



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**La importancia de un cambio en el modelo energético mexicano. Análisis de la generación de energía eléctrica basada en energías limpias, como factor determinante para la estabilidad futura de la economía mexicana: 2002 – 2017**

TESIS

Que para obtener el título de  
**Licenciado en Economía**

P R E S E N T A

Miguel Ángel García Llaven

DIRECTOR DE TESIS

Mtro. José Luis Leal Bazán



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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**

*En primer lugar agradezco a **Dios** por la extraordinaria vida que me permitido tener, llena de salud, amor y éxito; pero sobre todo por concederme la dicha de compartirla al lado de personas maravillosas que me han acompañado día con día.*

*A **mis padres** Norma y Miguel, que con su amor, ejemplo, exigencia, confianza, esfuerzo, sacrificio y enseñanzas, me formaron como persona y me mostraron que por muy complicado que parezca el panorama, siempre hay formas de salir adelante. Me enseñaron a trabajar para conseguir mis metas y sobre todo me apoyaron incondicionalmente. Se todo el esfuerzo y los sacrificios que han hecho para darnos la mejor vida posible a mi hermano y a mí, por eso sé que soy el más afortunado por tener unos padres como ustedes y por eso cada meta que alcancé en mi vida siéntanla como si fuera suya, porque de no ser por ustedes, mi vida sería totalmente diferente. No tengo palabras para expresar lo agradecido que estoy con ustedes. Los amo. A **mi hermano** Diego, quien desde el momento que llego cambio mi vida, se convirtió en mi acompañante y mi gran amigo. Es un orgullo verte crecer y mirar cómo te esfuerzas por cumplir tus objetivos, estoy seguro que llegarás muy lejos.*

*A **mi novia** Esly, que trajo consigo la alegría que mi vida necesitaba, quien en momentos de confusión y tristeza siempre tuvo palabras de aliento. Ella se convirtió en mi más grande motivación, mi apoyo y en mi más grande tesoro; no imagino una vida sin ella a mi lado. Su amor y hermoso corazón, me han hecho crecer como persona y me ayudaron a encontrar un camino en donde he encontrado estabilidad, confianza y una gran ambición por llegar a lo más alto. Gracias por formar parte de mi vida, tengo la certeza que juntos lograremos todas y cada una de las cosas que nos propongamos. A tu familia agradezco el cariño y atenciones que han tenido conmigo siempre.*

*A **mis abuelas y abuelos** Hortencia, Elisa, Miguel, Mario, de quienes no he recibido otra cosa más que mucho amor desde mi infancia hasta la actualidad. Cada uno de ustedes son una parte fundamental en mi vida porque cada que estoy a su lado representan paz y alegría para mí, porque nunca he escuchado que salga un “no” de su boca para mí, porque siempre me han dado todo a manos llenas y sin esperar nada a cambio. La vida me quito de las manos a uno de mis abuelitos pero me quedaron tres más para amarlos, valorarlos y cuidarlos. Gracias por todo abis y abos, espero jamás defraudarlos y sepan que siempre que me necesiten ahí estaré a su lado.*

*A **mis tíos y tías** Benjamín, Mariana, Nena, Julian, Techí, Moi, Ana y Quique, quienes desde mi niñez me han cuidado, orientado y han sido un gran ejemplo. Estoy consciente del amor que cada uno me tiene y por esa razón estoy muy agradecido con ustedes. Cada uno ha sido un importante apoyo para mi desarrollo y sepan que sus hijos recibirán de mí parte el mismo cariño y apoyo que ustedes han tenido conmigo. A **mis primos** Santiago, Samuel, Carlo, Franco, Sofía y Chemita, llegaron para darle color a esta gran familia y a*

*pesar de que a la mayoría les doblo la edad, cada uno a su manera me ha enseñado muchas cosas. Los quiero y espero poder servir de ejemplo para sus vidas.*

*Al resto de **mi familia** parterna, Nanis, Mary, Lesby, Paty, César, Rodi, Burbuja, Churro, Claudia, Abraham, Juan, Mayra, Adri, Joselo, César A., Rodrigo, Paty, Xime, Ale, Juanito, Regi, Chimpi, Edi, Rodrigo Hdz. A mi familia materna Dilia, Marco, Jorge René, Omar, Alicia, Braulio, Tona, Carmita, Rubén, Laura y todos aquellos familiares que están en Chiapas o en cualquier otra parte. Me gustaría escribirle una línea a cada uno de ustedes pero sepan que los quiero, agradezco su apoyo, el cariño y los buenos deseos que siempre han tenido hacia mí.*

*A **mi asesor** José Luis quien fue un excelente guía a lo largo de este proyecto y cuando tuve la fortuna de tenerlo como maestro, de quien recibí siempre apoyo y una disposición absoluta para tener una tesis de calidad. Su optimismo, exigencia y enseñanzas han servido para desarrollarme profesionalmente y para quien solamente tengo gratitud y admiración. Eres un gran profesor, asesor, amigo pero sobre todo mejor persona; este escrito no es únicamente mío sino también tuyo. Muchas gracias, sin tu apoyo, esto no hubiera sido posible.*

*A **mis amigos** Ángel, Adrián, Jordy, Mario, Einar, Luisito, Didier, Victor, Alexis, Manu, Lalo, Marco, Mata, Arzani, Jorge, Mau, Aceves, Joako, David, Raziel, Manuel, Quick, los 3 Castañeda, Pepito, David, Josepa, Fer Benedetto, Gustavo, Diego, Raúl, Carlos y México; y a mis amigas, Andrea M., Daniela, Sofía, Anita, Azu, Odethe, Maribel, Eliza, Karen, Andrea P., Silvia, Daniela R. y Thelma, a todos ustedes gracias por cada momento que hemos compartido, por las risas, las pláticas y los consejos que me dan, gracias por su amistad y por siempre estar ahí en los buenos y malos momentos.*

*A **la UNAM y a la Facultad de Economía**, porque en ella obtuve el conocimiento y las herramientas que me permitirán hacer frente a la vida profesional y a los retos que ésta traiga consigo, espero ser un egresado que ponga en alto el nombre de esta gran universidad y algún día poder regresar un poco de lo mucho que me dio, a través de la docencia.*

*A **los sinodales** Dra. Yolanda Trápaga Delfín, Dr. Luis Gómez Oliver, Dr. Ángel de la Vega Navarro y Dr. Gonzalo Javier Flores Mondragón, por el tiempo que invirtieron en este trabajo, los comentarios y las aportaciones realizadas al mismo.*

*A todos aquellos amigos, familiares y conocidos que no mencioné y que son parte de mi vida. ¡Muchas gracias!*

*“No permitas que nada ni nadie te detenga de conseguir tus objetivos y anhelos, ya que lo único que te llevará a ellos es el trabajo y el esfuerzo diario”.*

Miguel A. García

# INDICE GENERAL

---

<b>Introducción</b> .....	6
<b>Objetivos</b> .....	11
<b>Hipótesis</b> .....	12
<b>Metodología</b> .....	13
<b>Capítulo I. Marco Teórico</b> .....	15
I.1. Marco teórico neoclásico.....	15
1.1. El mercado y los tipos de bienes.....	15
1.2. Excedente del Consumidor y del Productor.....	32
1.3. Los Fallos del Mercado.....	35
1.4. Externalidades.....	36
1.5. Impuestos Pigouvianos.....	41
1.6. Bienes Públicos.....	42
1.7. Competencia Imperfecta.....	44
1.8 La intervención del Estado en el mercado.....	64
I.2. Teoría del Estado de Bienestar.....	65
2.1. Teoría keynesiana.....	68
2.2. Impuestos.....	72
I.3. Desarrollo Social.....	78
<b>Capítulo II. El Sector Eléctrico Mexicano a través de los Años (1879-2017)</b> .....	81
II.1. La Evolución del Sector Eléctrico en México.....	81
II.2. Desarrollo de las Energías Alternativas.....	89
II.3. Políticas Implementadas por el Estado Mexicano frente al Cambio Climático.....	93

II.4. El Estado y su importancia en la transición energética.....	96
4.1. La Ley de Transición Energética.....	98
<b>Capítulo III. El Sistema Eléctrico en México y el Mundo.....</b>	<b>109</b>
III.1. El Mercado Eléctrico en América del Norte.....	109
III.2. Prospectiva de Generación de Electricidad a Nivel Mundial.....	114
III.3. El Mercado Eléctrico Mexicano.....	117
3.1. Certificados de Energías Limpias (CEL).....	123
3.2. Composición del Mercado Eléctrico.....	124
3.3. La Generación de Electricidad.....	128
3.4. Análisis Regional del Sistema Eléctrico.....	138
3.5. Comercio Exterior de Energía Eléctrica.....	147
3.6. Margen de Reserva.....	149
3.7. Balance de Energía Eléctrica por Entidad Federativa.....	150
III.4. La Importancia de la Energía Solar en los Próximos Años...	158
III.5. Tarifas de la Electricidad.....	163
III.6. Subastas Eléctricas de Largo Plazo.....	167
6.1. Funcionamiento y Objetivos de las Subastas Eléctricas..	168
6.2. Proceso del Mecanismo de Subastas.....	172
6.3. Subastas de Largo Plazo en el Sector Eléctrico.....	173
<b>Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>182</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>188</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>190</b>

# INTRODUCCIÓN

---

La necesidad de transformar el modelo de generación de energía eléctrica en México, ha cobrado gran relevancia en los últimos años y las acciones que se tomen en el presente serán de vital importancia para la estabilidad y el desarrollo de la economía en los próximos años. En este sentido, existe la necesidad de llevar a cabo de la forma más eficiente posible, una transición energética que fomente la generación de energía con medios que sean amigables con el medio ambiente, ayudando a frenar el calentamiento global, el cual ha traído graves consecuencias para las personas, empresas y la economía de muchos países.

La quema de combustibles fósiles es una de las principales fuentes de emisión de contaminantes y gases de efecto invernadero, en donde destacan los transportes y el sector de generación de energía como los principales sectores contaminantes, con un 22.2% y 21.8% respectivamente de las emisiones totales en México (INEGEI<sup>1</sup>, 2010). Dentro del sector energético y a pesar de utilizar procesos altamente contaminantes, en 2016 aproximadamente el 81% de la energía en México se generó por medio de procesos que involucran la quema de combustibles fósiles (CFE, 2017).

La presente investigación se centra en analizar la viabilidad de las diversas fuentes de generación de energía eléctrica que son renovables o limpias (energía eólica, solar, geotérmica, hidráulica, biomasa, mareomotriz) en México.

---

<sup>1</sup> Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.



Con el transcurso de los años, la generación de electricidad en nuestro país ha tomado cada vez mayor importancia, según cifras del Sistema de Información Económica de la Secretaría de Energía (SENER), del 2002 al 2016 el consumo de energía eléctrica aumentó 62%, esperando que tome mayor relevancia cuando esta forma de energía se utilice como el principal energético para el transporte terrestre y maquinaria industrial de nueva generación, sustituyendo a los combustibles fósiles.

Por otra parte, los hidrocarburos, al ser una fuente de energía no renovable, comenzarán a encarecerse en el futuro como resultado de su agotamiento, provocando un aumento en el precio de la mayoría de los productos que se derivan de ellos, tales como gasolinas, plásticos, aceites, fertilizantes, gas, etc., así como en los bienes y servicios que en su proceso de fabricación o comercialización los utilicen como fuente de energía. Por esta razón, las empresas y personas buscarán la forma de sustituir el consumo de estos energéticos por otros como la energía eléctrica que les represente menores costos; este fenómeno provocaría un incremento en la demanda de este tipo de energía. Sin embargo, si no se llevan a cabo los proyectos adecuados para explotar el potencial de generación de energía eléctrica que posee el territorio nacional, el país podría caer en una situación de dependencia energética externa, el cual es un problema de seguridad energética y por lo tanto de suma importancia para el desarrollo de México.

La presente investigación abarcará el periodo de 2002 a 2017, debido a que a partir de esa fecha se pueden encontrar datos confiables para realizar un análisis, además de que el estudio de ese periodo permitirá tener una mejor idea de cómo se ha comportado el sector energético a nivel nacional e internacional; intentando plasmar la situación actual y la esperada en el sector eléctrico de México.

A su vez, diversos indicadores muestran que con el paso del tiempo el sector energético mexicano ha ido perdiendo eficiencia, lo que se ha traducido en grandes pérdidas de energía y si a esto agregamos que las autoridades energéticas no han encontrado la forma de desarrollar la infraestructura necesaria para cubrir el aumento en la demanda de energía, especialmente de la eléctrica, que aumenta en promedio 3.5% anualmente en el periodo de 2002 a 2016. Por esta razón, en los últimos años la brecha entre el consumo y la generación de energía se ha acortado de forma muy importante, estando muy cerca de llegar a un punto de quiebre, el cual podemos interpretar como el punto en el que el país dejaría de ser un país autosuficiente respecto a la generación de energía, para pasar a un estado de déficit energético. Esta situación traería grandes problemas para la actividad económica, ya que se presentarían apagones frecuentemente, se encarecería el precio de la electricidad, habría descontento social, entre otros.

Lo anterior traería serias implicaciones para la estabilidad económica del país y de la población, ya que la energía es un bien de primera necesidad. He aquí la importancia de encontrar las soluciones adecuadas para cubrir las necesidades de energía de las familias, el sector industrial y los servicios. Algunas de las principales implicaciones que podría traer el que México se convirtiera en un país deficitario de energía son: aumento de precios de la energía; incertidumbre en el sector financiero; aumento en los costos de distribución; vulnerabilidad energética; conflictos políticos y sociales y finalmente una caída del Producto Interno Bruto y de la calidad de vida de la población.

Actualmente y al igual que en muchos países, en México fue aprobada en 2015 una Ley de Transición Energética, la cual tiene por objeto 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, al tiempo que establece metas de generación de electricidad a través de energías limpias.

Para México es muy importante comenzar a pensar en el futuro y en las acciones que se deben tomar en el presente, para impulsar el desarrollo de las energías limpias y adecuar una gran parte del aparato generador eléctrico mexicano a este tipo de energías para que, en el futuro, el impacto provocado por la reducción de las reservas de hidrocarburos no sea tan fuerte y que tanto la economía como la sociedad, estén preparados para un cambio en el modelo energético. A nivel mundial, uno de los grandes retos al que se enfrentará la humanidad en este siglo XXI, es precisamente el cambio energético, abandonando al petróleo como la principal fuente de energía a nivel mundial, encontrando las tecnologías adecuadas para sustituirlo.

En este sentido, es relevante el papel que tendrá la energía eléctrica en los próximos años. Si bien actualmente ya es de suma importancia, llegará el momento en que habrá que priorizar el uso de los combustibles fósiles en ciertos sectores o en la elaboración de ciertos productos, los cuales difícilmente podrían dejar de lado este tipo de energéticos, creando así un efecto sustitución en otros sectores, pasando de la quema de combustibles fósiles al uso de la electricidad, logrando disminuir la demanda de los mismos y extendiendo con esto la vida de los yacimientos. Sin embargo, esta sustitución crearía un aumento importante en la demanda de energía eléctrica por lo que ahí radica la importancia de que en los próximos años, los países consoliden sus procesos de transición energética e incentiven el desarrollo de este tipo de energías limpias, que les permitan cubrir en el futuro el aumento en la demanda de energía eléctrica.

Una de las soluciones que el gobierno mexicano ha encontrado para este problema, fueron las subastas eléctricas de largo plazo que son resultado de la Reforma Energética y que tienen como finalidad combatir el bajo nivel de inversión en el sector eléctrico y agilizar la transición energética en el sistema eléctrico nacional en donde se permitirá al sector privado participar en la generación de electricidad, impulsando la reducción de costos, promoviendo la incorporación de las energías limpias a la generación a través del establecimiento de medidas que garantizan la competitividad, eficiencia y la transparencia en el sector. Es por eso, que a partir de éstas surgieron un gran número de proyectos de energías renovables que contribuirán a expandir la capacidad de generación del sistema eléctrico nacional.

Es importante tener en cuenta que las energías limpias, a pesar de ser el futuro de la generación eléctrica, llevan consigo una serie de problemas de carácter social, agrícola y ecológico. Dentro de las principales críticas que se hacen a este tipo de energías resalta que éstas se encuentran condicionadas al desarrollo tecnológico, por lo que la capacidad de generación aumenta lentamente en función de las innovaciones. A su vez, dado que las energías renovables necesitan ciertas condiciones climatológicas y geográficas específicas para poder aprovecharse de forma rentable, en ocasiones los lugares potencialmente aptos para su desarrollo se encuentran en terrenos donde existe la propiedad comunal o ejidal, los cuales se ven vulnerados o son adquiridos por las empresas energéticas que necesitan grandes extensiones de tierra para edificar estas centrales, especialmente las que utilizan energía solar y eólica. Asimismo, en ocasiones las comunidades de los alrededores de las centrales generadoras, no se ven beneficiadas, ya que la electricidad generada se ocupa para abastecer ciudades o parques industriales a kilómetros de distancia y no a éstas comunidades.

Otro de los puntos negativos de éste tipo de energías es la dificultad para su generación de forma constante a lo largo del día, ya que si no se presentan las condiciones climatológicas adecuadas, no se puede producir energía. Finalmente, si bien estas tecnologías de generación no producen contaminación a través de emisiones de CO<sub>2</sub>, pueden generar residuos propios que su funcionamiento, pudiendo contaminar el suelo o los mantos acuíferos a su alrededor, por lo que si no se da mantenimiento continuo y no se vigilan constantemente pudieran derivar en un daño ecológico. Estos puntos, son algunas de las principales críticas que se tienen al desarrollo de las energías limpias, por lo que es importante conocerlas, sin embargo no profundizaremos en ellas en esta investigación.

## OBJETIVO GENERAL

---

Conocer la incidencia que un cambio en el modelo energético mexicano basado en la energía eléctrica de generación con fuentes renovables tendría en el país y sus regiones, así como determinar la importancia que tiene el realizar la transición energética para la estabilidad futura de la economía y la sociedad mexicana, identificando cuales son las principales tareas que se deben de llevar a cabo y la forma en que se obtendrían los mayores beneficios para el país. De igual forma, explicar el papel tan importante que deberá tener el Estado en todo este proceso, convirtiéndose en el promotor del uso y desarrollo de las energías limpias.

# OBJETIVOS PARTICULARES

---

- Determinar las principales fuentes alternativas para la generación de energía eléctrica.
- Observar si México tiene el potencial suficiente en materia de energías renovables para cubrir la demanda de energía eléctrica en el futuro.
- Evaluar el desarrollo energético de cada región del país.
- Mostrar la importancia que tiene el gobierno para lograr el cambio en el modelo energético de la forma más eficiente posible.
- Exponer los primeros cambios generados por la Reforma Energética y los beneficios que derivan de ésta para el sector eléctrico.

## HIPÓTESIS

---

Históricamente, México ha sido un país superavitario en lo que respecta a su balance de energía. Sin embargo, en el periodo de estudio la brecha entre generación y consumo de electricidad se ha reducido de forma importante, pasando de una razón generación/consumo de 1.25 en 2002 a una de 1.01 en 2016, como resultado de la ineficiencia en la generación y transporte de la energía eléctrica, además de que los proyectos realizados hasta 2017 no han sido lo suficientemente grandes para cubrir el incremento en la demanda de electricidad.

Esta situación pone a México en peligro de caer en un déficit de energía eléctrica, lo que causaría un incremento en los costos del sector industrial y en los gastos de las familias mexicanas, sin olvidar los riesgos en los que se incurre al no ser autosuficientes respecto a la generación de electricidad.

Ante el inminente agotamiento del modelo energético basado en la quema de combustibles fósiles, es indispensable que México logre generar mayor energía, mediante la promoción de la investigación y el desarrollo de las energías limpias del país, que en el largo plazo permitirán a México abandonar gradualmente ese modelo, pasando a uno donde la energía eléctrica generada a través de fuentes renovables sea la base del nuevo modelo.

La clave está en ver si el potencial energético de México en materia de energías renovables es lo suficientemente grande para satisfacer la demanda energética futura, logrando así impedir que el país se vuelva deficitario respecto a la generación de energía, lo cual es un problema al que pronto nos enfrentaremos si la tendencia actual continua, afectando de forma importante a la economía nacional y a sus principales variables macroeconómicas.

## METODOLOGÍA

---

Esta investigación se desarrolla de lo general a lo particular, exponiendo la necesidad de un cambio en el modelo de generación de electricidad en México que esté basado en las fuentes de energía limpia. Este trabajo está enfocado en temas generales, como la transición energética, el consumo y la generación de electricidad en México, las fuentes alternativas para la generación de energía eléctrica, el papel del Estado en la consolidación de la transición energética y el mercado eléctrico de México. A su vez, estos apartados cuentan con subtemas que particularizan el tema, que permiten entender de mejor manera el desarrollo de la investigación desde una perspectiva económica, pero sin dejar de lado la perspectiva técnica y social.

La investigación que se realizará tiene contenido teórico, práctico y cuantitativo, lo que nos permitirá al final de la investigación, poder ver si se cumple o no la hipótesis establecida.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizan, en su mayoría, fuentes de datos secundarias, consultadas principalmente en las bases de datos de organizaciones nacionales e internacionales que se encuentran asociadas al sector energético; algunos ejemplos son: la Secretaría de Energía (SENER), el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), la Asociación Internacional de Energía (IEA), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), entre otros; así como la consulta de boletines, artículos, libros y diversos estudios nacionales e internacionales especializados en este tipo de temas.

El marco teórico contendrá una serie de teorías de carácter neoclásico, principalmente, que nos permitirán entender de mejor forma el contenido de la tesis, tales como teorías de oferta y demanda, teoría de bienes, teorías del Estados, etcétera. Se utilizará esta perspectiva teórica ya que ésta nos permite exponer de mejor forma los beneficios potenciales de la Reforma Energética y nos ayuda a entender de mejor manera, el nuevo entorno competitivo en la generación de electricidad, aunque tiene la carencia de que no profundiza en el impacto social y ambiental. Por su parte el marco histórico estará basado en la evolución que ha tenido el sector eléctrico en México, así como las innovaciones que se han presentado en la forma de generar electricidad.



# CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

---

## I.1. Marco teórico neoclásico

### *1.1. El mercado y los tipos de bienes*

Antes de iniciar con el análisis de la teoría, debemos aclarar que la primera parte de éste capítulo está basado en la Teoría Neoclásica, misma que se basa en tres pilares o supuestos fundamentales los cuales serán se suma utilidad en el desarrollo del capítulo. Los supuestos básicos de este enfoque son (Weintraub, 2002) :

1. Los agentes económicos tienen preferencias racionales hacia los resultados que pueden ser identificados y asociados con un valor.
2. Los individuos siempre buscan maximizar la utilidad de sus elecciones de consumo y las empresas siempre buscan maximizan sus ganancias.
3. Las personas actúan de forma independiente en base a información completa que poseen.

A su vez los agentes económicos se dividen en dos grandes grupos según su función: compradores y vendedores, los cuales cuando se interrelacionan conforman los mercados. Es aquí en donde un conjunto de oferentes y demandantes, por medio de sus interacciones reales o potenciales, determinan el precio de un producto o de un conjunto de productos (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Al hablar de mercados debemos de especificar que existen competitivos y no competitivos, siendo cada uno de éstos, sumamente influyentes en las decisiones de los agentes que participan en ellos. Un mercado perfectamente competitivo tiene numerosos compradores y vendedores, por lo que ninguno de estos puede influir significativamente en el precio. Asimismo, dentro del segmento de los mercados no competitivos, encontramos al punto extremo de éstos, que es el monopolio y el cual será explicado más adelante.

Existen a su vez otros mercados que son suficientemente competitivos para estudiarlos como si lo fueran totalmente, generalmente por el número de empresas que participan en el mismo; mientras que existen otros, en los que hay un pequeño número de productores que mantienen entre sí estrategias muy competitivas, lo que hace que el mercado se asemeje más a uno competitivo que a uno no competitivo. Por último, en algunos mercados se presenta el caso en el que hay muchos productores, pero no se comportan de forma competitiva; es decir, las empresas pueden influir conjuntamente en el precio (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Para entender cómo se estudian los mercados, debemos entender en primer lugar los pilares fundamentales en los que se basa toda la teoría neoclásica y a partir de los cuales se realizan los diferentes modelos económicos. Es por eso que cuando se analiza la conducta de los seres humanos, necesitamos construir un modelo que parta de dos principios fundamentales en la economía, los cuales son (Varian, 2011):

- El *principio de optimización*: se dice que las personas siempre buscarán elegir las mejores pautas de consumo que tengan disponibles.

- El *principio del equilibrio*: dice que los precios se ajustan hasta que la cantidad que demandan las personas de un bien es igual a la que se ofrece en el mercado.

## El Equilibrio del Mercado

La **curva de demanda** indica cuánto están dispuestos a comprar los consumidores de un bien cuando varía el precio unitario, esta se expresa matemáticamente de la siguiente forma:  $Q_D = f(P)$ , donde “ $Q_D$ ” es la cantidad demandada y “ $P$ ” el precio. Gráficamente se podrá apreciar más adelante en la Gráfica No. 1.1, en donde se puede observar que la curva de demanda “ $D$ ” expresa la cantidad que están dispuestos los consumidores a comprar mayor cantidad de un bien si el precio es más bajo, lo que nos indica que la cantidad demandada de un bien depende de su precio. Por esta razón la curva tiene una pendiente negativa, mostrando una relación inversa entre el precio y la cantidad. Cuando suponemos que todas las demás variables se mantienen constantes, los consumidores desean adquirir una mayor cantidad de un bien cuando el precio del mismo disminuye y viceversa. Debemos tener en mente que la cantidad demandada también puede depender de muchas otras variables, tales como el ingreso de cada consumidor, sus preferencias, el estado de ánimo, entre otros (Pindyck & Rubinfeld, 2009) lo que provocaría un desplazamiento de la curva de demanda.

El precio máximo que una determinada persona está dispuesta a pagar suele denominarse precio de reserva. En otras palabras, es el precio al que un individuo le da exactamente igual comprar una cosa que no comprarla (Varian, 2011) .

Una vez descrita la curva de demanda debemos entender la otra parte del mercado, es decir los productores, los cuales se ven reflejados en la curva de oferta.

Por su parte, la **curva de oferta** define la cantidad de bienes o servicios que las personas están dispuestas a vender a un determinado precio (Krugman, et al., 2008). Esta relación puede expresarse en forma de ecuación  $Q_S = f(P)$ , donde "Q<sub>S</sub>" es la cantidad ofertada. En otras palabras, cuanto más alto es el precio por arriba de sus costos, las empresas tienen mayores incentivos a producir y vender. Un aumento en el precio también puede incentivar que nuevas empresas quieran ingresar al mercado. Estas se enfrentan a unos costos más altos a causa de su inexperiencia, por tanto, su entrada al sector no les sería rentable si el precio hubiera sido más bajo. La cantidad ofrecida puede depender de otras variables, como de los costos de producción, entre los que se encuentran los salarios, los intereses y los costos de las materias primas (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

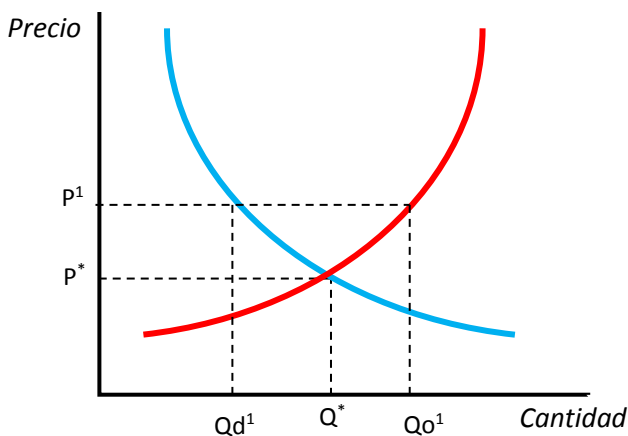
De la misma forma que en la curva de demanda, en la de oferta la cantidad ofertada de un bien en el mercado depende directamente del precio al que se venda. Es por eso que la curva tiene una pendiente positiva, expresando una relación directa entre el precio y la cantidad. Cuando suponemos que todas las demás variables se mantienen constantes, los oferentes desean vender una mayor cantidad de un bien cuando el precio aumenta y lo contrario cuando disminuye.

Una vez definidas las partes fundamentales del mercado, es decir, los vendedores y compradores ven reflejadas sus preferencias en la curva de oferta y demanda, debemos comenzar mostrar la forma en que estas partes interactúan en el mercado hasta el punto en el que se encuentra el punto de

equilibrio, el cual se forma en el punto donde se cruzan las curvas de oferta y demanda, tal y como se aprecia en la Gráfica No. 1.1.

En competencia perfecta, el **equilibrio del mercado** se encuentra en donde las dos curvas se cruzan, mostrando un precio y la cantidad que equilibran el mercado. En este nivel la cantidad ofrecida y la demandada son exactamente iguales. Es importante señalar que, en un libre mercado, el mecanismo que sigue es la tendencia del precio a cambiar hasta que este se equilibra, es decir, cuando la cantidad ofrecida se iguala a la cantidad demanda por los consumidores a cierto precio. En este punto, como no hay ni exceso de demanda ni exceso de oferta, no hay presiones para que el precio siga variando (Pindyck & Rubinfeld, 2009); es decir, en este punto los mercados se vacían.

**Gráfica No. 1.1: “Curva de Oferta, Demanda y el Punto de Equilibrio”**



**Fuente:** Elaboración propia con información de Pindyck & Rubinfeld, 2009.

Cuando un mercado está en equilibrio se dice que se cumple la Ley de Say<sup>2</sup>, ya que es en ese punto donde los mercados se vacían completamente, es decir, que todo lo que se produce es adquirido por los consumidores.

Debemos tener en cuenta que la oferta y la demanda pueden no estar siempre en equilibrio y esto generalmente se debe a la lucha entre las fuerzas del mercado (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Cuando se presenta el caso de que la cantidad ofrecida es superior a la cantidad que se demanda, se genera un excedente y para lograr venderlo o evitar que la cantidad ofertada siga creciendo, este fenómeno se observa en la Gráfica No. 1.1, cuando el precio es igual a " $P^1$ " en un mercado competitivo, los productores tenderán a bajar el precio de los bienes. Este descenso en el precio provocará que se presente una mayor demanda, haciendo que la cantidad de bienes ofertada vaya disminuyendo hasta llegar al precio de equilibrio.

Por el lado de los consumidores sucede lo mismo pero en sentido opuesto, es decir, cuando un precio es inferior al precio de equilibrio se generaría un fenómeno de escasez de un bien, esto se presenta cuando la cantidad demandada es superior a la que se ofrece en el mercado, evitando que los consumidores adquieran la cantidad que deseaban en un principio. Cuando esto sucede, el precio tendería a aumentar, debido a que los consumidores estarían dispuestos a desembolsar una mayor cantidad de dinero para obtener los bienes en existencia; por esta razón los productores elevarían los precios, al mismo tiempo que incrementan su producción, lo que nuevamente haría que después de un tiempo, se llegue al punto de equilibrio.

---

<sup>2</sup> Postula a grandes rasgos que la oferta crea su propia demanda, es decir que en un sistema de mercado todo oferente de un bien va a buscar a alguien que demande ese bien para poder así obtener un beneficio.

Es importante tener en cuenta que los movimientos en algunas variables tales como los salarios, los costos de capital, los cambios en las preferencias de los productores, los avances tecnológicos o cualquier factor distinto a los precios que afecte la producción (oferta) o el consumo (demanda) de un producto, provocará un desplazamiento en las curvas de oferta y demanda, lo que hace que el equilibrio del mercado cambia como consecuencia de este desplazamiento.

## **Optimización o Maximización**

Debe entenderse por maximización de los beneficios, el punto donde la empresa obtiene la mayor ganancia posible en función de las características y de la competencia del mercado. Una empresa maximiza su beneficio total en el punto en donde no es posible obtener ningún beneficio adicional incrementando la producción, y esto ocurre cuando la última unidad producida añade lo mismo al ingreso total que al coste total (Universidad de Córdoba, 2016).

Los beneficios son la diferencia entre el ingreso total y los costos totales, por esa razón, para encontrar el nivel de producción que maximice los beneficios de una empresa necesariamente se tiene que analizar en primera instancia los ingresos. Dependiendo del nivel de producción de cada empresa será el número de unidades que se produzcan “Q” y a ese determinado nivel de Q se obtiene un ingreso determinado “I”, por lo que “I” se obtiene de multiplicar el precio del producto por el número de unidades vendidas. Esto se resume en la siguiente ecuación:

$$I = P \times Q$$

De la misma forma que los ingresos, los costos también dependen de la cantidad producida, por lo que la obtención de los beneficios de una empresa ( $\pi$ ), se obtienen de la diferencia entre el ingreso y el costo “C”:

$$\pi = P(Q) - C(Q)$$

El beneficio total de las empresas se incrementa siempre que el *Ingreso Marginal (IM)*<sup>3</sup>, sea más grande que el *Costo Marginal (CM)*<sup>4</sup> ( $IM > CM$ ). Por el contrario, cuando la última unidad vendida genera un ingreso más pequeño que el costo en el que se incurre por producirla ( $IM < CM$ ) entonces, el beneficio total disminuye hasta el punto en el que tenga pérdidas, por lo que no es rentable ese nivel de producción y es mejor reducirlo.

El nivel de producción óptimo es aquel donde una empresa maximiza sus beneficios en función de la cantidad que se demanda y donde los productores no tienen incentivos para aumentar o disminuir la producción. Por esta razón este punto se encuentra cuando el ingreso obtenido por la venta de la última unidad producida sea igual al costo de incrementar la producción; es decir, el ingreso marginal es igual al costo marginal.

$$\text{Ingreso Marginal (IM)} = \text{Costos Marginal (CM)}$$

Como se describió anteriormente, los mercados en equilibrio son los que llevan a la economía a trabajar de la mejor manera posible. Sin embargo, en muchas ocasiones, no funcionan de la mejor forma posible o simplemente los agentes que participan en el mismo no están satisfechos de la forma en la que el mercado distribuye los recursos, por lo que, en ocasiones, los

---

<sup>3</sup> Se define como el ingreso adicional que genera vender la última unidad producida.

<sup>4</sup> Es el costo adicional que tuvo producir esa última unidad vendida.



mercados pueden dar lugar a situaciones en las que algunas personas tienen ingresos bajos para satisfacer sus necesidades. Es por eso que hay momentos en los que a pesar de que los mercados sean eficientes el Estado debe intervenir en la economía, aunque esto lleve a lo que se conoce como fallas de mercado, lo que se traduce en que los mercados no se vacíen completamente, causando distorsiones en los precios, afectando directamente a los excedentes de consumidores y productores.

Aquí radica uno de los principales argumentos de la teoría Neoclásica por la que el Estado no debe intervenir en la economía ya que los mercados igualan las preferencias de ambos sectores y por lo tanto la participación gubernamental solo traería ineficiencias y no permitiría alcanzar el punto de equilibrio (Ramales, 2012).

Para entender mejor los apartados siguientes, es necesario que describamos los diferentes tipos de bienes que existen en los mercados y las características propias que tienen ya que esto definirá un gran parte de la forma en la que se consumen, así como su elasticidad, por lo que conocer qué tipo de bienes se comercian en el mercado es de suma importancia tanto para productores como para consumidores.

## **Tipos de Bienes**

En el mercado existen diferentes tipos de bienes, los cuales tienen diferentes características, las cuales toman importancia en las decisiones de consumo de las personas para su producción. Dentro de los tipos de bienes destacan: normales, inferiores, sustitutos, complementarios y Giffen.

- A) **Bienes normales:** la mayoría de los bienes disponibles en los mercados son normales, su característica principal es que cuando sube su precio, desciende su demanda y viceversa (Varian, 2011).
- B) **Bienes sustitutos y complementarios:** Dos bienes son sustitutos si la subida del precio de uno de ellos provoca un aumento de la cantidad demandada del otro. Asimismo, dos bienes son complementarios si la subida del precio de uno de ellos provoca una disminución de la cantidad demandada del otro (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Saber si dos bienes son complementarios, sustitutos o independientes es una cuestión empírica. Para ello es necesario ver cómo se desplaza la demanda del primer bien en respuesta a una variación del precio del segundo. Esta cuestión es más difícil de lo que parece ya que es probable que varíen muchas cosas al mismo tiempo que varía el precio del primer bien (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Generalmente los bienes complementarios tienden a consumirse juntos, aunque no siempre sucede esto; mientras que los bienes sustitutos por lo regular no se consumen juntos sino que los consumidores toman la decisión entre uno y el otro (Varian, 2011).

- C) **Bienes inferiores:** Se le denomina de esta manera al tipo de bienes que tienen la característica de que la cantidad demandada disminuye cuando aumenta el ingreso de los consumidores; por lo que su elasticidad-ingreso de la demanda es negativa (Pindyck & Rubinfeld, 2009).
- D) **Bienes Giffen:** Son un tipo de bienes sumamente raros, en los cuales la demanda del mismo aumenta a medida que el precio se incrementa

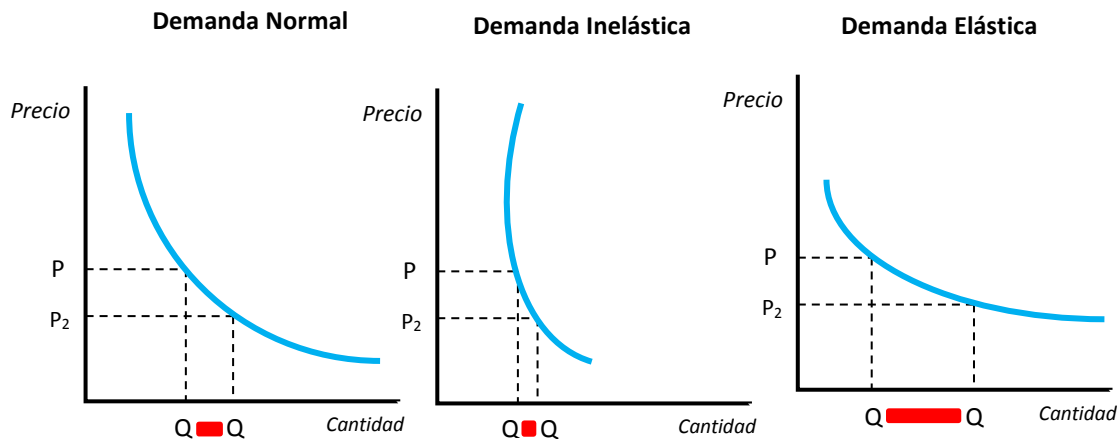
y viceversa; es decir, tienen un comportamiento inverso a los bienes normales. Este tipo de bienes son asociados directamente con los bienes de subsistencia que necesitan consumir personas que se encuentren en situaciones de extrema pobreza o con ingresos muy limitados, como pueden ser los alimentos básicos y algunos medicamentos.

Al contrario que los bienes normales o los bienes inferiores que no son Giffen, la curva de demanda de un bien de este tipo tiene pendiente positiva; es por eso que estos bienes rara vez tienen interés práctico, ya que tienen un gran efecto-renta negativo. Pero el efecto-renta suele ser pequeño en la mayoría de los bienes solo representan cada uno de ellos una pequeña parte del presupuesto del consumidor. Los grandes efectos-renta suelen estar relacionados con bienes normales más que con bienes inferiores (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

## **Elasticidades**

Es una medición muy utilizada para medir la sensibilidad de los consumidores y productores ante cambios en los precios o en el ingreso, cada tipo de bien tiene una elasticidad diferente propia de sus características. La elasticidad más utilizada es la que hace referencia a los precios mediante lo que se conoce como elasticidad precio de la demanda, la cual es una relación que indica cuánto varía la cantidad demandada de un bien cuando cambia su precio (Samuelson, 2010).

## Gráfica No. 1.2: “Elasticidades”



**Fuente:** Elaboración propia con información de Pindyck & Rubinfeld, 2009.

Para calcular la elasticidad precio de la demanda, primero se debe obtener la variación porcentual del precio a lo largo de la curva de demanda respecto a la cantidad; por lo que antes del cálculo de la elasticidad se necesita obtener las variaciones en la cantidad y en el precio:

$$\% \text{ de variación de la cantidad demandada} = \frac{\text{Variación de la cantidad demandada}}{\text{Cantidad demanda inicial}} \times 100$$

$$\% \text{ de variación del precio} = \frac{\text{Variación del precio}}{\text{Precio inicial}} \times 100$$

Una vez obtenidas estas dos ecuaciones, se puede calcular la elasticidad precio de la demanda de la siguiente forma:

$$\text{Elasticidad precio de la demandada} = \frac{\% \text{ de variación de la cantidad demandada}}{\% \text{ de variación del precio}}$$

Generalmente la elasticidad-precio de la demanda tiene un valor menor a cero, lo que indica que existe una relación inversa, es decir, que cuando sube el precio de un bien, la cantidad demandada normalmente disminuye. Por lo tanto, el signo de la elasticidad permite ver la relación que guardan ambas variables, pero también debemos considerar el valor absoluto ya que representa la magnitud de la elasticidad.

