartos (unidades) con el objetivo de que esta variable refleje el tamaño de la vivienda.

Las variables de ingreso y gasto eléctrico (valores corrientes trimestrales), total de habitantes por hogar y equipamiento eléctrico se obtuvieron del MCS-ENIGH 2014. El tipo de tarifa eléctrica que le corresponde a cada municipio se obtuvo del Anexo 2 del documento elaborado por la CONUEE “Estudio de caracterización del uso de aire acondicionado en vivienda de interés social” (CONUEE, 2016) y de la Calculadora de facturación de tarifas eléctricas para usuarios domésticos del servicio público de energía eléctrica (CRE, 2012).

Los precios reales se construyeron utilizando las 7 tarifas del sector doméstico, no incluyéndose la tarifa DAC. De acuerdo con el tipo de tarifa se asignó el valor del segundo trimestre de 2014 (SENER, 2017), suponiendo que el gasto eléctrico reportado en la encuesta es del último pago del recibo de luz, el cual debe ser antes de agosto porque en ese mes comenzó la encuesta<sup>32</sup>. Las tarifas eléctricas se deflactaron con el INPC del segundo trimestre de 2014 (Índice base segunda quincena de diciembre de 2010), se asignó el valor del índice de las 46 ciudades con las que es elaborado a su correspondiente Estado, en caso de haber más ciudades por Estado se sacó un promedio de ellas.

De acuerdo con la teoría económica, la base de una función general de demanda de elasticidad  $\epsilon$ , tiene una forma exponencial, como se observa en la fórmula de abajo. Muestra a la cantidad demandada en función de la variable explicativa, que en este caso es el precio, por lo que su elasticidad  $\epsilon$  se espera que sea negativa.  $A$  es una constante positiva arbitraria.

$$q = Ap^\epsilon$$

Esta función se puede expresar en forma logarítmica como:

---

<sup>31</sup> Las potencias eléctricas de los aparatos utilizadas en el modelo se encuentran en la columna A mostrada en el elemento G del Anexo.

<sup>32</sup> La ENIGH comenzó a aplicarse en agosto de 2014 y terminó en noviembre del mismo año.

$$\ln q = \ln A + \epsilon \ln p$$

En esta expresión la forma de la curva de demanda tiene una elasticidad constante, existe una dependencia lineal del logaritmo de q con respecto al de p (Varian, 1999, pág. 280).

Con base en el modelo económico, se utilizó un modelo de mínimos cuadrados ordinarios<sup>33</sup> de tipo log- log, ya que, es una forma obtener las elasticidades de las variables explicativas, el modelo lineal se encuentra a continuación:

$$\ln(\text{gasto eléctrico}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{precios reales}) + \beta_2 \ln(\text{ingreso}) + \beta_3 \ln(\text{núm. integrantes}) + \beta_4 \ln(\text{equipamiento eléctrico}) + \beta_5 \ln(\text{número de cuartos}) + u$$

Donde  $\beta_0$  es el término constante, la  $\beta_1$  a la  $\beta_5$  son las elasticidades del gasto eléctrico respecto a las variables explicativas y u es el término de error.

Los resultados obtenidos en la estimación de MCO (Tabla 4.2) arrojan que todos los coeficientes de variables explicativas que se utilizaron son estadísticamente significativos. El modelo en su conjunto es significativo al obtener una probabilidad de cero en la prueba F. La R cuadrada muestra que las variaciones del gasto eléctrico son explicadas con el 29.23% de las variaciones del modelo. Como se esperaba, las elasticidades del ingreso, del total de integrantes y la potencia de los aparatos son positivas y la del precio real es negativa.

Tabla 4.2 Resultados de la estimación de MCO

Núm. De observaciones = 16365		F( 5, 16359) = 1156.24		R-squared = 0.2923		
		Prob > F = 0.0000		Root MSE = .77996		
Ln Gasto eléctrico residencial						
	Coefiente	Std. Err. Robustos	t	P> t	Intervalo de confianza (95%)	
ln precio real	-1.467004	0.1224376	-11.98	0	-1.706995	-1.227013
ln ingreso	0.4211959	0.0099693	42.25	0	0.401655	0.4407368
ln total de integrantes	0.1157396	0.0117695	9.83	0	0.0926701	0.1388091
ln potencia de aparatos	0.3363565	0.0113681	29.59	0	0.3140739	0.3586392
ln número de cuartos	-0.0815006	0.0135284	-6.02	0	-0.1080178	-0.0549834
_cons	-1.135678	0.0986208	-11.52	0	-1.328986	-0.9423705

El valor más alto y, por lo tanto, el que tiene más peso en la demanda eléctrica es el del precio, un incremento del 1% en el precio real provocará una disminución del consumo eléctrico de 1.46%, esta reducción en el consumo superior al cambio

<sup>33</sup> El modelo de mínimos cuadrados ordinarios permite encontrar las mejores estimaciones de los parámetros al minimizar la suma de los residuos al cuadrado.

en el precio indica que se trata de una variable elástica, lo cual revela que el precio puede ser determinante para controlar la demanda eléctrica a corto plazo. La elasticidad ingreso es positiva con un valor de 0.42%, lo que significa que se trata de un bien normal y también de consumo necesario (al ser inelástica); sin embargo, su coeficiente no es tan bajo por lo que, si tiene influencia en la demanda, ante un incremento en los ingresos familiares se esperaría también un incremento importante en el consumo eléctrico.

El aumento marginal de integrantes en el hogar genera un aumento en el consumo eléctrico del 0.11%. Adquirir más aparatos eléctricos o tener aparatos que consuman mayor energía y propicien a una mayor potencia eléctrica instalada lleva a un incremento porcentual de 0.33 en el consumo eléctrico. La elasticidad del número de cuartos es la variable que tiene menos peso en el consumo -0.08%, se esperaría que al aumentar el número de cuartos aumentará el consumo, pero se obtuvo un efecto negativo.

Al utilizar valores provenientes de muestra grande (MCS- ENIGH) la regresión tiene problemas de normalidad por la presencia de datos atípicos y debido a la amplia variabilidad en las respuestas se presentó heterogeneidad en los errores; que se corrigieron con una estimación de varianza robusta. Estos problemas indican que los estimadores pueden ser sesgados; sin embargo, sus valores obtenidos pueden aproximarnos al valor real.

#### Conclusiones del capítulo

De acuerdo con los datos del MCS- ENIGH, la estructura de gasto de los hogares se concentra especialmente en el consumo de bienes necesarios, esta concentración es mucho mayor en los primeros deciles de ingreso que destinan la mayor parte de su ingreso a la compra de alimentos y en menor proporción el gasto de transporte y gastos en el hogar como el pago de la luz.

El gasto promedio de electricidad trimestral es de \$632.00 sin embargo, hay un mayor número de hogares que tienen un menor consumo, ya que la mediana se encuentra en \$332.00. Existen diferencias en el pago de luz de acuerdo con el nivel de ingreso, el primer decil paga alrededor de \$245.00 trimestrales mientras que el décimo decil paga más de seis veces esa cantidad (\$1,537.00). Respecto al

porcentaje de ingreso que se dirige al pago de luz, el primer decil resalta al destinar el 4.7%, conforme aumenta en ingreso hay una disminución importante en este porcentaje hasta llegar al 1.1% del décimo decil.

El resultado del modelo de MCO que se realizó arrojó que las variables más influyentes de la demanda son el precio relativo, el ingreso y la potencia eléctrica instalada en los hogares con elasticidades de -1.46, 0.42 y 0.33 respectivamente, el número de integrantes del hogar y el número de cuartos tienen elasticidades más bajas (0.11 y -0.08), pero al ser variables significativas son influyentes en la demanda eléctrica.

