

# Análisis del funcionamiento y efectividad de los instrumentos económicos actuales y potenciales en la industria eléctrica en México para la mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero (GYCEI)

## Informe Final



#### **Derechos Reservados © 2018**

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440, Colonia Lomas de Chapultepec, Delegación Miguel Hidalgo, CP.11000, Ciudad de México.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, CP. 14210, Ciudad de México.

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella (informes, mapas, bases de datos) pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva, de sus Estados Miembros, o del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Documento generado a partir de los resultados de la consultoría realizada por **Jorge Gutiérrez García**. Número de Contrato IC-2017-038

Para mayor información sobre este estudio, consultar con la Coordinación General de Crecimiento Verde del INECC.

Citar como:

INECC-PNUD México. 2017. *Análisis del funcionamiento y efectividad de los instrumentos económicos actuales y potenciales en la industria eléctrica en México para la mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero (GYCEI)*. Proyecto 85488 "Sexta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Jorge Gutiérrez García, pp. 91, México.

## Contenido

Contenido.....	1
Lista de Figuras.....	4
Lista de Tablas .....	5
1. Introducción.....	6
2. Marco conceptual .....	7
<b>2.1 Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Instrumentos económicos y externalidades .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Impuestos.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Instrumentos económicos de comando y control .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Instrumentos económicos de mercado .....</b>	<b>12</b>
1.1.1. Mercado de emisiones .....	12
<b>2.6 Los Certificados de Energía Limpia (CEL) .....</b>	<b>13</b>
2.6.1 El precio de los CEL.....	13
2.6.2 La sanción por incumplimiento.....	14
2.6.3 Los CEL como incentivo .....	15
3 Instrumentos económicos en México .....	17
<b>3.1 Marco regulatorio.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Instrumentos económicos aplicados a los recursos hídricos.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Instrumentos económicos aplicados a la biodiversidad .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Instrumentos económicos aplicados a residuos.....</b>	<b>20</b>
4 Instrumentos económicos y precio del carbono.....	21
<b>4.1 Asignación de un precio al carbono .....</b>	<b>21</b>
4.1.1 Rutas costo-eficientes.....	23
4.1.2 Política pública.....	24
4.1.3 Precio eficiente del carbono .....	25
5 Instrumentos económicos en materia de energía y cambio climático en México..	26
<b>5.1 Impuesto a los combustibles fósiles.....</b>	<b>26</b>
5.1.1 Tendencias internacionales del impuesto al carbono.....	31
<b>5.2 Funcionamiento de los Certificados de Energía Limpia .....</b>	<b>32</b>

5.3	<b>Esquemas de intercambio de emisiones</b>	<b>33</b>
5.4	<b>Instrumentos económicos híbridos</b>	<b>34</b>
5.5	<b>Reestructuración de subsidios</b>	<b>35</b>
5.5.1	Subsidios a la energía	35
6	<b>Instrumentos económicos en la industria eléctrica</b>	<b>39</b>
6.1	<b>Introducción</b>	<b>39</b>
6.2	<b>Funcionamiento</b>	<b>40</b>
6.3	<b>Fundamentos</b>	<b>40</b>
6.4	<b>Alineación con los instrumentos regulatorios y de planeación</b>	<b>41</b>
7	<b>Mercado de Certificados de Energía Limpia</b>	<b>44</b>
7.1	<b>Identificación de barreras y oportunidades de ejecución</b>	<b>44</b>
7.2	<b>Subastas de energía, CEL y capacidad</b>	<b>51</b>
7.3	<b>Efectos en el mercado</b>	<b>53</b>
7.4	<b>Efectos regionales</b>	<b>54</b>
7.5	<b>Efectividad</b>	<b>57</b>
7.6	<b>Sensibilidad</b>	<b>57</b>
8	<b>Utilización de otros instrumentos en el contexto mexicano: experiencias y propuestas</b>	<b>59</b>
8.1	<b>Introducción</b>	<b>59</b>
8.2	<b>Experiencias internacionales</b>	<b>60</b>
8.2.1	Australia	60
8.2.2	Corea del Sur	61
8.2.3	Fondo de tecnología verde	63
8.3	<b>Vinculación con otros instrumentos</b>	<b>63</b>
8.3.1	Interacción de instrumentos económicos con otras políticas energéticas	66
8.4	<b>Instrumentos potenciales en el contexto mexicano</b>	<b>68</b>
8.4.1	Programas de demanda controlable	68
7.2.2	Subastas eléctricas	70
7.2.3	Generación distribuida	71
9	<b>Conclusiones</b>	<b>72</b>
10	<b>Abreviaturas</b>	<b>75</b>

11	Anexos .....	77
	<b>Anexo 1. Empresas con permiso de suministro calificado .....</b>	<b>77</b>
	<b>Anexo 2. Solicitudes de inscripción al registro de usuarios calificados .....</b>	<b>78</b>
	<b>Anexo 3. Suministrador Básico y Comercializadores no suministradores .....</b>	<b>84</b>
12	Referencias .....	85

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Nivel de emisiones óptimo.....	9
<b>Figura 2.</b> Esquemas para energías limpias en el mundo.....	14
<b>Figura 3.</b> Precio del carbono y emisiones cubiertas de esquemas en el mundo. ....	22
<b>Figura 4.</b> Precio del carbono y precio de la energía.....	23
<b>Figura 5.</b> Ingresos por impuestos ambientales como porcentaje del PIB a nivel mundial en 2014 .	26
<b>Figura 6.</b> Ingreso estimado por concepto de impuesto a los combustibles fósiles (miles de millones de pesos).....	27
<b>Figura 7.</b> Recaudación mensual y anual por el ICF de 2014 a 2017.....	30
<b>Figura 8.</b> Promedio de precios al carbono por país e instrumento. ....	31
<b>Figura 9.</b> Políticas, instrumentos y acciones relacionadas con el establecimiento de un mercado de emisiones.....	34
<b>Figura 10.</b> Subsidios energéticos como porcentaje del PIB.....	36
<b>Figura 11.</b> Subsidios sobre la electricidad de uso residencial (porcentaje del total) por decil.....	37
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de energías limpias de acuerdo con los Requisitos de CEL establecidos por la SENER.....	41
<b>Figura 13.</b> Crecimiento del PIB nacional y del sector eléctrico (por ciento).....	42
<b>Figura 14.</b> Metas de energía limpia.....	43
<b>Figura 15.</b> Potencial disponible de fuentes limpias (MW).....	44
<b>Figura 16.</b> Cargos por servicios de transmisión para energías renovables o cogeneración eficiente. ....	46
<b>Figura 17.</b> Costos de instalación promedio ponderados a nivel global de la energía fotovoltaica. .	47
<b>Figura 18.</b> Efectos en el precio del uso de energías limpias y CEL en el precio final de la energía eléctrica. ....	48
<b>Figura 19.</b> Permisos otorgados a suministradores, comercializadores y usuarios calificados. ....	49
<b>Figura 20.</b> Permisos de generación eléctrica otorgados por la CRE por tipo de permisionario. ....	50
<b>Figura 21.</b> Trayectoria de participación de energías limpias. ....	50
<b>Figura 22.</b> Resultados de la primera subasta eléctrica (CEL/año).....	51
<b>Figura 23.</b> Precios marginales locales y precio adjudicado.....	52
<b>Figura 24.</b> Impacto de los CEL en el precio de la energía limpia.....	54
<b>Figura 25.</b> Energía adjudicada y diferencias esperadas de las subastas eléctricas.....	55
<b>Figura 26.</b> Distribución regional de algunos valores esperados en la segunda subasta.....	56
<b>Figura 27.</b> Curvas de despacho hipotéticas, con y sin precio al carbono.....	65
<b>Figura 28.</b> Efecto en el precio de la energía eléctrica del incremento de la generación mediante fuentes de energía limpia. ....	66
<b>Figura 29.</b> Clasificación esquemática de los potenciales de mitigación.....	67
<b>Figura 30.</b> Diagrama esquemático del funcionamiento del mecanismo de demanda controlable en México de acuerdo con la LIE. ....	69

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Comparación entre impuestos e instrumentos de mercado	12
<b>Tabla 2.</b> Ejemplos de instrumentos basados y no basados en el mercado.	20
<b>Tabla 3.</b> Precio del carbono y emisiones cubiertas de esquemas en el mundo	28

# 1. Introducción

El presente trabajo se realizó como insumo para la Sexta Comunicación Nacional de Cambio Climático con el objetivo de analizar la efectividad de los instrumentos económicos para la mitigación de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GYCEI) ejecutados en México a partir de la puesta en marcha de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), en 2012, en el sector energético, en particular en la industria eléctrica. Asimismo, persigue caracterizar sus efectos en el mercado y en los sistemas eléctricos; así como proponer instrumentos adicionales que puedan ser efectivos.

Para alcanzar estos objetivos, se desarrollaron las siguientes actividades: a) identificar el estado del arte de los instrumentos económicos para la mitigación de GYCEI en el sector energético, especialmente en la industria eléctrica del país, así como revisar y reconocer las principales experiencias internacionales potencialmente útiles para México; b) caracterizar los instrumentos económicos aplicados en la industria eléctrica y sus efectos en el mercado; c) analizar la vinculación entre instrumentos y políticas; y, d) proponer otros instrumentos económicos para la mitigación de GYCEI en la industria eléctrica.

Para ello, en el Capítulo 1 se describe el marco conceptual de los Instrumentos Económicos (IE), que los identifica como el principal medio para que la política pública internalice las externalidades negativas ocasionadas por la emisión de GYCEI a la atmósfera. Además, se presentan, de manera resumida, sus características y tipología, con especial énfasis en el mercado de emisiones y los Certificados de Energía Limpia (CEL). Por su parte, el Capítulo 2 hace referencia a los instrumentos económicos ejecutados en México en la dimensión ambiental.

Previo a la descripción de los instrumentos en materia de energía y cambio climático, el Capítulo 3 expone cómo la asignación de un precio al carbono, mediante la ejecución de instrumentos económicos, es la forma más eficiente de alcanzar las metas de mitigación de GYCEI. Posteriormente, en el Capítulo 4 se describen los instrumentos económicos en nuestro país, en particular, el caso del impuesto al carbono, los CEL, el esquema de intercambio de emisiones y algunos instrumentos híbridos. Se discute, también, un tema estrechamente relacionado con los IE: la reestructuración de los subsidios a la energía.

El Capítulo 5 discute los IE en la industria eléctrica. En particular, se describe y analiza el marco regulatorio, su funcionamiento y, en especial, su relación con otros instrumentos de tipo regulatorio y de planeación, con el fin de identificar si se encuentran integrados y alineados con respecto a objetivos energéticos y ambientales nacionales.

El Capítulo 6 analiza el mercado de los CEL, describe las barreras y oportunidades de ejecución, con base en los resultados de las dos subastas de energía, para CEL y capacidad.

Posteriormente, en el Capítulo 7 se analizan los instrumentos factibles para aplicarse en el contexto mexicano. Para ello se describen las experiencias internacionales y los retos que se presentan al vincularse con otros instrumentos. Finalmente, se mencionan algunos de los instrumentos potenciales que podrían aplicarse en México y sus posibles barreras de ejecución.



## 2. Marco conceptual

### 2.1 Introducción

El cambio climático es un claro ejemplo de una externalidad negativa, debido a que el costo privado de emitir Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI) a la atmósfera es prácticamente cero, aunque los efectos de las alteraciones climáticas, que son asumidos por todos los individuos, son significativos (Stern, 2007). En este sentido, las emisiones de GyCEI son un problema económico, que requiere buscar alternativas para que las actividades que las generan internalicen el costo real por emitirlas a la atmósfera.

Desde la economía se ha analizado la manera de internalizar este costo. Una forma de hacerlo es mediante la asignación de un precio a la externalidad negativa, de manera que se refleje el verdadero costo social por producir un bien.

Así, el uso de instrumentos económicos permite incidir en los costos y beneficios de distintas alternativas que enfrentan los agentes ante condiciones determinadas. Es decir, los instrumentos económicos influyen en la rentabilidad de procesos, tecnologías alternas y precios relativos; de forma que modifican las decisiones de productores y consumidores en cuanto a las diferentes opciones posibles.

### 2.2 Instrumentos económicos y externalidades

La utilización de los instrumentos económicos se vincula con el concepto de individuos racionales que maximizan su bienestar (privado), sujetos a alguna restricción. El papel del regulador es diseñarlos e instrumentarlos en aquellos casos en los que las actividades económicas -con el objetivo de maximizarla utilidad (privada)- no toman en cuenta los impactos en el bienestar de los demás (público). Esta situación se describe como externalidades, las cuales son una falla de mercado.

La economía ambiental ha desarrollado un gran número de soluciones posibles –basadas en el mercado- para abordar el problema de externalidades, que incluyen el establecimiento de impuestos o cargos ambientales que reflejan el daño causado a los bienes públicos, una mejor definición de los derechos de propiedad, y el subsidio a actividades compatibles con la preservación del medio ambiente.

Los instrumentos económicos pueden agruparse en las siguientes categorías: a) cuotas e impuestos ambientales; b) creación de mercados y asignación de derechos de propiedad definidos; c) eliminación de subsidios adversos; d) regulación y restricciones de acceso; e) fondos ambientales y financiamiento público; f) disposición de información y capacidad institucional; g) valoración económica de costos y beneficios; h) participación de los actores; e i) creación de instituciones (CEPAL, 2015).

Tradicionalmente, las primeras cinco categorías son consideradas como incentivos económicos en un sentido tradicional, es decir, como la instrumentación a través de medidas económicas o institucionales, generalmente el gobierno, con base legal y con el objetivo explícito de inducir un comportamiento determinado (Stavins, 2003).

Las externalidades impiden que los individuos capturen el verdadero valor de preservar o aprovechar en forma sustentable los recursos, y hacen que los beneficios o costos privados de tal actividad difieran de los sociales. El equilibrio de mercados perfectamente competitivos, ocurre cuando el precio iguala la cantidad demandada con la ofrecida y, por ende, la valoración de los beneficios marginales de los consumidores se equipara a los costos marginales en los que incurren los productores, lo que genera una asignación eficiente en el sentido de Pareto.

Cuando se presenta una falla de mercado, éste no logra distribuir con eficiencia los recursos, y aunque en el punto de equilibrio la cantidad ofrecida siga siendo igual a la demandada, no es posible maximizar los beneficios sociales netos<sup>1</sup>, ya que los costos o beneficios marginales privados son distintos a los de carácter social. En la mayoría de la literatura especializada<sup>2</sup>, se señalan como fallas de mercado a la información imperfecta, la presencia de bienes públicos, las externalidades y al “poder de mercado” (monopolios, falta de competencia, etc.).

Además, algunos autores han incluido también como fallas a aquellos factores que están íntimamente relacionados con ellas: derechos de propiedad mal definidos, ausencia de mercados, intervenciones inapropiadas del gobierno, entre otras. También conocidas como “fallas de mercado y de política” (Tietenberg & Lewis, 2016).

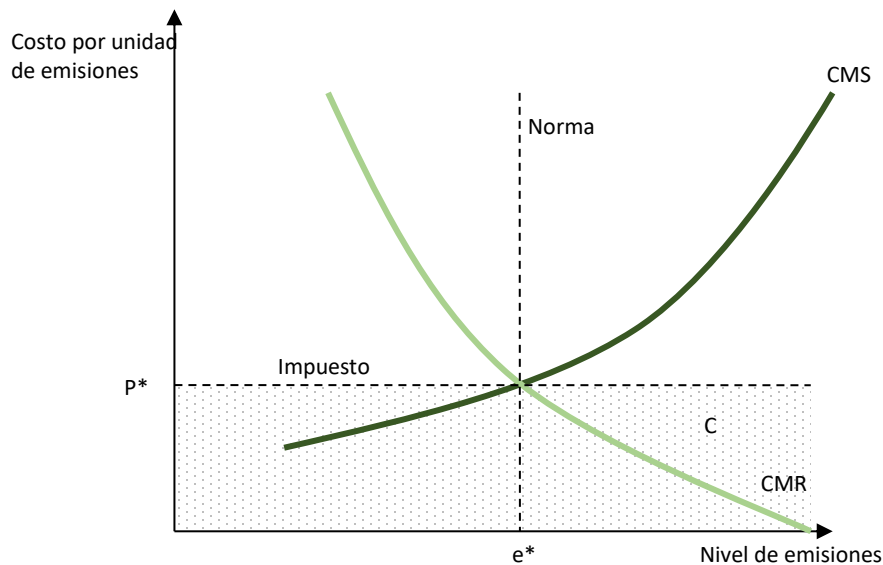
Si se considera el caso de una empresa que vende su producción en un mercado competitivo y emite contaminantes que disminuyen la calidad del aire, la reducción de sus emisiones implica un costo<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Exceso de beneficios sobre costos. La maximización de los beneficios netos se logra cuando los beneficios sociales marginales se igualan a los costos sociales marginales.

<sup>2</sup> Como ejemplo pueden mencionarse, entre otros a Baumol & Oates (1988), Stavins (2003), Tietenberg & Lewis (2016) y Stern (2007).

<sup>3</sup> Como las externalidades no se reflejan en los precios de mercado, son fuente de ineficiencia económica. Por lo tanto, para resolver tal falla, se obliga a la empresa generadora a internalizar los costos sociales, lo cual puede lograrse por medio de un impuesto sobre la producción, por ejemplo.

**Figura 1.** Nivel de emisiones óptimo.

CMS= Costo Marginal Social, CMR = Costo Marginal de Reducción, P\*= Precio, e\*= emisiones eficientes  
Fuente: INECC, elaboración propia.

En la Figura 1, el eje horizontal representa el nivel de emisiones de la empresa y el eje vertical representa el costo por unidad de las emisiones. La curva CMS representa el costo marginal social de las emisiones, es decir, el daño adicional causado por las emisiones. Esta curva tiene pendiente positiva porque el costo marginal de la externalidad es mayor conforme aumenta el nivel de emisiones, dicho de otra manera, los pequeños niveles de contaminación ocasionan pocos daños, pero aumentan conforme se emiten más contaminantes.

La curva CMR es el costo marginal de la reducción de las emisiones, en otras palabras, el costo adicional que tiene para la empresa, por ejemplo, la instalación de equipo de control de la contaminación. Tiene pendiente negativa porque el costo marginal de reducir las emisiones es alto cuando éstas son relativamente bajas; en cambio, conforme se incrementan, el costo por mitigar una unidad adicional de emisiones es menor. El costo de un equipo de control de la contaminación puede no ser rentable cuando se emite poco, debido a la alta inversión que se requiere para estos equipos.

Como el costo de reducción de la contaminación es alto, y no brinda ningún beneficio directo a la empresa, el nivel de emisiones que maximiza sus beneficios es cuando el CMR es cero (cuando no tiene que pagar por esas emisiones). En cambio, el nivel de emisiones eficiente está en el punto en el que se igualan los costos sociales y los privados, en otras palabras, en el punto en el que CMS y CMR intersecan<sup>4</sup>.

Si las emisiones fueran menores a este punto, el costo marginal (privado) de su reducción es mayor que el costo marginal social, por lo que las emisiones son demasiado bajas respecto al nivel

<sup>4</sup> En este punto se minimiza la suma de los costos de reducción de la empresa y de los costos sociales.

óptimo. Sin embargo, si el nivel de emisiones es mayor al nivel de emisiones eficiente, el costo marginal social es mayor que el costo marginal privado, por lo que el productor no tiene estímulo para disminuir las emisiones, y éstas son demasiado altas con relación al nivel social óptimo

Cuando ocurre el segundo caso, se puede obligar a la empresa a reducir las emisiones al nivel eficiente de tres formas: normas de control de emisiones, impuestos sobre las mismas y permisos transferibles de contaminación. De estos tres ejemplos, los impuestos sobre emisiones ayudan a ejemplificar, de manera esquemática, el nivel de emisiones óptimo. Los impuestos pigouvianos corresponden a este tipo de instrumentos.

Una tasa impositiva del nivel  $P^*$ , en la Figura 1, inducirá a la empresa a producir al nivel correspondiente de las emisiones eficientes  $e^*$ . La empresa reducirá sus emisiones si su CMR es inferior al impuesto; una vez que el costo marginal de reducción es mayor que éste, preferirá pagarlo para las emisiones remanentes. Con este impuesto, la empresa minimiza sus costos y reduce las emisiones, desde el nivel en que los costos marginales de reducción son cero hasta el nivel de emisiones eficiente,  $e^*$ .

Cuando la curva CMR es igual a cero, la primera unidad de emisiones puede reducirse con un costo muy bajo (el costo marginal de reducción es casi igual a cero). Y la empresa puede evitar pagar la tasa de  $P^*$  por unidad a un costo muy bajo. Así, el costo marginal de reducción es menor que el impuesto sobre emisiones cuando los niveles de emisión son superiores a  $e^*$ , por lo que compensa reducir las.

Por otro lado, por debajo de  $e^*$ , el costo marginal de reducción es mayor que el impuesto, por lo que la empresa prefiere pagar el impuesto en lugar de reducir las emisiones. Así, la empresa pagaría el total del área correspondiente al rectángulo entre  $p^*$  y  $e^*$  (área A), e incurre en costos totales correspondientes al área comprendida entre la parte inferior de la curva de CMR,  $e^*$  y el punto de intersección de CMR con el eje x (área A+B). Este costo es menor que la tasa que pagaría la empresa si no reduce sus emisiones (área A+B+C).

## 2.3 Impuestos

Los impuestos pueden ser de tipo recaudatorio, o ser utilizados para modificar conductas de los agentes. Los impuestos ambientales pertenecen a la segunda categoría, son utilizados para modificar las conductas de los productores o consumidores frente a un bien, cuya producción o consumo genera externalidades negativas.

Un impuesto ambiental tiene la finalidad de internalizar las externalidades negativas mediante la incorporación del daño social marginal al precio de un bien. El monto del impuesto debería ser igual al daño que produciría un bien al producir o consumir una unidad adicional. De manera que un bien cuya producción genera contaminación considerable, incrementa su precio con el impuesto, lo que provoca una reducción de su demanda y, por lo tanto, la disminución de la contaminación asociada a su producción, lo que modifica las preferencias de los consumidores por bienes provenientes de procesos más limpios.

Un caso particular es el impuesto a las emisiones, o al contenido de carbono de un insumo, como lo son los combustibles. Una de las desventajas de este impuesto, es que no incorpora las eficiencias en soluciones postproducción, no incentiva, por ejemplo, el uso de filtros. En cambio, promueve la eficiencia en los procesos productivos, pues los productores tienen los estímulos para utilizar menos combustible, o sustituirlo por otro con un contenido menor de carbono.

Con un impuesto a las emisiones, el bien con mayor cantidad de carbono se vuelve relativamente más caro, con respecto al que contiene menor cantidad. Lo que influye en la decisión para migrar de bienes con alto contenido de carbono hacia aquellos con menor contenido.

## 2.4 Instrumentos económicos de comando y control

Los instrumentos económicos (IE) de comando y control son regulaciones directas que limitan las actividades, en cantidades o en calidades. La popularidad de estos esquemas radica en que facilitan la recaudación y son relativamente sencillos de diseñar. No obstante, la principal desventaja es que se basan en una idea de efectividad, la cual no necesariamente considera criterios de minimización de costos.

Ejemplos de dichos instrumentos son los estándares de desempeño, los cuales definen condiciones específicas que deben cumplir las emisiones de una empresa. En el sector eléctrico, los estándares podrían referirse al factor de emisión, es decir, establecer un límite a las emisiones por kilovatio-hora (kWh) de electricidad generada.

Otra de las ventajas de los instrumentos de comando y control es que no necesariamente prescriben cómo cumplir con los estándares, sino que pueden permitir la suficiente flexibilidad para decidir cómo hacerlo. En el sector eléctrico, ante un estándar de emisiones, se induce a la planta generadora a disminuir sus respectivos niveles, para lo cual puede elegir entre opciones de eficiencia energética en sus procesos, la utilización de combustibles menos contaminantes, o seleccionar entre opciones tecnológicas de aprovechamiento de fuentes renovables.

Sin embargo, la principal desventaja de estos instrumentos es que asumen información completa. En este sentido, el regulador se enfrenta a limitaciones en su diseño, pues no posee datos suficientes para diseñar de manera óptima el instrumento.

Desde un punto de vista económico, los estándares no capturan todos los beneficios asociados a la reducción de emisiones, lo cual sí ocurre cuando se les asigna un precio. El precio del bien refleja el costo por las acciones adicionales para cumplir con el estándar, pero no las emisiones remanentes, la reducción se basa únicamente en la disminución de la producción, en lugar de incentivar a llevar a cabo acciones, ya sea en la sustitución de insumos, o mediante prácticas postcombustión. (Goulder & Parry, 2008)

A este tipo de instrumentos pertenecen también las prescripciones de soluciones tecnológicas, tales como el uso de una tecnología específica para reducir las emisiones. Al igual que en los estándares, el principal problema que enfrentan estos instrumentos es que el regulador no tiene información completa para su diseño óptimo, de manera que las empresas enfrentarán diversos costos para alcanzar su objetivo. (Newell & Stavins, 2003)

## 2.5 Instrumentos económicos de mercado

La economía proporciona uno de los criterios más extendidos para seleccionar entre diversos instrumentos: la eficiencia económica, esto es, la maximización de los beneficios sociales sujetos a una restricción presupuestaria.

En este marco, la forma de alcanzar el máximo beneficio social es asignar un precio a las emisiones. Éste debe reflejar los costos sociales que genera enviar GyCEI a la atmósfera. La solución, desde la economía ambiental, es un impuesto cuyo nivel sea igual al costo marginal externo de las emisiones. Sin embargo, nuevamente se presentan problemas de información incompleta, fallas institucionales e interacciones con otros instrumentos fiscales. En el siguiente cuadro se resumen algunas de las características más importantes de este tipo de instrumentos.

**Tabla 1.** Comparación entre impuestos e instrumentos de mercado.

Impuestos	Instrumentos económicos
Costos y recaudación previsible	Mitigación previsible
Los resultados dependen de las circunstancias	Costos varían de acuerdo con las circunstancias
Costo de administración bajo	Costo de administración medio/alto
Diseño simple (monto del impuesto)	El diseño es complejo
Los costos se distribuyen de acuerdo con el consumo	Problemas de distribución por la asignación inicial de los derechos

Fuente: INECC, elaboración propia.

### 1.1.1. Mercado de emisiones

A diferencia de los impuestos, que permiten la corrección de las externalidades a través de la asignación de un precio al carbono, en los esquemas de intercambio el volumen de emisiones se determina exógenamente y el precio lo determina el mercado de manera endógena, con lo que se garantiza el cumplimiento teórico de la meta de mitigación.

En este esquema, el regulador establece el nivel máximo de emisiones permisibles (*cap*), y para cada tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente, emite un título que lo acredita. La distribución de éstos entre los generadores propicia que haya una demanda, pues cada uno de los participantes requiere títulos que justifiquen sus emisiones. De manera que los más contaminantes demandarán más de ellos, mientras que los menos contaminantes pueden vender los que le sobran. De esta forma se genera un mercado.

Desde un punto de vista teórico, ambos instrumentos deberían ser eficientes en un contexto de información completa, no obstante, esto no es así. La determinación del nivel óptimo del impuesto necesita que el regulador cuente con información que no está siempre disponible. En cambio, en los esquemas de *cap and trade*, los precios se determinan en el mercado, el cual, se asume, captura toda la información necesaria de los agentes involucrados.

La principal desventaja del sistema de mercado es la asignación inicial de los permisos entre los consumidores y productores, ya sea mediante subastas, concesión proporcional, o por el desempeño histórico, sin embargo, la literatura señala que, si los derechos de propiedad están bien definidos, se alcanzará igualmente la eficiencia económica<sup>5</sup>.

## 2.6 Los Certificados de Energía Limpia (CEL)

### 2.6.1 El precio de los CEL

En el marco normativo vigente, no existe una limitante regulatoria para el precio de los Certificados de Energía Limpia (CEL). En un mercado competitivo con múltiples agentes económicos, como el que fomenta la reforma energética, los demandantes y oferentes de certificados entran en competencia por pactar un nivel de precios óptimo. Si un oferente intenta vender a un precio mayor, los demandantes se irán con los agentes que oferten un CEL a un precio competitivo, lo que obliga a bajar los precios y desalienta prácticas de especulación y acaparamiento.

El precio acordado entre ambos agentes compensaría el costo marginal de generación de electricidad por fuentes limpias, a saber, el costo por generar una unidad adicional de energía eléctrica de este tipo; y los demandantes no estarán dispuestos a pagar más allá del costo real, esto es, el costo marginal; ni los oferentes estarán dispuestos a recibir menos que este costo, así se alcanza un equilibrio de precios en un mercado competitivo.

Los CEL son instrumentos de carácter mercantil que serán libremente negociados por personas que no sean participantes del mercado. Esto se debe a que los certificados se constituyen, internacionalmente, como una forma atractiva para que los participantes asignen un valor económico a los atributos ambientales, separados del valor de la energía eléctrica, que permite a los consumidores finales dirigir su consumo hacia productos con alto contenido *renovable*, lo que eleva la calidad de vida de la población.

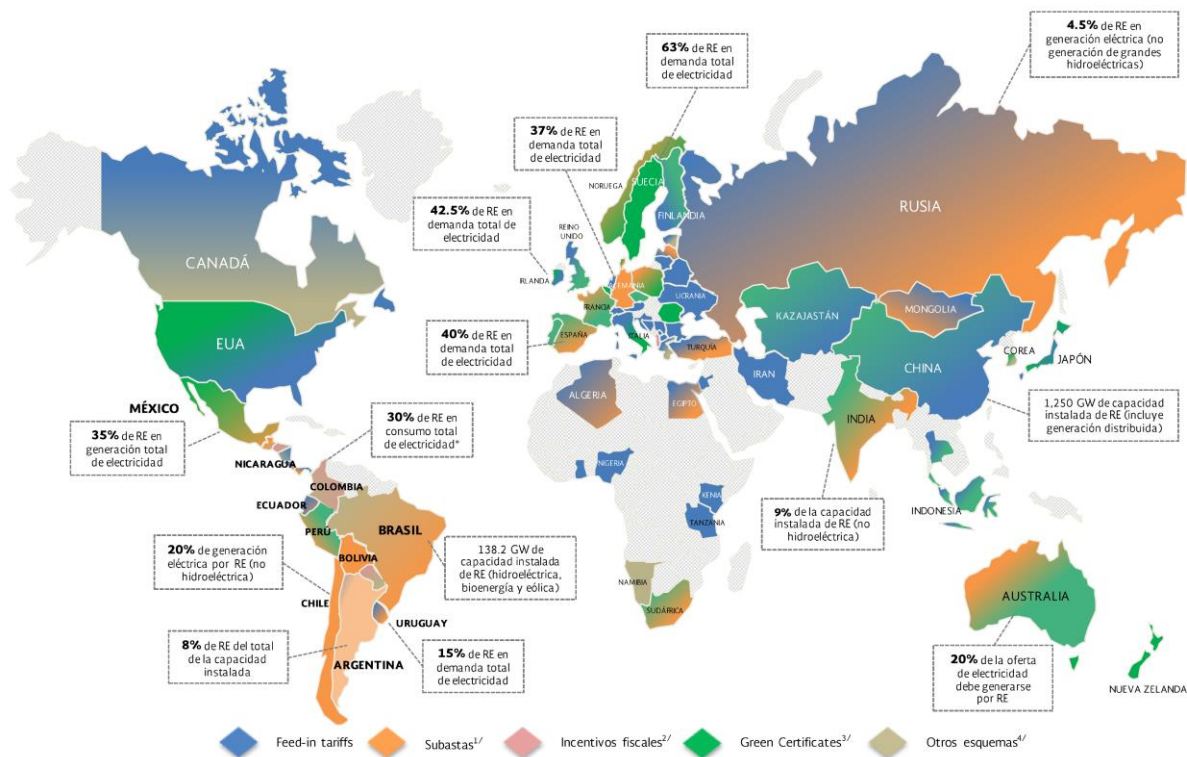
Además, los Certificados de Energías Limpias son considerados como uno de los mejores instrumentos para la promoción de fuentes limpias de energía a nivel internacional. Se han convertido en un mecanismo impulsor de generación de energía eléctrica limpia en diferentes partes del mundo, como en Europa, Asia y Estados Unidos. Por ejemplo, los gobiernos locales, estatales y federales de Estados Unidos, los utilizan para alcanzar las metas de generación con fuentes renovables, y otro tipo de metas de carácter ambiental o económico, como pueden ser: ofrecer una cobertura contra posibles aumentos del costo de la electricidad; servir como un elemento diferenciador de marca; generar lealtad de los clientes e inversores; y generar buena imagen pública al utilizar los atributos ambientales de los *Renewable Energy Certificates* (REC), equivalentes a los CEL de México.

