



**CD
MX**

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Armando Pizarro Morales

MARZO 2020

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Armando Pizarro Morales

Marzo de 2020

Clasificación temática: Servicios básicos, CDMX,.

RESUMEN

En el mundo se observa que la generación de energía eléctrica está muy relacionada con el desarrollo de un país por lo que el sector eléctrico es muy importante y tiene un fuerte impacto en su competitividad, hoy en día el consumo de energía eléctrica es una necesidad indispensable. La importancia de la electricidad está en que es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Las comunicaciones, el transporte, el abastecimiento de alimentos, y la mayor parte de los servicios de los hogares, oficinas y fábricas dependen de un suministro confiable de energía eléctrica.

Contenido

I.	Introducción.....	1
	Problemática abordada	3
II.	Justificación.....	5
III.	Planteamiento del problema	15
IV.	Objetivos.....	19
V.	Marco teórico	20
VI.	Formulación de la hipótesis	35
VII.	Pruebas cuantitativas o cualitativas de la hipótesis.....	36
VIII.	Conclusiones	46
	Posibles soluciones propuestas	47
IX.	Bibliografía.....	49

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

I. Introducción

Sin En el mundo se observa que la generación de energía eléctrica está muy relacionada con el desarrollo de un país por lo que el sector eléctrico es muy importante y tiene un fuerte impacto en su competitividad.

Por lo que, hoy en día el consumo de energía eléctrica es una necesidad indispensable. La importancia de la electricidad está en que es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Las comunicaciones, el transporte, el abastecimiento de alimentos, y la mayor parte de los servicios de los hogares, oficinas y fábricas dependen de un suministro confiable de energía eléctrica.

A medida que los países se industrializan consumen cantidades de energía cada vez más grandes, el consumo mundial de energía ha aumentado rápidamente en los últimos años, según estudios realizados, el promedio del consumo de electricidad por habitante es alrededor de diez veces mayor en los países industrializados que en los países en desarrollo, por lo que se puede decir que el consumo de energía eléctrica está ligado directamente al desempeño de la economía de un país (Secretaría de Energía, 2013).

En este sentido en México, la reforma al sector eléctrico abrió oportunidades para que el Estado y la iniciativa privada colaboren entre ellos. La reestructura del sector eléctrico estimula la inversión en el desarrollo de la infraestructura de gasoductos, la modernización del parque de generación, dando prioridad a las energías limpias y a la expansión de las redes eléctricas. Así también con esto disminuir los costos de los energéticos y contribuir al desarrollo económico, social y del medio ambiente.

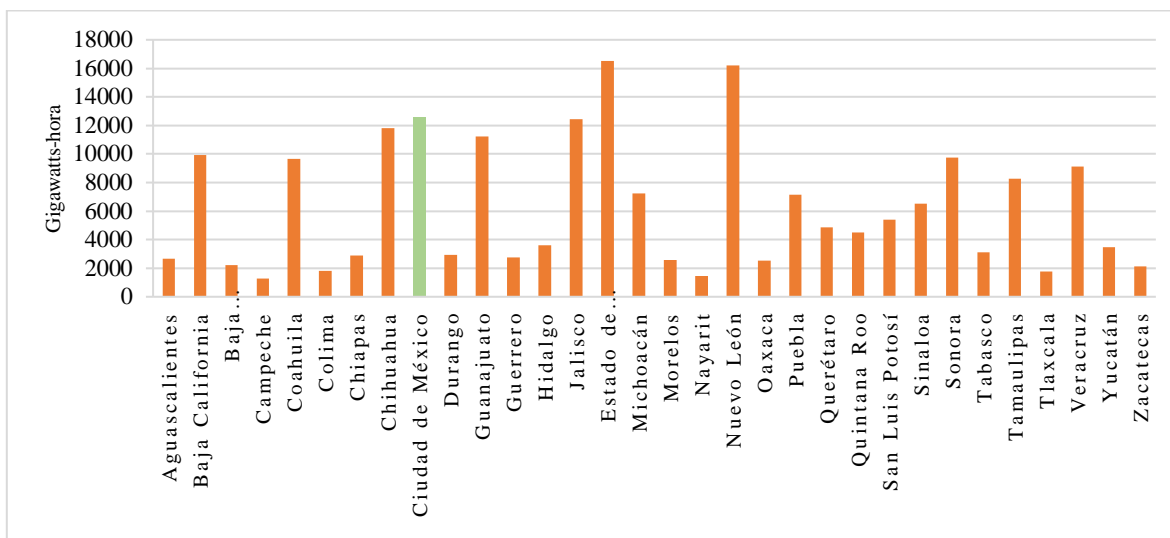
Lamentablemente, las acciones y mensajes de la nueva administración, como la cancelación de las subastas a largo plazo y los cambios en las normas del

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Certificado de Energía Limpia (CEL), están planteando serias dudas sobre la inversión futura en energías renovables y el impacto de las mismas en los precios de la energía y objetivos de sostenibilidad.

Finalmente, hay que resaltar que la Ciudad de México (CDMX) es una entidad no generadora de energía eléctrica y fue en 2017 la tercera entidad mayor consumidora en el país ver Figura 1.

Figura 1. Consumo de Energía Eléctrica por Entidad Federativa (Gigawatts-hora¹), 2017.



Fuente: Secretaría de Energía (SENER), Sistema de Información Energética.

Por lo que es necesario contribuir a reducir la dependencia energética de la CDMX² y para ello es importante fomentar la sustentabilidad de la misma para que se logre

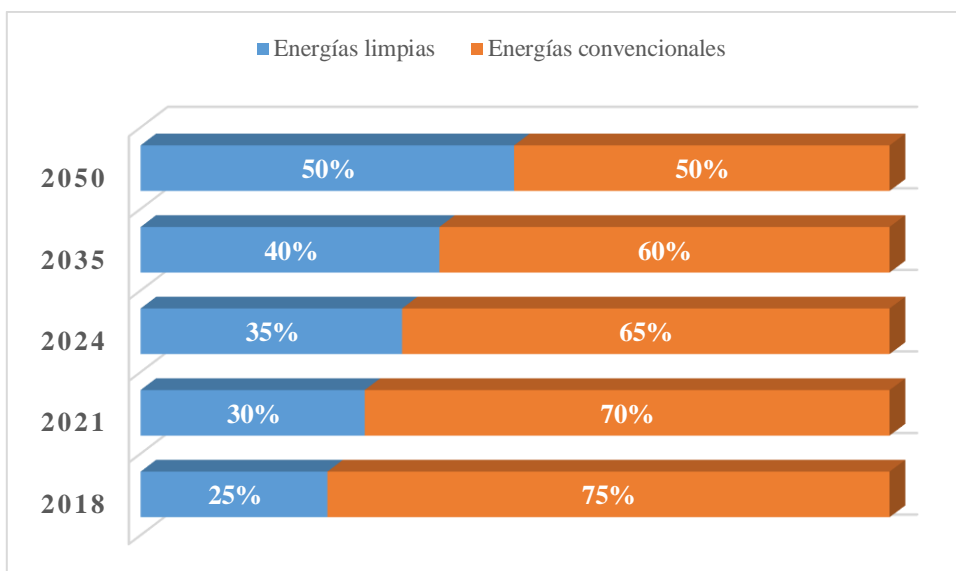
¹ El vatio-hora, simbolizado Wh (o a veces también W·h o W-h), es una [unidad](#) de [energía](#) expresada en forma de unidades de *potencia* × *tiempo*, con lo que se da a entender que la cantidad de energía de la que se habla es capaz de producir y sustentar una cierta [potencia](#) durante un determinado [tiempo](#). Así, un vatio-hora es la energía necesaria para mantener una potencia constante de un [vatio](#) (1 W) durante una hora, y equivale a 3600 [julios](#). Es una unidad que no pertenece al [Sistema Internacional de Unidades](#). El kilovatio-hora (kWh), equivalente a mil vatios-hora, se usa generalmente para la facturación del consumo eléctrico domiciliario. El [megavatio-hora](#) (MWh), igual a un millón de Wh, suele emplearse para medir el consumo de grandes plantas industriales o de conglomerados urbanos. La CIE recomienda usar el julio o sus múltiplos (kilojulio, megajulio, etcétera) para estos usos, aunque también permite el vatio-hora y sus múltiplos. El NIST solo permite el julio. Múltiplos aún más grandes como el [gigavatio-hora](#) (GWh) mil millones de vatios, el teravatio-hora (TWh) o el kilovatio-año, son utilizados para referirse a las energías producidas por las [centrales eléctricas](#) durante un cierto período. Por otra parte, el [vatio-segundo](#) (simbolizado Ws, o a veces W·s), que no es otra cosa más que una forma alternativa de llamar al propio julio, es una unidad habitual para referir las energías involucradas en fenómenos de corta duración como los destellos de un [flash fotográfico](#).

² Cabe señalar que en la CDMX se pierde de forma importante la energía eléctrica suministrada. Cuando existía Luz y Fuerza del Centro, la pérdida de energía eléctrica suministrada era de 34%; ahora, con la Comisión Federal de Electricidad, las pérdidas lograron reducirse

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

cumplir con los compromisos medioambientales que México ha establecido en la Ley de Transición Energética, la cual tiene como meta que el 35% de generación en 2024 provenga de fuentes limpias y el 50% en 2050 ver Figura 2.

Figura 2. Participación de energías limpias en la generación de energía eléctrica



Fuente: Secretaría de Energía (SENER), Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios

Problemática abordada

Los retos de la seguridad energética tienen que ser ubicados en conjunción con temas como el acceso universal a formas de energía modernas, la transición energética para reducir la contaminación y la emisión de gases de efecto invernadero, y el avance de la política científica, tecnológica e industrial.

sólo en 9% para alcanzar 25%. La OCDE recomienda que este indicador no rebase 6% para tener un suministro óptimo; el promedio de los países de la organización alcanza 11%, mientras México está por encima de ambos parámetros (Mendoza, 2014).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Las políticas generales en la generación y uso de la electricidad deben contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la recuperación de los sistemas ecológicos y la generación eléctrica con energías limpias.

El cambio tecnológico y cultural en la economía y sociedad, como una forma de alcanzar una mayor eficiencia en el uso y destino final de la energía. Al impulsar cambios tecnológicos y normativos se reducen los requerimientos energéticos que representan la mayor proporción del uso final de la energía, como la movilidad, industria, servicios, producción agropecuaria, iluminación, entre otros.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

II. Justificación

La energía eléctrica es un insumo primario para la realización de las actividades productivas, de transformación y servicios en el país. El suministro eficiente de energía eléctrica a un costo accesible promueve la competitividad y la capacidad de las empresas e industria para ofrecer más y mejores productos y servicios en el mercado, lo que tiene un impacto directo en el crecimiento económico.

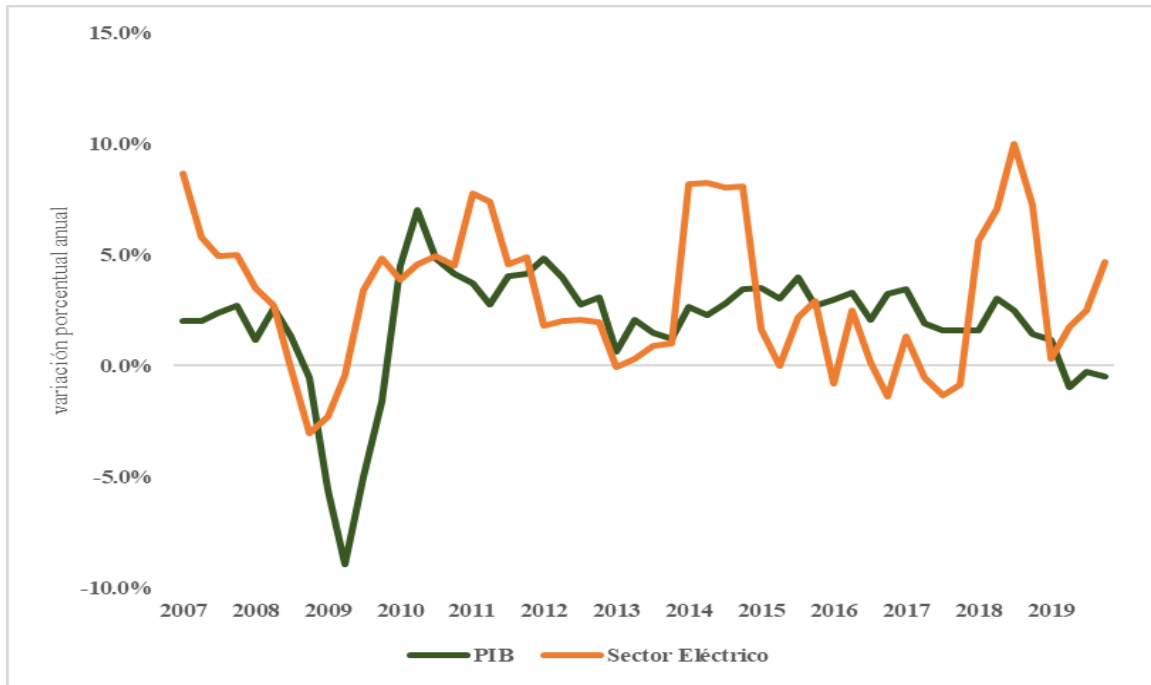
Asimismo, la energía eléctrica es un bien final indispensable para los consumidores. Garantizar el abasto de electricidad de forma continua y segura, permite el acceso a bienes y servicios básicos, como la alimentación, salud y educación, lo cual incide directamente en el bienestar y calidad de vida de la población.