Debido a que la demanda eléctrica tiene una elasticidad ingreso positiva menor a uno se trata de un bien normal, como es inelástico el cambio en el ingreso no provocará un efecto en el consumo con la misma intensidad, ya que se trata de un bien básico. Sin embargo, como su estimador no es muy bajo puede influir en la demanda eléctrica en el corto plazo. También la alta elasticidad en el precio real (1.46) indica que esta variable puede ser usada en el corto plazo para controlar la demanda de electricidad a través de una política que promueva la eficiencia energética y la protección al medio ambiente. Los resultados de las elasticidades ingreso y precio del modelo realizado se encuentran en el rango de la revisión de Espey.

Una política pública que controle la demanda a través del ingreso y precio debe tener en cuenta que una acción que impacte la capacidad adquisitiva de las familias como un aumento en el precio de la electricidad, no debe ser homogénea, ya que castigaría severamente a las familias de más escasos recursos, ya que son los que consumen la menor cantidad de energía y destinan una mayor proporción de sus ingresos al pago de luz a costa del consumo de otros bienes básicos.

La elasticidad del equipamiento eléctrico tiene un peso importante para explicar el gasto de luz (0.33%), por lo que tomar medidas para reducir el consumo de electricidad de los aparatos eléctricos, promover su uso eficiente y la adquisición de equipos ahorradores de energía son acciones relevantes en la búsqueda de la eficiencia eléctrica residencial.

## Conclusiones generales

Por las repercusiones que el cambio climático tiene para México y el mundo, es necesario tomar medidas para reducir los impactos que conlleva y transformar la estructura económica existente para que tanto la producción como el consumo sean más eficientes, no derrochadores y menos contaminantes.

En el caso del sector eléctrico es en la generación donde se emiten la mayor parte de los gases de efecto invernadero (GEI), ya que está basada en la quema de combustibles fósiles; el incremento en la demanda de electricidad requiere incrementar la generación eléctrica y por lo tanto aumentan las emisiones de GEI. Por esta razón es importante tomar medidas de ahorro y eficiencia en el consumo eléctrico tanto de los sectores productivos como en los hogares. En México el sector residencial es el segundo mayor consumidor de electricidad, por lo que las medidas de eficiencia ayudarían a reducir el consumo actual y la necesidad de ampliación de la capacidad instalada de generación eléctrica.

México cuenta con una política pública de eficiencia energética que incluye acciones en el consumo eléctrico del sector residencial. Empezó en 1989 con la creación de la CONAE y ha ido adquiriendo una estructura institucional más sólida, obteniendo beneficios en ahorro de recursos tanto para los hogares como para empresas estatales mediante la disminución de costos, además de reducir sus impactos al ambiente.

Existe una relación jurídica entre la política de eficiencia energética y la de cambio climático, sin embargo, falta establecer metas y líneas de acción más claras y precisas respecto a cuántas emisiones de GEI se reducirán por este medio.

Resultado de la revisión de la política pública se observó que la legislación y la estrategia de largo plazo expuesta en el ENTEASE toman a la eficiencia energética en el sector residencial como un elemento importante para la sustentabilidad energética; pese a esto, en los objetivos de corto plazo del PRONASE son pocas las líneas de acción relacionadas al sector residencial, además de que dentro de las metas expuestas para el 2018 no hay ninguna que se dirija específicamente al aumento de la eficiencia eléctrica en los hogares.

Pasa lo mismo en el caso de la política de cambio climático. En su estrategia de largo plazo incorpora medidas relativas al uso eficiente de los electrodomésticos, normatividad en edificaciones y campañas de información, mientras que para el corto plazo las estrategias y líneas de acción dirigidas a la eficiencia en el sector residencial son muy limitadas.

A lo largo de la ejecución de la política de eficiencia energética los principales programas que se implementaron fueron la sustitución de lámparas incandescentes por ahorradoras, el reemplazo de equipos electrodomésticos (refrigeradores y equipos de aire acondicionado); se impulsó un modelo de vivienda sustentable, difusión, normatividad, aislamiento térmico, suministro de electricidad con energía renovable a comunidades marginadas. Otras medidas que se ejecutaron fue la implementación del horario de verano y el establecimiento de la de la tarifa de Doméstica de Alto Consumo (DAC). También se implementaron NOM y NMX de eficiencia energética.

Los programas financiados por el FOTEASE a los que se destinaron más recursos económicos de su presupuesto fueron a la sustitución de lámparas incandescentes por ahorradoras (35.7%, 2425.69 millones de pesos) y a la de sustitución de equipos electrodomésticos, refrigeradores y equipos de aire acondicionado (56.6%, 3838.79 millones de pesos).

De acuerdo con los resultados obtenidos en los indicadores de eficiencia de México, el consumo eléctrico del sector residencial ha ido en aumento, las ventas eléctricas de este sector crecieron 2.9% promedio anual durante el periodo de 2002 a 2016. Los resultados de intensidad de uso fueron positivos para las ventas de electricidad por usuario, ya que, éstas se redujeron 0.41% promedio anual en el periodo mencionado, en el 2016 su valor fue de 1.62 MWh. En el mismo periodo las ventas eléctricas por habitante aumentaron 1.58% promedio anual, tomaron un valor de 0.38 MWh en 2002 y de 0.47 MWh en 2016. Cabe mencionar que, durante el 2010, 2012 y 2013 las tasas de crecimiento para todo el sector fueron muy bajas y en el caso del consumo por usuario y per cápita fueron negativas<sup>34</sup>.

---

<sup>34</sup> No se realizó un análisis para explicar si las causas de estas reducciones se relacionan a la política pública u otra variable.

El indicador de existencia arroja resultados positivos en términos de eficiencia al mostrar que la mayoría de los focos en 2014 son ahorradores y hubo una reducción en la difusión de televisiones de 2008 a 2014. De acuerdo con los datos del consumo eléctrico por aparato de 2008 y la estimación elaborada para 2014, los aparatos que consumen más electricidad son los refrigeradores, los equipos de aire acondicionado, las televisiones y los focos.

Al comparar las medidas de la política pública de eficiencia con los indicadores vemos que se han dirigido a los aparatos que consumen más electricidad en el país, tanto en los programas de sustitución de equipos como en la aplicación de normatividades, ya que los electrodomésticos que estaban normados en 2016 fueron las lavadoras, equipos de aire acondicionado, refrigeradores y congeladores, lámparas y bombas. Sin embargo, sería importante ampliar las normatividades a más aparatos, en especial a la televisión, ya que después de los focos es el aparato que tienen la mayoría de los hogares y es el tercero que consume más electricidad.

El resultado del modelo de MCO que se realizó arrojó que las variables más influyentes de la demanda son el precio real, el ingreso y la potencia eléctrica instalada en los hogares con elasticidades de -1.46, 0.42 y 0.33 respectivamente, el número de integrantes del hogar y el número de cuartos tienen elasticidades más bajas (0.11 y -0.08), pero al ser variables significativas son influyentes en la demanda eléctrica.

En la planeación de las políticas de cambio climático y de eficiencia no especifican instrumentos económicos que influyan en el consumo eléctrico de los usuarios domésticos, incluso a nivel de todo el sector energético se busca una reducción de precios<sup>35</sup>, lo cual no incentiva a un uso eficiente de la energía.

Incluir a la variable precio como una herramienta en la política pública de eficiencia energética podría influir significativamente en el cambio de hábitos de los usuarios; sin embargo, su implementación debe ser diferenciada de acuerdo al nivel de ingreso, ya que un aumento en el precio castigaría severamente a las familias

---

<sup>35</sup> La Estrategia Nacional de Energía busca disminuir los precios de la electricidad a través de la reducción de ineficiencias como pérdidas eléctricas y la Reforma Energética también tiene como uno de sus objetivos reducir el precio de la electricidad (SENER, Reforma Energética, 2013).

de más escasos recursos, considerando que las familias del primer decil de ingreso son los que consumen la menor cantidad de energía y destinan una mayor proporción de sus ingresos a este gasto a costa del consumo de otros bienes básicos.