---

<sup>5</sup> A esta idea comúnmente se le denomina teorema de Coase, el cual plantea que en un mercado en que los costos de transacción sean bajos o inexistentes, y que los derechos de propiedad estén bien definidos, no importa la distribución inicial de éstos, el mercado por sí mismo alcanzará la eficiencia económica.

En Estados Unidos, se han convertido en un pilar para los mercados de *energías limpias*, dada su flexibilidad y el hecho de que éstos, para su comercialización, no dependen de limitaciones físicas o geográficas, es decir, sin importar donde se generaron dichos certificados, podrán comercializarse en otras regiones o por distintos agentes, sean directamente obligados, entendidos como generadores, consumidores de electricidad o actores interesados en mejorar el medio ambiente a través de la compra de los mismos.<sup>6</sup>

**Figura 2.** Esquemas para fuentes limpias de energía en el mundo.



Fuente: tomado de SENER, 2017.

### 2.6.2 La sanción por incumplimiento

La sanción por incumplimiento en la adquisición de un CEL, no tiene un nivel máximo limitado por el precio de los mismos, pues si fuera así, se generaría el incentivo perverso de evitar el cumplimiento a través del pago de la multa. El monto de la multa se debería fijar a un valor lo suficientemente alto para impedir esta conducta estratégica por parte del obligado. (Segerson & Tietenberg, 1992)

<sup>6</sup> En economía esto se conoce como un *commodity*: un producto que se comercia sin diferenciación cualitativa en operaciones de compra y venta dentro de un mercado.



Teóricamente, la idea de una sanción económica es prevenir decisiones estratégicas de los actores obligados cuyos intereses están amenazados. Las sanciones no reflejan la magnitud del daño económico, ni representan tampoco una opción para sortear la obligación no cumplida.

En el mercado de CEL de nuestro país, la idea de la sanción es desincentivar el incumplimiento; de ninguna manera refleja el costo social por utilizar combustibles fósiles y, por lo tanto, de la contaminación. El precio de los certificados, acordado entre los demandantes y oferentes, compensaría el costo marginal de generación de electricidad por fuentes renovables, es decir, el costo por generar una unidad adicional de energía eléctrica, el cual es mayor a la sanción definida en la legislación. Es por ello que el sistema de CEL está diseñado de tal manera, que el monto de la sanción se encuentre por debajo de este costo, de modo que, bajo ninguna circunstancia, el pago de la sanción cancele la obligación. Por lo que éste es el único mecanismo eficiente que asegura el cumplimiento de la obligación.

Así, la sanción representa un mecanismo para desincentivar prácticas negativas que impiden cumplir una obligación económica, así el agente obligado tiene el estímulo de cumplir.

### 2.6.3 Los CEL como incentivo

Para entender a los CEL como incentivo se considera la interacción de los agentes, tanto compradores como vendedores de certificados, que se da en un contexto de información asimétrica. Ninguno conoce el valor exacto del título, y por ello se da la negociación, para que ambas partes maximicen sus beneficios. En este contexto, habrá vendedores que los oferten a un precio más alto que el socialmente óptimo. A pesar de ello, este precio no puede ser *ad infinitum*, sino que tiene un límite.

El *límite de precio máximo de oferta* se conforma de al menos dos elementos: a) el precio promedio de los CEL negociados en el mercado; y b) la sanción. El ofertante no podrá ofrecer un precio más alto que la suma de estos dos elementos, porque de otra forma el mismo mercado hará que el comprador busque otro ofertante (puesto que se trata de un mercado competitivo con múltiples oferentes), o bien, decida cumplir con la obligación y, además, pagar la multa. Esto obligaría a los oferentes a bajar el precio, por debajo o igual al *límite de precio máximo de oferta*. De esta manera desaparecen los incentivos para especular o acaparar CEL.

Además, existe la facultad, de los participantes obligados, de diferir del 25 al 50 por ciento<sup>7</sup> de las obligaciones, lo que permite acotar aún más ese precio, ya que el obligado tiene la opción de posponer su obligación (trasladar CEL excedentes o faltantes entre períodos), si el ofertante se excede del *límite de precio máximo de oferta*, lo cual genera un mecanismo intrínseco de control de precios.

Este mismo mecanismo de auto-regulación del mercado funciona entre períodos, si en un período no hay oferta suficiente de CEL, el precio promedio de intercambio será alto. Un precio alto

---

<sup>7</sup> El diferir hasta el 25 por ciento se señala en el lineamiento 25 de los Lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de certificados de energías limpias y los requisitos para su adquisición y el 50 por ciento en el Transitorio vigésimo segundo de la Ley de Transición Energética. (LTE, 2015)

incentiva aún más a los productores de energía proveniente de fuentes limpias a incrementar su producción. Por lo que, en los períodos subsecuentes, la oferta se incrementará hasta el equilibrio. Lo mismo sucede en el caso de la sobreoferta que ocasiona un precio menor, lo cual desincentiva su producción, para alcanzar el equilibrio posteriormente. El equilibrio es óptimo desde un punto de vista social, en donde tanto demandantes como oferentes están de acuerdo al maximizar su bienestar, y con ello el social.

## 3 Instrumentos económicos en México

### 3.1 Marco regulatorio

En el marco jurídico mexicano, los instrumentos económicos -en una concepción amplia- aparecen en la legislación relacionada con el medio ambiente. En la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), se establece en el artículo 21 que:

La Federación, los Estados y el Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental

Además, distingue entre diferentes instrumentos, para lo cual señala en su artículo 22 que:

Se consideran instrumentos económicos los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente.

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) es el marco jurídico fundamental que enmarca la política de cambio climático nacional, y considera a los instrumentos de política pública como un medio para alcanzar sus objetivos. La LGCC contempla instrumentos institucionales, financieros y de planeación, y prevé el establecimiento y aplicación de ellos en materia de cambio climático, con el fin de alcanzar las metas de mitigación señaladas en la propia ley.

El artículo 92 de la LGCC señala que los instrumentos económicos son:

(...) los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos relacionados con la mitigación y adaptación del cambio climático, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el cumplimiento de los objetivos de la política nacional en la materia.

De ellos, la LGCC, destaca la relevancia de contar con un sistema voluntario de comercio de emisiones “con el objetivo de promover reducciones que puedan llevarse a cabo al menor costo posible, de forma medible, reportable y verificable”<sup>8</sup>.

Además, señala explícitamente la posibilidad de vincularlo con mercados de emisiones de otros países y conformar así un sistema global, lo cual permitiría una mayor integración del esfuerzo mexicano en el contexto global<sup>9</sup>, que permita fomentar su eficiencia y efectividad (OECD, 2016). En

<sup>8</sup> El artículo 94 de la LGCC señala como responsables a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la participación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático y el Consejo de Cambio Climático.

<sup>9</sup> Al momento participan 35 países, 15 provincias/estados y 7 ciudades. El sistema global de intercambio de emisiones cubre los sectores de industria, generación eléctrica, edificaciones, transporte, residuos, aviación y bosques y opera en economías que en conjunto generan cerca de la mitad del PIB mundial y cubren cerca del 15 por ciento de las emisiones globales. Los ingresos generados por las subastas de los permisos se estiman en 30 mil millones de dólares. (ICAP, 2017) En cuanto a la integración de mercados, el 22 de septiembre de 2017 se firmó un acuerdo de integración de los mercados de emisiones que extiende el mercado existente entre California y Quebec para incluir el mercado de Ontario a partir del primero de enero de 2018.

este sentido, México se suma a la tendencia internacional de contar con un sistema de comercio de emisiones que apoyen el cumplimiento de las metas comprometidas en el acuerdo de París<sup>10</sup>.

En los documentos referidos, puede observarse que el principal objetivo de los instrumentos económicos es incorporar los costos sociales ocasionados por actividades económicas. La tarea es, entonces, el diseño de instrumentos de este tipo que sean costo-eficientes, que permitan alcanzar el objetivo de reducción de emisiones planteado, de manera económicamente óptima.

Un caso particular de instrumentos económicos son los Certificados de Energía Limpia (CEL), los cuales son diseñados, para el sector de generación de energía eléctrica. En el Artículo 3, inciso VIII, de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), se señala que los CEL son un:

Título emitido por la [Comisión Reguladora de Energía] que acredita la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de Energías Limpias y que sirve para cumplir los requisitos asociados al consumo de los Centros de Carga.

La misma LIE establece los requisitos para la adquisición, otorgamiento y funcionamiento de estos instrumentos. En las siguientes secciones se abordarán éste y otros instrumentos económicos utilizados en el país, para diversas dimensiones del cuidado al medio ambiente.

Por otra parte, la LIE señala a los CEL como un instrumento para acreditar la producción de energía eléctrica a partir de fuentes limpias de energía. Este instrumento se enfoca en el lado de la oferta del mercado, al proporcionar un incentivo a quienes generan electricidad a partir de dichas fuentes.

La LIE señala en su artículo 3, inciso XXI, que las Energías Limpias son aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan.

Se consideran Energías Limpias al viento, la radiación solar, la energía oceánica, el calor de los yacimientos geotérmicos, los bioenergéticos, la energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y del hidrógeno, la energía proveniente de centrales hidroeléctricas, energía nucleoelectrica, energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos, la energía generada por centrales de cogeneración eficiente, la energía generada por ingenios azucareros que cumplan con los criterios de eficiencia, energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o biosecuestro de bióxido de carbono; las tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono y otras tecnologías que determinen la SENER y la SEMARNAT, con base en parámetros y normas de eficiencia (DOF, Ley de la Industria Eléctrica, 2014).

---

<sup>10</sup> México, así como países de todo el mundo adoptaron un acuerdo climático internacional histórico en la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en París en diciembre de 2015. En él, los países delinearón las acciones climáticas que prevén adoptar, conocidas como las contribuciones nacionales determinadas (CND).

## 3.2 Instrumentos económicos aplicados a los recursos hídricos

En el caso del agua, los esfuerzos se han concentrado en que los precios den cuenta de la escasez del recurso, sin embargo, uno de los aspectos más complejos es la diferenciación de los cobros por actividad, pues el agua extraída para la agricultura no se cobra, lo cual ocasiona que no existan los incentivos para cuidarla. Por otra parte, en cuanto al consumo urbano, se tiene también el incentivo perverso de sobre-consumirla al ser subsidiada; no obstante, también debería integrarse la discusión de la distribución y la progresividad de este subsidio.

Como recurso renovable, aunque limitado, los esfuerzos también se han dirigido al mantenimiento de su fuente de suministro. Para este efecto, existen esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), esto es, una forma de desincentivar la actividad (como la deforestación para ampliar la frontera agrícola) a través del pago por evitarla, lo que se traduce en el suministro de un servicio ambiental, es decir, la captura del agua de lluvia por los bosques y la consecuente recarga de los mantos acuíferos (OCDE, 2013).

El programa de PSA inició en México en 2003 bajo el esquema de servicios ambientales hidrológicos, con el objetivo de asegurar la disponibilidad de agua mediante la suficiente recarga de los mantos acuíferos y la reducción de la deforestación. Bajo este arreglo, los ejidos, comunidades y dueños de bosques y selvas reciben de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) una compensación económica por conservar sus terrenos y mantener los servicios ambientales en ellos. De 2003 a 2011 se asignaron 6,012 millones de pesos bajo el programa de PSA, que en total contabilizaron 5,085 proyectos de conservación y una superficie de 3.1 millones de hectáreas (CONAFOR, 2011).

Además del PSA, México utiliza otros instrumentos en la gestión del agua, basta mencionar esquemas de cobros por extracción y contaminación, mercados de agua y programas de recompra (OCDE, 2013).

## 3.3 Instrumentos económicos aplicados a la biodiversidad

El sistema de PSA no sólo es aplicable al caso del agua, al igual que en el tema de servicios hidrológicos, el objetivo es generar los incentivos suficientes que eviten que los propietarios de bosques o ecosistemas biodiversos los utilicen, por ejemplo, para actividades agropecuarias, madereras o cultivos homogéneos.

Otra variante de estos proyectos se orienta a la protección de áreas forestales, y de la biodiversidad respectiva, con un alto grado de deforestación. El pago por mantener esas zonas boscosas debería ser suficiente para igualar o exceder los beneficios por aprovechar sus recursos o cambiar el uso de suelo (OECD, 2010).

También existen esquemas de pago por servicios ambientales a través de tarifas, cobradas por llevar a cabo actividades recreativas dentro de la zona de protección; bajo este arreglo se

generan recursos e incentivos adicionales por cuidar el bosque y mantener la actividad, revelar el valor paisajístico que poseen los ecosistemas biodiversos, lo cual representa una oportunidad para atraer visitantes a estas regiones y obtener recursos monetarios por su visita. Un diseño adecuado, que no altere los ecosistemas, en conjunto con una estimación adecuada de la disponibilidad a pagar (DAP) por visitar estos lugares, y la utilización de los recursos generados para la conservación de la región, asegura la continuidad en el largo plazo de este proyecto.

**Tabla 2.** Ejemplos de instrumentos basados y no basados en el mercado.

Clasificación	Ejemplos
<b>Mecanismos basados en el mercado</b>	Mercados de secuestro de carbono Mercado de servicios hidrológicos <i>Offsets</i> y mitigación Valor recreativo
<b>No basados en el mercado</b>	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) Swaps (deuda por naturaleza) Fideicomisos para la conservación y fondos ambientales Impuestos Compensación a comunidades por el costo de oportunidad y daños

Fuente: Kodzo-Ekpe, 2012.

### 3.4 Instrumentos económicos aplicados a residuos

Existen esquemas para desincentivar la generación y mejorar la disposición de residuos que aún contienen valor económico, o son peligrosos para el medio ambiente. El sistema más extendido es el depósito-reembolso para bienes como las botellas de PET, aluminio, baterías, aceites y llantas, se cobra un monto adicional al adquirir un bien, y cuando se desecha en los centros autorizados, el monto adicional pagado inicialmente le es devuelto al comprador.

En general, los instrumentos económicos pueden clasificarse en cargos a usuarios por el servicio de recolección (volumen, peso o tipo), o mediante un cobro fijo periódico. También hay instrumentos de tipo fiscal, como lo son impuestos y subsidios para corregir externalidades negativas a productos o insumos, que generan contaminación al disponerlos en sitios controlados. También existen instrumentos que crean o facilitan mercados con la participación del sector privado: contratos de servicio o concesiones por el uso de sitios de disposición, sistemas de depósito y reembolso, así como estímulos a las actividades de reciclaje.

La importancia de estos arreglos es incentivar comportamientos catalogados como de 3rs (tres erres), reducir, reciclar y reusar. En el mundo existen múltiples ejemplos exitosos de este tipo de instrumentos, tal es el caso de las llamadas etiquetas verdes en Alemania, en donde el *Grüne Punkt* provee información a los consumidores acerca del valor que aún tienen los residuos.

## 4 Instrumentos económicos y precio del carbono

### 4.1 Asignación de un precio al carbono

La transición hacia una economía de bajo carbono requiere que las decisiones de consumo y producción de energía tomen en cuenta los costos sociales de su generación y uso. El caso de la industria eléctrica es de singular importancia en este sentido.

La asignación de un precio al carbono permite incorporar las externalidades negativas al precio de la energía, es decir, los costos externos ocasionados por la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Al integrar el costo social por contaminar a los costos totales asociados a la generación de electricidad, su producción a partir de combustibles fósiles se vuelve relativamente más costosa que la proveniente de fuentes renovables de energía, lo que modifica los precios relativos.

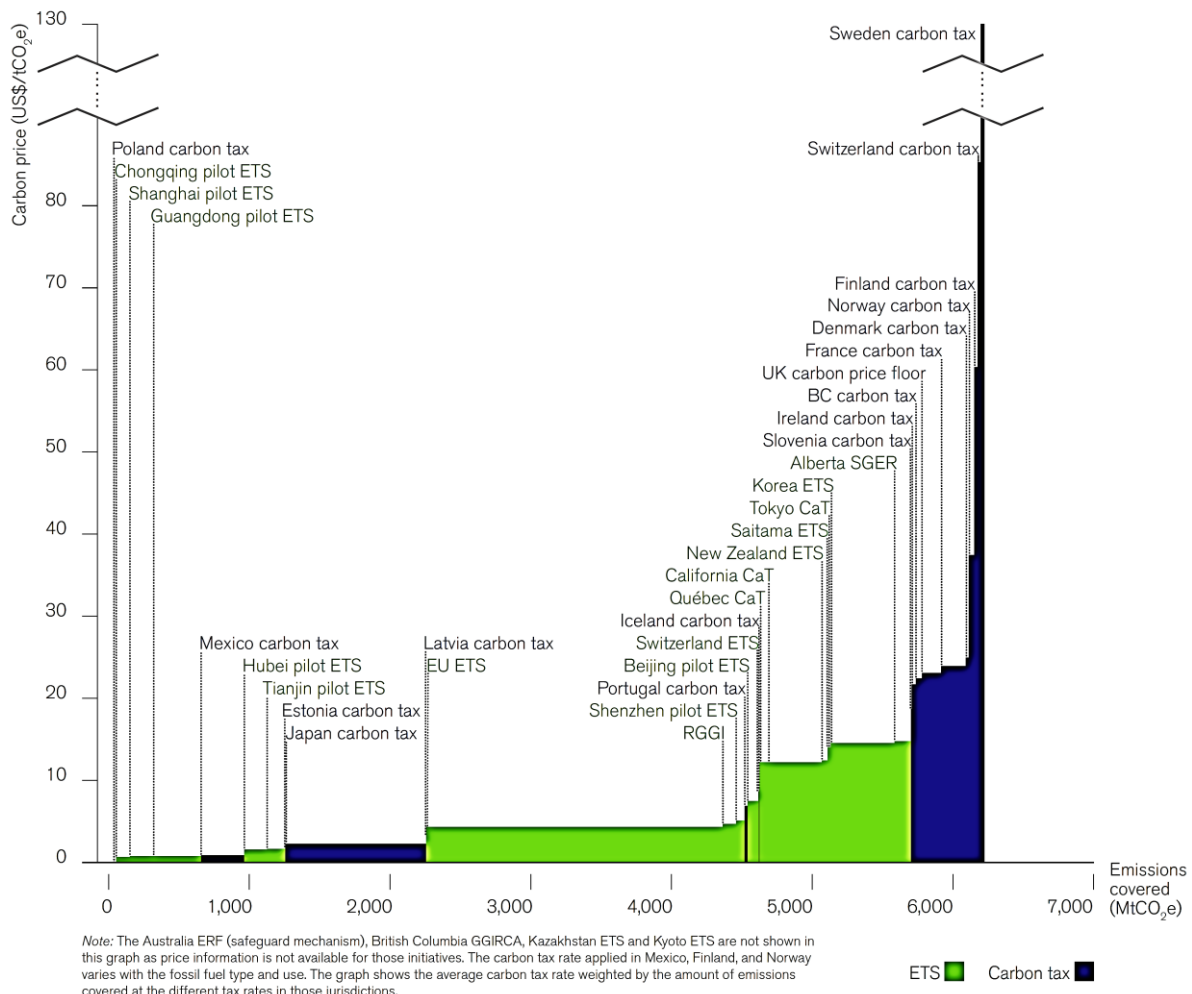
Mediante políticas públicas adecuadas, el precio al carbono consigue redistribuir la carga económica por contaminar hacia los responsables de la emisión de CO<sub>2</sub><sup>11</sup>, pues a través del uso de instrumentos económicos, es posible asociar las emisiones a la fuente de generación, lo que además permite su identificación, supervisión y regulación (Stavins, 2003).

Así, en lugar de determinar quién y cómo reduce las emisiones, la fijación de un precio al carbono desincentiva las actividades más contaminantes, o incentiva la búsqueda de procesos menos sucios, sin necesidad de un esquema de control directo a los emisores. De esta manera, la gama de instrumentos que pueden ser utilizados, genera una mayor flexibilidad al decidir cómo disminuir las emisiones asociadas a la producción de energía.

---

<sup>11</sup> Lo que comúnmente se conoce como el principio del que contamina paga.

**Figura 3.** Precio del carbono y emisiones cubiertas de esquemas en el mundo.

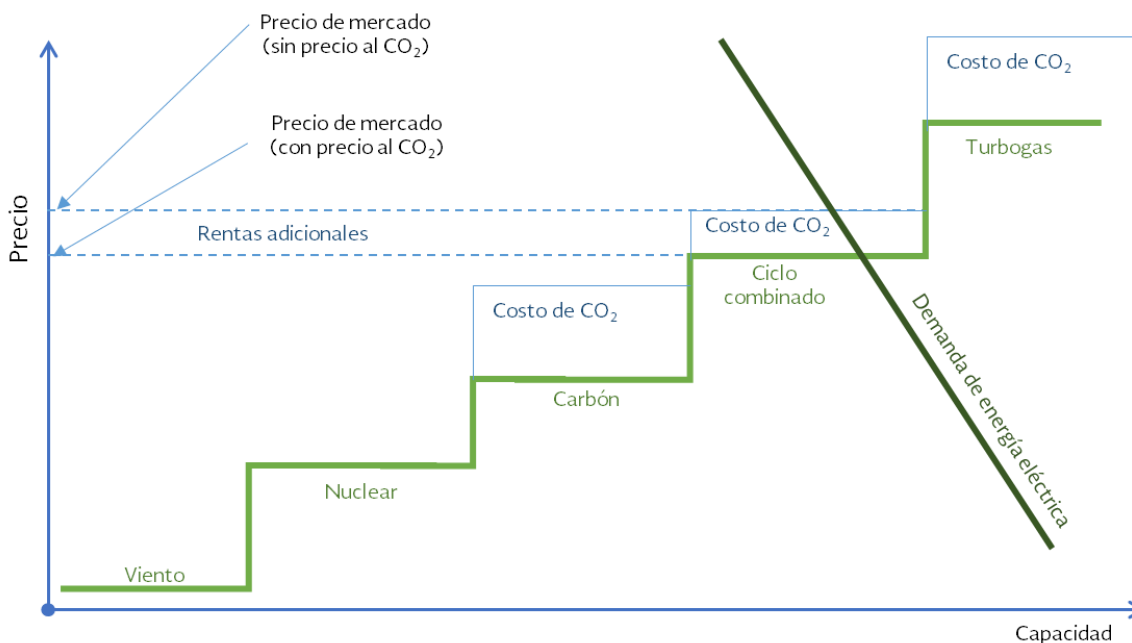


Fuente: World Bank, Ecofys & Vivid Economics, 2016.

Por último, es importante resaltar el efecto de contabilizar al carbono en el precio final de la electricidad. En la Figura 4 se representa este efecto en el mercado. El resultado inmediato es el incremento en el precio final de la energía proveniente de combustibles con alto contenido de carbono, debido a que el costo es transferido al usuario final. No obstante, esta situación se revertirá en el mediano y largo plazo, debido a que muy probablemente el orden de mérito cambiará y las inversiones se redirigirán a fuentes renovables de energía (ver sección 8.3).



**Figura 4.** Precio del carbono y precio de la energía.



Fuente: adaptado de Hood, 2011.

En síntesis, la utilización de instrumentos económicos permite que la reducción de emisiones se alcance de manera menos rígida y al menor costo, a la vez que estimula el uso de tecnologías *limpias*, la sustitución de combustibles fósiles por fuentes más limpias de energía y el desarrollo económico guiado por criterios de bajo carbono y, por tanto, cada vez más desacoplado de las emisiones contaminantes.

#### 4.1.1 Rutas costo-eficientes

En relación con el combate al cambio climático, uno de los mayores retos a nivel global es la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el uso de la energía<sup>12</sup>. Para lograrlo, es crucial diseñar las estrategias de mitigación que alcancen este objetivo al menor costo posible.

La instrumentación de dichas estrategias requiere, en primer lugar, de la identificación de los potenciales de reducción por medio de políticas específicas<sup>13</sup>, que incidan, por ejemplo, en la eficiencia energética o en el uso de fuentes renovables de energía.

Una vez identificados los potenciales de mitigación, se deben estimar los costos asociados a la instrumentación de las políticas que permitan alcanzarlos; no obstante, lo que ocurre de forma

<sup>12</sup> Se estima que a nivel global las emisiones relacionadas con el uso de la energía pasarán de 32.3 mil millones toneladas de CO<sub>2</sub> en 2012 a 35.6 mil millones en 2020, y 43.2 mil millones en 2040. (EIA, 2016).

<sup>13</sup> Se han publicado diversos documentos sobre este aspecto, entre los que se encuentran INECC (2012), Galindo (2009) y Banco Mundial (2009).

convencional es su estimación de manera fraccionada, sin un enfoque integral que considere los impactos en toda la economía<sup>14</sup>.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) ha realizado importantes esfuerzos en la identificación de rutas costo-efectivas, mediante análisis y modelación del sistema económico y energético en su conjunto. En estos estudios, se analizan las posibles opciones para alcanzar las metas comprometidas al menor costo y su efecto en toda la economía<sup>15</sup>.

El diseño de rutas costo-efectivas requiere la utilización de instrumentos económicos que modifiquen los precios relativos de la energía y, por lo tanto, de los bienes y servicios relacionados con su consumo y producción, con el fin de cambiar patrones de demanda de insumos y propiciar procesos compatibles con un desarrollo bajo en carbono, lo que permitirá alcanzar la reducción de las emisiones al menor costo posible (OECD, 2016). Entre estos instrumentos se encuentran el impuesto al carbono, el mercado de carbono y los certificados de energía limpia, además de políticas fiscales de eliminación de subsidios a la energía (IEA, 2017).

En síntesis, los instrumentos económicos inciden en los costos y beneficios de distintas alternativas que enfrentan los agentes ante condiciones determinadas. Influyen en la rentabilidad de procesos, tecnologías alternativas y precios relativos; lo cual modifica las decisiones de productores y consumidores en cuanto a las alternativas posibles de generación y uso de energía.

#### 4.1.2 Política pública

Los instrumentos económicos pueden clasificarse en dos grandes grupos, en función de su incidencia en el precio o en la cantidad de las emisiones. En el primero, la internalización puede hacerse a través de la asignación exógena de un precio. Este es el caso de un impuesto a las emisiones, dicho de otra manera, gravar el contenido de carbono de un insumo, como lo son los combustibles.

Su diseño es relativamente sencillo al requerir tan sólo la estimación de su monto. Una de las desventajas de este esquema es que un impuesto al contenido de carbono de combustibles no incorpora las eficiencias en soluciones postproducción, en otras palabras, no incentiva tecnologías, como los filtros a la salida de la chimenea (Hood, 2011).

A diferencia de los impuestos, en donde la regulación de las externalidades se hace a través de la asignación exógena de un precio; en los esquemas de intercambio voluntario el volumen de emisiones se determina exógenamente, mientras que el precio se determina de forma endógena.

En este esquema, el regulador establece el nivel máximo de emisiones, y para cada unidad de contaminante se genera un título que la acredita, dicho de otra manera, un permiso por emitir una tonelada de CO<sub>2</sub>. La distribución de éstos entre los generadores hace que haya una demanda de

<sup>14</sup> Por ejemplo, el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 señala 23 líneas de acción con el objetivo de reducir las emisiones y transitar a un desarrollo bajo en emisiones. Si bien es un ejercicio necesario para dirigir las acciones de la Administración Pública Federal, en las metodologías no se identifica un ejercicio de modelación o integración para alcanzar las metas al menor costo posible. Esto es importante en un contexto de presupuestos limitados, en donde es necesario utilizarlos eficientemente para alcanzar las metas de mitigación, además de impulsar un desarrollo bajo en emisiones.

<sup>15</sup> De entre diversos análisis pueden mencionarse INECC (2017), Gastelum, y otros (2015), INECC (2015) e INE (2010).

ellos, pues para que cada uno de los participantes pueda emitir CO<sub>2</sub> a la atmósfera, requiere un título equivalente a la cantidad de éste. De manera que los más contaminantes requerirán más de ellos, mientras que los menos contaminantes pueden vender los que le sobran al haber contaminado menos de lo permitido. De esta forma se genera un mercado<sup>16</sup>.

#### 4.1.3 Precio eficiente del carbono

El potencial de reducción de emisiones, al utilizar instrumentos económicos que establezcan un precio al carbono, puede alcanzarse únicamente a través de un correcto diseño de tales instrumentos, además de su interacción con otras políticas. De lo contrario, alcanzar las metas de reducción podría implicar un costo mayor al óptimo. De acuerdo con Parry *et al.* (2014), los instrumentos económicos deberían ser:

- Efectivos: sacar provecho a las oportunidades de reducción del daño ambiental y a la movilización de la inversión privada en tecnologías limpias
- Costo-efectivos: alcanzar los objetivos ambientales al más bajo costo para la economía
- Alcanzar el balance correcto entre los beneficios y los costos de mejora ambiental para la economía, por medio de la maximización de los beneficios netos.

El uso de instrumentos económicos no asegura alcanzar las metas de mitigación. Su instrumentación requiere de un análisis de los objetivos planteados por la política pública, su costo-efectividad, sus impactos distributivos y la incertidumbre en su funcionamiento<sup>17</sup>. Todo ello implica un balance entre los objetivos planteados por su uso y sus impactos negativos. Por ejemplo, en cuanto a impactos distributivos, la combinación de instrumentos económicos con otras políticas complementarias no necesariamente da como resultado una mayor carga para la economía en su conjunto (Gastelum, y otros, 2015).