El crecimiento de la industria eléctrica muestra un mayor dinamismo comparado con otras actividades económicas y con el de la economía en su conjunto. Durante el periodo 2007-2019, creció a una tasa promedio anual de 3.1%, superior al 1.9% del PIB nacional ver Figura 3.

En periodos de expansión, la trayectoria del crecimiento de la industria eléctrica es más pronunciada que la del crecimiento nacional; por el contrario, en periodos de recesión su fluctuación es de menor amplitud comparada con la del PIB nacional, dado que se trata de un bien de primera necesidad (PRODESEN 2018-2032).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Figura 3. Evolución del crecimiento del PIB y de la Industria Eléctrica 2007-2019.



Cifras preliminares: p/A partir de 2017-01

Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México

En este sentido, las nuevas necesidades de demanda, la evolución de la tecnología y la reforma energética ha abierto un panorama de soluciones de energía para las industrias. En una casa es fácil ya que solo se tiene dos opciones: Consumir energía de la red de Comisión Federal de Electricidad (CFE), o instalar paneles solares. Para una empresa que demanda mayor cantidad de energía, es mucho más complejo³ (Robert, 2020a).

En el país existen diferentes tecnologías de generación de energía eléctrica llamadas tecnologías convencionales que incluyen: carboeléctrica, ciclo

³ En diciembre de 2017 el esquema tarifario industrial de CFE cambió. El recibo de luz incluye conceptos como distribución, capacidad y ciertos cargos fijos, además de la electricidad consumida. Un cambio en el cálculo de estos conceptos provocó que algunos industriales, consumiendo la misma cantidad de energía, pagarán más del doble en su factura de electricidad (Robert, 2020b).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

combinado⁴, combustión interna, lecho fluidizo, termoeléctrica convencional y turbogás, así como todas aquellas que no se encuentran dentro de la clasificación a la que se refiere la fracción XXII del artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica (LIE). Y las tecnologías limpias que incluyen: hidroeléctrica, nucleoeeléctrica, eólica⁵, geotérmica, solar⁶, termosolar, cogeneración eficiente y bioenergía ver Tabla 1 (PRODESEN 2018-2032).

Tabla 1. Características básicas de las centrales eléctricas en operación, 2017

Tecnología	Centrales en operación	Edad media (años)	Mayor antigüedad (años)	Capacidad mínima (MW)	Capacidad máxima (MW)	Capacidad media (MW)	Factor de planta medio (%)	Horas despachadas	Eficiencia (%)	Emisiones emitidas (Mt de CO ₂)****
Convencional	526	17	54	0.6	2,778	447	45	3915	34	122.7
Ciclo Combinado	83	12	54	6.5	1,454	338	56	4841	46	57.2
Termoeléctrica convencional	59	24	54	1.5	2.1	213	33	2921	30	29.1
Carboeléctrica	3	27	35	1200	2,778	1793	61	5354	39	23.6
Turbogás*	131	19	48	0.8	393	39	23	2041	23	7.3
Combustión Interna	248	9	49	0.6	210	6	10	868	31	2.8
Lecho fluidizo	2	13	13	290	290	290	85	7463	38	2.7
Limpia	270	17	112	0.4	2,400	450	51	4454	24	2.7
Renovable	239	19	112	0.4	2,400	76	35	3101	13	0.3
Hidroeléctrica	86	47	112	0.4	2,400	147	40	3505	-	0
Eólica	45	4	22	0.6	251	93	27	2395	-	0
Geotérmica	8	26	43	10	225	116	73	6373	-	0
Solar	23	2	6	0.7	30	9	16	1405	-	0
Bioenergía**	77	16	25	0.8	53	13	21	1827	13	0.3
Otras	31	14	26	1.0	1,608	825	66	5807	34	2.4
Nucleoeeléctrica	1	26	26	1.61	1,608	1608	77	6768	34	0
Cogeneración eficiente	30	2	22	1.0	367	42	55	4846	34	2.4
Total***	796	17	112	0.4	2,778	448	48	4184	29	125.4

*/ Incluye plantas móviles. **/ Incluye uso de biomasa, bagazo de caña, biogás y licor negro como combustibles de acuerdo con la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. ***/ Los totales pueden no coincidir por redondeo. ****/ Estimadas con base en el factor de emisión eléctrico publicado por la CRE (https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/304573/Factorde_Emisi_n_del_Sector_El_ctrico_Nacional_1.pdf).

Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, la CRE, el CENACE, la Subsecretaría de Planeación y Transición Energética y la SEMARNAT.

⁴En México predomina la generación eléctrica a partir de ciclos combinados. Actualmente existen 83 centrales eléctricas con una capacidad instalada total de 28,084 MW equivalente al 37% de la capacidad instalada nacional. La energía eléctrica generada en 2017 alcanzó los 165,245 GWh, que representa el 50% de la generación eléctrica del país en 2017.

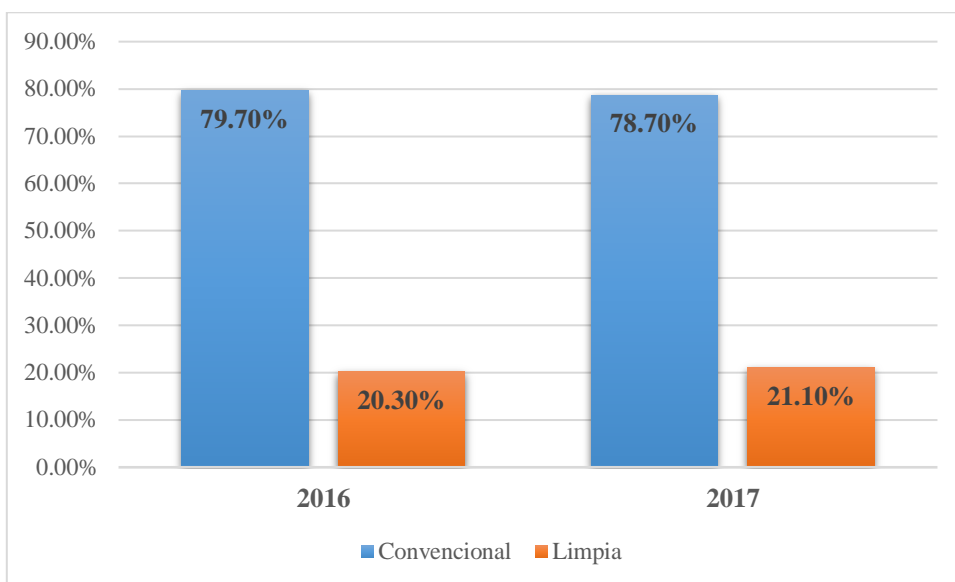
⁵ La energía eólica es hoy día la de mayor crecimiento y con aprovechamiento significativo en México. Entre sus mayores retos se ubica el llevar la electricidad generada de las zonas con mayor potencial de aprovechamiento a las zonas de consumo final. En México se ubican 45 centrales eólicas cuya capacidad instalada alcanza los 4,199 MW que representó el 6% de la capacidad total instalada en 2017. Los parques eólicos del país aportaron un 3% de la generación total nacional (10,620 GWh)

⁶ El potencial de generación distribuida en el país en términos de irradiación solar y de disponibilidad de techos es del orden de 84 GW si se consideran las 29 ciudades más grandes de México con una superficie de 10,000 km² y una disponibilidad en forma de techos de sólo el 10% de esta superficie. Solamente en el sector residencial se puede suministrar hasta el 70% de su consumo eléctrico mediante una capacidad de 25 GW de techos solares que se pudieran alcanzar en el año 2030. Las condiciones de insolación de la mayor parte del territorio mexicano y la economía del calentamiento de fluidos (que incluye a los costos de inversión y a los de los energéticos asociados) perfilan un crecimiento mayor en el mediano plazo de este tipo de instalaciones.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

En 2017, se generaron 329,162 GWh de energía eléctrica, 3.1% más que en 2016 (9,799 GWh). El 78.9% de la electricidad generada proviene de tecnologías convencionales (259,766 GWh) y el 21.1% restante de tecnologías limpias (69,397 GWh) ver Figura 4.

Figura 4. Generación de energía eléctrica (Gigawatt-hora)

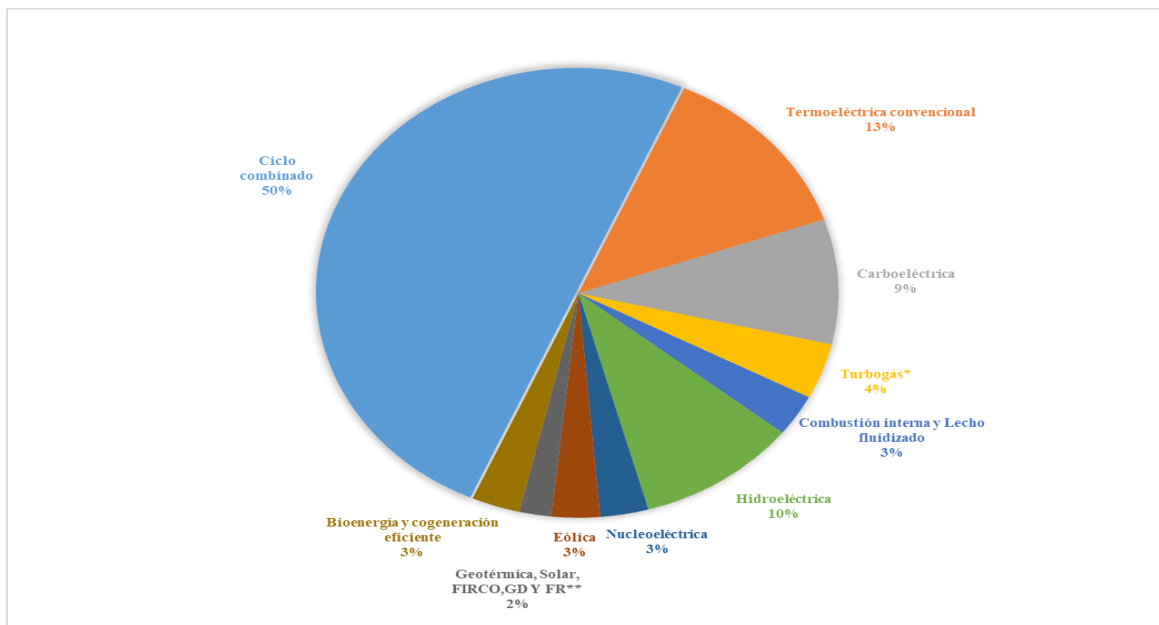


Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, la CRE, el CENACE y la Subsecretaría de Planeación y Transición Energética. Información preliminar 2017.

El 50% de la generación proviene ciclos combinados (165,245 GWh), el 13% de térmicas convencionales (42,780 GWh), el 9% de carboeléctrica (30,557 GWh) y el 10% de hidroeléctricas (31,848 GWh) ver Figura 5.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Figura 5. Generación de energía eléctrica por tipo de tecnología, 2017 (Porcentaje)



1/Incluye plantas móviles. 2/ Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), Generación Distribuida (GD)⁷ de varias tecnologías y Frenos Regenerativos (FR). El total puede no coincidir por redondeo. Información preliminar 2017.

Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, la CRE, el CENACE y la Subsecretaría de Planeación y Transición Energética.

La generación a partir de fuentes limpias registró un aumento de 4,529 GWh (7% más que en 2016). El 76.9% de la generación limpia proviene de centrales hidroeléctricas (45.9%), nucleoeléctricas (15.7%) y eólicas (15.3%). La generación eléctrica proveniente de las tecnologías convencionales se incrementó en 5,270 GWh (2.1% más que en 2016). El 80.1% de la generación convencional proviene de centrales de ciclo combinado (63.6%) y termoeléctricas convencionales (16.5%).