La teoría indica que cuando la elasticidad-precio es mayor a 1, la demanda en ese mercado se considera elástica con respecto al precio debido a que la disminución porcentual de la cantidad demandada es mayor que la del aumento del precio. En el caso que sea menor a 1, se dice que la demanda es inelástica con respecto al precio. La inclinación de la curva de demanda según su elasticidad se puede apreciar en la gráfica 1.2. En general, la elasticidad-precio de la demanda de un bien depende de que existan otros bienes por los que pueda sustituirse. Cuando existen sustitutivos cercanos, el aumento del precio de un bien lleva al consumidor a comprar una cantidad menor de él y una mayor cantidad del bien sustitutivo. En ese caso, la demanda es elástica con respecto al precio. Cuando no hay sustitutos cercanos o perfectos<sup>5</sup> la demanda tiende a ser inelástica con respecto al precio (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Para las empresas es de vital importancia conocer la elasticidad de la curva de demanda del mercado en el que participan, ya que según la magnitud que esta tenga, sus ingresos pueden verse beneficiados o afectados ante una variación en el precio. Cuando la demanda es inelástica respecto al precio, una reducción en los precios reduce los ingresos totales; mientras que

---

<sup>5</sup> Se considera de esta forma únicamente a aquellos bienes que pueden ser utilizados exactamente de la misma manera y obteniendo el mismo resultado que otro bien, por lo que los consumidores no tienen a preferir un bien sobre el otro.

cuando la demanda es elástica respecto al precio, una reducción de precios hará aumentar los ingresos totales (Samuelson, 2010). Finalmente, es importante mencionar que existen tres factores fundamentales que determinan la elasticidad precio de la demanda, los cuales son (Krugman, et al., 2008):

- Si existen bienes sustitutos.
- Si es un bien de primera necesidad o es de lujo.
- Que la proporción del ingreso del consumidor que es gastada en adquirir ese bien y el tiempo, ya que este tipo de elasticidad tiende a ser más elevada cuanto mayor es el tiempo del que disponen los consumidores para adaptarse a una variación del precio.

En el caso de la **elasticidad-renta** de la demanda, depende de la variación porcentual de la cantidad demandada “Q” cuando la renta “I” aumenta un punto porcentual:

$$E_I = \frac{\Delta Q/Q}{\Delta I/I} = \frac{I}{Q} \frac{\Delta Q}{\Delta I}$$

A su vez, la **elasticidad-precio cruzada de la demanda** es la variación porcentual que experimenta la cantidad demandada de un bien cuando aumenta un punto porcentual el precio de otro. Cuando existen bienes sustitutos, las elasticidades-precio cruzadas son positivas ya que como compiten en el mercado, una subida del precio un bien, abarata al otro en relación al primero, provocando un aumento de la cantidad demandada del segundo bien, lo que a la larga provoca que su precio también aumente. Pero no siempre es así, ya que en el caso de los bienes complementarios, dado que comúnmente se utilizan conjuntamente, la subida del precio de uno de ellos tiende a reducir el consumo del otro. En el caso de las elasticidades

referentes a la oferta, funcionan con la misma lógica que las de la demanda pero ahora aplican para el caso de los productores.

Por su parte, la **elasticidad precio de la oferta** se define de la misma manera que la de la demanda, con la diferencia de que considera a la curva de oferta. Es una medida de la sensibilidad que tiene la cantidad ofrecida de un bien respecto a cambios en el precio (Krugman, et al., 2008). Es el cociente entre la variación porcentual de la cantidad ofrecida y la del precio. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Elasticidad precio de la oferta} = \frac{\% \text{ de variación en la cantidad ofrecida}}{\% \text{ de variación del precio}}$$

Esta elasticidad suele tener un valor positivo ya que una subida del precio da incentivos a los productores para aumentar la producción. El cálculo de las elasticidades referentes a la oferta pueden utilizarse sobre los tipos de interés, los salarios, los precios de las materias primas y de otros bienes intermedios que se utilizan para fabricar los diversos productos en el mercado (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

## **El Efecto Sustitución y el Efecto Renta**

El efecto sustitución se presenta cuando los consumidores tienden a comprar una mayor cantidad de un bien, del cual ha disminuido su precio, haciendo que se consuma una menor cantidad de los bienes en los cuales no varió su precio ya que ahora éstos son relativamente más caros. A este fenómeno se le conoce como efecto-sustitución (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Para entenderlo mejor, supongamos que se abarata el bien “1”, lo que se traduce

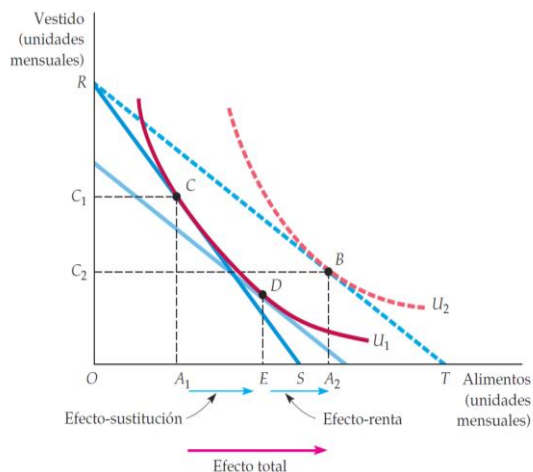
en que tenemos que renunciar a una cantidad menor del bien “2” para poder comprar el “1”; la variación del precio del bien 1 altera la tasa a la que el mercado nos permite sustituir el bien 2 por el 1; es decir, se produce un cambio en la relación de intercambio entre los dos bienes que el mercado ofrece al consumidor (Varian, 2011).

Por su parte, el efecto renta se presenta cuando uno de los bienes se abarata, provocando que el poder adquisitivo real de los consumidores se incremente. Esto mejora su bienestar ya que pueden comprar la misma cantidad del bien con una cantidad menor de dinero, dándoles la posibilidad de adquirir otros bienes. La variación de la demanda provocada por este cambio del poder adquisitivo real se denomina efecto-ingreso (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Tal como se aprecia en la Gráfica No. 1.3, la forma en la que se da el efecto es la siguiente. Si se abarata el bien “1”, significa que podemos comprar una mayor cantidad de dicho bien con nuestro ingreso; por lo que aumenta el poder adquisitivo del dinero; aunque el número de pesos que tengamos sea el mismo, la cantidad de bienes que podemos adquirir con ellos es más grande (Varian, 2011).



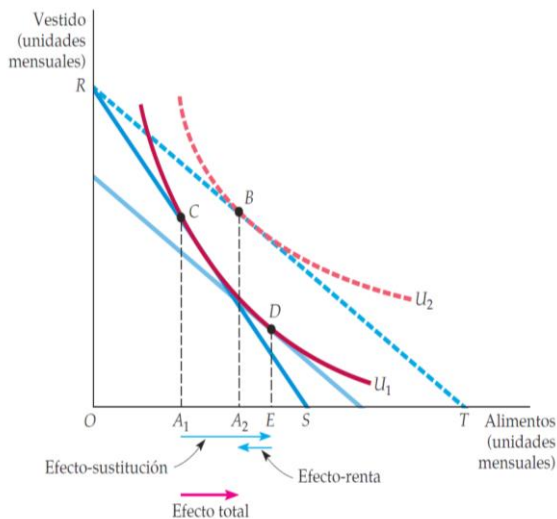
### Gráfica No. 1.3: “Efecto Sustitución y Renta en un bien normal”



Fuente: Pindyck & Rubinfeld, 2009.

El descenso del precio de un bien produce un efecto-renta y un efecto-sustitución. Al principio, el consumidor se encuentra en el punto C de la recta presupuestaria RS. Cuando baja el precio del bien, el consumo aumenta en  $A_1A_2$  al desplazarse el consumidor a B. El efecto-sustitución,  $A_1E$  (correspondiente a un movimiento de C a D) altera los precios relativos de estos dos bienes, pero mantiene constante la renta real. El efecto-renta  $EA_2$  (correspondiente a un movimiento de D a B) mantiene constantes los precios relativos, pero aumenta el poder adquisitivo. Los alimentos son un bien normal porque el efecto-renta  $EA_2$  es positivo.

### Gráfica No. 1.4: “Efecto Sustitución y Renta en un bien inferior”



Fuente: Pindyck & Rubinfeld, 2009.

El consumidor se encuentra inicialmente en el punto C de la recta presupuestaria RS. Cuando baja el precio de un bien, el consumidor se traslada al otro bien. La variación resultante de los alimentos comprados puede dividirse en un efecto-sustitución,  $A_1E$  correspondiente a un movimiento de C a D) y un efecto-renta,  $EA_2$  (correspondiente a un movimiento de D a B). En este caso, los alimentos son un bien inferior, porque el efecto-renta es negativo. Sin embargo, como el efecto-sustitución es superior al efecto-renta, el descenso del precio del primer bien provoca un aumento de la cantidad demandada del otro.

## 1.2 Excedente del Consumidor y del Productor

Bajo el supuesto de que los agentes económicos se comportan de forma racional, en un mercado competitivo en el que no existe regulación, tanto consumidores como productores compran y venden al precio de mercado, es decir, el nivel que se forma de la interacción entre la oferta y la demanda. En la cotidianeidad, existen algunos consumidores los cuales piensan que el valor de un bien es *superior* al precio de mercado; por lo que estarían dispuestos a pagar más por él, en caso de que pudieran hacerlo. Precisamente a esto es a lo que se le conoce como el *excedente del consumidor*, que se define como el beneficio o valor total que reciben los consumidores por encima de lo que pagan por el bien, es decir, del precio de mercado (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

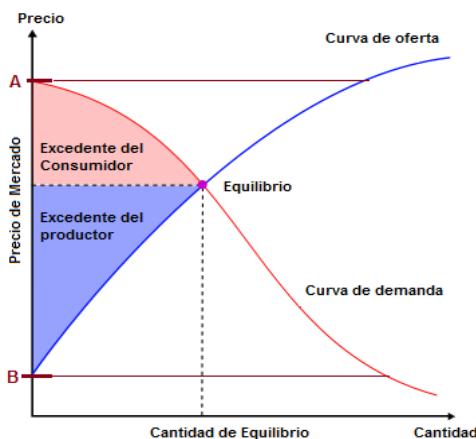
En la Gráfica No. 1.5, el excedente del consumidor es el área que se forma por debajo de la curva de demanda y el nivel en el que se encuentra el precio de equilibrio, esto es de suma utilidad para medir la ganancia o la pérdida que experimentan como consecuencia de la intervención del Estado, ya sea a través de un impuesto o un subsidio en un mercado, lo que causa una distorsión en el precio de mercado, que puede ser medible calculando la variación que presenta el excedente del consumidor (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Por otra parte, el excedente del productor es la contraparte del excedente del consumidor, pero tienen la misma lógica; es decir, que existen algunos productores que su costo de producción es exactamente igual al precio de mercado, pero existen otros, que debido a diversos factores como la tecnología o la logística, entre otros, tienen un costo de producción menor al precio de mercado, lo que les permite mantener la producción en ese nivel y

venderla aún cuando el precio de mercado fuera más bajo. Por esta razón, podemos definir al *excedente del productor* como la diferencia entre el precio de mercado al que el productor ofrece su producto y el costo marginal de producir esta unidad que está ofertando.

Como se aprecia en el Gráfico No. 1.5, el excedente del productor es el área que se encuentra por encima de la curva de oferta hasta el nivel del precio de mercado, esta área nos permite medir el beneficio neto total de los productores y sobre todo se utiliza para medir la ganancia o la pérdida que experimentan estos como consecuencia de una intervención del Estado en el mercado, a través de la aplicación de un impuesto o un subsidio.

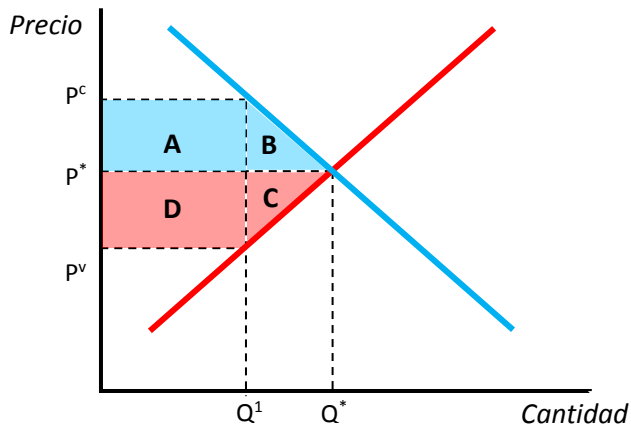
**Gráfica No. 1.5: “Excedente del Productor y Consumidor”**



**Fuente:** Krugman, et al., 2008.

En un mercado en el que se presenta un escenario de competencia perfecta, la existencia de una gran número de compradores y vendedores provoca que ninguno de ellos sea lo suficientemente preponderante para que pueda influir en la determinación del precio de un bien, es decir, que el precio de mercado se determina única y exclusivamente por la oferta y la demanda.

### Gráfica No. 1.6: “Incidencia de un impuesto en el Excedente del Productor y Consumidor”



**Fuente:** Elaboración propia con información de Pindyck & Rubinfeld, 2009.

Cuando se establece un impuesto sobre un bien o servicio, el precio que pagan los consumidores es más alto ( $P_c$ ), mientras que los vendedores recibirán por cada venta ( $P_v$ ), lo que significa que el impuesto por unidad será la diferencia entre  $P_c$  y  $P_v$ . Generalmente la carga de un impuesto se reparte entre compradores y vendedores, por esta razón cuando se impone un impuesto, los consumidores pierden la zona A+B que se refleja en la Gráfica 1.6, mientras que los oferentes pierden D+C.

Esto se traduce en que el ingreso que obtendrá el Estado por unidad del bien que se vende es igual al área A+D; esta imposición rompe con el equilibrio y por ende con la eficiencia del mercado, por lo que existe una pérdida irreparable de eficiencia que igual a la zona B+C. Esta distorsión provoca que el mercado no se vacíe, rompiendo el equilibrio entre productores y consumidores.

### *1.3 Los Fallos del Mercado*

Desde el punto de vista de la Teoría Neoclásica, al mercado le corresponde, a través del sistema de precios, determinar qué bienes, cómo y qué cantidad producir. Es por eso que desde ese punto de vista, el sistema de mercado resulta mucho más eficiente a que un organismo gubernamental intente determinar todo lo anterior.

Cuando se habla de una economía de mercado competitiva, los precios dirigen los recursos hacia sus usos óptimos. Por ejemplo, en condiciones competitivas el precio al que puede venderse un bien, guía la decisión del productor de incurrir o no en el costo marginal de producir otra; mientras que el precio también determina la elección del consumidor de comprar o no un bien.

El precio de mercado, al actuar de intermediario entre el consumidor y el productor, hace que el valor que dan los consumidores a los productos sea igual al costo marginal de producción. En todo este proceso, los consumidores y los productores se fijan exclusivamente en el precio (Ramales, 2012). El sistema de precios es tan eficiente, porque los precios reflejan toda la información necesaria a los agentes que participan en el mercado, por lo que se garantiza una asignación eficiente de los recursos y la compatibilidad entre las preferencias de los agentes que participan en él, logrando con esto que se cumpla la Ley de Say, por lo que sería ineficiente la participación estatal bajo este sistema, si interviniera a través de la producción y comercialización de diversos bienes y servicios, ya que causaría ineficiencias que llevaría a que los mercados no se vacíen, provocando fallas de mercado.

Si bien el sistema de precios permite una asignación eficiente de los recursos, no garantiza la equidad en el terreno de la distribución del ingreso generado; por lo que un argumento en contra de este sistema sería que solo da respuesta a tres de las cuatro cuestiones económicas básicas: qué, cómo y cuánto producir, y se podría encontrar la asignación eficiente, en el sentido de Pareto<sup>6</sup>, aun cuando existan situaciones de extrema desigualdad.

Sin embargo, desde la visión de la teoría neoclásica, el problema de la distribución del ingreso se soluciona señalando que cada quien recibe una remuneración de acuerdo a su contribución al producto: a mayor contribución al producto mayor remuneración monetaria y viceversa. Por lo tanto, si la economía de libre mercado no garantiza el pleno empleo y la equidad en el terreno de la distribución, el Estado tiene que manipular el mercado para procurar el pleno empleo y la equidad distributiva (Ramales, 2012); ahí radica uno de los principales argumentos en los que se basan aquellos teóricos que promueven la intervención gubernamental en la economía. A continuación se explican los principales fallos de mercado que se presentan en la economía.

## *1.4 Externalidades*

Como se mencionó anteriormente, la gran mayoría de las veces el sistema de precios funciona eficientemente ya que los precios de mercado transmiten información tanto a los productores como a los consumidores, pero en ocasiones no reflejan las actividades que llevan a cabo los participantes del mercado. Existe una externalidad cuando una actividad de consumo o de

---

<sup>6</sup> Se denomina de esta forma cuando se encuentra un punto en donde dada una determinada distribución de la renta y la riqueza, el propio funcionamiento del mercado competitivo conduce a una situación de máximo bienestar, en la que no es posible reorganizar la producción y el consumo de los distintos bienes y servicios para incrementar el bienestar de una o más personas, si no es a costa de reducir el bienestar de las otras personas (Varian, 2011).

producción produce un efecto indirecto en otra, la cual que no se refleja directamente en los precios de mercado (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

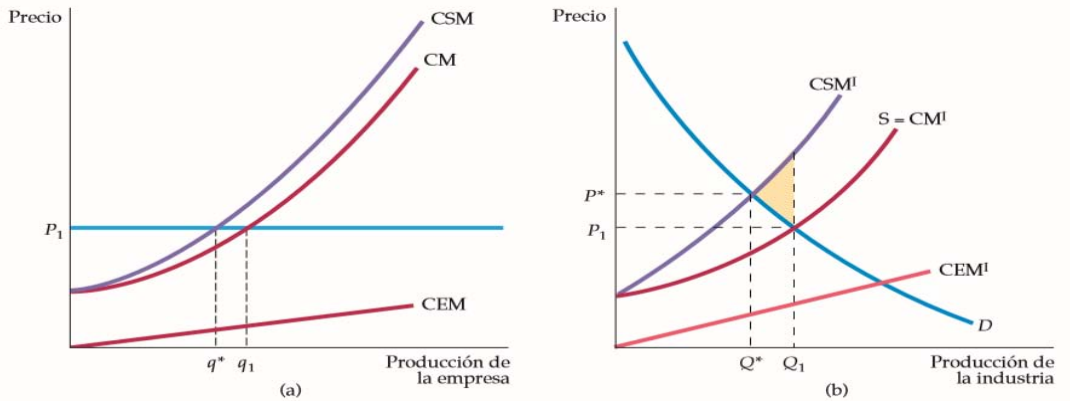
Las externalidades son consideradas un tipo de ineficiencia o fallo que se presenta en los mercados cuando las empresas o las personas imponen costos o beneficios sobre otro agente fuera del mercado (Samuelson, 2010). Existen dos tipos de externalidades:

- a) *Negativas*: se presentan cuando el impacto sobre un tercero es perjudicial.
- b) *Positivas*: se originan en el momento en que la acción de un agente, sea productor o consumidor, le resulta benéfica a un tercero.

Como lo indica Robert S. Pindyck, un buen ejemplo para explicar las externalidades es el costo que representa para la sociedad la contaminación ambiental provocada por un fabricante de productos químicos industriales. Sin la intervención del Estado, ese productor no tiene incentivos para tener en cuenta el costo que la contaminación le representa a la sociedad.

Las externalidades no siempre se reflejan en los precios del mercado en el que se originan, pero puede pasar en otros y se pueden expresar como una fuente de ineficiencia económica ya que representa un costo para otros. Cuando las empresas no tienen en cuenta los daños que causan las externalidades negativas, el resultado puede ser un exceso de producción y unos costes sociales innecesarios. Estas producen ineficiencia en los mercados e impiden que se maximice el excedente; una externalidad surge cuando una persona participa en una actividad que influye en el bienestar de terceros y estos no pagan ni reciben compensaciones por estos efectos (Krugman, 2015).

### Gráfica No. 1.7: “Externalidades”



Fuente: Pindyck & Rubinfeld, 2009.

Cuando se presenta una externalidad negativa, el costo social marginal (CSM) es superior al costo marginal (CM), por lo que su diferencia se denomina como costo externo marginal (CEM), es decir, es el costo que le representa a la sociedad, el daño causado por este tipo de externalidad.

En la Gráfica No. 1.7 (gráfica izquierda) se aprecia cómo una empresa tiene un nivel de producción definido en  $q_1$ , en el punto en donde el precio es igual al CM. Pero en este caso, la eficiencia en la producción se encontraría en  $q^*$ , es decir, en el punto en donde el precio es igual al CSM. Mientras que en la parte de la derecha, el nivel de producción competitivo de la industria lo encontramos en  $Q_1$ , que es el punto en donde se cruzan la oferta de la industria ( $CM^1$ ) y la demanda del mercado (D). Sin embargo, el nivel de producción eficiente  $Q^*$  es más bajo y obtiene en donde se cruza la curva de la demanda con la del coste social marginal CSM.

Cuando no hay externalidades generalmente se pueden presentar asignaciones eficientes en el sentido de Pareto, pero en el caso de que sí las



haya, el mercado no da lugar necesariamente a una asignación eficiente de los recursos. Por esta razón es importante destacar que existen otras instituciones sociales como el sistema jurídico o la intervención del Estado, los cuales pueden, en cierta manera, reproducir o imitar el mecanismo del mercado, a través de impuestos, subsidios, precios máximos, etc., logrando con esto en ocasiones alcanzar el punto Pareto eficiente (Varian, 2011).

Con el fin de corregir las externalidades, uno de los principales instrumentos que utiliza el Estado es la implementación de estímulos fiscales o lo que se conoce como regulación directa, que permite al Estado condicionar, de cierta forma, la conducta de los agentes, fijando límites a la producción de externalidades para que produzca la cantidad eficiente, es por eso que el Estado es el agente con mayor capacidad para resolver una externalidad intentando cambiar determinadas conductas de los agentes económicos, principalmente a través de la política fiscal; aunque en ocasiones la misma naturaleza de la externalidad no permite la intervención pública por lo que su corrección tendrá que ser mediante acuerdos entre privados.

Independientemente de la regulación, existen otro tipo de soluciones para las externalidades que están basadas en el mercado, como son las multas o los impuestos, los cuales ocasionan que el impacto económico de las externalidades sea cubierto o castigue directamente al agente que la origina. Un claro ejemplo de esto son los impuestos “pigouvianos” o correctores, los cuales son impuestos aprobados para corregir los efectos de las externalidades negativas y en los cuales se profundizará más adelante. En el siguiente gráfico se puede apreciar el nivel eficiente de producción cuando se aplica para corregir la externalidad:



## 1.5 Impuestos Pigouvianos

Un *impuesto pigouviano* es un gravamen unitario que tiene como principal objetivo corregir los efectos de una externalidad negativa. Su aplicación más importante actualmente, es la de gravar el volumen de emisiones contaminantes (Universidad de Granada, 2007). Este tipo de impuestos se basan en llevar a cabo una estimación del daño que la externalidad está provocando a la salud y el bienestar de las personas.

Es importante tener en cuenta que en los mercados imperfectos la aplicación de un impuesto "*pigouviano*" que se establece para las empresas, puede tener diferentes implicaciones que uno competitivo. En el caso que exista un monopolista en el mercado y que no genere ninguna externalidad, la ineficiencia que impone a la economía es producir una cantidad menor que la cantidad óptima provocando que los precios a los que los consumidores se enfrentan sean mayores. Una externalidad adiciona un problema pues el impuesto "*pigouviano*" reduce aún más la producción del monopolista, por lo que estará sometiendo la sociedad a dos costos adicionales: por una parte está el costo directo que genera la externalidad; por otro lado, el costo que representa la restricción de la producción (Ibañez, 2014). Por lo tanto, bajo este escenario, los costos totales de las empresas aumentan como resultado del incremento en la producción, haciendo disminuir los costos sociales como consecuencia de la contracción de ésta.

Asimismo, en lo que respecta a los excedentes del consumidor y del productor, el efecto neto de adoptar el impuesto "*pigouviano*" depende del tamaño de las dos áreas. Cuando el daño marginal de la externalidad es bajo y la curva de demanda es elástica, las pérdidas por disminuciones en el excedente del consumidor pueden ser mayores que las ganancias en las

reducciones del daño marginal. Mientras que cuando el daño marginal que se le causa a la sociedad es alto y la curva de demanda es inelástica, la ganancia por reducir la externalidad puede ser mayor que las pérdidas por un menor excedente del consumidor, es decir, que según las características de la demanda del mercado será o no conveniente el establecimiento de un impuesto “*pigouviano*” (Ibañez, 2014).

Dado que este tipo de impuesto son generalmente de tipo ambiental, podemos decir que internalizan las externalidades, por lo que es posible alcanzar un óptimo de Pareto. Además de que los impuestos ambientales generan ingresos adicionales que pueden ser utilizados para eliminar o reducir otro tipo de gravámenes que causan mayores distorsiones en la economía. Esto es lo que los economistas ambientales denominan el doble dividendo; sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que adoptarlos en una economía ya distorsionada genera aún más ineficiencias, por lo que antes de adoptar un impuesto ambiental, se debe conocer a detalle el contexto en el cual se va a regular (Ibañez, 2014).

Por estas complicaciones a las que se enfrenta la aplicación de los “*impuestos pigouvianos*”, es que para algunos teóricos, este tipo de impuestos pueden resultar muy difíciles de aplicar en el mundo real, ya que los problemas de información y tecnología, hacen que el poder de los reguladores públicos se reduzca, permitiendo a las empresas evadir hasta cierto punto estos impuestos (Gómez, Carlos M. , 2000).

## ***1.6 Bienes Públicos***

Al igual que las externalidades, los bienes públicos son considerados como un fallo del mercado por la Teoría Neoclásica y surgen cuando el mercado no

ofrece la cantidad de bienes que son necesarios para la sociedad, tienen la característica de ser no excluibles<sup>7</sup> y no rivales en el consumo<sup>8</sup>. Para que esto quede más claro debemos mencionar que existen cuatro tipos de bienes; cada tipo de bien depende primeramente de si su consumo es o no excluible, y en segundo lugar, de si su consumo es o no rival (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

En la mayoría de los casos, un bien público puede ofrecerse a un precio accesible a muchos consumidores; sin embargo, al ser no excluibles y no rivales, una vez que se proporciona a algunas personas es muy difícil impedir que otros lo consuman. Por esta razón, generalmente es el Estado quien ofrece este tipo de bienes o fija los incentivos adecuados para que los produzca el sector privado (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Los ejemplos más comunes de bienes públicos son: el ejército, frecuencias de radio, parques, alumbrado público, canales de televisión abierta, semáforos, policía, entre otros.

Debido a las características propias de los bienes públicos, son propensos a sufrir lo que se conoce como el problema del “polizón”, es decir, que las personas que no pagan por el bien o servicio tienen el mismo acceso a estos bienes que las personas que sí pagan por ellos. Esta es la principal razón por la cual las empresas privadas no quieren proveerlos, es por eso que este tipo de bienes se suministran de diferentes formas y no siempre con intervención gubernamental; por ejemplo, una de las posibles soluciones son las aportaciones voluntarias, donde los consumidores del bien dan una

---

<sup>7</sup> Es cuando el oferente no puede impedir el consumo a quienes no pagan el bien o servicio.

<sup>8</sup> Es decir que dos personas sí pueden consumir al mismo tiempo la misma unidad del bien o servicio.

contribución para que el bien o servicio se siga suministrando, a pesar de que esto signifique que cualquier persona puede utilizarlo (Krugman, et al., 2008).

A su vez, los bienes públicos se pueden considerar un tipo de externalidad al consumidor, ya que todo el mundo debe consumir la misma cantidad del bien, lo cual genera una serie de problemas especiales, por lo que esto se considera una solución fuera del mercado de ese bien o servicio, por lo que la asignación de los recursos no se da de la mejor manera posible (Varian, 2011).

Cuando hablamos de bienes privados, podemos ver que la cercana relación entre gasto y consumo. Sin embargo, en el caso de los bienes públicos no existe dicha relación, ya que los consumidores no tienen la capacidad de decidir los bienes públicos que pagan a través sus impuestos. Es por eso que algunos autores mencionan que a través de los procesos democráticos, cada ciudadano con derecho al voto, elige tanto la cantidad de bienes públicos como que tantos impuestos pagará (Samuelson, 2010).

## *1.7 Competencia Imperfecta*

### **Monopolio**

Un monopolio es un mercado que solo tiene un vendedor, pero muchos compradores. Esta situación se presenta cuando la producción de un bien la realiza una sola empresa, dándole la capacidad de fijar el precio al que venderá el producto de forma arbitraria, ya que no debe preocuparse por otros productores que le compitan con un precio más bajo. En este caso, el monopolista controla el mercado, lo que le da la capacidad de fijar

normalmente los precios, por lo que solamente un número limitado de consumidores tendrán la capacidad de adquirir el bien (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

A pesar del poder de mercado que tiene un monopolio, no podrá fijar el precio que quiera, si es que tiene el objetivo de maximizar sus ganancias, ya que para lograr esto, el monopolista deberá conocer sus costos de producción y las características que tiene la demanda del mercado, es decir, que para que el monopolista pueda determinar el precio y la cantidad a vender, debe tomar siempre en cuenta las características propias de la curva de demanda de ese mercado que controla.

Con el fin de entender la forma en la que se comporta un monopolio y la lógica con la que toman sus decisiones este tipo de empresas, es importante definir los conceptos de ingreso medio y costo marginal, los cuales son fundamentales para entender las decisiones de producción de un monopolio.

El *ingreso medio* del monopolista, es decir, el precio que percibe por unidad vendida, es la curva de demanda del mercado. Por lo que para elegir el nivel de producción que maximice sus beneficios, relevante necesario que el monopolista también conozca su *ingreso marginal* (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Por su parte en un mercado competitivo la curva de demanda es diferente al ingreso medio, el cual se forma del cociente resultante entre el ingreso total y la cantidad producida; en el caso del ingreso marginal cuando existe competencia perfecta, esta curva es igual al precio.

Dado que la curva de demanda tiene pendiente negativa, para vender una unidad más, el precio debe bajar. En ese caso, todas las unidades vendidas y no solo la unidad adicional, generan menos ingresos. Como se observa en

el Gráfico No. 1.9 la curva de ingreso marginal en un monopolio tendrá el doble de pendiente que la curva de demanda y ambas cortarían en el mismo punto al eje de las ordenadas “ $y$ ”, debido a que el precio baja a medida que aumenta la producción, por eso también el ingreso marginal es menor que el precio.

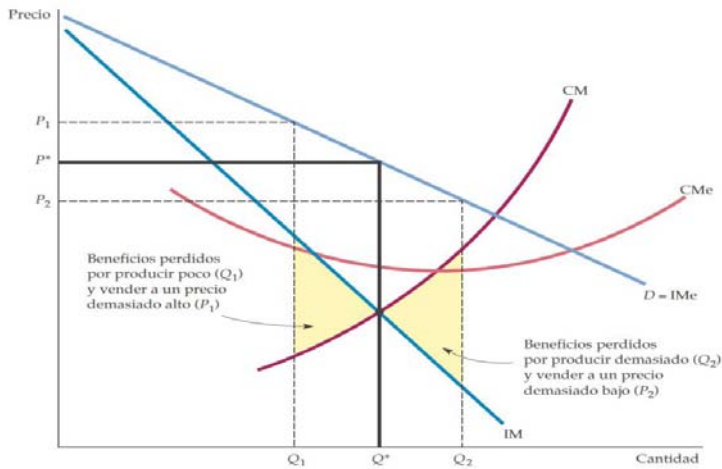
Una empresa en situación de monopolio sobre cierto mercado puede elevar su precio por encima del costo marginal, lo que provoca una reducción en el demanda, por lo que este comportamiento se traduce en un precio demasiado alto y en una pérdida de bienestar para la sociedad (Tirole, 1990). Esta es una de las principales razones por las que en ocasiones el libre mercado no es del todo aceptado, la existencia de la competencia imperfecta obliga a que exista un órgano regulador que vigile a este tipo de empresas con el fin de que la sociedad se vea lo menos afectada posible por su existencia y su capacidad de fijar los precios.

### **El nivel óptimo de producción de un monopolio**

En un escenario de competencia perfecta para que una empresa maximice sus beneficios, ésta debe fijar un nivel de producción tal que el ingreso marginal sea igual al costo marginal, en el caso del monopolio pasa lo mismo. En el Gráfico No. 1.9, la demanda del mercado ( $D$ ) es la curva de ingreso medio del monopolista, ya que esta representa el precio por unidad que recibe el monopolista en función de su nivel de producción. De igual manera se observa la curva de ingreso marginal ( $IM$ ) y las curvas de costo medio ( $CMe$ ) y marginal ( $CM$ ).



### Gráfica No. 1.9: “Nivel del Precio y Producción del Monopolio”



Fuente: Pindyck & Rubinfeld, 2009.

Al observar la gráfica anterior, podemos apreciar que el ingreso marginal y el costo marginal son iguales donde el nivel de producción  $Q^*$  y a partir de la curva de demanda, encontramos el precio  $P^*$  que corresponde a esta cantidad  $Q^*$ . Éste sería el nivel óptimo, ya que si el monopolista produce una cantidad menor  $Q_1$  y percibe el precio más alto correspondiente  $P_1$ ; haría que el ingreso marginal fuera superior al costo marginal. En ese caso, si el monopolista produjera en un nivel superior a  $Q_1$ , obtendría mayores beneficios ( $IM - CM$ ) y, por tanto, aumentaría sus beneficios totales (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Es importante destacar que la empresa monopolista podría seguir aumentando la producción y obtener más beneficios totales hasta el punto en el que el nivel de producción sea  $Q^*$ , ya que ahí el beneficio adicional generado por la producción de una unidad más es cero. Es por eso que cualquier cantidad menor a  $Q_1$  no maximiza los beneficios, aunque a un nivel menor pudiera permitirle al monopolista cobrar un precio más alto. Así que si

el monopolista produjera  $Q_1$  en lugar de  $Q^*$ , sus beneficios totales serían menores, esta pérdida sería el área sombreada del Gráfico No. 1.9, debajo de la curva  $IM$  y encima de la curva  $CM$ , entre  $Q_1$  y  $Q^*$ .

De igual forma, cualquier cantidad por encima de  $Q_2$  tampoco maximizaría los beneficios, debido a que con esta cantidad el costo marginal es mayor al ingreso marginal, por lo que si el monopolista produjera menos de  $Q_2$ , aumentaría sus beneficios totales ( $IM - CM$ ). Podría incrementarlos aún más reduciendo el nivel de producción hasta  $Q^*$ . Los mayores beneficios que obtendría produciendo  $Q^*$  en lugar de  $Q_2$  están representados por el área situada debajo de la curva  $CM$  y encima de la curva  $IM$ , entre  $Q^*$  y  $Q_2$ .

Algebraicamente, la ecuación que maximiza los beneficios cuando el nivel de producción es  $Q^*$  y sabiendo que los beneficios  $\pi$  se obtienen de la resta entre ingresos y costos, por lo tanto se pueden expresar de la siguiente manera:

$$(\pi(Q) = P(Q) - C(Q));$$

De la expresión anterior se puede apreciar que cuando se eleva  $Q$  a partir de cero, los beneficios aumentan hasta que alcanzan un máximo y comienzan a disminuir en ese punto. Por esta razón, el nivel de producción que maximiza los beneficios es tal que los beneficios adicionales generados por un pequeño aumento de  $Q$ , sean iguales cero ( $\frac{\Delta\pi}{\Delta Q} = 0$ ). Derivado de lo anterior, la ecuación que maximiza los ingresos sería la siguiente:

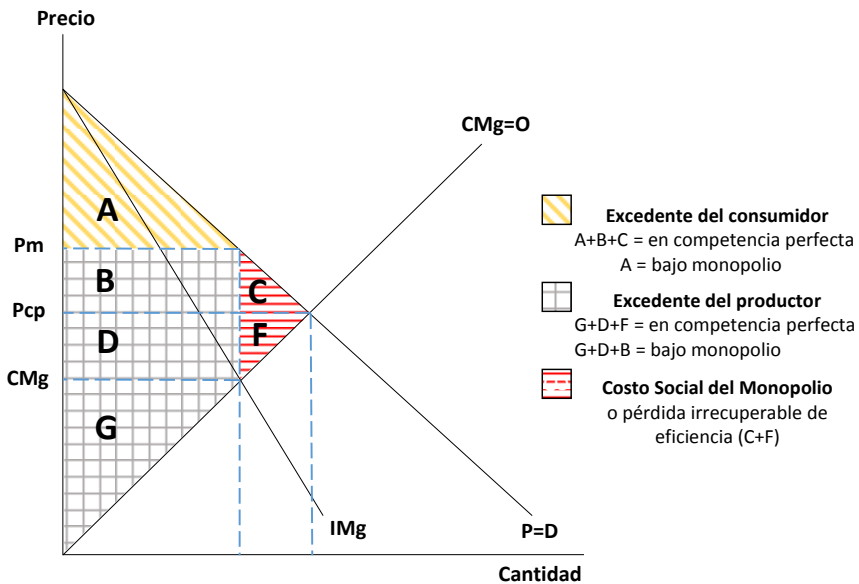
$$\left(\frac{\Delta\pi}{\Delta Q} = \frac{\Delta I}{\Delta Q} - \frac{\Delta C}{\Delta Q} = 0\right),$$

Donde  $\frac{\Delta I}{\Delta Q}$  es el ingreso marginal y  $\frac{\Delta C}{\Delta Q}$  es el costo marginal. En palabras más simples, la condición de maximización de los beneficios se encuentra en donde  $IM - CM = 0$ , es decir,  $IM = CM$ .

Dentro de un mercado monopolístico la curva de oferta es inexistente, debido a que no existe una relación unívoca entre el precio y la cantidad producida (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Esto encuentra su explicación en que la decisión de producción del monopolista no solamente depende del costo marginal, sino también de la forma que tiene la curva de demanda. Entonces, cuando se desplaza la demanda no se va definiendo una secuencia clara de precios y cantidades correspondientes a una curva de oferta competitiva, sino que se pueden presentar variaciones de los precios sin que cambie el nivel de producción y viceversa, o puede haber el caso en que se presentes variaciones en ambos.

Por otra parte, cuando nos encontramos en un mercado en donde existe un monopolio, siempre se va a presentar una pérdida de bienestar social, la cual es cuantificable. Esta medición se puede llevar a cabo a través de la comparación entre los excedentes totales que se obtienen entre vender al precio que fija el monopolio y el precio que se tendría si fuera un mercado competitivo (Tirole, 1990).

**Gráfica No. 1.10: “Costo Social del Monopolio”**



**Fuente:** Elaboración propia con base en Salas, 2015.

En la Gráfica No. 1.10, el excedente neto del consumidor, es el área “A” de la gráfica, y la pérdida de bienestar que se presenta con esta estructura de mercado es el área “CF”, éstos debido a la diferencia entre el precio del monopolio y el precio que existiría en un mercado competitivo. Existen situaciones en las que se observan fuertes distorsiones de precios corresponden a aquellas en las que la elasticidad de la demanda es baja, de manera que los consumidores reducen muy poco sus cantidades demandadas en respuesta a los incrementos de precio que lleva a cabo el monopolista (Tirole, 1990); es por eso que en estos casos, la demanda y producción de bienes no se ve tan afectada, sino que éstos aumentos en el precio provocan mayores transferencias de dinero de los consumidores a las empresas.

Esta estructura de mercado es perjudicial para la sociedad ya que está asociado con la desigualdad en la distribución del ingreso, aunque la Teoría Neoclásica no explica a detalle este punto, es por eso que para aminorar el impacto de estas empresas, el Estado debe intervenir para lograr una mejor redistribución.

## **Monopolio Natural**

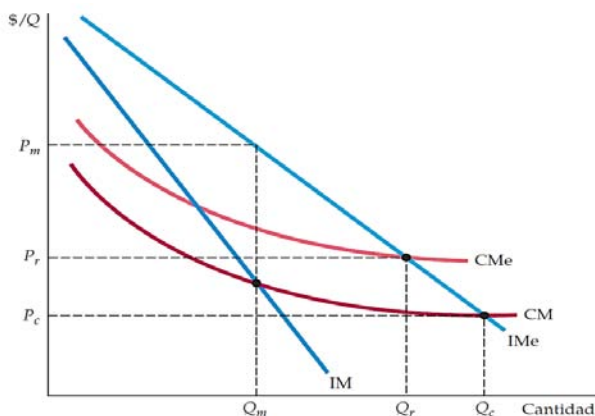
Es la forma en la que se le denomina a una empresa que puede llevar a cabo toda la producción de un mercado con menos costos que si hubiera varias empresas produciendo. Por lo tanto, si una empresa es un monopolio natural, es más eficiente dejar que abastezca a todo el mercado que tener varias empresas compitiendo (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Un monopolio natural surge principalmente de dos fuentes: a) de la formación de economías de escala y; b) economías de alcance (Universidad de la República, 2003). Cuando se presenta esta situación, si existiera más de una empresa participando en el mercado, cada una abastecería a una parte del mercado, haciendo que el costo medio de cada una fuera más alto que el costo que tendría si solo hubiera una empresa.