---

<sup>16</sup> Desde un punto de vista teórico, ambos instrumentos deberían ser eficientes en un contexto de información completa. Sin embargo, esto no es así. La principal barrera para instrumentar un impuesto al carbono es la determinación del nivel óptimo del impuesto, pues requiere que el regulador cuente con información privada, la cual no siempre es accesible. En cambio, en los mercados de emisiones, los precios se determinan en el mercado eliminando, en parte, los requerimientos intensivos de información. Sin embargo, los costos de instrumentación son elevados y requiere de un diseño cuidadoso para asegurar su éxito.

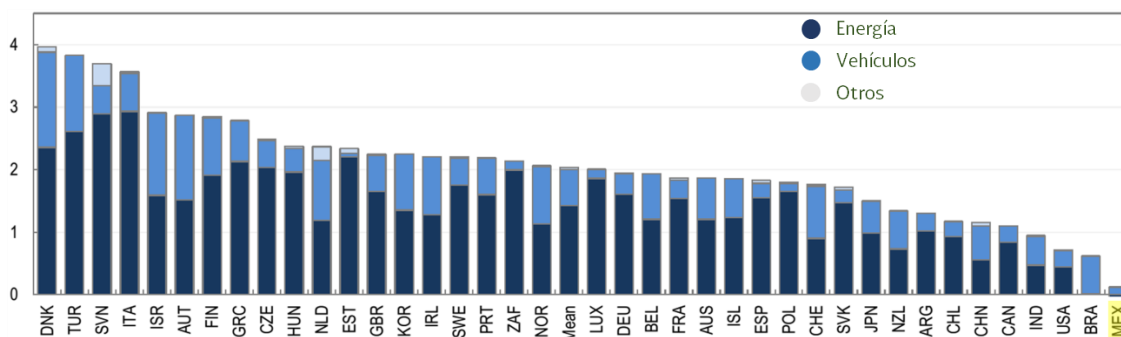
<sup>17</sup> Goulder & Parry (2008) sostienen que múltiples instrumentos -o instrumentos híbridos- pueden utilizarse para asegurar la factibilidad política y el impacto distributivo. Sin embargo, lo anterior a costa de su costo efectividad.

## 5 Instrumentos económicos en materia de energía y cambio climático en México

### 5.1 Impuesto a los combustibles fósiles

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), México tiene los menores ingresos por concepto de impuestos ambientales<sup>18</sup>, con apenas 0.06 por ciento como porcentaje del PIB en 2014. En México, el Impuesto a los Combustibles Fósiles (ICF) se determinó como un monto fijo proporcional a las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por la quema de un combustible de este tipo<sup>19</sup>. El impuesto no se fijó con base en el contenido total de carbono, sino en sus emisiones adicionales relativas a las emisiones del gas natural.

**Figura 5.** Ingresos por impuestos ambientales como porcentaje del PIB a nivel mundial en 2014



Fuente: OECD, 2016.

El Impuesto a los Combustibles Fósiles (ICF), formó parte de la iniciativa de Reforma Fiscal enviada al Congreso en 2013, y fue incluido, finalmente, en la Ley de Ingresos de la Federación (LIF) para el Ejercicio Fiscal de 2014.

El monto se determinó entre 10 y 50 pesos por tonelada de CO<sub>2</sub>, es decir, entre 1 y 4 dólares (USD) al tipo de cambio de 2014<sup>20</sup>, en función del combustible, y con un límite de 3 por ciento en el precio de venta del mismo. De acuerdo con la LIF de 2014, el gobierno federal recaudaría 14,641.7 millones de pesos en ese año, lo cual representaría un 0.33 por ciento de los ingresos totales. Para 2015, el ingreso estimado fue de 9,871.8 millones de pesos (0.21 por ciento del total de ingresos).

<sup>18</sup> Datos obtenidos del portal de la OCDE para el concepto de *Environmentally related tax revenue*: [http://stats.oecd.org/index.aspx?dataSetCode=GREEN\\_GROWTH](http://stats.oecd.org/index.aspx?dataSetCode=GREEN_GROWTH) consultado el 5 de septiembre de 2017.

<sup>19</sup> Es decir, cuando es utilizado como combustible, y no cuando es utilizado como un insumo para la transformación.

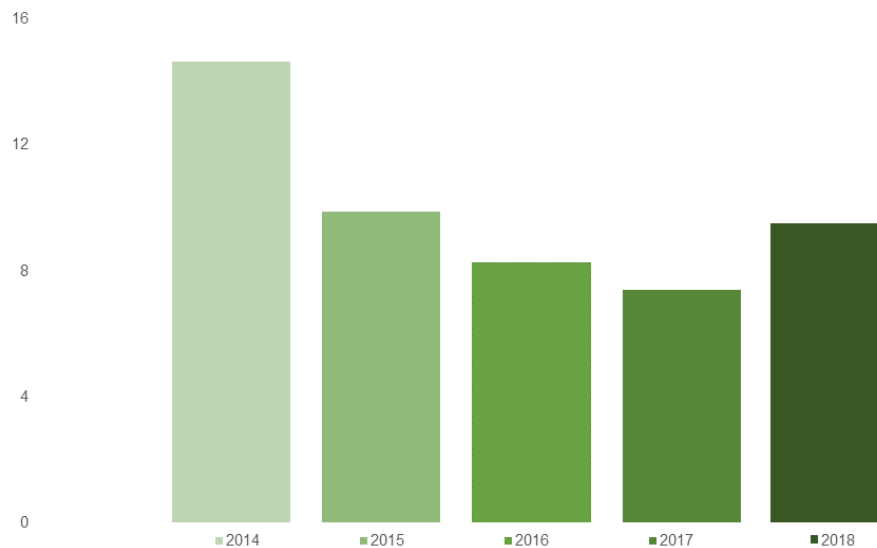
<sup>20</sup> En el inicio su precio promedio quedó a la mitad del observado en los mercados de emisiones de Europa y California

Hasta el momento, la ley no señala que estos recursos sean etiquetados para utilizarse con propósitos ambientales (Gastelum, y otros, 2015).

A pesar de que se trata de una cantidad considerable, tan sólo la LIF, para el Ejercicio Fiscal de 2017 (DOF, 2016), estima que se recaudarán 7,405 millones de pesos por el concepto de impuesto a los combustibles fósiles. Por su parte la iniciativa de LIF para el ejercicio fiscal 2018 contempla una recaudación de 8,762.7 millones de pesos por este concepto<sup>21</sup>, lo cual rompe con la tendencia a la baja que había presentado desde su aprobación.

A pesar de ello, esta cantidad resulta ser muy pequeña en comparación con los países de la OCDE, como se mencionó anteriormente.

**Figura 6.** Ingreso estimado por concepto de impuesto a los combustibles fósiles (miles de millones de pesos).



Fuente: INECC, elaboración propia con datos de la LIF de 2014 a 2018.

El ICF se estableció como un monto fijo proporcional a las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por la quema de un combustible fósil, es decir, sólo aplica cuando el bien es utilizado como combustible, y no cuando es utilizado como un insumo para la transformación. El impuesto cubre cerca del 40% de las emisiones nacionales (Nieto, 2015).

En general la introducción del ICF fue bien recibida por el Congreso y la sociedad civil, sin embargo, se percibió más como un impuesto recaudatorio, pues fue parte de un paquete de medidas que reconocían la necesidad de aumentar los recursos financieros del Estado, y no como un impuesto cuyo objetivo fuese incentivar el uso de combustibles menos contaminantes (Nieto, 2015).

<sup>21</sup> Consultado 11 31 de octubre de 2017 en [www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/PPEF2018/paquete/ingresos/LIF\\_2018.pdf](http://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/PPEF2018/paquete/ingresos/LIF_2018.pdf)

Además, el Legislativo modificó montos como proporción del precio para limitar su impacto, que lo dejó muy por debajo de los valores observados a nivel mundial. Por ejemplo, su precio promedio quedó, en aquel momento, cercano a la mitad del observado en los mercados de emisiones en Europa y California.

**Tabla 3.** Precio del carbono y emisiones cubiertas de esquemas en el mundo.

	Emisiones de CO <sub>2</sub> por sector (tCO <sub>2</sub> )	Precio promedio (EUR/tCO <sub>2</sub> )	Proporción de emisiones con un precio asignado	Emisiones sin un precio asignado por un precio o mercado de emisiones
Agricultura y pesca	9,417	0	0%	100%
Electricidad	119,034	6.5	1%	99%
Industria	147,765	6.5	4%	96%
Transporte no carretero	4,296	6.5	95%	5%
Residencial y comercial	52,483	6.5	1%	99%
Transporte	150,420	8.2	99%	1%
<b>Total</b>	<b>483,415</b>	<b>2.7</b>	<b>33%</b>	<b>67%</b>

Fuente: OECD, 2016.

El hecho de que el gas natural quedara exento al considerarlo combustible de referencia, por generar menor contaminación local y CO<sub>2</sub> por unidad de energía, generó resistencia. En varios sentidos, la exención se considera como un subsidio al gas natural, lo que deberá modificarse si se busca alcanzar una transición energética sustentable, ya que una gran oferta de este combustible puede retrasar la inversión en fuentes renovables, o incluso detenerla, lo que generaría mayores presiones en el suministro en un contexto de demanda creciente.

La LIF, para el Ejercicio Fiscal de 2017 (DOF, Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 2017, 2016) estima que se recaudarán 7,405 millones de pesos por concepto de impuesto a los combustibles fósiles. De hecho, algunos datos sobre la recaudación durante los primeros 7 meses del mismo año, apuntan a que la estimación ya ha sido rebasada<sup>22</sup>, lo cual parece plausible debido a las políticas de precios de la gasolina instrumentados en este año, como parte de la reforma energética. En la Figura 7 se observa la recaudación mensual de enero de 2014 a septiembre de 2017, la cual ha mostrado un comportamiento irregular desde mediados de 2016.

<sup>22</sup> El periódico El Economista, en su edición del 30 de agosto de 2017, menciona que, con datos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público se habían recaudado 7,871 millones de pesos, lo que ha representado un aumento de 113.8 por ciento con respecto al mismo período de 2016. Además se menciona que este impuesto representa tan sólo el 3.5 por ciento del total de IEPS recaudado.

**Tabla 4.** Monto y recaudación por el ICF de 2014 a 2018.

Combustible	Monto					Recaudado <sup>23</sup> (millones de pesos)
	2014	2015	2016	2017	2018	2014+2015
Gasolinas (por litro)	10.40	10.8	11.05	11.41	n.d.	7,769
Diesel (por litro)	12.60	13.1	13.40	13.84	n.d.	4,690
Gas natural (por m <sup>3</sup> )	0.00	0.00	0.00	0.00	n.d.	0
Gas LP (por litro)	5.90-7.70	6.10-8.10	6.29-8.15	6.50-8.42	n.d.	1,622
Turbosina (por litro)	12.40	12.90	13.20	13.64	n.d.	0
Combustóleo (por litro)	13.50	14.00	14.31	14.78	n.d.	1,507
Coque de petróleo (por kg)	15.60	16.20	16.50	17.15	n.d.	201
Carbón mineral (por Kg)	23.90	28.70	29.31	30.28	n.d.	576
Ingresos estimados (millones de pesos)	14,642	9,872	8,278	7,405	8,763 <sup>24</sup>	
Recaudación	9,670	7,648	445	8,838 <sup>25</sup>	Total:	<b>17,173</b>

Fuente: Ley de Ingresos de la Federación 2014 a 2018.

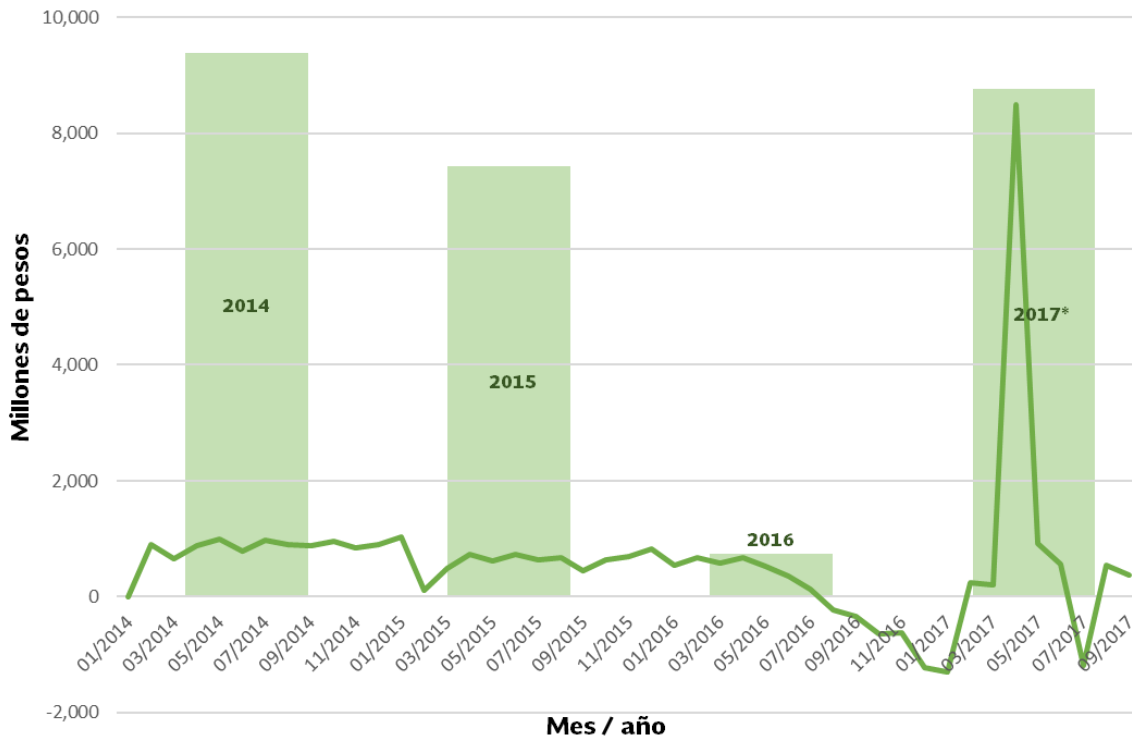
Al igual que otros impuestos, su administración es relativamente sencilla, pues existen controles para que sea pagado al momento de importación o producción, a través del Sistema de Administración Tributaria (SAT). En general, su puesta en marcha no ha generado grandes resistencias y ha recibido apoyo gubernamental, lo cual puede explicarse por su compatibilidad con la Reforma Energética, en especial en un contexto de liberalización de importaciones (gas LP y gasolinas), liberalización de precios de gasolinas y diésel, y de competencia en toda la cadena de transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público.

<sup>23</sup> De acuerdo con información de la SHCP, publicada en el portal de la SEMARNAT en [apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/recuadros/recuadro5\\_7.html](https://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/recuadros/recuadro5_7.html)

<sup>24</sup> Iniciativa de Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2018.

<sup>25</sup> Hasta septiembre de 2017.

**Figura 7.** Recaudación mensual y anual por el ICF de 2014 a 2017.



Fuente: INECC, elaboración propia con información de la SHCP, 2017.

El impuesto al carbono se aplica a los fabricantes, productores e importadores por la enajenación e importación que realicen de los combustibles fósiles, por lo que la mayor parte de la recaudación proviene de la venta de gasolinas (48 por ciento), diésel (28 por ciento), gas LP (10 por ciento), combustóleo (9 por ciento), carbón (4 por ciento) y coque (uno por ciento).

A pesar de su atractivo, este sistema ha enfrentado múltiples retos, entre los que se encuentran:

- Voluntad política para impulsarlo, así como vencer la resistencia del sector empresarial
- Integración con otros mercados internacionales como los estatales de Estados Unidos y Canadá, para la conformación de mercados ambientales de América del Norte. Un régimen internacional elevaría su valor en los mercados de emisiones.
- Se requiere un diseño cuidadoso que permita que los certificados reflejen el valor real de las emisiones, con el fin de alcanzar la eficiencia del sistema. Además, esto garantizaría que la reducción de las emisiones con un costo menor al valor de mercado sea incentivada.

Si bien, el impuesto al carbono es un paso decisivo para el uso de instrumentos económicos encaminados a alcanzar una economía baja en carbono, el nivel aún es demasiado bajo para generar reducciones considerables de emisiones. Se requiere que la señal del precio sea lo suficientemente



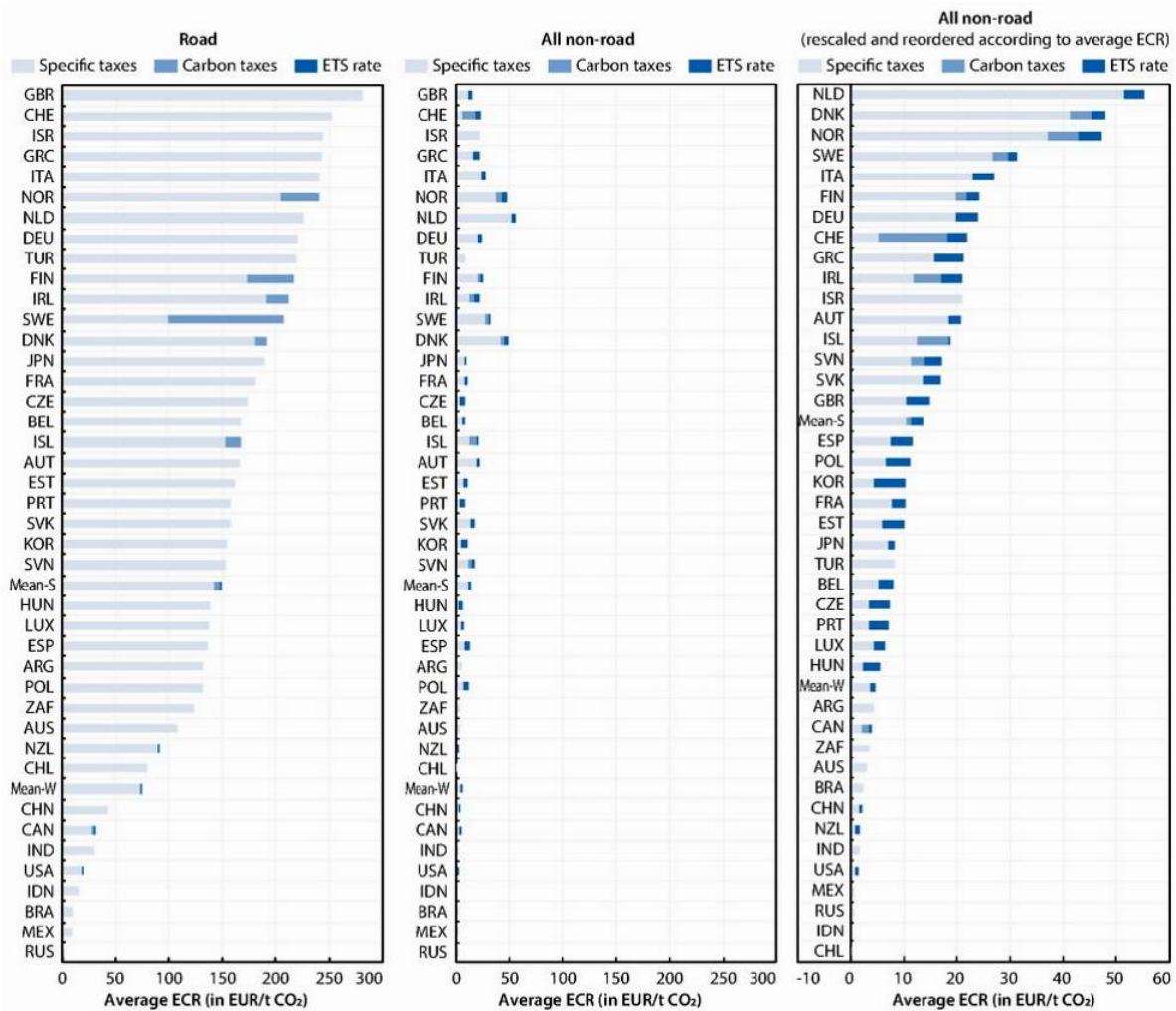
alta para que modifique las decisiones de los consumidores hacia combustibles con menor contenido de dicho elemento.

### 5.1.1 Tendencias internacionales del impuesto al carbono

A nivel global, el impuesto al carbono ha sido, usualmente, el primer instrumento introducido para asignarle un precio. En la mayoría de los países, este impuesto, en promedio, se encuentra por debajo de los 35 dólares por tCO<sub>2</sub>. Sin embargo, hay casos excepcionales en donde se han alcanzado niveles de 168 USD/ tCO<sub>2</sub>, como en Suecia, mientras que en Japón se consiguieron niveles de 95 USD/tCO<sub>2</sub>.

En la Figura 8 se observan los niveles promedio de precios al carbono, ya sea como impuesto o el precio adquirido en el mercado de emisiones. México se encuentra en los últimos lugares en ambos, ya sea en el sector de transporte (*road*) u otros sectores.

**Figura 8.** Promedio de precios al carbono por país e instrumento.



Fuente: OECD, 2016b.

Para México, se han llevado a cabo ejercicios de modelación que indican que un incremento constante en el nivel del impuesto al carbono actual, hasta alcanzar 30 USD/tCO<sub>2</sub>, en 2020, y de 100 USD/tCO<sub>2</sub>, en 2050, generaría las condiciones necesarias y suficientes para ubicarse en una senda de descarbonización de la economía en 2050 (Gastelum, y otros, 2015), además de que incrementaría la recaudación de 0.33 por ciento en 2015, 2.87 por ciento en 2030 y 5.69 por ciento en 2050.

## 5.2 Funcionamiento de los Certificados de Energía Limpia

Un Certificado de Energía Limpia (CEL), o también referido en la literatura como un certificado verde, es un título acreditado a quien ha probado que genera cierta cantidad de energía a través de una fuente definida como limpia. En este sentido, se trata de un instrumento que vincula de forma directa al sector energético con el ambiental.

El gobierno emite el certificado y asigna uno por cada unidad de energía generada a partir de fuentes limpias. Sin embargo, la obligación de acreditar un certificado es de los consumidores. Esto crea un mercado con oferentes y demandantes.

La venta de un CEL por parte de los generadores incrementa su ingreso, lo que les permite enfrentar los costos más altos por generar electricidad por medio de fuentes renovables, en comparación con producirla con combustibles convencionales. El principal objetivo de estos certificados es extender con mayor rapidez el uso de fuentes renovables, que de otra manera no se lograría.

Actualmente, el costo de la generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía es más alto que la energía producida a partir de fuentes convencionales, debido a que requiere mayores inversiones y se trata de una tecnología en desarrollo. Los resultados de la subasta en el mercado mexicano de 2016 han confirmado la tendencia de reducción de precio, lo que hará que en el mediano y largo plazo las fuentes renovables competirán en precio con las fuentes fósiles.

Sin embargo, desde un punto de vista económico, la utilización de estas tecnologías se justifica por su menor impacto social y ambiental, es decir, sus costos sociales son bajos. Esto se debe a que el uso de este tipo de tecnologías no genera emisiones significativas<sup>26</sup>.

Los mayores costos en que se incurre por utilizar fuentes de energía renovable, son cubiertos por medio de la venta de CEL por parte de los productores de este tipo de energía. Todos los consumidores deben pagar por este costo mayor. Los grandes consumidores lo hacen directamente mediante la compra de certificados, mientras que los pequeños y medianos consumidores lo hacen a través de un sobreprecio trasladado por un suministrador<sup>27</sup>.

<sup>26</sup> Sus emisiones no son significativas ya que, si bien las energías renovables en su operación no generan emisiones, se generaron emisiones durante su construcción y en su mantenimiento, además de los residuos contaminantes que genera su operación.

<sup>27</sup> La Ley de la Industria Eléctrica en su Artículo 123 establece Obligaciones en materia de Energías Limpias a los Suministradores, los Usuarios Calificados Participantes del Mercado y los Usuarios Finales que se suministren por el abasto aislado, así como los titulares de los Contratos de Interconexión Legados que incluyan Centros de Carga sean de carácter público o particular. Estas obligaciones se constituyen como el mecanismo para fomentar el aumento de la generación limpia en el país, lo que distribuye el costo entre todos los participantes de la industria.

Los participantes obligados deberán adquirir un monto específico de CEL como porcentaje de su consumo, con el fin de compensar los costos sociales negativos que ocasionan debido a su producción o al consumo de combustibles intensivos en carbono. Así, la idea detrás del mercado de certificados es la venta de un producto amigable con el ambiente, que en este caso es la electricidad proveniente de fuentes limpias. De manera que el precio total obtenido por parte de los productores es el de la electricidad más el de la generación a partir de fuentes limpias de energía.

El consumo se traslada desde bienes (en este caso la energía eléctrica generada con fuentes convencionales), cuya producción es altamente contaminante (altos costos sociales), hacia electricidad proveniente de fuentes limpias (bajos costos sociales). De tal manera que se incrementa el bienestar social (menor contaminación) y se eleva la eficacia de la economía, esto es, se estimula a productores más eficientes, y a la inversa.

En términos de empleo también existen co-beneficios, puesto que la pérdida de empleos en la industria generadora convencional se compensa, e incluso se rebasa, con la creación de empleos verdes en los sectores *limpios*<sup>28</sup>.

Sin instrumentos como los CEL, no hay mayores incentivos en la industria eléctrica para internalizar los costos sociales generados por emitir GyCEI, y como resultado, los intereses privados prevalecen sobre los sociales. En cambio, a través de los certificados se incentiva la producción limpia de energía y se incrementa la eficiencia y el bienestar social, además de alcanzar un beneficio óptimo para la sociedad en su conjunto. Todo lo anterior promueve, en última instancia, un sistema equitativo, donde los consumidores de energía internalizan los costos sociales, lo que incrementa el bienestar total en su conjunto, y no sólo de un sector. En la sección 6.1 se abordará de manera detallada este instrumento en México.

### 5.3 Esquemas de intercambio de emisiones

Durante los últimos años se han llevado a cabo importantes esfuerzos para poner en marcha un mercado de emisiones en 2018. Con la firma del Acuerdo de París, México se comprometió a considerar instrumentos económicos, tal como un mercado de carbono, como parte de su estrategia para alcanzar sus metas de mitigación<sup>29</sup>. Hasta el momento, 164 Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND) han sido presentadas, las cuales representan a 191 países<sup>30</sup>.

Desde 2012 se han desarrollado diversos instrumentos, leyes y acciones relacionadas con el establecimiento de un mercado de carbono en México. Entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) constituye un requisito esencial para la contabilización de las emisiones por parte de los sujetos obligados. Asimismo, los esfuerzos encaminados hacia la integración de mercados internacionales han sido pieza fundamental para impulsar el mercado de emisiones (ver Figura 1).

---

<sup>28</sup> Ver el indicador de *empleos verdes* en Presidencia de la República (2015). Anexo estadístico del 3er Informe Presidencial. México, pág. 350.

<sup>29</sup> El artículo 6 del Acuerdo de París menciona los elementos con el fin de instrumentar las contribuciones nacionales determinadas, en específico, el artículo señala a los mercados de carbono como un enfoque cooperativo.

<sup>30</sup> Datos obtenidos de <http://cait.wri.org/indc/> el 4 de septiembre de 2017.

De especial relevancia es el ejercicio de simulación de un mercado de carbono que la Bolsa de Valores, mediante la Plataforma Mexicana de Carbono (MÉXICO<sub>2</sub>), lanzó en noviembre de 2016, y que se pondrá en marcha en 2017. Este ejercicio ha sido impulsado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en conjunto con MEXICO<sub>2</sub> y la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ).

**Figura 9.** Políticas, instrumentos y acciones relacionadas con el establecimiento de un mercado de emisiones.



Fuente: INECC, elaboración propia.

El objetivo de este esquema es familiarizar y sensibilizar a los participantes potenciales sobre el funcionamiento e importancia de un mercado de carbono y, sobre todo, apoyar a las empresas para el cumplimiento de las metas de mitigación. Al momento, 90 empresas<sup>31</sup> han confirmado su participación. En total, las empresas inscritas<sup>32</sup> en el ejercicio contribuyen con el 65 por ciento del total de emisiones nacionales (MEXICO<sub>2</sub>, 2017). El ejercicio tiene una duración de 9 meses y la finalidad es establecer las condiciones de operación de un mercado de emisiones obligatorio para el segundo semestre de 2018. Cabe destacar el potencial de vinculación o incluso integración que representa para el mercado de emisiones mexicano con Estados Unidos y Canadá, a la luz del antecedente de 2015, en el que los mercados de emisiones de California y Quebec se integraron, lo que conformó un mercado común entre ambas jurisdicciones<sup>33</sup>.

## 5.4 Instrumentos económicos híbridos

Los instrumentos económicos híbridos son una combinación de dos o más instrumentos de los especificados anteriormente, con el fin de complementar su eficacia y eficiencia, sin cuya

<sup>31</sup> Idealmente, los participantes deben cumplir alguno de los siguientes tres criterios: a) contar con instalaciones que emitan más de 25,000 toneladas de CO<sub>2</sub>e al año; b) pertenecer a alguno de los siguientes sectores: generación eléctrica, cemento y cal, vidrio, ladrillos y cerámica, papel y celulosa, hierro y acero, refinación, químico y petroquímico y aviación, o c) participar en un sistema de comercio de emisiones en otra jurisdicción.

<sup>32</sup> Entre los participantes se encuentran Pemex, participantes de las industrias del petróleo, electricidad, gas, cemento, acero, minería, vidrio, aviación, y celulosa.

<sup>33</sup> La provincia de Ontario ha fijado la meta la interconexión con California y Quebec para 2018.

combinación serían menores. Por esta razón, es necesario mencionar algunos aspectos teóricos de la combinación, en especial, el caso de la interacción entre impuestos y permisos comercializables.

Existe una amplia literatura sobre el análisis de la selección de instrumentos bajo incertidumbre, (Baumol & Oates, 1988), Weitzman. Roberts & Spence (1976), analizan la combinación de impuestos y permisos comercializables, la cual puede ser más eficiente que su instrumentación aislada.

Pizer (2002) analizó la interacción entre ambos instrumentos para el caso de la mitigación de gases de efecto invernadero. Sostiene que el control podría llevarse a cabo a través de los permisos comercializables, mientras que la incertidumbre en el precio del permiso podría reducirse mediante la venta ilimitada, por parte del gobierno, hasta que se alcanzara un precio tope. Demuestra que este sistema híbrido es apenas más eficiente que un impuesto puro. Sin embargo, señala que esta eficiencia se alcanza a la vez que mantiene la aceptación política de los permisos, es decir, la habilidad de distribuir de una manera flexible las rentas asociadas con los derechos de emisión.

La decisión del uso de un sistema híbrido, finalmente, depende de las características propias del sistema que se quiere modificar: el contaminante, los límites de mitigación, la región, el nivel de regulación, la aceptación política, entre otros. Por esta razón, el uso de instrumentos híbridos es una opción más entre las diferentes posibilidades para combinar instrumentos económicos.