Con respecto a la generación de energía eléctrica por modalidad se tiene que las centrales eléctricas de CFE generaron el 52% de la energía eléctrica en 2017, los PIE´s aportaron el

⁷ Recientemente ha tenido un auge importante. En este esquema el usuario genera y consume su propia energía. En México, el 99.3% de los usuarios utilizan paneles solares, mientras que el 0.7% restante lo hace a través de tecnologías como la eólica, biomasa, biogás o combustóleo. Si la energía es generada en un sitio y comercializada a través de una red, se conoce como generación centralizada (Robert, 2020).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

26.7%, y el 21.3% restante es la producción que los particulares aportaron bajo los esquemas de autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción, exportación, usos propios continuos y generador, así como por generación distribuida y los sistemas rurales no interconectados reportados por FIRCO ver Tabla 2 (PRODESEN 2018-2032).

Tabla 2. Generación de energía eléctrica por modalidad, 2017

(Gigawatt-hora)

Modalidad	Generación Total	Participación (%)
Modalidades conforme a la LSPEE*		
CFE	409	0.1
Producción independiente	87,928	26.7
Autoabastecimiento	37,596	11.4
Pequeña Producción	187	0.1
Cogeneración	16,601	5.0
Exportación	6,072	1.8
Usos Propios Continuos	973	0.3
Modalidades conforme a la LIE**		
CFE-Generador	170,649	51.8
Generador	7905	2.4
Otros		
FIRCO y GD***	842	0.3
Total****	329,162	100.0

*/ Ley del Servicio Público Eléctrico de Energía Eléctrica. **/ Ley de la Industria Eléctrica. ***/ Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y Generación Distribuida (GD). ****/ Los totales pueden no coincidir por redondeo. Información preliminar 2017. Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, la CRE, el CENACE y la Subsecretaría de Planeación y Transición Energética.

Ahora bien, de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGI-CEI 1990-2015), la emisión nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por el rubro de producción de electricidad y calor se deriva del consumo de combustibles fósiles de la CFE, los Productores Independientes de Energía (PIE) y las centrales eléctricas de autoabasto.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

En este sentido, los combustibles utilizados para producir electricidad por dichas entidades son: carbón mineral, combustóleo, diésel y gas natural. En el caso de los PIE y las centrales de autoabasto, solamente consumieron diésel y gas natural en 2015 ver Tabla 3.

Tabla 3. Combustibles para la generación de electricidad en México, 2015

	Combustible	Unidad	Cantidad
CFE	Carbón mineral	Toneladas (ton)	15,687,348
	Combustóleo	Metros cúbicos (m3)	5,995,370
	Diésel	Metros cúbicos (m3)	286,493
	Gas natural	Metros cúbicos (m3)	15,702,617,581
PIE y centrales electricas de autoabasto	Diésel	Metros cúbicos (m3)	248,922
	Gas natural	Metros cúbicos (m3)	26,787,897,656

Fuente: INEGI-CEI 2015

En cuanto a los factores de emisión que contempla el INEGI-CEI 1990-2015 para la generación de electricidad, se identifican en la Tabla 4.

Tabla 4. Factores de emisión para la generación de electricidad, 2015

Combustible	Unidades	Factor de emisión		
		CO₂	CH₄	N₂O
Carbón bituminoso	kg/ton	2,017	0.0206	0.0315
Combustóleo ligero	kg/m3	3,097	0.123	0.0241
Diésel	kg/m3	2,596	0.1078	0.0216
Gas natural	kg/m3	2.27	0.0000411	0.00000411

Fuente: INEGI-CEI 2015

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Cabe señalar que a finales de la década de 1990 comenzó un proceso de sustitución de derivados del petróleo por gas natural⁸, esto se presentó principalmente en los sectores energético e industrial. Se ha promovido un proceso de sustitución de tecnologías termoeléctricas convencionales por ciclos combinados para generar electricidad y desplazar al combustóleo. Asimismo, la apertura al sector eléctrico privado y los precios de los energéticos hicieron atractivo sustituir combustóleo por gas natural en el sector industrial, tanto para autoproducir electricidad como para hacer más eficientes sus procesos productivos ver Tabla 5.

Tabla 5. Consumo de combustible 2018-2032 (Petajoule)

Combustible	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Gas natural	1355	1393	1424	1512	1485	1521	1514	1567	1655	1681	1755	1747	1794	1804	1886
Combustóleo	474	387	330	224	190	168	163	163	163	163	162	162	162	162	125
Carbón*	452	462	464	463	463	463	505	504	504	504	505	504	428	428	429
Uranio	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	210	306	402	403
Biogás, Bagazo y Residuos Sólidos	76	76	76	80	108	138	147	147	153	153	161	161	161	161	161
Diésel	10	8	12	11	10	9	0	0	0	0	1	2	1	2	2
Otros**	3	1	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total	2484	2440	2423	2405	2373	2415	2445	2496	2590	2616	2699	2787	2853	2960	3008

*/ Incluye coque **/ Incluye gas residual y vapor.

Fuente: Elaborado por la SENER.

Cabe señalar que el 59% de la demanda total de gas natural en el país corresponde al sector eléctrico. También se ubica dentro de los primeros diez países⁹ con la mayor generación de electricidad a partir de gas natural. La fuerte dependencia a este energético es debido a la oferta de gas barato procedente de Estados Unidos y a la conversión de plantas de combustóleo por gas efectuadas en los últimos años.

⁸ Es un combustible con un alto poder calorífico; es de fácil acceso para el usuario ya que se canaliza hasta el lugar de utilización. Solo se necesita abrir una válvula para tener el suministro constante y de calidad; tiene un precio competitivo frente a combustibles similares; se puede utilizar en gran variedad de aparatos, tanto para generar calor, calefacción, agua caliente, en cocinas industriales y hornos, como para generar frío en instalaciones refrigeradoras. Al ser un producto más ligero que el aire, las posibles fugas o emisiones se disipan rápidamente en la atmósfera.

⁹ Es importante destacar que a nivel global una quinta parte de la generación de electricidad depende del gas natural. Estados Unidos de América es el mayor productor de electricidad a partir de dicho combustible, seguido por Rusia y Japón.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Entre los países que utilizan el energético de manera intensiva para generar electricidad, pero que son importadores del insumo destacan Italia y Japón donde su energía eléctrica que producen se genera en 44 y 39% de gas respectivamente ver Tabla 6. México es el único país altamente dependiente de un solo país donde sus importaciones de gas natural alcanzan un 89%¹⁰.

Tabla 6. Participación según insumo en países importadores de gas natural, 2018.

País	Gas natural (%)	Renovables (%)	Nuclear (%)	Otras (%)
México	59	19	4	23
Italia	44	39	0	17
Japón	39	17	2	42
España	19	40	21	20
Francia	6	19	73	2

Fuente: Tomado de Clúster Energético con información de British Petroleum (BP), de la International Energy Agency (IEA) y SENER

El gas y las energías renovables son las fuentes de electricidad con mayor aumento en los últimos años contrario a la tendencia a la baja seguida de la energía nuclear y el petróleo. A nivel mundial el carbón todavía es la principal fuente de energía eléctrica con 38%, similar al nivel registrado hace 30 años.

En suma, cuanto mayor sea la proporción de energías renovables en la mezcla energética de un país, menor será el nivel de emisiones de CO₂; La electricidad originada mediante energías renovables (fotovoltaica, eólica, hidráulica, biomasa) no produce CO₂ en su proceso de producción. Como cualquier proceso de transformación, tiene pérdidas y en el caso de cualquier combustible fósil, siempre generara CO₂.

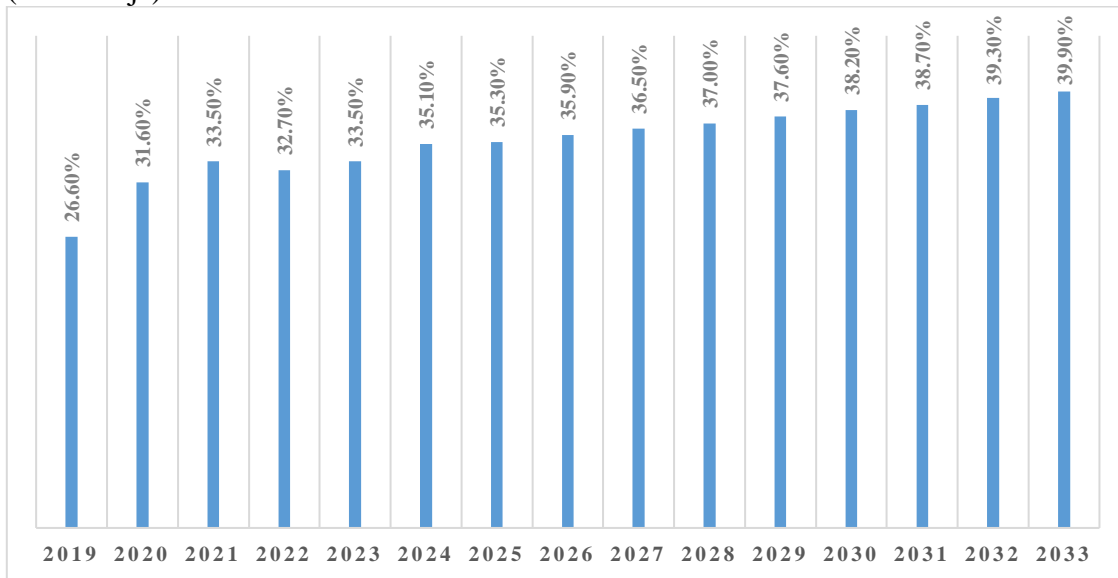
¹⁰ La demanda de gas en México creció porque el precio del gas cayó por el aumento en la producción de gas lutita (shale) en Estados Unidos, mientras que la oferta en México disminuye año con año.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Finalmente, el PRODESEN 2019-2033 proyecta que en los siguientes años la energía eléctrica producida para abastecer las necesidades del país llegará a 490,047 GWh en 2033. En este sentido la participación de las energías limpias se incrementará gradualmente hasta representar 39.9% del total nacional generado en 2033, este porcentaje representa llegar a generar 195,316 GWh con las diversas energías limpias ver Figura 6.

Figura 6. Trayectoria de progreso de la meta de generación con energías limpias en el sistema eléctrico nacional, 2019-2033.

(Porcentaje)



Fuente: Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía (CONUEE) con información del PRODESEN 2019-2033, SENER.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

III. Planteamiento del problema

Uno de los principales objetivos de la reforma energética del 2014 fue concluir con las posiciones monopólicas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Petróleos Mexicanos (PEMEX) como entidades verticalmente integradas y permitir a todos los participantes del mercado jugar en un campo nivelado. No obstante, la Administración del Presidente Andrés Manuel López Obrador ha contemplado un escenario en el que la CFE y PEMEX tendrían una posición de dominancia en el mercado energético.

Con esto el usuario final, ya sea comercial o industrial, se vería afectado de manera importante, toda vez que dejaría de beneficiarse de los niveles actuales de ahorros, competencia y transparencia al recibir ofertas de los proveedores en términos de precio y condiciones contractuales. El regreso a lo anterior, en el que las tarifas de la electricidad se establecían arbitrariamente, con racionalidad económica limitada, inevitablemente conllevaría tarifas más altas para dichos usuarios.

También se ha mencionado que el aumento de las tarifas de media y alta tensión se utilizaría para financiar la modernización de la red de distribución y transmisión, así como los nuevos proyectos de generación. Sin embargo, cualquier aumento en estas probablemente sería utilizado para subsidiar las tarifas residenciales, el mantenimiento y la renovación de plantas antiguas e ineficientes, que funcionan con combustóleo y diésel (mayor costo), y podría llegar a utilizarse para cubrir los pasivos laborales de la CFE, así como otros pasivos financieros (Madero, 2019).

En pocas palabras, las acciones y mensajes de la administración actual, como la cancelación de las subastas a largo plazo ver Tabla 7 y los cambios en las normas del Certificado de Energía Limpia (CEL)¹¹, están planteando dudas sobre la

¹¹ Los Certificados de Energías Limpias (CEL) son instrumentos que México ha implementado para integrar las energías limpias en la generación eléctrica al menor costo, incentivar el desarrollo de nuevos proyectos de inversión en generación eléctrica limpia y contribuir en la realización de contratos de largo plazo entre Generadores y Participantes Obligados para adquirir CEL en los mejores términos

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

inversión futura en energías renovables y el impacto de las mismas en los precios de la energía y objetivos de sostenibilidad.