En la Gráfica No. 1.11 se puede observar que un monopolio natural tiene economías de escala y sus costos medios y marginales son decrecientes. Por esta naturaleza, siempre el coste marginal va a ser inferior al costo medio, provocando que en el caso de que la empresa no estuviera regulada, la cantidad que produciría sería ( $Q_m$ ), vendiendo a un precio de ( $P_m$ ). Sin embargo, como vimos anteriormente, este precio provoca perjuicios en el bienestar de los consumidores, por lo que los organismos reguladores, en el caso de ciertos sectores prioritarios para el desarrollo social, como la electricidad, la salud, etc., estarían interesados en bajar el precio al que vende

la empresa hasta un nivel competitivo ( $P_c$ ). Pero a ese nivel de precio, la empresa no lograría cubrir el costo medio, llevando a la empresa a la quiebra.

Entonces, para este tipo de empresas, la mejor alternativa es fijar un precio ( $P_r$ ), el cual se encuentra en un punto en el que se cruzan las curvas de costo medio y de ingreso medio. Es decir, es el punto en donde no obtiene ningún tipo de beneficio monopolístico y la producción es la mayor posible, sin provocar la quiebra de la compañía, aunque en este punto no existe el exceso de beneficios (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

**Gráfica No. 1.11: “Monopolio Natural”**



Fuente: Pindyck & Rubinfeld, 2009.

Este tipo de situación se presenta frecuentemente en los servicios públicos, debido a las inmensas inversiones en infraestructura que se deben llevar a cabo y por la formación de economías de escala. Es por eso que la mayoría de los monopolios naturales son regulados o dirigidos por el Estado. Existe otra solución común que se utiliza para resolver el problema del monopolio natural, que es considerado también como una falla del mercado; por lo que la forma más habitual para solucionarlo es la intervención del Estado. En este caso, la solución ideal es fijar un precio igual al coste marginal y subsidiar la

producción de la empresa, de esta forma la cantidad ofrecida es mayor y la empresa puede seguir funcionando gracias a que las pérdidas las absorbe el Estado. A pesar de ser una solución, muchas veces las subvenciones pueden ser ineficientes (Varian, 2011).

El gran problema de la gestión pública de los monopolios radica en que es difícil medir los costos de los servicios públicos regulados. Las comisiones reguladoras suelen obligar a las empresas de servicios públicos a ser transparentes respecto a sus costos y los pagos que realizan a sus proveedores, mientras que en la administración pública centralizada, a pesar de los esfuerzos, es más difícil que se lleve a cabo una rendición de cuentas transparente. Por esta razón probablemente sea más complicado pedir cuentas a los directivos de los monopolios del Estado que a los directivos de los monopolios que están regulados (Varian, 2011).

## **Oligopolio**

Es una estructura en donde existe un número reducido de empresas que controlan el mercado, al mismo tiempo que existe un número muy grande de compradores (Salas, 2015). Las empresas que participan en este tipo de mercados dejan de ser precio aceptante e incorporan a sus decisiones las conductas específicas de sus competidores. Además, los participantes producen el mismo bien o alguno muy similar; de igual forma no hay libre entrada y salida de empresas ya que la gran mayoría de las veces en este tipo de situaciones existen grandes barreras que son resultado de los altos niveles de inversión que se manejan o de las mismas características de la producción (Zofío, 2007).

En estas condiciones, las empresas pueden diferenciar sus productos, lo que en ocasiones beneficia a los consumidores, pero a un cierto nivel de precio. Sin embargo, la interdependencia oligopolística también puede fomentar las prácticas anticompetitivas (OCDE, 1999). Esto se debe a que en muchos países se han formulado un gran número de leyes que buscan impedir la formación de oligopolios, al mismo tiempo que las comisiones de competencia castigan las prácticas anticompetitivas, aunque muchas veces dichos actos pasan desapercibidos o se crea colusión entre las mismas empresas que participan en el oligopolio, lo que les permite comportarse como un monopolio, dándoles la capacidad de fijar el precio.

Cuando se presentan este tipo de mercados, debe existir un comportamiento estratégico por parte de las empresas participantes ya que si una empresa decide disminuir el precio de sus productos para atraer compradores y aumentar sus ingresos, el resultado efectivo de sus acciones dependerá de la reacción de las otras empresas que actúen en el mercado (Salas, 2015).

Uno de los grandes riesgos de los oligopolios es que cada empresa tiene en cuenta las decisiones de sus competidoras y supone que estas hacen exactamente lo mismo, por lo tanto, las empresas pueden adoptar un comportamiento competitivo o de colusión; aunque las diferentes comisiones y tribunales de competencia, tienen como objetivo que éste último se presente lo menos posible, por las pérdidas de bienestar que éstos traen a la sociedad, al igual que los monopolios.

Una de las grandes interrogantes de los mercados en donde existe un oligopolio es encontrar el equilibrio y para esto es muy importante definir el



equilibrio de Nash<sup>9</sup>, el cual puede aplicarse a los mercados oligopolísticos en donde se busca el mejor resultado posible en función de las estrategias que han adoptado las otras empresas competidoras, por lo que es natural suponer que estas obtienen el mayor beneficio posible dados los resultados de esa empresa. Cada empresa tiene en cuenta a sus competidoras y supone que estas hacen lo mismo (Pindyck & Rubinfeld, 2009); simplificando la expresión podría decirse que el equilibrio de Nash plantea que cada empresa obtiene el mejor resultado posible dado el resultado de sus competidoras.

Con el objetivo de maximizar sus beneficios, las empresas en un mercado oligopólico constantemente buscarán la forma de coludirse, ya sea en temas de precios o de cantidades, por lo que para explicar la forma en la que se llega al equilibrio en este tipo de mercados tenemos que revisar los siguientes modelos, siendo el modelo de Cournot la base para entender los demás, ya que todos se simplifican a él.

## **El modelo de Cournot**

Para simplificar el modelo, se supone que el mercado es un duopolio<sup>10</sup>, donde las empresas producen un bien homogéneo y conocen la curva de demanda del mercado. Cada una debe decidir la cantidad que va a producir y las dos toman sus decisiones simultáneamente.

Cuando una empresa toma su decisión de producción tiene en cuenta a su competidora. Sabe que está también decide la cantidad que va a producir y

---

<sup>9</sup> Es una situación en donde los individuos no tienen ningún incentivo a cambiar su estrategia tomando en cuenta la estrategia de sus rivales. En este punto no necesariamente se obtiene la mayor ganancia para todos los individuos en conjunto. Sólo se cumple que cada uno responde de manera óptima ante la estrategia de los demás (Varian, 2011).

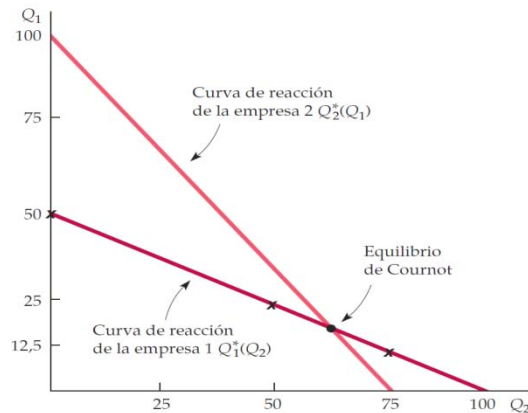
<sup>10</sup> Mercado en donde únicamente dos empresas acaparan la producción de un bien.

el precio de mercado depende de la producción total de las dos empresas. La esencia del modelo de Cournot radica en que cada una de las empresas considera fijo el nivel de producción de su competidora cuando decide la cantidad que va a producir (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Para encontrar el equilibrio de “Cournot” es necesario calcular la cantidad que produce cada empresa, por lo que se debe considerar la curva de reacción de cada una, ya que éstas nos dicen cuánto van a producir dado el nivel de producción de su competidora. En condiciones de equilibrio, cada empresa fija su nivel de producción de acuerdo con su propia curva de reacción, por lo que los niveles de producción de equilibrio se encuentran en el punto de intersección de las dos curvas de reacción (Pindyck & Rubinfeld, 2009). Hay ocasiones en las que, por la forma de las curvas de reacción, la intersección podría no ser única y en ese caso se tendrían equilibrios múltiples (Tirole, 1990).

El equilibrio de “Cournot” se denomina como aquella combinación de niveles de producción en donde cada empresa maximiza sus beneficios, dadas sus expectativas sobre la decisión de producción de la otra empresa y, además, esas expectativas se confirman: cada empresa elige el nivel óptimo de producción que la otra espera que produzca. En el equilibrio de “Cournot”, a ninguna de ellas le resulta rentable variar su producción (Varian, 2011).

### Gráfica No. 1.12: “Equilibrio de Cournot”



Fuente: Pindyck & Rubinfeld, 2009.

La crítica más común al modelo, ya que suponiendo que dos empresas producen inicialmente cantidades diferentes a las que se dan en el equilibrio de Cournot, surge la pregunta de cómo las ajustarán hasta alcanzar este punto. Sin embargo, este no hace mención acerca de la dinámica del proceso de ajuste. En realidad, durante cualquier proceso de ajuste, no se cumple el supuesto fundamental del modelo según el cual cada empresa puede suponer que el nivel de producción de su competidora está fijo y dado que ambas empresas ajustarían su nivel de producción, ninguno de los dos niveles estaría fijo, es decir, le falta ser dinámico (Pindyck & Rubinfeld, 2009).

Por esta razón, la teoría nos dice que el equilibrio en el mercado se alcanza mediante un proceso que no sea estático, en donde las dos empresas ajustan sus cantidades hasta que éstas son compatibles entre sí al no provocar variaciones sucesivas. Aunque pudiera darse el caso en que ambos duopolistas se coludieran y se comportasen como un monopolio (Zofío, 2007).

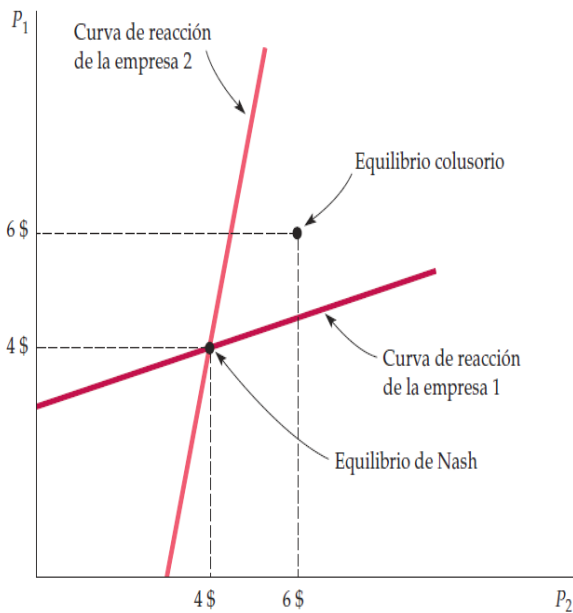
## El modelo de Bertrand

En el modelo de Cournot las empresas eligen su nivel de producción y dejan que el mercado determine el precio. Si se plantea el mismo modelo de forma inversa, es decir, suponiendo que las empresas fijan el precio y dejan que el mercado determine la cantidad que se vende, el modelo pasaría a ser lo que se conoce como competencia de Bertrand.

Cuando una empresa elige su precio, ésta tiene que predecir el precio fijado por la otra empresa de la industria para tomar su decisión, por lo que al igual que en el caso del equilibrio de "Cournot", se debe encontrar una combinación de precios tal que cada uno sea una elección que maximice los beneficios, dada la elección de la otra empresa. Cuando las empresas que participan en un mercado producen el mismo producto, el equilibrio de "Bertrand" tiene una estructura muy sencilla, ya que el equilibrio competitivo se alcanza en donde el precio es igual al costo marginal.

El mecanismo del modelo de Bertrand tiene los siguientes supuestos: a) existen dos empresas que tienen un precio mayor al costo marginal, cuando la empresa uno baja su precio en un pequeña cantidad y la otra lo mantiene fijo; b) todos los consumidores preferirán comprar en el empresa que disminuyó su precio, con lo que estaría atrayendo a todos los clientes de su competidora gracias a que modificó el precio del producto de forma arbitraria. Sin embargo, llegará el momento en que no pueda bajar más su precio cuando este se iguale con el costo marginal; la otra empresa pensará de la misma forma que la primera y disminuirá su precio. Por esta razón se dice que si el precio es superior al costo marginal, no puede haber equilibrio, ya que el único posible es el equilibrio competitivo (Varian, 2011).

### Gráfica No. 1.13: “Equilibrio de Bertrand”



Fuente: Pindyck & Rubinfeld, 2009.

La gráfica describe el comportamiento de dos empresas que venden un producto diferenciado y la demanda de cada una depende tanto de su propio precio como del precio de su competidora. Las dos eligen sus precios al mismo tiempo y cada una considera dado el precio de la otra.

La curva de reacción de la empresa 1 indica el precio que maximiza los beneficios en función del precio que fija la otra y viceversa. El equilibrio de Nash se encuentra en el punto de intersección de las dos curvas de reacción; obteniendo los mejores resultados posibles dado el precio de su competidora y no tienen incentivos para alterarlo. También muestra el equilibrio colusorio, es decir si las empresas se unen para fijar el precio.

Esta competencia de precios entre las empresas, tiene por objetivo acaparar un mayor segmento del mercado, siempre y cuando las empresas no sean capaces de coludirse o llegar a un acuerdo, lo que puede dar lugar a precios mucho más bajos que los que pueden lograrse a través de otros medios. En esto radica la lógica de que las comisiones de competencia económica castiguen tanto los temas de colusión y vigilen los mercados en donde hay monopolios y oligopolios.

Este modelo es importante conocer porque aunque actualmente no aplica para el mercado eléctrico mayorista, en el futuro podría llegar a ser útil si se la normatividad cambia y se liberan completamente los precios de los energéticos.

## El modelo de Stackelberg

Este modelo es similar al de Cournot ya que acepta los mismos supuestos, con la única diferencia de que las decisiones de producción de cada una de las empresas no se llevan a cabo de forma simultánea, sino que se realiza de forma secuencial, en donde la empresa líder selecciona la cantidad primero, con la que la seguidora observará y tomará su decisión de producción.

Dado que la empresa líder anticipa la reacción de la empresa seguidora, puede fijar una cantidad  $y_1 = a/2b$ , donde  $a$  es la constante de la función y  $b$  es la pendiente de la misma, siendo que  $y$  representa el nivel de producción de cada empresa; mientras que a la seguidora le quedará una cuota de mercado igual a  $y_2 = a/4b$ , que es el resultado de sustituir  $y_1 = a/2b$  en:

$$R_2(\bar{y}_1) = (a - b\bar{y}_1)/2b$$

En esta situación, la empresa líder no volverá a reajustar su producción de acuerdo a  $y_2 = a/4b$  produciendo  $y_1 = 3a/8b$  (que aumentaría su beneficio), porque esto llevaría a una reacción de la empresa seguidora que, de seguir adelante, desemboca en una espiral que lleva al equilibrio de Cournot (Zofío, 2007). Desde el punto de vista de la empresa seguidora, cuando esta desea maximizar sus beneficios se enfrentará a la siguiente función  $\max_{y_2} P(y_1 + y_2)y_2 - C_2(y_2)$ , donde " $y$ " es la producción y " $C$ " es el costo unitario. En este modelo, el beneficio de la seguidora está en función del nivel de producción que elija la empresa líder, por lo que la seguidora asume que el nivel de producción de la líder está dado, es decir, la producción de la líder ya se ha realizado. Por esta razón, para la seguidora la producción de la empresa líder se toma como una constante (Varian, 2011).

La empresa seguidora va a elegir el nivel de producción en donde el ingreso marginal sea igual al costo marginal:

$$IM_2 = P(y_1 + y_2) + \frac{\Delta p}{\Delta y_2} y_2 = CM_2$$

Lo que esta ecuación describe es que cuando el seguidor aumenta su producción, su ingreso se va incrementar de igual manera, ya que va a vender más al precio de mercado. Sin embargo, también presiona a la baja el precio en  $\Delta P$ , por la expansión en la oferta, lo que hace que los beneficios generados por todas las unidades que antes vendía al precio más alto, se reduzcan.

Suponiendo que existe una curva de demanda lineal, se puede construir una curva de reacción; en donde la función inversa de demanda adopta la siguiente forma  $P(y_1 + y_2) = a - b(y_1 + y_2)$ ; para explicarlo mejor se toman los costos como iguales a cero (Varian, 2011). En ese caso, la función de beneficio de la empresa 2 es  $\pi_2(y_1, y_2) = [a - b(y_1 + y_2)] y_2$ ; esta expresión puede utilizarse para trazar las líneas isobeneficio<sup>11</sup>, como se aprecian en la Gráfica 1.15. Estas líneas representan las combinaciones de  $y_1$  y  $y_2$  que generan un nivel constante de beneficio a la empresa 2. Es decir, las líneas isobeneficio están formadas por todos los puntos  $(y_1, y_2)$  que satisfacen las ecuaciones de la forma:

$$ay_2 - by_1y_2 - by_2^2 = \bar{\pi}_2$$

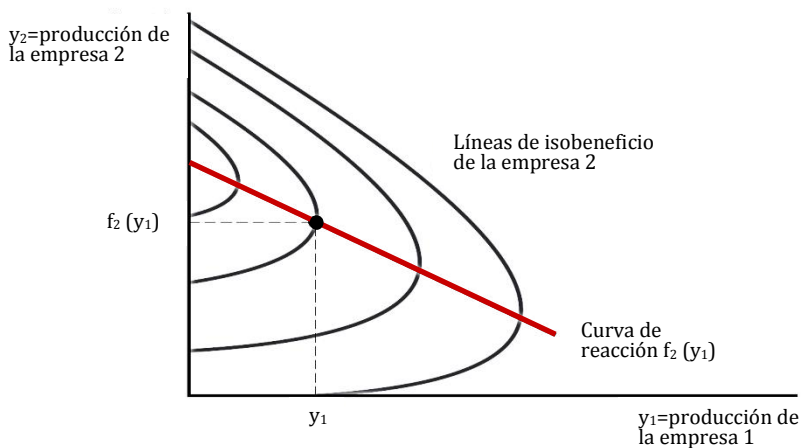
En la Gráfica No. 1.15 se puede apreciar cómo los beneficios de la empresa 2 aumentan conforme nos desplazamos a líneas isobeneficio que se encuentran más hacia la izquierda ya que si se fija el nivel de producción de

---

<sup>11</sup> Es una sucesión de posibles combinaciones de insumos, que permiten obtener el mismo beneficio.

la empresa 2, sus beneficios van a ir aumentando a medida que disminuye la producción de la empresa 1, hasta llegar al punto en que la empresa dos se convierta en un monopolio, es decir, en donde la empresa 1 ya no produce nada. Estos diferentes niveles de producción de cada empresa se podrían fijar en el punto en donde la curva de reacción se intersecta con las curvas de isobeneficio tal como se observa en la gráfica 1.14.

**Gráfica No. 1.14: “Curvas de Isobeneficio”**



Fuente: Varian, 2011.

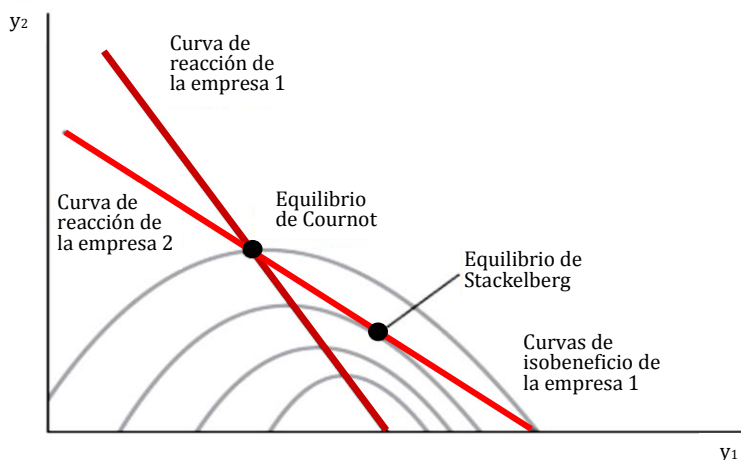
En la Gráfica No. 1.15, se muestra las curvas de reacción de ambas empresas y las curvas isobeneficio de la empresa 1, donde se observa que tienen la misma forma general que las de la empresa 2, solo que giradas noventa grados. La empresa 1 obtiene más beneficios en las curvas más bajas, ya que sus beneficios aumentan conforme disminuye la producción de la empresa 2 (Varian, 2011).

Dado que en este caso la empresa 2 se comporta como una seguidora, esta va a elegir un nivel de producción que se encuentre a lo largo de su curva de



reacción,  $f_2(y_1)$ . Entonces, la empresa 1 quiere elegir una combinación de producción de la curva de reacción que le permita generar los mayores beneficios posibles; eso significa que debe elegir un punto de la curva de reacción que toque la curva isobeneficio más baja. La lógica habitual de la maximización nos indica que la curva de reacción debe ser tangente a la curva isobeneficio en ese punto, por lo que es ahí en donde encontramos el equilibrio de Stackelberg.

**Gráfica No. 1.15: “Curvas de reacción y los equilibrios”**



Fuente: Varian, 2011.

Los oligopolios son una de las estructuras de mercado más frecuentes en la realidad y en donde la interdependencia entre las decisiones de las firmas es fundamental para sus resultados. Mientras el modelo de Stackelberg se basa en el liderazgo de una de las empresas, los modelos de Cournot y Bertrand asumen que la interdependencia entre las firmas es simultánea. La gran diferencia entre estos últimos, es que mientras en Cournot se supone que la variable de decisión de las firmas es la cantidad que hay que producir, en el modelo de Bertrand la decisión de cada firma corresponde al precio a cobrar por su producto. Ambos tipos de decisiones son frecuentes en la vida real,

aunque las decisiones de precio se asocian más con el corto plazo, y las de cantidades o capacidades con el largo plazo (Tarziján & Paredes, 2002).

Una diferencia importante entre los modelos de Cournot y Bertrand es que mientras la función de reacción tiene pendiente negativa cuando las firmas compiten en cantidades, dicha función tiene pendiente positiva cuando las firmas compiten en precios y los productos son sustitutos. Los tres modelos intentan entender la realidad económica dependiendo del mercado que se esté estudiando y las características propias que éste tenga.

### *1.8 La intervención del Estado en el mercado*

Como mencionamos anteriormente, cuando las libres fuerzas del mercado llevan a los mercados a situaciones indeseables que traen efectos negativos a los agentes económicos y que son resultado del funcionamiento ineficiente en la asignación de recursos por parte de éstas fuerzas, se le conoce como fallos de mercado (Mochon, 2010). Los principales fallos de mercado que existen en la economía son:

- Las externalidades
- Los bienes públicos
- La competencia imperfecta
- Los ciclos económicos
- La distribución desigual del ingreso

Los primeros tres de estos fallos ya se mencionaron anteriormente, por lo que únicamente explicaremos de forma general los dos últimos. En primer lugar, debemos mencionar que los ciclos económicos son fluctuaciones de la actividad económica que ocurren por fases en donde el auge y la crisis son

sus puntos extremos, siendo la expansión y la recesión los periodos de transición entre los mismos, este comportamiento se presenta de forma cíclica.

Esta inestabilidad provocada por el ciclo económico constituye un fallo de mercado porque afecta directamente a la producción y al empleo de un país, repercutiendo en los salarios, los costos, el ingreso de las familias, entre otras cosas. Es aquí cuando se presenta uno de los grandes dilemas del Estado, la intervención o la no intervención a través de la política económica. Es por eso que muchas personas consideran que el Estado debe intervenir en la economía para dinamizarla en periodos de recesión y adoptar medidas que favorezcan un desarrollo sostenible que permita suavizar las fluctuaciones del ciclo económico (Mochon, 2010).

El primer teorema fundamental de la economía del bienestar establece que la economía sólo es eficiente en el sentido de Pareto en determinadas circunstancias o condiciones. Estos fallos de mercado, provocan que los mercados no sean eficientes en el sentido de Pareto, por lo que constituyen un argumento a favor de la intervención del Estado.

## **I.2. Teoría del Estado del Bienestar**

Como se vio en la primera parte de este capítulo, la Teoría Neoclásica marca que la libertad y la propiedad privada son las condiciones para que cada individuo haga el mejor uso, eficiente y racional de sus recursos, contribuyendo a maximizar el bienestar total de la economía; por lo que la intervención del Estado obstaculizaría estos procesos. Sin embargo, debido a que existen fallos en el mercado, han desarrollado teorías en las que se sustenta la intervención estatal.

La Teoría del Estado del Bienestar surge cuando se planteó la idea de la necesidad de la intervención estatal, no sólo en el plano económico, sino también en el plano del bienestar social (Vázquez, 2005). Este pensamiento tiene como premisa que la libertad del mercado se garantiza mediante el respeto de los derechos de propiedad privada y la total autonomía del Estado. La libertad individual de los participantes del mercado puede ser regulada por el Estado en defensa de intereses públicos y del mercado, así como para lograr la transparencia dentro de él (Vázquez, 2005).

Cuando se habla de política pública, siempre existirá un gran debate en torno a la eficiencia y la equidad, ya que existe una disyuntiva entre ambas debido a que se ha visto que guardan una relación inversa entre sí y la gran pregunta para los creadores de políticas públicas es: ¿A cuanta eficiencia se tiene que renunciar para reducir la desigualdad?

Algunos teóricos sostienen que la desigualdad es el problema fundamental de la sociedad y que debe ser reducida al máximo sin preocuparse por las consecuencias que pueda tener para la eficiencia; mientras que otras afirman que la cuestión crucial es la eficiencia; su argumento radica en que en el largo plazo, la mejor forma de ayudar a las personas de escasos recursos es no preocuparse por la distribución, sino por aumentar el tamaño de la riqueza general, haciendo que crezca lo más rápido posible, para que haya más bienes disponibles para la sociedad (Stiglitz, 2000).

Esta teoría tiene como principales objetivos la seguridad económica y social, la reducción de la desigualdad y la lucha contra la pobreza (Bandrés, 1996). En lo que respecta a la seguridad económica el Estado de Bienestar está orientado a mantener el nivel de vida de los ciudadanos, intentando protegerlos de determinados riesgos y contingencias derivados de la

incertidumbre en los sucesos que se esperan y los que pueden aparecer repentinamente sobre los flujos de ingresos de los individuos.

En general, esta característica suele apreciarse en forma de prestaciones económicas de la Seguridad Social, que permiten la garantía de recursos económicos y de la prestación de servicios públicos básicos, como la educación, sanidad, acceso a la energía, vivienda, cultura, entre otros, lo que evita que la provisión de estos servicios recaiga únicamente en manos de privados.

Por su parte, en el afán de reducir la desigualdad económico-social, el Estado, quien tiene la capacidad de modificar la estructura de la distribución de la renta tanto a través del sistema tributario como por medio de la provisión de ciertos bienes y servicios públicos, debe tener como objetivo corregir algunas externalidades negativas que el mercado no logra resolver. Sin embargo, la creencia y evidencia empírica de que el Estado de Bienestar puede promover la igualdad social a través del gasto público social se contraponen con otros argumentos y evidencias que ponen en duda los efectos redistributivos del Estado de Bienestar. Estas objeciones son principalmente (Rodríguez, 2004):

- El gasto social, en este escenario, perdería su capacidad redistributiva ya que, la universalización de los servicios provocaría que las clases medias se vieran mucho más beneficiadas que las más pobres.
- El gasto público transfiere renta dentro de la clase trabajadora, lo que se conoce como redistribución horizontal; sin embargo, no produce que ésta cambie de una clase social a otra, llamada redistribución vertical.

Finalmente, la lucha contra la pobreza tiene por objetivo la integración social de los más necesitados por medio de la implementación de programas sociales como son las prestaciones o alguna especie de seguro de desempleo gubernamental o el salario mínimo, entre otros.

Una vez mencionadas las características del Estado del Bienestar, pasaremos a la explicación de la teoría keynesiana que, como se mencionó antes, tiene como principio central la intervención estatal como un estabilizador de la economía. Actualmente, las formas más comunes en las que el Estado interviene en la economía son las siguientes:

- Proporcionando un marco normativo adecuado para que el sistema de mercado funcione de la mejor manera, se aprovechen y se distribuyan los recursos de la forma más eficiente posible, siempre procurando que exista la competencia en el mismo.
- Con fines de la redistribución del ingreso y la riqueza, el Estado utiliza el sistema fiscal, para incentivar algunos sectores que determine estratégicos para el desarrollo del país.
- La política fiscal y monetaria se han convertido en una de las principales herramientas del gobierno para hacer frente a los problemas de desempleo, inversión e inflación. Estas dos sirven como estabilizadores en las diferentes etapas del ciclo económico.

## *2.1 Teoría Keynesiana*

Tras la Crisis del 29, el economista británico John Maynard Keynes, llegó a poner en tela de juicio la factibilidad del libre mercado para sacar del bache en el que estaba la economía. El principal postulado de ésta teoría es que la demanda agregada, es decir, la suma del gasto de las familias, las empresas

y el gobierno, es el principal estímulo de la economía. Bajo este modelo el libre mercado carece de mecanismos automáticos que lleven al equilibrio y al pleno empleo<sup>12</sup>, por esta razón se justifica la intervención del Estado a través de políticas públicas orientadas a lograr la estabilidad de precios y el pleno empleo.

Keynes argumentaba que una demanda general inadecuada podría dar lugar a largos períodos de alto desempleo, mientras que la producción de bienes y servicios de una economía es la suma de cuatro componentes: consumo, inversión, compras del gobierno y el saldo de la balanza comercial; por lo que cualquier incremento de la demanda debe provenir de la expansión de alguno de esos cuatro componentes. Para ésta teoría durante una recesión, existe una serie de fuerzas económicas que deprimen la demanda cuando cae el gasto, ya que estos periodos suele disminuir la confianza de los consumidores. Esa reducción del gasto de consumo se traduce generalmente en una menor inversión por parte de las empresas, resultado de una menor demanda de sus productos. Por lo tanto, en estos periodos es sumamente importante la participación del Estado para estimular el producto ayudando a reducir la amplitud del ciclo económico. En la teoría keynesiana existen tres elementos fundamentales que explican el funcionamiento de la economía (Jahan, et al., 2014):

- Las decisiones públicas y privadas afectan a la demanda, ya que el comportamiento del sector privado en ocasiones puede generar resultados macroeconómicos contraproducentes, como una reducción del gasto de consumo durante periodos de recesión. Este comportamiento puede generar fallas en el funcionamiento del mercado lo que obliga al gobierno a implementar políticas activas. En

---

<sup>12</sup> Es aquella situación en la que la demanda laboral es igual a la oferta de empleos, al nivel dado de los salarios reales.

este sentido podría considerarse que ésta teoría propone una economía mixta guiada principalmente por el sector privado pero operada en parte por el Estado.

- Los precios, responden lentamente a las variaciones de la oferta y la demanda por lo que se producen situaciones periódicas de escasez y excedentes.
- Las fluctuaciones de la demanda agregada, impactan de mayor forma, en el corto plazo, sobre la producción real y el empleo, no en los precios.

Los modelos keynesianos de actividad económica también incluyen algo que se conoce como el efecto multiplicador; que es cuando el producto varía en función del aumento o disminución del gasto, así mismo por parte de la inversión, la teoría postula que cuando se presenta un aumento de la inversión agregada, el ingreso se incrementará en una proporción que está en función del cambio en la inversión (Keynes, 2001). A diferencia de los neoclásicos, Keynes proponía la aplicación de políticas fiscales anti-cíclicas, que actúan en sentido contrario al del ciclo económico, como el mantener un gasto deficitario destinado a proyectos de infraestructura que demanden mucha mano de obra para estimular el empleo y estabilizar los salarios cuando la economía se contrae, y elevarían los impuestos para enfriar la economía y evitar la inflación ante un abundante crecimiento de la demanda (Jahan, et al., 2014).

Esta teoría sostiene que la política monetaria puede y debe usarse para estimular la economía ya que el dinero es no neutral, a través de la reducción de las tasas de interés para estimular la inversión, ya que el Estado tiene la capacidad de calcular la eficiencia marginal del capital, aunque en este sentido Keynes advierte acerca de la trampa de la liquidez, el cual es un



fenómeno que se presenta cuando se da un incremento de la oferta monetaria, por la expansión del gasto público, que no se logra reducir mediante las tasas de interés, por lo que no estimula el producto y tampoco el empleo; esto pone en tela de juicio uno de los principales supuestos neoclásicos que es la neutralidad del dinero (Keynes, 2001).

La escuela keynesiana postula que los gobiernos deben preocuparse por resolver los problemas a corto plazo y esperar que las fuerzas del mercado corrijan los desequilibrios en el largo plazo. En esto radica uno de los argumentos por lo que la teoría propone que las políticas públicas se ajusten a las necesidades de la economía cada pocos meses con el fin de mantener el pleno empleo. De hecho, los keynesianos creen que los gobiernos no pueden saber lo suficiente como para aplicar con éxito un ajuste preciso, a pesar de si alguien tiene acceso a información privilegiada, son precisamente los gobiernos, que es lo que podríamos considerar como lo más cercano a un agente económico con información completa, es decir, creen que existe información asimétrica en los mercados, lo cual impide que se llegue al equilibrio de manera “natural” es por eso necesaria la intervención del Estado (Jahan, et al., 2014).

En este sentido, con el desarrollo tecnológico de los últimos años, especialmente de la informática, se han desarrollado métodos más eficiente de recolección y captura de datos, lo cual ha permitido a los agentes económicos tener un mayor acceso a la información, lo que en teoría se traduciría en mejores decisiones, causando una mayor eficiencia en el mercado. En esto radica una de las razones principales de que los gobiernos tengan tanto interés en que exista mayor transparencia en los datos de las empresas privadas y en las acciones que llevan a cabo los consumidores.

## *2.2 Impuestos y subsidios*

Los impuestos se pueden definir como la aportación coercitiva que los particulares hacen al sector público, sin especificación concreta de las contraprestaciones que deberán recibir (Rosas & Santillán, 1962). A diferencia de la mayoría de las transferencias de dinero entre personas, las cuales son voluntarias, los impuestos son obligatorios, ya que estas contribuciones se utilizan para pagar los servicios públicos y si no lo fueran, nadie tendría incentivos para contribuir debido al problema del polizón.

Los impuestos pueden dividirse principalmente en dos grandes grupos: los impuestos directos, los cuales se imponen sobre las personas físicas y sobre las empresas, tales como el Impuesto Sobre la Renta, Impuesto Sobre Nómina, el predial, etc.; este tipo de impuestos tienen como principal ventaja la capacidad que le dan al Estado saber cuánto ingreso obtendrá por ese concepto, además de que a través de ellos se puede aplicar mejor una política de redistribución del ingreso y en tiempos de inestabilidad económica su recaudación disminuye en menor nivel que los indirectos. Sin embargo, este tipo de impuestos son muy sensibles para los contribuyentes, ya que son poco elásticos. De igual forma son más propensos a la evasión y son poco productivos.

Por otra parte están los impuestos indirectos, los cuales gravan bienes y servicios, como es el I.V.A., los I.E.P.S, impuestos a la importación y exportación, entre otros. Las ventajas que tienen es que son poco perceptibles para los consumidores, tienen la capacidad de gravar a la mayor parte de la población; mientras que sus principales desventajas son que afectan en mayor cuantía a los estratos más pobres. No tienen la misma

fuerza que los directos en momentos de inestabilidad y los gastos de recaudación en los que se incurren, son muy elevados.

El diseño de los sistemas tributarios es un tema muy complejo ya que a la mayoría de la gente le gustaría pagar menos impuestos, por esta razón para Joseph Stiglitz (2000) menciona que un sistema tributario debe tener cinco propiedades, también conocidos como principios de la tributación:

1. **Eficiencia:** el sistema tributario no debe ser distorsionador; si es posible, debe utilizarse para aumentar la eficiencia económica.
2. **Sencillez administrativa:** los costes de administración y de cumplimiento del sistema tributario deben ser bajos.
3. **Flexibilidad:** el sistema tributario debe poder adaptarse fácilmente a los cambios de las circunstancias.
4. **Responsabilidad política:** el sistema tributario debe ser transparente.
5. **Justicia:** el sistema tributario debe ser o debe considerarse que es justo, que trata de forma similar a los que se encuentran en circunstancias similares y que obliga a pagar más impuestos a los que pueden soportar mejor la carga tributaria.

Como se ha mencionado previamente en el capítulo, si no existieran los fallos de mercado, la economía asignaría automáticamente los recursos de una manera eficiente. Ya que la información que es transmitida al mercado a través de los precios provocaría que la producción, el intercambio y la combinación de bienes fuera eficiente en el sentido de Pareto. Por esta razón, si consideramos que la mayor parte de los impuestos alteran los precios

relativos, se puede decir que éstos distorsionan las señales de los precios y, en consecuencia, cambian la asignación de los recursos.

Algunos autores sostienen que el sistema tributario reduce los incentivos para ahorrar y trabajar y distorsiona otras decisiones relacionadas con el consumo y la producción, alterando el equilibrio de la economía (Stiglitz, 2000). Por ejemplo, un impuesto sobre los intereses puede disminuir el ahorro y, a la larga, el stock de capital, lo que, a su vez, puede reducir la productividad de los trabajadores y sus salarios; a esto se le conoce como repercusiones indirectas de los impuestos. Esto trae efectos que tienen importantes consecuencias distributivas que son contrarias a lo que se pretendía originalmente.

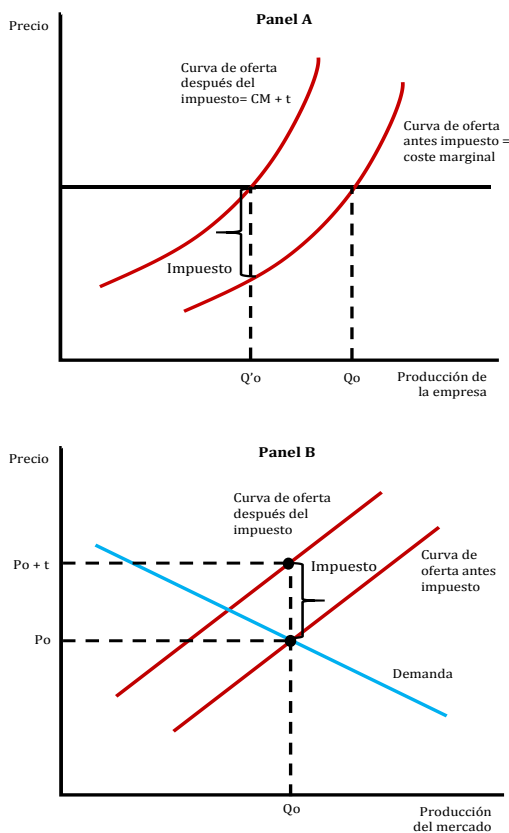
Por otra parte, los impuestos pueden clasificarse por el grado en el que influyen en el comportamiento y las preferencias de las personas, en impuestos distorsionadores y no distorsionadores. Si bien todo sistema tributario influye en la conducta de las personas, lo deseable es que los afecte lo menos posible; un impuesto es no distorsionador si y sólo si el individuo no puede hacer nada para alterar sus obligaciones fiscales, en ocasiones se le conoce a los impuestos de este tipo como de cuantía fija (Stiglitz, 2000), estos no alteran la conducta o la reasignación de los recursos; lo único que ocurre es que la disminución de la renta después de deducir los impuestos produce un efecto-renta.

Existen distorsiones cuando las personas intentan alterar sus obligaciones fiscales. Es por eso que todo impuesto sobre las mercancías se considera distorsionador, ya que una persona puede alterar sus obligaciones fiscales comprando simplemente una menor cantidad del bien gravado. Lo mismo

sucede con un impuesto sobre la renta, ya que los contribuyentes pueden reducir sus obligaciones fiscales trabajando menos o ahorrando menos.

A su vez, cuando hablamos del sistema tributario siempre hay que tener en cuenta quien paga realmente los impuestos, a esto se le conoce la incidencia del impuesto, la cual puede ser muy distinta a la que los reguladores pretenden. Cuando dos impuestos son distintos uno del otro pero produce el mismo efecto o uno muy similar, se les conoce como impuestos equivalentes.

**Gráfica No. 1.16: “Incidencia de los Impuestos”**

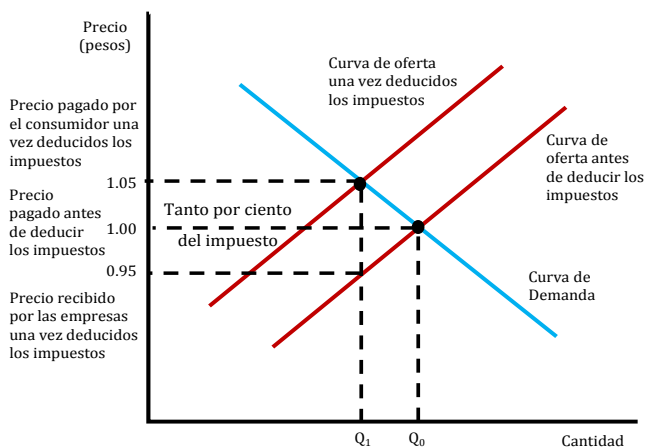


Fuente: Stiglitz, 2000.