## 5.5 Restructuración de subsidios

Como resultado de políticas de mediados del siglo XX para fomentar la actividad económica del país, se diseñaron múltiples esquemas de subsidios, con el fin de apoyar a los productores de bienes y servicios en toda la cadena productiva. Además de las consecuencias negativas de fomentar actividades a costa de no incentivar la competitividad de los sectores, se impulsaron múltiples subsidios a bienes con externalidades negativas considerables. Algunos ejemplos fueron los subsidios a plaguicidas, la energía y en sectores como la agricultura y la pesca. Las principales desventajas de estos esquemas es que van en contra de los principios del que contamina paga y, al distorsionar la competencia, generan *lock-ins* con tecnologías ineficientes, lo cual provoca la asignación inadecuada de recursos (OCDE, 2013).

El principal problema es el efecto agregado en el dispendio de recursos, pues estos subsidios son un egreso constante por bienes que generan externalidades negativas. Sin embargo, la eliminación de subsidios es una tarea compleja, pues implica aspectos redistributivos para los beneficiarios. Tal eliminación debe estar aparejada de mecanismos compensatorios, transparencia o estrategias de comunicación de los beneficios de la reforma.

### 5.5.1 Subsidios a la energía

La OECD (2013) estima que, en México, los subsidios a la electricidad, gasolina, diésel y gas LP para uso doméstico, alcanzó cerca de 200 mil millones de pesos de 2005 a 2009, equivalente a 1.7 por ciento del PIB promedio de esos años.

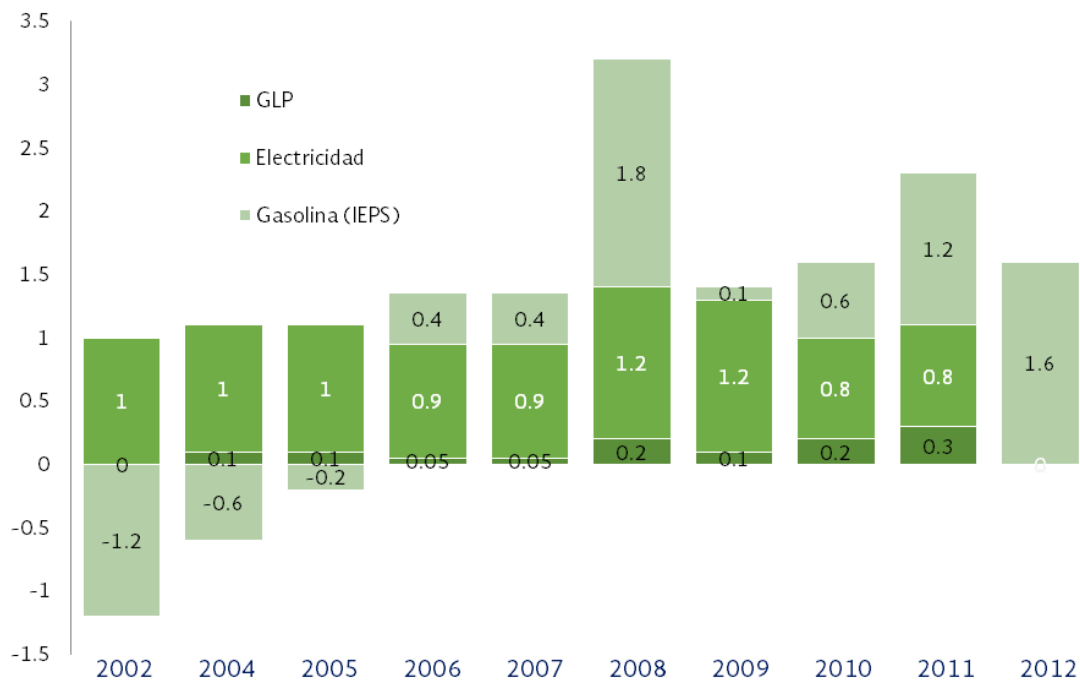
La mayor parte de los subsidios (63 por ciento) se concentró en el consumo de electricidad en los sectores residencial y agrícola, la gasolina y diésel (31 por ciento), seguidos de gas LP.

Al respecto, se debe señalar que la progresividad de los subsidios es diferente por sector. En el caso de electricidad, existe un subsidio progresivo cuando se toma en cuenta la proporcionalidad con el ingreso. Sin embargo, en términos absolutos, la regresividad se observa al contabilizar los recursos capturados por decil.

En cambio, el subsidio a las gasolinas se concentró en los sectores de mayores ingresos, puesto que son los que más gasolina consumen. En 2012, el 34.9 por ciento de la población, de los deciles de ingresos más altos, obtuvo el 65.8 por ciento de la transferencia de recursos de acuerdo con SHCP (2012).

En el caso de las gasolinas, a partir del año 2008, el gobierno federal inició una política de deslizamiento de los precios para eliminar el subsidio, la cual finalizó en enero de 2015. Esta situación cambió drásticamente a partir de 2017, cuando éstos comenzaron a liberarse y se redujeron considerablemente los subsidios a la gasolina y el gas LP.

**Figura 10.** Subsidios energéticos como porcentaje del PIB.

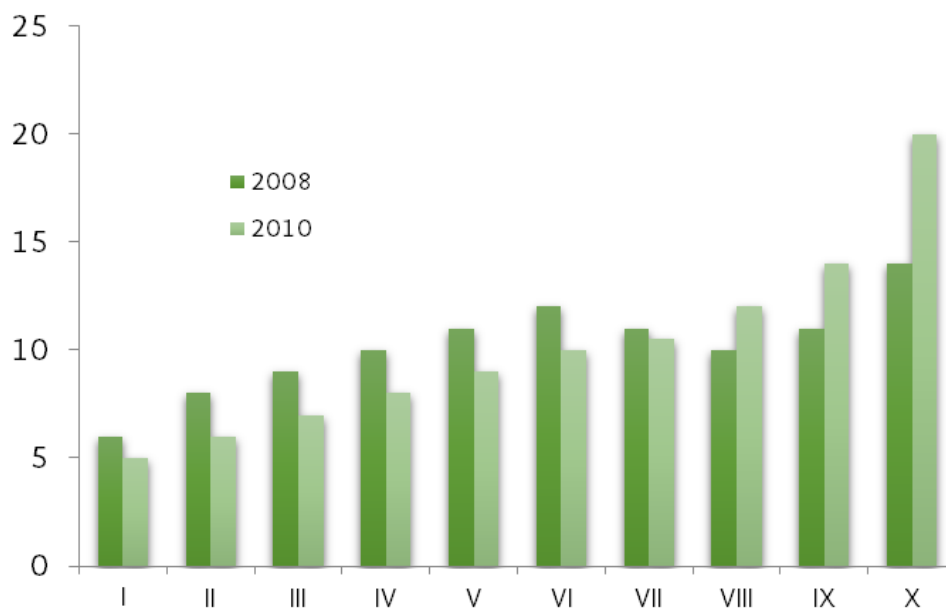


Fuente: Scott, 2013.

El caso del subsidio a la electricidad es aún más complejo, pues se encuentra entre los más elevados a nivel internacional. Esta situación podría cambiar con las reformas estructurales que ha sufrido el sector durante los últimos 4 años, siempre y cuando se cumpla el objetivo de incrementar la eficiencia al abrir los mercados a la competencia privada.

La OCDE (2013) estima que, en 2010, 20 por ciento de la población con mayores recursos se benefició de aproximadamente 33 por ciento de los subsidios a la electricidad residencial, mientras que el 11 por ciento de éstos, correspondió al 20 por ciento de la población más pobre.

**Figura 11.** Subsidios sobre la electricidad de uso residencial (porcentaje del total) por decil.



Fuente: adaptado de OCDE, 2013.

Se estima que el subsidio al consumo de electricidad del sector residencial fue cerca del triple de la inversión en el sector eléctrico para 2007-2010 (OCDE, 2013). Estos subsidios son una de las razones por las que el consumo residencial de electricidad ha crecido con mayor rapidez que en otros sectores, y en la economía en su conjunto (SENER, 2016).

La eliminación de los subsidios presenta complejidades que deben analizarse en el diseño de una política pública para este fin. En primer lugar, debe existir una política gradual que identifique los sectores en los que recaería el mayor impacto. En el caso de electricidad, los sectores de menores ingresos soportarían el mayor peso en términos de participación en sus ingresos. Mecanismos compensatorios en especie, como electrodomésticos más eficientes, la colocación de paneles solares, además de reducir la resistencia por su eliminación, generaría beneficios por la disminución del consumo de energía eléctrica generada con combustibles fósiles. Los ahorros posteriores en los

subsidios podrían asignarse a sectores como el de generación mediante fuentes renovables, lo cual incrementaría, aún más, sus beneficios.

Por su parte, la OCDE (2013) considera que se debe reforzar o complementar el programa *Oportunidades* para compensar a familias de bajos ingresos impactadas por la eliminación de los subsidios. Además, estima que el retiro de los subsidios y las exenciones del IVA en el sector energético, podrían liberar entre 2.5 por ciento y 3 por ciento del PIB, lo que serviría para financiar un sistema de asistencia social.

En conclusión, de acuerdo con (Goulder & Parry, 2008) existen al menos cuatro aspectos de gran relevancia al utilizar instrumentos económicos:

- a) Ningún instrumento es superior en cualquier dimensión relevante de la política pública.
- b) La elección entre instrumentos implica *trade-offs* (compensaciones) entre distintos objetivos.
- c) En ocasiones es conveniente seleccionar instrumentos híbridos.
- d) La mayoría de los problemas ambientales implican más de una falla de mercado, lo que justifica el uso de más de un instrumento.
- e) Se pueden generar interacciones adversas en la utilización de varios instrumentos.



## 6 Instrumentos económicos en la industria eléctrica

### 6.1 Introducción

En esta sección se describe a detalle el funcionamiento de los principales instrumentos económicos utilizados en la industria eléctrica del país, especialmente el caso de los Certificados de Energía Limpia (CEL), con el objetivo de identificar barreras, oportunidades y detonadores que impulsen el desarrollo de bajo carbono de este sector.

Los CEL, junto con las subastas eléctricas, son el principal instrumento con el que cuenta México para fomentar el uso de fuentes limpias de energía mediante la internalización, en las finanzas de los agentes contaminantes, del alto costo social de utilizar combustibles fósiles en el sector eléctrico.

Los costos adicionales en que incurren los productores de energía<sup>34</sup> al utilizar fuentes *limpias*<sup>35</sup>, son cubiertos mediante la venta de un CEL. Si bien, todos los consumidores de energía eléctrica deben pagar por este costo adicional, son los grandes consumidores quienes están obligados a utilizar estos certificados: usuarios calificados, suministradores y demás participantes obligados. Éstos requieren, que un porcentaje de la energía eléctrica que consumen provenga de fuentes *limpias*. Para comprobar que consumen este porcentaje, tienen que adquirir CEL por el monto requerido<sup>36</sup>.

En las Bases de Mercado emitidas por la Secretaría de Energía (SENER) (SENER, 2015) se establecen los lineamientos bajo los cuales operará el mercado de CEL. En especial se plantea un mercado de corto plazo en el que los participantes tenedores de certificados podrán presentar ofertas para venderlos a cualquier precio. Asimismo, podrán ofrecer diferentes precios por bloques. Este mercado<sup>37</sup> será operado por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Los participantes que lo conforman, así como sus definiciones se abordarán con más detalle en la sección 6.1.1.

---

<sup>34</sup> De acuerdo con los Lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de CEL y los requisitos para su adquisición, los CEL podrán ser objeto de compra venta por las personas que así lo deseen en transacciones bilaterales, siempre y cuando se cumplan los requisitos de monitoreo, reporte y verificación establecidos por la Comisión Reguladora de Energía para validar la titularidad de los CEL.

<sup>35</sup> Entre las Energías Limpias se consideran el viento, la radiación solar, la energía oceánica, el calor de los yacimientos geotérmicos, los bioenergéticos, entre otros, de acuerdo con el artículo 3, fracción XXII de la LIE (2014).

<sup>36</sup> De esta forma se crea un mercado de CEL, los cuales se pueden intercambiar a través de contratos, mediante subastas organizadas por el CENACE o en una liquidación anual

<sup>37</sup> De acuerdo con la base 1.1.2. de las Bases del Mercado (SENER,2015), el Mercado Eléctrico Mayorista “es un mercado operado por el CENACE en el que las personas que celebren con ese organismo el contrato respectivo en la modalidad de Generador, Comercializador, Suministrador, Comercializador no Suministrador o Usuario Calificado, podrán realizar transacciones de compraventa de energía eléctrica, Servicios Conexos, Potencia, Derechos Financieros de Transmisión, Certificados de Energías Limpias y los demás productos que se requieren para el funcionamiento del Sistema Eléctrico Nacional”.

## 6.2 Funcionamiento

En los lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de CEL y los requisitos para su adquisición, se señala quiénes podrán recibir un certificado de energía limpia y la forma en la que podrán intercambiarse. Éstos se otorgarán a aquellos que acrediten la generación de electricidad por medio de energías limpias, en específico a las centrales eléctricas limpias que entren en operación con posterioridad al 11 de agosto de 2014; a las centrales legadas que hayan hecho una inversión en energías limpias y empiecen a operarlas después de esa fecha; y, en general, a todas las centrales eléctricas que inviertan en energías limpias les será otorgado un certificado por cada Megavatio-hora (MWh) generado con este tipo de energías.

El sistema funcionará mediante el otorgamiento mensual, durante veinte años, de un CEL por cada MWh de energía limpia generada a las centrales definidas en el marco regulatorio señalado en la LIE. Para aquellos productores que generen energía eléctrica a partir de energías fósiles y energías limpias, la asignación de certificados se realiza proporcionalmente.

Para una adecuada administración y supervisión del sistema, los CEL serán identificados mediante la asignación de una matrícula, ubicación, tecnología y el nombre de la persona física o moral representante de la central eléctrica limpia, así como la fecha de emisión. Éstos no tienen una fecha de caducidad, pero una vez que se han liquidado, no se pueden volver a utilizar.

Para incentivar un mercado secundario que brinde liquidez, los certificados de energía limpia podrán ser objeto de compraventa por las personas que así lo deseen en transacciones bilaterales<sup>38</sup>. A los participantes del mercado que no cumplan con las obligaciones de energías limpias, se aplicará una sanción por incumplimiento, de conformidad con los criterios establecidos en la Resolución de la CRE 248/2016 (DOF, 2016).

## 6.3 Fundamentos

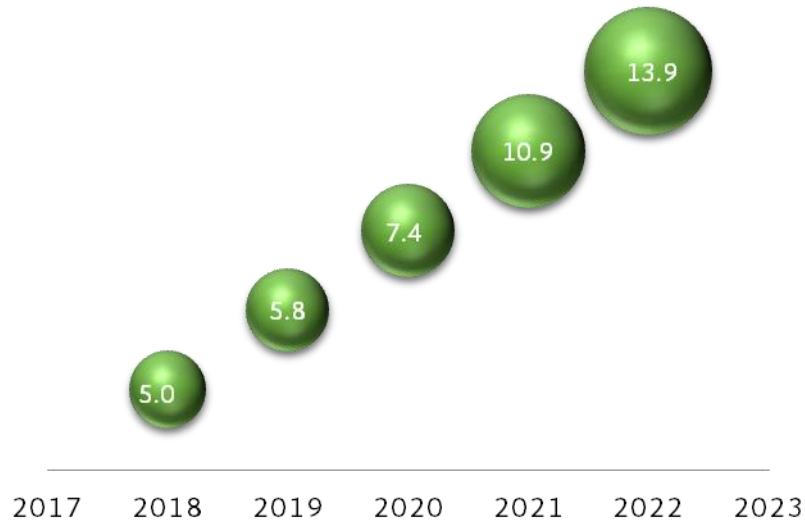
Al otorgar un CEL a quien produce energía eléctrica con energías limpias, y obligar a adquirirlos a quienes suministran o consumen, se crea un mercado de CEL, los cuales se pueden intercambiar a través de contratos, mediante subastas organizadas por el CENACE o en una liquidación anual.

En 2017, la SENER determinó los requisitos correspondientes a 2020, 2021 y 2022, de 7.4, 10.9, y 13.9 por ciento, respectivamente (SENER, 2017). Estos montos determinan el porcentaje de generación de energía eléctrica proveniente de fuentes limpias, las cuales contribuyen precisamente a alinear las metas de CEL con los compromisos de mitigación de México. En la Figura 12 se observan los montos de energía limpia de 2018 a 2022 como porcentaje de la generación eléctrica total. En 2022 se pretende alcanzar el 13.9 por ciento de generación a partir de fuentes limpias.

---

<sup>38</sup> De conformidad con los procedimientos establecidos para su desarrollo, con base a la Resolución 174/2016 relativa al Sistema de Gestión de Certificados y Cumplimiento de Obligaciones de Energías Limpias.

**Figura 12.** Porcentaje de energías limpias de acuerdo con los Requisitos de CEL establecidos por la SENER.



Fuente: SENER, 2016.

## 6.4 Alineación con los instrumentos regulatorios y de planeación

México presentó, en marzo de 2015, las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés)<sup>39</sup> ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En ellas, el país establece los objetivos en materia de mitigación de GyCEI, a partir de su situación nacional en cuanto a preparación técnica, prioridades, circunstancias y capacidades en un contexto global hacia una ruta de bajas emisiones.

Además, el país firmó y ratificó el Acuerdo de París en 2016, que es un pacto internacional para llevar a cabo acciones orientadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero<sup>40</sup>. Dicho esquema permite transformar las metas nacionales de generación eléctrica establecidas en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), (35 por ciento de generación limpia para el año 2024) y

<sup>39</sup> La Conferencia de las Partes acordó en la Decisión 1/CP.19 correspondiente a la “intensificación de los trabajos relativos a la Plataforma de Durban”, la Conferencia de las Partes decide “[i]nviar a todas las Partes a iniciar o intensificar los preparativos internos en relación con las contribuciones determinadas a nivel nacional, sin perjuicio de su naturaleza jurídica, que tengan previsto realizar en el contexto de la aprobación de un protocolo, otro instrumento jurídico o una conclusión acordada con fuerza legal en el marco de la Convención que sea aplicable a todas las Partes para alcanzar el objetivo de la Convención enunciado en su artículo 2.”

<sup>40</sup> El transitorio Décimo Séptimo de la Reforma Energética, promulgada en 2013, establece obligaciones para el sector eléctrico de reducción de emisiones y generación de energías limpias. Dichas obligaciones se constituyen como una forma de cumplir con los compromisos de sustentabilidad.

en el Tercero Transitorio de la Ley de Transición Energética (LTE) (DOF, 2015), en obligaciones individuales, de forma eficaz y al menor costo, por medio de la adquisición de CEL.

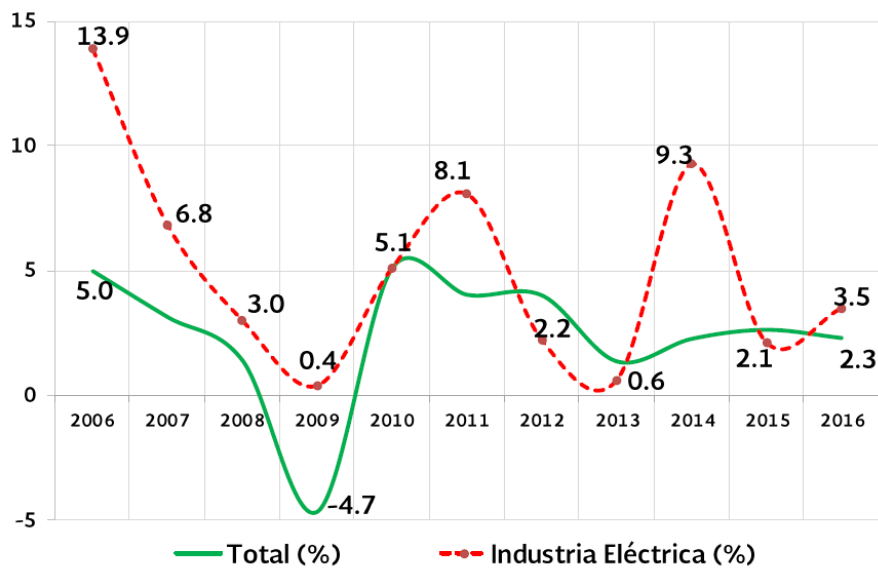
En los últimos dos meses del año 2017 iniciarán las pruebas, en el mercado, del intercambio de Certificados de Energía Limpia rumbo a su arranque, el 1° de enero de 2018. En lo que respecta al mediano y largo plazo, a partir de la siguiente subasta será la Comisión Reguladora de Energía (CRE) quien conducirá los procesos relacionados, y no el CENACE, quien las ha realizado hasta ahora.

Los CEL son un instrumento de política tanto energética como ambiental. En el ámbito energético, tienen repercusiones directas en la planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), al incentivar la energía proveniente de fuentes limpias.

El Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) es el instrumento de planeación que, con una visión de largo plazo, proyecta el desarrollo del sector en un horizonte de 14 años, al menos de manera indicativa.

El sector eléctrico ha mostrado gran dinámica durante la última década. Éste ha crecido de 2006 a 2016 a una tasa promedio de 4.1 por ciento, mientras que el PIB lo ha hecho a una tasa de 2.1 por ciento en el mismo período. La reestructura del sector incide toda la cadena productiva del país. El sector de servicios utiliza el 58.2 por ciento de la energía eléctrica, mientras que el sector secundario y primario utilizan el 39.7 y 2.1 por ciento respectivamente (SENER, 2017).

**Figura 13.** Crecimiento del PIB nacional y del sector eléctrico (por ciento).



Fuente: tomado de SENER, 2017.

La razón de este comportamiento es que la energía eléctrica es considerada un bien de primera necesidad, lo cual se refleja en su elasticidad precio, es decir, ante fluctuaciones en su precio, el consumo de energía eléctrica se mantiene en niveles relativamente estables. Por el contrario, en épocas de crecimiento económico, el consumo de energía eléctrica aumenta de forma considerable debido al impulso del sector industrial y las expectativas de crecimiento en toda la

economía. En la Figura 13 se observa el crecimiento del sector nacional (total) y del sector eléctrico. Ambos, mantienen la misma tendencia, aunque en el sector eléctrico se muestran de forma más pronunciada los períodos de crecimiento o decrecimiento.

La forma en que los CEL inciden en la planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) es a través de las metas establecidas por la SENER y los resultados de las subastas. Los requisitos de CEL establecidos por SENER representan la información fundamental para la planeación del aprovechamiento de las fuentes limpias de energía en la generación eléctrica.

En la Figura 14 se examinan distintos escenarios de la forma en que se alcanzarían las metas de energía limpia. Para ello, Islas Samperio (2017) propone un escenario optimizado, en el que se reproduce la capacidad por tipo de tecnología, el consumo de combustible y la generación de electricidad tal y como se describen en el PRODESEN 2016-2030. En cambio, en el escenario por orden de mérito se utiliza la información de la capacidad proyectada en el mismo PRODESEN, por año y tipo de tecnología; sin embargo, se aplican factores de planta de uso convencional en México por tipo de tecnología, para simular la operación de la oferta eléctrica y las emisiones del sector eléctrico. Como se observa, los niveles de energía limpia alcanzados en el escenario de orden de mérito están por debajo de las metas oficiales. Esto se explica por el hecho de que los factores de planta se acercan mucho más a los históricos.

**Figura 14.** Metas de energía limpia.



Fuente: Islas Samperio, 2017.

En un contexto de planeación, lo anterior es fundamental en la asignación óptima de los recursos en tecnologías *limpias*, ya que brinda certidumbre a los generadores y a los sujetos

obligados a presentar CEL, pues les permite realizar proyecciones para el cumplimiento de los requisitos de estos certificados, o invertir en energías limpias.

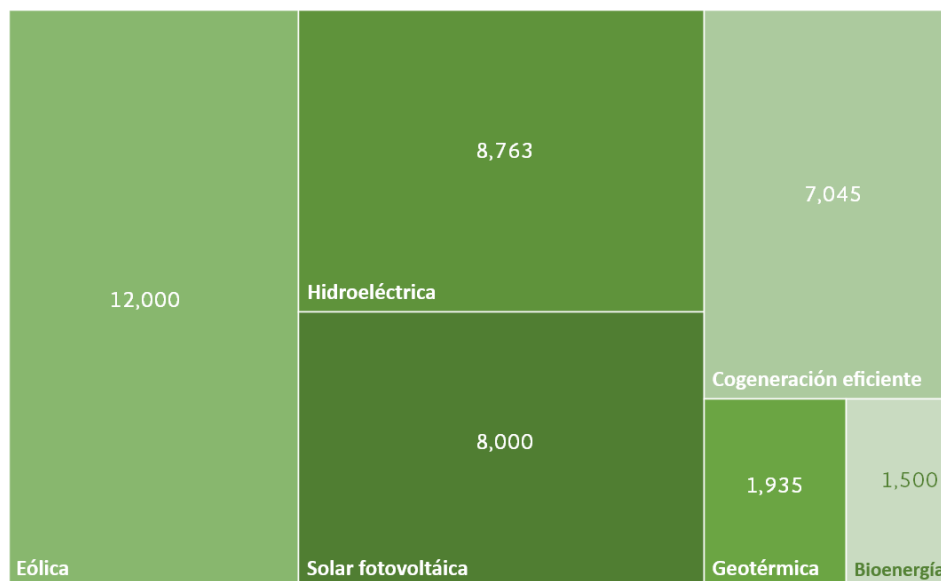
## 7 Mercado de Certificados de Energía Limpia

### 7.1 Identificación de barreras y oportunidades de ejecución

De acuerdo con las bases del mercado, el calendario previsto para la instrumentación del Mercado Eléctrico Mayorista, en especial, las pruebas del mercado de primera etapa y la operación de la segunda etapa, están contemplados para iniciar entre 2018 y 2019. Como ocurre normalmente en el mercado, su correcto funcionamiento depende de factores relacionados con la información de las características del bien, los arreglos institucionales, las expectativas de los oferentes y demandantes, y de la flexibilidad de los agentes ante cambios en los precios.

Uno de los factores facilitadores para que el mercado de CEL pueda desarrollarse es el potencial de energía limpia con la que cuenta México. De acuerdo con SENER (ver Figura 15), existe un potencial de alrededor de 39,000 MW de energía limpia, lo que podría considerarse como un primer acercamiento de la oferta de energía que pueden ser utilizadas y que son fuente de CEL. Este potencial físico no depende de variables como precios o arreglos institucionales, su utilización dependerá en buena medida de políticas públicas que incidan en su precio, además de que los arreglos institucionales disminuyan los costos de transacción de los proyectos de generación eléctrica a partir de ellas.

**Figura 15.** Potencial disponible de fuentes limpias (MW).



Fuente: adaptado de SENER, 2017<sup>41</sup>.

El desempeño del mercado de los CEL dependerá de la integración de los factores antes mencionados, lo cual incidirá directamente en el precio de los certificados. En esta sección se abordarán algunos elementos que se consideran cruciales para un correcto funcionamiento de este esquema.

El análisis se realiza en una base puramente cualitativa, ya que al momento de elaborar el presente trabajo, no existe información cuantitativa, debido a que el esquema aún no inicia operaciones. Se hace referencia, principalmente, al estado actual de los participantes del mercado, así como a los resultados de las subastas eléctricas.

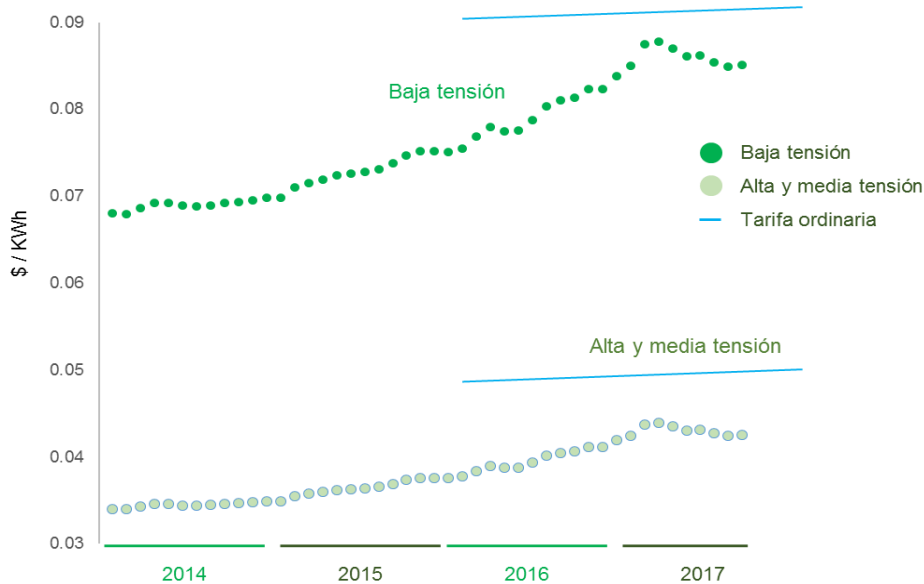
La regulación para el aprovechamiento de las energías tiene como fin crear condiciones que reconozcan las características específicas de tecnología limpias, con el propósito de que los costos en que se incurra con dichos proyectos resulten competitivos. La CRE desarrolló la metodología con el objetivo de incentivar la ubicación de las centrales de generación limpia que benefician al sistema eléctrico en su conjunto (CRE, 2010). En la Figura 16 se muestra la evolución de las tarifas de transmisión para energías renovables y cogeneración eficiente durante los últimos 4 años.

Este esquema de tarifas, sin ser propiamente un instrumento económico, incide directamente en los costos netos al considerar la generación, transmisión, distribución y suministro de la energía limpia. Desde otro punto de vista, este esquema podría incluso concebirse como un subsidio a las energías limpias. Lo importante es analizar cómo estos esquemas conviven con otras estrategias de promoción de energías limpias, con el fin de evaluar si son complementarios, o bien, generan distorsiones entre ellos y disminuyen su eficiencia, lo cual queda fuera del alcance del presente estudio.

---

<sup>41</sup> El tipo de potencial es diferente para cada tecnología. Para Bioenergía es el referente al potencial económicamente competitivo; cogeneración eficiente es el referente al potencial nacional en un escenario medio; eólica es el referente conservador del potencial nacional; geotérmica es de acuerdo a las expectativas de crecimiento; hidroeléctrica es de acuerdo con el potencial probable y un factor de planta de 30 por ciento; y la solar fotovoltaica es de acuerdo con el potencial técnicamente viable.

**Figura 16.** Cargos por servicios de transmisión para energías renovables o cogeneración eficiente.



Fuente: INECC, elaboración propia con información de la CRE a octubre de 2017<sup>42</sup>.

En primer lugar, se debe considerar que el precio de los CEL tiene repercusiones importantes en la competitividad de los participantes del mercado, particularmente los comercializadores, suministradores y usuarios calificados<sup>43</sup>. El impacto se reflejaría vía los precios finales de la energía eléctrica, que tendrían que pagar los consumidores. La Figura 18 muestra algunos de los impactos de los CEL en las tarifas para los usuarios finales.