Tabla 7. Resultados de las subastas eléctricas a largo plazo

Capacidad contratada	Primera subasta	Segunda subasta	Tercera subasta
Solar	1691 MW	1853 MW	1323 MW
Eólica	394 MW	1283 MW	689 MW
Geotermia		25 MW	
Gas			550 MW
Precio promedio (USD por MWh)	41.8	33.47	20.57

Fuente: Elaborado por la Secretaría de Energía.

Por otra parte, es importante recordar que en la última subasta¹² (la tercera) el precio por MWh fue de 20.57 USD, de acuerdo con el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), uno de los precios más competitivos a nivel mundial, y 70% más barato que el costo de generación de CFE (Zavaleta, 2020).

Además de lo competitivo de este precio, es importante hacer mención a la inversión que esto representó en proyectos de generación, así también que la mayor parte de la energía eléctrica será generada a partir de fuentes limpias.

Con respecto a los CELs los cambios en sus normas dieron como resultado una fuerte inconformidad por parte del Sector Privado, ya que argumentan que al permitir que la CFE obtenga dichos instrumentos de sus centrales construidas antes de 2014 altera de manera sustantiva el marco regulatorio del sector energético, altera el trato equitativo entre los participantes del sector eléctrico, genera incertidumbre y vulnera la ejecución de inversiones¹³.

posibles. El requisito de CEL define la proporción del total de energía consumida durante un año por los participantes obligados, que debe ser acreditada como energía limpia. En cumplimiento con lo estipulado en la LIE, la SENER estableció los requisitos de CEL publicados 2018 y 2019, los cuales fueron una variable de decisión para las dos primeras Subastas de Largo Plazo; en conjunto se logró la asignación de 14.7 millones de CEL, es decir, el 39% y 56% de las obligaciones a cumplir en 2018 y 2019, respectivamente.

¹² La cuarta subasta se llevó a cabo en diciembre de 2018, CENACE anunció su suspensión. En febrero de 2019 se anuncia su cancelación definitiva, pero en 18 de septiembre del mismo año la SENER, con algunas modificaciones anuncia que reactivará la cuarta subasta, pero de manera regional, es decir, donde se necesite para tener un balance nacional.

¹³ De acuerdo con la CCE, la regulación que entró en vigor el 29 de octubre pone en riesgo 9 mil millones de dólares, que llegaron al país con el marco original de los CELs publicado en 2014.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

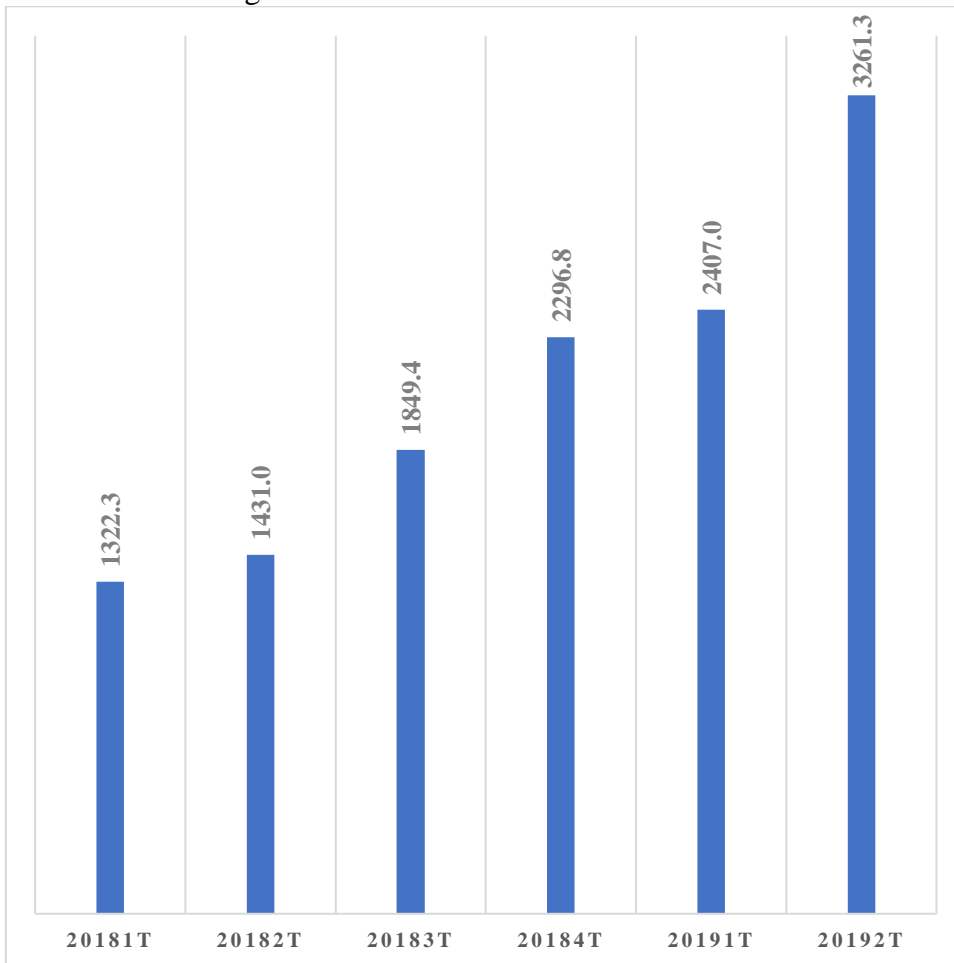
Por ejemplo, los CELs emitidos por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) antes del ajuste a las normas eran exclusivos para la electricidad verde generada vía nuevas centrales. Los instrumentos tenían como finalidad incentivar la construcción de infraestructura de generación vía métodos limpios.

Con los cambios en la ley, las centrales geotérmicas, hidroeléctricas e incluso la central nuclear de Laguna Verde de la CFE podrán emitir estos instrumentos. Las generadoras que se rigen bajo el anterior régimen sin necesidad de que tengan que demostrar una nueva inversión o reemplazar centrales eléctricas por nuevas respecto a su capacidad existente ya son aptas para recibir CELs, no obstante que no cumplen con el mandato que establecía la Ley de la Industria Eléctrica de fomentar nueva generación.

Por lo tanto, la generación de energía limpia se convirtió en una importante oportunidad de negocio y complementaba la generación de electricidad de la CFE, pero los cambios aplicados por la SENER le disminuyen atractivos ver Figura 7.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Figura 7. Certificados de Energía Limpia (CEL)
Miles de CEL otorgados



Fuente: CRE y CENACE

Finalmente, se percibe que los objetivos de estas acciones y mensajes son proteger el papel de CFE en el mercado. Estas acciones también afirman la creencia generalizada de que las empresas estatales tienen menos incentivos que las empresas privadas para minimizar los costos. Si estas prácticas continúan, no será posible que nuestro país alcance a cumplir el generar el 35% de su electricidad a partir de fuentes de energía limpia para 2024 (Madero y Ureta, 2019).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

IV. Objetivos

Resaltar la importancia de incrementar fuentes de generación de energía eléctrica por medio de fuentes que utilicen recursos renovables, a fin de mitigar el cambio climático, sin descuidar el abasto de energía, para no frenar el desarrollo de la CDMX.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

V. Marco teórico

Competencia en un Mercado con estructura monopólica: El caso de la industria eléctrica.

Para comprender la situación por la que atraviesa la industria eléctrica en México es de vital importancia vislumbrar como fue concebida desde sus inicios, el suministro de energía eléctrica históricamente se ha considerado una actividad estratégica reservada al Estado fundamentado en la teoría económica de las fallas del mercado y de regulación. De esta manera se establecía que la industria eléctrica en sus diferentes fases puede ejecutarse por una sola empresa que presenta economías de escala y costos medios marginales decrecientes, por lo que la forma más eficiente posible de articular el mercado eléctrico fue la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica a través de un modelo de monopolio natural de integración vertical.

Es indudable que gran parte de los avances y retos de la industria eléctrica surgieron por su estructura monopólica, sin embargo, desde la década de los 80's¹⁴ tomó fuerza entre los economistas del pensamiento neoclásico que el mercado es el mejor mecanismo de asignación de recursos, destacando que sólo aquellas estructuras de mercado más eficientes sobrevivirán al proceso de selección competitivo. Por tanto, la introducción de competencia en la estructura de mercado representará un avance hacia una situación más eficiente. (Ordóñez de Haro, 2009).

La industria eléctrica en México surgió como un monopolio natural y se mantuvo durante 30 años sin modificación alguna en su regulación, para 1992 el Gobierno

¹⁴ En este periodo tomó fuerza la liberalización de los mercados eléctricos en varios países, con objeto de permitir que empresas privadas ofrecieran electricidad en condiciones más eficientes y mejores servicios a los usuarios. Se introdujeron así esquemas competitivos en las actividades, donde fue posible la generación y comercialización de electricidad. (Brown del Rivero, 2011)

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Federal emite la Ley del Servicio Público de Energía, primera modificación regulatoria encaminada a intentar generar competencia en el área de la generación eléctrica y finalmente, la última reforma energética emprendida en 2013 buscó una mayor apertura de la industria al sector privado (en generación y comercialización manteniendo la transmisión aún como un monopolio), a pesar de esto el Estado Mexicano a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) mantiene lo que se conoce como “Modelo de Comprador Único” y que a continuación describiremos.

Características de la Industria Eléctrica

Aunque se trate de un concepto amplio, en términos generales, la industria eléctrica se refiere al uso de diversas materias primas (carbón, derivados del petróleo entre otros) para generar energía eléctrica, la cual es transmitida y comercializada principalmente como insumo para otras industrias y para el consumo en los hogares.

Siguiendo a Brown del Rivero (2011) a Wilson (1999) y a Montero y Sánchez (2001) la industria eléctrica muestra algunas peculiaridades que lo caracterizan:

- i. Es un bien económico que no se puede almacenar y su medición es complicada.
- ii. La transmisión es muy inestable y se ve afectada por limitaciones de capacidad.
- iii. La oferta de este bien debe ser continua, sin interrupciones o fluctuaciones en la frecuencia y el voltaje.
- iv. Como consecuencia de la imposibilidad de almacenamiento, se requiere de capacidad y transmisión instaladas para satisfacer la demanda en tiempo real, así como reservas para satisfacer los cambios aleatorios en la demanda.
- v. Debido a que tanto oferentes como demandantes se encuentran conectados físicamente a una red de transmisión, las decisiones de cualquiera de ellos

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

pueden afectar al resto de los agentes interconectados a la red, sin que exista la posibilidad de asignar el producto generado por una planta específica a un consumidor específico.

- vi. Las externalidades que producen tanto consumidores como productores en la red, se reflejan en la calidad (frecuencia, estabilidad, voltaje) de la electricidad y en consecuencia el equilibrio entre la oferta y la demanda debe darse para un cierto estándar de calidad.
- vii. Los mercados en los que se desenvuelve son incompletos e imperfectos¹⁵.
- viii. La demanda es poco elástica en el corto plazo y la oferta se vuelve inelástica cuando la demanda se acerca al límite de su capacidad.
- ix. Es una industria intensiva en capital y de propiedad concentrada, requiere realizar grandes inversiones en activos muy específicos, que no pueden ser fácilmente reconvertidos para su uso en otras actividades

Por estas razones las primeras empresas eléctricas se integraron verticalmente argumentando que una estructura monopólica traería más beneficios que una economía de mercado.

La industria Eléctrica vista como un Monopolio Natural

Un monopolio natural es una estructura de mercado en la cual existe un solo vendedor regional de un determinado bien, con economías de escala, exhibe una función de producción subadictiva, con altos costos fijos de capital con respecto a los variables y al tamaño del mercado, es decir, operan con costos fijos muy elevados y costos variables muy bajos, lo que vuelve decreciente al costo unitario y al ser empresas intensivas en capital crean barreras de entrada a nuevos competidores. En consecuencia, es más eficiente que una sola empresa abastezca

¹⁵ La principal asunción consiste en que los mercados son incompletos o imperfectos debido a la presencia de economías de escala, información asimétrica, diferenciación de productos y externalidades.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

a este mercado en lugar de dos o más empresas al mismo tiempo (Bautista y Patiño, 2007).

Por esta situación era generalmente aceptado que la industria eléctrica debía estar organizada como empresas verticalmente integradas, y comúnmente manejadas por el Estado. Además, con esta estructura se percibía que el sector eléctrico es más estable y seguro, ya que cuando todas las unidades que lo integran están físicamente interconectadas y operadas por un solo administrador representa una disminución en los costos de transacción y a su vez asegura la mejor respuesta posible.

Por otra parte, la separación de actividades puede generar problemas de infra-inversión¹⁶ y finalmente la integración permite diversificar el riesgo de mercado entre las diferentes unidades y optimizarlo internamente (Vargas, 2017).