Otra problemática relacionada al aumento de la tarifa es la proliferación de prácticas ilegales, como el robo de luz, cuyos costos asume la CFE volviéndolos parte de los subsidios a la electricidad junto con ineficiencias técnicas y altos costos laborales. Por lo tanto, es poco práctico hacer cambios en la tarifa y no enfrentar los problemas de corrupción; los beneficios de tomar medidas son la reducción de costos para empresas del sector y un consumo más racional de la electricidad.

## Recomendaciones

Con el objetivo de lograr una mejor integración entre la política de cambio climático y de eficiencia energética dirigida a los hogares sería favorable establecer para ambas metas concretas del porcentaje de reducción en el consumo total o unitario de electricidad que permita una disminución de emisiones de GEI mediante la eficiencia energética, además de plantear líneas de acción de corto plazo y metas específicas para su cumplimiento.

También sería favorable el establecimiento de metas más puntuales relacionadas a los programas de sustitución de equipos y de aislamiento térmico, que dirijan sus esfuerzos a disminuir el consumo eléctrico en las localidades que demanden más electricidad y las que tengan un consumo más intensivo.

La publicación de un patrón de beneficiarios de los programas permitiría realizar un análisis más profundo del impacto de los programas implementados, además de que daría más transparencia a la política pública.

Si bien es bueno que se busque la viabilidad económica en los programas de sustentabilidad, como dice la reforma energética y la Estrategia Nacional de Energía, también se debe considerar otorgar un porcentaje de recursos destinado a programas con baja rentabilidad que tengan alto impacto social y gran alcance en la sustentabilidad energética. La implementación de programas que permitan el acceso de aparatos eléctricos eficientes a personas de bajos recursos, logra romper

con una de las barreras de la eficiencia, que es la incapacidad económica de muchos hogares de sustituir sus electrodomésticos.

Si bien los programas y normatividades implementados se dirigen a aparatos que tienen un alto consumo eléctrico, valdría la pena ampliar el alcance de la política pública a otros electrodomésticos fomentando la eficiencia energética con la implementación de NOM, especialmente a los televisores por el alto consumo y difusión que tienen.

Por la influencia que tiene el precio real en la demanda de electricidad de los hogares sería relevante que se integre esta variable a la estrategia de la política pública de eficiencia energética. La implementación de una tarifa diferenciada por ingreso podría influir en la eficiencia eléctrica de los hogares reduciendo los impactos sociales, para ello, es necesario tomar un plan de acción contra la corrupción, robo y uso indebido en el suministro de electricidad.

## Referencias

- Aguilar, L. (2010). *Política pública*. Ciudad de México: Siglo XXI – EAPDF.
- Arce, O. &. (2012). Importancia de la normalización en la eficiencia energética. En T. P. Rivera (Ed.), *Eficiencia energética* (págs. 49- 60). México: Terracota.
- Banco Mundial. (2017). *Emisiones de CO2 (kt)*. Obtenido de Banco Mundial. Datos: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>
- BID. (2017). *Conjunto e datos:Base de Datos de Energía*. Recuperado el 18 de 02 de 2017, de <http://www.iadb.org/es/temas/energia/base-de-datos-de-energia/base-de-datos-de-energia,19144.html?>
- Cámara de Diputados. (2015). *Ley de Transición Energética*. México: Cámara de Diputados y H. Congreso de la Unión.
- Cardona, C. &. (2008). Caracterización de la demanda mensual de electricidad en Colombia usando un modelo de componentes no observables. *Cuadernos de administración* , 21(36), 221- 235.
- CDIAC. (2016). *Fossil-Fuel CO2 Emissions by Nation*. Recuperado el 9 de 02 de 2016, de [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre\\_coun.html](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_coun.html)
- CFE. (2012). *Ahorro de energía* . Recuperado el 09 de 02 de 2016, de [http://www.cfe.gob.mx/casa/4\\_Informacionalcliente/Paginas/Ahorro-de-Energia.aspx](http://www.cfe.gob.mx/casa/4_Informacionalcliente/Paginas/Ahorro-de-Energia.aspx)
- CONEVAL. (julio de 2015). *Medición de la pobreza en México y el las entidades federativas 2014*. Recuperado el 20 de 02 de 2017, de [http://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza%202014\\_CONEVAL\\_web.pdf](http://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza%202014_CONEVAL_web.pdf)
- CONUEE. (2014). *Catálogo de Normas Sitios de interés -Normalización-*. Recuperado el 24 de 04 de 2017, de <http://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/catalogo-de-normas-sitios-de-interes-normalizacion?state=published>
- CONUEE. (2016). *¿Qué hacemos?- Conuee*. Recuperado el 16 de 10 de 2016, de <https://www.gob.mx/conuee/que-hacemos>
- CONUEE. (2016). *Estudio de caracterización del uso de aire acondicionado en vivienda de interés social*. Cd. de México: Conuee / GIZ.

- CONUEE. (2016). *Sector residencial -Desde el hogar-*. Recuperado el 16 de 11 de 10, de <http://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/sector-residencial-desde-el-hogar>
- CRE. (2012). *Calculadora de facturación de tarifas eléctricas para usuarios domésticos del servicio público de energía eléctrica*. Recuperado el 20 de 03 de 2017, de <http://www.calculadora.cre.gob.mx/>
- CTESIODM. (2015). *Los Objetivos de Desarrollo del Milenio en México. Informe de avances 2015*. México, D.F.: Oficina de la Presidencia de la República .
- De la Vega, Á. &. (2016). Los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero. *Energía a debate*, 77(Nov- Dic), 69- 71.
- De-Buen, F. H. (2016). *Análisis de la evolución del consumo eléctrico del sector residencial entre 1982 y 2014 e impactos de ahorro de energía por políticas públicas*. CONUEE.
- Díaz, L. (2013). Los vampiros de la energía. *Evolución y energía*, 28-31. Obtenido de [http://fide.org.mx/images/stories/revista/evolucion\\_energia\\_72fb/](http://fide.org.mx/images/stories/revista/evolucion_energia_72fb/)
- Electricasas. (2017). *Comparativa de consumos en electrodomésticos* . Recuperado el 15 de 03 de 2017, de <http://www.electricasas.com/tablas-circuitos-electricidad-2/comparativa-de-consumos-de-electrodomesticos/>
- Electrocalculator*. (2010-2024). Recuperado el 15 de 03 de 2017, de <http://www.electrocalculator.com/>
- FIDE. (2012). *¿Qué es el FIDE?* Recuperado el 20 de 04 de 2017, de [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&Itemid=180](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=180)
- FIDE. (2012- 2013). *¡Cuidado con los "vampiros"!* Recuperado el 09 de 12 de 2016, de [http://fide.org.mx/images/stories/comunicacion/Evoluciona/pdf/cuidate\\_vampiros\\_opt.pdf](http://fide.org.mx/images/stories/comunicacion/Evoluciona/pdf/cuidate_vampiros_opt.pdf)
- Galindo, L. M. (2005). Short- and long-run demand for energy in Mexico: a cointegration approach. *Energy Policy*, 33, 1179- 1185.
- Galindo, L., & Caballero, K. (2016). La economía del Cambio Climático en México: algunas reflexiones. *Gaceta de Economía*, 85- 113.