Pasando a un análisis más económico del efecto de los impuestos, podemos observar que éstos aumentan el precio de los bienes que venden las empresas, provocando una disminución en la demanda del bien. Como muestra la Gráfica No. 1.16, si una empresa paga un impuesto fijo por unidad producida, la influencia que éste tendrá en el la cantidad ofertada será significativo, si se decide mantener el precio de venta, ya que al incrementarse el costo de producción en la cuantía del impuesto; la cantidad ofrecida tendrá que disminuir, debido a que en ese precio las empresas no están dispuestas a ofrecer el mismo número de bienes que antes.

Las gráficas anteriores nos muestran el impacto de un impuesto tanto sobre los productores como sobre los consumidores de forma independiente, por lo que en la Gráfica No. 1.17, se observa la incidencia de un impuesto en el equilibrio del mercado.

**Gráfica No. 1.17: “Incidencia de los Impuestos en el Equilibrio”**



Fuente: Stiglitz, 2000.

Con la imposición de un impuesto sobre un bien, la curva de oferta se desplaza hacia arriba en la cuantía del impuesto. Reduciendo la cantidad

consumida, lo que provoca un incremento en el precio que pagan los consumidores por él. El efecto se observa en que ahora los bienes tienen un precio más alto, dado el incremento en el costo, por lo que se produce menos que antes, pero no al nivel que tendría que producir si únicamente la empresa pagara por el impuesto, por lo que se llega a un nivel de producción donde las empresas absorben una parte del impuesto pero también los consumidores (Stiglitz, 2000).

Cuando un impuesto hace disminuir algún factor de la producción, generalmente los salarios, exactamente en el mismo monto del impuesto; decimos que el impuesto se ha trasladado hacia atrás. Mientras que si la repercusión de éste se ve directamente reflejado en un aumento del precio, se expresa que se ha trasladado hacia adelante, es decir hacia los consumidores. Aunque como se mencionó antes también pueden existir casos donde solo se trasladen parcialmente hacia alguno de los extremos. Existe un gran debate en torno a los impuestos, ya que éstos crean desequilibrios en el mercado, sin embargo, son necesarios en cierta medida, ya que a través de ellos el Estado financia acciones en favor del crecimiento económico y de la protección de los grupos más vulnerables, lo cual constituye una de las funciones básicas del Estado.

Por su parte, los subsidios son gastos que realiza el gobierno que tienen como finalidad incentivar el consumo de determinados bienes que son considerados como fundamentales o estratégicos y que impactan directamente en el bienestar de una sociedad. En este sentido, desde el punto de vista económico los subsidios funcionan de forma opuesta a los impuestos, por lo que se genera una erogación fiscal en vez de una recaudación fiscal.

En este caso, el subsidio provoca una reducción en el precio que paga el consumidor final por un bien ocasionando un desplazamiento de la curva de demanda hacia la derecha, incrementando la cantidad demandada de ese bien y obligando al gobierno a subvencionar el monto necesario para que los oferentes produzcan la cantidad necesaria para satisfacer la demanda a ese nivel de precio.

### **I.3. Desarrollo Social**

Según el Banco Mundial, el desarrollo social se concentra en la necesidad de poner a las personas en primer lugar en los procesos de desarrollo. El desarrollo social promueve la inclusión, la cohesión, la capacidad de adaptación, la seguridad ciudadana y la rendición de cuentas como los principios operacionales que definen un desarrollo socialmente sostenible. Es prioritario la inclusión de los pobres y excluidos en el proceso de desarrollo y traduce en operaciones las complejas relaciones entre sociedades, Estados y comunidades (Garrity, 2017). Actualmente, el enfoque de los derechos humanos dentro del desarrollo social, se ha convertido en un pilar de la política social. Los indicadores tradicionales que se utilizan para su medición, son el Producto Interno Bruto (PIB), el PIB per cápita, el nivel de industrialización, alfabetismo, etc.

El desarrollo social implica el mejoramiento de las condiciones de vida y de bienestar de toda la población, sin embargo, en las últimas décadas existe una tendencia de que los programas sociales estén muy focalizados, dejando de lado lo que se conoce como políticas sociales universales. Esta tendencia ha estado definida por criterios de eficiencia y de optimización de los recursos fiscales limitados (Levy, 1991). Este enfoque cada vez es más utilizado en la elaboración de políticas públicas, lo que sea traducido en que el principal



objetivo de los programas sociales sea la reducción de la pobreza. El mecanismo para lograr este objetivo ha sido el impulso del desarrollo humano a través de la ampliación de las capacidades y de las oportunidades de los individuos. Por otra parte, es notoria la relación que existe entre el desarrollo social y el desarrollo económico. Actualmente, existe un consenso de que el crecimiento económico es condición necesaria, pero no suficiente para alcanzar el desarrollo social. Los postulados más recientes recomiendan lograr que el crecimiento económico sea incluyente y contribuya al desarrollo social (Banco Mundial, 2000).

En este sentido, podemos decir que la pobreza es una expresión de la desigualdad económica, por esta razón la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) considera que un pilar fundamental en la disminución en la desigualdad de los ingresos de los hogares son las políticas laborales que tienen como prioridad el mejorar las condiciones de vida de la población. De igual forma, la CEPAL plantea que reducir sustantivamente la desigualdad es una condición indispensable para reducir la pobreza. Así como la parte social está relacionada con la economía, en la política y en el medioambiente, también la diversificación productiva y el cambio estructural no debe analizarse únicamente desde el punto de vista económico, sino que el desarrollo social inclusivo y la mejora de las condiciones de vida de la población deben de verse como un requisito necesario para asegurar la prosperidad económica en un país. Para esta institución, la prosperidad económica, mayores ritmos de crecimiento del PIB, aumentos en la productividad de la economía y la diversificación del aparato productivo son posibles y sostenibles en tanto se reduzca la desigualdad social (CEPAL, 2016).

Por su parte en enero de 2017, el Banco Mundial presentó un informe donde resalta al sector eléctrico como uno en donde las intervenciones estatales son sumamente efectivas para reducir la desigualdad. A través de un gran número de estudios, se ha demostrado que el acceso a la electricidad aumenta los ingresos de los hogares mediante la expansión de la oferta de mano de obra y el fomento del cambio de la mano de obra agrícola al empleo formal (Banco Mundial, 2016).

El informe menciona que el acceso a la electricidad también puede generar ingresos adicionales para los hogares al hacer que las pequeñas empresas, las cuales son el sustento de la economía doméstica, para que sean más rentables y productivas. De igual forma, el acceso a la electricidad e iluminación otorga mayores oportunidades para estudiar, lo que se asocia con un mayor grado de asistencia escolar. Por su parte, la electrificación de las zonas rurales tiene efectos positivos en este tipo de comunidades, provocando un beneficio para la población ya que presentan mejoras en la seguridad, la salud y la educación.

Por último, los programas de electrificación pueden tener grandes beneficios inmediatos para la salud al disminuir la contaminación del aire en el interior de los hogares de escasos recursos, permitiendo que el queroseno y la leña, que son combustibles regularmente utilizados en los hogares rurales, sean reemplazados con otras fuentes de energía para la iluminación o la cocción de alimentos que son menos dañinos al medio ambiente y sobretodo más eficientes. Para 2013, la Agencia Internacional de la Energía calculó que aún había 1,200 millones de personas sin acceso a la electricidad, lo que representa el 17% de la población mundial (Banco Mundial, 2016).

# CAPITULO II. EL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO A TRAVÉS DE LOS AÑOS (1879-2017)

---

## II.1. La Evolución del Sector Eléctrico en México

El origen de la generación de energía eléctrica en México, se sitúa a finales del siglo XIX cuando en la ciudad de León, Guanajuato; en el año de 1879, se instaló la primera planta generadora que abastecía de electricidad a una fábrica textil llamada “La Americana”. Este acontecimiento fue de suma importancia para el desarrollo del país, ya que otros sectores, especialmente el minero, adoptaron esta forma de generación impulsando la expansión del naciente sistema eléctrico nacional, el cual inició en la industria y posteriormente fue utilizado por el sector público y residencial.

Para el año de 1889 operaba la primera planta hidroeléctrica en Batopilas, Chihuahua y extendió sus redes de distribución hacia mercados urbanos y comerciales donde la población tenía mayor capacidad económica (CFE, 2014). Para ese mismo año, la capacidad instalada de generación eléctrica en México era de 31 039 KW (kilowatts) los cuales se concentraban en la industria textil y minera, todas de capital privado con concesión pública, lo cual sería insuficiente hasta para una comunidad de 100 personas con electrodomésticos básicos (Véase Anexo 3). Con el paso del tiempo y la expansión del sector eléctrico, se organizaron más de cien empresas eléctricas con tecnologías diversas, diferentes frecuencias de generación, voltaje, en corriente alterna y directa. La mayoría eran plantas aisladas para

industrias, alumbrado público y pocos servicios domésticos (Ramos & Montenegro, 2012).

Bajo el gobierno de Porfirio Díaz (1876-1911) el sector eléctrico comenzó a tener el carácter de servicio público, cuando se inició con la colocación de alumbrado público en la Plaza de la Constitución, la Alameda Central, una parte de la calle de Reforma y de algunas otras vías de la Ciudad de México. En la última parte del Porfiriato, comenzaron a venir a México un gran número de empresas extranjeras, que continuaron expandiendo el sector eléctrico, a través de la creación de infraestructura. Dado que existía una gran desorganización en el ramo, se creó la Comisión Nacional para el Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, conocida posteriormente como Comisión Nacional de Fuerza Motriz, que tenía como finalidad el ordenar la industria eléctrica; y el 2 de diciembre de 1933 se tomó la decisión de decretar que la generación y distribución de electricidad serían actividades que le corresponderían parcialmente al Estado mexicano, por lo que el gobierno comenzó a tener participación en estas actividades de la mano con la iniciativa privada.

Con la expansión del sector eléctrico y los avances tecnológicos que requerían de un mayor abasto de electricidad, el 14 de agosto de 1937, se crea la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que tenía como objetivo organizar y dirigir el sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales (CFE, 2014). En el momento de su creación, el país contaba con 18.3 millones de habitantes y solamente 7 millones tenían acceso a la electricidad; además de que había constantes interrupciones y las tarifas que cobraban las empresas

privadas eran sumamente elevadas y no buscaban la electrificación de las zonas rurales. Por esta razón, la CFE comenzó a construir diversas centrales de generación, se ampliaron las redes de transmisión y distribución, lo que benefició a más mexicanos al posibilitar el bombeo de agua de riego y la molienda, así como mayor alumbrado público y electrificación de comunidades. Los primeros proyectos de generación de energía eléctrica de CFE se realizaron en Teloloapan, Guerrero; Pátzcuaro, Michoacán; Suchiate y Xía, Oaxaca; y Ures y Altar, Sonora (CFE, 2014).

En 1938 CFE tenía una capacidad de 64 kW, misma que, en ocho años, aumentó hasta alcanzar 45,594 kW. Entonces, las compañías privadas dejaron de invertir y CFE se vio obligada a generar energía para que éstas la distribuyeran a través de sus redes, mediante la reventa. A partir de esa fecha, la empresa comenzó a adquirir paulatinamente, a algunas empresas que participaban en el sector eléctrico, por lo que en 1960 la CFE aportaba ya el 54% de los 2,308 MW de capacidad instalada, la empresa Mexican Light el 25%, American and Foreign el 12%, y el resto de las compañías 9%; esto representaba que únicamente el 44% de la población tenía acceso a electricidad. Con la finalidad de que la expansión del sector fuera más veloz, el 27 de septiembre de 1960, el presidente Adolfo López Mateos decidió nacionalizar, en su totalidad, la industria eléctrica.

El decreto de nacionalización de la industria eléctrica de 1960 tenía como sus principales objetivos: procurar el progreso nacional armónico en beneficio para todos los habitantes de la República y atender la creciente demanda de electricidad provocada por el crecimiento económico (Rodríguez, 1994). A partir de 1960 se comenzó a integrar el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), extendiendo la cobertura del suministro y acelerando la industrialización. El Estado mexicano adquirió los bienes e instalaciones de las compañías

privadas, las cuales operaban con serias deficiencias por la falta de inversión y los problemas laborales (CFE, 2014).

Para 1961 la capacidad total instalada en el país ascendía a 3,250 MW (CFE, 2014). En esa década la inversión pública se destinó en más de 50% a obras de infraestructura. En 1963 se creó la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. (LyFC).

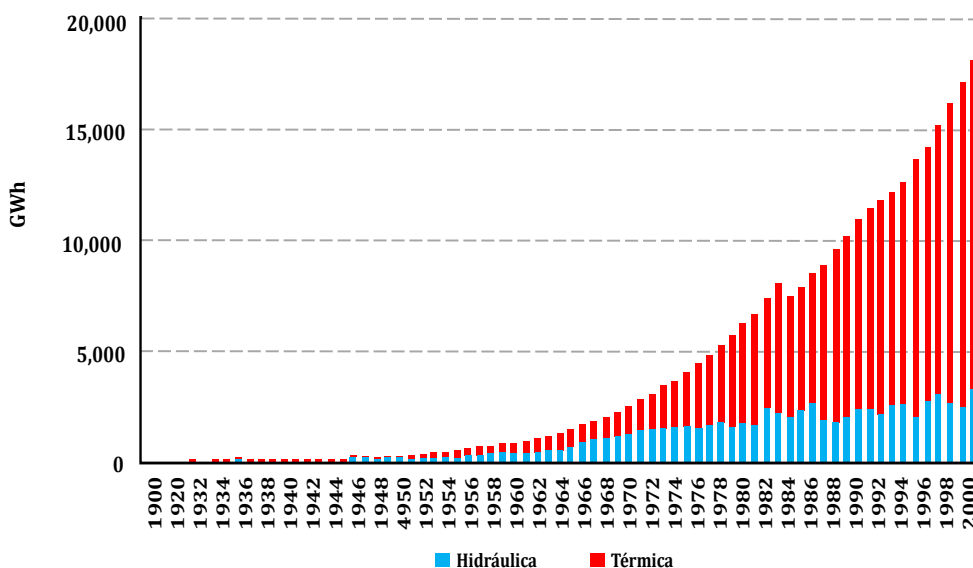
Durante toda la década de los 60, la industria eléctrica del país se adaptó al proceso de nacionalización e integración técnica, pero esto no hizo menguar el ritmo de inversión en sector. En el periodo de 1960 a 1969, la inversión creció a un ritmo con promedio anual de 16%, logrando que la capacidad instalada del sector eléctrico nacional aumentará en un 139%, pasando de aproximadamente 2,308 MW a 5,517 MW (Bastarrachea, 1994). Este proceso de nacionalización concluyó hasta 1972.

A partir de éste acontecimiento, se dio un cambio en la escala de construcción de proyectos hidroeléctricos, ya que a diferencia de años anteriores, donde se habían construido 41 plantas hidroeléctricas relativamente pequeñas, que aprovechaban principalmente los escurrimientos de las partes altas de las cuencas hidrográficas, se inició la construcción de grandes proyectos hidroeléctricos en lugares más cercanos al mar, donde generalmente los ríos tienen caudales más grandes y aunque también tienen una caída menor. De igual forma, con el descubrimiento de múltiples yacimientos petroleros, se dio una expansión importante de las centrales termoeléctricas convencionales, ya que representaban menores inversiones (Ramos & Montenegro, 2012).

El impulso económico que dio al país el “milagro mexicano”, permitió que al finalizar esa década se sobrepasara el objetivo de sostener el ritmo de

crecimiento previo a la nacionalización. Se construyeron importantes centros generadores, entre ellos los de Infiernillo y Temascal en Michoacán y Oaxaca, respectivamente, y se instalaron otras plantas generadoras, por lo que para 1971 ya se tenía una capacidad instalada de 7,874 MW y entre 1970 y 1980, se añadieron 17,360 MW adicionales al SEN, aunque no existen muchos datos de este periodo.

**Gráfica 2.1: “México: Generación de energía eléctrica 1900-2008”**



Fuente: Ramos-Gutiérrez & Montenegro-Fragoso, 2012.

Para la década de los 80, la expansión de la infraestructura eléctrica fue menor que en la anterior, sobre todo por un descenso en el presupuesto asignado a la CFE, como consecuencia de la elevada deuda externa que tenía el país. Por su parte en 1983 se emite una nueva Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en la cual se creó la figura del autoabastecimiento, que autoriza a los grandes consumidores a instalar plantas de generación para surtir su consumo; la definición de las tarifas sería

responsabilidad de la Secretaría de Hacienda y la supervisión de la Secretaría de Energía y Minas.

A pesar del nivel de endeudamiento que hubo en la década de los 80's, para los primeros años de los 90's, la capacidad instalada ya era de 26,797 MW. Con el inicio de la implementación de políticas neoliberales, se reformó la Ley del Servicio Público de Energía en 1992, permitiendo que el Ejecutivo Federal pudiera disponer de la constitución, estructura y funcionamiento del servicio que venía proporcionando la Compañía de LyFC en liquidación, por lo que en febrero de 1994, por decreto presidencial, se crea el organismo descentralizado Luz y Fuerza del Centro, con personalidad jurídica y patrimonio propio (Castro Soto, 2002).

Durante el sexenio de Ernesto Zedillo Ponce de León (1994-2000), las inversiones en el sector eléctrico se vieron sumamente limitadas, ya que la crisis económica tenía al país en una situación delicada por lo que los recursos se focalizaron en otras áreas y prácticamente en el sector eléctrico las inversiones se destinaron al mantenimiento de las centrales ya existentes o a proyectos termoeléctricos de bajo costo, sin embargo, la inversión en proyectos de energías limpias que eran muy costosos se dejaron totalmente de lado por lo se generó una desventaja de México en relación con el mundo en materia de sustentabilidad, por ser dependiente en mayor porcentaje de generación de energía eléctrica de centrales que utilizan combustibles fósiles (Ramos-Gutiérrez & Montenegro-Fragoso, 2012).

Para principios del año 2000, tal y como se aprecia en el Cuadro 2.1, el país contaba con una capacidad instalada de generación de 40,503 MW, y una cobertura del servicio eléctrico del 94.7% a nivel nacional, una red de transmisión y distribución de 614,653 km, lo que equivale a más de 15 vueltas



completas a la Tierra y más de 18.6 millones de usuarios, incorporando casi un millón adicional al año (CFE, 2014).

Cuando surgió la necesidad de transformar el sector eléctrico en México, a través de la creación de un mercado eléctrico mayorista, se tuvo que crear un nuevo marco jurídico que estableciera las responsabilidades de los participantes en el sector eléctrico y definiera las atribuciones de la Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía. Por esta razón, se promulgan la Ley de la Industria Eléctrica en el 2000 y Ley General de Electricidad en 2001, que tenían por objetivo desarrollar más el mercado eléctrico, permitiendo, bajo un gran número de restricciones, la participación de particulares en la generación eléctrica e incrementar la matriz de generación eléctrica; además de que introducían los conceptos de autoabastecimiento y co-generación.

**Cuadro No. 2.1: Potencia disponible por persona en México.**

	Capacidad Instalada (MW)	Población	Watts por persona
1980	16,862	66,846,833	25.22
1990	28,261	81,249,645	34.78
1995	35,437	91,158,290	38.87
2000	40,503	97,483,412	41.55
2005	46,533	103,263,388	45.06
2010	52,945	112,336,538	47.13
2015	54,852	119,938,473	45.73

**Fuente:** Elaboración propia con datos de INEGI, SENER y el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados.

El cuadro anterior nos permite ver como con el paso de los años, la capacidad instalada fue incrementando con un ritmo mayor al que lo hizo la población, con una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) para el periodo de 3.4%

y 1.7%, respectivamente. Para el año 2015, con el nivel de potencia<sup>13</sup> disponible por persona alcanzaría para que por cada persona que hay en México, sin importar su edad, tuviera encendido un radio de 40 Watts, aunque esto únicamente es explicativo, debido a que normalmente, las empresas productivas nunca se ocupan la totalidad de la capacidad instalada. A pesar de esto podemos observar que ha habido importantes adiciones de capacidad que han permitido hacer frente al crecimiento de la población y la producción, que han llevado a que se incremente sustancialmente la demanda de electricidad.

Por otra parte, un acontecimiento que fue sumamente relevante en la historia del sector eléctrico mexicano, fue que en octubre de 2009, con el decreto de extinción de LyFC<sup>14</sup>, la CFE se convirtió en la encargada de brindar el servicio eléctrico en todo el territorio nacional. Actualmente, las fuentes de generación de energía eléctrica se encuentran interconectadas mediante una red de líneas de transmisión de alta tensión que se extiende a través de todo el territorio mexicano, controlados por el Centro Nacional de Control de Energía Eléctrica (CENACE).

El Gobierno Federal, bajo la jurisdicción de la Secretaría de Energía (SENER), ha manifestado en las dos últimas décadas que diversas empresas consultoras que han auditado a la CFE expresan que los indicadores de

---

<sup>13</sup> La potencia eléctrica es la relación de transferencia de energía por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. Esta determina la velocidad a la cual se consume o se suministra energía en los circuitos eléctricos y electrónicos.

<sup>14</sup> El 10 de octubre, el Presidente de México, Felipe Calderón Hinojosa, decretó la extinción y liquidación de "Luz y Fuerza del Centro" a partir del primer minuto del día 11, donde el principal argumento fue el contraste de resultados con la CFE, dado que los recursos recibidos por Luz y Fuerza eran cada vez más onerosos sin que se reflejan en una mejora en la calidad del servicio y con costos cada vez más elevados; con lo que se buscó hacer más eficiente el servicio eléctrico en el centro del país a través de la CFE. Su liquidación tuvo un costo de 20.000 millones de pesos.

productividad, eficiencia en generación, fallas en equipos, interrupciones por usuario y otros aspectos, compiten con empresas de países desarrollados (Ramos & Montenegro, 2012).

Finalmente el 20 de diciembre de 2013, fue promulgado por el Ejecutivo Federal un decreto que incluye diversos cambios a la estructura y organización del sector eléctrico en México, el cual con la promulgación de leyes secundarias busca una mayor apertura en el sector eléctrico, buscando aumentar la eficiencia y el desarrollo de las energías limpias en materia de generación de electricidad, ayudando al país a lograr los objetivos pactados en la lucha contra el calentamiento global y el cambio climático, aunque la CFE mantendrá la rectoría de la industria.

## **II.2. Desarrollo de las Energías Alternativas**

En la década de los 70, tras el auge petrolero, se presentaron dos crisis petroleras, la primera de ellas en el año de 1973 y la segunda en el año de 1979. Entre otras cosas, estas fueron generadas por los diversos objetivos de los países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) y las principales empresas privadas petroleras. En estos dos momentos de shocks petroleros, las variaciones en el precio fueron incontrolables, alimentadas por los intereses económicos de los reinos árabes y la acumulación de excedentes por parte de las compañías petroleras, afectando seriamente a la economía mundial y sobre todo a los países importadores de petróleo. El precio del petróleo se multiplicó por 2.7 de mediados de 1978 de un nivel de 15.8 a 39.5 dólares por barril en 1981.

Uno de los factores más importantes fue la tensión entre Estados Unidos y los países del Golfo Pérsico con la mayor intervención de Arabia Saudita. Las

crisis petroleras resultaron muy negativas para los consumidores a consecuencia de los incrementos en los precios de los derivados por ejemplo el precio de la gasolina se duplicó; sin embargo, estos incrementos resultaron benéficos para los productores y las grandes compañías petroleras. Dichos acontecimientos mostraron que la elasticidad de la demanda petrolera en aquel momento fue elevada (UK Essays, 2013).

Esta serie de eventos que incidieron directamente sobre el mercado petrolero mundial, generaron preocupación en los países sobre el abastecimiento y el precio futuro del petróleo. Esto provocó que un gran número de naciones, especialmente las que tenían alto consumo energético, buscaran la manera de generar energía a través de fuentes diferentes a las que se habían estado utilizando en años anteriores que se basaban en petróleo y carbón.

A partir de los años 80's, con las crecientes preocupaciones por la falta de nuevos descubrimientos de yacimientos petroleros a nivel mundial, comenzó a presentarse un auge en el desarrollo de nuevas tecnologías que empleaban energías alternativas, sobre todo para generar electricidad. Con el fin de reducir la dependencia del petróleo y sus derivados, se consideró el aprovechamiento de las llamadas energías renovables.

Fue durante estos años cuando comenzaron a surgir diferentes empresas que querían aprovechar las oportunidades que se ofrecía el desarrollo de estas tecnologías, dados los altos precios de las energías convencionales<sup>15</sup>. Es en éste periodo cuando comienzan a presentarse los primeros grandes estudios y evidencias del aumento en la concentración de gases de efecto invernadero, los cuales estaban comenzando a cambiar las condiciones

---

<sup>15</sup> Se consideran así a las fuentes fósiles como el petróleo, gas, carbón y sus combustibles derivados.

climáticas de ciertas zonas en el mundo por lo que en 1988 se creó el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Para 1990 este grupo presentó un primer informe de evaluación en el que se reflejaban las investigaciones de 400 científicos. En él se afirmaba que el calentamiento atmosférico de la Tierra era real y se pedía a la comunidad internacional que tomara cartas en el asunto para evitarlo (Framework Convencion on Climate Change, 2010).

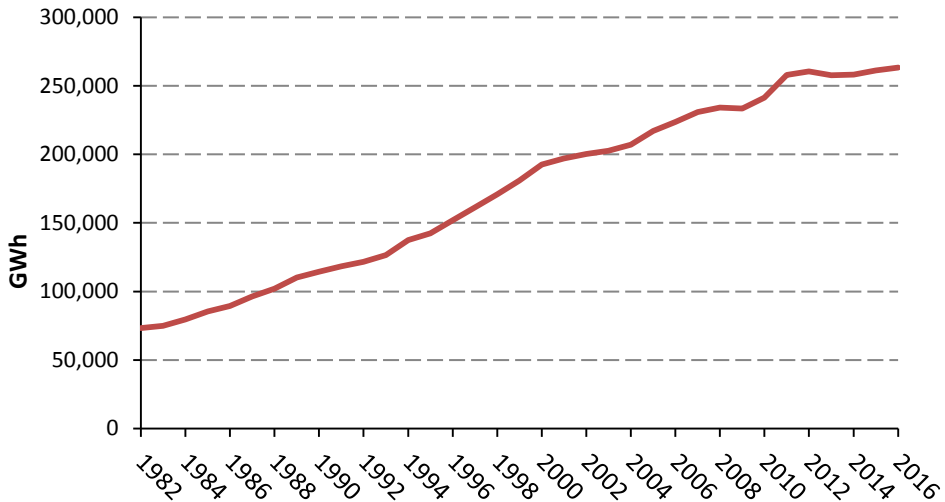
A partir de finales de la década de los 90, a nivel mundial se organizaron diferentes foros con expertos en la materia y los organismos internacionales buscaron soluciones para reducir las emisiones de éstos gases, lo que llevó a apoyar aún más a las energías renovables para crear sistemas sustentables. Como resultado de esta convocatoria, muchos países, particularmente los más desarrollados, establecieron compromisos para limitar y reducir emisiones de gases de efecto de invernadero, como fue el caso del “Protocolo Kioto” un tratado firmado por diversos países, que se comprometían reducir sus emisiones respecto a 1990, como mínimo en 5% para el año 2012; México fue uno de los países firmantes de éste acuerdo, aunque su nivel de emisiones era insignificante comparado con países como Estados Unidos y China (ONU, 1998); en este sentido Estados Unidos no quiso adoptar éstas medida, argumentando que ellas serían un obstáculo para su desarrollo económico e industrial. Este es un acontecimiento sumamente relevante en la historia de las energías limpias, ya que a partir de su firma, los países comenzaron a invertir recursos en diversos proyectos para cumplir los objetivos de emisiones acordados.

Actualmente la mayoría de las tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables se han consolidado y desarrollado, aumentando su confiabilidad y mejorando su rentabilidad para muchas aplicaciones. Como resultado, países como: Estados Unidos, Alemania, Canadá, Suiza, Suecia, España e Israel presentan un elevado número de instalaciones que aprovechan éste tipo de energías (Renewable Energy Magazine, 2017).

En el caso de México, además de la riqueza en combustibles fósiles de la que goza, también cuenta con un potencial renovable muy alto, cuyo desarrollo fomentará una mayor diversificación de fuentes de energía, que le permitirá abastecer y expandir el sector industrial lo que tiene un valor estratégico para el futuro; así como atenuar el impacto ambiental provocado por la producción, distribución y uso de energías convencionales (Gómez, 2007) .

En el gráfico 2.2 se puede observar la evolución de la generación eléctrica en México, donde destaca la desaceleración que se ha tenido en la última década. En esto recae uno de los principales argumentos del estado para buscar la participación de la iniciativa privada en el sector, ante la incapacidad que la CFE ha tenido en los últimos años para continuar expandiendo la producción de energía eléctrica. Se espera que con el desarrollo de las centrales que se derivan de las subastas eléctricas de largo plazo se pueda incrementar la generación de electricidad y ofrecerla a un menor precio a la población mexicana.

**Gráfico No. 2.2: “Generación bruta del Sector Eléctrico Nacional”<sup>1</sup>**



**Fuente:** Elaboración propia con datos de CFE y LyFC.  
1/ No incluye cogeneración ni autoabastecimiento de energía eléctrica

### **II.3. Políticas Implementadas por el Estado Mexicano frente al Cambio Climático**

Como sabemos, en el mundo se vive un momento crítico en materia medioambiental, ya que desde principios del siglo pasado y hasta la fecha, la temperatura del planeta se ha incrementado como consecuencia de un aumento significativo de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEO), elevando la temperatura promedio del planeta en casi 1°C (NASA, 2013); por lo que los gobiernos de los diferentes países alrededor del mundo, han tomado medidas para intentar frenar este deterioro ambiental. México se ha convertido en uno de los países pioneros en esta materia, sobre todo dentro de los países en vías de desarrollo.

La intención de los países por mejorar la calidad de vida ambiental permitió que el “Protocolo Kioto” haya motivado a los gobiernos a establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos, al mismo tiempo que incentivan a las empresas a tener el medio ambiente en consideración a la hora de tomar decisiones sobre sus inversiones. En este sentido, la teoría económica del desarrollo sustentable juega un papel fundamental ya que uno de los grandes pilares de esta es el aprovechamiento sustentable de los recursos disponibles, por lo que cada vez resulta más importante una correcta planeación por parte de las empresas para evitar excesos y es por eso que ésta ciencia debe continuar adaptándose a un escenario de menor disponibilidad de recursos y de mayor sustentabilidad.

Para detener la explotación excesiva del medio ambiente, es necesaria la intervención del sector gubernamental; se deben de establecer normas e instituciones de vigilancia, que controlen prácticas dañinas para el ambiente y los seres vivos, ya que la evidencia empírica ha demostrado que el libre mercado, no es capaz de detener del deterioro ambiental.

Si bien México ha sido uno de los países más afectados por el cambio climático y la sobreexplotación de los recursos naturales, en los últimos años se han adoptado una serie de medidas por parte del Gobierno Mexicano, para tratar de lograr un cambio. Esto se refleja en el Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018 en donde se destaca la importancia de acelerar el crecimiento económico del país, detonando el crecimiento sostenido y sustentable, con el objetivo de hacer que nuestro país se convierta en una potencia económica emergente. Para cumplir con éstos ideales, en México comenzaron a establecerse leyes que permitieran el desarrollo económico pero cuidando en la medida de lo posible los recursos naturales. Fue después de la Cumbre de la Tierra en 1997, que alrededor del mundo se hicieron leyes y normas para



la protección y conservación del medio ambiente cada vez más específicas (Cervantes, 2015).

En el caso de nuestro país, las principales dependencias gubernamentales establecidas que se encargan de la prevención, protección y conservación de los recursos naturales y el ambiente, son:

- Secretaría de Gobernación (SEGOB)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)
- Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)
- Secretaría de Marina (SEMAR)
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
- Secretaría del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Secretaría de Economía (SE)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
- Comisión Reguladora de Energía (CRE)

A su vez, se han llevado a cabo distintas leyes, donde destacan la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que es el principal ordenamiento jurídico vigente en México, en materia de protección al ambiente, la cual fue publicada en 1988 y se ha reformado en diferentes ocasiones. En ella se establecen varios instrumentos de política ambiental otorgando protección al equilibrio ecológico y el medio ambiente para revertir las tendencias del deterioro ambiental y poder transitar hacia un desarrollo más acorde con el modelo sustentable (Cervantes, 2015).

En cuanto a la idea de desarrollo sustentable, el gobierno mexicano propone un mayor aprovechamiento de los recursos renovables, lo que permitiría reducir considerablemente la tasa de aprovechamiento de los no renovables, beneficiando al ambiente y disminuyendo los residuos. Es por eso que en 2015, se publicaron dos leyes que serán la guía en materia de energía para el futuro en México y que son la reforma a la Ley de la Industria Eléctrica y el decreto de la nueva Ley de Transición Energética, ésta última es un primer paso para llevar al país a un estado de sustentabilidad, siendo amigables con el medio ambiente.

A continuación profundizaremos en la Reforma Energética del presidente Enrique Peña Nieto, específicamente en las modificaciones referentes a la industria eléctrica. La teoría neoclásica a la cual hace referencia el marco teórico, es sumamente efectiva para explicar ciertos puntos o mecanismos que contiene esta reforma, sin embargo, al representar cambios para un sector estratégico de la economía y la sociedad mexicana, la participación estatal y la normatividad aplicable sobre este sector seguirán presentes y serán de suma importancia para la evolución futura del mercado eléctrico.

## **II.4. El Estado y su Importancia en la Transición Energética**

El 20 de diciembre de 2013 fue promulgada, en México, una reforma constitucional cuya promovida por el Presidente de la República, Enrique Peña Nieto. Esta reforma, tiene como objetivo la modernización del sector energético mexicano, sin privatizar las empresas públicas dedicadas a la producción y al aprovechamiento de los hidrocarburos y de la electricidad.

Dado que este trabajo se centra en el sector eléctrico, únicamente desarrollaremos los puntos que se refieren a este sector. En este sentido, las premisas fundamentales que tiene esta reforma energética son:

- Permitir que la Nación ejerza, de manera exclusiva, la planeación y control del Sistema Eléctrico Nacional, en beneficio de un sistema competitivo que permita reducir los precios de la energía eléctrica.
- Atraer mayor inversión al sector energético mexicano para impulsar el desarrollo del país.
- Contar con un mayor abasto de electricidad y con mejores precios.
- Garantizar estándares internacionales de eficiencia, calidad y confiabilidad de suministro energético, así como transparencia y rendición de cuentas en las distintas actividades de la industria energética.
- Impulsar el desarrollo, con responsabilidad social y ambiental.

Bajo estos pilares, los principales cambios que la llamada Reforma Energética trajo al sector eléctrico son: a) la CFE y particulares podrán realizar actividades de generación de electricidad de forma libre, con una regulación sólida y eficiente; así como edificar plantas sin la necesidad de que la CFE las tenga incluidas en la planeación de la empresa ; b) El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), que formaba parte de CFE se constituirá como un organismo público descentralizado encargado del control operativo del SEN. También será el encargado de operar el mercado eléctrico mayorista, y de garantizar a los generadores el acceso abierto a la red nacional de transmisión; c) La CRE se encargará de la regulación y el otorgamiento de permisos para la generación, así como de las tarifas de porteo para transmisión y distribución; d) Se permite la participación de privados en la generación y comercialización de energía eléctrica, manteniéndose como áreas estratégicas del Estado la planeación y el control

del Sistema Eléctrico Nacional y el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; e) Se incluye un esquema de Certificados de Energías Limpias, a través del cual la SENER determinará el porcentaje de energía que debe generarse cada año a partir de fuentes limpias. El cumplimiento se acreditará a través de la compra de Certificados de Energías Limpias (Gobierno de la República, 2013).

#### ***4.1. La Ley de Transición Energética***

El 10 de Diciembre de 2015, fue aprobada la Ley de Transición Energética (LTE), la cual es parte de la Reforma Energética, siendo una normativa complementaria a la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), en la que se profundizará más adelante. La LIE tiene por objetivo regular las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN); así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) conforme al nuevo modelo del sector eléctrico nacional. Asimismo, con la finalidad de promover el desarrollo sustentable de la industria, establece las obligaciones para los integrantes de la industria eléctrica, en materia de servicio público y universal, energías limpias, reducción de emisiones contaminantes, entre otros.

De igual forma, la LIE da nuevas funciones y atribuciones a la SENER<sup>16</sup> y a la CRE<sup>17</sup>, los cuales son organismos fundamentales para el establecimiento y la ejecución de la política, así como de la regulación y vigilancia de la industria eléctrica. Además, a partir de ésta Ley se creó el Centro Nacional

---

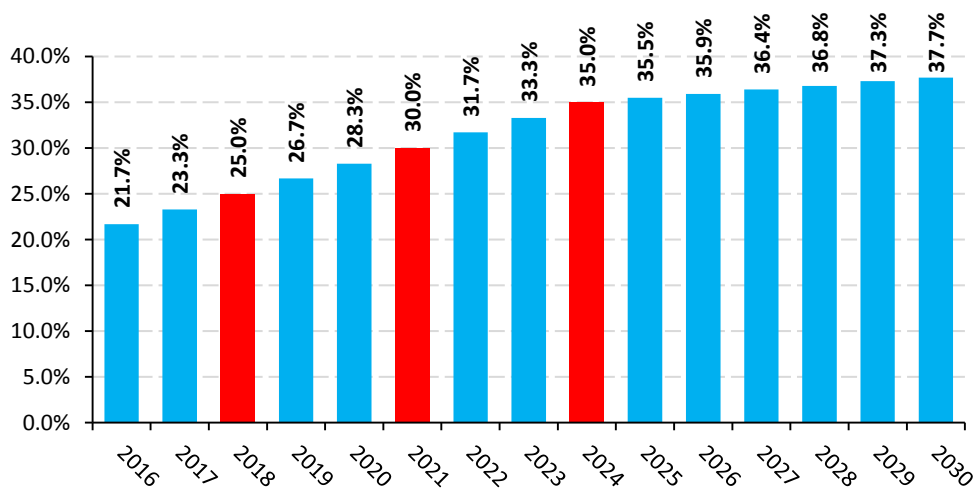
<sup>16</sup> SENER: se encargada de controlar, administrar y regular todos los medios energéticos, tales como los combustibles, energía eléctrica y material radioactivo, entre otros.

<sup>17</sup> CRE: es el Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética promotor del desarrollo eficiente del sector y del suministro confiable de hidrocarburos y electricidad.

del Control Eléctrico (CENACE), que es un organismo autónomo que opera el SEN y el MEM, define a los participantes y las reglas del mercado.

Por su parte, la LTE contiene diferentes disposiciones legales en materia de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), el impulso de energías limpias y la eficiencia energética. Uno de los puntos más importantes de esta Ley y de la cual se establecen todas las acciones subsecuentes donde se definen las metas referentes a la participación de energías limpias en la generación de electricidad, como se observa en el Gráfico No. 2.3.

**Gráfico No. 2.3: “Trayectoria de las metas de Energías Limpias, 2016-2030”**



**Fuente:** Elaboración propia con base en la LTE.

De igual forma, la LTE distingue entre “energías renovables” y “energías limpias”, estando las primeras de éstas definidas en la LIE como:

- El viento;
- La radiación solar;
- La energía oceánica;
- El calor de los yacimientos geotérmicos;
- Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos;
- La energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y otros gases asociados en los sitios de disposición de residuos, entre otros;
- La energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible, siempre y cuando se cumpla con la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la SEMARNAT en su ciclo de vida;
- Las centrales hidroeléctricas;
- La energía nucleoelectrica;
- La energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos, bajo ciertas restricciones que establece la SEMARNAT;
- La energía generada por centrales de cogeneración eficiente en términos de los criterios de eficiencia emitidos por la CRE y de emisiones establecidos por la SEMARNAT;
- La energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o biosecuestro de bióxido de carbono que tengan una eficiencia igual o superior en términos de kWh-generado por tonelada de bióxido de carbono equivalente emitida a

la atmósfera a la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la SEMARNAT; al igual que tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales, y cualquier otra tecnología que determine la SEMARNAT, con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida.

Mientras que en la LTE, las energías renovables excluyen a las plantas nucleares, a las de cogeneración y a cualquier otra planta que en el proceso pueda emitir alguna especie de residuo contaminante, por muy pequeño que éste sea.

De igual forma y como ya se mencionó anteriormente, en ésta Ley se establece que mientras se consolida el Mercado Eléctrico donde se podrán comerciar libremente los Certificados de Energías Limpias (CELs)<sup>18</sup>, se contemplan una serie de mecanismos flexibles para el cumplimiento de las obligaciones en materia de las energías limpias, permitiendo diferir el pago de un monto de dichos certificados para que los consumidores y suministradores tengan la capacidad de diversificar sus opciones de adquisición. En este sentido, la SENER estableció como requisito que para 2018, el 5% del total del consumo de energía de una empresa debe provenir de energías limpias, mientras que para 2019 será del 5.8%. Esto se demostrará a través de la adquisición de CELs (1 CEL=1 MWh).

---

<sup>18</sup> Son títulos emitidos por la CRE que acreditan la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias.

Por su parte, la Ley le da capacidad a la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de imponer sanciones y emitir recomendaciones a las dependencias e instituciones de la Administración Pública Federal, estados y municipios, respecto a programas que utilicen fondos públicos federales y que tengan como objetivo algún tema referente a la transición energética.