Sin embargo, a inicio de los ochentas la creencia de que la integración vertical debía ser la forma de estructura del mercado eléctrico cambió en gran medida gracias a los avances tecnológicos, con el desarrollo, primero de las turbinas de gas y, posteriormente, de turbinas de gas de ciclo combinado, de esta forma se logró reducir la escala óptima de las centrales eléctricas, centrales de menor tamaño y con tiempos de construcción y montaje menores, además ahora comenzaba la implementación de un respaldo de red para atender cualquier requerimiento no previsto de electricidad, esto permitió reducir considerablemente los costos y por lo tanto, ya era posible introducir competencia en partes de la cadena de la industria eléctrica (Cortez, 2007).

¹⁶ Una empresa que ha de realizar grandes inversiones en activos muy específicos, corre el riesgo de que, una vez realizadas, los consumidores no estén dispuestos a pagar un precio que permita obtener la rentabilidad prevista. Ello puede llevar a la compañía a reducir o postergar esas inversiones (Tirole, 1990).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

El mercado como una alternativa más eficiente

En la teoría económica y en la experiencia internacional (Webb,1998), (Breceda, 1998), **(Reyes, 1999)** se ha demostrado que, si la cantidad de un bien o servicio se produce o vende en un mercado con estructura monopólica, esta será menor a la que prevalece en un mercado competitivo y, por tanto, los precios de los bienes o los servicios serán mayores o su calidad será menor a los que habría en un mercado en cual haya más de un producto para un mismo bien o servicio (competencia).

Las reformas implementadas en algunos países presentaron en mayor o menor medida un proceso de cambios, de des-integración vertical y privatizaciones de las empresas eléctricas públicas. Los modelos de regulación que se llevaron a cabo no son los mismos, pero tenían un denominador común: se trataba de la búsqueda de la competitividad del sector. Si bien la integración vertical representa una disminución de costos de transacción y genera economías de ámbitos y de escala, también es cierto que podría facilitar prácticas anticompetitivas, permitiendo a los dueños de las instalaciones esenciales extender su poder de mercado, y podría presentarse abuso de posición dominante y barreras a la entrada (Vargas, 2017).

Además, en un monopolio del Estado pueden existir fuertes incentivos de carácter político para hacer que las tarifas sean artificialmente bajas y que, en el caso de que éstas sean menores que los costos de producción, la diferencia sea financiada mediante los recursos de la hacienda pública (BBVA, 2002). De esta forma, entre mayor sea esta diferencia, mayor será el rendimiento político, pero también lo será el costo fiscal del subsidio para la sociedad, pues tendrá que ser financiado por los contribuyentes mediante una más elevada carga impositiva o un mayor endeudamiento público.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

A diferencia de un mercado competitivo, un monopolio no ofrece beneficios para los consumidores en términos de calidad y precio, pues las empresas no están obligadas a ofrecer su mejor servicio a fin de mantenerse como una alternativa viable, ya que su clientela es “cautiva”. De esta forma, las empresas públicas, además de estar limitadas por la salud de las finanzas públicas, no tienen incentivos para innovar e introducir cambios tecnológicos que lleven a menores costos de producción (Ordóñez de Haro, 2009).

El caso en el sector eléctrico como ya se expuso es uno especial dadas las características del bien que se comercia y el mercado en el que opera, y no fue hasta que hubo importantes progresos tecnológicos que la competencia no aparecía en la órbita de la industria electricidad, adicionalmente el monopolio como forma de organización fue mostrando sus deficiencias y las discusiones se fueron encaminando cada vez más a la introducción de competencia en al menos dos segmentos como son la generación y la comercialización, México no fue indiferente a estos movimientos de des-regulación y tránsito a un modelo de competencia, que a continuación se describe su evolución.

[El caso para la Industria Eléctrica en México](#)

En México la industria eléctrica inició su desarrollo a fines del siglo XIX cuando en la ciudad de León Guanajuato se instaló “La Americana”, industria textil instaló una planta de generación eléctrica para el autoconsumo (SENER, 2002). La expansión de la industria siguió el mismo patrón, se organizaron más de cien empresas eléctricas, sin embargo, la mayoría eran plantas aisladas para industrias, alumbrado público y pocos servicios domésticos (Gutiérrez y Fragoso, 2012).

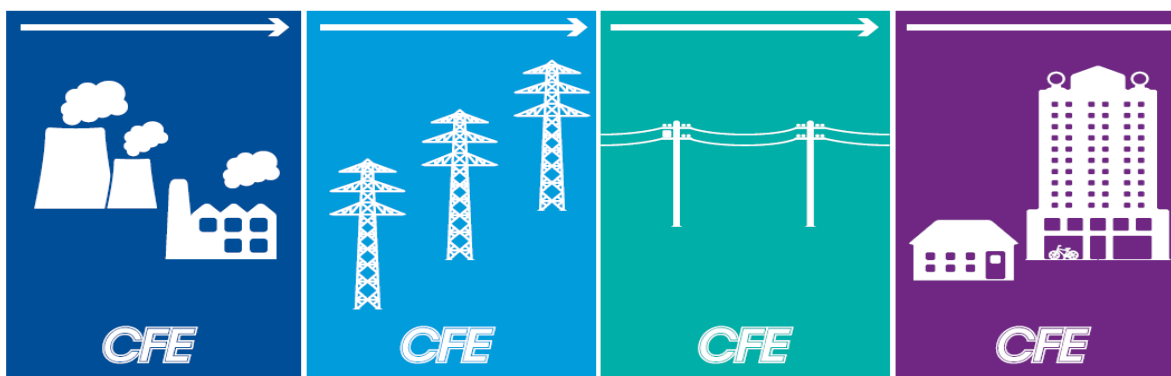
SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

La Comisión Federal de Energía creada en 1937 como respuesta del Estado siendo el organismo público del Gobierno Federal que surgió con el propósito de generar, distribuir y transmitir energía eléctrica a un bajo costo y sin fines de lucro.

Posteriormente, México adoptó un modelo monopólico estatal durante la década de los 60's, el entonces presidente de la República, Adolfo López Mateos, reforma el artículo 27 constitucional¹⁷ y concedió al Estado la exclusividad en cualquier tipo de actividad relacionada con la energía eléctrica.

Para 1975 se emitió la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE)¹⁸ la que abrogó a la Ley de Industria Eléctrica (1938), con la cual se unificó el servicio en una sola entidad, la CFE pasó a ser una empresa pública integrada verticalmente, ya que abarcaba todas las fases de dicha industria ver Diagrama 1.

Diagrama 1. Estructura de la industria Eléctrica en México



Fuente: Con información de KPMG, Oportunidades en el Sector Eléctrico en México

¹⁷ Diario Oficial de la Federación, Decreto que reforma el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el 20 de enero de 1960, por el que se modifica el párrafo sexto, declarando de competencia exclusiva de la nación a la materia eléctrica.

¹⁸ Diario Oficial de la Federación, publicada el 22 de diciembre de 1975, ley que en términos generales establece que es responsabilidad única de la Nación a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), empresa productiva del Estado, propiedad del Gobierno Federal y autónoma en su presupuesto y en su capacidad técnica y operativa, prestar el servicio público de abastecimiento de energía a la población. Por lo que quedaba terminantemente prohibido el otorgamiento de concesiones a particulares para la prestación de este servicio de manera privada.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Asimismo, el modelo monopolista generó logros importantes, duplicó el acceso eléctrico durante el periodo de 1970 a 1990, llevando la energía a zonas pobres y rurales del país teniendo como principal forma de generación las plantas termoeléctricas reflejo de una abundancia relativa de petróleo y bajos costos, todo esto permitió en la industria “una planeación uniforme según programas nacionales; unificación de frecuencias de operación; interconexión de sistemas; un solo régimen tarifario (anteriormente existían 168); normatividad nacional; capacitación profesional; optimización de recursos; menor y mejor administración; beneficios técnicos, económicos y sociales; la industria se expandió y atendió áreas no cubiertas anteriormente; electrificación de zonas deprimidas y rurales; formación de un cuerpo técnico de experiencia; integración de departamentos de planeación, ingeniería, diseño y construcción; especialización en transmisión y distribución (Gutierrez y Fragoso, 2012).

Este esquema monopolístico estuvo presente en México durante varias generaciones habiendo ciertos intentos más o menos efectivos para intentar cambiarlo, el principal motivo fue que al prácticamente duplicar su tamaño en cuanto a generación y capacidad esto implicó una cuantiosa cantidad de recursos para el erario público¹⁹ (BBVA, 2002) por lo cual en 1992 se reforma LSPEE permitiendo cierto nivel de participación del sector privado en la generación de energía ver Tabla 8.

¹⁹ Se crea el esquema de proyectos de inversión diferida, conocidos como PIDIRIEGAS, en el cuál sólo los pagos por capacidad del año presente y del año siguiente del contrato de compra de energía son contabilizados como deuda, mientras que los pagos futuros se convierten en deuda contingente.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 8. Actividades abiertas a la Participación Privada

Esquema	Descripción
Autogeneración	Generación de electricidad para satisfacer las necesidades propias de alguna actividad industrial.
Cogeneración	Obtención de electricidad aprovechando, directa o indirectamente, los procesos productivos de los particulares. Dicha electricidad será para su propio consumo y los excedentes para su venta a la CFE.
Productor Independiente de Electricidad (PIE)	Se refiere a las plantas eléctricas con capacidad instalada mayor a 30 MW construida y operada por empresas privadas. El total de la energía generada deberá ser vendida a CFE a través de un contrato de compra de energía.
Generación a pequeña escala	Se refiere a plantas generadoras con una capacidad instalada no mayor a 30MW construida y operada por empresas privadas. La energía generada solo se podrá destinar a: <ul style="list-style-type: none"> I. La venta a CFE. II. Autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas. III. Exportación.
Importación	Compra de energía eléctrica proveniente de generadoras del extranjero para uso exclusivo de los importadores y bajo previa autorización de la Secretaría de Energía.
Exportación	Venta de electricidad generada a través de la cogeneración, producción independiente y pequeña producción previa autorización de la Secretaría de Energía.

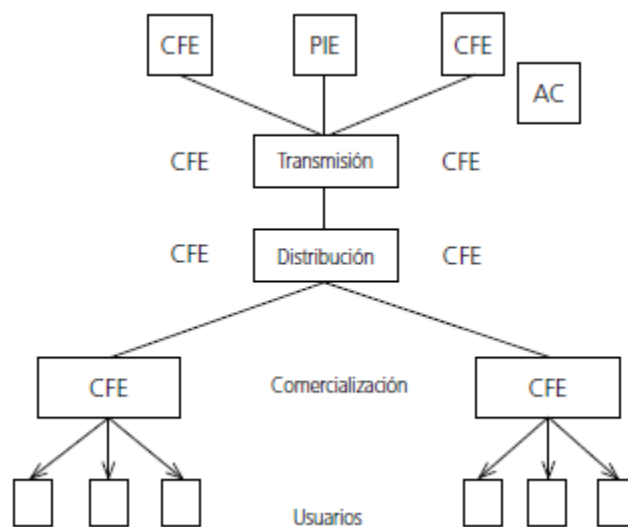
Fuente: www.cre.gob.mx con datos para abril, 2002

La reforma anterior implica a lo que (Vargas, 2017) denominó “Modelo del Comprador Único” en pocas palabras sin bien se comenzaba a permitir la entrada

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

de los privados a una industria históricamente de propiedad pública, esta se dio en condiciones de regulación un tanto “especiales” abriéndose el segmento de la generación para la participación privada, y la única empresa que puede comprar la electricidad a los privados es la CFE, de ahí que al modelo se le considere de “comprador único” ver Diagrama 2.

Diagrama 2. El Modelo de Comprador Único



Fuentes: Vargas (2017). Estructura de la industria eléctrica mexicana: Modelo de Comprador Único. *Economía. Teoría y Práctica*, pág 82.