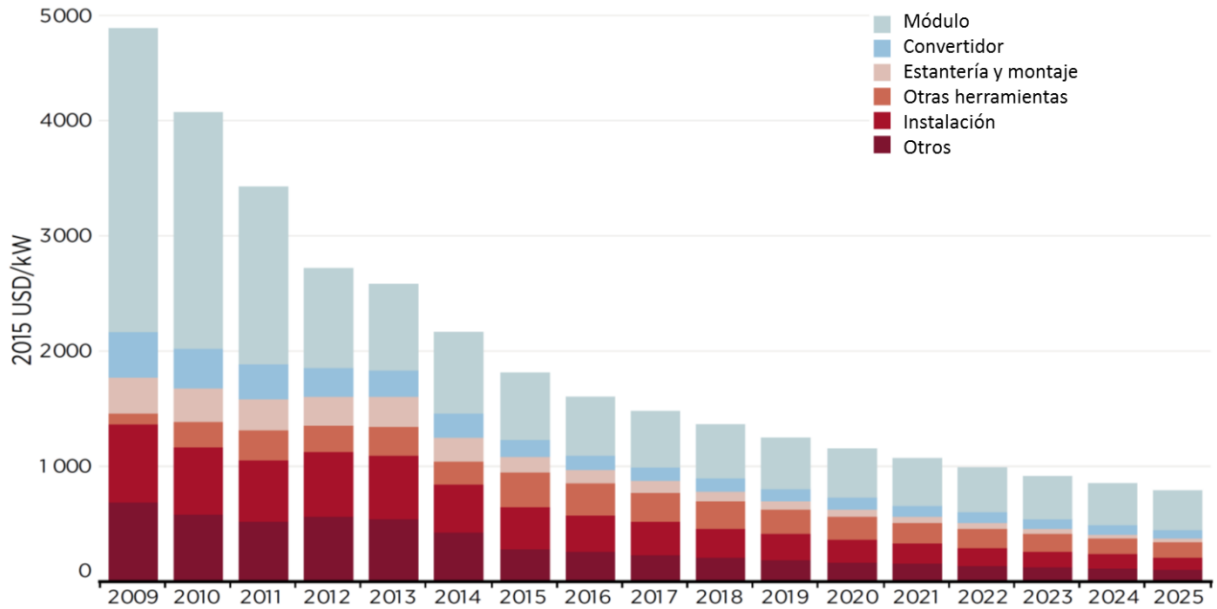
Por otra parte, se considera el costo por producir energía eléctrica por medio de fuentes convencionales. Hoy en día es más costoso generar energía eléctrica a partir de fuentes limpias, lo cual se ve reflejado en un costo adicional en la segunda columna. Este costo ha demostrado una tendencia a disminuir de manera significativa durante los últimos años, debido, principalmente, a economías de escala crecientes, cadenas de suministro más competitivas y mejoras tecnológicas constantes (IRENA, 2016). En la Figura 17 se muestra un ejemplo de la tendencia global en la disminución de costos.

<sup>42</sup> Acuerdo por el que la Comisión Reguladora de Energía expide las tarifas que aplicará la comisión federal de electricidad por el servicio público de transmisión de energía eléctrica durante el período tarifario inicial que comprende del 1 de enero de 2016 y hasta el 31 de diciembre de 2018, disponible en <http://drive.cre.gob.mx/Drive/ObtenerAcuerdo/?id=452> y [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/263324/Tabla\\_Historico\\_CST\\_pagina\\_CRE\\_17.10.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/263324/Tabla_Historico_CST_pagina_CRE_17.10.pdf).

<sup>43</sup> Un usuario calificado es aquel que contaba con centros de carga de más de 2MW hasta agosto de 2016 y de más de 1 MW a partir de esa fecha y que decida registrarse como Usuario Calificado ante la CRE, o bien aquellos centros de carga al amparo de contratos legados.



**Figura 17.** Costos de instalación promedio ponderados a nivel global de la energía fotovoltaica.

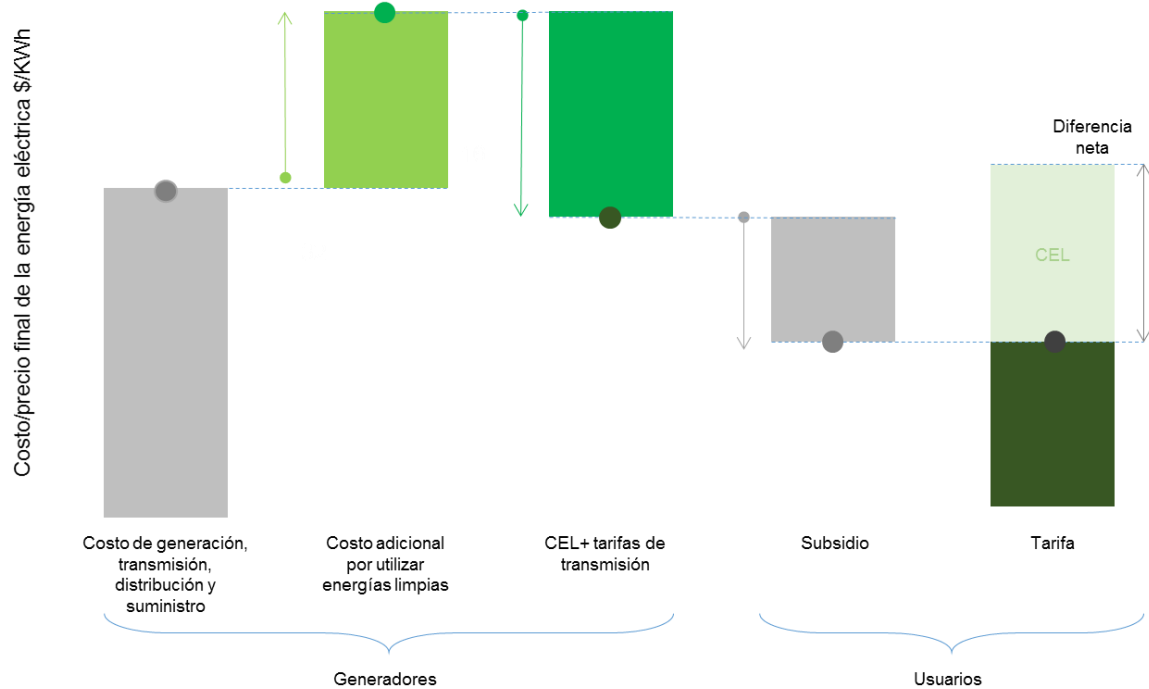


Fuente: tomado de IRENA (2016).

Desde el punto de vista del generador, el siguiente componente son los CEL, cuyo objetivo final es compensar por este sobrecosto, lo que equipararía costos de generadores convencionales y limpios. Si a esto agregamos los esquemas que fomentan el uso de energías limpias, tales como las tarifas de transmisión mencionadas, el costo en la tercera columna sería menor a las convencionales.

En el caso de las tarifas subsidiadas, se tendría que incluir el monto de este apoyo, lo que reduciría aún más la tarifa. No obstante, el punto crucial es que son los suministradores lo que tienen la obligación de acreditar los CEL mediante su compra en el mercado, lo cual es trasladado a sus clientes, es decir, los consumidores finales. A esto se refiere precisamente la diferencia neta en la última columna, donde la tarifa se incrementaría lo equivalente a CEL de la parte proporcional de su consumo y de la meta de la obligación.

**Figura 18.** Efectos en el precio del uso de energías limpias y CEL en el precio final de la energía eléctrica.

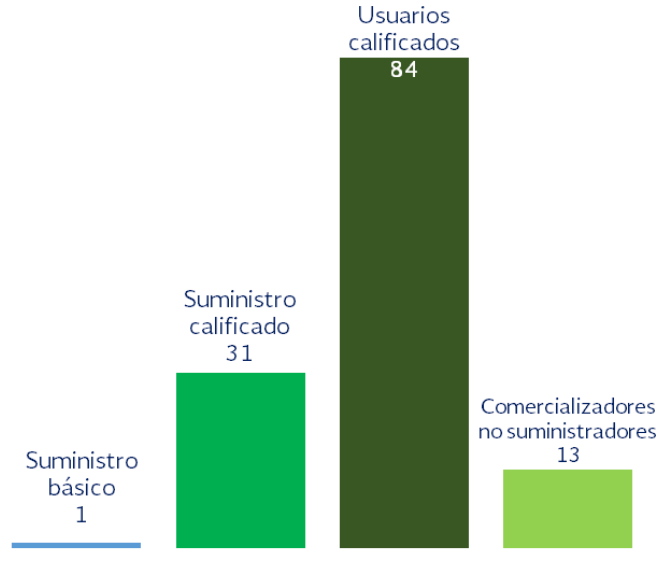


Fuente: INECC, elaboración propia.

Además de los factores económicos que inciden directamente en los costos, deben considerarse otros aspectos. En primer lugar, el arreglo institucional bajo el cual operará el mercado, tiene el fin de dar certidumbre en las transacciones comerciales. En este sentido, se ha desarrollado un sistema de gestión de los CEL que será operado por la CRE, y servirá como la única plataforma para su intercambio. Sin embargo, esto no limita la existencia de un mercado secundario de CEL, que podrá operar mediante el CENACE en los mercados *spot*. El aspecto relevante es que este mercado contenga reglas que sean compatibles con el sistema de gestión.

La importancia de un mercado secundario es que disminuye los costos de transacción, ya que permite una interacción mayor entre los oferentes y demandantes en tiempos más cortos, lo cual favorece la inyección de liquidez. Es precisamente el marco regulatorio el que debe asegurar transacciones seguras y evitar especulación.

**Figura 19.** Permisos otorgados a suministradores, comercializadores y usuarios calificados.



Fuente: portal de la Comisión Reguladora de Energía actualizado al 2 de octubre de 2017. Véase los Anexos 1, 2 y 3 para mayor detalle.

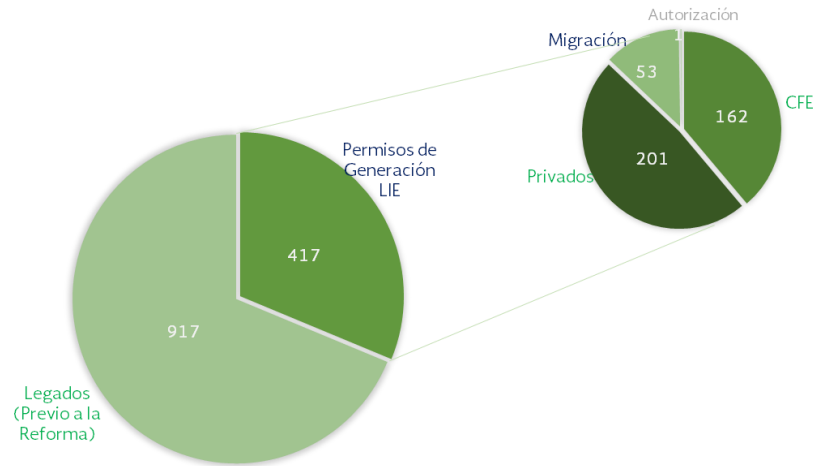
En términos estructurales, como puede observarse en la Figura 19, el mercado cuenta con 31 suministradores calificados, 1 suministrador básico y 84 usuarios calificados. Este dato es importante para dimensionar el número de participantes por el lado de la demanda, así como el potencial de que pueda desarrollarse un mercado secundario (ver anexo).

Otro de los aspectos importantes a considerar, se refiere a las medidas para garantizar la competencia. La Figura 20 muestra la distribución de los permisos por el lado de la oferta, o sea del sector de generación de electricidad. Como es de suponerse, aún la CFE (Comisión Federal de Electricidad) mantiene gran poder de mercado. El reto es diseñar los instrumentos que fomenten la libre competencia de todos los participantes.

En este sentido, con el fin de fomentar la competencia real entre todos los participantes, se han establecido instrumentos regulatorios que incluyen la obligación de la separación contable en empresas de un mismo grupo económico<sup>44</sup>, lo cual garantizaría la igualdad de condiciones y un trato no discriminatorio para todos los participantes del mercado.

<sup>44</sup> El programa regulatorio de la CRE aprobado en el acuerdo A/037/2017 incluye la emisión de Disposiciones administrativas de carácter general en materia de separación legal, operativa, funcional y contable de los integrantes del sector energético.

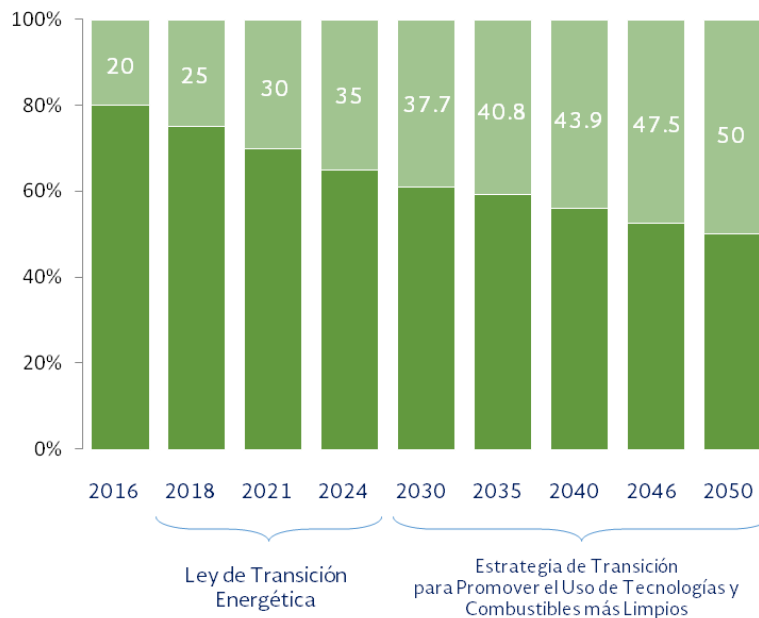
**Figura 20.** Permisos de generación eléctrica otorgados por la CRE por tipo de permisionario.



Fuente: Portal de la Comisión Reguladora de Energía: [www.gob.mx/cre](http://www.gob.mx/cre). Información actualizada al 7 de agosto de 2017.

En cuanto a la oferta de CEL, se debe analizar la capacidad del mercado para alcanzar los requisitos especificados por la SENER. Actualmente, alrededor del 20 por ciento de la energía eléctrica generada en México proviene de fuentes limpias de energía. La Figura 21 muestra la trayectoria de participación de las fuentes limpias hasta 2050, con base en lo señalado en la LTE y la Estrategia de Transición para Promover el uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

**Figura 21.** Trayectoria de participación de energías limpias.



Fuente: INECC, elaboración propia con información de la LTE y la Estrategia.

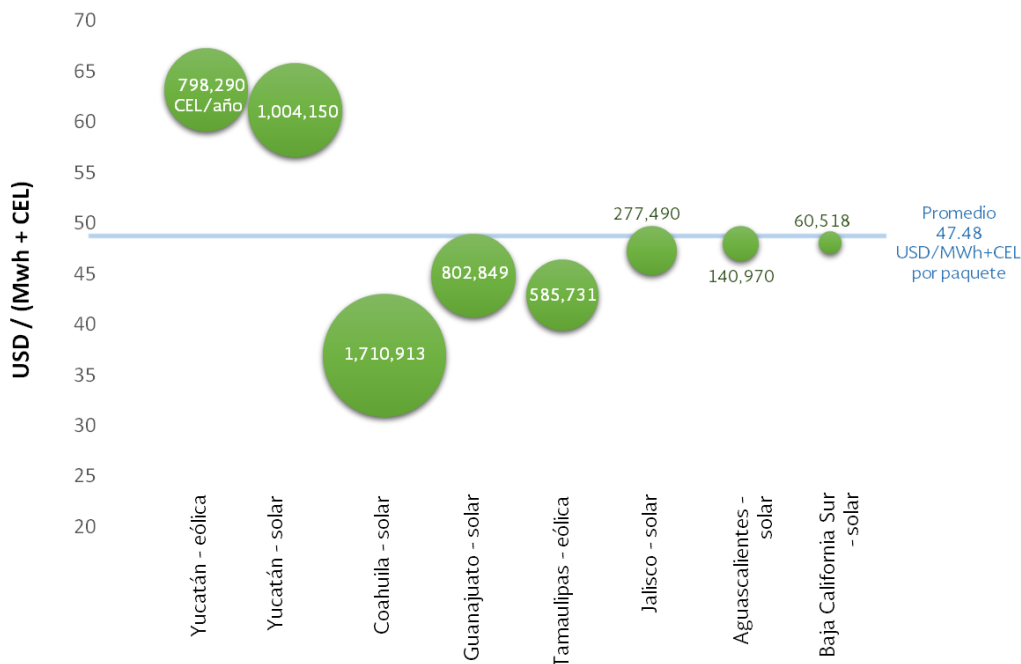
La pregunta que surge es si la tendencia mostrada en años recientes será suficiente para generar la cantidad adecuada de CEL, o si el nuevo esquema incentivará al mercado lo necesario para incrementar esta tendencia. Bajo un escenario de oferta insuficiente el precio de los CEL se elevaría, lo que haría menos atractivo el mercado, y se tendría una consecuente elevación de los precios finales de la energía. No obstante, para prevenir o suavizar este escenario, se han generado instrumentos de diferimiento de la obligación, es decir, dotar al sistema de suficiente flexibilidad para que aquéllos que no lograron cumplir con las obligaciones de CEL puedan tener una extensión.

## 7.2 Subastas de energía, CEL y capacidad

Otro de los mecanismos que se han puesto en marcha son las subastas de largo plazo. Estos contratos han dado señales directas sobre las expectativas de los participantes sobre los precios de los CEL. La relevancia de este instrumento es que representa los intereses de crecimiento y precio en un horizonte de tiempo de 15 años en el caso de energía, y de 20 años en el caso de CEL.

Además de generar certidumbre en el largo plazo, confirma el interés de los participantes en el mercado, lo que resulta en un efecto multiplicador al atraer a nuevos participantes. Esto causa mayor interés, cuyo resultado favorece la penetración de tecnologías que aprovechan fuentes limpias.

**Figura 22.** Resultados de la primera subasta eléctrica (CEL/año).



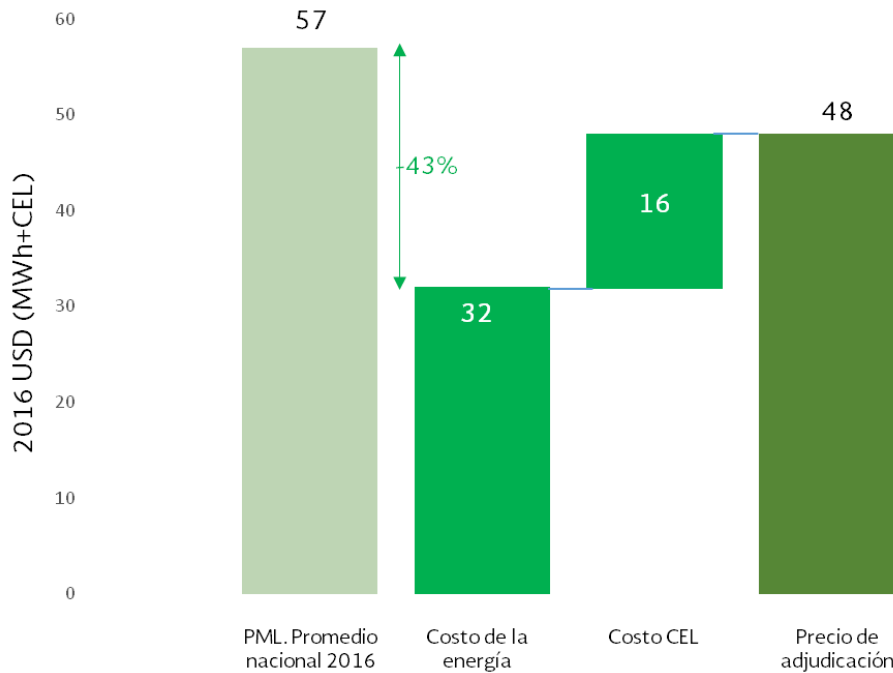
Fuente: INECC, elaboración propia con información de CENACE (2016).

La evolución del mercado de CEL dependerá mucho de lo que suceda durante sus primeros años de funcionamiento. El arreglo institucional parece ser lo suficientemente robusto para dar certidumbre a los participantes. Asimismo, los contratos de largo plazo, producto de las subastas, también han dado señales claras de las expectativas de largo alcance. Como puede observarse en la Figura 22, los resultados confirmaron el interés en la energía eólica y solar, cuyo precio promedio en la primera subasta, de 47.48 USD/MWh+CEL, resultó ser bastante competitivo en relación con el contexto internacional.

En dicha subasta se asignó el 84.6 por ciento de CEL solicitados (5.38 millones de CEL/año), y 84.9 por ciento de la energía solicitada (5.4 millones de MWh/año). Mientras que en la segunda subasta se asignó el 87.3 por ciento de CEL (9.28 CEL/año), 83.8 por ciento de energía (8.91 MWh/año) y el 80.1 de potencia solicitada (1.187 MW-año) (CENACE, 2016) (CENACE, 2016b).

En la Figura 23 se muestra la diferencia entre el promedio nacional de los Precios Marginales Locales (PML) en 2016 y el precio de adjudicación descompuesto en los componentes de energía y CEL. Como puede observarse, el precio adjudicado es menor al promedio de PML, lo que demuestra la competitividad de los precios resultantes de la primera subasta, dado que los precios marginales locales son un reflejo del costo para los generadores. En otras palabras, estos precios confirman la competitividad en precio de las energías limpias frente a combustibles convencionales, sin considerar, por ahora, los retos que representa la intermitencia en el uso de energías limpias.

**Figura 23.** Precios marginales locales y precio adjudicado



Fuente: PWC, 2016.

Durante la segunda subasta, los precios promedio de las ofertas fueron de 33.47 dólares por MWh + CEL para energía limpia y de 32.26 dólares por MW-año para potencia. De acuerdo con SENER<sup>45</sup>, con estos precios se lograron ahorros de 44.2 por ciento para la energía limpia y 64.1 por ciento para potencia, respecto a los precios máximos de la oferta de compra, los cuales correspondieron a 60 dólares por MWh de energía limpia y 90,016 dólares por MW-año de Potencia.

La supervisión del mercado deberá ser muy puntual durante el primer año para evitar distorsiones ante la posible escasez de certificados, el funcionamiento del mercado secundario, el diferimiento de la obligación y las sanciones por incumplimiento. La integración de todos estos aspectos, para contar con un sistema de CEL que realmente sea atractivo a los participantes, será crucial para el éxito de este programa.

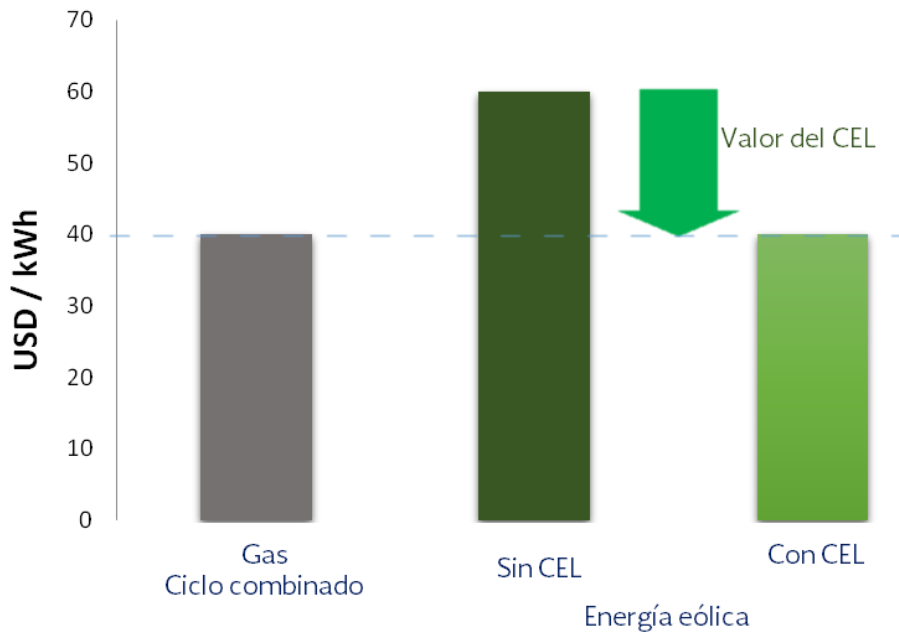
### 7.3 Efectos en el mercado

Los CEL tienen efectos relevantes en la estructura de mercado, principalmente en la generación de energía eléctrica. En primer lugar, estos certificados funcionan compensando el costo de las fuentes limpias de energía con los beneficios sociales generados por su uso (ver sección 2.6), esto es, los ingresos adicionales que reciben los generadores por utilizar dichas fuentes en la generación de energía eléctrica. El efecto inmediato es que pueden competir en costos con tecnologías que utilizan combustibles fósiles. El esquema de la Figura 24 muestra el efecto de los CEL en la disminución de los costos de generación de fuentes limpias, y su consecuente nivelación de precios de tecnologías que utilizan combustibles fósiles. Como puede observarse, si comparamos la tecnología de ciclo combinado con una que utiliza energías limpias, el precio de esta última es mayor. Lo cual ocasionaría que la energía limpia no podría competir en precio con la tecnología convencional. No obstante, si se cuenta con un esquema de CEL, el valor de éste compensa ese costo extra de la tecnología a base de energía limpia, nivelándolo en precio y haciéndolo competitivo, lo que permite que un inversionista los considere en igualdad de precios.

---

<sup>45</sup> <https://www.gob.mx/sener/prensa/con-precios-altamente-competitivos-se-anuncian-los-resultados-preliminares-de-la-2-subasta-electrica-de-largo-plazo?idiom=es>

**Figura 24.** Impacto de los CEL en el precio de la energía limpia.



Fuente: INECC, elaboración propia con base en PWC, 2016.

Lo anterior está estrechamente relacionado con otro aspecto fundamental para el aprovechamiento de este tipo de energía, el despacho. La naturaleza intermitente de las fuentes renovables las hace no despachables, es decir, no pueden encenderse o apagarse con el fin de satisfacer las necesidades fluctuantes de electricidad, ya que no se encuentran siempre disponibles.

## 7.4 Efectos regionales

Además de lo señalado, el costo por transmisión de electricidad por las redes de alta tensión debe considerarse, ya que tiene efectos regionales en la distribución geográfica de las centrales de generación de electricidad a partir de fuentes limpias, es decir, además de los costos por generar electricidad, se debe analizar el efecto de llevar esta energía hasta los centros de consumo, mediante los sistemas de transmisión, distribución y suministro.

Bajo este contexto, los Precios Marginales Locales (PML) tienen una importancia particular, pues representan los costos variables de la central eléctrica que tiene los costos marginales más altos de despacho en un período determinado, sujeto a que la demanda sea garantizada y a restricciones técnicas del sistema. Este PML debe ser retribuido a las centrales despachadas a cada momento.

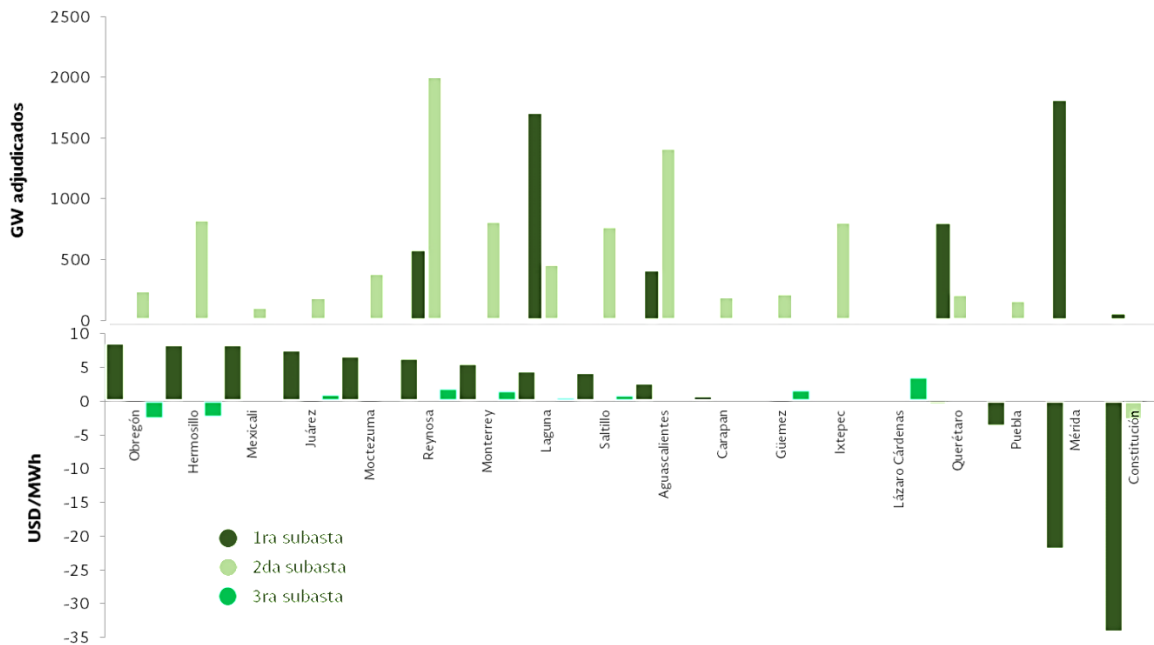
El aspecto relevante es que los PML son resultado de la interacción entre la oferta y la demanda, ya que tienen tres componentes: energía, congestión y pérdidas. En este sentido, la consideración de este aspecto en el diseño de las subastas ha sido determinante en las ofertas de



compra recibidas, ya que las propuestas consideran al valor de los precios marginales para cada nodo como un aspecto determinante en la estimación de sus ingresos.

En la primera subasta se incorporó el instrumento de *diferencias esperadas*, el cual se refiere a un ajuste en el valor de los PML con el fin de que el precio ajustado se acerque más a un precio de mercado, en lugar de reflejar condiciones meramente técnicas. Mediante este instrumento se buscó asignar a la energía eléctrica un valor que respondiera a condiciones de mercado y competencia a nivel regional, así como señales de escasez en cuanto a capacidad. En esta subasta<sup>46</sup>, a la región de Mérida se le asignó una diferencia esperada de -21.98 USD/MWh, en La Paz, Baja California Sur, fue de -34.28 USD MWh, mientras que en San Luis Potosí fue de 10.67 USD/MWh.

**Figura 25.** Energía adjudicada y diferencias esperadas de las subastas eléctricas.



Fuente: INECC, elaboración propia con datos de CENACE sobre los resultados de la primera y segunda subastas de 2016.