Bajo este nuevo entorno legal el Estado será el promotor de la transición a través de la creación de las condiciones legales, regulatorias y fiscales que faciliten el cumplimiento de las metas, por lo que la SHCP, podrá establecer una serie de apoyos, estímulos fiscales o financieros que ayuden a promover la inversión privada en éste sector, que beneficien a la población y al medio ambiente. De igual forma, la Secretaría de Economía junto con SENER, incentivarán el desarrollo de cadenas de valor de las energías limpias, a través de apoyos directos a pequeñas y medianas empresas que deseen involucrarse en éste sector (Ley de Transición Energética, 2015).

Finalmente, tanto la CRE como la PROFEPA están encargadas de la inspección y vigilancia a los integrantes de la Industria Eléctrica; mientras que la CONUEE supervisará aleatoriamente, procesos para mejorar la Eficiencia Energética, sobre todo en usuarios de Alto Consumo de Energía, para evitar que se oculte información y de ser así, imponer una multa por proporcionar información incompleta o falsa.

Es importante destacar que diferentes disposiciones establecidas en la LTE, representan una condicionante para el cumplimiento de los objetivos que marca la Ley, debido a que las disposiciones no deben de interferir en la competitividad de los sectores productivos y siempre debe existir viabilidad económica en las políticas y las estrategias que se deriven de la misma.



El impacto que ha tenido la Reforma Energética en el sector eléctrico ha sido muy importante, ya que hasta antes de ésta, la industria se mantenía en manos de un monopolio estatal operado por CFE, en donde la regulación limitaba las actividades de los privados en el sector y era la única responsable de desarrollar todas las actividades de la cadena de la industria eléctrica, desde la generación hasta la distribución a los usuarios finales. Esta situación causaba que se provocara una ineficiencia en el sector representando costos de producción más altos y generándose un costo social del monopolio. En este sentido, los precios más elevados que se obtenían por tener la totalidad de la generación de electricidad concentrada en CFE, eran subsanados a través de un subsidio, provocando que el Estado absorviera parte de esa ineficiencia y permitiendo a los consumidores pagar un precio inferior al que realmente tendrían que pagar.

Tras la Reforma Energética, el mercado eléctrico se liberalizó para la generación y suministro de electricidad, por lo que actualmente la CFE se puede considerar como un participante más del mercado, lo que transforma el sector de la generación de electricidad de un monopolio a un oligopolio, en donde su estructura da a la CFE la capacidad de ser la empresa líder con mayor poder de mercado, aunque la nueva normatividad permite a las empresas privadas invertir en la creación de centrales eléctricas, por lo que CFE será quien, en un primer momento, marque los precios y los niveles de generación.

Esta transformación en el sector, permite a los grandes consumidores de electricidad diversificar sus opciones de abastecimiento eléctrico, dándoles la capacidad de elegir al suministrador que más les convenga y que les ofrezca mejores cosas.

Esta nueva competencia en el sector, en teoría, provocará que las empresas privadas (nacionales o extranjeras), implementen diversas estrategias durante los próximos años, que les permitan tener una ventaja competitiva frente a la CFE, acaparando cada vez un segmento más grande de consumidores de electricidad. Esta mayor competencia en el sector, provocará una mayor eficiencia, lo que a la larga se puede traducir en mejor infraestructura, mayor eficiencia y como consecuencia un mejor servicio con menores costos.

Caso contrario a la generación, las actividades de transmisión y distribución de la electricidad continuarán restringidas únicamente a la CFE, dado que estos sectores se comportan como un monopolio natural, por lo que no es económicamente eficiente que se duplique la infraestructura, aunque la reforma estipula que se podrán llevar a cabo asociaciones público privadas para expandir la infraestructura siempre y cuando sean operadas por CFE. Todos estos proyectos que se generen a partir de la reforma, estarán sujetos a los estatutos marcados en la Ley de la Industria Eléctrica, por lo que necesariamente serán partícipes de las subastas y de los mercados a corto plazo (KPMG, 2016).

Con la nueva estructura de mercado que se generó a partir de la reforma, que tiene mayores incentivos de inversión para el sector privado, la CFE se separó en diferentes subsidiarias, las cuales operan de forma independiente. El objetivo de esta separación, en teoría, es minimizar el poder de mercado que tiene la CFE, creando un entorno mucho más competitivo y justo para aquellos nuevos participantes del mercado. Dado que en este mercado eléctrico habrá pocas empresas pero de gran poder de mercado, la estructura del mismo será similar a un mercado de competencia oligopolística en donde el equilibrio puede ser explicado en parte por el modelo de Cournot

mencionado en el capítulo 1. A partir de 2016, en el MEM se compran y venden productos como Energía, Potencia, Certificados de Energía Limpia, servicios conexos y Derechos Financieros de Transmisión, entre otros. En el MEM cada empresa generadora determina su producción en función de su capacidad instalada y de la demanda de electricidad, a través de esto se genera una interacción entre la energía ofertada y la demanda en cada momento con lo que se determina el precio en cada momento del día y para cada región.

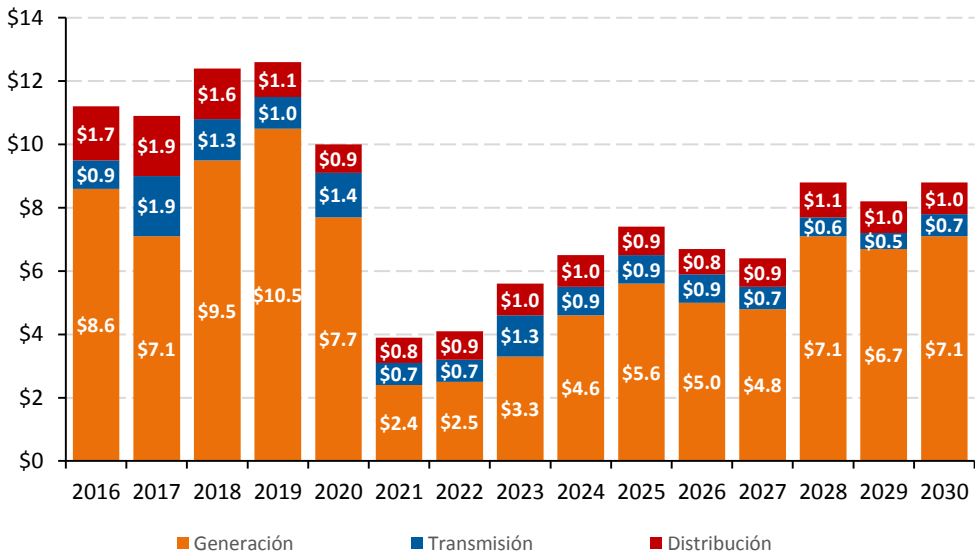
Según estimaciones de la SENER, la inversión que se espera en el sector eléctrico, durante los próximos 15 años, es de \$123.4 mil millones de dólares en infraestructura eléctrica. Este nivel de inversión es necesario para alcanzar los objetivos impuestos por el gobierno mexicano; aproximadamente el 75% de ellas será destinada a obras de infraestructura.

En el Gráfico No. 2.4, se observa la inversión anual estimada y hacia que actividad del sector eléctrico será destinada, siendo la generación el principal atractivo a raíz de la Reforma Energética.

Antes de la Reforma, toda la inversión que se realizaba en el sector eléctrico, provenía de recursos públicos, ya que CFE era la única empresa facultada para participar en éste sector. Sin embargo, la compañía por muchos años trabajó con pérdidas, debido a que los pasivos laborales representan una parte importante del presupuesto asignado a CFE. Por ésta razón aunque el presupuesto crecía año con año, no se veía una gran expansión en la capacidad de generación por parte de la Empresa Productiva del Estado.

**Gráfico No. 2.4: “Inversión estimada 2016-2030”**

(miles de millones de dólares)



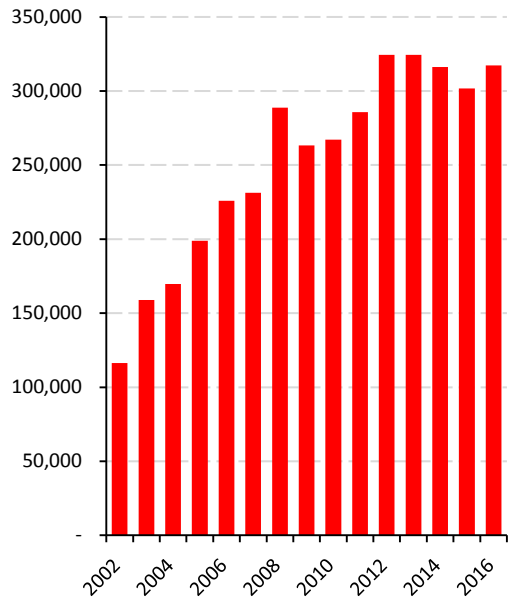
**Fuente:** Elaborado con datos de PRODESEN 2016.  
 Nota: Considera un tipo de cambio de 18.2 pesos por dólar.

A partir de la crisis de 2008, el gobierno mexicano se ha visto en la necesidad de reducir el gasto público, haciendo que el presupuesto destinado a la CFE, se haya estancado, como se observa en el Gráfico No. 2.5; ahí radica la necesidad de la reforma, ya que esto permitió incentivar a que la iniciativa privada invierta en este sector, sin comprometer la inversión a la disponibilidad de los recursos públicos y con esto evitando que la falta de recursos destinados al sector eléctrico represente un freno para el crecimiento económico.

## Gráfico No. 2.5: “Presupuesto Público Federal destinado a CFE”

(millones de pesos)

Año	CFE
2002	116,278.64
2003	158,894.57
2004	169,756.50
2005	198,969.66
2006	225,824.72
2007	231,331.20
2008	288,657.67
2009	263,279.69
2010	267,175.66
2011	285,753.23
2012	324,520.90
2013	324,353.05
2014	316,296.84
2015	301,757.36
2016	317,250.70



**Fuente:** Elaborado con datos de la SHCP.

Nota: De 2002 a 2009, considera el presupuesto destinado a la extinta LyFC.

La participación de la iniciativa privada en el sector, permite reducir las presiones de inversión sobre la CFE, lo cual le brinda la capacidad de focalizar sus inversiones en el tendido de la red de transmisión, con lo que se podrían realizar un mayor número de conexiones entre regiones e inclusive ampliar la red de distribución hacia poblaciones marginadas las cuales podrían recibir un impulso significativo para salir de la marginación si se les abastece de luz eléctrica. Con esto, la CFE en su papel de empresa productiva del Estado, podría cumplir una de las principales tareas que tiene el Estado en materia económica que, como se vio en el capítulo 1, es la corrección de los fallos del mercado. En este caso la falla en el mercado surge

cuando la iniciativa privada no ve viable realizar inversiones de baja rentabilidad en zonas lejanas a la red de transmisión, a pesar de que estas puedan llegar a beneficiar a las poblaciones más vulnerables. Por esta razón, es tarea del Estado realizar proyectos en zonas donde la iniciativa privada no está dispuesta a invertir.

Al ser considerado el sector eléctrico como estratégico, su apertura al sector privado en la etapa de generación, podría verse como arriesgado, sin embargo todo el accionar de los participantes estará regulado por la CRE y monitoreados por el CENACE, con el fin de que éstos no incurran en prácticas que atenten contra la estabilidad del suministro eléctrico. Además todas las empresas participantes en el mercado eléctrico deberán celebrar un contrato donde definan la energía que ofertaran al mercado y en dado de que tengan excedentes de generación, serán adquiridos por CFE a un costo marginal sumamente bajo.

Antes de analizar las Subastas Eléctricas de Largo Plazo, que son uno de los mecanismos más importantes que tiene la Reforma Energética para incorporar a la iniciativa privada al sector eléctrico e incentivar la competencia, analizaremos el panorama actual del sector eléctrico en México, intentando exponer el potencial que el país tiene en materia de energías renovables y la viabilidad que estas tienen para ser en el futuro la base del modelo de generación eléctrica.

# CAPITULO III. EL SISTEMA ELECTRICO EN MÉXICO Y EL MUNDO

---

En este capítulo se pretende comprender el comportamiento regional de los usuarios de energía eléctrica en México; considerando que dicho se encuentra íntegramente relacionado con el nivel de desarrollo industrial y comercial de cada región, así como de las necesidades climáticas de cada una de ellas.

De igual manera es importante llevar a cabo una comparación con la situación que se vive en América del Norte en materia de energética, con el objetivo de poner en el contexto internacional, la situación que se vive actualmente en México en materia energética.

## **III.1. El Mercado Eléctrico en América del Norte**

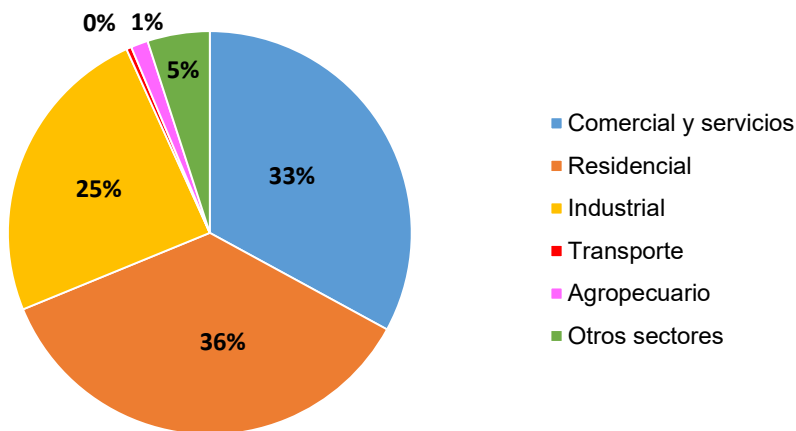
Según datos de 2016 que publica la Agencia Internacional de Energía (IEA), la tasa de crecimiento media anual del consumo de electricidad en México fue de 3.9% del 2000 a 2016. Este crecimiento es un porcentaje muy superior comparado con los 0.5% y 0.1% de Estados Unidos (EE. UU.) y Canadá, respectivamente, sin embargo, en términos nominales el consumo de electricidad de estos últimos es mayor al del caso de México.

En la región de América del Norte<sup>19</sup>, el consumo de electricidad en el 2016 se comportó de la siguiente forma:

---

<sup>19</sup> Incluye a Canadá, Estados Unidos y México.

**Gráfico No. 3.1: “Consumo de Electricidad por Sector en América del Norte en 2016”**



**Fuente:** Elaboración propia con datos de Electricity Information 2018, International Energy Agency y OCDE.

El consumo final de electricidad de la región norteamericana para el año 2016 fue de 4,552.8 TWh. Si esta información se analiza de forma desglosada, como se puede apreciar en el Cuadro 3.1, la composición del consumo final de electricidad es distinta en cada país.

En el caso de México, el sector industrial es el mayor consumidor con más del 50% del total de la demanda, mientras que para Canadá, aun cuando este sector se mantiene como el principal demandante de energía eléctrica, la cantidad consumida es muy similar al del sector residencial. Finalmente en el caso de EE. UU. el sector residencial es el mayor consumidor.



**Cuadro No. 3.1: “Consumo Final Anual de Electricidad por Sector 2016”**

	Canadá		México		Estados Unidos	
	<i>TWh</i>	%	<i>TWh</i>	%	<i>TWh</i>	%
Comercial y servicios	115.7	24.4%	24.0	8.9%	1,360.2	35.7%
Residencial	164.2	34.6%	59.0	21.8%	1,409.9	37.0%
Industrial	168.8	35.6%	146.0	54.0%	796.9	20.9%
Transporte	6.9	1.5%	1.1	0.4%	10.6	0.3%
Agropecuario	10.0	2.1%	11.3	4.2%	41.1	1.1%
Otros sectores	9.1	1.9%	29.0	10.7%	189.1	5.0%
<b>Consumo Total</b>	<b>474.7</b>	<b>13.09*</b>	<b>270.4</b>	<b>2.12*</b>	<b>3,807.71</b>	<b>11.77*</b>

\* Este dato se refiere al consumo per cápita en 2016 en Megawatts/hora.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Electricity Information 2018, IEA y Banco Mundial.

Es interesante observar que en el caso de México y Canadá el sector industrial es el mayor consumidor de electricidad; por esta razón no es de extrañar al menos en el caso de México, los principales promotores de plantas de autoabastecimiento eléctrico que utilizan energías renovables, pertenezcan al sector industrial; tal es el caso de Mexichem, Grupo México, Minera Autlán, entre otros (Sánchez, 2014).

Es importante tener en cuenta, que es el sector industrial uno de los principales causantes del cambio climático que se observa en la actualidad (Ibárcena & Scheelje, 2003). Por esta razón, no debemos perder de vista que el sector ha sido uno de los principales promotores de la investigación en tecnologías amigables con el ambiente. Con el objetivo de mitigar los problemas ocasionados por el cambio climático, el mundo entero se ha comprometido a intentar reducir las emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) o a no incrementarlas en los próximos años, por esta razón, resulta de suma importancia que las naciones logren diversificar la matriz energética. El caso de China resulta sumamente interesante, ya que a pesar de ser un país con

un gran número de industrias intensivas en energía y ser el país con mayor nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>, en sus políticas actuales se han propuesto generar un crecimiento más limpio, eficiente y menos costoso, utilizando energías renovables. Sin embargo, no quieren poner en peligro su crecimiento ratificando acuerdos medioambientales vinculantes (Asociación Empresarial Eólica, 2012). Por esta razón para países como Estados Unidos y China, no podemos esperar que su nivel de emisiones disminuya año con año, pero si se esperaría que el ritmo de crecimiento de las emisiones disminuya gradualmente a medida que se desarrolle el proceso de transición energética en cada país.

En los últimos cinco años, hemos vivido un periodo en el que se han desarrollado como nunca antes las llamadas energías limpias, donde vemos que sus costos año con año van disminuyendo y por esta razón se observa que en un importante número de países, dentro de su generación de energía eléctrica se ha presentado un incremento en la participación de fuentes de energía limpias o renovables, las cuales permiten aprovechar los recursos locales (Roca, 2015). Hasta 2016, los diez países que llevan la delantera en éste ámbito según el Índice de Energía Trilema del Consejo Mundial de la Energía<sup>20</sup> (WEC); basado en un conjunto de 35 indicadores con una mayor atención a la diversidad, la calidad y la asequibilidad de la oferta, así como la capacidad de recuperación del sistema de un país, son: Dinamarca, Suiza, Suecia, Holanda, Alemania, Francia, Noruega, Finlandia, Austria y Nueva Zelanda. Los países latinoamericanos que destacan en este ámbito se encuentran posicionados en el ranking mundial de la siguiente forma:

---

<sup>20</sup> Es un aforo global para ideas innovadoras y compromisos tangibles con sede en Londres. Su misión es promover el suministro y la utilización sostenible de la energía en beneficio de todos los pueblos.

Uruguay (27), Chile (38), Colombia (41), Costa Rica (42), México (52), Brasil (57), Venezuela (62) y Perú (64).

Las energías limpias, año con año toman una mayor relevancia, debido a que ayudan a la seguridad energética de cada país, la cual debe ser una condición indispensable, sobre todo en el largo plazo y la cual debe basarse en el aprovechamiento masivo las fuentes renovables de energía (Dorantes, 2008). Una ventaja de este tipo de energías es que permiten minimizar el impacto de los precios de los combustibles fósiles y de su volatilidad en los procesos de generación eléctrica; por lo que su fomento y desarrollo es conveniente tanto para el sector público y privado con fines de estabilidad de precios.

El proceso de transición energética que se está llevando a cabo en México y el mundo, tiene también como uno de los objetivos fundamentales incrementar la eficiencia energética en el sector industrial, comercial y residencial como otra medida para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), tales como CO<sub>2</sub>, Metano, Óxido Nitroso, Ozono Troposférico, entre otros (INEGEI<sup>21</sup>, 2016).

Además de que en muchos países, incluyendo a México, ya se tiene considerado el pronto retiro y la transformación de algunas centrales que funcionan con combustibles fósiles, como el carbón y el combustóleo, las cuales son menos eficientes (SENER, 2015). Una de las medidas más importantes para que se logre este objetivo será incrementar las inversiones en tecnologías renovables en el sector eléctrico y eliminar subsidios a los combustibles fósiles.

---

<sup>21</sup> Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

## **III.2. Prospectiva de Generación de Electricidad a Nivel Mundial**

Es importante señalar, que para esta apartado se utilizará el escenario NPS para realizar la proyección. Este escenario está definido por el Fondo Monetario Internacional (FMI) y desde mi perspectiva es bastante realista ya que incorpora un número mayor de variables que afectan al mercado energético a nivel mundial.

Este escenario considera que la relación entre el crecimiento económico mundial, la demanda de energía y las emisiones se debilita. En donde países como China, que están presentando una propuesta a un nuevo esquema de comercio de carbono, ya están programando cambios estructurales en su economía, principalmente enfocadas al sector energético; algunos países Europeos, alcanzan un punto de saturación en la demanda de servicios de energía; la mayoría de los países están adoptando tecnologías más eficientes en cuanto a costos y contaminantes emitidos; esto expresa que existe un fuerte esfuerzo para combatir el cambio climático.

También considera políticas como programas de apoyo para las energías renovables, promoción de combustibles fósiles alternativos, fijación de precios del carbono y la ampliación, reducción o eliminación gradual de la energía nuclear (World Energy Outlook, 2015). Bajo este escenario, en el Cuadro 3.2 resalta que para el 2040, la generación de electricidad a nivel mundial tendrá un incremento de casi 69.1%, lo que representa una capacidad de 39,444.4 TWh en ese año, para darse una idea de esta magnitud, tan solo 1 Terawatt (TWh) puede dar energía a 10 mil millones de focos de 100 watts al mismo tiempo durante una hora. Se espera que la generación de electricidad tenga un ritmo de crecimiento anual de 2%.

Como hemos señalado, el encarecimiento esperado de los hidrocarburos en los próximos años, especialmente del petróleo como consecuencia de su agotamiento, es uno de los principales motivos por los cuales la ciencia se ha empeñado en buscar fuentes alternativas de generación de electricidad. Por esta razón, no es de extrañarse que conforme pasen los años, la generación de energía eléctrica que funciona con derivados del petróleo, comience a disminuir. El Cuadro No. 3.2, muestra que en este rubro se presenta un decrecimiento de -2.5% anual de 2013 a 2040.

**Cuadro No. 3.2: “Prospectiva de Generación Mundial de Electricidad. Escenario NPS. (TWh) 1990-2040”**

	1990	2013	% 2013	2020	2025	2030	2035	2040	% 2040	TMCA 2013- 2040
<b>Total</b>	<b>11,826</b>	<b>23,318</b>		<b>27,222</b>	<b>30,090</b>	<b>33,214</b>	<b>36,394</b>	<b>39,444</b>		<b>2.0</b>
<b>Carbón</b>	4,423	9,612	<b>41.2</b>	10,171	10,443	10,867	11,362	11,868	<b>30.1</b>	0.8
<b>Derivados de Petróleo</b>	1,311	1,044	<b>4.5</b>	836	709	613	566	533	<b>1.4</b>	- 2.5
<b>Gas</b>	1,760	5,079	<b>21.8</b>	5,798	6,613	7,385	8,228	9,008	<b>22.9</b>	2.1
<b>Nuclear</b>	2,013	2,478	<b>10.6</b>	3,186	3,540	3,998	4,325	4,606	<b>11.7</b>	2.3
<b>Hidroeléc.</b>	2,144	3,789	<b>16.3</b>	4,456	4,951	5,425	5,843	6,180	<b>15.7</b>	1.8
<b>Bioenergía</b>	132	464	<b>2.0</b>	728	902	1,074	1,265	1,454	<b>3.7</b>	4.3
<b>Viento</b>	4	635	<b>2.7</b>	1,407	1,988	2,535	3,052	3,568	<b>9.0</b>	6.6
<b>Geotermia</b>	36	72	<b>0.3</b>	116	162	229	308	392	<b>1.0</b>	6.5
<b>Solar FV</b>	-	139	<b>0.6</b>	494	725	975	1,244	1,521	<b>3.9</b>	9.3
<b>Otros</b>	1	6	<b>0.0</b>	29	56	112	200	313	<b>0.8</b>	15.0

**Nota:** Las cifras podrían no coincidir debido al redondeo.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de SENER y del World Energy Outlook 2015.

Si bien el desarrollo de las energías limpias, traerá importantes aportaciones a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, resalta que dada la creciente demanda de electricidad, será difícil abandonar completamente las centrales eléctricas de tecnología convencional, ya que estas abastecen a las grandes ciudades del mundo a pesar de que son

contaminantes. Este es el caso de las llamadas centrales carboeléctricas, cuya fuente de energía es la quema del carbón, la cual presenta como fuente de generación una tasa media de crecimiento de 0.8% para el periodo de estudio; sin embargo, si comparamos su crecimiento con el que tendrán las energías limpias, es muy inferior, además de que su participación pasará de un 41% en 2013 a 30% al final del período. Esta es una buena señal para comprobar la transformación que sufrirá la matriz energética a nivel mundial.

Se debe resaltar el caso del gas natural el cual será un elemento preponderante en la generación de energía de las próximas décadas ya que desplazará al carbón como el combustible fósil más empleado hacia el final del periodo de análisis de esta investigación. Asimismo, en los últimos años se ha incrementado su utilización en los procesos de generación de electricidad. Entre 2013 y 2040, las centrales que utilizan esta fuente de energía adicionaran a la capacidad instalada mundial un total de 1,026.2 GW aproximadamente, teniendo una tasa de crecimiento anual de 1.9% (SENER, 2015). Esto lo dejará con una participación del 23.9% dentro del total de la capacidad instalada mundial, reflejándose en una preferencia a las termoeléctricas de ciclo combinado sobre las carboeléctricas, dada su eficiencia, su menor producción de contaminantes, los bajos precios del gas natural, menor costo de capital y sus menores tiempos de construcción, lo que en términos económicos, son ventajas sumamente importantes a considerar por cualquier gobierno o inversionista privado.

Por su parte, como se observa en el Cuadro No. 3.2, la generación con energías renovables aumenta más de dos y media veces, para llegar a una capacidad en 2040 que rondará los 18,035.1 TWh. Este crecimiento permitirá que más de la mitad de la generación adicional total provenga de tecnologías de energías renovables, ya que año con año vemos una disminución en el

costo de este tipo de tecnologías y los apoyos gubernamentales cada vez son mayores (SENER, 2015).

Dentro de todas las fuentes de generación de electricidad, destaca la que proviene de la energía solar fotovoltaica, ya que esta tecnología presenta el mayor crecimiento entre 2013 y 2040, con un 9.3% anual. La generación hidroeléctrica, seguirá siendo sumamente importante para las siguientes décadas ya que continuará siendo la fuente renovable de mayor participación a nivel mundial con un 16% en la generación eléctrica total.

Finalmente, a pesar de no ser considerada como una fuente renovable, la energía nuclear si puede considerarse como una energía limpia porque no emite gases de efecto invernadero; sin embargo, el manejo del uranio y de los desechos radioactivos, debe llevarse a cabo con mucha precaución ya que de lo contrario podría ser sumamente riesgoso para la sociedad y el medio ambiente.

En el periodo proyectado, se espera que la instalación de plantas nucleares incremente 221.6 GW, ubicándose en 2040 en los 614 GW, creciendo a una tasa de 1.7% anualmente. En la actualidad, países como Estados Unidos, China e India están construyendo más reactores nucleares; esta situación nos deja ver una preferencia por incrementar la capacidad instalada de la energía nuclear (SENER, 2015).

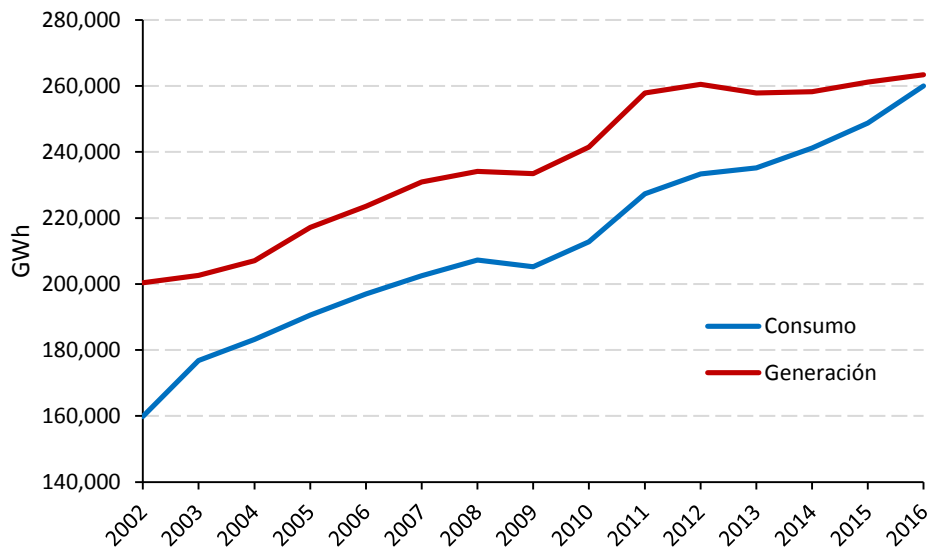
### **III.3. El Mercado Eléctrico Mexicano**

Uno de los temas más importantes para cualquier nación es la seguridad energética, que se define como la capacidad que un Estado tiene para

garantizar el suministro de energía de manera sostenible medioambiental y económicamente.

Una de las principales problemáticas que han surgido en los últimos años en el sector eléctrico, es la reducción de la brecha existente entre la generación y el consumo de energía eléctrica como se observa en la gráfica 3.2. Esto se convierte en un problema en el momento en que la demanda es superior a la generación, ya que la población y las empresas pueden quedar expuestas a apagones, causando incertidumbre para las futuras inversiones, descontento social y todos los problemas que caer en un estado de inseguridad energética trae consigo como es el aumento de los precios de la energía y que la falta de disponibilidad de energía represente un freno para el crecimiento económico.

**Gráfico No. 3.2. “México: Generación y Consumo de Electricidad 2002-2016”**



Fuente: Sistema de Información Energética de SENER.



A partir de la Reforma Energética en 2013, los incentivos para nueva generación eléctrica se han concentrado en las energías limpias. De la mano de esto, se inició un programa para retirar centrales generadoras obsoletas o que utilicen tecnología térmica convencional, es decir, que empleen combustibles fósiles como fuente de energía, especialmente carbón y gasolinas, los cuales presentan altos niveles de emisiones contaminantes, por lo que estos retiros de capacidad han estancado el crecimiento de la generación eléctrica en el país. A partir de 2019, cuando comiencen a entrar en operación las nuevas centrales eléctricas derivadas de las Subastas Eléctricas de Largo Plazo, se producirá un aumento de la capacidad instalada de generación se espera volver a ampliar esta brecha, aunque el problema latente del retiro de las centrales eléctricas convencionales, persistirá por la siguiente década.

La solución a este problema no solo debe buscarse a través de la transformación del modelo de generación de electricidad, sino tiene que ser acompañado por políticas de concientización, las cuales enseñen a la población a reducir su consumo eléctrico. De igual forma, el desarrollo tecnológico juega un papel muy importante en este proceso de cambio, ya que como se ha visto en las últimas tres décadas, los electrodomésticos y demás aparatos eléctricos cada vez son más eficientes respecto al consumo de energía, como es el caso de los focos, televisiones, refrigeradores, entre otros; los cuales tienen el mismo rendimiento que un aparato de hace 10 años o inclusive superior, pero consumen una menor cantidad de electricidad.

A continuación, se presenta el estado actual del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) con el objetivo de entender de mejor manera las áreas de oportunidad que este tiene y poder analizar las acciones que el gobierno mexicano y la CFE han emprendido para transformar el sector.

En la actualidad, la estructura legal del sector eléctrico se encuentra establecida en la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), que tiene como objeto principal regular la planeación y el control del SEN, el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, entre otras. A su vez, la LIE tiene como uno de sus principales objetivos la promoción del desarrollo sustentable de la industria eléctrica al mismo tiempo que se garantiza su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes (SENER, 2015).

La recientemente elaborada Reforma Energética establece un nuevo modelo eléctrico con múltiples generadores, acceso universal y operación eficiente de las redes de transmisión y distribución. Asimismo plantea una reestructuración del sector eléctrico donde se intenta brindar a la población en general, electricidad más barata, eficiente y de calidad. Con ella se promoverá un sistema de plantas más eficientes que utilizan combustibles más baratos y limpios, al mismo tiempo que se promueven las energías renovables.

De igual forma, la competencia en el sector eléctrico permitirá contar con tarifas más competitivas, con lo que la industria y el comercio generarán más empleos, mientras que las familias ver una reducción en su recibo de luz (Presidencia de la República, 2016). Esto solo podrá lograrse a través de la creación de un marco normativo que deje en igualdad de condiciones a las empresas públicas y privadas, creando un entorno de competencia en el sector que ofrezca electricidad a precios competitivos.

Para el sector industrial y comercial mexicano es de suma importancia que se dé una reducción de los precios de la energía que les permita disminuir sus costos y con esto ofrecer precios más competitivos o en su caso incrementar la producción o los servicios que proporcionan, con el fin de elevar sus utilidades. Si este entorno se generaliza en otros sectores, la productividad de la economía mexicana se incrementaría. Sin embargo, para que este proceso de transformación se pueda llevar a cabo se requiere de una mayor integración de todas las instituciones involucradas en el SEN, que coadyuven a su buen funcionamiento y que con apoyo de los diversos ordenamientos jurídicos, se desarrolle un nuevo modelo de Mercado Eléctrico Mexicano moderno, eficaz y competitivo (SENER 2015).

La Secretaría de Energía<sup>22</sup> (SENER), la Comisión Reguladora de Energía<sup>23</sup> (CRE) y el Centro Nacional de Control de Energía<sup>24</sup> (CENACE) son organismos públicos clave dentro del sector eléctrico, las cuales cuentan con las facultades y atribuciones para llevar a cabo un proceso de planeación del sector eléctrico, para este en función de los requerimientos y necesidades de la población.

---

<sup>22</sup> Es una secretaría del Estado mexicano encargada de controlar, administrar y regular todos los medios energéticos, tales como los combustibles, energía eléctrica y material radioactivo, entre otros.

<sup>23</sup> La Comisión Reguladora de Energía es el Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética promotor del desarrollo eficiente del sector y del suministro confiable de hidrocarburos y electricidad.

<sup>24</sup> Es un organismo público descentralizado cuyo objeto es ejercer el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional; la Operación del Mercado Eléctrico Mayorista y garantizar imparcialidad en el acceso a la Red Nacional de Transmisión y a las Redes Generales de Distribución. A su vez, realiza la operación del Mercado Eléctrico Mayorista en condiciones que promueven la competencia, eficiencia e imparcialidad, mediante la asignación y despacho óptimos de las Centrales Eléctricas para satisfacer la demanda de energía del Sistema Eléctrico Nacional.

Cabe recalcar que todas las Centrales Eléctricas deben de ser registradas con un estatus que está en función de sus características, grado de capacidad, el cual puede ser firme o intermitente y finalmente por su despachabilidad<sup>25</sup>. En el Gráfico No. 3.3 se presentan una serie de ejemplos de la forma en la que se clasifican las principales centrales generadoras de electricidad.

**Gráfico No. 3.3: “Características de las Centrales Eléctricas”**



Fuente: SENER.

Del mismo modo, es importante señalar que en la LIE establece que la SENER deberá establecer los requisitos y obligaciones para adquirir Certificados de Energías Limpias, de igual manera instrumentará los mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política energética, así como los criterios para su adquisición en favor de los generadores y generadores exentos que produzcan electricidad por medio de energías limpias.

<sup>25</sup> Característica operativa de una unidad de generación de modificar su generación o de conectarse o desconectarse a requerimiento del CENACE.

### *3.1 Certificados de Energías Limpias (CEL)*

Los también llamados CELs, son títulos emitidos por la CRE que acreditan la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias que sirven para cumplir los requisitos asociados al consumo de los Centros de Carga y así las metas nacionales se convertirán en obligaciones individuales. (SENER, 2015)

Este tipo de certificados, son considerados por la SENER como un instrumento sumamente útil para promover nuevas inversiones en la generación de energía limpia, ya que a través de ellos, se fomenta la competencia entre diferentes tecnologías para alcanzar las metas y objetivos del sector eléctrico a un menor costo, promoviendo el desarrollo del SEN y la diversificación de la matriz energética. Gracias a estos recientes cambios, los CEL se podrán comprar o vender por los generadores y distribuidores en proporción a su consumo en caso de no cubrir el porcentaje mínimo que el Estado establece; a partir de 2016 el 5.0% de generación de energía a partir de fuentes limpias. La LIE establece que en caso de no conseguirlo, el productor o el distribuidor deberán pagar la multa que impondrá la autoridad, la cual representará el precio máximo de los certificados. De esta manera, los generadores de energías renovables pueden obtener beneficios al vender dos bienes:

- a) La electricidad que generan y venden a la red o a consumidores fuera de la red.
- b) Los CEL materializados en bonos que pueden ser comercializados.

En este sentido, este tipo de certificados se pueden considerar un tipo de impuesto “pigouviano”, ya que es una forma para intentar corregir la externalidad negativa que están provocando las empresas contaminantes a

las personas, perjudicando su salud y su bienestar. Lo que estos certificados provocan es que la externalidad se internalice y se cree un mercado entorno a los CEL, el cual se rige por oferta y la demanda. La disposición a pagar de las empresas dependerá del costo que tiene para ellas el reducir la externalidad que están provocando (López, 2010), ya que las empresas que necesiten este tipo de instrumentos, acudirán al mercado en donde podrán comprárselos a aquellas que no los necesiten, por lo que los certificados se acabarán distribuyendo eficientemente entre los participantes del mercado.

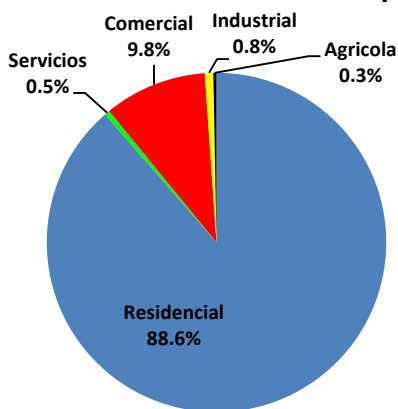
Dado que son un instrumento del mercado su precio no es fijo; los participantes del mercado de CEL podrán presentar ofertas para vender y venderá cualquier precio. La compra-venta podrá realizarse a través del mercado de CEL que organizará por lo menos una vez al año el CENACE, de igual manera también podrán comercializarse libremente mediante contratos bilaterales o subastas de largo plazo. Un CEL ampara la generación de 1 MWh de energía eléctrica limpia y aunque actualmente ya se ofertan en las subastas que realiza la CRE, no será hasta después de 2018 cuando se puedan empezar a comerciar entre empresas.

### *3.2 Composición del Mercado Eléctrico*

En la última década el número de usuarios de energía eléctrica tuvo una tasa de crecimiento medio anual de 5.8%. Según datos de la CFE, en el 2014, la compañía abasteció de energía eléctrica a aproximadamente 39.7 millones de usuarios, siendo el sector doméstico o residencial, el de mayor participación dentro del total (SENER, 2016). Como observamos en el Gráfico No. 3.4, la mayor parte de los clientes que tiene la CFE pertenecen al sector residencial. Sin embargo, no significa que este sector sea el que tiene mayor consumo de energía eléctrica, como podremos apreciar más adelante.

Hasta Diciembre de 2015, la infraestructura de generación eléctrica estaba integrada por 188 centrales, de las cuales 159 pertenecen a CFE y 29 son operadas por Productores Independientes de Electricidad (PIEs), de las cuales se desprenden 1,020 unidades de generación. En conjunto, la capacidad instalada para la República Mexicana era de 68,044.0 Megawatts (MW), lo que significó un incremento en la capacidad de 2,519 MW respecto al año anterior (SENER, 2015).

**Gráfico No. 3.4: “Composición de clientes de CFE por sector 2015”**



Fuente: SENER con datos de CFE.

Para fines de esta investigación, se hará un análisis regional dividiendo el país en cinco grandes regiones establecidas por la Presidencia de la República, en donde su identificación será vital para la planeación y el estudio de las mismas. En el Cuadro 3.3 se detalla cómo están conformadas las regiones eléctricas y las entidades federativas que las conforman.

**Cuadro No. 3.3: “Regionalización Estadística del Mercado Nacional de Electricidad en México”**

<b>REGION</b>	<b>ESTADOS QUE LO CONFORMAN</b>
<i>Noroeste</i>	Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora.
<i>Noreste</i>	Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas.
<i>Centro-Occidente</i>	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas.
<i>Centro</i>	Ciudad de México, Hidalgo, Edo. de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala.
<i>Sur-Sureste</i>	Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

**Fuente:** SENER con información de Presidencia.

**Mapa No. 3.1: “Regionalización Estadística Del Mercado Nacional de Energía Eléctrica 2015”**



**Fuente:** SENER con información de Presidencia.

Según datos de CFE, de la totalidad de usuarios o clientes<sup>26</sup> atendidos, la región Centro concentra el mayor porcentaje de personas abastecidas por el servicio público con el 28.8%, es decir 12,202,574 usuarios; lo cual se asocia a la densidad de población tan elevada que existe en esta área, debido a que en ella se encuentra la zona urbana más grande del país. En segundo lugar

<sup>26</sup> Se entiende por cliente o usuario a cualquier hogar, comercio o establecimiento que tiene un contrato con CFE.



se encuentra la región Centro Occidente con 10,275,105 usuarios, equivalente al 24.8% del total. Es importante considerar que esta región, contiene importantes centros urbanos, pero también destaca por tener un alto índice de industrialización gracias a todas las manufacturas que se han establecido en esta parte del país (CFE, 2014).