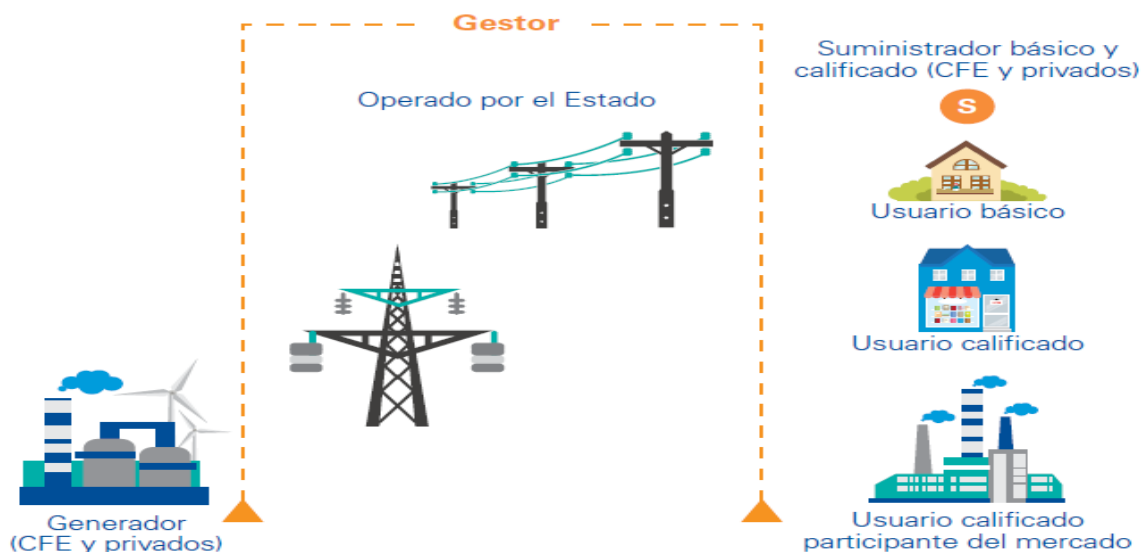
Bajo este esquema, los generadores privados no pueden vender la electricidad a los usuarios en un mercado libre. El suministrador público es, por mandato de Ley, el único comprador, es decir, los PIE venden únicamente a la CFE; en este sentido, la CFE es un monopsonio y, por otro lado, es un monopolio en la comercialización. Esto es, la CFE tiene un doble comportamiento económico: es una empresa productiva del Estado de integración vertical, pero también un gran comprador. Podríamos decir que existe un gran consumidor, el cual demanda una proporción tan importante de la producción del proveedor que, si deja de comprarle, el proveedor puede incurrir en pérdidas.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

La reforma energética de 2013 en materia de electricidad, comprendió modificaciones sustanciales a los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución, que no abandona el servicio público, pero lo restringe de una forma severa, estableciendo que el sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, entendidas como áreas estratégicas a la planeación y control del sistema eléctrico nacional, así como su transmisión y distribución.

El 11 de agosto de 2014 fue publicada en el Diario Oficial de la Federación la nueva ley que regularía el sector eléctrico, esta reforma y sus leyes secundarias buscan, entre otros objetivos, elevar la productividad e incrementar la calidad de los servicios tanto de la industria petrolera como de la eléctrica, así como lograr mayor cobertura de estos servicios y precios más competitivos ver Diagrama 3 (EY México, 2018).

Diagrama 3. Reforma Energética 2013



Fuente: Con información de KPMG, Oportunidades en el Sector Eléctrico en México

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

En este sentido, la reforma básicamente busca la atracción de recursos privados que le permitan al sector productivo adquirir electricidad a precios competitivos, se preserva la planeación y control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), la transmisión y distribución como actividades estratégicas exclusivas del estado, por otro lado, ahora, se permite la inversión de manera directa en la generación y comercialización de electricidad, en pocas palabras después de la reforma, los inversionistas privados pueden instalar centrales eléctricas, dando con ello fin al monopolio histórico de la CFE.

Los aspectos regulatorios de mayor calado introducidos por la reforma energética en materia de la industria eléctrica son los analizados a continuación.:

- 1) **Ley de la Industria Eléctrica (LIE):** El nuevo marco legal de la industria eléctrica busca las bases para un mercado competitivo y sustentable basado en eficiencias, con participación privada. Comenzando con la desintegración vertical tal como se establece en el artículo 8 de dicha ley *“La generación, transmisión, distribución, comercialización y la proveeduría de insumos primarios para la industria eléctrica se realizarán de manera independiente entre ellas y bajo condiciones de estricta separación legal”*, asimismo, las actividades de generación y comercialización de electricidad se llevaran a cabo bajo condiciones de libre competencia (mediante el Mercado Eléctrico Mayorista), en tanto que la transmisión, distribución, planeación y control del SEN son actividades estratégicas que solo podrá realizar el Estado mexicano, quien puede establecer contratos de Asociación Público-Privada para la infraestructura faltante en la red.²⁰

Aparte de las modificaciones en materia de competitividad de mercado, también hubo importantes incorporaciones regulatorias dando lugar al surgimiento de entidades clave de la Administración Pública Federal para la industria Eléctrica:

²⁰ DOF (2014) LIE, Art. 2, párr. I y SENER (2017) PRODESEN (2017-2031).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

- El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) se establece como un ISO²¹ y se encarga de la operación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
 - La Comisión Reguladora de Energía (CRE) constituida bajo la Secretaría de Energía (SENER) es el principal órgano regulador federal, se encarga de implementar la Ley de la Industria Eléctrica en general y supervisa elementos operativos específicos, como la emisión de contratos de generación e interconexión.
 - La SENER es la parte del gobierno federal encargada de coordinar la implementación inicial de las reglas del mercado. Además, la SENER coordina asuntos relacionados con políticas, como el establecimiento de objetivos específicos para las energías renovables, la supervisión del desarrollo del almacenamiento estratégico de gas natural y el fomento de actividades de desarrollo de terceros en áreas tales como inversiones de transmisión estratégica para apoyar el desarrollo de energías renovables.
- 2) **Ley de Transición Energética (LTE):** establece el marco regulatorio específico para la generación de energía a través de fuentes limpias y especifica los instrumentos de planeación de la política nacional en materia de energías limpias y eficiencia energética, el objetivo es la promoción del uso de tecnología limpias y combustibles más limpios, a través de metas, diagnósticos exhaustivos y propuestas de reducción de combustibles fósiles.²² En relación a lo anterior, la SENER fijará como meta una participación máxima de 65% de combustibles fósiles en la generación de

²¹ Operador de Servicios Independiente, consiste en la coordinación de los servicios de transporte para asegurar que el sistema siempre esté en una situación de equilibrio estático. Ello se logra controlando las inyecciones y los retiros de energía a lo largo de la red. La operación del sistema se encarga del despacho de la electricidad, la cual se genera de manera dispersa y que se requiere para mantener el voltaje y la frecuencia adecuada en la red, así como para prevenir caídas del sistema. (Brown del Rivero, 2011)

²² DOF (2015) LTE Art. 1 y III transitorio y DOF (2015) LTE Art. 27, 28 y 29.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

energía eléctrica para el año 2014, del 60% en el 2015 y del 50% por ciento en el 2050. Asimismo, se dispone que se promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energías limpias alcance por lo menos 35% para el año 2024, mientras que a nivel constitucional en el artículo 25 se introdujo el concepto de desarrollo económico sustentable. (Knirsch y Tovar, 2014)

Por otra parte, los Certificados de Energías Limpias (CEL)²³ son la principal herramienta para alcanzar esas metas de generación de energía eléctrica limpia. De acuerdo con Jesús Serrano, miembro de la Comisión Reguladora de Energía, “Los CEL dan a las tecnologías de energía limpia los recursos necesarios para hacerlas más competitivas. El mercado determinará el precio de los CEL, que cubrirá la diferencia entre los costos de generación de energía limpia y la generación de combustibles fósiles, sin que se deriven ingresos excesivos para los generadores de energía limpia”.

- 3) **Mercado Eléctrico Mayorista (MEM):** La creación del MEM, es uno de los principales objetivos de la reforma energética. Inició operaciones en enero de 2016 y es operado por el CENACE, quien recibe las ofertas, da instrucciones de despacho a las centrales y redes de transmisión y distribución, factura y paga la electricidad a los participantes en el mismo. Además de la implementación de contratos de cobertura eléctrica, se crea un mercado para la comercialización de potencia y productos asociados bajo condiciones de competencia. (KPMG, 2019)

El MEM opera mediante la siguiente estructura:

- Mercado de corto plazo para energía y servicios conexos.

²³ Títulos con vigencia permanente que acreditan la fuente de generación de energía como una fuente limpia (fuentes de energía cuyas emisiones no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias). El periodo durante el cual la planta generadora podrá recibir CEL es de 20 años.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

- Mercado para el balance de potencia.
- Mercado de CEL.
- Subastas de Derechos Financieros de Transmisión(DFT).
- Subastas de mediano y largo plazo.²⁴

No obstante, la impresionante transformación del sector energético mexicano lograda en esta etapa, el futuro de la reforma de 2013 dista de estar asegurado. Con la victoria de Andrés Manuel López Obrador (AMLO) en las elecciones de julio de 2018 de México, durante su carrera se ha pronunciado con entusiasmo en cuanto a la necesidad de preservar el control público y estatal sobre la riqueza petrolera del país, con lo cual ostenta una visión nacionalista por lo que hoy existe una inquietud e incertidumbre generalizada, en lo referente al sector energético, que muy probablemente sea uno testigo de un estancamiento en el sector energético mexicano en los próximos años dado que será improbable que la nueva administración licite nuevas rondas de concursos petroleros o eléctricos, y que en su lugar optará por fortalecer a la paraestatal petrolera y el servicio eléctrico nacional (Wood, 2018) por lo que aún con las diferentes modificaciones regulatorias que se han llevado a cabo en las últimas décadas, incluso después de las reformas de principios de 2013, la CFE siguió siendo la que gestiona las funciones de generación, transmisión y distribución de electricidad.

En pocas palabras, la CFE continuará siendo la única entidad autorizada para comprar energía eléctrica, por lo que se pasó de un esquema de monopolio verticalmente integrado a un modelo de “comprador único”, es decir, sólo la CFE puede adquirir energía eléctrica que tenga por objeto la prestación del servicio público, por lo que el consumidor no tiene la posibilidad de elegir otro suministrador de energía eléctrica, esto es, prácticamente no existe posibilidad de sustitución.

²⁴ Bajo este mecanismo, los compradores presentan ofertas de compra y los vendedores presentan ofertas de venta, en las cuales lo que se puede comprar son energía y potencia.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

VI. Formulación de la hipótesis

Para que todos los sectores y usuarios finales de la energía²⁵ en la CDMX accedan a mejores servicios energéticos y a la mejor tecnología de uso final disponible en la actualidad es indispensable contribuir a reducir la dependencia energética aprovechando energías renovables en la CDMX. Las tecnologías con mayor potencial a explotar son la solar fotovoltaica para generación distribuida, la solar térmica y turbinas a base de biogás.

²⁵ La regulación actual divide a los usuarios en usuarios básicos, que demandan menos de 1 MW y usuarios calificados, que demandan más 1 MW. Los usuarios básicos tienen opciones muy similares al residencial: comprar la energía de CFE o instalar un sistema de generación distribuida (paneles solares). Para los usuarios calificados el panorama es mayor, pudiendo contar con un sistema de paneles solares en su inmueble o elegir a un Suministrador de Servicios Calificados con esquemas PPA (Power Purchase Agreement) con tecnologías como la cogeneración, la solar (parques solares), eólicas, geotérmicas, biocombustibles, entre otras (Robert, 2020a).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

VII. Pruebas cuantitativas o cualitativas de la hipótesis

La CDMX no es generadora de energía eléctrica, pero está entre las tres entidades que más consumen electricidad en el país²⁶. Según el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN 2018-2032) el 38.5% del total de la capacidad instalada se ubica en cinco entidades federativas: Veracruz, Tamaulipas, Chiapas, Baja California y Nuevo León. En contraste, las cinco entidades con menor participación son: Aguascalientes, Tlaxcala, Zacatecas, **CDMX** y Quintana Roo en las cuales se localiza solo el 1.6% de la capacidad total Mapa 1 y Tabla 9.

Mapa 1. Capacidad instalada por entidad federativa, 2017



Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, CRE y el CENACE.