Lo anterior tiene importantes repercusiones en las ofertas, ya que, por ejemplo, Mérida y La Paz tendrían un incentivo para recibir ofertas a menor costo, mientras que, para San Luis Potosí, las ofertas tendrían una penalización. El ajuste tiene el objetivo de que las ofertas reflejen el valor que tiene para el comprador de energía eléctrica de acuerdo con su región. La Figura 25 muestra la relación entre la energía adjudicada y las diferencias esperadas para algunas regiones. El caso más ilustrativo es el de Mérida, pues se le asignó la segunda diferencia esperada más alta, con la segunda mayor energía adjudicada. Si bien, no se observa una correlación directa entre ambas variables,

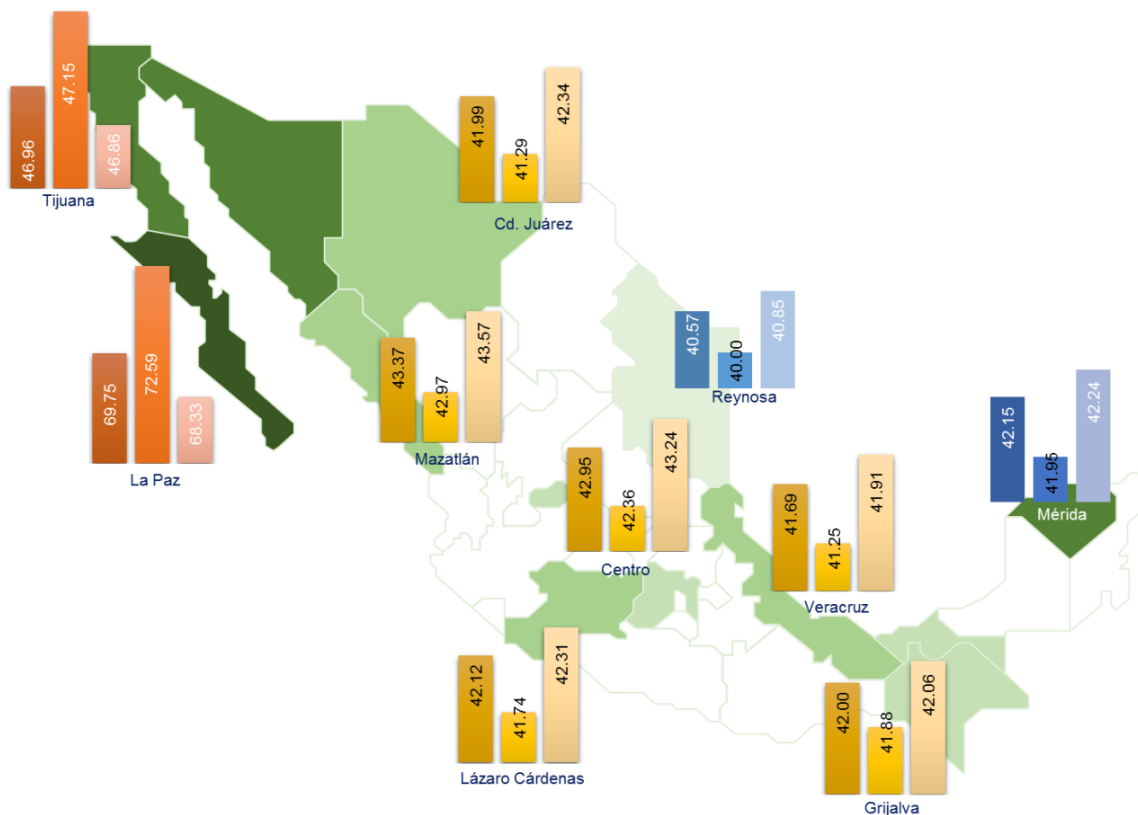
<sup>46</sup> Toda la información de las subastas puede consultarse en la página de CENACE: <http://www.cenace.gob.mx/Paginas/Publicas/MercadoOperacion/SubastasLP.aspx>

puede observarse el éxito en sólo algunas regiones; lo cual demuestra también que las ofertas, además de los PML, consideran otras variables como el tamaño de mercado, disponibilidad de los recursos, precios, etc.

En cambio, durante la segunda subasta, el rango de las diferencias esperadas estuvo mucho más acotado, ubicándose entre -0.6 a 0.6 USD/MWh. Lo cual hizo que las variables determinantes para las ofertas fueran, entre otros, los costos de inversión, lo que ocasionó que se adjudicaran en nuevas zonas de generación<sup>47</sup>.

Para la tercera subasta, la cual se encuentra en proceso, las diferencias esperadas se encuentran entre un valor de -2.9 USD/MWh en Los Mochis, a 3.58 USD/MWh en Lázaro Cárdenas.

**Figura 26.** Distribución regional de algunos valores esperados en la segunda subasta.



Fuente: INECC, elaboración propia con datos de CENACE durante la segunda subasta eléctrica de 2016.

Si bien, las diferencias esperadas nunca se han conceptualizado como un instrumento económico, su efectividad, mediante señales de precios, ha tenido un efecto directo en la asignación de recursos hacia la generación eléctrica y energías limpias, lo cual puede observarse en los

<sup>47</sup> En la primera subasta se asignaron a 5 nuevas zonas de generación, mientras que en la segunda se adjudicaron a 14.

resultados de la primera subasta para el caso de Mérida, en donde la diferencia esperada fue de - 21.98 USD/MWh, con 1,819 MWh adjudicados.

En términos económicos, lo anterior fomenta la eficiencia, ya que el PML, entendido como el costo variable de la última central eléctrica en ser despachada en un nodo determinado, indica que las centrales generadoras más eficientes tendrán preferencia en el despacho, frente a las menos eficientes.

## 7.5 Efectividad

La instrumentación del mercado de CEL a partir del siguiente año presenta múltiples retos para un funcionamiento adecuado, los cuales van desde aspectos de diseño y seguimiento del sistema de gestión de CEL, los arreglos institucionales y, por supuesto, de los aspectos de mercado que aseguren su funcionamiento. En los siguientes párrafos se resumen algunos de los principales aspectos a los que se deberá dar seguimiento con el fin de identificar las barreras para alcanzar un sistema efectivo. En síntesis, con el fin de que el mercado de CEL funcione adecuadamente, se requerirá de:

- a) Suficientes oferentes y demandantes, con el fin de evitar que un participante individual tenga un poder significativo en el precio y que se asegure liquidez. En este sentido, la supervisión del mercado, en especial la de CFE, será crucial para evitar prácticas anticompetitivas.
- b) Transparencia en el mercado y acceso equitativo a información relevante para todos los participantes, en especial, para los sujetos obligados, por el lado de la demanda (los suministradores calificados, los suministradores y los titulares de contratos de interconexión legados). Para ello, la CRE emitirá y administrará los CEL mediante un sistema de gestión de certificados y cumplimiento de obligaciones de fuentes limpias, el cual registrará la información en cuanto al consumo y generación de electricidad; la emisión, las transacciones, la liquidación y la cancelación voluntaria de CEL, así como el cumplimiento de las obligaciones.
- c) Eliminación de barreras de entrada y costos de transacción insignificantes. El sistema de gestión de CEL intenta hacer eficientes las transacciones de certificados mediante una plataforma electrónica, de manera que los participantes del mercado puedan llevar a cabo sus operaciones en línea, así como tener un control de sus transacciones.

## 7.6 Sensibilidad

El análisis de la sensibilidad del mercado, con respecto al precio de los CEL, es difícil de estimar al momento debido a que el sistema aún no opera y no existen datos para poder llevar a cabo una evaluación cualitativa. Ésta debería incluir el análisis de la respuesta de los participantes ante diferentes precios, la confianza en los sistemas de gestión, las perspectivas de los precios en el largo plazo, la continuidad ante cambios políticos, etc.

Sin embargo, en las siguientes líneas se analizará el problema mediante la elaboración de algunos escenarios posibles. El análisis se restringirá a aspectos económicos, particularmente en el análisis marginal de los precios (Schaeffer, Boots, Martens, & Voogt, 1999), que puede proporcionar algunos elementos relevantes que deberán considerarse al inicio de operaciones del sistema.

En primer lugar, se consideran las metas establecidas en los próximos años, tal como se muestran en la Figura 12. Si la capacidad instalada es suficiente para alcanzar la meta, la competencia entre los generadores se dará mediante el precio marginal, aquel generador que pueda producir al menor precio marginal elevará su competitividad al poder colocar CEL a un menor costo. Los resultados de las subastas han dado una señal de la tendencia de los precios en el largo plazo, pero también permite que los nuevos proyectos de generación *limpia* se evalúen de manera más realista e incentiven a los generadores más eficientes a participar en el mercado.

Si se considera el escenario opuesto en el que la capacidad instalada es menor que la meta, y por lo tanto la cantidad de CEL no será suficiente para alcanzarlas, el precio de equilibrio se incrementará debido a que la oferta es inelástica<sup>48</sup>. No obstante, esto estimula a los generadores a invertir en tecnologías que aprovechan fuentes limpias, pues el alto precio de los CEL proporciona un incentivo mayor. Además, el sistema de CEL posee el mecanismo de diferimiento hasta por dos años, en un escenario de escasez o altos precios, los sujetos obligados (demandantes) pueden posponer su cumplimiento, lo que desplaza la curva de demanda con el consecuente resultado de menores precios. El plazo máximo de diferimiento también funciona para evitar distorsiones en el mercado, pues tendría incentivos perversos de diferir la obligación en el largo plazo. También debe considerarse la penalización por incumplimiento, la cual debe ser lo suficientemente alta para desincentivarlo.

Por último, en el caso de sobrecapacidad, la oferta es mayor que la demanda, lo que ocasiona presión a los generadores para ofrecer precios muy bajos, desincentivando con ello la inversión en energías limpias. No obstante, el incremento en las metas anuales puede dar la señal de que esta situación mejorará en los siguientes años, por lo que el precio podría equilibrarse ante las señales de mayor demanda.

En términos generales, el mercado de los CEL se caracteriza por una oferta inelástica en el corto y mediano plazos, así como una demanda creciente. Este arreglo provoca alta volatilidad de los precios, a menos que se generen los mecanismos que lo eviten. En este sentido, el diseño del esquema de intercambio de los certificados ha generado diversos arreglos que facilitan relativa estabilidad en los precios. Como se mencionó, los resultados de las subastas tienen el efecto de estabilizar el mercado, ya que pueden preverse, en cierto grado, los precios en el largo plazo. La posibilidad de diferimiento y las sanciones por incumplimiento previenen comportamientos distorsionadores, tales como el acaparamiento, dándole mayor dinámica a los mercados, especialmente en los mercados a corto plazo.

---

<sup>48</sup> La estructura de costos de las tecnologías de energía renovable está caracterizada por altos costos fijos y bajos costos variables, por lo que una vez en funcionamiento, estos sistemas producirán energía constante; sin embargo, incrementar la generación es muy difícil, al menos en el corto plazo. Por lo que la oferta resulta ser inelástica.

## 8 Utilización de otros instrumentos en el contexto mexicano: experiencias y propuestas

### 8.1 Introducción

La propuesta de utilización de instrumentos económicos en el contexto mexicano es un asunto complejo y no puede restringirse al uso de uno solo, o a una simple combinación de varios de ellos, ya que requiere del análisis de experiencias internacionales para poder identificar barreras y oportunidades en su aplicación. Esto podría proporcionarnos algunos indicios de los aspectos que se deberán tomar en cuenta en el diseño, instrumentación y supervisión de los mecanismos planteados en el país.

En las siguientes secciones abordaremos este problema desde tres enfoques básicos: a) la experiencia internacional; b) la vinculación entre instrumentos; y c) los mecanismos complementarios. En el primer caso, la práctica internacional nos permitirá identificar aquellos aspectos que han sido determinantes en el éxito de la instrumentación de esquemas, tales como los certificados de energía limpia y mecanismos de intercambio de emisiones; la segunda parte nos mostrará los aspectos relevantes para alcanzar una vinculación adecuada entre los instrumentos; y, finalmente, alguna propuesta de instrumentos complementarios que sirvan para apuntalar los mecanismos adicionales.

Se consideran sólo algunos de los instrumentos que, en el contexto actual mexicano, podrían servir para alcanzar las metas de reducción de emisiones. Por ejemplo, ya no se consideran instrumentos como los *feed-in tariffs*<sup>49</sup>, que en su momento fueron muy exitosos, pues existían costos de energías renovables muy altos. Por el contrario, en una situación de precios de la energía limpia decrecientes, con reformas estructurales en el sector eléctrico, y el establecimiento de un mercado de emisiones con dinámica propia, hay pocas alternativas. En su lugar, se proponen algunos mecanismos complementarios que apuntalen estos instrumentos para alcanzar las metas comprometidas por México.

A pesar de lo anterior, una de las principales conclusiones del trabajo se refiere a la estructura institucional, que es determinante para el funcionamiento y vinculación de los sistemas que iniciarán operaciones en los próximos años en nuestro país.

---

<sup>49</sup> El *feed-in tariff* es un instrumento normativo que impulsa el desarrollo de las Energías Renovables No Convencionales, mediante el establecimiento de una tarifa especial, premio o sobre precio, por unidad de energía eléctrica inyectada a la red por unidad de generación ERNC. Es decir, interviene el precio que es recibido por el generador ERNC, obteniendo éste actor, claridad sobre el precio mínimo que le será pagado por concepto de electricidad (Central energía, 2010).

## 8.2 Experiencias internacionales

### 8.2.1 Australia

Este caso resulta de particular relevancia debido a las múltiples reacciones de los sectores económico, político y social, que ha suscitado la aplicación de instrumentos económicos relacionados con el cambio climático, en especial, en el sector eléctrico. Lo anterior resulta interesante en muchos sentidos, especialmente las lecciones que el caso australiano puede aportar en el diseño de estos mecanismos en México.

En 2012, el Partido Laborista introdujo el primer impuesto al carbono (*Carbon Price Mechanism*) mediante la Ley de Energía Limpia (*Clean Energy Act*)<sup>50</sup>. A este mecanismo se le denominó *Carbon Pollution Reduction Scheme* y entró en vigor el primero de julio de 2011. Este esquema asentó el precio del carbono en 23 dólares australianos (AUD) por tonelada, el cual, en un inicio, fue fijo. En aquel momento se planteó que éste transitaría a un diseño de flotación bajo un programa de intercambio de emisiones (*ETS*), después de tres años.

Durante los primeros dos años de su funcionamiento, la Agencia Australiana Reguladora de Energía (AER) reportó la reducción de 16 por ciento de la generación eléctrica a partir de carbón, lo cual llevó a la reducción de 10.3 por ciento de las emisiones del sector eléctrico.

No obstante, este esquema se abrogó<sup>51</sup> en julio de 2014, después de la llegada de la Coalición Liberal/Nacional. En su lugar, se conformó el Fondo de Reducción de Emisiones (ERF, por su acrónimo en inglés), aunque el sector eléctrico no participó en las primeras fases de éste. Un año después, las emisiones se incrementaron en 4.3 por ciento (AER, 2015).

Esta situación generó incertidumbre, particularmente en el sector de generación de energía eléctrica, tanto en aspectos regulatorios como de política pública. A la par, los gobiernos federales también impulsaron legislación sobre cambio climático y energías renovables, para contrarrestar la ausencia de acción del gobierno federal (*Commonwealth Government*). Lo cual ocasionó un enfoque fragmentado con duplicidades regulatorias. Por ejemplo, *South Australia* y *Queensland* establecieron la meta de 50 por ciento de renovables para 2025, en tanto que Victoria estableció un 40 por ciento. No obstante, Australia en su conjunto estableció el objetivo de reducir sus emisiones de 26 a 28 por ciento de su línea base de 2005 en 2030, como parte de sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND), ratificadas en noviembre de 2016 (CCA, 2016).

Desde entonces, múltiples actores han solicitado la reintroducción del impuesto al carbono o un esquema de intercambio de emisiones; sin embargo, no han tenido respuesta del gobierno federal, a pesar de que sin estos instrumentos económicos será muy difícil alcanzar las metas antes señaladas (Lincoln, Crossley, Connor, Park, & Shaw-Hughes, 2017).

Por ahora, Australia cuenta con dos instrumentos: el Fondo de Reducción de Emisiones y la Meta de Energía Renovable. En cuanto al primero, éste se estableció en 2014 mediante las modificaciones a la *Carbon Credits Act*. Se trata de un esquema voluntario cuyo objetivo es

<sup>50</sup> Disponible en [www.legislation.gov.au/Details/C2013C00372](http://www.legislation.gov.au/Details/C2013C00372)

<sup>51</sup> Disponible en [www.legislation.gov.au/Details/C2016C00166](http://www.legislation.gov.au/Details/C2016C00166)

establecer los incentivos para la adopción de nuevas prácticas y tecnologías que reduzcan las emisiones, con el fin de que el país alcance las metas de reducción de 5 por ciento por debajo de los niveles del año 2000, establecidos en el segundo período de obligaciones del Protocolo de Kyoto.

Este mecanismo cuenta con tres elementos: crédito, compra y un mecanismo de salvaguarda. Los participantes pueden obtener una unidad de crédito de carbono (ACCU) por cada tonelada de carbono almacenada o evitada por algún proyecto que cumpla con ciertas características, en los sectores de agricultura, transporte, petróleo y gas. El gobierno federal ha destinado 2,550 millones de AUD para la compra de ACCU.

Cualquiera de estos proyectos puede participar en un proceso de subasta, instrumentado por el Regulador de Energía Limpia. A los ganadores se les otorga un contrato de abatimiento de carbono con una duración de diez años, mediante el cual el gobierno compra los ACCU generados por el proyecto. Hasta el momento, se han llevado a cabo tres rondas, que en conjunto suman 143 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (MtCO<sub>2</sub>e), a un precio promedio de 12.10 AUD por tonelada y un monto de 1,700 millones de AUD<sup>52</sup>.

El mecanismo de salvaguarda está diseñado para garantizar que la reducción de emisiones comercializadas mediante el Fondo no sea cancelada por incrementos en las emisiones en la economía en su conjunto. Para cumplir esta obligación, el responsable puede asegurar que las emisiones no sobrepasen una determinada línea base, generar sus propios ACCU en el marco del Fondo o comprar ACCU en el mercado secundario (Lincoln *et al.*, 2017). Por otra parte, las metas de energía renovable complementan al Fondo, pues los participantes pueden comprar certificados de energía renovable para cumplir sus obligaciones en el mismo.

La utilización de ambos mecanismos parece suavizar el impacto por la derogación del impuesto al carbono. Sin embargo, aún es pronto para evaluar su impacto en el sector eléctrico.

### 8.2.2 Corea del Sur

La relevancia de Corea del Sur es su similitud con México en términos del tamaño de la economía y de su matriz energética. Además del reciente esfuerzo por establecer un programa de intercambio de emisiones.

En 2012, se promulgó la Ley de Asignación e Intercambio de Permisos de Emisiones de Efecto Invernadero, la cual estableció un esquema de intercambio de emisiones (ETS), el cual fue el primer programa de este tipo en Asia. Este mecanismo inició operaciones el primero de enero de 2015, después de dos años de retraso por el cabildeo de la industria. El ETS cubre a cerca de 25 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año, lo que representa a más de los 500 grandes emisores, que conforman 68 por ciento de las emisiones nacionales (EDF, 2016).

En un inicio, el Ministerio de Medio Ambiente era la única autoridad para administrar el programa, lo que incluía la planeación de la asignación, establecimiento del alcance, determinación de los permisos, registro, certificación, sanciones y análisis. No obstante, en febrero de 2016, el

<sup>52</sup> Ver [www.cleanenergyregulator.gov.au/ERF/Auctions-results/april-2016](http://www.cleanenergyregulator.gov.au/ERF/Auctions-results/april-2016)

gobierno determinó que la instrumentación sería llevada a cabo por el Ministerio de Estrategia y Finanzas.

El gobierno estableció las metas de reducción para diferentes periodos: 2015 a 2017, 2018 a 2020 y 2021 a 2025. En la primera fase, todos los permisos fueron otorgados sin costo, 97 por ciento en el segundo período y menos del 90 por ciento en el tercer período. El resto se asignará mediante subastas. Con el fin de suavizar el impacto en la competitividad de las empresas intensivas en combustibles fósiles y expuestas al comercio internacional, la asignación de los permisos se mantendrá en un 100 por ciento sin costo (EDF, 2016).

Adicionalmente, el mecanismo incluye créditos, limitados a un 10 por ciento de todos los permisos, mientras que los *offsets* también son permitidos en este porcentaje y a partir de la tercera fase, éstos se permitirán más allá de las fronteras nacionales. Durante el primer año de operaciones se reportaron transacciones por 542.6 MtCO<sub>2e</sub>; lo que representó 6.1 millones de toneladas menos que el límite impuesto por el gobierno, lo cual sugirió una sobre-asignación en la primera fase (Lincoln, Crossley, Connor, Park, & Shaw-Hughes, 2017).

Por otro lado, el gobierno sustituyó el esquema de *feed-in tariffs* por certificados de energía renovable (*renewable portfolio standard*), en 2012. Bajo este mecanismo, el gobierno obliga a los grandes generadores (mayores a 500MW de capacidad), a incrementar la proporción de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica. Al inicio, se estableció una meta de 2 por ciento de la electricidad en 2012, incrementándose a 10 por ciento en 2022. No obstante, las metas se revisan y ajustan cada tres años. En este año, el objetivo de 10 por ciento se desplazó a 2024. Dentro de este esquema, el gobierno fijó la participación de la energía fotovoltaica para cada año. Después de alcanzar 1,971 GWh, el gobierno concluyó con estos objetivos específicos (EDF, 2016).

Para lograr las metas, las compañías pueden invertir en energías renovables o adquirir certificados. Las empresas que no cumplan con sus obligaciones, deberán pagar hasta un 50 por ciento del valor de los certificados por incumplimiento.

De acuerdo con Lincoln *et al.* (2017), hasta el momento, el impacto del ETS en el sector eléctrico ha sido limitado, lo cual se explica por la alta regulación que el Estado mantiene sobre los precios de la electricidad a los usuarios finales, que los mantiene artificialmente bajos en comparación con la media internacional. Lo que ha dado como resultado el crecimiento constante del consumo de electricidad durante los últimos años, además de que la planeación del sector eléctrico no ha sido congruente con los objetivos de cambio climático establecidos por el gobierno coreano.

En la operación del sistema eléctrico, el despacho se basa en el criterio del costo variable más bajo, lo que hace que las plantas con base en combustibles de menor contenido de carbono no puedan competir con aquellas que utilizan carbón. Por lo que las plantas que utilizan gas, sólo pueden utilizarse durante las horas pico.

No obstante, se han introducido cambios en 2017 en la Ley de la Industria Eléctrica, mediante la cual se obliga a considerar aspectos de impacto ambiental y salud pública en la operación y planeación del sistema eléctrico. Estas modificaciones podrían cambiar el impacto del sector eléctrico que, junto con el sistema de certificados y ETS, deberán incrementar la aportación de reducción de emisiones en todo el sector eléctrico coreano.



### 8.2.3 Fondo de tecnología verde

La utilización de fondos que fomenten el uso de tecnologías limpias puede tener un papel catalizador para financiar proyectos bajos en carbono y, sobre todo, familiarizar a los inversionistas con este tipo de proyectos. En el caso de México se han utilizado diversos fondos. Un ejemplo es el *Clean Technology Fund* (CTF). En 2010 el CTF aportó 45 millones de dólares, que junto con financiamiento aportado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la *International Finance Corporation* (IFC), lograron el desarrollo de dos proyectos de energía eólica en Oaxaca, con una capacidad de 67.5 MW y 250 MW.

Además, el financiamiento movilizó recursos por más de 500 millones de dólares para promover la comercialización de energía (CIF, 2014), lo cual promovió también proyectos con recursos del CTF en condiciones comerciales, sin necesidad de condiciones concesionarias. Sus esfuerzos se enfocaron, en adelante, en movilizar recursos hacia el sector solar (CIF, 2014).

Estos fondos también han sido exitosos en Chile, en donde la Agencia de Desarrollo otorgó préstamos a bajo interés, para la inversión que condujo a la construcción de más de 80 MW de energía renovable mediante el apoyo a 14 empresas. Sin embargo, de acuerdo con World Bank, Ecofys & Vivid Economics (2016), el uso de financiamiento concesional puede ser poderoso, pero tiene el riesgo de atraer demasiadas finanzas privadas, haciéndolas menos efectivas, por lo que estos esquemas deben planearse para minimizar este riesgo.

## 8.3 Vinculación con otros instrumentos

A lo largo de este trabajo se han considerado distintos instrumentos utilizados en los sectores ambiental y energético. Su análisis se ha hecho de una manera simplificada y esquemática para mostrar sus principales características y potenciales; dicho de otro modo, se han considerado desde una perspectiva aislada, como si no existiera interacción con otras políticas e instrumentos. No obstante, en un contexto real, existen múltiples efectos en ambos sentidos entre diversos instrumentos pues, por un lado, pueden reforzarse mutuamente pero, por otro, también anular su efectividad o incluso tener efectos negativos, lo cual podría resultar en elevar los costos y eliminar los beneficios. De ahí la relevancia de un diseño adecuado que permita evitar distorsiones entre distintas políticas.

La vinculación entre diferentes instrumentos económicos ocurre a distintos niveles y grados de interacción. Duval (2008) considera que la interacción puede presentarse en forma de a) traslape entre políticas e instrumentos; b) interacciones indirectas; y c) interacciones en el intercambio. Además, considera que la utilización de varios instrumentos se justifica si cada uno de ellos tiene fines distintos. Esto hace que se minimice el riesgo de pérdida de flexibilidad y elevados costos administrativos.

A nivel mundial, la utilización de diversos instrumentos ha sido producto de una evolución que enfrenta día a día cambios en el contexto ambiental y energético, en lugar de ser resultado de un proceso coherente de diseño de política pública. De acuerdo con Hood (2011), entre los ejemplos de instrumentos que pueden reforzarse mutuamente, están los de etiquetado de eficiencia

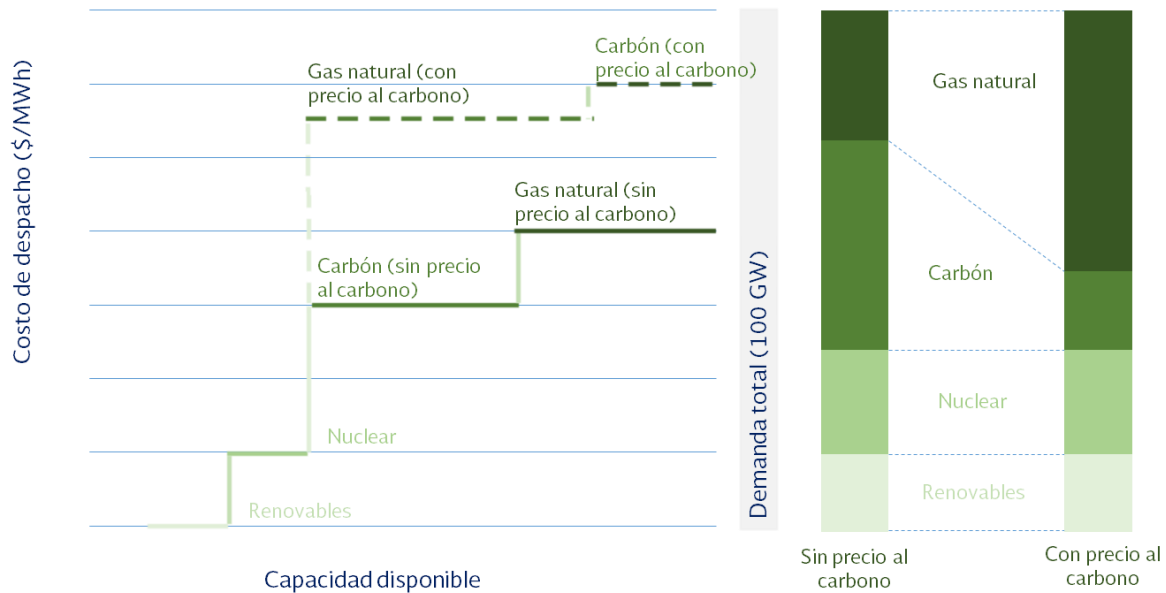
energética e impuesto al carbono, cuyos efectos se apuntalan el uno al otro; otro ejemplo está en los instrumentos que abordan la misma externalidad, pero que al abordar diferentes grupos pueden incrementar su eficiencia, pero no su efectividad; por ejemplo, el esquema de intercambio de emisiones y políticas de eficiencia energética.

De particular relevancia para el país, es la interacción entre políticas que fijan un límite en las emisiones (*cap*) con políticas de eficiencia energética, y las de promoción de energías limpias. En primer lugar, su combinación no reducirá las emisiones por debajo del límite establecido, al menos en el corto plazo. De acuerdo con la OCDE (2007), esto sucede debido a que cualquier reducción generada por políticas adicionales, simplemente ocasionaría el incremento en otro sector de la industria. Dicho de otro modo, su combinación mejoraría su costo-efectividad, pero no la reducción de emisiones.

Por otro lado, si se considera el impacto del precio al carbono en la operación del sistema eléctrico, se debe analizar su efecto en el despacho. Para ello, en la Figura 27 puede observarse el impacto del precio de carbono en el orden de mérito. El efecto se observa para aquellas tecnologías que utilizan combustibles fósiles, lo que desplaza a los combustibles más contaminantes a los últimos lugares en el despacho como, por ejemplo, el carbón (World Bank, Ecofys & Vivid Economics, 2016). Al instrumentarse un precio adecuado al carbono, el precio del carbón mineral se incrementa significativamente, lo que ocasiona que el orden del despacho se modifique. De manera que, en relación con el gas natural, el carbón se vuelve más caro, y éste se va a los últimos lugares en el despacho.

Como puede observarse, las tecnologías limpias no se ven afectadas en su orden de mérito, ya que éstas no son despachables debido a su característica de intermitencia, en otras palabras, una vez que empieza a generarse energía eléctrica por medio de tecnologías con base en fuentes limpias, éstas son despachadas inmediatamente. Así, desde un punto de vista meramente técnico-económico (despacho), las energías limpias intermitentes no se ven afectadas por un precio al carbono.

**Figura 27.** Curvas de despacho hipotéticas, con y sin precio al carbono.



Fuente: adaptado de Kaufman, Obeiter, & Krause, 2016.