Por su parte, la región Sur-Sureste históricamente se ha caracterizado por tener un ritmo de crecimiento económico menor al de otras regiones, sin embargo, gracias diversos programas económicos tales como las zonas económica especiales, en los últimos años esta brecha se ha ido reduciendo. A pesar de las condiciones socioeconómicas de la región, se observa que año con año el número de usuarios se incrementa, ubicándose en 2017 en 9,415,988 usuarios que equivale al 22.6%, en esta región, el estado de Veracruz es el que mayor número de usuarios posee con 2,769,304 usuarios.

En la región Noreste concentra el 14.8% de los usuarios de energía eléctrica, estados como Nuevo León y Tamaulipas tienen una alta participación dentro del total de usuarios de electricidad en esta zona del país. Si bien no es la región con mayor número de usuarios, sí es la de mayor consumo; como veremos más adelante. Esto se explica por el desarrollo industrial de la zona, recordando que es el sector industrial, el mayor consumidor de energía eléctrica en México, además de que es una zona donde se utiliza mucho el aire acondicionado, el cual es uno de los aparatos domésticos de mayor consumo de electricidad (Véase Anexo 3). Finalmente, la región con menor cantidad de usuarios es la Noroeste con 3,688,522 usuarios, el 9.0% del total de usuarios a nivel nacional, esto se debe a la menor concentración de población en estos estados en comparación con el resto del país.

**Cuadro No. 3.4: “Generación bruta de energía eléctrica en México”**  
Porcentaje

	2002	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Centro</b>	29.76	29.50	29.17	28.63	28.11	27.94	28.09	28.03	28.32	28.65	28.80	28.82
<b>Centro-Occidente</b>	24.67	24.63	24.62	24.75	24.92	24.96	24.78	24.86	24.77	24.78	24.83	24.79
<b>Noreste</b>	15.26	15.22	15.28	15.39	15.43	15.42	15.41	15.36	15.24	14.97	14.77	14.76
<b>Noroeste</b>	8.96	9.02	9.07	9.17	9.26	9.38	9.41	9.30	9.22	9.13	9.05	8.99
<b>Sur-Sureste</b>	21.34	21.64	21.85	22.07	22.28	22.30	22.32	22.44	22.45	22.47	22.55	22.64
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Sistema de Información Energética (SENER).

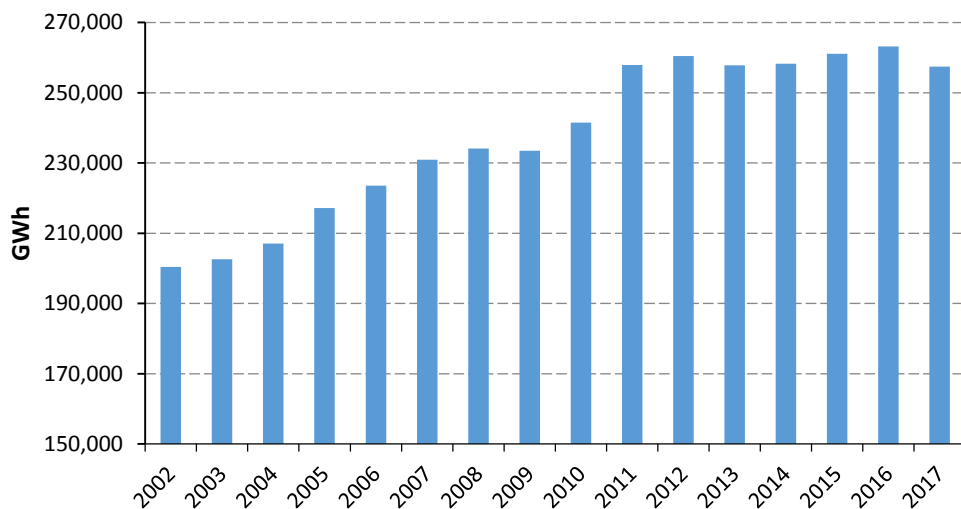
### 3.3 La Generación de Electricidad

Tal como se observa en el Gráfico No. 3.5, la generación de electricidad históricamente ha tenido una tendencia alcista, impulsada tanto por el crecimiento socioeconómico como por el aumento de la población (Pasquevich, 2009). Si a esto sumamos las diversas innovaciones tecnológicas de los últimos 15 años, la gran mayoría utilizan energía eléctrica y esto ha obligado a buscar incrementar año con año su capacidad de generación. En México, desde 2002 y hasta 2017, la generación bruta de energía eléctrica se incrementa con una tasa promedio de crecimiento anual de 1.7%. A partir de 2011, la falta de inversión en la generación de electricidad provocó un estancamiento.

Diferentes trabajos econométricos como el de Carlos Barreto y Jacobo Campo, han demostrado que existe una fuerte relación entre la generación y consumo de electricidad con el Producto Interno Bruto (PIB), ya que su estudio determinó que para el caso de México, un aumento del consumo de energía en 1% provoca un incremento del PIB en 0.55%, a largo plazo (Barreto & Campo, 2012). Esto se explica en que en periodos de inestabilidad económica o crisis, algunas variables fundamentales dentro de la medición

del PIB tienden a disminuir, tales como el consumo, el gasto del gobierno, entre otras. Si sumamos el consumo de electricidad tan fuerte que tiene el sector industrial en México, el cual es uno de los sectores más sensibles a la situación económica, observamos una fuerte correlación entre ambas series, tal y como lo muestra el Gráfico 3.6.

**Gráfico No. 3.5: “Generación bruta de energía eléctrica en México”**



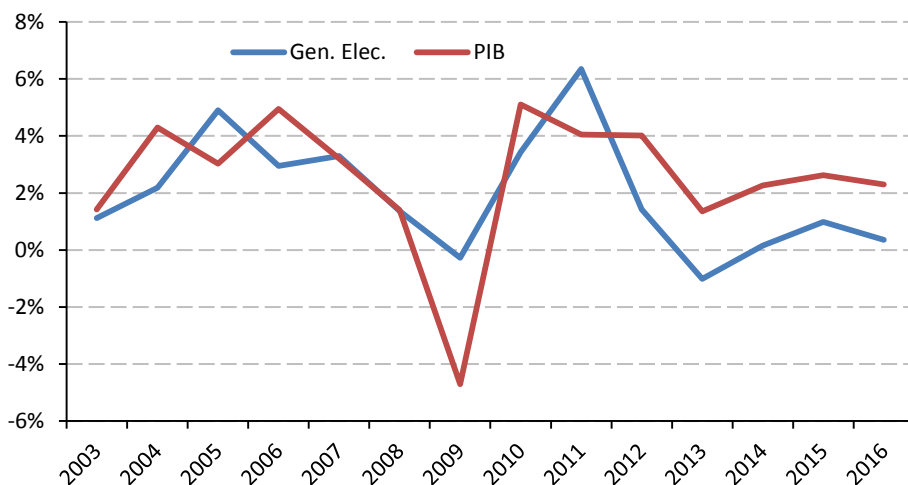
**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del Sistema de Información Energética. SENER.

Para el periodo comprendido entre 2004 y 2016, el coeficiente de correlación es de 0.55, lo que nos indica que existe una incidencia directa de los cambios en el ritmo de crecimiento del PIB sobre las variaciones en la generación de electricidad, lo cual confirma que para que el crecimiento económico debe estar acompañado con expansiones en la provisión de un insumo tan fundamental como lo es el acceso a la energía eléctrica.

Actualmente, el funcionamiento de las sociedades depende completamente de una adecuada disponibilidad de energía, tanto para el desarrollo de sus actividades productivas como cotidianas. En este mismo sentido, un mayor desarrollo económico de una nación implica necesariamente un crecimiento en su consumo de energía (SYSTEP, 2010). Esta expresión explica, a grandes rasgos, la razón por la cual estas variables tienen un importante grado de correlación. En este sentido, resulta lógica la tendencia alcista que ha tenido la generación de energía en México, ya que a pesar de las fluctuaciones en la tasa de crecimiento del PIB que se han presentado en la última década; la economía en su conjunto también ha tenido una tendencia alcista que ronda entre el 1.5% y 3% en promedio (INEGI, 2016).

En México, se utilizan diferentes técnicas y tecnologías para generar la electricidad, por esta razón es fundamental ver la participación que cada tipo de tecnología tiene dentro de la matriz de generación total, como se puede apreciar en el Cuadro 3.5.

**Gráfico No. 3.6: “Variación del PIB anual a precios de 2008 vs Variación anual de la generación de electricidad en México (2003-2016)”**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de SENER e INEGI.

A continuación se presenta una breve explicación de la forma en la que operan las diferentes centrales eléctricas en función de la tecnología y la fuente de energía que utilizan (Endesa, 2014) (Ponce, 2011) (UNESA, 2016) (FundaGeo, 2013):

- a) **Termoeléctrica:** son centrales donde un combustible fósil generalmente gas o algún derivado del petróleo, es quemado en una caldera para generar energía calorífica que se aprovecha para generar vapor de agua. Este vapor a alta presión acciona las palas de una turbina de vapor, transformando la energía calorífica en energía mecánica. De estas centrales se desprenden las que se conocen como de ciclo combinado las cuales combinan dos ciclos termodinámicos. En el primero se produce la combustión de gas natural en una turbina de gas, y el segundo, aprovecha el calor residual de los gases para generar vapor y expandirlo en una turbina de vapor.
  
- b) **Dual:** son centrales que trabajan con el mismo proceso que una termoeléctrica convencional, la diferencia radica en que en éstas la fuente de calor proviene de la quema de dos combustibles diferentes de los cuales pueden ser gas, carbón o combustóleo y las combinaciones que resulten de éstos.
  
- c) **Carboeléctrica:** utilizan el mismo proceso que una termoeléctrica convencional, sin embargo, su fuente de energía proviene únicamente de la quema del carbón. Este tipo de central es considerada una de las más contaminantes (Ponce, 2011).
  
- d) **Geotermoeléctrica:** Las centrales que utilizan este tipo de tecnología son similares a otras centrales termoeléctricas de turbina, la particularidad radica en el calor del interior de la tierra, que se utiliza

como fuente de energía para calentar agua u otro fluido de trabajo. Dicho fluido hace girar la turbina de un generador, produciendo electricidad. Posteriormente, el fluido se enfría y es devuelto a la fuente de calor.

- e) **Nucleoeléctrica:** Este tipo de centrales utilizan el proceso de una termoeléctrica convencional, pero en este caso el calor se obtiene mediante la fisión controlada de núcleos de uranio. Estas no contribuyen al efecto invernadero, pero tienen el problema de los residuos radioactivos deben de ser guardados durante largos periodos y existe la posibilidad de que se presenten accidentes radioactivos.
- f) **Eólicas:** Para generar electricidad, utilizan la energía cinética del viento, la cual es transformada directamente en energía mecánica rotatoria mediante un aerogenerador.
- g) **Hidroeléctricas:** utilizan el agua de una corriente natural o artificial y mediante lo que se conoce como efecto de un desnivel, el agua y la fuerza que tiene actúa sobre las palas de una turbina hidráulica.
- h) **Fotovoltaica:** utilizan un conjunto de paneles fotovoltaicos, en los cuales se capta la energía del sol, transformándola en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico e introduciéndola en la red eléctrica.

En México en las centrales termoeléctricas es donde se produce la mayor parte de la electricidad con una participación cercana al 70%. A su vez, las centrales carboeléctricas a pesar de ser sumamente perjudiciales para el medio ambiente, en el país ocupan el segundo lugar de generación, aunque en algunos años su generación esta por detrás de las centrales hidroeléctricas, las cuales explotan las corrientes de los ríos mexicanos y que es considerada como una energía limpia. El Mapa 3.2 muestra la forma en la

que se distribuyen las principales centrales generadoras de electricidad en el territorio nacional.

**Cuadro No. 3.5: “México: Generación bruta de energía por tecnología por porcentaje 2002-2017”**

	2002	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Termoeléc.</b>	65.0	63.9	68.7	66.3	66.5	68.7	69.5	65.3	67.9	68.7	69.1
<b>Dual</b>	6.9	6.6	5.3	6.5	6.0	6.2	6.0	6.3	1.3	0.0	0.0
<b>Carboeléc.</b>	8.1	8.5	7.2	6.8	7.0	6.8	6.2	6.8	11.5	13.0	11.9
<b>Geotermoeléc.</b>	2.7	3.4	2.9	2.7	2.5	2.2	2.4	2.3	2.4	2.3	2.3
<b>Nucleoeléctric.</b>	4.9	5.0	4.5	2.4	3.9	3.4	4.6	3.7	4.4	4.0	4.2
<b>Eólica</b>	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.8
<b>Hidroeléctrica</b>	12.4	12.7	11.3	15.2	13.9	12.0	10.6	14.8	11.5	11.1	11.7
<b>Fotovoltaica</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética. SENER.

Asimismo, es importante observar la creciente participación que tienen las centrales eólicas dentro de la matriz energética mexicana; ya que a pesar de que actualmente no superan el 1% de la participación en la generación eléctrica; esta tecnología tiene un gran potencial en México y se espera que en el futuro esta tecnología tenga un amplio desarrollo, sobre todo en la región Noreste, así como en la del Sur-Sureste, tal y como se observó en los proyectos ganadores en las Subastas Eléctricas de Largo Plazo.

Las centrales que utilizan una tecnología dual, mantuvieron hasta 2014, un nivel de participación cercano al 6%; este tipo de centrales se utilizan generalmente para satisfacer periodos de alta demanda de electricidad, dado que son sumamente contaminantes, es por eso que se observaba que en periodos donde el incremento en la generación de electricidad fue bajo o se mantenía respecto al año anterior, estas centrales tendían a disminuir su participación como en 2008 y 2009. Gracias al desarrollo de las energías limpias, esta tecnología prácticamente ya no se utiliza, es por eso que a partir

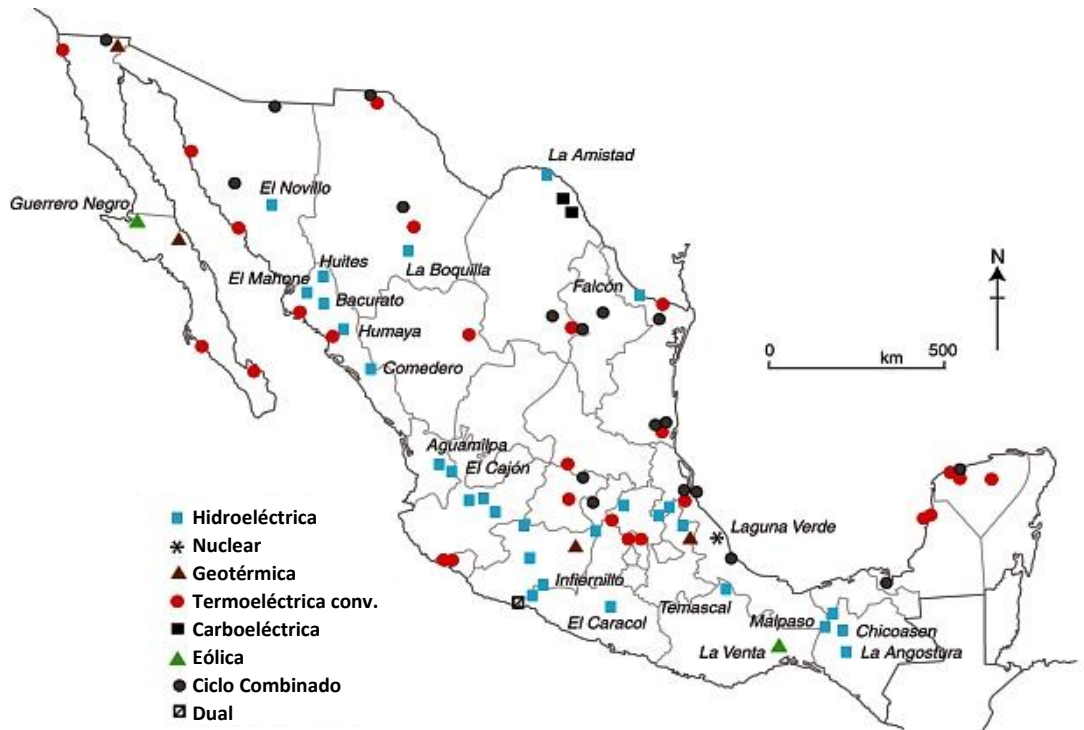
de 2015 su nivel de participación fue de 1.3%, para finalmente en 2016 no tener participación dentro de la generación de electricidad.

A pesar de que en México solo se cuenta con una central nuclear, la cual posee dos reactores y que se ubica en Laguna Verde, Veracruz; este tipo de tecnología aportó en promedio de 2002 a 2017 un 4.1%, de la generación eléctrica total. Por esta razón se dice que a pesar de los riesgos que presentan este tipo de centrales, se consideran sumamente eficientes respecto a su capacidad para generar electricidad. En este sentido se tiene contemplado incrementar la generación de electricidad con tecnología nuclear a partir de 2028 (Prodesen, 2017).

En mayo del 2010, la CFE tenía cuatro posibles escenarios donde se plantea la creación de cuatro nuevas centrales nucleares de generación de energía eléctrica entre 2019 y 2028. En el escenario más agresivo que planteaba la CFE, se podrían llegar a construir hasta diez plantas de energía nuclear, esperando lograr con esto que la energía nuclear suministrara casi un 25% de las energía de México para el 2028 (Energía Nuclear, 2016). Sin embargo, estos escenarios se descartaron dado que no se tiene aún un plan firme de manejo de residuos radioactivos, por lo que la adición de capacidad de generación eléctrica de este tipo de tecnología, se tiene prevista hasta 2029, 2030 y 2031.



**Mapa No. 3.2: “México: Principales centrales eléctricas en 2016”**



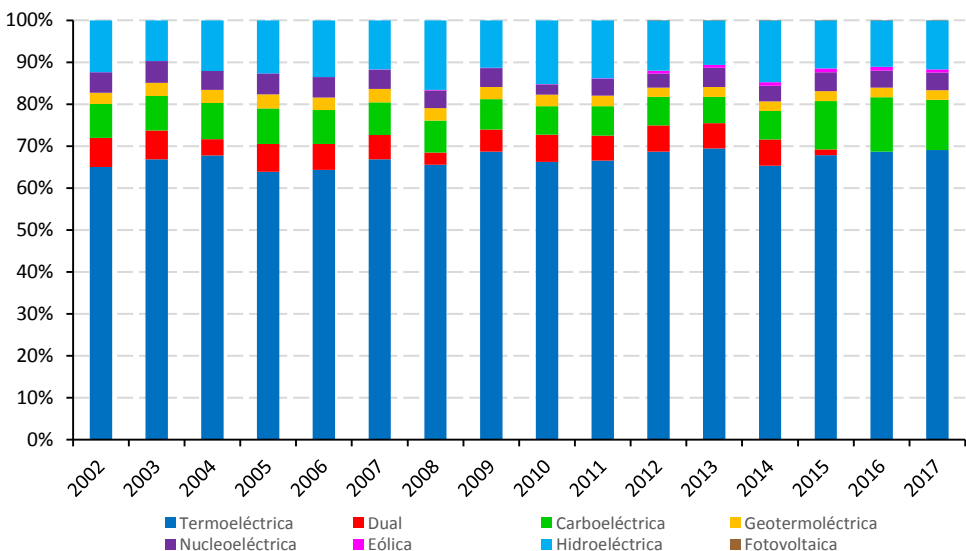
Fuente: Geo-Mexico (2016).

Por otra parte, la energía solar no es muy utilizada actualmente, pero gracias a las condiciones geográficas con las que se cuenta, es altamente probable que esta tecnología tenga un crecimiento muy grande en las próximas décadas, tal y como vimos en el Cuadro 3.2. Esta tendencia se ve reflejada en las subastas eléctricas de largo plazo que buscaron promover y darle certeza a la generación de electricidad a través de la tecnología solar y eólica.

El Gráfico No. 3.7, se puede observar cómo se distribuye la participación de cada tipo de central dentro del total de generación de energía eléctrica en México de 2002 a 2017. Podemos notar cómo las tecnologías más contaminantes han ido perdiendo participación en la generación, el caso más

claro es el de la generación dual, mientras que la energía eólica a partir de 2012 ha incrementado su participación.

**Gráfico 3.7: “México: Porcentaje de Generación de Energía Eléctrica por Tecnología 2002-2017”**



**Fuente:** Elaboración propia con datos del Sistema de Información Energética. SENER.

Dentro de la generación de electricidad, siempre es importante tener en cuenta el tipo de combustible empleado, el costo de generación y la eficiencia que tiene la planta generadora. Estos tres factores determinan la forma de operar las distintas centrales de un sistema.

En el ámbito económico, podemos decir que existen diversas tecnologías que tienen un costo marginal alto, es decir, que para generar una unidad adicional de electricidad se incurre en un costo elevado; pero que pueden ponerse en marcha rápidamente, tal es el caso de las centrales que utilizan turbinas que se mueven gracias al calor generado por la quema de gas natural (SENER,

2015). Este tipo de centrales resultan sumamente útiles en los periodos del día o del año en que la demanda de electricidad es muy alta; estos periodos pico, como se les conoce, pueden variar según la región del país.

Las centrales que utilizan el carbón o el uranio como fuente de energía, presentan el caso contrario, ya que en ellas el costo marginal resulta menor, sin embargo, cuentan con la desventaja de ser centrales que no se pueden poner en marcha rápidamente debido a la complejidad de su edificación, además de que su generación eléctrica es constante, por lo que se utilizan principalmente para cubrir la demanda base continua de electricidad (SENER, 2015).

En el caso de aquellas centrales que utilizan alguna energía renovable, tienen la gran ventaja de que no emplean combustibles como fuente de energía, pero en la mayoría, su construcción resulta costosa al igual que su mantenimiento; uno de los principales beneficios de este tipo de centrales es la reducida o nula emisión de contaminantes al ambiente, el cual se ha convertido en tema prioritario para muchos gobiernos en la última década. Estos factores mencionados, son algunas de las principales razones por las que en México se está buscando la diversificación de la matriz energética, promoviendo el uso de energías limpias intentando mantener un equilibrio con aquellas tecnologías que provean un respaldo energético con bajos costos de generación y aquellas que resulten rentables con escenarios de precios de combustibles accesibles.

En el año de 2017, la generación bruta total de energía eléctrica en México fue de 257,417 GWh, que equivale a una reducción en la generación eléctrica de 1.9% respecto al año anterior. Esta electricidad generada provino en un 33.4% de los permisos otorgados por el Estado a productores independientes

de electricidad (PIE) a través de la CRE, que venden su energía a CFE y un 66.58% el cual provino del servicio público mediante la CFE.

**Cuadro No. 3.6: “México: Generación Bruta por Tecnología 2017”**

	GWh	Porcentaje
<b>Termoeléctricas</b>	177,792.6	69.1%
<b>Carboeléctricas</b>	30,751.6	11.9%
<b>Hidroeléctrica</b>	30,077.7	11.7%
<b>Nucleoeléctrica</b>	10,882.9	4.2%
<b>Geotermoeléctrica</b>	5,924.5	2.3%
<b>Eólica</b>	1,976.4	0.8%
<b>Fotovoltaica</b>	10.9	0.0%
<b>Dual</b>	0	0.0%
<b>Total</b>	<b>257,416.7</b>	<b>100%</b>

Fuente: SENER con información de CFE y CRE.

### 3.4 Análisis Regional del Sistema Eléctrico

Por otra parte, en el Cuadro 3.7, podemos apreciar de forma desglosada las ventas de electricidad por región, en donde resalta el caso del Noreste del país, concentrando una importante participación en las ventas a nivel nacional con el 24.4%; ésta región se ha caracterizado en los últimos años por tener un crecimiento económico superior al nacional, impulsado sobre todo por el desarrollo de la actividad industrial y del crecimiento de las zonas urbanas donde destacan las zonas fronterizas, la ciudad de Monterrey y la zona de la Laguna.

Por otro lado, se encuentra la región Centro-Occidente con una participación del 24.5%, la cual, año con año ha incrementado su participación debido al alto consumo proveniente de los centros urbanos y de las industrias que se

han asentado en la región, como es la automotriz. Por su parte, la región Centro que se ubicó en el tercer lugar con el 22.1% de las ventas nacionales; estas regiones poseen características climatológicas y demográficas similares, siendo estas dos, las más pobladas de la República Mexicana, por lo que tiene sentido que las ventas sean elevadas por la gran cantidad de núcleos urbanos que hay en ellas.

Finalmente la región Sur-Sureste y el Noroeste concentraron el 14.8% y 14.2%, respectivamente, de las ventas nacionales de energía eléctrica. De forma más detallada el Estado de México fue la entidad que en 2017 tuvo la mayor participación con el 8.2% del total nacional, seguido del estado de Nuevo León con 8.1% y la Ciudad de México con el 6.3%; en estos tres estados, encontramos economías terciarizadas<sup>27</sup> y además en ellos se encuentran algunas de las ciudades más pobladas del país.

En el caso contrario, Tlaxcala, Nayarit y Campeche, son los estados que tienen menor participación en el total de ventas con un 0.9%, 0.7% y 0.6% respectivamente, siendo estados con baja población y donde la agricultura, minería, turismo y en el caso de Campeche, extracción petrolera; son las actividades más importantes.

Si estudiamos la forma en la que las ventas internas de energía eléctrica por región se comportan a lo largo del tiempo, podemos observar que estas tienen un comportamiento estacional y con una tendencia alcista.

---

<sup>27</sup> Es una expresión utilizada para definir a las economías donde el sector de los servicios es el de mayor peso, en la gran mayoría de las ocasiones, el desarrollo de este sector está íntegramente relacionado con el número de habitantes de un lugar y el nivel de ingreso.

**Cuadro No. 3.7: “México: Generación Eléctrica y Ventas Internas por Región y Entidad Federativa 2017”**

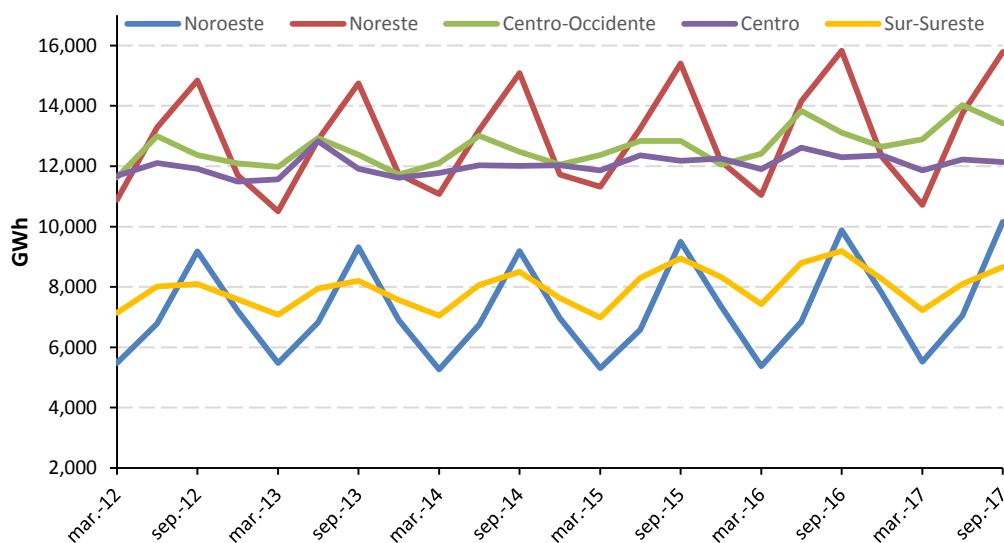
Región	Generación			Ventas		
	Gwh	Porcentaje regional	Porcentaje nacional	Gwh	Porcentaje regional	Porcentaje nacional
<b>Nacional</b>	<b>256,736.8</b>			<b>200,114.2</b>		
<b>Noroeste</b>	<b>34,235.8</b>	<b>100.00%</b>	<b>13.33%</b>	<b>28,450.4</b>	<b>100.00%</b>	<b>14.22%</b>
Baja California Sur	2,443.3	7.14%	0.95%	2,214.9	7.79%	1.11%
Baja California	11,998.6	35.05%	4.67%	9,938.5	34.93%	4.97%
Sinaloa	6,525.6	19.06%	2.54%	6,536.7	22.98%	3.27%
Sonora	13,268.3	38.76%	5.17%	9,760.3	34.31%	4.88%
<b>Noreste</b>	<b>76,462.7</b>	<b>100.00%</b>	<b>29.78%</b>	<b>48,801.9</b>	<b>100.00%</b>	<b>24.39%</b>
Coahuila	14,427.5	18.87%	5.62%	9,629.4	19.73%	4.81%
Chihuahua	14,421.6	18.86%	5.62%	11,782.5	24.14%	5.89%
Durango	9,081.2	11.88%	3.54%	2,926.0	6.00%	1.46%
Nuevo León	7,450.4	9.74%	2.90%	16,197.1	33.19%	8.09%
Tamaulipas	31,082.0	40.65%	12.11%	8,266.9	16.94%	4.13%
<b>Centro-Occidente</b>	<b>49,809.4</b>	<b>100.00%</b>	<b>19.40%</b>	<b>49,135.2</b>	<b>100.00%</b>	<b>24.55%</b>
Aguascalientes		0.00%	0.00%	2,665.0	5.42%	1.33%
Colima	14,465.3	29.04%	5.63%	1,803.4	3.67%	0.90%
Guanajuato	8,145.8	16.35%	3.17%	11,215.0	22.82%	5.60%
Jalisco	601.7	1.21%	0.23%	12,423.2	25.28%	6.21%
Michoacán	7,458.5	14.97%	2.91%	7,220.3	14.69%	3.61%
Nayarit	3,281.2	6.59%	1.28%	1,440.2	2.93%	0.72%
Querétaro	4,343.0	8.72%	1.69%	4,844.4	9.86%	2.42%
San Luis Potosí	11,513.8	23.12%	4.48%	5,411.1	11.01%	2.70%
Zacatecas		0.00%	0.00%	2,112.7	4.30%	1.06%
<b>Centro</b>	<b>22,764.6</b>	<b>100.00%</b>	<b>8.87%</b>	<b>44,135.6</b>	<b>100.00%</b>	<b>22.06%</b>
Ciudad de México	814.7	3.58%	0.32%	12,575.6	28.49%	6.28%
Estado de México	6,084.2	26.73%	2.37%	16,491.2	37.36%	8.24%
Hidalgo	11,490.0	50.47%	4.48%	3,624.1	8.21%	1.81%
Morelos		0.00%	0.00%	2,564.1	5.81%	1.28%
Puebla	4,375.7	19.22%	1.70%	7,124.0	16.14%	3.56%
Tlaxcala		0.00%	0.00%	1,756.7	3.98%	0.88%
<b>Sur-Sureste</b>	<b>73,450.6</b>	<b>100.00%</b>	<b>28.61%</b>	<b>29,591.2</b>	<b>100.00%</b>	<b>14.79%</b>
Campeche	717.6	0.98%	0.28%	1,252.4	4.23%	0.63%
Chiapas	10,947.9	14.91%	4.26%	2,892.2	9.77%	1.45%
Guerrero	19,813.0	26.97%	7.72%	2,748.8	9.29%	1.37%
Oaxaca	3,496.4	4.76%	1.36%	2,511.9	8.49%	1.26%
Quintana Roo	110.4	0.15%	0.04%	4,499.4	15.21%	2.25%
Tabasco		0.00%	0.00%	3,126.9	10.57%	1.56%
Veracruz	33,638.9	45.80%	13.10%	9,099.1	30.75%	4.55%
Yucatán	4,726.4	6.43%	1.84%	3,460.5	11.69%	1.73%
<b>Otros *</b>	<b>13.68</b>		<b>0.01%</b>			

\* Incluye a los estados de Aguascalientes, Morelos, Tlaxcala, Tabasco y Zacatecas.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del SIE, SENER.

Como se observa en el Gráfico 3.8, el segundo y tercer trimestre del año son periodos donde las ventas y el consumo eléctrico se incrementan, mientras que en los meses de fin e inicio de cada año, las ventas tienden a disminuir respecto a los meses de verano. Este comportamiento se acrecentó en las regiones del norte del país y esto se debe a dos factores principalmente; durante estos meses la temperatura en la región tiende a incrementarse, obligando a las familias y empresas a utilizar sus sistemas de aire acondicionado; siendo éste uno de los aparatos eléctricos de mayor consumo energético del mercado (Maqueda & Sánchez, 2008); aunado a esto, un gran número de empresas del sector industrial y manufacturero que se concentran en la región, tienden a elevar su producción en estos meses para lograr incrementar los inventarios y así hacer frente al incremento en la demanda de productos que se presenta en los meses finales del año.

**Gráfico No. 3.8: “México: Ventas internas de energía eléctrica por región 2012-2017”**



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del SIE, SENER.

**Cuadro No. 3.8: “México: Consumo de electricidad por habitante (MWh)  
“2005-2015”**

	2005	2010	2015
<b>Noroeste</b>	0.70	0.69	0.73
<b>Noreste</b>	0.71	0.72	0.77
<b>Centro-Occidente</b>	0.41	0.42	0.45
<b>Centro</b>	0.32	0.31	0.33
<b>Sur-Sureste</b>	0.26	0.27	0.29

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SENER e INEGI.

Por su parte, las regiones del centro y sur del país tienden a tener un comportamiento más plano, es decir, que no tiene cambios tan pronunciados en sus curvas de consumo, debido a que el clima de la franja central no es tan extremo como en el norte, por lo que el uso de equipos de aire acondicionado es mucho menor.

Por otro lado, la región Sur-Sureste si cuenta con estados donde el clima es extremoso, las condiciones de desarrollo económico y el nivel de ingreso de la población, hacen que la demanda y el uso de aire acondicionado sea mucho menor a los de la región norte. Por otra parte, las actividades económicas que destacan en estas 3 regiones, como son los servicios, principalmente, y las actividades primarias en el caso del Sur, no presentan grandes variaciones en su consumo de energía eléctrica a lo largo del año.

Por su parte en el Cuadro 3.8 se puede observar, como ha evolucionado el consumo de electricidad per cápita por región<sup>28</sup>. Destaca el caso del Noreste, ya que a pesar de ser la zona del país con menor participación en ventas de electricidad, los habitantes que en ella residen tienen un alto consumo eléctrico, sin embargo, esto puede atribuirse al alto consumo de las industrias

---

<sup>28</sup> Para crear este indicador, se tomó una diferencia de tiempo de 5 años, ya que es en esos años donde se publican cifras oficiales de población gracias a los censos y conteos poblacionales elaborados por el INEGI.

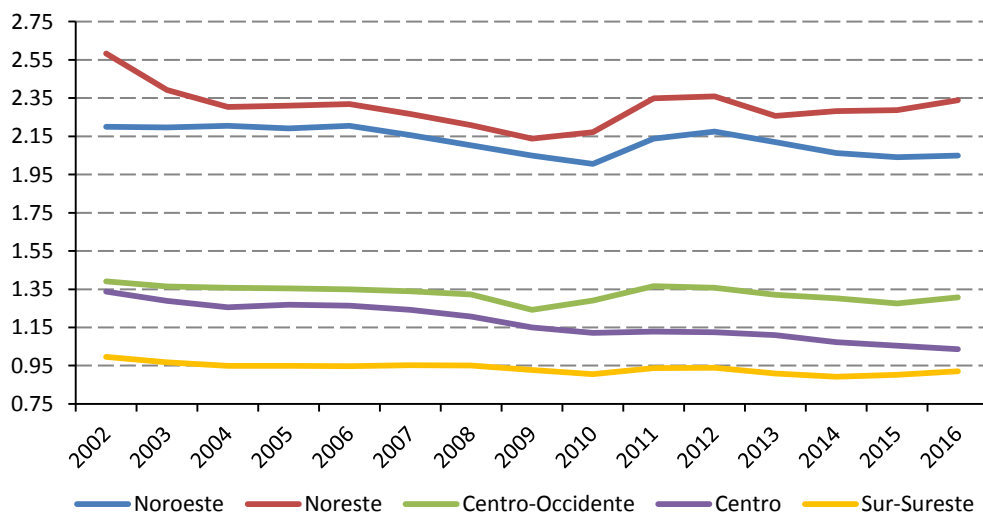


que se han establecido en la región y a que la cantidad de población que habita en ella, no es tan elevada.

Otro caso interesante es el Noroeste donde en 2010, se ve una caída del consumo eléctrico; el principal motivo de esto fue la crisis de 2008, la cual obligó a muchas familias y empresas a reducir su consumo de bienes y servicios, reduciendo de igual manera el consumo eléctrico.

De igual manera, en el resto de las regiones observamos una tendencia alcista en el consumo de electricidad por persona, lo cual confirma la tendencia de que cada vez las personas necesitan una mayor cantidad de energía eléctrica, por lo que toma mayor relevancia la búsqueda de nuevas tecnologías que permitan incrementar la generación de electricidad en el futuro evitando así un problema de seguridad energética.

**Gráfico No. 3.9: “México: Consumo por Usuario<sup>1</sup> (MW/h) 2002-2016”**



**Fuente:** Sistema de Información Energética con información de CFE, incluye información de la extinta LyFC, Censos de población y vivienda INEGI.

**Nota:** Se considera por usuario a la persona física o moral que celebra un contrato con la CFE, por lo que un usuario puede incluir a más de una persona que utiliza el servicio.

Respecto al consumo por usuario, en el gráfico 3.9 se observa que las regiones del norte del país son las que mayor consumo tienen, la razón nuevamente la encontramos en la gran cantidad de manufacturas e industrias que se agrupan en la región, las cuales necesitan de grandes cantidades de energía además de que la población de la región no es tan elevada en comparación a la de la zona centro. La correlación existente entre el crecimiento del PIB y el acceso a la energía eléctrica queda de manifiesto en el norte del país, ya que una gran parte de las entidades que conforman esta región tienen un crecimiento superior al promedio nacional, por lo que esta creciente dinámica económica regional, ha impulsado la inversiones en ella, que han permitido expandir la capacidad de generación eléctrica de la región.

Por su parte en las regiones del centro y sur, se da servicio a un elevado número de consumidores que en su mayoría pertenecen al sector residencial o comercial. La región del sur, es la más retrasada en materia de electrificación por lo que no es de extrañar su baja participación respecto a las demás regiones.

**Cuadro No. 3.9: “México: Capacidad Instalada y Generación Bruta por Región”**

	CAPACIDAD INSTALADA EFECTIVA 2015 (MW)		GENERACIÓN BRUTA DEL SEN 2015 (GW)	
	% Nacional	MW	% Nacional	GWh
<b>Nacional</b>		<b>67,913.5</b>		<b>309,391.6</b>
Noroeste	14.1%	9,581.9	13.5%	41,841.1
Noreste	24.4%	16,587.5	32.3%	99,855.0
Centro-Occidente	18.3%	12,443.1	16.6%	51,386.0
Centro	8.2%	5,565.4	8.3%	25,737.1
Sur-Sureste	34.9%	23,735.6	29.3%	90,572.4

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SENER.

El cuadro 3.9, muestra una comparación porcentual entre la capacidad instalada efectiva de cada región y la generación bruta que aportan al SEN, respecto de la capacidad y generación que tiene en conjunto la República Mexicana.

En materia de capacidad instalada, la región Sur-Sureste se presenta como la líder, ya que posee la mayor concentración de la infraestructura del SEN con el 34.9%; resulta sumamente importante mencionar que ésta cuenta con una alta cantidad de centrales que operan con energías limpias, donde destacan las centrales hidroeléctricas que se concentran en los estados de Guerrero, Chiapas y Oaxaca (SENER, 2016), además la energía que aportan los parques eólicos cada vez es mayor y no olvidar que ésta región cuenta con la única central nuclear del país. En esta región sucede un fenómeno interesante, ya que como se puede apreciar en los cuadros 3.7 y 3.9, se produce el 29.3% de la electricidad en México, sin embargo las ventas de la CFE en la región solo representan el 14.79% a nivel nacional; esto se explica principalmente por la transferencia de energía que se realiza hacia la región Centro y por los contratos de autoabastecimiento que se tienen con algunos proyectos instalados en la región, especialmente en los estados de Veracruz, Oaxaca y Guerrero.

Por su parte, la región Noroeste hasta 2015 contaba con el 14.1% de la capacidad instalada, siendo Baja California el estado con mayor participación aportando el 42.8% de la capacidad total de la región. Esta región utiliza en su mayoría procesos convencionales, aunque en los próximos años se espera que en ella se lleven a cabo importantes proyectos de generación a través de energía solar. A su vez, la región Noreste es la segunda en capacidad instalada efectiva con una participación nacional del 24.4%, el proceso más utilizado es el de ciclo combinado (SENER, 2016).