- Gómez, A. (05 de 2014). *Experiencias de FIPATERM*. Recuperado el 20 de 04 de 2017, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/84278/140424EXPFIPATERMMonterrey.pdf>
- Hancevic, P., & Navajas, F. (2015). Consumo residencial de electricidad y eficiencia energética. Un enfoque de regresión cuantílica. *El trimestre económico*, 897-927.
- Hidrocarburos, F. d. (2013). *Informe cero*. Ciudad de México: SENER.
- INECC. (2013). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. Recuperado el 1 de 12 de 2016, de <http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
- INEGI. (2002). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2002 y 2004*. Recuperado el 18 de 03 de 2017, de INEGI: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/enigh/tradicional/2002/default.html>
- INEGI. (2017). *Banco de Información Económica*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- INFONAVIT. (2017). *Historia*. Recuperado el 25 de 04 de 2017, de [http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/el%20instituto/el\\_infonavit/historia.?WCM\\_PI=1&WCM\\_Page.db4a6076-5361-45e3-b31b-276f5ad0e085=4](http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/el%20instituto/el_infonavit/historia.?WCM_PI=1&WCM_Page.db4a6076-5361-45e3-b31b-276f5ad0e085=4)
- IPCC. (2015). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Ginebra: IPCC.
- Marshall, D. (mayo de 2010). El consumo eléctrico residencial en Chile en 2008. *Cuadernos de economía*, 47, 57-89.
- Medina, E., & Vicéns, J. (2011). Factores determinantes de la demanda eléctrica de los hogares en España: Una aproximación mediante regresión cuantílica. *Estudios de economía aplicada*, 515-538.
- Morales, D., & Alvarado, E. (2014). Análisis del consumo de energía eléctrica domiciliar en Tampico, Tamaulipas. *CienciaUAT*, 62-67.
- Navajas, P. H. (2015). Consumo residencial de electricidad y eficiencia energética. *Trimestre Económico*, 82(4), 897- 927.
- Navarro, J. &. (2013). *Co-beneficios de un programa de vivienda energéticamente eficiente en México*. ENTE S.C.

- Pearce, D. (1985). *Economía ambiental*. México, D. F.: Fondo de cultura económica.
- Pichardo, L. (2013). Los vampiros de la energía. *Evolución y eficiencia. FIDE*, 7(abril-junio), 30- 33.
- PNUD. (2017). *Objetivo 13: Acción climática*. Recuperado el 20 de 04 de 2017, de <http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-13.html>
- PNUD. (2017). *Objetivo 7: Energía asequible y sostenible*. Recuperado el 20 de 04 de 2017, de <http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-7.html>
- Presidencia de la República. (2016). *4to Informe de Gobierno 2015- 2016*. Ciudad de México: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.
- PROFECO. (2012). Estudio de Calidad de refrigeradores . Revista del Consumidor TV 16.2. *Revista del Consumidor*. Recuperado el 22 de 11 de 2016, de <http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=26483>
- PROFECO. (2016). *Electrodomésticos y la eficiencia energética. Comparativo de precios de lavadoras, pantallas y refrigeradores*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de <http://www.gob.mx/profeco/documentos/electrodomesticos-y-la-eficiencia-energetica-comparativo-de-precios-de-lavadoras-pantallas-y-refrigeradores>
- Sánchez, A. (2012). La eficiencia energética en el hogar. En T. Pérez (Ed.), *Eficiencia Energética* (págs. 12- 21). Ciudad de México: Terracota.
- Scott, J. (2011). ¿Quién se beneficia de los subsidios energéticos en México? En *Serie El Uso y Abuso de los Recursos Públicos. Cuaderno de debate núm. 2* (Vol. 12). Ciudad de México: CIDE.
- SEMARNAT. (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2014). *Programa Especial de Cambio Climático 2014- 2018*. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- SENER. (2011). *Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85305/Bibliograf\\_a\\_6.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85305/Bibliograf_a_6.pdf)
- SENER. (2013). *Fondo de Sustentabilidad Energética. Informe cero*. Dir. Gral. de información y Estudios Energéticos.
- SENER. (2013). *Reforma Energética*. México: SENER.
- SENER. (2014). *Estrategia Nacional de Energía 2014- 2028*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf>
- SENER. (2014). *Estrategia Nacional de Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014*. Secretaría de Energía.
- SENER. (2014). *Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018*. México. Secretaría de energía. Secretaría de Energía.
- SENER. (2014). *Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018*. México: Secretaría de Energía.
- SENER. (2014). *Programa Sectorial de Energía 2013 – 2018*. Recuperado el 20 de 04 de 2017, de <http://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/programa-sectorial-de-energia-2013-2018>
- SENER. (2015). *Estrategia Nacional de Energía*. Recuperado el 20 de 04 de 2017, de <http://www.gob.mx/sener/documentos/estrategia-nacional-de-energia>
- SENER. (2016). *Fondo para la Transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía. Informe cero, 2009-2015*. México: Subsecretaria de planeación y transición energética. Dirección General de Energías Limpias.
- SENER. (2017). *Balance Nacional de Energía 2016*. México: SENER.
- SENER. (2017). *Sistema de Información Energética. SIE*. Recuperado el 20 de 02 de 2017, de <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>
- Sheinbaum, C. (1996). *Tendencias y perspectivas de la energía residencial en México: Análisis comparativo con las experiencias de conservación y eficiencia de los países de la OCDE*. Ciudad de México: UNAM. Programa Universitario de Energía.
- Stern, N. (2007). *El Informe Stern. La verdad del cambio climático*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.

- UNFCCC. (2014). *United Nations Framework Convention on Climate Change. Información Básica*. Recuperado el 20 de 02 de 2017, de [http://unfccc.int/portal\\_espanol/informacion\\_basica/antecedentes/items/6170.php](http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/antecedentes/items/6170.php)
- Varian, H. (1999). *Microeconomía intermedia. Un enfoque actual* (5 ed.). España: Antoni Bosh editor.
- Vega, E. (2011). Cambio Climático y Cohesión Social Local. En D. d. Barcelona (Ed.), *Colección de Estudios sobre Políticas Públicas Locales y Regionales de Cohesión Social*. Barcelona: Programa URB-AL III.