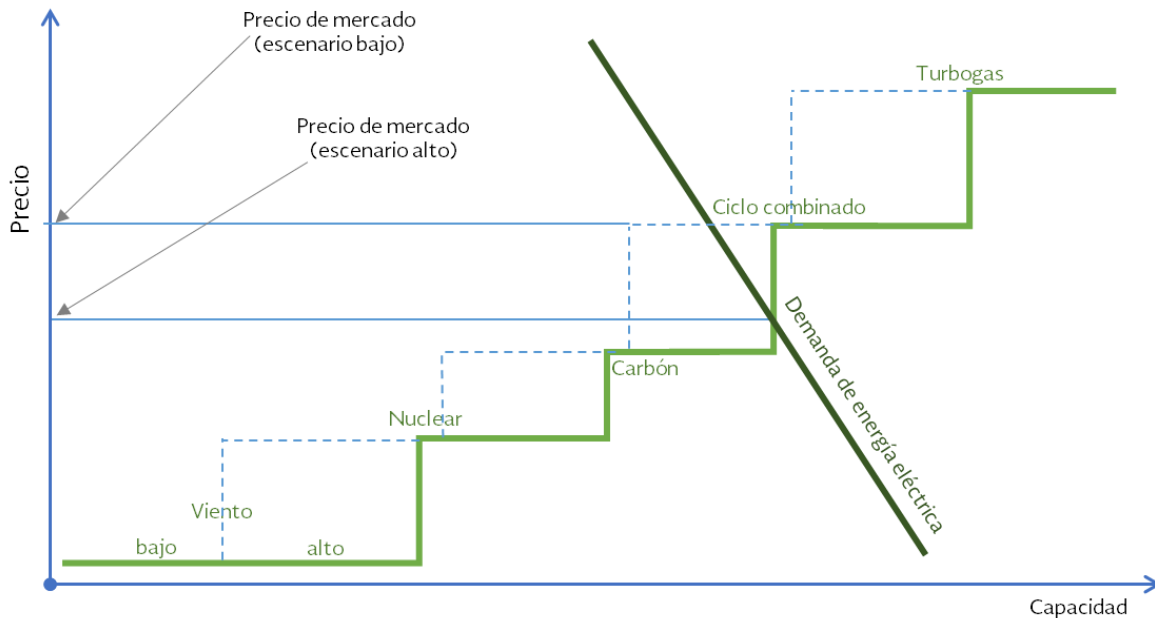
Por otra parte, la vinculación entre los CEL y el mercado de emisiones debe también analizarse con detenimiento. Si se instrumenta un mercado de carbono junto con un esquema de certificados, su diseño deberá incluir mecanismos que permitan reforzar mutuamente estos esquemas en cuanto a estabilidad de precios<sup>53</sup>. De otra forma, podrían entrar en competencia entre ambos y generar distorsiones hacia el interior de cada sistema.

La vinculación de mercados de carbono podría generar beneficios desde el punto de vista de costos agregados de cumplimiento, pues permite que ambos sistemas puedan comerciar derechos de emisiones, lo que contribuye con la estabilidad de precios, liquidez y profundidad del mercado<sup>54</sup>.

<sup>53</sup> Por ejemplo, en el caso de que las asignaciones iniciales sean subastadas, algunos de los ingresos podrían ser utilizados para contrarrestar el costo incremental para los oferentes de fuentes renovables de energía en la subasta, lo cual reduciría el sobrecargo a los consumidores Hood (2011) y Parry, Williams, & Goulder (1999).

<sup>54</sup> Debido a que los choques se distribuyen en un mayor número de participantes.

**Figura 28.** Efecto en el precio de la energía eléctrica del incremento de la generación mediante fuentes de energía limpia.



Fuente: adaptado de Hood, 2011.

En cuanto al precio final de la energía eléctrica, es necesario distinguir sus efectos inmediatos de aquellos de mediano y largo plazos. El resultado a corto plazo se discutió brevemente en la sección 4.1 mediante la Figura 4, en la que se señaló que el efecto inmediato del precio al carbono es un incremento en los precios de la energía; no obstante, en el mediano y largo plazo, al incrementarse la generación eléctrica mediante tecnologías *limpias*, debido a que se vuelven más competitivas por el uso de instrumentos como los CEL, el efecto es la reducción en los precios de la electricidad, tal como se muestra en la Figura 28. El efecto final dependerá de la matriz energética, así como del volumen de CEL y emisiones intercambiados en el mercado respectivo.

A pesar de ello, para que la vinculación de sistemas funcione, se requiere de una gran coordinación. En general, es importante analizar la vinculación con sistemas socioeconómicos similares, cuyos precios de las emisiones no difieran ampliamente. Hasta 2017, la mayoría de los sistemas conjuntos han trabajado de esta manera (PMR & ICAP, 2016).

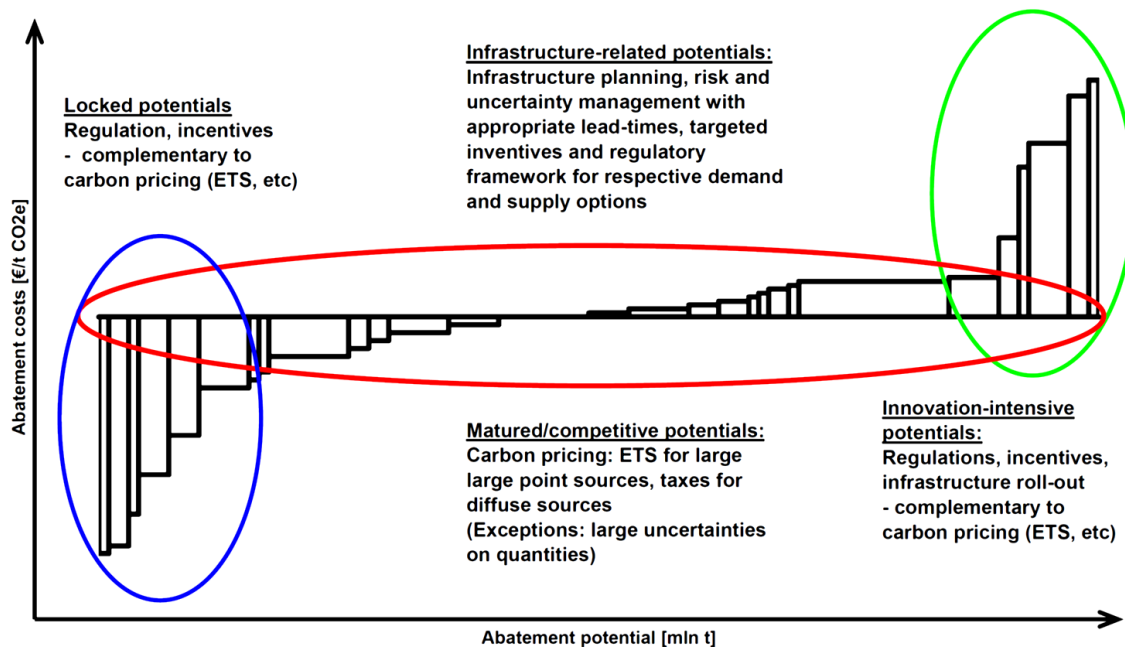
### 8.3.1 Interacción de instrumentos económicos con otras políticas energéticas.

El establecimiento de un precio al carbono, a través de instrumentos económicos, interactúa de manera directa con otras políticas, tales como las energéticas y las de corte tecnológico.

El caso particular de la interacción de un mercado de intercambio de emisiones con otras políticas, es descrito por Hood (2011). En síntesis, un mercado de emisiones y las políticas de eficiencia energética compiten en la mitigación cuando se fija un límite a la misma en el mercado. Si las políticas de eficiencia energética aportan una reducción de emisiones considerable para

alcanzar una meta de mitigación, el precio de las emisiones resultaría ser muy bajo, lo cual pondría en riesgo a este esquema, al no proveer una señal clara para la inversión en tecnologías *limpias*. De igual forma, si las políticas de eficiencia energética aportan muy poco a la meta de mitigación, esto ocasionará altos precios de las emisiones.

**Figura 29.** Clasificación esquemática de los potenciales de mitigación.



Fuente: Matthes, 2010.

Otro aspecto importante se refiere al uso de los ingresos del mercado de emisiones. La utilización dependerá de los objetivos de política nacional. En general, los ingresos pueden usarse para disminuir los impuestos, utilizarse en otros sectores no cubiertos por el mercado de carbono, o bien, dirigirse hacia la compensación de consecuencias negativas ocasionadas por la instrumentación del mercado.

Si se buscan múltiples objetivos, puede justificarse la utilización de diversos instrumentos; sin embargo, si se plantean políticas energéticas que tienen el mismo fin, éstas podrían ser redundantes e ir en contra de la *costo-eficiencia* para reducir las emisiones. Sin embargo, el diseño de una política con múltiples instrumentos no es sencillo y, en general, debe adaptarse a las condiciones de cada país. Entre los aspectos a considerar se encuentran el marco regulatorio, la factibilidad política, la existencia de políticas de subsidios a la energía y, en especial, su contribución, o su contradicción, con objetivos de política tales como la reducción de pobreza, el impulso industrial y la autosuficiencia energética, entre otros.

## 8.4 Instrumentos potenciales en el contexto mexicano

Existen otros esquemas que, si bien no se consideran instrumentos económicos en estricto sentido, envían señales de precio que inciden indirectamente en la emisión de CO<sub>2</sub>, a través de la modificación en la eficiencia energética o de los patrones de consumo de energía eléctrica. En la siguiente sección se analizarán los esquemas de demanda controlable, que inciden directamente en el comportamiento de los consumidores finales de energía eléctrica.

### 8.4.1 Programas de demanda controlable

Estos programas también son conocidos como mecanismos de gestión activa de la demanda. Este esquema está contemplado en las Bases del Mercado (SENER, 2015), derivado de lo señalado en la LIE (2014), la cual la define como la demanda de energía eléctrica que los usuarios finales, o sus representantes, ofrecen reducir conforme a las reglas del mercado. El mecanismo de demanda controlable forma parte de los componentes del mercado eléctrico, los cuales iniciarán operación a finales de 2018. El programa, previsto en la Base 9 de las bases del mercado, se instrumentará en la primera etapa del mercado de energía de corto plazo (SENER, 2015).

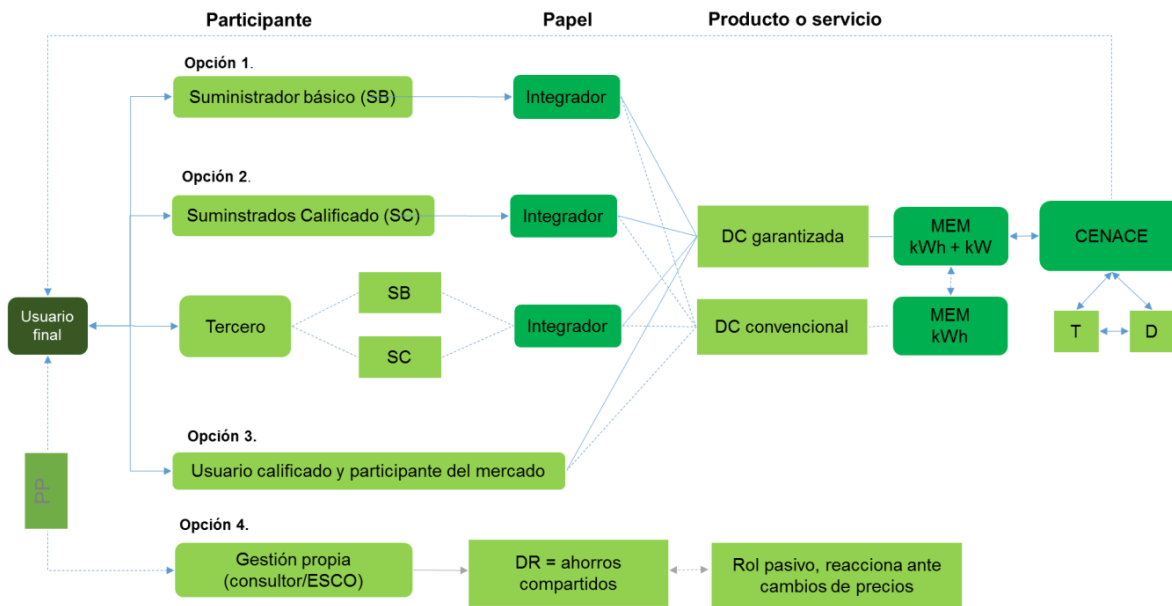
El objetivo de este esquema es incidir en la demanda de energía eléctrica a través de incentivos. La idea principal es mover la demanda en horas pico (cuando la generación eléctrica es, en general, más costosa) hacia horarios de menor demanda<sup>55</sup>. La gestión de la demanda no sólo incide en los costos, sino que tiene el potencial de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, pues traslada la generación de electricidad desde centrales utilizadas como reserva de capacidad, hacia momentos en que la proporción de fuentes renovables podría ser mayor en la generación eléctrica<sup>56</sup>. Es decir, los esquemas de demanda controlable también tienen el potencial de integrar fuentes renovables intermitentes.

---

<sup>55</sup> En los esquemas de demanda controlable, comúnmente se especifica qué procesos o aparatos entran en el programa. No obstante, existen también otros esquemas en los que, a través de sistemas de medición inteligentes, se muestra en tiempo real el costo de la energía, desincentivando con ello el uso de ciertas tecnologías cuando es mayor su costo de generación. La utilización de este esquema, en combinación con sistemas de almacenamiento, impulsaría el uso de fuentes renovables de energía y disminuiría el costo de la energía, al reducir los requerimientos de capacidad para todo el sistema eléctrico en su conjunto.

<sup>56</sup> El potencial de mitigación depende del portafolio de generación que se tiene durante las horas pico.

**Figura 30.** Diagrama esquemático del funcionamiento del mecanismo de demanda controlable en México de acuerdo con la LIE.



Fuente: INECC, elaboración propia de acuerdo con el esquema planteado en las Bases del Mercado (SENER, 2015).

Las reducciones en la demanda del usuario final se pueden hacer a través de diversos agentes. Las opciones 1 y 2, de la Figura 30, se realizan a través de un suministrador, que puede ser básico para los pequeños usuarios, o calificado para grandes consumidores. Cada uno de los usuarios firma un contrato, en el que se compromete a reducir su demanda cuando el suministrador lo indique. En estos casos, el suministrador es un agente que agrega todas las reducciones de demanda de sus clientes, de manera que cada suministrador puede ofrecer al mercado el monto agregado de las reducciones de los mismos. A esto se le denomina demanda garantizada o convencional<sup>57</sup>, la cual es ofrecida en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Cada suministrador tiene un contrato con el CENACE, quien, en su carácter de operador del sistema eléctrico, ordena las disminuciones de demanda a cada suministrador, con base en el contrato acordado por ambas partes. Finalmente, CENACE es quien considera estas reducciones para su planeación en la generación, transmisión y distribución.

Las opciones 3 y 4 funcionan bajo el mismo esquema, pero sin un intermediario integrador, esto es, la reducción de demanda no se hace mediante un suministrador, sino que se ofrecen directamente en el mercado. La opción 4 se diferencia de la opción 3 en que la gestión de la demanda lo hace a través de una empresa especializada, como por ejemplo una ESCO (*Energy Service Company*). En todos estos casos, los usuarios reciben un pago, convenido en los contratos, por una reducción de su consumo en los periodos estipulados.

<sup>57</sup> Para mayor detalle, véase Sener (2015).

Estos esquemas tienen múltiples variantes, desde aquellos en los que el usuario determina si disminuye o no su demanda, hasta aquellos en los que, de forma remota, sus equipos son apagados por el operador del sistema. También existen esquemas en los que, a través de tarifas horarias y con medidores inteligentes, el usuario, a través de señales de precios de la electricidad, decide o no disminuir su demanda, lo que se reflejaría en una menor factura eléctrica.

En cuanto a la contribución a la mitigación de emisiones del esquema de demanda controlable, hay relativamente pocos estudios que lo analicen (FERC, 2009). La razón es que el objetivo primordial es disminuir los costos del sistema eléctrico en su conjunto y no alcanzar metas ambientales. Sin embargo, este esquema tiene el potencial de contribuir a la reducción de emisiones al aumentar la eficiencia energética del sistema. La *Federal Energy Regulatory Commission* (FERC), ha reportado reducciones en el consumo de energía entre 4 y 11 por ciento en Estados Unidos, no sólo en las horas pico, sino en el total del sistema. De manera que esta tecnología tiene el potencial de reducir las emisiones.

En el contexto actual, el efecto de las energías renovables es incierto, ya que los períodos de horas pico no coinciden con las horas en las que las energías limpias alcanzan su máxima generación. Sin embargo, este esquema, junto con la expectativa de contar con sistemas de almacenamiento económicamente viables en las siguientes décadas, podría incrementar el potencial de reducción, al direccionar la oferta con energía almacenada, hacia los períodos donde no hay generación a partir de energías limpias intermitentes.

De hecho, se ha discutido la pertinencia de que la infraestructura de los esquemas de demanda controlable (medidores inteligentes), pueda ser utilizada para la gestión en los esquemas de intercambio de emisiones, ya que en algunos casos pueden servir para medir las reducciones de energía, además de que permiten una medición exacta y en tiempo real.

De manera que, una vez que en 2018 empiecen a instrumentarse estos esquemas, se requerirá de estudios que permitan analizar la complementariedad con el esquema de intercambio de emisiones y su aporte en la mitigación de las mismas, lo cual podría generar interés y encontrar sinergias entre ambos esquemas.

### 7.2.2. Subastas eléctricas

En la sección 7.2 se mencionaron las subastas como un esquema mediante el cual se brinda certidumbre en el largo plazo, lo que genera confianza en el mercado y permite su funcionamiento. En esta sección se enfatiza la característica de ser un instrumento que proporciona señales de precio, ante las cuales los participantes reaccionan y modifican sus decisiones.

En primer lugar, los resultados de las dos subastas eléctricas que se han llevado a cabo, confirmaron que las fuentes renovables de energía (principalmente solar y eólica) son una opción costo-efectiva hacia la descarbonización del sector. Este aspecto es de particular importancia, ya que además de ser una opción económicamente viable, genera beneficios adicionales, lo que facilita la aceptación de los proyectos de energía limpia en todos los niveles.

En la segunda subasta eléctrica, se asignó más de 80 por ciento de la oferta de potencia, energía y CEL, lo que equivale a cerca de 4,000 millones de dólares en inversión de proyectos de



2018 a 2021. En conjunto, corresponden a una capacidad de generación de 3,776 MW. La tecnología predominante en el mercado de potencia fue la de ciclo combinado, con 72 por ciento del total. Le siguieron la solar fotovoltaica, eólica y geotérmica, que representan 15, 11 y 2 por ciento, respectivamente (CENACE, 2016b).

Los resultados han generado confianza entre los inversionistas, al dar señales de precio de largo plazo, que genera mayor certidumbre. Estos resultados han colocado a las fuentes solar y eólica como opciones competitivas para apoyar al país a cumplir con los compromisos internacionales, así como los establecidos en la LTE (DOF, 2015) respecto a la participación de la generación mediante fuentes limpias de energía en la generación eléctrica nacional.

### 7.2.3. Generación distribuida

Uno de los factores clave es el impulso de la integración de la generación distribuida en los mercados minoristas, mediante la aplicación de una adecuada remuneración por la energía generada. Recientemente, la CRE emitió la metodología de contraprestación que aplicará el suministrador de servicios básicos por los productos que ofrezcan los generadores exentos (CRE, 2017).

Hasta antes de la reforma, aquellos usuarios que generaran energía mediante paneles solares, por ejemplo, tenían que entregar su energía excedente a la CFE. No obstante, mediante la publicación de la metodología, se generó el incentivo de producir energía eléctrica fuera de las centrales. Ahora los usuarios que entreguen energía eléctrica a la red, recibirán una contraprestación que considera el valor de la energía, así como los ahorros asociados a la misma, por ejemplo, ya no tendrá que transmitirse desde una central eléctrica.

Este esquema, al igual que la incorporación de fuentes limpias intermitentes, genera retos a la estabilidad del sistema. De manera que los usuarios puedan ajustar la dimensión de sus sistemas y no tender a sobredimensionarlos.

## 9 Conclusiones

Las metas de mitigación asumidas por México, en el marco del Acuerdo de París, requieren de esfuerzos sectoriales integrados que permitan alcanzar los objetivos al menor costo posible. En este sentido, la asignación de un precio al carbono cobra relevancia fundamental para poner al país en la senda de un desarrollo bajo en carbono, que le permita, por un lado, elevar el bienestar de la población y conservar sus ecosistemas mediante la reducción de las emisiones de GYCEI, a la vez que facilita el crecimiento económico de todos los sectores, reflejado en el incremento progresivo de los ingresos y la inversión.

La asignación de un precio al carbono requiere del uso de instrumentos económicos que den señales acerca de las mejores opciones costo-eficientes para la reducción de emisiones, que maximicen el bienestar social. La puesta en marcha de instrumentos económicos, por sí misma, no asegura este objetivo. En primer lugar, la ejecución de estos mecanismos no se da de forma aislada, sino que interactúa con otros instrumentos y políticas públicas, a veces en forma de refuerzo entre sí, aunque también cancelándose, o incluso en detrimento de las otras.

De ahí la importancia de un diseño adecuado de los instrumentos, que considere invariablemente la interacción con otras políticas públicas de mitigación o de eficiencia energética. En el contexto actual de México, este aspecto ha cobrado relevancia ante la puesta en marcha del esquema de CEL y el arranque del ejercicio de mercado del sistema de emisiones.

La instrumentación y seguimiento del esquema de CEL en 2018 será crucial para, de acuerdo con sus primeros resultados, evaluar su funcionamiento, desempeño y continuidad. La estructura institucional se ha estado diseñando desde inicios de la reforma energética, sin embargo, la forma en que los participantes respondan al mercado será determinante durante los primeros años de funcionamiento.

El ejercicio de mercado de emisiones también será un buen avance en la ejecución de instrumentos económicos utilizables para la reducción de emisiones. Hasta el momento, ha recibido buena respuesta, y al igual que el mecanismo de CEL, el ejercicio demostrará la forma en que los participantes responden ante las condiciones de mercado, y si se propicia el intercambio de manera costo eficiente.

El desempeño de ambos instrumentos permitirá la generación de información para la evaluación de su complementariedad, o bien las distorsiones que cada uno de ellos ocasiona al otro. La identificación de estas oportunidades permitirá adecuar y perfeccionar ambos mecanismos para que su desempeño, en conjunto, sea el óptimo. Lo anterior es indispensable para permitir a México alcanzar sus objetivos y colocarse en una senda de un desarrollo bajo en carbono. El reto, precisamente, radica en la integración de las políticas de CEL, los mercados de carbono, impuesto al carbono, y todas aquellas políticas que persiguen objetivos ambientales, sociales y económicos.

Dicho de otro modo, la integración de políticas, en una visión de conjunto del país, permitirá analizar los efectos adversos por la interacción entre los instrumentos. Pero a la vez, ofrecer la posibilidad de diseñar estrategias cuyo objetivo sea mitigar dichos efectos. El apuntalamiento de estas políticas, con eliminación de impuestos y la inversión generada por la puesta en marcha de

esquemas de intercambio de emisiones o CEL, será un aspecto crucial en el éxito de la puesta en marcha de estos instrumentos.

A lo largo de este documento se insistió en esta problemática. El reto es que las instituciones responsables entablen un diálogo para iniciar un proceso coordinado de evaluación de la interacción de ambos instrumentos, y se generen mecanismos para la identificación de mejoras de los mismos, que permitan su ejecución de manera óptima.

Además de los arreglos institucionales mencionados en los párrafos anteriores, se encuentran aspectos de mercado que representan verdaderos retos para el funcionamiento efectivo de los instrumentos de mercado en el país. Con respecto al impuesto al carbono, se señaló la importancia de incrementar el monto del impuesto de manera que sirva, precisamente, como un instrumento que promueva la modificación de conductas y preferencias hacia combustibles con menor contenido de carbono. El reto radica en las barreras políticas, más que en cuestiones técnicas o económicas. La experiencia internacional y los ejercicios de simulación, han demostrado que el incremento progresivo del impuesto, en conjunto con políticas fiscales, tendría poco impacto en la economía en su conjunto, pero gran impacto en la reducción de emisiones.

En cuanto al esquema de CEL, las subastas han dado certidumbre a los inversionistas, al develar las tendencias de precios en el largo plazo de la generación de energía eléctrica mediante fuentes limpias. Por un lado, confirma la tendencia global de reducción sucesiva de precios pero, por el otro, genera mayor presión al mercado para que responda ante precios muy bajos. Aquí radica el reto para el mercado de CEL, a saber, que los precios sean el resultado de políticas integradas de promoción de energías limpias, más que una tendencia del mercado global. Las adecuaciones, resultado del seguimiento del mercado, para, en su caso, corregir las posibles distorsiones, será determinante para su continuidad.

Por último, en años recientes el país se ha movido en concordancia con la tendencia mundial en el uso de instrumentos económicos para la mitigación de emisiones. El uso de instrumentos económicos, como el impuesto al carbono, los CEL y el mercado de emisiones, puede complementarse con otros instrumentos que, aunque de menor alcance, contribuyen a alcanzar las metas comprometidas por México. Ejemplos de ellos, son la utilización de fondos para la integración de energías limpias y, particularmente, el uso de mecanismos como la demanda controlable que, en lugar de enfocarse en el lado de la oferta, se orientan a la gestión de la demanda. De ahí su relevancia por utilizar estos instrumentos, contemplados inicialmente como instrumentos energéticos, pero con grandes implicaciones en lo ambiental.

A pesar de esta tendencia, la propuesta de utilización de instrumentos económicos es un asunto complejo y no puede restringirse a uno solo, o a una simple combinación de varios de ellos. El país ha echado mano de los instrumentos más importantes utilizados a nivel global. No obstante, todo parece indicar que lo realmente importante es discutir cómo integrar todos estos esfuerzos de manera que se refuercen mutuamente, más que proponer instrumentos adicionales.

Finalmente, puede concluirse que existen múltiples instrumentos utilizados en las dimensiones energética y ambiental. A pesar de ello, no existe consenso de la superioridad de alguno sobre los demás. En general, su efectividad depende del objetivo de la política pública, de la

información disponible, de la factibilidad (política, social, económica) y de los costos administrativos de su seguimiento.

En síntesis, más allá de la discusión de la vinculación entre instrumentos, el debate debe reorientarse hacia la congruencia entre objetivos energéticos y ambientales. Hasta el momento, la aplicación se ha dado de manera relativamente fragmentada. Por un lado, se percibe a los CEL como un instrumento del sector energético, más que del ambiental; mientras que el mercado de emisiones parece un mecanismo meramente ambiental. No obstante, ambos inciden directamente en el sector energético y el ambiental. La integración de las dos políticas es un paso necesario, para generar sinergias y elevar la efectividad y eficiencia de los instrumentos que promuevan una economía de bajo carbono.

## 10 Abreviaturas

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CEL	Certificado de Energía Limpia
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CMR	Costo Marginal de Reducción de Emisiones
CMS	Costo Marginal Social
CND	Compromisos Nacionalmente Determinados (NDC por su acrónimo en inglés)
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COPAR	Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión
CRE	Comisión Reguladora de Energía
CTCP	Costo Total de Corto Plazo
CTF	<i>Clean Technology Fund</i>
DOE	<i>U.S. Department of Energy</i>
DOF	Diario Oficial de la Federación
EIA	<i>U.S. Energy Information Administration</i>
ESCO	<i>Energy Service Company</i>
ETS	<i>Emissions Trading Scheme</i> (Mercado de emisiones o carbono)
FERC	<i>Federal Energy Regulatory Commission</i>
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
GW	Gigawatt
GWh	Gigawatt-hora
IEA	Agencia Internacional de Energía ( <i>International Energy Agency</i> )
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt-hora
LIE	Ley de la Industria Eléctrica
LTE	Ley de Transición Energética
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
mmpcd	Millones de pies cúbicos diarios
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-hora
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PML	Precios Marginales Locales
PRODESEN	Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
PIB	Producto Interno Bruto

SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SENER	Secretaría de Energía
SIN	Sistema Interconectado Nacional
TWh	Terawatt-hora

## 11 Anexos

### Anexo 1. Empresas con permiso de suministro calificado

Empresa	Permiso
SERVICIOS Y ENERGÍA MÉXICO SYEM, S.A.P.I. DE C.V.	E/1899/SC/2017
Energía Buenavista, S de R.L. de C.V.	E/1564/SC/2015
Blue Energy and Electricity, S.A. de C.V.	E/1794/SC/2016
SUMINISTRO SUSTENTABLE DE ENERGIA EN MEXICO	E/1743/SC/2016
Iberdrola Clientes, S.A. de C.V.	E/1759/SC/2016
AMERICAN LIGHT & POWER MX, S.A.P.I DE C.V.	E/1758/SC/2016
EPG México, S.A. de C.V.	E/1773/SC/2016
RENOVABLES VALOR AGREGADO Y RESULTADOS SUMINISTRADORA S. A. P. I. DE C. V.	E/1814/SC/2016
BID ENERGY, S.A. DE C.V.	E/1858/SC/2016
INTERGEN SOLUCIONES ENERGETICAS S. DE R.L. DE C.V.	E/1828/SC/2016
RIC ENERGY MEXICO, S.A.P.I. DE C.V.	E/1886/SC/2017
<b>E2M SUMINISTRADOR CALIFICADO S.A.P.I. DE C.V.</b>	E/1795/SC/2016
AMMPER ENERGIA S.A.P.I. DE C.V.	E/1827/SC/2016
ESCO COMERCIALIZADORA ENERGETICA S DE RL DE CV	E/1881/SC/2016
ORDEN CARDINAL, SOCIEDAD ANONIMA PROMOTORA DE INVERSION DE CAPITAL VARIABLE	E/1841/SC/2016
DESPACHO DE ENERGIA Y POTENCIA SA DE CV	E/1859/SC/2016
Altener, S.A. de C.V.	E/1834/SC/2016
RC Energy, Sociedad de Responsabilidad Limitada de Capital Variable	E/1877/SC/2016
<b>SATURNIA ENERGIA, S.A. de C.V.</b>	E/1958/SC/2017
<b>SUMINISTRADORA BENNU, S.A.P.I. DE C.V.</b>	E/1898/SC/2017
CFE Calificados S.A. de C.V.	E/1770/SC/2016
<b>FSE SUMINISTRADORA FENIX, S.A.P.I. DE C.V.</b>	E/1874/SC/2016
Enel Energía, S.A. de C.V.	E/1878/SC/2016
ESTRATEGIA ENERGÍA ELÉCTRICA COMERCIALIZADORA S.A.P.I. DE C.V.	E/1889/SC/2017
Tuto Energy Trading, S.A.P.I. de C.V.	E/1911/SC/2017
BRIO SUMINISTRADORA ENERGÉTICA S.A.P.I DE C.V.	E/1903/SC/2017
ZENITH HOLDING MÉXICO, S. A. DE C. V.	E/1959/SC/2017
RED ENERGIA, S. DE R.L. DE C.V.	E/1918/SC/2017
Seisa, Suministro Calificado de Energía, S.A. de C.V.	E/1912/SC/2017
COX ENERGY MEXICO SUMINISTRADOR SA DE CV	E/1932/SC/2017
Avant Energy Suministro, S. de R.L. de C.V.	E/1931/SC/2017

Fuente: Información obtenida de la página de la CRE [organodegobierno.cre.gob.mx/permisose.aspx](http://organodegobierno.cre.gob.mx/permisose.aspx)