En la zona centro occidental destacan las centrales hidroeléctricas como las que se encuentran en Nayarit y Michoacán; la región en su conjunto aporta un 18.3% de la capacidad nacional; mientras que la región del Centro tan solo aporta un 8.2%, debido a que la creciente densidad poblacional y por lo tanto de mayor consumo eléctrico del país, cabe destacar la geografía de los estados que la componen, hacen que tenga una infraestructura limitada.

En lo referente a la generación se observa que el Noroeste aportó el 13.5%, mientras que el Noreste el 32.3%, es la región de mayor participación en la generación de energía eléctrica total nacional. Por su parte la zona Centro Occidente posee en el tercer lugar, generando el 16.9% de la electricidad del SEN Finalmente, el Sur Sureste se ubica en el segundo lugar de generación, con una participación del 29.3%.

En el Cuadro 3.7, observamos que el estado que más genera energía eléctrica en México es Tamaulipas con un 12.1% del total nacional, ésta entidad federativa cuenta con un importante número de centrales termoeléctricas de ciclo combinado que le permiten generar una importante cantidad de electricidad y abastecer grandes centros industriales como la ciudad de Monterrey, Tampico, Reynosa, Nuevo Laredo y otras ciudades fronterizas en donde se concentra la industria textil, manufacturera y minera.

Resulta interesante ver que casi todas las regiones generan electricidad por debajo o en un nivel muy similar a la capacidad instalada con la que cuentan, esto nos habla que en México aún existe un importante margen de reserva, pero al mismo tiempo nos habla de que en la gran mayoría de las regiones se está manteniendo ociosa una parte importante de la capacidad instalada y con el paso del tiempo ésta se vuelve obsoleta. Por lo que esta capacidad

subutilizada podría ocuparse para cubrir la demanda en periodos del día en que las tecnologías limpias no puedan generar electricidad.

Caso contrario a la región Noreste que es una muestra de eficiencia energética la cual está aportando al SEN una generación por encima de su peso proporcional en la capacidad instalada del país; esto nos habla de que prácticamente las centrales de ésta región trabajan en niveles cercanos a su máxima capacidad y ésta región ha cubierto gran parte de la demanda de energía eléctrica que otras regiones no han podido cubrir. En este sentido, es importante que con la liberación de recursos que tendrá CFE, gracias a la participación del sector privado en la generación de electricidad, la empresa productiva del Estado realice inversiones en la red de transmisión que permitan un mayor transporte de electricidad entre regiones para que se siga desarrollando el SEN, especialmente por todos los proyectos con energías renovables los cuales se concentran en algunas regiones específicas, gracias a sus características geográficas.

Lograr que las centrales de generación tengan procesos más eficientes es una tarea que el gobierno y el sector privado, deben abordar prioritariamente, ya que de esa forma se podrá operar de mejor manera, al mismo tiempo que se tendría la capacidad de hacer frente a incrementos temporales o permanentes de la demanda de energía eléctrica.

### *3.5 Comercio Exterior de Energía Eléctrica*

Uno de los objetivos centrales de este trabajo, es ver si México tendrá en los próximos años un problema de seguridad energética, que en pocas palabras es la confianza de la población de tener acceso al suministro energético

mediante la capacidad de los sistemas energéticos de un país, para abastecer a los consumidores finales un flujo de energía continuo, eficiente y sustentable, con precios accesibles para todos los estratos poblacionales. En lo que a la energía eléctrica respecta, para 2015, la balanza comercial presentó un incremento de 141.7 GWh en comparación con lo observado en 2014. Las exportaciones de la misma, presentaron una caída del 12.5%, llegando a un nivel de 2,320.4 GWh, esto debido a que en 2015 las exportaciones hacia Estados Unidos y Guatemala disminuyeron. Sin embargo, del mismo modo que lo hicieron las exportaciones, las importaciones también se redujeron con Estados Unidos pero se incrementaron con Guatemala.

**Cuadro No. 3.10: “México: Balanza Comercial del Sector Eléctrico, 2006-2015 (GW/h) 2006-2015”**

Descripción	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Exportación</b>	<b>1,299.5</b>	<b>1,451.4</b>	<b>1,452.4</b>	<b>1,249.1</b>	<b>1,348.3</b>	<b>1,292.5</b>	<b>1,116.7</b>	<b>1,240.1</b>	<b>2,652.7</b>	<b>2,320.4</b>
Estados Unidos	1,088.3	1,223.9	1,201.5	1,010.8	840.1	617.9	648.3	801.7	1,910.9	1,704.2
Belice	209.2	225.2	248.3	216.2	159.6	170.2	237.8	233.9	233.2	255.0
Guatemala	2.0	2.3	2.6	22.1	348.6	504.3	230.7	204.4	508.7	361.2
<b>Importación</b>	<b>522.7</b>	<b>277.4</b>	<b>350.6</b>	<b>345.6</b>	<b>397.1</b>	<b>596.0</b>	<b>2,176.6</b>	<b>1,209.8</b>	<b>2,124.0</b>	<b>1,650.0</b>
Estados Unidos	522.7	277.4	350.6	345.6	397.1	593.1	2,149.3	1,180.8	2,119.0	1,629.6
Guatemala	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	2.9	27.3	28.9	5.0	20.4
<b>Saldo de la Balanza Comercial</b>	<b>776.8</b>	<b>1,173.9</b>	<b>1,101.8</b>	<b>903.5</b>	<b>951.3</b>	<b>696.5</b>	<b>1,059.9</b>	<b>30.3</b>	<b>528.7</b>	<b>670.4</b>

Fuente: SIE, SENER.

El Cuadro 3.10 nos deja ver que el comercio exterior de electricidad mexicano es sumamente variable; si bien la mayor parte de los años el saldo de la balanza comercial de electricidad ha sido superavitaria, el margen cada vez es menor, es decir, el saldo se aproxima a niveles cercanos a cero con mayor frecuencia.

Aunado a lo anterior, las importaciones han ido creciendo de manera importante de 2011 a 2015, como resultado de la expansión en las líneas de interconexión entre ambos países. Hay que entender que en ocasiones resulta más eficiente importar energía eléctrica de los países fronterizos para abastecer pequeñas zonas colindantes con las fronteras, que transportar la energía desde una central eléctrica nacional lejana hasta esas zonas. Esto, en parte, por la dificultad de llevar a cabo proyectos de transmisión en ciertas zonas que por su geografía, son poco rentables.

### *3.6 Margen de Reserva*

Es un concepto sumamente importante para la operación y despacho en los sistemas eléctricos de potencia, ya que es una medición que representa la capacidad de generación que se tiene disponible para cubrir en momento dado la demanda de energía eléctrica y cubrir desbalances entre la demanda y la generación. La importancia del margen de reserva de generación radica en que su conocimiento permite a los operadores de los centros de control tomar decisiones en tiempo real en cuanto a qué unidades generadoras, de las que se tienen disponibles, se pueden poner en operación para satisfacer la demanda de energía o en cuales unidades de las que ya se encuentran operando se dispone de un margen para aumentar la generación (Cruz & Román, 2014).

Esta es una herramienta de gran utilidad en la toma de decisiones y la evaluación de la operación y despacho del SEN. Según el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), el margen de reserva de México rondará el 40% para 2019, a pesar de que esto represente una cantidad inmensa de capacidad instalada subutilizada.

En este sentido, el principal argumento que presenta la CFE para alcanzar ese nivel de margen de reserva es que si bien, en el corto plazo, el incremento abrupto de la capacidad instalada es una sobreinversión, esta permitirá la diversificación de la canasta de generación. Esto obedece principalmente a que pensando en el largo plazo, se requiere contar con un margen de reserva que permita prevenir posibles cortes de electricidad propiciados por las intermitencias propias de la naturaleza de las energías renovables y por el abasto de combustibles, cuya volatilidad en el precio impide hacer predicciones confiables (García, 2015). Ahí radica la importancia de incrementar en los próximos años el margen de reserva.

Si bien hasta 2019, la capacidad subutilizada crecerá rápidamente, a partir del 2020, el margen de reserva comenzará a tener una tendencia decreciente, esperando que para 2029 llegue a un nivel de 13.7% (García, 2015). Si las incorporaciones estimadas de capacidad al SEN y la planeación realizada por la SENER, resultan acertadas, se tendrán beneficios económicos en la operación del sistema en el largo plazo; además de que generaría en el país un estado de seguridad energética que garantizaría el abasto de energía eléctrica ante posibles situaciones imprevistas.

### ***3.7 Balance de Energía Eléctrica por Entidad Federativa***

Uno de los temas centrales de éste trabajo, es ver si México cuenta con la capacidad de ser autosuficiente en materia de electricidad. Es por eso que el Mapa No. 3.3, muestra que entidades federativas son deficitarias, las que se encuentran en equilibrio y las que son superavitarias de energía eléctrica. El rango que se define como el equilibrio va del  $\pm 0.25$ . Es importante destacar que el Índice de Balance presentado por SENER, se calcula de la siguiente forma:



$$\text{Índice de Balance} = \frac{\text{Generación de electricidad} - \text{Ventas de electricidad}}{\text{Ventas de electricidad}}$$

Tal como se observa, en la región centro occidente y centro se concentran la mayor parte de las entidades deficitarias, las cuales tienen en común su alto nivel poblacional y su escasa infraestructura de generación, en este sentido es importante resaltar que en esta zona, únicamente Jalisco y el Estado de México tendrán un crecimiento importante en su capacidad los próximos años, con 2,722 y 1,604 MW, respectivamente (SENER, 2016). Esto nos deja ver que la franja del centro de la República, necesitará de los excedentes eléctricos que se produzcan en otras regiones del país para satisfacer la demanda de su población, es por eso que la red de transmisión debe seguir creciendo y mejorando para que las pérdidas por este traslado necesario de la energía, sean cada vez menores y con costos más bajos.

Por su parte las regiones del norte del país, a pesar de demandar altas cantidades de energía eléctrica, por las industrias que se concentran en la zona y las ciudades en expansión que existen, no tienen problemas para generar la energía que se demanda, con excepción de Sinaloa; sin embargo, éste último no posee un valor deficitario muy grande y se prevé que en los próximos 10 años se adicione 2,281 MW a su capacidad instalada (SENER, 2016).

La zona del sur también cuenta con entidades deficitarias como Quintana Roo y Campeche, en ella también se encuentran cuatro de las cinco entidades con mayor superávit eléctrico. Si bien la región en su conjunto no es una gran consumidora de electricidad, por sus características geográficas resulta propicia para el desarrollo de las energías limpias, no es de extrañarse que según estudios de la SENER, sea una de las regiones con mejores

perspectivas energéticas y una de las más atractivas para aquellas empresas que buscan formar parte del nuevo mercado eléctrico mexicano.

**Mapa No. 3.3: “México: Balance de Energía Eléctrica por Entidad Federativa 2017”**



**Fuente:** SENER con datos de la CFE, CENACE y CRE.

Exceptuando a Quintana Roo y Campeche, que son entidades especializadas en el turismo y la extracción petrolera, respectivamente; tal y como denota el Cuadro 3.11, los demás estados que conforman la región, adicionarán desde 2016 y hasta 2030, una importante cantidad de capacidad instalada.

De igual forma, el Mapa No. 3.3 permite ver que regiones transfieren energía eléctrica a otras, dada su condición de superavitarias. Estas transferencias

son posibles gracias a los mecanismos de transmisión y distribución con las que cuenta CFE, ya que de las centrales generadoras la energía es enviada a subestaciones que se encargan de transformar el voltaje de la misma según si su destino es industrial o residencial, al mismo tiempo que estas estaciones distribuyen la electricidad hacia los lugares en donde se demande.

Es importante aclarar que en el proceso de transmisión y distribución, se incurre en pérdidas de energía que hacen perder eficiencia al sistema eléctrico. Por esta razón se busca tener centrales generadoras cerca de los grandes focos de consumo, sin embargo, en ocasiones no es posible por las condiciones geográficas o porque son consideradas un riesgo para la población que habita alrededor de ellas, sobre todo si éstas utilizan tecnologías convencionales.

A su vez, en el mapa se puede observar que la región centro al ser deficitaria es también la que mayor energía recibe de las regiones a su alrededor, especialmente de la región noreste y la sur.

**Cuadro No. 3.11: “México: Evolución de las adiciones de capacidad por entidad federativa 2016-2030 (MW)”**

Estado	2016	2017	2018	2019	2020	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
<b>Ags.</b>	-	120	63	-	-	-	153	-	-	-	-	-	-	336
<b>B.C.N.</b>	311	-	-	23	27	-	703	-	-	-	35	70	100	1,269
<b>B.C.S.</b>	98	6	194	144	57	-	-	-	63	117	-	-	-	859
<b>Chis.</b>	20	-	241	19	-	-	800	-	-	-	-	-	-	2,479
<b>Chih.</b>	178	1011	-	-	-	958	-	38	308	417	-	-	-	3,261
<b>Coah.</b>	426	150	705	120	-	30	83	124	1288	625	-	-	-	3,551
<b>Dgo.</b>	121	-	-	939	-	-	32	44	56	316	-	-	-	1,568
<b>Mex.</b>	114	633	-	-	226	-	30	-	-	-	-	601	-	1,604
<b>Gto.</b>	90	30	307	-	717	-	-	187	-	-	-	-	-	2,031
<b>Gro.</b>	-	-	-	-	-	-	462	-	-	-	-	-	-	917
<b>Hgo.</b>	42	565	-	-	638	-	25	30	-	-	1162	-	-	2,494
<b>Jal.</b>	172	71	300	1,761	-	27	43	206	55	63	-	-	-	2,723
<b>Mich.</b>	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
<b>Mor.</b>	-	660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	629	1,289
<b>Nay.</b>	24	-	-	-	10	268	1	-	-	-	-	-	-	536
<b>N.L.</b>	1395	-	884	1000	380	-	-	-	-	290	-	-	-	3,948
<b>Oax.</b>	-	-	396	2518	515	196	196	1047	-	-	-	-	-	4,868
<b>Pue.</b>	27	-	-	50	1	-	-	-	-	-	-	-	-	141
<b>Qro.</b>	5	-	-	-	-	-	-	60	-	-	-	-	-	65
<b>Q.R.</b>	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
<b>S.L.P.</b>	30	100	450	1022	1013	159	219	-	-	-	-	-	-	2,993
<b>Sin.</b>	-	-	-	1485	796	-	-	-	-	-	-	-	-	2,281
<b>Son.</b>	795	964	939	323	-	100	104	661	562	68	65	30	-	4,630
<b>Tab.</b>	13	941	-	-	-	86	-	-	-	-	-	-	-	1,059
<b>Tamps</b>	470	630	264	-	1,358	750	-	-	-	275	-	-	-	3,747
<b>Ver.</b>	761	15	-	-	-	414	504	-	281	-	1360	1360	1360	6,176
<b>Yuc.</b>	31	18	844	-	507	-	-	-	-	-	-	-	-	1,408
<b>Zac.</b>	380	240	100	-	-	-	-	83	-	-	-	-	-	803
<b>Total</b>	<b>5562</b>	<b>6154</b>	<b>5713</b>	<b>9404</b>	<b>6246</b>	<b>2989</b>	<b>3413</b>	<b>2480</b>	<b>2613</b>	<b>2171</b>	<b>2622</b>	<b>2061</b>	<b>2089</b>	<b>57,122</b>

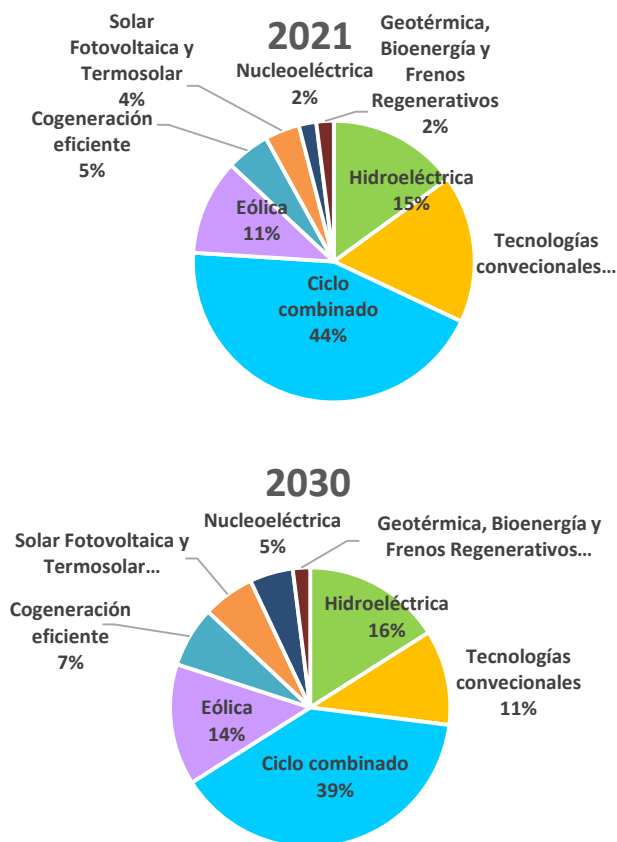
**Fuente:** Elaboración propia con información de PRODESEN 2016-2030, SENER.

**Nota:** Cifras redondeadas; se eliminó 2021 y 2022 por cuestiones de espacio y por ser los años con menor aumento de capacidad, por esta razón el total podría no coincidir con la suma de los anuales.

Es interesante el potencial que tienen Veracruz y Oaxaca, ya que en estos estados se concentrarán una parte importante de las adiciones de capacidad, sobre todo porque cuentan con las características geográficas idóneas para el desarrollo de la industria eoloeléctrica, además de los proyectos que se tienen contemplados en el largo plazo en materia de energía nuclear, centrales hidroeléctricas y la creación de nuevas termoeléctricas de ciclo combinado.

Con estas adiciones de capacidad y considerando también los retiros que se tendrán, la capacidad total disponible que tendrá el SEN será de 109,367 MW; este incremento representa un 61% en relación con la capacidad en operación al final de 2015. De igual manera, se estima que para 2030 la generación eléctrica sea de 443,066 GW/h (PRODESEN, 2016). La matriz eléctrica tendrá la siguiente evolución:

**Gráfico 3.10: “México: Capacidad Total Disponible por Tipo de Tecnología en 2021 y 2030”**



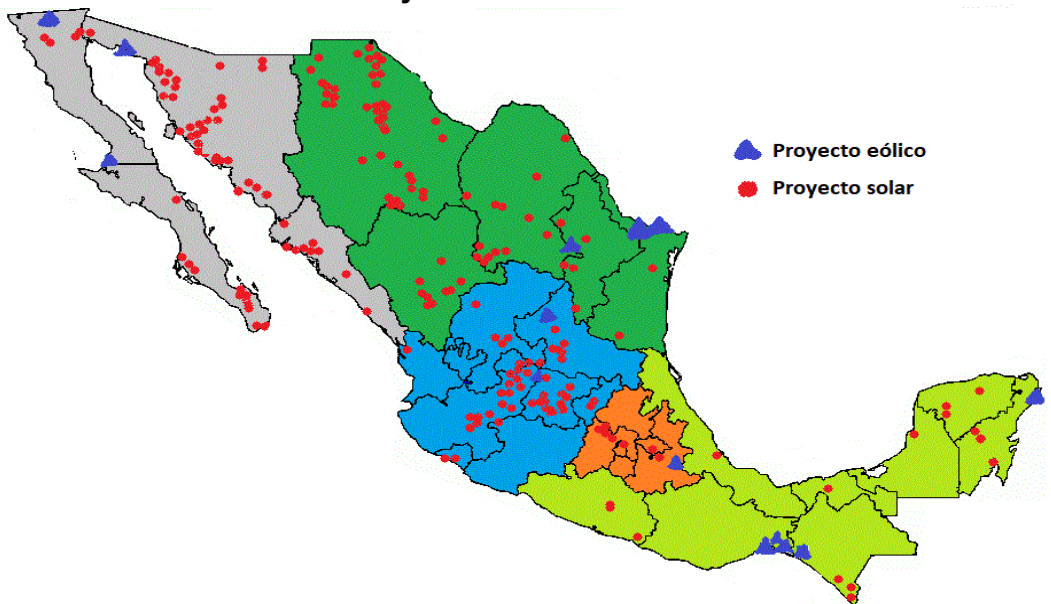
**Fuente:** Elaboración propia con datos del PRODESEN 2016-2030, SENER.

**Nota:** Por Tecnologías convencionales se refiere a la Termoeléctrica Convencional, Carboeléctrica, Combustión Interna, Turbogás, Lecho fluidizado e Importación.

Bajo esta metodología, la energía eólica y la nuclear, serán las de mayor desarrollo al 2030, viendo una notable reducción de las tecnologías convencionales, especialmente en lo que respecta en el ámbito de la generación; aunque la capacidad instalada de éstas se mantendrá por encima de su generación, lo que permitirá mantener un margen de reserva para cubrir algún fallo de una planta de generación limpia o simplemente un incremento extraordinario en la demanda de electricidad; con lo que se podrá mantener el precio de la energía eléctrica, dando mayor certeza al aparato productivo mexicano sobre el acceso a ella y llevando al país a un estado de autosuficiencia eléctrica.

Al mismo tiempo, esta diversificación que se espera en la matriz energética, permitirá contribuir a la reducción de emisiones de GEI, lo que resulta benéfico para el medio ambiente y para la salud de la población mexicana.

**Mapa No. 3.4: “México: Zonas con proyectos probados de energía solar y eólica 2017”**



**Fuente:** Elaboración propia con base a información del Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE).

Según estudios realizados por SENER y la CFE, así como por los proyectos licitados en las subastas energéticas; la región noreste, noroeste y centro-occidente, son las regiones con mayor número de zonas con potencial energético probado<sup>29</sup> renovable, dadas las condiciones climáticas de éstas regiones, mientras que las regiones centro y sur, cuentan con un escaso número de zonas propicias. La primera de éstas debido a la concentración poblacional con la que cuenta, lo que limita el espacio disponible para los proyectos y la segunda debido a que en la mayor parte de su territorio, sus características son poco propicias para proyectos solares rentables, siendo la energía eólica la que mayor desarrollo puede tener en la misma.

En el caso de las regiones que cuentan con un gran número de proyectos de energía renovable, podemos observar que la región noroeste cuenta con un gran potencial para el desarrollo de los proyectos solares en la mayor parte de su territorio y de eólicos en la zona norte de Baja California y en la parte colindante con Sonora, este potencial se vio reflejado en las Subastas Eléctricas de Largo Plazo. En lo que respecta a la región noreste, podemos decir que posee una gama de características diversas en su territorio, lo que permite que en la región se tengan zonas potenciales para desarrollar tanto proyectos eólicos como solares, principalmente.

En la región centro-occidente, encontramos una gran parte del sistema volcánico transversal, lo que la hace idónea para la energía geotérmica, aunque la mayor parte de los proyectos de la zona son de tecnología solar.

---

<sup>29</sup> Indica que cuenta con suficientes estudios técnicos y económicos que comprueban su factibilidad de generación eléctrica.

### **III.4. La Importancia de la Energía Solar en los Próximos Años**

La información presentada nos permite notar que la transición energética, debe ser un objetivo preponderante para el gobierno mexicano, el sector privado y la sociedad en general. El cambio hacia la generación de electricidad limpia, es sumamente necesario para dotar de seguridad energética al país, evitando la incertidumbre energética en los sectores económicos, lo que se traduce en mayor confianza para la inversión, se eleva el nivel de empleo y por ende un incremento el crecimiento económico. Con una matriz de generación eléctrica más diversificada, permite no ser tan dependientes de los combustibles fósiles y por ende permite ser menos sensibles a las variaciones en sus precios. Las energías limpias no están sujetas a este tipo de problemas lo que permite establecer un precio de la electricidad más estable y sin la necesidad de que el gobierno tenga que aplicar grandes subvenciones para mantener su precio.

Asimismo, como se observará más adelante, en las tres subastas eléctricas de largo plazo, en México, la energía solar tomará cada vez más importancia, ya que una gran parte de los proyectos energéticos futuros desarrollarán esta tecnología para su generación. Esto no es de extrañar, ya que la tecnología fotovoltaica tiene usos muy importantes para el desarrollo de las actividades económicas en México como los siguientes (Guillen Solis, 2004):

- Dotar de electricidad a zonas en las cuales llevar la energía por la red eléctrica general tendría costos muy elevados.
- Comunicaciones: permite dotar de energía a aparatos electrónicos y medios de comunicación, en zonas aisladas alejadas de la red eléctrica.



- Transporte terrestre: Puede verse desde la perspectiva del desarrollo de los motores eléctricos o híbridos; y desde la perspectiva en que algunas de las señales y en las calles son alimentados por celdas fotovoltaicas.
- Consumo doméstico: Se pueden adaptar prácticamente a cualquier hogar y permiten disminuir sustancialmente el consumo de electricidad de la red eléctrica general, reduciendo el pago de la misma.
- Educación: alimentan a las escuelas que se encuentran en comunidades marginadas del territorio nacional.

Una de las ventajas sustanciales que tienen los paneles solares respecto de otras tecnologías, es que estos se pueden integrar a sistemas mixtos combinándolos con generadores eólicos o a base de algún combustible.

Actualmente, nuestro país cuenta con una capacidad instalada<sup>30</sup> de 36.8 Megawatts (MW) en proyectos de energía solar, que comparándolo con los 54,852.2 MW, que tenía el SEN a diciembre de 2015 (CFE, 2015), representa tan solo el 0.07%; los cuales se concentran principalmente en la electrificación rural e industrial (PROMEXICO, 2016).

Con el paso de los años y el desarrollo de los materiales y técnicas que conforman a las tecnologías renovables, se han logrado reducir los costos de fabricación de los paneles solares. Según datos de la empresa SOLARTEC, de 2010 a 2014, los costos de los sistemas fotovoltaicos se han reducido entre un 70 y 80% en este periodo, variando según el tipo de panel solar (Muciño, 2015).

---

<sup>30</sup> Se refiere a la potencia y depende del tiempo que se utilicen para ver su generación.

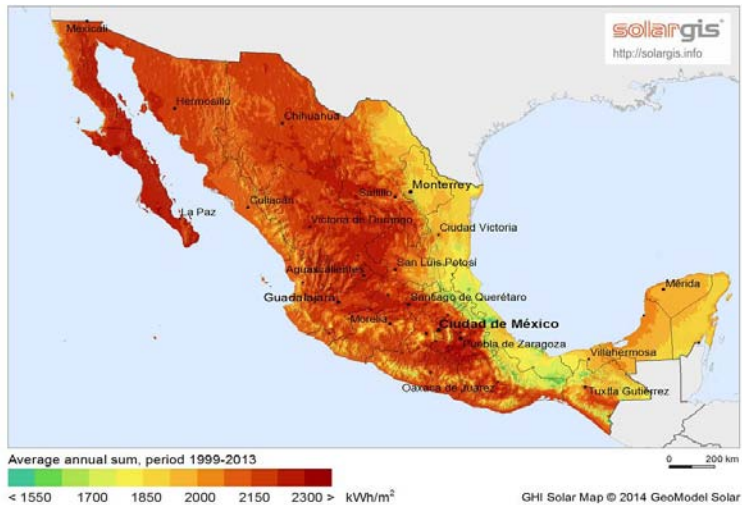
Desde el punto de vista ambiental, la energía solar será sumamente importante para cualquier país que tenga como objetivo disminuir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Según datos de la Asociación de Industrias de la Energía Solar (SEIA), tan solo en Estados Unidos, este tipo de energía en 2014 ayudó a compensar 22.3 millones de toneladas métricas de emisiones perjudiciales de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), lo cual es equivalente a sacar casi 5 millones de automóviles de la circulación, ahorrando con esto también 9.46 mil millones de litros de gasolina o a cerrar seis centrales carboeléctricas.

La irradiación solar es fundamental para la viabilidad de cualquier proyecto de energía solar. México, al igual que China, India, Sudáfrica y Brasil, por mencionar algunos países; forman parte de los 148 países que integran al llamado cinturón solar<sup>31</sup>. Los países que lo conforman tienen los niveles más altos de radiación solar al año del planeta. México goza de una situación privilegiada en este sentido, con un promedio anual de 5.3 kWh/m<sup>2</sup> por día, siendo la zona Noroeste del país la que mayor nivel de irradiación tiene por su clima desértico; lo cual la convierte en un foco de inversión para este tipo de energía limpia. Este nivel, solo se compara con los que tienen Chile, Sudáfrica, Perú, Arabia Saudita y Australia. En el Mapa No. 3.5 se ve reflejada esta condición.

---

<sup>31</sup> Lo forman países que se ubican entre los paralelos 40° Norte y 35° Sur, entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio.

**Mapa No. 3.5: “México: Irradiación Solar en 2014”  
(KWh/m<sup>2</sup> recibidos al año)**



**Fuente:** Solargis, 2014.

Como observamos en el desarrollo del capítulo, los estudios técnicos y económicos, realizados por la CFE y la iniciativa privada, nos dejan ver el gran potencial solar que posee nuestro país. Resalta el porcentaje que representa la región Noreste del total de generación, ya que como vimos anteriormente, actualmente la mayor parte de las centrales eléctricas que funcionan con energía solar, se ubican en esta región.

### Mapa No. 3.6: “México: Localización de las centrales solares en 2015”



**Fuente:** Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE), CFE-SENER (Imagen de la NASA Earthstar Geographics).

Esta situación no es de extrañar, ya que la región Norte en general, tiene un gran poderío económico y concentra una gran parte de la industria nacional, por esta razón el sector industrial será de suma importancia para consolidar el uso de energías limpias en la región.

Por otra parte podemos ver como en la región Centro y Sur-Sureste, este tipo de energía no tienen gran relevancia, ya que dadas las condiciones geográficas de estas regiones, energías como la Geotérmica y Eólica, tienen mayor importancia.

De acuerdo con el estudio elaborado por la consultora Pricewaterhouse Cooper (PWC) para el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, se espera que fuera del segmento residencial de alto consumo, comience a existir potencial fotovoltaico competitivo en vivienda a partir de 2017, alcanzando los 6,400

MW de capacidad instalada en 2020. Es importante destacar que dado que actualmente esta tecnología no es competitiva con los ciclos combinados y su desarrollo no podría depender exclusivamente del mercado de autoconsumo, será necesario fijar objetivos de desarrollo en el SEN (SENER, 2012).

En México, la SENER ha determinado en el PRODESEN, un objetivo alcanzable al 2020 de tener una capacidad instalada de 1,500 MW. Además el estudio realizado por PWC, arrojó que el desarrollo de la energía solar tendrá un impacto en el PIB de \$31.4 miles de millones de pesos, que equivale el 0.18% del PIB anual de México en 2016; 12,400 empleos directos e indirectos, ingresos tributarios por hasta \$2.6 miles de millones de pesos; además de aportar hasta el 2% del potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, al mismo tiempo que se reducirán hasta 2% las pérdidas por transmisión y distribución en el SEN.

Finalmente se espera que uno de los impactos más importantes del incremento en el aprovechamiento de la energía solar, sea la reducción en la demanda pico<sup>32</sup> de los usuarios que están siendo abastecidos por la tecnología.

### **III.5. Tarifas de la Electricidad**

La electricidad es un bien de primera necesidad sumamente importante para el desarrollo tecnológico y económico de una sociedad. Sin embargo, es un bien que no tiene un sustituto perfecto (su sustituto más cercano es el gas) lo que provoca que sea un bien sumamente inelástico dado que es sumamente utilizado y no tiene sustitutos perfectos. Bajo esta lógica cualquier alteración

---

<sup>32</sup> Momento del día en que la electricidad es más cara, debido al alta demanda que se da en ese periodo del día.

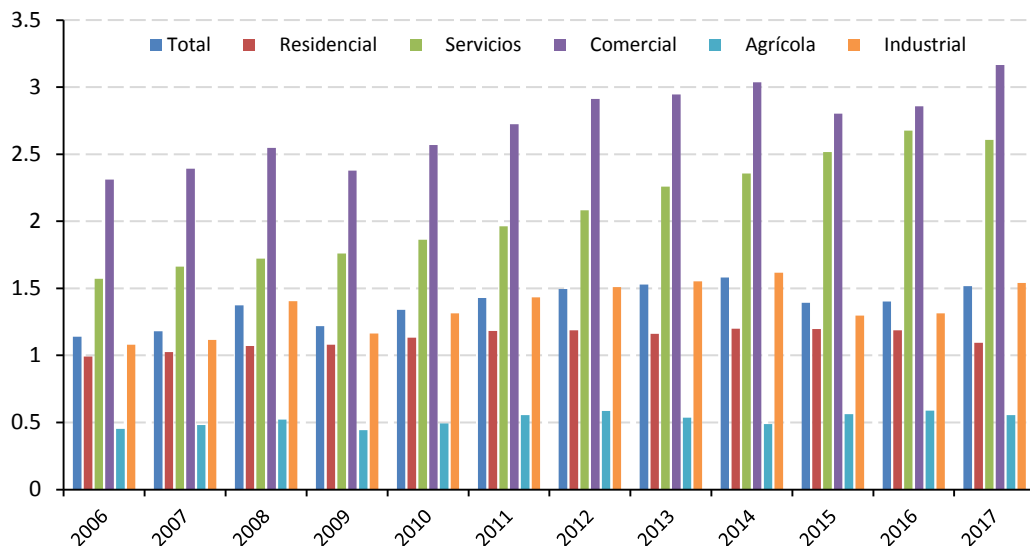
en las tarifas eléctricas, las personas y empresas difícilmente podrían modificar su consumo, teniendo que desembolsar mayores cantidades de dinero por kilowatt utilizado y al ser un insumo básico para el sector productivo, otros bienes también se verían encarecidos.

Por esta razón, el establecimiento de las tarifas de la electricidad ha sido un tema muy complejo y controvertido, dado que su generación tiene que ser siempre igual o mayor a la energía que se demanda en cada momento del día. Para establecer una tarifa se deben de tomar en cuenta algunos factores tales como la fuente de primaria de energía, la tecnología utilizada para generarla, la zona geográfica, temperatura, la época del año, los costos de transmisión y distribución, entre otros.

A través de la evolución histórica de las tarifas de electricidad, se observa una estrecha relación con el costo de los insumos utilizados para producirla. Como se ha mencionado, los hidrocarburos son la principal fuente para la generación eléctrica en México y su precio tiene gran importancia en las tarifas eléctricas.

Como observamos en la gráfica 3.11, precios medios por sector tarifario han tenido una tendencia creciente en el transcurso de los años, siendo el sector agrícola la tarifa más estable de todas, gracias al subsidio que el gobierno aplica sobre éste sector a consecuencia del bajo nivel de ingreso que se presenta en estas zonas, utilizándolo como una estrategia para reducir la desigualdad.

**Gráfica 3.11: “Precios medios de energía eléctrica por sector tarifario”**  
(Pesos por kilowatts-hora)



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos del Sistema de Información Energética con información de CFE, incluye información de la extinta LyFC.

Por su parte el sector comercial, ha sido históricamente poseedor de las tarifas más altas, esto como consecuencia de la naturaleza de su actividad donde su consumo generalmente alcanza los niveles de excedente, derivado de la naturaleza de sus actividades. Sin embargo, es importante resaltar el crecimiento que han tenido las tarifas para el sector servicios, donde la brecha tarifaria con el sector comercial se ha reducido de forma significativa los últimos años; ya que de 2006 a 2017, la tarifa del sector comercial tuvo una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 2.2%, mientras que la de los servicios tuvo una de 5.4%.

A su vez, el cuadro 3.12 refleja el costo promedio de generación de electricidad por tecnología en México, donde la energía geotérmica es la más cara de producir y la que se genera con turbogás la más barata. Como se aprecia las tecnologías convencionales como son el ciclo combinado,

carboeléctricas, turbogás, termoeléctricas convencionales y de combustión interna, tienen menores costos de generación y por lo tanto son, actualmente, más rentables que la mayoría de las tecnologías limpias. Sin embargo, las tecnologías convencionales están expuestas a las fluctuaciones en los precios de sus fuentes de energía lo que aumenta sus costos en momentos de volatilidad, mientras que las tecnologías limpias no.

**Cuadro No. 3.12: Costos Fijos de Operación y Mantenimiento en 2017**

<b>Tecnología</b>	<b>Valor Medio (Dólares/KW-año)</b>
<b>Geotérmica</b>	105.1
<b>Nucleoeléctrica</b>	101.1
<b>Termosolar</b>	48.6
<b>Combustión Interna</b>	46.4
<b>Eólica</b>	38.1
<b>Termoeléctrica conv.</b>	35.8
<b>Carboeléctrica</b>	33.8
<b>Hidroeléctrica</b>	24.4
<b>Ciclo Combinado</b>	19
<b>Solar Fotovoltaica</b>	10.7
<b>Turbogás</b>	5.1

Fuente: PRODESEN 2018-2032, SENER.

Por otra parte, las tarifas eléctricas están estrechamente ligadas al precio de fuente de energía. Para comprobar dicho enunciado, se calculó el coeficiente de correlación entre el Precio Medio de la Energía Eléctrica, es decir el promedio de todos los sectores tarifarios y el Precio Promedio del Gas al Público excluyendo IVA, el cual incluye los costos de distribución. El precio medio de la electricidad está correlacionado en un 50.7% con el precio del promedio del gas que es la principal fuente de energía para generar electricidad en México, lo que nos indica que es bastante probable que las



tarifas eléctricas tengan el mismo comportamiento que el precio del gas u otros combustibles fósiles como el combustóleo.

Es por esto que de no lograr la transición energética, una de las principales problemáticas a las que México se enfrentaría en el futuro, sería al incremento de las tarifas eléctricas, es decir el precio que pagarían los usuarios por su consumo de electricidad; como consecuencia del aumento del precio de los hidrocarburos por su agotamiento.

Como ya se mencionó, uno de los principales objetivos de la Reforma Energética es el lograr disminuir las tarifas de la electricidad, a través de la competencia en el sector de la generación eléctrica. Si bien es pronto para ver resultados, conforme las centrales que están en construcción comiencen a ofertar energía, se espera que los precios medios comiencen a disminuir paulatinamente, ya que como se verá a continuación, derivado de las subastas eléctricas se obtuvieron precios de generación sumamente bajos; sin embargo para potenciar estos resultados se debe expandir las líneas de transmisión con el fin de poder transportar la electricidad de zonas con costos de generación bajos a aquellas donde resulta más caro producirla.

### **III.6. Subastas Eléctricas de Largo Plazo**

Las licitaciones eléctricas o también llamadas subastas, son resultado de la Reforma Energética. Tienen como el principal combatir el bajo nivel de inversión en el sector eléctrico que estaba provocando un estancamiento en la generación de electricidad y por la necesidad de dar inicio a un proceso de transición energética en el sistema eléctrico nacional en donde se permita al sector privado participar en la generación de electricidad, impulsando la reducción de costos, promoviendo la incorporación de las energías limpias a la generación a través del establecimiento de medidas que garantizan la

competitividad, eficiencia y la transparencia en el sector, creando las condiciones ideales en el mercado eléctrico para que se obtengan resultados que beneficien a la población mexicana.

## *6.1 Funcionamiento y Objetivos de las Subastas Eléctricas*

Con la apertura del sector eléctrico a la iniciativa privada, se implementó un mecanismo mediante el cual se eligen las empresas que generarán la electricidad con la que gozará el país, en función de la inversión que planean realizar, el precio promedio de la energía limpia que generarán y la potencia ofrecida. Siempre sujetándose a medidas que garantizan la competitividad, la eficiencia y la transparencia.

Las subastas eléctricas son el mecanismo por el que empresas privadas podrán obtener contratos de cobertura eléctrica para la compra-venta de potencia, energía eléctrica acumulable<sup>33</sup> y CELs (Zarrabal, 2017). Estas tienen un beneficio económico importante ya que a través de ellas la SENER busca que la energía se genere a menores costos, ya que existen muchas empresas compitiendo por vender el kilowatt más barato para el sistema eléctrico. Asimismo, los riesgos de inversión recaen en manos de empresas privadas, quitando la responsabilidad al gobierno de contraer dichos riesgos y de llevar a cabo la totalidad de las inversiones en el sector. Este mecanismo resulta sumamente eficiente para la asignación de contratos ya que, como se vio en el capítulo 1, la interacción entre oferentes de electricidad y los demandantes, en este caso CFE y algunas empresas, permite que se

---

<sup>33</sup> Es la energía eléctrica producida por Centrales Eléctricas Limpias que es entregada en el Mercado en Tiempo Real (MTR) durante un año. Los contratos se firman por 15 años.

ofrezcan precios sumamente competitivos en la búsqueda de las empresas generadoras por obtener las licencias para edificar centrales eléctricas y vender la energía que generarán, fijándose los precios a través de la competencia en el mercado.

Por otra parte, anualmente la SENER realiza la publicación del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), en el cual se incluye una serie de estadísticas, gráficas, mapas y demás estudios realizados por los órganos rectores de la política energética del país, en donde se pueden observar la situación detallada en la que se encuentra cada entidad federativa, además de que se puede consultar información técnica del SEN.

A través del PRODESEN, la SENER expone a los interesados en el sector eléctrico la regiones y lugares en donde existe viabilidad para realizar un proyecto con energía renovable. De esta forma las empresas pueden llevar a cabo un análisis y determinar el lugar en donde desean invertir en la construcción de una planta generadora de electricidad. Una vez que se define el lugar y el monto de la inversión, además de contar con todos los requisitos definidos en las bases de licitación, deben de realizar una oferta a la CENACE en las subastas de largo plazo, donde compiten con otras empresas por obtener la autorización para realizar el proyecto, resultando ganadores los proyectos que ofrezcan un menor precio por MWh generado y que tengan el menor impacto ambiental posible.