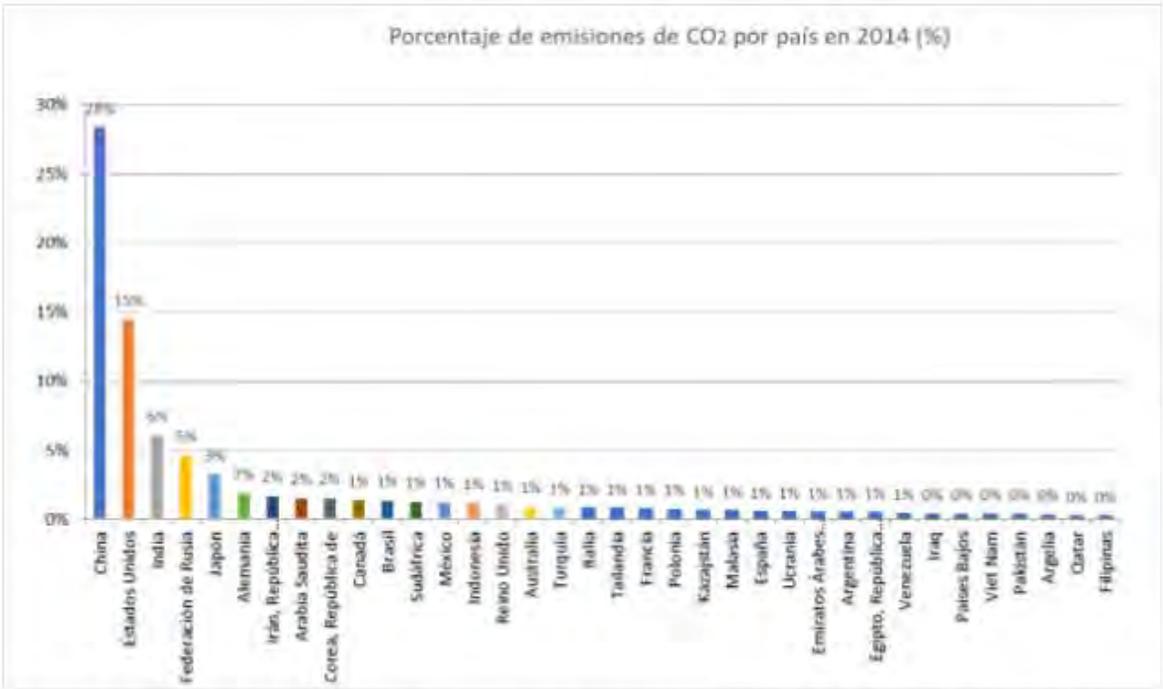
# Anexo

## Tabla 1.A. Amenazas del cambio climático de acuerdo con el incremento de temperatura

Cuadro 2. Amenazas del cambio climático en el mundo por nivel cambio en la temperatura						
Aumento temp. (en grados centígrados)	Sobre agua	Sobre los alimentos	Sobre la salud	Sobre el terreno	Sobre el medio ambiente	Efectos bruscos y a gran escala
1 °C	Desaparecen por completo los pequeños glaciares de los Andes, lo que amenaza el suministro de agua de 50 millones de personas.	Incrementos moderados de la productividad de la agricultura en regiones templadas.	Al menos, 300,000 personas fallecen cada año por culpa de enfermedades relacionadas con el clima (sobre todo, por diarrea, malaria y malnutrición). Reducción de la mortalidad invernal en latitudes más próximas a los polos (Europa septentrional, Estados Unidos).	El deshielo del permafrost daña edificios y carreteras en diversas zonas de Canadá y Rusia	Al menos un 10% de las especies terrestres se enfrentan a la extinción (según una estimación). <<Blanqueamiento>> del 80% incluida la Gran Barrera de Coral.	Empieza a debilitarse la circulación termohalina atlántica.
2 °C	Descenso potencial del 20-30% de la disponibilidad de agua en algunas regiones vulnerables, como el sur de la África y el Mediterráneo.	Descensos pronunciados de la productividad de los cultivos en las regiones tropicales (5-10% en África).	Entre 40 y 60 millones más de personas expuestas a la malaria en África.	Hasta 10 millones de personas adicionales afectadas por inundaciones costeras cada año.	Entre el 15 y el 40% de especies corren riesgo de extinción (según una estimación). Alto riesgo de extinción de las especies árticas, incluidos el oso polar y el caribú.	Posibilidad de que el hielo continental de Groenlandia empiece a derretirse irreversiblemente, lo que acelerará a elevación del nivel del mar hasta alcanzar un aumento final (y global) de 7 metros por encima de su nivel actual. Riesgo en ascenso de variaciones bruscas de las circulaciones atmosféricas, como las que gobiernan los monzones.
3 °C	En el sur de Europa, sequías intensas cada diez años. Entre 1,000 y 4,000 millones de personas adicionales padecen episodios de escasez de agua, mientras que entre 1,000 y 5,000 millones reciben más agua que antes, lo que puede aumentar el riesgo de que padezcan inundaciones.	Entre 150-550 millones de personas adicionales en situación de riesgo de hambruna (si el efecto fertilizante del dióxido de carbono es débil). También es probable que los rendimientos agrícolas en latitudes más elevadas alcancen niveles máximos.	Entre 1 y 3 millones más de personas mueren de malnutrición (si el efecto fertilizante del dióxido de carbono es débil)	Entre 1 y 170 millones de personas adicionales afectadas por inundaciones costeras cada año.	Del 20 al 50% de especies corren riesgo de extinción (según una estimación), incluidos el 25-60% de las mamíferos, el 30-40% de las aves y el 15-70% de las mariposas en Sudáfrica. Inicio de la desaparición definitiva de la selva amazónica (sólo en algunos modelos).	Riesgo en ascenso de desaparición de la placa de hielo continental de la Antártida occidental. Riesgo en ascenso de desaparición de la circulación termohalina atlántica.
4 °C	Descenso potencial del 20-30% de la disponibilidad de agua en algunas regiones vulnerables, como el sur de la África y el Mediterráneo.	Descenso del rendimiento agrícola en un 15-35% en África, y abandono de la producción en regiones enteras (como, por ejemplo, en diversas zonas de Australia)	Hasta 80 millones más de personas expuestas a la malaria en África.	Entre 7 y 300 millones de personas adicionales afectadas por inundaciones costeras cada año.	Pérdida de, aproximadamente, la mitad de la tundra ártica. Aproximadamente la mitad de las reservas naturales del mundo no pueden cumplir sus objetivos.	
5 °C	Posible desaparición de grandes glaciares del Himalaya, lo que afectará a una cuarta parte de la población china y a centenares de millones de habitantes de la India.	Incremento continuo de la acidez del agua que alterará seriamente los ecosistemas marinos y, posiblemente, las reservas pesqueras.		El ascenso del nivel del mar amenaza la existencia de pequeñas islas, de llanuras costeras (Florida) y de grandes ciudades de todo el mundo como Nueva York, Londres y Tokio.		
Más de 5 °C	Los análisis científicos más recientes sugieren que la temperatura media de la Tierra aumentará incluso más de 5 o 6 °C si las emisiones continúan creciendo y las retroacciones de signo positivo amplifican el efecto calentador de los gases invernadero (por ejemplo, a través de la liberación de mayores cantidades de dióxido de carbono de terreno o de metano del permafrost). Este nivel de aumento de la temperatura global sería equivalente a la magnitud del calentamiento experimentado desde la última glaciación hasta la actualidad y es probable que produzca graves trastornos y movimientos poblacionales a gran escala. Estos efectos <<supeditados a factores sociales>> podrían ser catastróficos, pero son muy difíciles de aprehender actualmente con los modelos de los que disponemos, ya que las temperaturas estarían demasiado alejadas de la experiencia humana conocida.					

Fuente: Tomado del Informe Stern, 2007, p. 36.

Gráfica 1.A. Porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub> por país en 2014

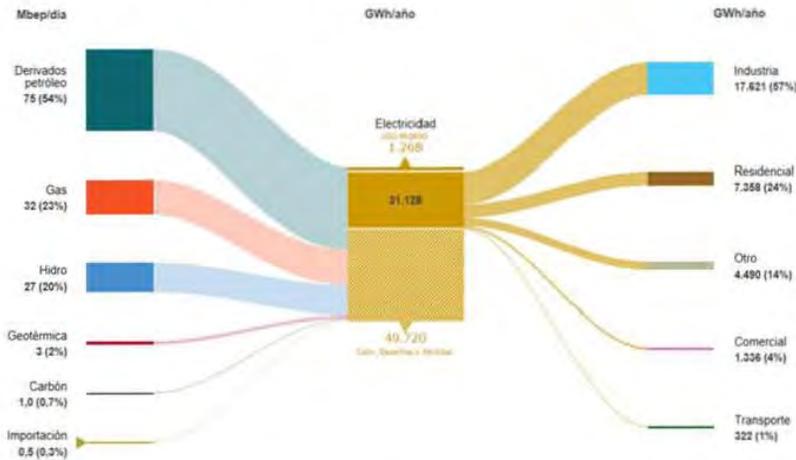


Nota: Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento.

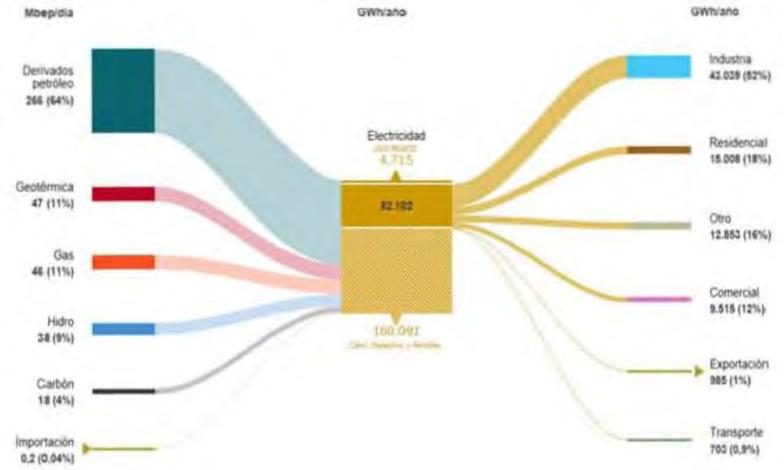
Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (2017).