## Anexo 2. Solicitudes de inscripción al registro de usuarios calificados

ID	SOLICITANTE	FECHA DE INGRESO DE LA SOLICITUD	FECHA DE ADMISIÓN A TRÁMITE 1/	ESTATUS	FECHA DE INSCRIPCIÓN
1	LABORATORIOS PISA, S. A. de C. V.	23/03/2016	19/04/2016	Inscrito	26/05/2016
2	ORBIS PLASTIC MOLDING DE MEXICO, S. de R. L. de C. V.	18/03/2016	19/04/2016	Inscrito	26/05/2016
3	SOCIEDAD DE AGUAS HISPANO MEXICANA, S. A. de C. V.	29/03/2016	19/04/2016	Inscrito	26/05/2016
4	RONAL SAN LUIS, S. A. de C. V.	29/03/2016	19/04/2016	Inscrito	26/05/2016
5	CENTRAL MOTOR WHEEL MÉXICO, S. A. de C. V.	30/03/2016	02/05/2016	No inscrito	N/A
6	IBIDEN MEXICO, S. A. de C. V.	28/03/2016	11/05/2016	Inscrito	22/06/2016
7	DOMINICA ENERGIA LIMPIA, S. DE R. L. DE C. V.	18/04/2016	16/05/2016	No inscrito	N/A
8	BRASKEM IDESA, S. A. P. I.	13/04/2016	16/06/2016	Inscrito	22/06/2016
9	U.S PIPE MEXICO, S. de R.L. de C.V.	13/04/2016	26/05/2016	Inscrito	23/06/2016
10	INDUSTRIALIZADORA DE CARNICOS STRATTEGA, S. A. de C. V.	22/04/2016	17/05/2016	Inscrito	24/06/2016
11	HELLA AUTOMOTIVE MÉXICO, S. A. de C. V.	20/05/2016	23/06/2016	Inscrito	12/07/2016
12	SEMEX, S. A. de C. V.	21/06/2016	04/07/2016	No inscrito	N/A
13	COMPAÑÍA DE AGUAS DE RAMOS ARIZPE, S. A. de C. V.	23/06/2016	14/07/2016	No inscrito	N/A
14	MINA BOLAÑITOS, S. A. de C. V.	29/06/2016	11/08/2016	Inscrito	12/08/2016
15	NESTLÉ MÉXICO, S. A. de C. V.	30/06/2016	12/08/2016	No inscrito	N/A
16	MERKAFON DE MÉXICO, S. A. de C. V.	04/07/2016	11/08/2016	Inscrito	12/08/2016
17	SERVICIOS HISPANIC TELESERVICES, S. A. de C. V.	04/07/2016	02/08/2016	No inscrito	N/A
18	HISPANIC TELESERVICES DE GUADALAJARA, S. A. de C. V.	04/07/2016	02/08/2016	No inscrito	N/A
19	TP NEARSHORE, S. de R. L. de C. V.	04/07/2016	08/08/2016	Inscrito	14/08/2016
20	GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	04/08/2016	18/08/2016	Inscrito	29/08/2016
21	SEMEX, S. A. de C. V.	16/08/2016	22/08/2016	Inscrito	22/08/2016
22	AMP AMERMEX, S. A. de C. V.	22/08/2016	19/09/2016	Inscrito	15/09/2016
23	NUTRIGO, S. A. de C. V.	21/09/2016	11/10/2016	Inscrito	14/09/2016
24	SEMEX, S. A. de C. V.	27/09/2016	06/10/2016	Inscrito	06/10/2016
25	GOHSYU MEXICANA, S. A. de C. V.	03/10/2016	31/10/2016	Inscrito	22/11/2016



ID	SOLICITANTE	FECHA DE INGRESO DE LA SOLICITUD	FECHA DE ADMISIÓN A TRÁMITE 1/	ESTATUS	FECHA DE INSCRIPCIÓN
26	AGRANA FRUIT MÉXICO, S. A. de C. V.	03/10/2016	03/11/2016	Inscrito	23/11/2016
27	SEMEX, S. A. de C. V.	10/10/2016	03/11/2016	Inscrito	16/12/2016
28	SSA MÉXICO, S. A. de C. V.	10/10/2016	14/11/2016	Inscrito	07/12/2016
29	NEWELL RYBBERMAID MEXICALI, S. de R. L. de C. V	13/10/2016	31/10/2016	Inscrito	13/10/2016
30	DESARROLLOS GCR, S. de R. L. de C. V.	18/10/2016	01/12/2016	Inscrito	07/12/2016
31	DOMINICA ENERGIA LIMPIA, S. de R. L. de C. V.	19/10/2016	31/10/2016	Inscrito	05/12/2016
32	SEMEX, S. A. de C. V.	19/10/2016	15/11/2016	Inscrito	16/12/2016
33	FRISA FORJADOS, S. A. de C. V.	21/10/2016	01/11/2016	Inscrito	09/12/2016
34	CONCESIONARIA EN INFRAESTRUCTURA PENITENCIARIA DE MICHOACAN, S. A. de S. A.	24/10/2016	01/12/2016	Inscrito	09/12/2016
35	INTERPEC SAN MARCOS, S. A.	24/10/2016	23/11/2016	Inscrito	09/12/2016
36	ANA DE MÉXICO, S. A. de C. V.	25/10/2016	02/12/2016	Inscrito	19/12/2016
37	DIP CONCESIONARIA DURANGUENSE DE INFRAESTRUCTURA PENITENCIARIA, S. A. de C. V.	26/10/2016	01/12/2016	Inscrito	19/12/2016
38	MAGNA POWERTRAIN DE MÉXICO, S. A. de C. V.	26/10/2016	02/12/2016	Inscrito	19/12/2016
39	EMBOTELLADORA NIAGARA DE MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	26/10/2016	02/12/2016	Inscrito	19/12/2016
40	G-TEKT MEXICO CORP, S. A. de C. V.	03/11/2016	01/12/2016	No inscrito	N/A
41	GOODYEAR-SLP, S. de R. L. de C. V.	07/11/2016	30/11/2016	Inscrito	16/12/2016
42	MUNICIPIO DE GUADALUPE NUEVO LEÓN	08/11/2016	16/11/2016	Suspendido por sentencia dictada en el juicio de amparo 1112/2017.	13/01/2017
43	NATGAS QUERETARO, S. A. P. I. de C. V.	10/11/2016	07/12/2016	Inscrito	20/12/2016
44	SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO	10/11/2016	25/11/2016	Inscrito	20/12/2016
45	COMERCIAL EMPRESARIAL DEL NORTE, S. A. de C. V.	14/11/2016	09/01/2017	No inscrito	N/A
46	FISCHER MEXICANA, S. A. de C. V.	15/11/2016	12/12/2016	Inscrito	27/01/2017
47	ALMINA TEXTIL, S. A. de C. V.	16/11/2016	14/12/2016	Inscrito	27/01/2017
48	GRUPO GEPP, S. A. P. I. de C. V.	18/11/2016	05/12/2016	Inscrito	17/02/2017

ID	SOLICITANTE	FECHA DE INGRESO DE LA SOLICITUD	FECHA DE ADMISIÓN A TRÁMITE 1/	ESTATUS	FECHA DE INSCRIPCIÓN
49	CATERPILLAR INDUSTRIAS MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	22/11/2016	15/12/2016	Inscrito	31/01/2017
50	ASF-K DE MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	28/11/2016	18/01/2017	Inscrito	10/02/2017
51	INDUSTRIAS IDEAL, S. A. de C. V.	24/11/2016	15/12/2016	No inscrito	N/A
52	HELVEX, S. A. de C. V.	05/12/2016	27/01/2017	Inscrito	10/02/2017
53	COSTCO DE MÉXICO, S. A. de C. V.	08/12/2016	18/01/2017	Inscrito	10/02/2017
54	PROTEÍNAS NATURALES, S. A. de C. V.	09/12/2016	10/01/2017	Inscrito	10/02/2017
55	TAMPICO RENEWABLE ENERGY, S. A. P. I. de C. V.	12/12/2016	26/01/2017	No inscrito	N/A
56	BALL METAL BEVERAGE MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	13/12/2016	12/01/2017	Inscrito	10/02/2017
57	TIENDAS SORIANA, S. A. de C. V.	14/12/2016	12/01/2017	Inscrito	17/01/2017
58	PAPELES ULTRA, S. A. de C. V.	14/12/2016	10/02/2017	Inscrito	27/02/2017
59	TUXPAN PORT TERMINAL, S. A. de C. V.	14/12/2016	01/02/2017	No inscrito	N/A
60	SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZAPOTLAN	15/12/2016	07/02/2017	Inscrito	15/03/2017
61	AUDI MÉXICO, S. A. de C. V.	19/12/2016	27/01/2017	Inscrito	27/02/2017
62	PERFICOM, S. A. de C. V.	09/01/2017	31/01/2017	Inscrito	06/03/2017
63	ALMACENES COMERCIALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	21/12/2016	14/02/2017	Inscrito	16/03/2017
64	ALMACENES COMERCIALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	16/03/2017
65	GIMSA DIVISION INDUSTRIAL, S. A DE C. V.	09/01/2017	07/02/2017	Inscrito	03/03/2017
66	ALMACENES COMERCIALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	16/03/2017
67	OPERADORA MERCANTIL LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	28/03/2017
68	ALMACENES COMERCIALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	16/03/2017
69	ALMACENES COMERCIALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	16/03/2017
70	TIENDAS DEPARTAMENTALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	28/03/2017
71	ALMACENES COMERCIALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	07/02/2017	Inscrito	16/03/2017
72	OPERADORA MERCANTIL LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	28/03/2017
73	OPERADORA COMERCIAL LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	No inscrito	N/A
74	ALMACENES COMERCIALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	16/03/2017

ID	SOLICITANTE	FECHA DE INGRESO DE LA SOLICITUD	FECHA DE ADMISIÓN A TRÁMITE 1/	ESTATUS	FECHA DE INSCRIPCIÓN
75	SUMINISTROS DE COMBUSTIBLE QUIROGA, S. A. de C. V.	09/01/2017	13/02/2017	No inscrito	N/A
76	SANMINA-SCI DE MÉXICO, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	15/03/2017
77	LEONI CABLE, S. A. de C. V.	09/01/2017	13/02/2017	Inscrito	15/03/2017
78	HARMAN DE MEXICO, S. de R. L. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	Inscrito	15/03/2017
79	ADCONINS, S. A. de C. V.	09/01/2017	07/02/2017	Inscrito	22/03/2017
80	ADCONINS, S. A. de C. V.	09/01/2017	07/02/2017	Inscrito	22/03/2017
81	CUPRUM, S. A. de C. V.	09/01/2017	09/02/2017	Inscrito	15/03/2017
82	BIO PAPPEL, S. A. de C. V.	09/01/2017	14/02/2017	No inscrito	N/A
83	EÓLICA TRES MESAS 2, S. de R. L. de C. V.	17/01/2017	23/02/2017	Inscrito	03/04/2017
84	GRUPO GEPP, S. A. P. I. de C. V.	18/01/2017	27/02/2017	Inscrito	03/04/2017
85	DESARROLLOS HIDRÁULICOS DE CANCÚN, S.A. de C.V.	25/01/2017	24/02/2017	Inscrito	10/04/2017
86	BODEGA CRUZ AZUL DEL CENTRO, S.A. de C.V	25/01/2017	08/02/2017	Inscrito	15/03/2017
87	TIAR HERMOSILLO, S. A. P. I. de C. V.	26/01/2017	22/02/2017	Inscrito	16/03/2017
88	SERVICIOS HISPANIC TELESERVICIOS, S. A. de C. V.	27/01/2017	13/02/2017	Inscrito	28/03/2017
89	HISPANIC TELESERVICIOS DE GUADALAJARA, S. A. de C. V.	27/01/2017	13/02/2017	Inscrito	28/03/2017
90	INDUSTRIAL AZUCARERA ATENCINGO, S. A. de C. V.	27/01/2017	08/02/2017	Inscrito	16/03/2017
91	MOLDES Y PLASTICOS DE MONTERREY, S. A. de C. V.	30/01/2017	10/03/2017	Inscrito	03/04/2017
92	BODEGAS GRANELERAS DE CERRO BLANCO, S. P. R. de R. L. de C. V.	01/02/2017	09/03/2017	Inscrito	03/04/2017
93	ASOCIACION DE USUARIOS, S. A. de C. V.	09/02/2017	21/02/2017	Inscrito	15/03/2017
94	IQOR GLOBAL SERVICES DE MEXICO, S. A.	16/02/2017	22/03/2017	Inscrito	03/04/2017
95	EATON TRUCK COMPONENTS, S. de R. L. de C. V.	02/03/2017	16/03/2017	Inscrito	20/06/2017
96	COOPER CROUSE HINDS, S. de R. L. de C. V.	02/03/2017	16/03/2017	Inscrito	12/06/2017
97	ACEROS CAMESA, S. A. de C. V.	09/03/2017	28/03/2017	Inscrito	12/04/2017
98	EÓLICA DE COAHUILA, S. A. de C. V.	14/03/2017	28/03/2017	Inscrito	03/04/2017
99	MUNICIPIO DE LINARES, NUEVO LEÓN	15/03/2017	11/04/2017	Inscrito	09/06/2017
100	MUNICIPIO DE RIOVERDE, SAN LUIS POTOSÍ	16/03/2017	31/03/2017	No inscrito	N/A

ID	SOLICITANTE	FECHA DE INGRESO DE LA SOLICITUD	FECHA DE ADMISIÓN A TRÁMITE 1/	ESTATUS	FECHA DE INSCRIPCIÓN
101	VIDRIO Y CRISTAL DEL NOROESTE, S. A. de C. V.	17/03/2017	31/03/2017	Inscrito	12/04/2017
102	COMERCIAL EMPRESARIAL DEL NORTE, S. A. de C. V.	21/03/2017	31/03/2017	No inscrito	N/A
103	GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL	30/03/2017	11/04/2017	Inscrito	15/05/2017
104	COOPERATION MANUFACTURING PLANT AGUASCALIENTES, S. A. P. I. de C. V.	31/03/2017	11/04/2017	Inscrito	15/05/2017
105	DURAPLAY DE PARRAL, S. A. P. I. de C. V.	05/04/2017	11/04/2017	Inscrito	09/05/2017
106	ADCONINS, S. A. de C. V.	06/04/2017	11/04/2017	Inscrito	19/05/2017
107	ALMACENES COMERCIALES LIVERPOOL, S. A. de C. V.	06/04/2017	11/04/2017	Inscrito	19/05/2017
108	TIENDAS SORIANA, S. A. de C. V.	11/04/2017	08/05/2017	Inscrito	14/06/2017
109	TIENDAS SORIANA, S. A. de C. V.	27/04/2017	15/05/2017	Inscrito	14/06/2017
110	ALTOPRO, S.A. DE C.V.	26/04/2017	18/05/2017	Inscrito	22/06/2017
111	TIENDAS COMERCIAL MEXICANA, S. A. de C. V.	27/04/2017	15/05/2017	Inscrito	22/06/2017
112	CATERPILLAR MEXICO, S. A de C. V.	03/05/2017	18/05/2017	Inscrito	29/06/2017
113	CATERPILLAR TORREÓN, S. de R. L. de C. V.	03/05/2017	18/05/2017	Inscrito	29/06/2017
114	CATERPILLAR INDUSTRIAS MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	03/05/2017	18/05/2017	Inscrito	29/06/2017
115	GP BIENES INMUEBLES, S. A. de C. V.	10/05/2017	24/05/2017	Inscrito	22/06/2017
116	COSTCO DE MÉXICO, S. A. de C. V.	28/04/2017	31/05/2017	Inscrito	03/07/2017
117	BARRY CALLEBAUT MEXICO, S. de R. L. de C. V.	18/05/2017	01/06/2017	Inscrito	31/07/2017
118	EMERMEX, S. A. de C. V.	25/05/2017	22/06/2017	Inscrito	31/07/2017
119	VIENTOS DEL ALTIPLANO, S. de R. L. de C. V.	15/05/2017	03/07/2017	Inscrito	08/08/2017
120	WHIRLPOOL MEXICO, S. A. de C. V.	12/06/2017	04/07/2017	Inscrito	14/08/2017
121	ORGANISMO OPERADOR MUNICIPAL "AGUA DE HERMOSILLO"	22/05/2017	04/07/2017	Inscrito	22/08/2017
122	ADCONINS, S. A. de C. V.	14/06/2017	06/07/2017	Inscrito	23/08/2017
123	ENERGIA LIMPIA DE PALO ALTO, S. de R. L. de C. V.	13/07/2017	02/08/2017	Inscrito	11/09/2017
124	GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	04/07/2017	14/08/2017	Inscrito	12/09/2017
125	CIBANCO, SOCIEDAD ANÓNIMA INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE FIDUCIARIA DEL FIDEICOMISO CIB/2364	14/06/2017	17/08/2017	Inscrito	25/09/2017

ID	SOLICITANTE	FECHA DE INGRESO DE LA SOLICITUD	FECHA DE ADMISIÓN A TRÁMITE 1/	ESTATUS	FECHA DE INSCRIPCIÓN
126	WHIRLPOOL INTERNACIONAL, S. de R. L. de C. V.	03/08/2017	18/08/2017	Inscrito	26/09/2017
127	OPERADORA DE ALMACENES LIVERPOOL S.A. de .C.V.	08/08/2017	21/08/2017	Inscrito	28/09/2017
128	KELLOGG DE MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	16/08/2017	29/08/2017	Inscrito	28/09/2017
129	INDUSTRIAS MICHELIN, S. A. de C. V	18/08/2017	29/08/2017	Inscrito	28/09/2017
130	ACEROS FORJADOS ESTAMPADOS DE MONCLOVA, S. A. de C. V.	21/08/2017	29/08/2017	No inscrito	N/A
131	INTERNACIONAL DE CERÁMICA, S.A.B. de C.V.	23/08/2017	06/09/2017	Pendiente	N/A
132	BREMBO MEXICO, S.A. de C.V	24/08/2017	07/09/2017	Pendiente	N/A
133	BACHOCO COMERCIAL, S.A. de C.V.	28/08/2017	11/09/2017	Pendiente	N/A
134	ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS DEL SURESTE, S. A. de C. V.	03/08/2017	12/09/2017	Pendiente	N/A
135	CHROMALLOY, S. A. de C. V.	14/09/2017	02/10/2017	Pendiente	N/A
136	LITTELFUSE, S. de R. L. de C. V.	15/09/2017	02/10/2017	Pendiente	N/A
137	EMBRACO MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	18/09/2017	02/10/2017	Pendiente	N/A
138	SAMSUNG ELECTRONICS DIGITAL APPLIANCES MÉXICO, S. A. de C. V.	19/09/2017	02/10/2017	Pendiente	N/A
139	JUNIOR FOODS, S. A. de C. V.	24/08/2017	03/10/2017	Pendiente	N/A
140	MINCER HD, S. A. de C. V.	19/09/2017	05/10/2017	Pendiente	N/A
141	FURUKAWA MÉXICO, S. A. de C. V.	25/09/2017	05/10/2017	Pendiente	N/A

Información obtenida de la CRE actualizada al 17 de octubre de 2017:  
[www.gob.mx/cre/documentos/solicitudes-de-incipcion-al-registro-de-usuarios-calificados](http://www.gob.mx/cre/documentos/solicitudes-de-incipcion-al-registro-de-usuarios-calificados)

## Anexo 3. Suministrador Básico y Comercializadores no suministradores

### Suministrador Básico

Empresa	Permiso
CFE SUMINISTRADOR DE SERVICIOS BÁSICOS	E/1724/SB/2016

### Solicitudes de inscripción al registro de Comercializadores no suministradores

ID	SOLICITANTE	FECHA DE INGRESO DE LA SOLICITUD	FECHA DE ADMISIÓN A TRÁMITE	ESTATUS	FECHA DE INSCRIPCIÓN
1	ITENERGY DE MÉXICO, S. A. de C. V.	31/03/2016	03/05/2016	No Inscrito	N/A
2	CASTLETON COMMODITIES MEXICO, S. de R.L. de C.V.	15/07/2016	19/08/2016	Inscrito	27/10/2016
3	ITENERGY DE MÉXICO, S. A. de C. V.	01/09/2016	23/09/2016	Inscrito	17/11/2016
4	VITOL ELECTRICIDAD DE MÉXICO, S. de R.L. de C.V.	25/08/2016	20/09/2016	Inscrito	15/12/2016
5	ENICON ENERGY AND INFRASTRUCTURE Co, S.A.P.I. de C.V.	31/08/2016	23/09/2016	Inscrito	19/12/2016
6	BIOURJA MÉXICO, S. de R.L. de C.V.	27/09/2016	21/10/2016	Inscrito	09/02/2017
7	SATURNIA ENERGÍA, S.A. de C.V.	21/09/2016	31/10/2016	Inscrito	09/02/2017
8	ENERGÍA EUM, S. de R.L. de C.V.	01/11/2016	22/11/2016	Inscrito	28/02/2017
9	TENASKA ENERGÍA DE MÉXICO, S de R.L. de C.V.	26/10/2016	16/11/2016	Inscrito	01/03/2017
10	FCE COMERCIALIZADORA FÉNIX, S.A.P.I de C.V.	14/11/2016	14/12/2016	Inscrito	01/03/2017
11	CORPORACIÓN DEL NORTE DE MÉXICO, S.A. de C.V.	21/12/2016	03/02/2017	Inscrito	08/05/2017
12	MMA ENERGY MÉXICO, S.A. de C.V.	16/02/2017	15/03/2017	Inscrito	10/05/2017
13	DIVERSIDAD, S.A. de C.V.	27/04/2017	10/05/2017	Inscrito	09/06/2017
14	DURANGO POWER, S. de R.L. de C.V.	12/04/2017	24/05/2017	Inscrito	12/07/2017

15	BP ENERGÍA MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	26/05/2017	08/08/2017	Inscrito	05/10/2017
16	BETM DE MÉXICO, S. de R. L. de C. V.	17/08/2017	30/08/2017	Pendiente	N/A

Información obtenida de la CRE actualizada al 17 de octubre de 2017:  
[www.gob.mx/cre/documentos/solicitudes-de-inccripcion-al-registro-de-usuarios-calificados](http://www.gob.mx/cre/documentos/solicitudes-de-inccripcion-al-registro-de-usuarios-calificados).

## 12 Referencias

- AER. (2015). *State of the energy market*. Melbourne: Australian Energy Regulator.
- Baumol, W., & Oates, W. (1988). *The theory of environmental policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- CCA. (2016). *Towards a climate policy toolkit: Special Review of Australia's climate goals and policies*. Australia: Climate Change Authority.
- CENACE. (2016). *Fallo de la primera subasta de largo plazo*. México: Centro Nacional de Control de Energía.
- CENACE. (2016b). *Fallo de la Segunda Subasta de Largo Plazo SLP*. México. Obtenido de <http://www.cenace.gob.mx/Docs/MercadoOperacion/Subastas/2016/41%20Extracto%20del%20Acta%20del%20Fallo%20v2016%2009%2029.zip>
- Central energía. (2010). *Central de información y discusión de energía en Chile*. Obtenido de <http://www.centralenergia.cl/2010/07/13/feed-in-tariff/>
- CEPAL. (2015). *Guía metodológica. Instrumentos económicos para la gestión ambiental*. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CIF. (2014). *Sembrar conocimientos, cosechar resultados*. Fondos de Inversión en el Clima.
- CONAFOR. (2011). *Servicios ambientales y cambio climático*. México: Comisión Nacional Forestal.
- CRE. (2010). *Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide la metodología para la determinación de los cargos correspondientes a los servicios de transmisión que preste el suministrador a los permisionarios con centrales de generación*. México: Diario Oficial de la Federación.
- CRE. (2017). *Resolución de la Comisión Reguladora de Energía por la que expide las disposiciones administrativas de carácter general, los modelos de contrato, la metodología de cálculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a las cen*. México: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. (2014). *Ley de la Industria Eléctrica*. México: DOF.
- DOF. (2015). *Secretaría de gobernación*. Obtenido de Ley de Transición Energética: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015)
- DOF. (2016). *Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 2017*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación, DOF: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5460968&fecha=15/11/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5460968&fecha=15/11/2016)

- DOF. (2016a). *Secretaría de Gobernación*. Obtenido de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5434788&fecha=27/04/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5434788&fecha=27/04/2016)
- Duval, R. (2008). *Taxonomy of instruments to reduce greenhouse gas emissions and their interactions*. Paris: Economics Department Working Papers, No. 636, OECD.
- EDF, S. C. (2016). *Republic of Korea: an emissions trading case study*. IETA.
- EIA. (2016). *International Energy Outlook 2016*. Washington: U.S. Energy Information Administration.
- FERC. (2009). *National assessment of demand response potential. Staff report*. U.S.A.: Federal Energy Regulatory Commission.
- Gastelum, D., Gutiérrez, J., Hernández, T., Inclán, C., Islas, I., Landa, G., & Reynes, F. (2015). *Transitioning towards a low-carbon economy in Mexico: an application of the ThreeME model*. Etudes de l'AFD, Agence Française de Développement.
- Goulder, L., & Parry, I. W. (2008). Instrument Choice in Environmental Policy. *Resources for the future, Discussion paper*.
- Hood, C. (2011). *Summing up the parts: Combining policy instruments for least-cost climate mitigation strategies*. París: OECD/IEA.
- ICAP. (2017). *Emissions trading worldwide: Status report 2017*. Berlin: ICAP.
- IEA. (2017). *Energy policies beyond IEA countries: Mexico*. Paris: International Energy Agency.
- INECC. (2014). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/INEGEI\\_2014\\_EMITIONES\\_QUEMA\\_COMBUSTIBLES\\_FOSILES\\_1.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/INEGEI_2014_EMITIONES_QUEMA_COMBUSTIBLES_FOSILES_1.pdf)
- IRENA. (2016). *The power to change: solar and wind cost reduction potential to 2015*. International Renewable Energy Agency.
- Islas Samperio, J. (2017). *Reporte sobre la revisión del componente de mitigación esperado en las contribuciones nacionalmente determinadas para el sector de generación de electricidad y el establecido en el PRODESEN 2016-2030*. México: WWF e ICM.
- Kaufman, N., Obeiter, M., & Krause, E. (2016). *Putting a price on carbon: reducing emissions*. WRI.
- Kodzo-Ekpe, E. (2012). A review of economic instruments employed for biodiversity conservation. *The journal of sustainable development*, 9(1), 16-32.
- LGCC. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación, DOF: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/>
- Lincoln, D., Crossley, P., Connor, P., Park, S., & Shaw-Hughes, S. (2017). Climate regulation of the electricity industry: a comparative view from Australia, Great Britain, South Korea and the United States. *South Carolina Journal of International Law and Business*, 13, 109-93.
- LTE. (2015). *Ley de Transición Energética*. Congreso de la Unión.
- Matthes. (2010). *Greenhouse emissions trading and complementary policy. Developing a smart mix for ambitious climate policies*. Berlin: Öko-Institut e.V.
- MEXICO2. (agosto de 2017). *Plataforma mexicana de carbono*. Obtenido de <http://www.mexico2.com.mx>



- Newell, R., & Stavins, R. (2003). Cost heterogeneity and potential savings from market-based policies. *Journal of Regulatory Economics*, 23, 43-59.
- Nieto, P. (2015). *Nota informativa: impuestos ambientales en México y el mundo*. México: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, Cámara de Diputados.
- OCDE. (2013). *Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental: México*. México: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos, OCDE Publishing.
- OCDE. (2013). *Hacer posible la reforma de la gestión del agua en México*. París: OECD Publishing.
- OECD. (2007). *Instrument mixes for environmental policy*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2010). *Paying for biodiversity. Enhancing the cost-effectiveness of payments for ecosystem services*. París: Organización para Cooperación y Desarrollo Económico.
- OECD. (2016). *Effective carbon rates: Pricing CO2 through taxes and emissions trading systems*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2016). *Environmental taxes: Key findings for Mexico*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2016b). *Effective carbon rates: pricing CO2 through taxes and emissions trading systems*. Paris: OECD Publishing.
- Parry, I., Heine, D., Lis, E., & Li, S. (2014). *Getting Energy Prices Right*. Washington, USA: International Monetary Fund.
- Pizer, W. (2002). Combining price and quantity controls to mitigate global climate change. *Journal of Public Economics*, 85(3), 409-434.
- PMR, & ICAP. (2016). *Comercio de emisiones en la práctica. Manual sobre el diseño y la implementación de sistemas de comercio de emisiones*. Washington: Banco Mundial.
- PWC. (2016). *1a subasta de largo plazo. Reflexión sobre el proceso y resultados de cara a la próxima subasta*. México: PWC.
- Roberts, M., & Spence, M. (1976). Effluent charges and licenses under uncertainty. *Journal of Public Economics*, 5, 193-208.
- Schaeffer, G., Boots, M. G., Martens, J., & Voogt, M. (1999). *Tradable green certificates. A new market-based incentive scheme for renewable energy*. Netherlands: Working paper.
- Scott, J. (2013). *Redistribución de los subsidios a los combustibles en México: Oportunidades de Reforma*. Climate Works Foundation.
- Segerson, K., & Tietenberg, T. (1992). The structure of penalties in environmental enforcement: an economic analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 23(2), 179-200.
- SENER. (2015). *Bases del mercado eléctrico*. México: Diario Oficial de la Federación.
- SENER. (2016). *Prospectiva del sector eléctrico 2016-2030*. México: Secretaría de Energía.
- SENER. (2016). *Prospectiva del sector eléctrico 2016-2030*. México: Secretaría de Energía.
- SENER. (2017). *Aviso por el que se da a conocer los requisitos para la adquisición de Certificados de Energías Limpias en 2020, 2021 y 2022 establecidos por la Secretaría de Energía*. México: Diario Oficial de la Federación.
- SENER. (2017). *Programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional, PRODESEN 2017 - 2031*. México: Secretaría de Energía.

- SHCP. (2012). *Distribución del pago de impuestos*. México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- SHCP. (2017). *Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas*. Obtenido de [http://www.shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadísticas\\_Oportunas\\_Finanzas\\_Publicas/Paginas/unica2.aspx](http://www.shcp.gob.mx/POLITICAFINANCIERA/FINANZASPUBLICAS/Estadísticas_Oportunas_Finanzas_Publicas/Paginas/unica2.aspx)
- Stavins, R. (2003). Experience with market-based environmental policy instruments. En K.-G. Mäler, & J. Vincent, *The handbook of environmental economics*. Amsterdam: North-Holland/Elsevier Science.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.
- Tietenberg. (2006). *Environmental and Natural Resource Economics*. Cambridge: Pearson/Addison Wesley.
- Tietenberg, T., & Lewis, L. (2016). *Environmental & Natural Resource Economics* (10th ed.). New York: Routledge.
- World Bank, Ecofys & Vivid Economics. (2016). *State and Trends of Carbon Pricing 2016*. Washington, D. C.: World Bank.

Derechos Reservados © 2018

## **Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)**

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Colonia Jardines en la Montaña,  
Delegación Tlalpan, CP. 14210, Ciudad de México.

## **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)**

Montes Urales 440, Colonia Lomas de Chapultepec,  
Delegación Miguel Hidalgo, CP.11000, Ciudad de México.

Este trabajo se realizó con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo para la Sexta comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