La forma en que funcionan la subastas es que el Centro Nacional de Control Eléctrico (CENACE) convocará a una subasta cada año durante el mes de abril, salvo en el caso de la primera que fue publicada en noviembre de 2015. Se subastan los contratos para suministrarle energía eléctrica al SEN,

fundamentalmente a CFE; compra de energía limpia y de potencia para el SEN.

La LIE, en su artículo 1, establece que las subastas tienen por objetivo promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes (Ley de la Industria Eléctrica, 2014).

Muchas empresas generadoras de electricidad habían estado esperando, con gran interés, el lanzamiento de la convocatoria para la primera subasta eléctrica de largo plazo que el 19 de noviembre de 2015 publicó el CENACE. Esta convocatoria generó altas expectativas en el mercado por la cantidad de productos que se licitaron, correspondientes a electricidad, potencia y CEL's, donde las empresas que buscan suministrar energía eléctrica a pequeños y medianos consumidores realizaron ofertas y definieron los precios máximos que están dispuestos a pagar por ellos. Según los estatutos del CENACE, las Entidades Responsables de Carga (ERC), podrán participar en las Subastas de Mediano y Largo Plazo mediante las siguientes figuras:

- a) Suministrador de Servicios Básicos.
- b) Suministrador de Servicios Calificados.
- c) Suministrador de Último Recurso.
- d) Usuario Calificado Participante del Mercado.

Las Subastas de Mediano Plazo tienen como finalidad la adquisición anticipada de potencia y energía eléctrica que será consumida por los usuarios de suministro básico, a fin de reducir o eliminar su exposición a los precios de estos productos en el corto plazo. Los contratos celebrados a éste

plazo, tienen una vigencia de tres años. Según lo establecido en el Manual de Subastas de Largo Plazo estas tendrán como objetivo (SENER, 2015):

- A.** Permitir a los Suministradores de Servicios Básicos celebrar contratos en forma competitiva y en condiciones de prudencia para satisfacer las necesidades de Potencia, Energía Eléctrica Acumulable y CELs que deban cubrir a través de contratos de largo plazo de acuerdo con los requisitos que para ello establezca la CRE;
- B.** Permitir a las demás Entidades Responsables de Carga participar en ellas cuando así lo decidan y una vez que se establezca la Cámara de Compensación, que funge como un intermediario, facilitando la recepción de productos y pagos derivados de las subastas, concentrando las garantías crediticias que otorguen los compradores y vendedores, mismas que hará efectivas en caso de falta de liquidez. Con esto se podrán celebrar Contratos para cantidades de Productos en proporción al portafolio de Potencia, Energía Eléctrica Acumulable y CELs que se llegue a obtener para los Suministradores de Servicios Básicos; y,
- C.** Permitir a quienes celebren esos Contratos, en calidad de vendedores, contar con una fuente estable de pagos que contribuya a apoyar el financiamiento de las inversiones eficientes requeridas para desarrollar nuevas Centrales Eléctricas o para repotenciar las existentes.

El periodo de vigencia de los contratos derivado de las Subastas de Largo Plazo será de 15 años para Potencia y Energía Eléctrica Acumulable y de 20 años para Certificado de Energías Limpias (CELs). Este mecanismo trae beneficios importantes a los mexicanos, ya que en estas subastas se

promueve la competencia entre generadores de energía, lo cual ayuda a reducir los precios de la electricidad y diversifica la matriz de generación.

## *6.2 Proceso del Mecanismo de Subastas*

Cuando se acuerda realizar una subasta eléctrica, se debe seguir el siguiente proceso. Estos pasos nos permitirán entender el mecanismo de competencia que se pretende desarrollar en el sector:

1. El CENACE publica en su sitio web la convocatoria a la Subasta de Largo Plazo.
2. Se publican las Bases de Licitación.
3. Comienza el periodo de pagos para participar en la Subasta.
4. Se realiza la Junta de Aclaraciones, la cual consiste en una serie de preguntas-respuestas acerca de las Bases de Licitación.
5. Se publican las Bases Finales de Licitación de la Subasta de Largo Plazo.
6. Recepción de las solicitudes de registro de compradores.
7. Publicación de precios máximos establecidos por la CRE para los productos que forman parte de la oferta de compra.
8. Evaluación y corrección de las ofertas de compra (OC) por parte de CENACE.
9. Publicación de las OC aceptadas.
10. Se publica el % umbral que es determinado por la CRE.
11. CENACE recibe por medio del sitio las Ofertas de Venta (OV), precalifica, solicita información complementaria, revisa recursos de reconsideración, recibe garantías de seriedad y en su caso emite las constancias de precalificación.
12. El CENACE recibe las Ofertas Económicas.

13. CENACE procesa y evalúa las OC y las OV por medio de un modelo de optimización.
14. Se publican los resultados de la Subasta de Largo Plazo

### ***6.3 Subastas de Largo Plazo en el Sector Eléctrico***

Como se mencionó anteriormente, las subastas de largo plazo tienen como principal finalidad el garantizar la compra de los productos disponibles al menor precio posible, con el objetivo de reducir del costo para los consumidores básicos, los cuales representan el 80% de la cartera de clientes de CFE.

#### **a) Primera Subasta de Largo Plazo**

Los generadores privados recibieron con gran interés la primera subasta de largo plazo del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) en octubre de 2015, en la que 103 postores presentaron más de 460 ofertas técnicas, de las que se seleccionaron 18 ofertas correspondientes a 11 postores (SENER, 2016).

De los 5,402 GWh de electricidad y 5.38 millones de CEL asignados, en la primera subasta de largo plazo, se obtuvo un precio promedio de 45.48 dólares por paquete (MWh + CEL), lo cual es prácticamente el doble del precio obtenido en la tercera. En esta subasta, el 74% de la energía correspondió a proyectos de energía solar FV y el resto a proyectos de energía eólica; en esta y al igual que en las demás se licitan exclusivamente proyectos de energías limpias.

**Eólica:** 55.39 dólares/MWh+CEL

**Solar:** 45.15 dólares/MWh+CEL

No se asignó potencia en la primera subasta de 2015 a largo plazo debido a que no hubo postores que pujaran por la oferta de precio máximo de compra de 10,000 pesos la cual pareció muy baja a la mayoría de los participantes (KPMG, 2016). Los proyectos asignados abastecerán 15 años de electricidad y 20 de CEL a la subsidiaria de suministro de servicios básicos de CFE.

La primera subasta a largo plazo de México mostró un indicio claro de esfuerzos tangibles hacia precios más competitivos en el mercado, aún al compararse con otros países del mundo, y un cambio hacia una combinación de tecnologías más limpias al diseñar subastas en las que se asignan las plantas más eficientes y por ende, más baratas.

### **b) Segunda Subasta de Largo Plazo**

Se realizó a finales de 2016 y trajo un impulso a las energías limpias sin precedentes. Los resultados obtenidos de ella para la compra de electricidad, CELs y Potencia son los siguientes: participaron un total de 23 empresas de 11 países, entre ellos, México, en donde invertirán en los próximos tres años 4 mil millones de dólares para la instalación de 2 mil 871 MW de nueva capacidad instalada en energías limpias (Zarrabal, 2017).

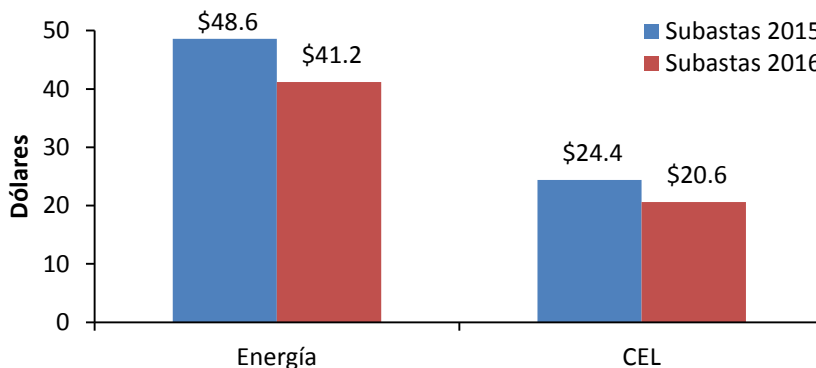
En este sentido, como resultado de los dos primeros periodos de licitaciones, se instalarán 41 plantas de generación de energías limpias, en su mayoría eólicas y solares, con una inversión aproximada de 6 mil 600 millones de dólares, añadiendo cerca de 5 mil MW de nueva capacidad de generación limpia, lo que representa aumentar en 2% la capacidad instalada del país con este tipo de energías.

Tal y como podemos apreciar en el Gráfico No. 3.12, durante la segunda subasta eléctrica a largo plazo de 2016, la CFE presentó su oferta de compra, con precios máximos 15% menores comparados con la subasta de 2015 para



energía y CEL, mostrando un claro signo del interés de nuevas inversiones en 3.1 plantas de energía eléctrica y con precios más competitivos.

**Gráfico No. 3.12: “Licitación de compra de energía de CFE y CEL”**  
Dólar/MWh y Dólar/CEL



Fuente: Elaboración propia con base en estudio de KPMG México.

Tras las dos primeras subastas eléctricas, las entidades federativas más beneficiadas por las inversiones que se llevarán a cabo son: Baja California Sur, Coahuila, Tamaulipas, Guanajuato, Aguascalientes, Jalisco y Yucatán; siendo la energía solar fotovoltaica y la energía eólica las energías limpias con mayor expansión.

### c) Tercera Subasta de Largo Plazo

A diferencia de las dos anteriores, en esta subasta se da oportunidad por primera vez a otros suministradores calificados y no únicamente a suministradores de servicios básicos, mediante contratos de largo plazo de 15 y 20 años. La subasta se realizó en noviembre de 2017. De igual forma, en ella pudieron participar las demás entidades responsables de carga<sup>34</sup>

<sup>34</sup> La CRE los define como cualquier representante de Centros de Carga: Suministradores de Servicios Básicos, Suministradores de Servicios Calificados, Suministradores de Último Recurso, Usuarios Calificados Participantes del Mercado o Generadores de Intermediación.

como compradores, mediante la implementación de un mecanismo denominado Cámara de Compensación; esta fungirá como una institución gubernamental que será la contraparte en los contratos que se celebren con los compradores y los vendedores ganadores de esta subasta, con lo que se pretende mejorar la administración de Contratos, incrementar los productos comprados y vendidos, al mismo tiempo que se reduce la exposición al riesgo. Los principales beneficios de éste mecanismo es que un Generador realiza un solo contrato en lugar de varios a la vez, posibilita la entrada a más compradores por lo que aumenta la demanda y mediante su red de seguridad disminuye el riesgo de incumplimiento (CENACE, 2018).

Para los funcionarios de la SENER, con esta subasta se podría triplicar la generación de electricidad con energías limpias. De igual forma, se espera continuar con la tendencia de bajos costos y acelerar el proceso de transición energética, para cumplir con esto en la tercera subasta se incrementó de manera gradual el porcentaje mínimo de energía limpia que deben consumir los grandes consumidores, de tal manera que aumentó 5 % para 2018, 5.8 % para el 2019 y recientemente se establecieron de 7.4 % para el 2020, 10.9 % para el 2021 y 13.9% para el 2022 (Coldwell, 2017). El conjunto de licitaciones que se presentaron para ésta tercera etapa, sobre todo en lo que respecta a energías limpias representan un salto importante hacia un nuevo modelo eléctrico en México y al igual que en las dos subastas anteriores, la CFE será quien comprará Energía, Potencia y CELs a los generadores ganadores. Algunos de los puntos y resultados más destacados de ésta subasta son:

- Participaron 46 licitantes que presentaron ofertas económicas, de las cuales 16 ya habían sido seleccionadas de forma anticipada.

- El precio promedio al que se ofertó la energía limpia fue de 20.57 dólares, uno de los precios más bajos alcanzados a nivel internacional.
- Se estima una inversión de \$2,369 millones de dólares en 15 nuevas centrales eléctricas (SENER, 2017).

Los resultados de la Tercera Subasta de Largo Plazo, arrojaron un excedente económico de 50.8%, representando el ahorro logrado entre los precios máximos que CFE como Suministrador de Servicios Básicos y las otras Entidades Responsables de Carga ofrecieron comprar, y los precios de las ofertas de venta seleccionadas preliminarmente. Por esta razón, se derivó un ahorro superior al 27.3%, conforme a lo establecido en las Bases de Licitación. Se lograron los objetivos de compra de productos; ya que en conjunto, las ofertas seleccionadas preliminarmente suman, por año 5.49 millones de MWh de energía, 5.95 millones de CEL y 593 MW-año de Potencia; cubriendo el 90.2% de la oferta de compra de Energía, el 97.8% de la oferta de compra de CEL y el 41.9% de la oferta de compra de Potencia (SENER, 2017).

Respecto a la venta de CELs y electricidad, fue la tecnología solar fotovoltaica la que predominó, ya que tuvo una participación del 55.4% del total de energía vendida, mientras que en la parte de CEL ocupó un 58.3%. Por su parte, la energía eólica representó un 44.7% de la energía vendida y 41.69 de los CEL.

Como se aprecia en el cuadro 3.13, en lo que respecta a Potencia, el turbogas fue la tecnología que más aportará, representando un 84.4% de la Potencia total vendida. En este sentido la energía eólica participa con el 13.9%, mientras que la solar fotovoltaica únicamente aportará 1.7%.

**Cuadro No. 3.13: “Tecnologías de las Ofertas Seleccionadas”**

Tecnología	Cantidades Asignadas por Tecnología			Participación por Tecnología		
	CEL	Energía (MWh)	Potencia (MW/año)	CEL	Energía	Potencia
<b>Solar FV</b>	3471160	3040029	10	58.31%	55.35%	1.69%
<b>Eólica</b>	2481415	2452547	83	41.69%	44.65%	13.95%
<b>Turbogas</b>	0	0	500	0.00%	0.00%	84.36%
<b>Total</b>	<b>5952575</b>	<b>5492575</b>	<b>593</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: SENER, 2017. “Resultados de la Tercera Subasta de Largo Plazo”

La energía que se generará derivada de ésta subasta representa casi el 2% de la generación anual de México, por lo que este proceso es una importante aportación para la transición energética del país.

En cuestión de inversión, en conjunto aquellos proyectos que fueron seleccionados de forma preliminar, tienen una capacidad de generación de 2,562 MW, distribuido en 15 nuevas centrales eléctricas en las entidades de Aguascalientes, Coahuila, Nuevo León y Sonora. En función de esto se espera tener una inversión estimada de \$2,369 millones de dólares entre 2018 y 2021.

En Aguascalientes se llevará a cabo la construcción de dos nuevas centrales eléctricas fotovoltaicas que en conjunto representan 395 MW de capacidad instalada adicional. Esto es un gran aporte para la entidad ya que hasta principios de 2017, solo contaban con 1 MW de capacidad instalada de centrales con tecnologías limpias. Por su parte en el estado de Coahuila se construirán tres nuevas centrales eólicas. Aportando 349 MW de capacidad instalada con una inversión estimada de \$473 millones de dólares en el estado.

En el caso del estado de Nuevo León, se realizará una inversión de \$688 millones de dólares, para dos nuevas centrales eléctricas, una con tecnología eólica y otra de turbogas. Esta inversión representa el 29 % del total ofertado en tercera Subasta de Largo Plazo. De forma más detallada, en Sonora se construirán cuatro nuevas centrales generadoras basadas en energía solar con una inversión estimada de \$423 millones de dólares en los próximos tres años, aportando 498 MW de capacidad instalada.

Esta subasta resultó más atractiva que las anteriores debido a que a diferencia de las anteriores, en esta los límites de interconexión fueron límites “no firmes”, basados los criterios mínimos estipulados por CENACE para realizar una interconexión con la red eléctrica. Además de esto, el sector privado tuvo la capacidad, por primera vez, de adquirir energía limpia. En las dos subastas anteriores la CFE fue el único comprador.

Por otra parte, la tercera subasta de largo plazo, fue muy favorable en términos de precios, ya que el precio promedio de generación de Energía limpia y CEL, fue de \$20.57 dólares por MW-hora, siendo un 38.5% menor a la subasta anterior. Mientras que para Potencia, el precio promedio fue de 36,253 dólares por MW-año. Estos precios representan un ahorro de 65.7% para la Energía limpia y 34.3% para la Potencia, respecto a los precios máximos de las ofertas de compra, que eran de 60 dólares por MWh de Energía limpia y de 55,200 dólares por MW-año de Potencia (SENER, 2017).

Para tener una idea más clara de los resultados de las Subastas Eléctricas de Largo Plazo, podemos realizar un comparativo a través del cuadro 3.14. En él se puede apreciar como con el desarrollo de las tecnologías limpias, el precio promedio de generación se ha reducido de forma significativa.

En cuestiones de volumen, la segunda subasta fue la más destacada, ya que en ella se logró la mayor inversión y por lo consiguiente el mayor aumento en la capacidad instalada, aunque en este sentido, en la tercera la inversión no fue tan alta pero se obtuvo un incremento cercano en la capacidad instalada al que se tuvo en la segunda subasta.

En las tres subastas no hubo restricción de regiones sin embargo, las inversiones se concentraron en las zonas en las que existe mayor potencial para desarrollar proyectos con energías limpias, donde se observan una mayor concentración de nuevas centrales de generación especialmente en el norte del país y la región del Bajío.

Finalmente observamos que la energía solar ha sido la preferida por las empresas ofertantes para generar electricidad, representando en todas las subastas, más de la mitad de la participación en tecnologías limpias, aunque la energía eólica también aporta un importante porcentaje de 45% en promedio.

**Cuadro No. 3.14: “Subastas Eléctricas de Largo Plazo en México”**

<b>Indicador</b>	<b>Primera (2015)</b>	<b>Segunda (2016)</b>	<b>Tercera (2017)</b>
Precio promedio de 1MWh + 1 CEL (dólares)	47.7	33.4	20.5
Capacidad a instalarse (MW)	2,085	2,871	2,563
Inversión comprometida (mdd)	2,600	4,000	2,400
Centrales comprometidas	16	36	15
Empresas ganadoras	11	23	8
Participación de la tecnología fotovoltaica en venta de CEL y MWh (%)	53	54	55
Participación de la tecnología eólica en venta de CEL y MWh (%)	47	43	45

Fuente: Periódico El Economista, 2017.

En teoría las centrales eléctricas que se derivan de las ofertas ganadoras de ésta tercera subasta, entrarán en operación entre julio de 2019 y junio de 2020. Con este nuevo aporte en la capacidad de generación eléctrica, México dará un gran paso para alcanzar la meta de 2024, que es generar un 35% de la electricidad por medio de energías limpias.

Desde mi perspectiva con la Reforma Energética, México dio un paso adelante hacia un cambio de paradigma en la forma de generar electricidad, cambiando hacia uno que sea sostenible y sustentable en el largo plazo. Si bien los cambios que se derivan de esta Reforma se darán de forma paulatina, podemos decir que van por buen camino. Según datos de la SENER, en el 2017 las emisiones de CO2 a nivel mundial, que son causadas por el sector energético, aumentaron en un 1.4%; mientras que en México, las emisiones del sector tuvieron una disminución de 4%, lo cual nos habla de una reducción en el uso de energías contaminantes, así como de mejoras en la eficiencia y el aprovechamiento de las energías limpias.

De igual forma, las Subastas Eléctricas de Largo Plazo han sido muy bien recibidas y van a jugar un papel muy importante para la transición energética, ya que de ellas se derivan hasta el momento 20 nuevas centrales eólicas y 45 fotovoltaicas, añadiendo 7 mil MW de potencia al SEN, lo que equivale a abastecer de electricidad a 6.5 millones de hogares mexicanos al año. De igual forma, estas nuevas centrales generarán electricidad a precios sumamente competitivos, sin necesidad de subsidios, como los observados en la Tercera Subasta Eléctrica de Largo Plazo en donde hubo ofertas que alcanzan los 17.7 dólares por MWh para la energía del viento y de 19.7 dólares para la solar. De las tres subastas se estima una inversión de 8,600 millones de dólares y a través de ellas más de la mitad de las entidades del país contarán con al menos un proyecto de generación verde que, además

de traer beneficios ambientales, detonarán la creación de empleos (SENER, 2018).

Por su parte, las subastas que se realicen a futuro deben de seguir presentando condiciones atractivas para el sector privado, con el fin de que mantengan las inversiones en nuevas centrales las cuales permitan seguir ampliando la capacidad del Sistema Eléctrico Nacional.

## CAPITULO IV. CONCLUSIONES

---

La generación, transmisión y distribución de electricidad ha sido históricamente considerado un sector estratégico para México debido a su importancia para el desarrollo tecnológico, económico y social. Por esta razón el contar con un sector eléctrico eficiente debe ser un tema prioritario para cualquier nación.

La Reforma Energética, realizada en nuestro país, en materia de electricidad, representa un avance muy importante hacia la sustentabilidad en el largo plazo y un cambio en la forma tradicional de generación de electricidad. Si bien la mayor parte de los cambios y beneficios de esta Reforma no se verán reflejados en el corto plazo, se pueden esperar resultados ambiciosos y sumamente importantes para la economía y el medio ambiente como son la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, el impulso en el aprovechamiento de energías limpias en los tres sectores de la economía.

A su vez, dos de los beneficios más importantes que la Reforma Energética trajo consigo, son: a) por una parte la apertura a la inversión privada en el subsector de generación, lo cual me parece una medida sumamente



acertada, ya que la inversión en el sector se desvincula en cierta medida de los objetivos de cada administración; y b) la disponibilidad de recursos públicos, ya que en los últimos años se venía observando un estancamiento en el presupuesto destinado a la CFE, lo que comprometía fuertemente su capacidad de inversión en nuevas plantas generadoras, renovación de cableados o en ampliaciones de la red de transmisión; evitando de esta forma que se ponga en riesgo la expansión constante que el sector debe tener y que acompaña al crecimiento económico.

Por otra parte, uno de los objetivos principales de la Reforma es crear un marco normativo equitativo entre empresas privadas y públicas, que impulse la competencia en el sector eléctrico mexicano, rompiendo el esquema monopólico que permaneció durante mucho tiempo y que a pesar de ser controlado por el Estado, provocó las ineficiencias económicas propias de este esquema. Esto en materia económica tiene importantes beneficios, ya que las empresas privadas, tanto nacionales como extranjeras, se ven impulsadas a crear diversas estrategias que les permitan tener una ventaja competitiva frente a la CFE, optimizando sus procesos de generación, lo que les permite ofrecer un mejor servicio con menores costos y por ende, otorgándole la capacidad a la CFE de ofrecer tarifas más bajas e impulsando la eficiencia en el sector eléctrico.

Asimismo, la mayor inversión en proyectos de infraestructura eléctrica y la misma operación de las plantas, serán una fuente importante de empleo, al mismo tiempo que CFE tendrá la posibilidad de ofrecer a las empresas y las familias tarifas más bajas. Específicamente en el sector industrial y comercial, la reducción en las tarifas eléctricas permitiría disminuir o al menos mantener sus costos de operación, brindándoles la capacidad de ofrecer sus productos a los consumidores finales a un precio más bajos.

De igual manera, las subastas eléctricas de largo plazo, han sido un mecanismo extraordinario para la obtención de costos de generación eléctrica sumamente competitivos a nivel internacional, al mismo tiempo que los riesgos propios de la inversión en el sector no recaen únicamente en el Estado, sino que se diversifican entre el sector público y el privado. Asimismo, las subastas jugaron un papel sumamente relevante para impulsar la transición energética, ya que de ellas se derivaron más de 65 nuevas centrales generadoras de electricidad con tecnologías limpias, las cuales contribuirán de forma importante para alcanzar el primer objetivo de generación con energías limpias que es de 35% para 2024.

Es importante señalar que los precios que se alcanzaron dentro de las subastas en el Mercado Eléctrico Mayorista, difícilmente se verán reflejados en las tarifas eléctricas en el corto plazo, ya que la gran mayoría de los proyectos de generación ganadores entrarán en operación entre julio de 2019 y junio de 2020. Se espera que a partir de esta fecha se espera comiencen a impactar a las tarifas, aunque dependerá en gran medida de las condiciones de oferta y demanda eléctrica que existan en ese momento en el mercado.

Otro de los grandes beneficios de la Reforma es que permitirá liberar presión sobre CFE para realizar grandes inversiones en centrales de generación eléctrica, permitiéndole concentrarlas en proyectos que se lleven a cabo en regiones que no sean atractivas para el sector privado y donde existan comunidades marginadas que aún no tienen acceso a la energía eléctrica, contribuyendo a la reducción de la desigualdad social y a la calidad de vida de las personas de esas comunidades. De esta forma la CFE, en su papel de empresa productiva del Estado, podrá corregir el fallo del mercado que se genera ante la falta de incentivos del sector privado por invertir en zonas marginadas y poco rentables. De igual manera, será sumamente importante

las inversiones que haga la CFE en materia de transmisión de electricidad, ya que actualmente existen la red de transmisión del país tiene muchas limitaciones, por lo que contar una red amplia y eficiente es fundamental para el correcto funcionamiento de la red eléctrica, al tiempo de que esta es una característica indispensable para que se puedan desarrollar todas las centrales de generación que se tienen planeadas.

Tras el desarrollo de esta investigación pudimos notar que las energías limpias son una alternativa sólida y competitiva para la generación de energía eléctrica, además de que las perspectivas de crecimiento de este tipo de energías son altas debido a la tendencia mundial y a los compromisos asumidos por el gobierno.

De esta forma, las energías limpias juegan un papel preponderante en materia de seguridad energética, la cual debe ser una condición indispensable en cada país, sobre todo en el largo plazo. Uno de los grandes beneficios de incorporar este tipo de tecnologías limpias en la matriz de generación eléctrica de México, es que permiten minimizar el impacto de los precios de los combustibles fósiles y de su volatilidad en los procesos de generación eléctrica; por lo que su impulso permitiría tener tarifas mucho más estables en el largo plazo, de la misma forma en que se expande la capacidad instalada del país y se contribuye con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En este sentido, es importante mencionar que si bien será muy difícil abandonar completamente los métodos de generación eléctrica convencional, basados en combustibles fósiles, este tipo de centrales se pueden utilizar para cubrir la demanda en horas pico y de esta forma ampliar

a niveles óptimos el margen de reserva, asegurando el abasto de energía eléctrica y por consecuencia elevando el nivel de seguridad energética.

Por estas razones en México se está buscando la diversificación de la matriz energética, promoviendo el uso de energías limpias y buscando un equilibrio con aquellas tecnologías que tienen bajos costos de generación y aquellas que resulten rentables con escenarios de precios de combustibles fósiles viables. En este punto, las subastas eléctricas han sido sumamente importantes para promover el desarrollo de este tipo de energías, al tiempo que han sido de mucha utilidad para expandir la capacidad de generación del Sistema Eléctrico Nacional, con lo que se espera que una vez que estén terminadas las nuevas centrales eléctricas se logre hacer frente al incremento constante en la demanda de electricidad y permita incrementar el margen de reserva para hacer frente a los momentos mayor demanda en el día sin ocasionar afectaciones en el servicio eléctrico.

En cuestión de precios de la electricidad, será importante ver si la Reforma logra uno de sus objetivos principales que es la reducción de los mismos, sin embargo el Estado debe vigilar con detenimiento que el nivel que puedan alcanzar no llegue a ser demasiado bajo, amenazando la competitividad y la rentabilidad de los proyectos de energías renovables en el país, en comparación con otras tecnologías que utilicen fuentes de energía convencionales y contaminantes.

Es cierto que se ha dado un primer paso en México para lograr la transición energética, sin embargo, aún queda un largo camino por recorrer en donde la paciencia, la disposición de legisladores y población en general por impulsar este tipo de energías, la integración y el trabajo en equipo de todas las instituciones involucradas en el Sector Eléctrico de México, serán

fundamentales para que este sector continúe evolucionando y volviéndose más eficiente, moderno y competitivo cada día, beneficiando a todos los sectores económicos y colocando al país como un ejemplo en materia de seguridad energética.

Es importante prestar atención a la política energética que seguirá la administración de Andrés Manuel López Obrador, ya que ha expresado su desaprobación hacia las acciones tomadas por Enrique Peña Nieto y ha suspendido provisionalmente los contratos derivados de las subastas para que se revisen de forma detallada. A su vez, el presidente electo ha expresado que habrá un aumento en el presupuesto asignado para la CFE, que se dejará de retirar centrales carboeléctricas y que las centrales termoeléctricas aumentaran su nivel de producción hasta un punto cercano al máximo. Con estas medidas se busca aumentar el grado de seguridad energética, aunque se trunca, hasta cierto punto, los avances en transición energética que se habían obtenido.

Finalmente, es importante mencionar que los próximos años el papel de los reguladores será vital para lograr, hasta donde la política energética de la actual administración lo permita, las metas establecidas en la Ley de Transición Energética, por lo que se debe continuar revisando y modificando el marco normativo para que a través de estímulos fiscales o facilitando las condiciones para la instalación y aprovechamiento de energías limpias a nivel residencial, especialmente para la energía solar fotovoltaica que es una tecnología sumamente versátil y que puede ser utilizada en una gran parte de las entidades federativas del país, se logre reducir la dependencia de los combustibles fósiles que tenemos actualmente en la sociedad, buscando el crecimiento económico sustentable, el cuidado del medio ambiente y la seguridad energética.

# ANEXOS

---

## Anexo 1: Tabla de Equivalencias (Energía)

Multiplicar por	A	Joule (J)	Caloría (Cal)	Kilowatt-hora (KWh)
De				
Joule (J)		1	0.239	$0.278 \times 10^{-6}$
Caloría (Cal)		4.184	1	$1.162 \times 10^{-6}$
Kilowatt-hora (KWh)		$3.6 \times 10^6$	$0.860 \times 10^6$	1
Termia (Th)		$4.184 \times 10^6$	$10^6$	1.162

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SENER.

## Anexo 2: Tabla de Equivalencias (Electricidad)

Prefijo	Símbolo	Equivalencia Decimal
Terawatt	TW	1,000,000,000,000
Gigawatt	GW	1,000,000,000
Megawatt	MW	1,000,000
Kilowatt	KW	1,000
Watt	W	1

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SENER.

### Anexo 3: Tabla de Consumo de Electricidad por Objeto

Aparato	Potencia (Watts)	Consumo mensual promedio Kilowatts-hora (KWh)
Aspiradora	1,000	16
Bomba de Agua (1/2 HP)	400	5
Estéreo	75	9
Microondas	1,200	13
Horno Eléctrico	1,000	12
Impresora	100	3
Lavadora	400	13
Licuadora	400	2
T.V. (19-21 pulg.)	70	13
Ventilador	70	15
DVD	25	1
Cafetera	750	23
Computadora	300	36
Plancha	1,000	24
Refrigerador (18-22 pies cub.)	375	90
T.V. (32-43 pulg.)	250	45
Aire acondicionado dividido (minisplit) 1.5 ton	1,680	403
Calentador de aire	1,500	180

**Fuente:** Elaboración propia con datos de CIME.

# BIBLIOGRAFÍA

---

ACNUR Comité Español, 2016. *Eacnur*. [En línea]  
Available at: <https://www.eacnur.org/blog/objetivo-los-impuestos-pigouvianos/>

Actinver, 2015. *La economía de la Región Noroeste de México*, s.l.: s.n.

Asociación Empresarial Eólica, 2012. *AEE eólica*. [En línea]  
Available at: <http://www.aeeolica.org/es/new/reve-china-apuesta-por-las-energias-renovables/>

Banco Mundial, 2000. *La calidad del crecimiento*, Washington: Banco Mundial.

Banco Mundial, 2016. *La pobreza y la prosperidad compartida: Abordar la desigualdad*, Washington: Banco Mundial.

Bandrés, E., 1996. ¿A quien beneficia el Estado de Bienestar?. En: *Dilemas del Estado de Bienestar*. Madrid: Argenteria-Visor.

Barreto, C. & Campo, J., 2012. Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina. *Ecos de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*, 16(35).

Bastarrachea, 1994. Evolución de la Industria Eléctrica en México. En: *El Sector Eléctrico de México*. s.l.:s.n., p. 259.

Castro Soto, G., 2002. *La Energía Eléctrica: Historia y Radiografía del Patrimonio Soberano de la Nación*. San Cristobal de las Casas(Chiapas): s.n.

CENACE, 2018. *Cámara de Compensación para Contratos Asignados por el CENACE a través de Subastas de Largo Plazo*, Ciudad de México: CENACE.

CEPAL, 2016. *Desarrollo social inclusivo: una nueva generación de políticas para superar la pobreza y reducir la desigualdad en América Latina y el Caribe*, s.l.: CEPAL.

Cervantes, O., 2015. Los compromisos de México contra el cambio climático. *Vanguardia MX*, 2 Diciembre.



CFE, 2014. *Acerca de CFE*.

[http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1\\_AcercadeCFE/CFE\\_y\\_la\\_electricidad\\_en\\_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.aspx](http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/CFE_y_la_electricidad_en_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.aspx)

Coldwell, P. J., 2017. *Presentación de las Bases de Licitación de la Tercera Subasta Eléctrica de Largo Plazo*. Ciudad de México, SENER.

Cruz, R. & Román, N., 2014. Evolución tecnológica de los Sistemas SCADA/EMS/DTS del CENACE. *Contacto CENACE*, III(6), pp. 32-41.

Dorantes, R., 2008. *Las energías renovables y la seguridad energética nacional*, D.F., México: ai.

Econlink, 2007. *Maximización de beneficios*. s.l.:s.n.

Endesa, 2014. *Endesa*. [En línea]  
Available at: [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/vii.-las-centrales-electricas](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/vii.-las-centrales-electricas)

Energía Nuclear, 2016. *Energía Nuclear en México*. [En línea]  
Available at: [http://energia-nuclear.net/situacion/energia\\_nuclear\\_mexico.html](http://energia-nuclear.net/situacion/energia_nuclear_mexico.html)

Framework Convencion on Climate Change, 2010. *La ciencia del clima*, New York: United Nations.

FundaGeo, 2013. *La Geo*. [En línea]  
Available at: <http://www.lageo.com.sv/?cat=1009>

García, K., 2015. Sener elevará a 40% el margen de reserva eléctrico al 2019. *El Economista*, 19 Agosto.

Garrity, C., 2017. *Desarrollo social: Panorama general*, s.l.: Banco Mundial.

Gobierno de la República, 2013. *Reforma Energética*, Ciudad de México: Gobierno de la República.

Gómez, Carlos M. , 2000. Teoría económica de los impuestos pigouvianos: información y eficiencia. *Lecturas de Economía*, Julio-Diciembre, Issue 53, pp. 93-123.

Gómez, M., 2007. *Las energías renovables en México y el mundo*, México: s.n.

Guillen Solis, O., 2004. *Energías Renovables: Una perspectiva ingenieril*. 1era ed. Ciudad de México: Trillas.

Huerta, R., 2001. De Nuevo los Rendimientos Decrecientes. *Aportes*, VI(18), pp. 73-90.

Ibañez, A. M., 2014. *Economía Ambiental Avanzada*. Bogotá: Facultad de Economía de la Universidad de los Andes.

Ibárcena, M. & Scheelje, J. M., 2003. *EL CAMBIO CLIMÁTICO PRINCIPALES CAUSANTES, CONSECUENCIAS Y COMPROMISOS DE LOS PAÍSES INVOLUCRADOS*, Quebec, Canadá: FAO.

Jahan, S., Saber, A. & Papageorgiou, C., 2014. *¿Qué es la economía keynesiana?*. s.l.:s.n.

Keynes, J. M., 2001. *Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero*. Tercera edición ed. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

KPMG, 2016. *Oportunidades en el sector eléctrico en México*, México: Global Strategy Group; Energía y Recursos Naturales (ENR).

Krugman, P., Olney, M. & Wells, R., 2008. *Fundamentos de Economía*. Primera edición ed. Barcelona: Reverté.

Levy, S., 1991. *Poverty Alleviation in México*, s.l.: Oficina Regional Para América Latina y del Caribe del Banco Mundial.

*Ley de la Industria Eléctrica* (2014) Diario Oficial de la Federación.

López, L., 2010. *Las externalidades y el medio ambiente*, s.l.: s.n.

Maqueda, M. & Sánchez, L., 2008. *Curvas de demanda de energía eléctrica en el sector doméstico de dos regiones de México*, Washington, Estados Unidos.: s.n.

Mochon, F., 2010. *Principios de Economía*. s.l.:McGraw Hill Education.

Muciño, F., 2015. ¿Se aproxima el boom de la energía solar?. *Forbes*.

NASA, 2013. *La NASA confirma una tendencia de calentamiento climático a largo plazo*, Houston: NASA-Ciencia Beta.

OCDE, 1999. *Policy Roundtables: Oligopoly*, París: OCDE.

ONU, 1998. *Protocolo de Kyoto*, s.l.: Organización de las Naciones Unidas.

Pasquevich, D. M., 2009. *La creciente demanda mundial de energía frente a los riesgos ambientales*, Argentina: Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable.

Pindyck, R. & Rubinfeld, D., 2009. *Microeconomía*. Séptima edición ed. Madrid: Pearson .

Ponce, E., 2011. *Centrales Eléctricas en México*, México: Blogger.

Presidencia de la República, 2016. *Reforma Energética. Presidencia*.

PRODESEN, 2016. *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2016-2030*, Ciudad de México: SENER.

Ramales, M., 2012. Oaxaca: Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Ramos-Gutiérrez & Montenegro-Fragoso, 2012. Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro. *Tecnología y Ciencias del Agua*, III(2), pp. 103-121.

Ramos, L. & Montenegro, M., 2012. La Generación de Energía Eléctrica en México. *Ciencias del Agua*, III(4), pp. 197-211.

Renewable Energy Magazine, 2017. *Diez países se comprometen a vivir sin carbón en 2030*, s.l.: Renewable Energy Magazine.

Roca, J., 2015. Los costes de generación de las renovables son iguales o más baratos que los de combustibles fósiles. *El periódico de la energía*, 19 Enero.

Rodríguez, G., 1994. Evolución de la Industria Eléctrica en México. En: *El Sector Eléctrico de México*. s.l.:s.n., p. 28.

Rodríguez, G., 2004. *El Estado de Bienestar en España: debates, desarrollo y retos*. Madrid: Fundamentos.

Rosas, A. & Santillán, R., 1962. *Teoría General de las Finanzas Públicas y el caso de México*. Ciudad de México: Escuela Nacional de Economía.

Salas, M., 2015. *Microeconomía: Teoría y Aplicaciones*. Andalucía: Comanares.

Samuelson, P., 2010. *Microeconomía con aplicaciones a Latinoamérica*. Segunda edición ed. Ciudad de México: McGraw-Hill.

Sánchez, A., 2014. 10 empresas que competirán con la CFE. *El Financiero*, 30 Septiembre.

SEGOB, 2015. *Ley de Transición Energética*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.

SENER, 2015. *Prospectiva del Sector Eléctrico 2015-2029*, México: s.n.

SENER, 2016. *Prospectiva del Sector Eléctrico 2016-2030*, México: s.n.

SENER, 2017. *Anuncian SENER y CENACE, resultados preliminares de la Subasta de Largo Plazo de 2017*, Ciudad de México: SENER.

SENER, 2018. *México cuenta con atractivos esquemas de negocios que lo posicionan entre los diez mejores países para invertir en proyectos verdes: PJC*. Ciudad de México, SENER.

Sotelo, A., 2014. *Empresa Productiva del Estado*, Ciudad de México: CFE.

Stiglitz, J., 2000. *La economía del sector público*. Tercera ed. Barcelona: Antoni Bosch.

SYSTEP, 2010. *Crecimiento económico y abastecimiento energético*, Chile: Central de Energía: Central de información y discusión de energía .

Tarziján, J. & Paredes, R., 2002. *Organización Industrial*. Segunda ed. Argentina: Prentice Hall Argentina.

Tirole, J., 1990. *Teoría de la Organización Industrial*. Barcelona: Ariel.

UK Essays, 2013. *La Crisis Petrolera*, s.l.: s.n.

UNESA, 2016. *UNESA. "Funcionamiento-de-las-centrales-electricas: central fotovoltaica"*

Universidad de Córdoba, 2016. *La maximización del beneficio de la empresa*, s.l.: s.n.

Universidad de Granada, 2007. *Políticas basadas en impuestos y subvenciones*. Granada: Centro de Enseñanzas Virtuales de la Universidad de Granada.

Universidad de la República, 2003. *Monopolio Natural y Regulación Económica*. s.l.:Facultad de Ciencias Económicas y Administración.

Varian, H. R., 2011. *Microeconomía intermedia*. Octava edición ed. España: Antoni Bosch.

Vázquez, J., 2005. Neoliberalismo y Estado benefactor. El caso mexicano. *Revista de la Facultad de Economía, BUAP*, X(51-76), p. 26.

Weintraub, E. R., 2002. *Neoclassical Economics*. s.l.:Library of Economics and Liberty.

Zarrabal, R., 2017. Qué con las subastas eléctricas. *Quienes Somos*, 15 Mayo.

Zofío, J. L., 2007. *Microeconomía II*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.