## Matriz energética de México 1971-2008

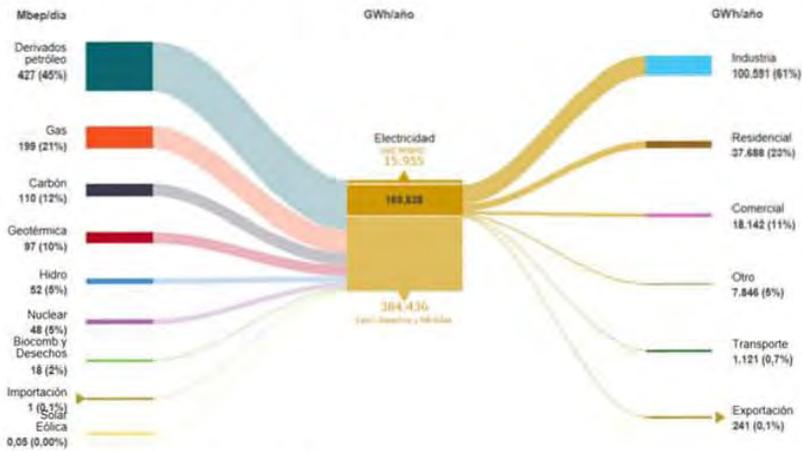
### Matriz de electricidad de México 1971-1974



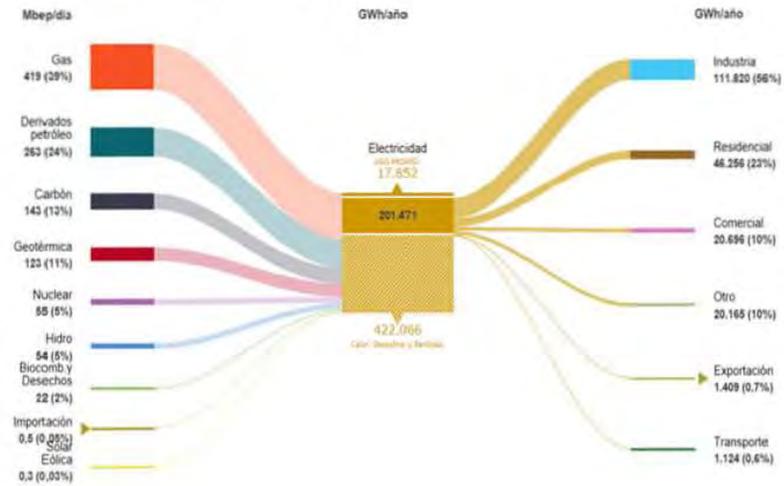
### Matriz de electricidad de México 1984-1987



### Matriz de electricidad de México 1999-2002



### Matriz de electricidad de México 2005-2008



Fuente: Base de datos de energía del BID.

Cuadro 1.A. Objetivos, estrategias y líneas de acción del PRONASE relacionados con la eficiencia en el consumo eléctrico de los hogares

Objetivo 1	Diseñar y desarrollar programas y acciones que propicien el uso óptimo de energía en procesos y actividades de la cadena energética nacional.
Estrategia 1.2	Incrementar la eficiencia energética en los sectores residencial, comercial y servicios, agropecuario e industrial mediante la sustitución de tecnologías.
Líneas de acción	
1.2.1	Desarrollar programas que incentiven y/o aceleren la adopción de tecnologías eficientes en el sector residencial.
1.2.2	Desarrollar acciones de aislamiento térmico en viviendas existentes en zonas de climas extremos.
1.2.7	Continuar el Horario de Verano en las distintas zonas del país.
1.2.9	Desarrollar proyectos piloto que impulsen el diseño de programas para potencializar las acciones sustentables de energía en diversos sectores.
Objetivo 2	
Objetivo 2	Fortalecer la regulación de la eficiencia energética para aparatos y sistemas consumidores de energía fabricados y/o comercializados en el país.
Estrategia 2.1	Apoyar las actividades de normalización de eficiencia energética.
Líneas de acción	
2.1.1	Ratificar, actualizar, y/o cancelar por revisión quinquenal las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que correspondan durante el periodo 2014-2018.
2.1.2	Identificar y desarrollar nuevas NOM de eficiencia energética en equipos, aparatos y sistemas.
2.1.3	Promover la aplicación de las NOM de sistemas por parte de gobiernos municipales y estatales, y de dependencias y entidades del gobierno federal.
Estrategia 2.2	Apoyar y fortalecer el sistema de evaluación de la conformidad con las NOM de eficiencia energética.
Líneas de acción	
2.2.1	Evaluar y aprobar laboratorios de prueba y organismos de certificación en el cumplimiento de las NOM de eficiencia energética de producto.
2.2.2	Evaluar y aprobar unidades de verificación en el cumplimiento de las NOM de eficiencia energética de sistemas.

2.2.3	Promover la creación de nuevas unidades de verificación, laboratorios de prueba y organismos de certificación.
Objetivo 3	Fortalecer los sistemas e instancias de gobernanza de la eficiencia energética a nivel federal, estatal y municipal e integrando instituciones públicas, privadas, académicas y sociales.
Estrategia 3.4	Desarrollar mecanismos de coordinación gubernamental para la formulación y ejecución de políticas y programas de eficiencia energética
Líneas de acción	
3.4.1	Fortalecer los sistemas de seguimiento y evaluación de los programas y proyectos nacionales de eficiencia energética.
3.4.2	Establecer y operar un sistema de seguimiento y evaluación de los impactos de eficiencia energético derivado de los programas sectoriales del Plan Nacional Desarrollo.
3.4.4	Establecer instrumentos de colaboración con los actores involucrados en las acciones de aprovechamiento sustentable de la energía para detectar áreas de oportunidad en la formulación de políticas y programas.
Objetivo 4	Fomentar el desarrollo de capacidades técnicas y tecnológicas vinculadas al aprovechamiento sustentable de la energía.
Objetivo 5	Contribuir en la formación y difusión de la cultura del ahorro de energía entre la población.
Estrategia 5.1	Identificar y valorar los impactos positivos del aprovechamiento sustentable de la energía en el contexto del hogar, de las empresas y del país.
Líneas de acción	
5.1.1	Llevar a cabo y/o promover la realización de estudios que identifiquen y evalúen los impactos energéticos, económicos, ambientales y sociales del uso de energía.
5.1.2	Identificar informes, documentos y materiales de divulgación de organizaciones públicas, privadas y sociales sobre los impactos positivos del uso sustentable de energía.
Estrategia 5.2	Divulgar información sobre el aprovechamiento sustentable de la energía
5.2.1	Elaborar y llevar a cabo campañas de orientación a la población relacionadas al aprovechamiento sustentable de la energía.
5.2.2	Establecer convenios de colaboración con organizaciones públicas, privadas y sociales para la divulgación de información relacionada al aprovechamiento sustentable de la energía.
5.2.3	Desarrollar e implantar mecanismos de divulgación de información a grupos específicos y/o especializados.
Objetivo 6	Promover la investigación y desarrollo tecnológico en eficiencia energética.

## Cuadro 2.A. Metas del PRONASE para 2018

1. Mantenerse al menos con la intensidad energética nacional del 2012, la cual fue de 667.47 KJ/\$ de PIB producido a moneda de 2008.
2. Pasar del 46% del consumo final regulado con las NOM- ENER a 51% o más.
3. Aumentar el número de Estados que tengan comisiones de proyectos de eficiencia, pasando de 6 comisiones en 2012 a 24 comisiones estatales de energía.
4. Aumentar el número de profesionistas capacitados en habilidades técnicas en materia de aprovechamiento sustentable de la energía en 10% respecto al 2012.
5. Aumentar en 3% respecto al 2012, el número de personas que recibieron información sobre las medidas y beneficios del aprovechamiento sustentable de la energía.
6. Incrementar en 5% el monto entregado en proyectos de eficiencia energética por los fondos y fidecomisos en 2012.