²⁶ Anualmente la CDMX tiene un consumo energético de 160,000 Gigawatts/hora para la realización de sus actividades. De ese total 60% se va para transporte, 24% para la industria, 13% para uso residencial y 3% para servicios.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 9. Capacidad por entidad federativa, 2017.
(Megawatt)

Entidad	Capacidad 2016*	Capacidad 2017**	TCA (%)***	Participación (%)****	Posición
Aguascalientes	13	13	0.0	0.02	32
Baja California	4457	4641	4.1	6.13	4
Baja California Sur	1017	1019	0.2	1.35	24
Campeche	1249	1251	0.2	1.65	22
Chiapas	5007	5026	0.4	6.64	3
Chihuahua	2810	2829	0.7	3.74	11
Coahuila	3760	3884	3.3	5.13	6
Colima	2764	2762	-0.1	3.65	12
CDMX	364	377	3.4	0.50	29
Durango	1839	1939	5.4	2.56	16
Edo. de México	1635	1826	11.7	2.41	18
Guanajuato	1970	1979	0.5	2.62	15
Guerrero	4623	3453	-25.3	4.56	7
Hidalgo	2651	2685	1.3	3.55	13
Jalisco	791	1634	106.6	2.16	20
Michoacán	910	2125	133.4	2.81	14
Morelos	680	680	0.0	0.90	26
Nayarit	2576	1842	-28.5	2.43	17
Nuevo León	4555	4639	1.8	6.13	5
Oaxaca	2878	2883	0.2	3.81	10
Puebla	1133	1139	0.5	1.50	23
Querétaro	697	796	14.2	1.05	25
Quintana Roo	353	389	10.2	0.51	28
San Luis Potosí	2858	2918	2.1	3.86	9
Sinaloa	1770	1770	0.0	2.34	19
Sonora	3140	3167	0.9	4.18	8
Tabasco	695	673	-3.2	0.89	27
Tamaulipas	5977	6457	8.0	8.53	2
Tlaxcala	89	75	-15.4	0.10	31
Veracruz	8266	8401	1.6	11.10	1
Yucatán	1569	1569	0.0	2.07	21
Zacatecas	150	370	146.7	0.49	30
FRCO y GD*****	262	474	81.0	0.63	-
Total	73510	75685	3.0	100.00	-

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

*/ Datos ajustados. **/ Información preliminar. ***/ TCA: Tasa de Crecimiento Anual. ****/ Respecto a la generación de 2017. *****/ FIRCO y Generación Distribuida en diversas ubicaciones. 6/ Los totales pueden no coincidir por redondeo.

Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, la CRE, el CENACE y la Subsecretaría de Planeación y Transición Energética.

Por otro lado, los cinco estados con mayor producción de energía eléctrica fueron: Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León, Baja California y Guerrero, que en conjunto aportaron el 42.6% de la generación eléctrica en el país. En contraste, los estados de: Aguascalientes, Morelos, Quintana Roo, Zacatecas y Tlaxcala fueron las entidades con menor generación de electricidad, con una aportación del 0.4% del total de generación del SEN (Mapa 2 y Tabla 10).

Mapa 2. Generación de energía eléctrica por entidad federativa



Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, la CRE y el CENACE

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 10. Generación de energía eléctrica por entidad federativa (Gigawatt-hora)

Entidad	Capacidad 2016*	Capacidad 2017**	TCA (%)***	Participación (%)****	Posición
Aguascalientes	40	36	-11.1	0.0	32
Baja California	19427	20234	4.2	6.1	4
Baja California Sur	2947	3072	4.3	0.9	24
Campeche	3574	3386	-5.3	1.0	22
Chiapas	10832	11322	4.5	3.4	13
Chihuahua	16282	14910	-8.4	4.5	9
Coahuila	20746	16927	-18.4	5.1	7
Colima	13453	14489	7.7	4.4	10
CDMX	739	985	33.3	0.3	27
Durango	9236	9904	7.2	3.0	14
Edo. de México	6836	7198	5.3	2.2	17
Guanajuato	9919	11443	15.4	3.5	12
Guerrero	22066	19886	-9.9	6.0	5
Hidalgo	13317	12395	-6.9	3.8	11
Jalisco	1485	2355	58.6	0.7	26
Michoacán	4544	7940	74.7	2.4	16
Morelos	279	403	44.4	0.1	29
Nayarit	4455	2712	-39.1	0.8	25
Nuevo León	17358	24486	41.1	7.4	3
Oaxaca	9706	8427	-13.2	2.6	15
Puebla	5800	6020	3.8	1.8	19
Querétaro	4037	4791	18.7	1.5	21
Quintana Roo	124	147	18.0	0.0	31
San Luis Potosí	15326	16854	10.0	5.1	8
Sinaloa	5151	6538	26.9	2.0	18
Sonora	16256	17279	6.3	5.2	6
Tabasco	3205	3231	0.8	1.0	23
Tamaulipas	36084	35727	-1.0	10.9	2
Tlaxcala	427	410	-3.9	0.1	28
Veracruz	39339	39755	1.1	12.1	1
Yucatán	6096	4817	-21.0	1.5	20
Zacatecas	187	240	28.6	0.1	30
FIRCO Y GD*****	93	842	809.5	0.3	-
Total*****	319364	329162	3.1	100.0	-

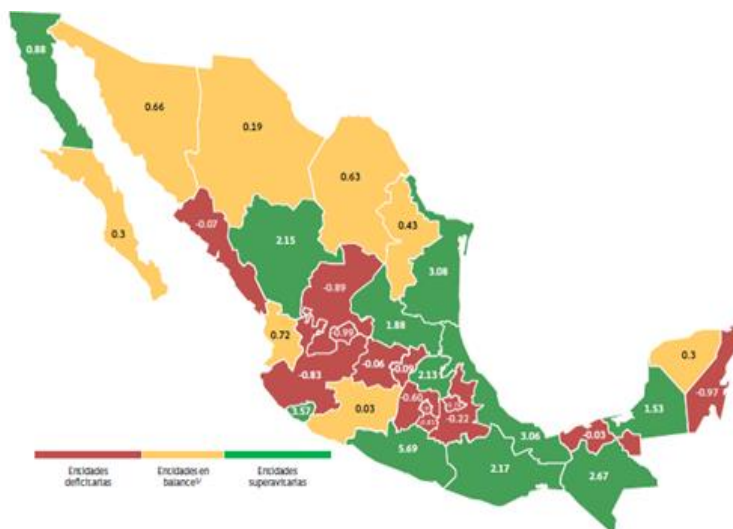
*/ Datos ajustados. **/ Información preliminar. ***/ TCA: Tasa de Crecimiento Anual. *****/ Respecto a la generación de 2017. *****/ FIRCO y Generación Distribuida en diversas ubicaciones. *****/ Los totales pueden no coincidir por redondeo.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, la CRE, el CENACE y la Subsecretaría de Planeación y Transición Energética.

En suma, el balance de energía por entidad federativa en 2017, que considera la generación y las ventas de electricidad, muestra que las regiones con los mayores excedentes de energía son: Guerrero y Colima. Las entidades que proporcionalmente presentan mayor déficit energético son: Aguascalientes y Quintana Roo ver Mapa 3.

Mapa 3. Balance de energía eléctrica por entidad federativa, 2017



Nota: Se determinó un Factor de Balance (FB) para cada entidad federativa, equivalente al valor del cociente, en el cual el numerador es la diferencia entre la generación de electricidad menos las ventas de energía eléctrica, y el denominador son las ventas de energía eléctrica. 1/ 25% de las entidades con menor FB (si es superavitaria) y mayor FB (si es deficitaria). Fuente: Elaborado por la SENER con datos de la CFE, el CENACE y la CRE.

No obstante tener un balance deficitario, la CDMX tiene grandes posibilidades para optimizar el aprovechamiento de la energía y un gran potencial para diversificar las fuentes de generación de energía a partir de recursos renovables.

Para dar marcha al compromiso de diversificar las fuentes de generación de energía, la CDMX firmó en la Cumbre Climática de 2014 el convenio en el que formaba parte de la Plataforma de Aceleración de Eficiencia Energética, que

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

impulsa Naciones Unidas para apoyar acciones y compromisos por parte de los líderes nacionales y de las ciudades, con el fin de acelerar la inversión en eficiencia energética a través de la asistencia y colaboración técnica.

La plataforma se estableció para apoyar aceleradores de eficiencia energética en sectores específicos:

- Iluminación
- Electrodomésticos y equipos
- Eficiencia de los combustibles de vehículos
- Edificios
- Sistema de energía de distritos
- Industria

En este sentido uno de los grandes retos que enfrenta la CDMX que cuenta con una población de 8.6 millones de habitantes y con una población flotante de cerca de 4 millones de personas, es el transporte que constituye un eje rector del desarrollo y bienestar de la población de la Ciudad. Donde se enfrentan situaciones como congestionamientos viales; problemas asociados con el transporte público; contaminación atmosférica; contaminación por ruido; disminución de la calidad de vida de la población y; consumo de energía.

Así también, se implementan acciones para solucionar los problemas anteriores tales como una Estrategia de Movilidad en Bicicleta; corredores de Transporte; renovación del Parque Vehicular de la RTP; sustitución del servicio concesionado de mediana capacidad por vehículos nuevos de alta capacidad Programa de Sustitución de Taxis; programa de Taxis Eléctricos; renovación del parque vehicular del Gobierno CDMX; programa de Transporte Escolar (PROTE); acciones para mejorar la calidad del aire.

Ahora bien, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) publicó en 2019 los resultados del estudio Potencial de energías renovables de la Ciudad de México. El

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

estudio reveló que el potencial de aprovechamiento de energía solar que podría generarse con paneles solares equivale al 48% del consumo actual de energía eléctrica, y al 38% del consumo de Gas Licuado de Petróleo (LP) que podría ser ahorrado mediante calentadores solares.

También el estudio reportó que para generación distribuida hay un potencial renovable aprovechable en el área comercial y residencial de 617.4 km². Así también, el área para instalar paneles dio como resultado 83.2 km² que podrían contener 4,705 MW de capacidad instalable para autoconsumo residencial y comercial por alcaldía²⁷.

Con respecto a la energía eólica para generación distribuida aún no resultaría competitiva porque su costo supera la tarifa promedio de CFE en tarifas de bajo consumo. Por su parte, los parques renovables utility scale tampoco serían la opción más viable ya que, con tecnología solar serían poco factibles²⁸, y tampoco con eólica²⁹.

Otro resultado interesante del estudio se refiere al aprovechamiento de las energías renovables que pueden beneficiar al sector económico y energético de la CDMX al generar empleos y atraer inversiones como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Estimación de impactos en empleo e inversión por el uso de paneles y calentadores solares en la CDMX.

Sector	Paneles		Calentadores	
	Fotovoltaicos*		Solares**	
	Empleo	Inversión (MDP)	Empleo	Inversión (MDP)
Sector Residencial	1,923	6,600	30,349	109,857
Sector Comercial	6,423	22,066	887	2,855

²⁷ Banquetas 11%; azotea utilizable 35%; área libre para predio de 30 a 35%.

²⁸ Sólo se ubicaron 2 zonas con potencial, pero en área de suelo de conservación

²⁹ No se registraron zonas clasificadas con alto potencial debido a las características de los vientos. En la CDMX la velocidad del viento es de clases 1 a 2, lo cual no es suficiente para desarrollar estos parques, de acuerdo con el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

*Considera que se abastece únicamente el 12% del consumo residencial a través de los usuarios DAC y el 13% del consumo del sector comercial.

** Considera que se abastece el 70% de la demanda de agua caliente de 2.08 millones de viviendas y el 70% de la demanda de agua caliente de 65, 765 unidades económicas.

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. Potencial de energías renovables de la Ciudad de México

En este sentido la Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética (DGDSE) de la Secretaría de Economía (SEDECO) de la CDMX se puso a la tarea de crear estrategias y programas que impulsen a las energías renovables, que mejoren la eficiencia en el consumo de la energía y la optimización de la demanda eléctrica, para incentivar las cadenas de valor de las energías renovables y aprovechar su potencial como motor de desarrollo económico³⁰.

De tal suerte que dichos proyectos³¹ servirán para fortalecer la actividad productiva ofreciendo energías confiables, de bajo impacto ambiental y económicamente competitivas a las micros, pequeñas, medianas y grandes empresas que componen al sector productivo de la CDMX como se puede ver en la Tabla 12.

³⁰ Mediante estas estrategias y programas se podría transitar a una economía de bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

³¹ Por ejemplo, el proceso de nixtamalización de maíz es altamente intensivo en el consumo de energía. Análisis realizados por la DGDSE sobre el proceso estiman un consumo entre 2 y 3 kg de gas LP. por cada 100 kg de maíz nixtamalizado. En la CDMX se consume un total de 352,000 toneladas de maíz al año destinadas a la producción de tortillas; de este modo, el proceso de nixtamalización significa un consumo entre 704 y 1,056 miles de toneladas de gas LP por año, con un costo de 14,040 a 21,120 millones de pesos y la emisión entre 2.1 y 3.2 millones de toneladas de CO₂ anuales. En la CDMX se tiene un registro de 475 molinos de nixtamal con una población empleada de alrededor de 1,621 personas.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Tabla 12. Proyectos de la Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética para fortalecer la actividad productiva con alternativas energéticas confiables en la CDMX.