Cuadro 3.A. Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vigentes relacionadas con el sector residencial

Clave y fecha de emisión	Descripción
NOM-030-ENER-2016 (17/01/2017)	Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (led) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.
NOM-005-ENER-2016 (15/11/2016)	Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-026-ENER-2015 (09/02/2016)	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido (inverter) con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-004-ENER-2014 (30/09/2014)	Eficiencia energética para el conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia de uso doméstico, en potencias de 0,180 kW (¼ hp) hasta 0,750 kW (1 hp). Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-001-ENER-2014 (06/08/2014)	Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.
NOM-032-ENER-2013 (23/01/2014)	Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera. Métodos de prueba y etiquetado.
NOM-017-ENER/SCFI-2012 (09/01/2013)	Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.
NOM-005-ENER-2012 (06/11/2012)	Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado.
NOM-024-ENER-2012 (18/10/2012)	Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.

NOM-030-ENER-2012 (22/06/2012)	Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (led) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.
NOM-015-ENER-2012 (16/02/2012)	Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-018-ENER-2011 (14/12/2011)	Aislantes térmicos para edificaciones. Características y métodos de prueba.
NOM-020-ENER-2011 (09/08/2011)	Eficiencia energética en edificaciones. Envoltorio de edificios para uso habitacional.
NOM-023-ENER-2010 (20/12/2010)	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.
NOM-028-ENER-2010 (06/12/2010)	Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.
NOM-021-ENER/SCFI-2008 (04/08/2008)	Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
NOM-011-ENER-2006 (22/06/2007)	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Fuente: Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas vigentes. (CONUEE, 2014)

Tabla 2.A Unidades de aparatos eléctricos en viviendas y hogares

Equipo/Cantidad	0	1 o más	1	2	3	4	5	6 a 10	11 a 20	mayor de 20
estéreo	56.99	43.01	41.33	1.34	0.21	0.06	0.01	0.06	0	0
radiograbadoras	81.87	18.13	17.56	0.49	0.06	0.01	0	0	0.01	0
radios	83.69	16.31	15.69	0.45	0.14	0.03	0.01	0	0	0
televisores analógicos	29.72	70.28	50.92	15.67	3.14	0.47	0.07	0.02	0	0
televisores digitales	61.38	38.62	27.23	7.9	2.61	0.7	0.14	0.03	0	0
dvds	55.87	44.13	40.04	3.37	0.54	0.11	0.04	0.03	0	0
videocaseteras	93.28	6.72	6.5	0.19	0.03	0	0	0	0	0
licuadoras	13.76	86.24	84.24	1.84	0.13	0.02	0	0	0	0
tostadores	85.15	14.85	14.71	0.13	0.01	0	0	0	0	0
hornos de microondas	55.36	44.64	44.37	0.25	0.02	0	0	0	0	0
refrigeradores	14.83	85.17	84.21	0.91	0.04	0	0	0	0	0
lavadoras	33.88	66.12	65.36	0.71	0.03	0	0	0	0	0
planchas	20.98	79.02	76.86	1.84	0.26	0.04	0.01	0.02	0	0
máquinas de coser	85.81	14.19	13.67	0.38	0.08	0.02	0.02	0	0	0
ventiladores	54.31	45.69	27.26	11.13	4.47	1.64	0.66	0.51	0.01	0
aspiradoras	91.99	8.01	7.79	0.19	0.02	0.01	0	0	0	0
computadoras	70.78	29.22	23.99	3.47	1.22	0.37	0.12	0.03	0	0
impresoras	86.71	13.29	12.64	0.58	0.07	0.01	0	0	0	0
videojuegos	89.55	10.45	9.22	0.87	0.19	0.07	0.04	0.04	0	0
focos incandescentes*	42.45	57.55	7.92	11.69	10.47	8.95	6.29	10.96	0.96	0.1
focos ahorradores*	26.9	73.1	4.92	7.69	8.34	9.42	8.38	25.77	7.33	1.22
aire acondicionado*	86.09	13.91								
calefacción*	97.13	2.87								

Fuente: Elaboración propia con datos de los concentrados de MSC- ENIGH, 2014.

Nota: \* Son aparatos que se encuentran en el concentrado de vivienda, el resto son del concentrado de hogares.

Tabla 3.A. Consumo unitario por aparato eléctrico del hogar

Potencia (W) (A)	Tiempo de uso al día (Periodos típicos) (B)	Tiempo de uso al día (Horas) (C)	Tiempo de uso al mes (horas) (D)	Consumo en uso en (KWh al día) (E=A*C)	Consumo en uso (KWh al mes) (F=A*D)	Consumo en uso (KWh al año) (G=E*12)	Consumo en espera KWh al mes (H)	Consumo anual en espera (KWh al año) (I=G*12)	Consumo al mes por unidad j (KWh) (J=E+G)	Consumo trimestral por unidad j (KWh) (J=E+G)	Consumo al año por unidad j (KWh) (K=F+H)
575.0	8 hrs/día	8.0	240.0	4.6	138.0	1656.0	--	--	138.0	414.0	1656.0
1200.0	15 min / día	0.3	7.5	0.3	9.0	108.0	3	36.0	12.0	36.0	144.0
1200.0	3 hrs 2vec/ sem	0.8	24.0	1.0	28.8	345.6	--	--	28.8	86.4	345.6
1200.0	16 hrs/mes	0.5	16.0	0.6	19.2	230.4	--	--	19.2	57.6	230.4
2950.0	8 hrs/día	8.0	240.0	23.6	708.0	8496.0	0.66	7.9	708.7	2126.0	8503.9
1300.0	4 hrs/día	4.0	120.0	5.2	156.0	1872.0	3.08	36.9	159.1	477.2	1908.9
85.0	6 hrs/día	6.0	180.0	0.5	15.3	183.6	2.1	25.2	17.4	52.2	208.8
360.0	6 hrs/día	6.0	180.0	2.2	64.8	777.6	1.6	19.2	66.4	199.2	796.8
	4 hrs/día	4.0	120.0	0.2	4.8	57.6	--	--	4.8	14.4	57.6
25.0	3hrs 4vec/sem	1.6	48.0	0.0	1.2	14.4	2.5	30.0	3.7	11.1	44.4
25.0	3hrs 4vec/sem	1.6	48.0	0.0	1.2	14.4	--	--	1.2	3.6	14.4
350.0	10 min/día	0.2	5.0	0.1	1.8	21.0	--	--	1.8	5.3	21.0
375.0	4hr 2vec/día	1.1	32.0	0.4	12.0	144.0	--	--	12.0	36.0	144.0
125.0	2hr 2vec/sem	0.5	16.0	0.1	2.0	24.0	--	--	2.0	6.0	24.0
100.0	240 hrs/mes	8.0	240.0	0.8	24.0	288.0	--	--	24.0	72.0	288.0
150.0	4 hrs/día	4.0	120.0	0.6	18.0	216.0	6.9	82.8	24.9	74.7	298.8
15.0	4 hrs/día	4.0	120.0	0.1	1.8	21.6	--	--	1.8	5.4	21.6
400.0	20 min/día	0.3	10.0	0.1	4.0	48.0	--	--	4.0	12.0	48.0
75.0	4 hrs/día	4.0	120.0	0.3	9.0	108.0	1.21	14.5	10.2	30.6	122.5
100.0	5 hrs/día	5.0	150.0	0.5	15.0	180.0	--	--	15.0	45.0	180.0
25.5	5 hrs/día	5.0	150.0	0.1	3.8	45.9	--	--	3.8	11.5	45.9
17.0	--	--	--	--	--	--	1.2	14.4	1.2	3.6	14.4
23.0	4 hrs/día	4.0	120.0	0.1	2.8	33.1	1.3	15.6	4.1	12.2	48.7
850.0	10 min/día	0.2	5.0	0.1	4.3	51.0	--	--	4.3	12.8	51.0

Fuente:

- (A) Las potencia de los aparato se obtuvieron de la página "Ahorro de energía" de la CFE (CFE, 2012). Los datos de la impresora y de los videojuegos se tomaron de la página web Electrocalculator (Electrocalculator, 2010-2024) se utilizando las potencias de la PlayStation y la impresora Tinta Canon Pixma IP4850. El dato de la radiograbadora se tomó de (SENER, I, 2011).
- (B) El tiempo anual de uso se obtuvo de la página web de Electricasas. Electricidad del hogar y electrónica fácil (Electricasas, 2017). Los datos de la bomba de agua y focos se obtuvieron del documento de indicadores (SENER, 2011). Se asignó el mismo tiempo de uso para los focos incandescentes y los ahorradores, lo mismo ocurrió con las radiograbadoras, el radio y el estéreo.
- (I y J) El consumo eléctrico en espera se obtuvo del artículo "Electrodomésticos y la eficiencia energética. Comparativo de precios de lavadoras, pantallas y refrigeradores" (PROFECO, 2016). Los datos del estéreo, el calefactor y el equipo de aire acondicionado, la fuente fue el folleto del FIDE [Cuidado con los "vampiros"! (FIDE, 2012- 2013).

Tabla 4.A. Consumo de electricidad de los aparatos del hogar en 2014

	Consumo al mes por unidad j (kWh) (j)	Consumo al año por unidad j (kWh) (K)	Difusión (Núm. aparatos j) (L)	Existencias* (unidades) (M=n*L)	Consumo total mensual (MWh) (N=j*M)	Consumo total anual (MWh) (Ñ=K*M)	Porcentaje de consumo (O=N/ΣNj)
Refrigerador	138.0	1656.0	0.9	27716554.4	3824884.5	45898614.1	29.7
Microondas	12.0	144.0	0.4	14443760.1	173325.1	2079901.455	1.3
Plancha	28.8	345.6	0.8	26246888.9	755910.4	9070924.803	5.9
Aspiradora	19.2	230.4	0.1	2661175.4	51094.6	613134.8154	0.4
Aire acondicionado*	708.7	8503.9	0.1	4357583.8	3088038.1	37056456.71	24.0
Calefactor*	159.1	1908.9	0.0	899453.9	143080.6	1716967.531	1.1
Televisores analógicos	17.4	208.8	0.9	30235287.5	526094.0	6313128.025	4.1
Televisores digitales	66.4	796.8	0.5	17548212.4	1165201.3	13982415.62	9.0
Radiograbadoras	4.8	57.6	0.2	6069609.7	29134.1	349609.5196	0.2
DVDs	3.7	44.4	0.5	15834010.9	58585.8	703030.0846	0.5
Videocasetas	1.2	14.4	0.1	2244564.1	2693.5	32321.72305	0.0
Licuidoras	1.8	21.0	0.9	28503364.7	49880.9	598570.6591	0.4
Lavadora	12.0	144.0	0.7	21525387.2	258304.6	3099655.764	2.0
Máquina de coser	2.0	24.0	0.1	4800717.0	9601.4	115217.2084	0.1
Ventilador	24.0	288.0	0.8	24578668.9	589888.1	7078656.655	4.6
Computadora	24.9	298.8	0.4	11883803.8	295906.7	3550880.573	2.3
Radio	1.8	21.6	0.2	5522072.3	9939.7	119276.7623	0.1
Bomba para agua*	4.0	48.0	0.3	8239129.5	32956.5	395478.2159	0.3
Estéreo	10.2	122.5	0.5	14566352.8	148698.2	1784378.217	1.2
Focos incandescentes*	15.0	180.0	2.3	71484675.9	1072270.1	12867241.65	8.3
Focos ahorradores*	3.8	45.9	4.6	145685634.3	557247.6	6686970.616	4.3
Impresora	1.2	14.4	0.1	4514967.5	5418.0	65015.53168	0.0
Videojuegos	4.1	48.7	0.1	4039254.1	16399.4	196792.459	0.1
Tostador	4.3	51.0	0.2	4824572.6	20504.4	246053.2034	0.2
Total					12885057.7	154620691.9	100.0

Fuente: Elaboración propia con datos del MCS- ENIGH (2014) y de la estimación del consumo unitario por aparato.

Nota: \* Las existencias de los aparatos con asterisco fueron calculadas multiplicando su difusión por el número de viviendas (31,335,817 viviendas). El resto de aparatos se multiplicó por el número de hogares (32,150,400 hogares).

Tabla 5.A. Comparativa de los grandes rubros de gasto de los hogares 2014

Grandes rubros del gasto	TOTAL	DECILES DE HOGARES									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Gasto corriente total	34.1 (100)	10.8	15	18.1	21.4	24.5	27.8	31.8	38.7	50.4	102.2
Gasto corriente monetario	26.1 (76.53)	7.9 (72.89)	11.1 (74.16)	13.6 (75.35)	15.9 (74.24)	18.4 (75.32)	20.8 (74.68)	24.3 (76.42)	29.6 (76.33)	39.3 (78.07)	79.8 (78.09)
Alimentos, bebidas y tabaco	8.9 (26.11)	4 (36.97)	5.2 (35.08)	6.2 (34.41)	7 (32.47)	7.7 (31.41)	8.3 (29.99)	9.2 (29.01)	10.7 (27.73)	12.6 (25.05)	17.9 (17.54)
Transporte: adquisición, mantenimiento, accesorios y servicios para vehículos; comunicaciones	4.9 (14.37)	0.9 (8.27)	1.4 (9.39)	2 (11.01)	2.5 (11.58)	3.3 (13.3)	3.9 (14)	4.9 (15.26)	5.9 (15.28)	8.5 (16.8)	15.8 (15.47)
Servicios de educación, artículos educativos, artículos de esparcimiento y otros gastos de esparcimiento	3.7 (10.74)	0.4 (4.1)	0.9 (6.16)	1.1 (6.36)	1.6 (7.51)	1.7 (7.14)	2.1 (7.66)	2.7 (8.45)	3.8 (9.75)	5.7 (11.31)	16.4 (16.07)
Vivienda, servicios de conservación, energía eléctrica y combustibles	2.5 (7.25)	0.8 (7.64)	1.2 (8.26)	1.6 (8.67)	1.6 (7.55)	2 (8.18)	2 (7.26)	2.4 (7.62)	2.8 (7.29)	3.4 (6.81)	6.8 (6.61)
Cuidados personales, accesorios y efectos personales y otros gastos diversos	1.9 (5.51)	0.6 (5.28)	0.7 (4.94)	0.9 (5.18)	1.2 (5.5)	1.3 (5.32)	1.5 (5.43)	1.6 (5.11)	2 (5.28)	2.8 (5.55)	6.1 (5.94)
Artículos y servicios para la limpieza, cuidados de la casa, enseres domésticos y muebles, cristalería, utensilios domésticos y blancos	1.6 (4.74)	0.5 (4.72)	0.6 (4.11)	0.7 (3.94)	0.8 (3.95)	0.9 (3.72)	1.1 (3.84)	1.2 (3.77)	1.4 (3.72)	2.3 (4.5)	6.6 (6.43)
Vestido y calzado	1.2 (3.59)	0.3 (3.08)	0.5 (3.18)	0.6 (3.14)	0.7 (3.21)	0.8 (3.35)	0.9 (3.4)	1.2 (3.7)	1.4 (3.71)	1.9 (3.78)	3.9 (3.78)
Transferencias de gasto	0.8 (2.33)	0.1 (0.82)	0.2 (1.05)	0.2 (1.15)	0.2 (1)	0.4 (1.6)	0.4 (1.6)	0.6 (2.04)	0.8 (2.02)	1.2 (2.39)	3.8 (3.72)
Cuidados de la salud	0.6 (1.89)	0.2 (2.01)	0.3 (2)	0.3 (1.5)	0.3 (1.47)	0.3 (1.3)	0.4 (1.49)	0.5 (1.46)	0.6 (1.55)	0.9 (1.88)	2.6 (2.54)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. ENIGH 2014. Tabulados básicos 2015.