Proyecto	Alcance	Beneficios
Nixtamalización con energía solar	Para mejorar la rentabilidad de micro, pequeñas y medianas empresas dedicadas a la nixtamalización, la DGDSE impulsará durante 2019 la transición de fuentes fósiles de energía a energía solar en por lo menos 240 pequeñas y medianas empresas nixtamalizadoras con operaciones en la CDMX a través de un financiamiento con tasa preferencial del 6%, para la inversión destinada a la adquisición de sistemas de calentamiento solar de agua y brindará asesoría técnica y financiera.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ahorros económicos de entre 50-70% desde el momento de la instalación del calentador solar y hasta por 15 años. 2. Retornos de inversión menores a tres años. 3. Costo del equipo 100% deducible de impuestos en el primer año. 4. Reducción de entre el 50% y el 70% de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). 5. Mayor seguridad en el proceso de nixtamalización.
Energía solar para mercados y edificios públicos	Para contribuir al desarrollo sustentable de la Ciudad y demostrar la eficacia y conveniencia del uso de la energía solar y de medidas de aumento de eficiencia energética, se implementarán en mercados y edificios públicos estrategias de sustitución de equipos antiguos por nuevos con tecnologías más eficientes y sistemas fotovoltaicos que permitan satisfacer un porcentaje de su demanda eléctrica mediante esta fuente renovable de energía.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de gastos en el sector público. 2. Reducción en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). 3. Aumento de la seguridad energética en los edificios gubernamentales y comerciales. 4. Crear certeza en otros sectores de la Ciudad sobre las nuevas estrategias y modelos de negocio de sustentabilidad energética. 5. Potenciar el crecimiento económico del sector de las energías solares en la CDMX.
Capacitación en energía solar	<p>Para vencer una de las barreras que enfrenta el desarrollo de las energías renovables en México, relacionada con la falta de aseguramiento de la calidad en las instalaciones de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, se profesionalizará a las personas que intervienen en la instalación de sistemas de generación distribuida de energía solar.</p> <p>Se capacitará en Estándares de Competencia (CONOCER) a instaladoras e instaladores de energías solares para satisfacer la demanda de capital humano profesionalizado en la instalación de sistemas fotovoltaicos (SFV) y calentadores solares de agua (CSA), además de fomentar la creación de un polo de desarrollo económico en torno a las fuentes renovables de energía.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Certificación con validez oficial en un campo en crecimiento que ofrece grandes oportunidades laborales. 2. Aumento en el número del personal capacitado en instalación de equipos de energía solar para satisfacer la creciente demanda en la CDMX. 3. Confianza en los usuarios en las tecnologías solares y fortalecimiento de la economía de las energías renovables en la CDMX. 4. Incremento de la sensibilización social en el tema.
Techos solares fotovoltaicos para las MiPymes	Para ayudar a reducir el gasto por consumo eléctrico que tienen las empresas con alta demanda energética en la CDMX, la DGDSE brindará acompañamiento y asesoría técnica sobre sistemas fotovoltaicos de generación eléctrica, a fin de que las empresas abastezcan su negocio con un porcentaje de electricidad a través de la energía solar.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducción de gastos por consumo de electricidad. 2. Mayor seguridad y autonomía energética. 3. Oportunidad de posicionamiento empresarial por acciones en favor del medio ambiente. 4. Fortalecimiento de la economía de las energías renovables en la CDMX.

Fuente: Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética (DGDSE) de la Secretaría de Economía de la CDMX.

Ahora bien, como parte de las acciones para contribuir al cuidado del medio ambiente en la Ciudad, el Gobierno de la CDMX a inicios del 2020 puso en operación los dos primeros Sistemas Fotovoltaicos (FV) en las azoteas de dos edificios de la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO)³², que van a permitir

³² La instalación de los sistemas en la SEDECO se realizó en diciembre de 2019, el proceso duró cerca de un mes y se realiza una inversión de 3.5 millones de pesos para su instalación, por lo que se estima que la recuperación de la inversión sea de cinco años. El tiempo de vida restante de los sistemas FV es de 25 años, por lo que el beneficio monetario total en dicho periodo de vida será de aproximadamente 32 millones de pesos. Además, la capacidad de producción en energía limpia en torno a los 140 mil kWh por año por ambos sistemas.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

ahorrar hasta 600 mil pesos al año en electricidad y dejar de emitir anualmente 75 toneladas de dióxido de carbono (CO₂).

Estas acciones forman parte de la Estrategia de Sustentabilidad Energética “Ciudad Solar”³³ que contempla la instalación de paneles solares en 300 edificios públicos durante la actual administración capitalina, a fin de promover el uso eficiente de la energía y de fuentes renovables en las instalaciones de edificios del gobierno capitalino³⁴.

Por último, al analizar las últimas dos décadas, los sectores que más se hicieron eficientes en sus consumos energéticos fueron el residencial, el industrial y el comercial-servicios, los cuales lograron sustituir fuentes de energía térmica por electricidad. Esta tendencia continuará hacia el futuro ya que la electricidad es la forma de energía más fácil de controlar, transportar y distribuir; también es la más limpia en el punto de uso respecto a otros energéticos, por lo que será uno de los factores de cambio que más contribuya a la transición energética y mitigación del cambio climático en todo el mundo, y la CDMX no será la excepción (Secretaría de Energía, 2020).

³³ Dicha estrategia tiene cinco componentes: la capacitación, el calentamiento solar del agua para negocios de la CDMX, la generación de energía renovable, la eficiencia energética y la estrategia del biodiesel. Además, forma parte de los siete ejes del Programa Ambiental y de Cambio Climático de la CDMX que son Revegetación: campo y ciudad; rescate de ríos y cuerpos de agua; manejo sustentable del agua; Basura Cero; movilidad integrada y sustentable; y mejoramiento de la calidad del aire.

³⁴ Se tienen cerca de 3 mil edificios en la CDMX que son utilizados de alguna u otra forma por el Gobierno, pero estos edificios van desde pequeños puestos, módulos de policía, dispensarios médicos, escuelas, reclusorios, mercados públicos, entre otros. Se seleccionaron a los 300 que tienen real posibilidad de acuerdo a su perfil tarifario, para poder recibir paneles fotovoltaicos.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

VIII. Conclusiones

La tendencia hoy en día es que los usuarios finales no se desanimen en su búsqueda de un suministro de energía limpia y económicamente competitiva con mayor confiabilidad y calidad del suministro³⁵. Lo cual obtendrían a través de contratos de suministro tradicionales y / o mediante la generación en sitio como la generación distribuida.

Por otra parte, México y la CDMX necesita inversión privada y participación en el sector energético. Se entiende el enfoque nacionalista del actual gobierno, pero la CFE no puede hacer todo por sí mismo dada su situación financiera y sus ineficiencias. El país y todas las industrias dependerán de un mercado energético competitivo.

Desafortunadamente, los efectos de la incertidumbre por parte del gobierno resultan en una desaceleración de la inversión en generación renovable a mediano y largo plazo, ya que los generadores y desarrolladores tendrán que considerar la viabilidad financiera de sus proyectos. Por lo tanto, es seguro esperar que una cantidad significativa de nuevos proyectos se suspendan hasta que exista un mejor entorno para las energías renovables.

Por otro lado, sería conveniente en la CDMX cambiar el subsidio eléctrico a inversión en paneles solares porque habría una importante rentabilidad para los usuarios de consumo bajo, medio y alto. En los tres casos existiría un ahorro por parte del Gobierno. En este sentido el IMCO propone un programa nacional de instalación de paneles solares para favorecer tanto a las familias mexicanas como al Gobierno. El programa permitiría protegerlas contra cualquier aumento de precio en la electricidad y permitiría convertir el subsidio en una inversión para las familias

³⁵ Ya que los equipos más eficientes y de mayor rendimiento desplazarán a las plantas de generación menos eficientes en varios lugares, lo que es bueno para el medio ambiente.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

con menores ingresos. De esta forma, el patrimonio de los hogares podría incrementarse.

Asimismo, es necesario un reordenamiento urbano que lleve a la redensificación de las zonas centrales en las ciudades, reduciendo necesidades de movilidad; el desarrollo de infraestructura en las ciudades que favorezca la movilidad multimodal, incluyendo un mayor uso de transporte público y del no motorizado y; el uso generalizado de las tecnologías de información y comunicación como herramienta que facilita la movilidad en las ciudades. Ya que éstas medidas permitirán reducir la demanda conjunta de gasolina y diésel en aproximadamente 23.2% para el año 2050 (Secretaría de Energía, 2020).

Se debería aprovechar el Programa Solar Rooftop 4all (SRT4A) del BID Invest que busca financiar empresas con experiencia en la instalación y operación de proyectos de paneles solares en hogares. El programa tiene tres principales impactos positivos para el sector de energías renovables en el país. Primero, representa una alternativa de financiamiento. Segundo, a través del financiamiento a empresas en dicho sector, el programa promueve el acceso a paneles solares para los hogares en México. Y, tercero, incentiva el uso de energías limpias para contribuir a la mitigación del cambio climático.

[Posibles soluciones propuestas](#)

En la CDMX se tiene que fortalecer las actividades productivas acercando alternativas energéticas confiables, de bajo impacto ambiental y económicamente competitivas a las micros, pequeñas, medianas y grandes empresas que componen al sector productivo.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Deben existir convenios público-privado para ampliación de la red de transmisión, subastas para dotar de energía eléctrica más barata a los ciudadanos, esquemas de desplazamiento del subsidio eléctrico, suplir la operación de fuentes de generación caras, contaminantes y poco flexibles, disminución de la entrada para tener acceso al mercado eléctrico, fomentar la competencia en el suministro básico (Ramírez, 2020).

Dar una regionalización más intensa de las subastas de energía eléctrica de largo plazo, mayores exigencias en el cumplimiento de las normas por parte de quienes participan en el mercado eléctrico, el uso de almacenamiento de energía para mejorar la estabilidad del sistema, mejorar los procesos de integración social de los grandes proyectos de infraestructura, entre otros.

Hacer crecer la generación distribuida de electricidad en edificios, que incluye sistemas de almacenamiento y autos eléctricos, conectados a la red eléctrica bajo el esquema de redes inteligentes. Electrificar en forma masiva el transporte, tanto el transporte de personas como el de carga, tanto el público como el privado.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

IX. Bibliografía

Bautista, A. D., & Patiño, A. R. (2007), Economías de Escala en el Sector Eléctrico Mexicano. Comercio Exterior, 724-731.

BBVA. (2002), Apertura del Sector Electrico. Serie propuestas.

Banco Interamericano de Desarrollo-BID (2019), Potencial de energías renovables de la Ciudad de México, julio.

Braceda, M. (2002), Propuesta de Cambio Estructural de la Industria Eléctrica en México. México: Comisión para Cooperación Ambiental de América del Norte.

Brown del Rivero, A. (2011), Electricidad, características y opciones de Reforma en México. Análisis Económico, 153-173.

Carreón, V. G. (2020), La arquitectura de mercado del sector eléctrico mexicano. Ciudad de México: Centro de Investigación y Docencia Económica.

Clúster Energético de Nuevo León.

Cortez, M. G. (2007), Modelos de Desregulación de la Industria Eléctrica en America Latina y el caso de México. Ciudad de México: Centro de Investigación y Docencia Económica.

Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética (DGDSE) de la Secretaria de Economía de la CDMX.

EY México. (2018). Nueva Era de la Energía en México. México: Secretaría de Energía .

Gutierrez, L. R., & Fragoso, M. M. (2012). La Generación de Energía Eléctrica en México. Tecnología y Ciencias del Agua, 197-211.

Knirsch, S. A., & Tovar, E. (2014). La nueva Ley de la Industria Eléctrica Mexicana. Cuadernos de Energía, 25-32.

KPMG. (2019). Oportunidades en el sector eléctrico en México. México.

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Madero David (2019), El impacto de los desafíos financieros de CFE en electricidad y que están haciendo los consumidores industriales y comerciales.

Madero David y Ureta Víctor (2019), ¿Son favorables los monopolios del sector energía para las empresas y su futuro, Acclaim Energy. Strategic Energy Management, julio.

Mendoza Escamilla Viridiana (2014), Energía, ¿La próxima crisis en la Ciudad de México?, Revista Forbes, septiembre.

Montero, J., & Sanchez, J. (2001). Crisis Electrica en California: Algunas lecciones para Chile. Chile: Pontificia Universidad Catolica de Chile.

Ordóñez de Haro, J. (2009). Aspectos Económicos del Funcionamiento Competitivo de los Mercados. Sevilla: Agencia de Defensa de la Competencia de.

Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2019-2033, Secretaría de Energía- (SENER), Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista.

Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2018-2032, Secretaría de Energía- (SENER).

Ramírez Cabrera Florencio Víctor (2020), Los Proyectos que urgen en el Sector Energéticos, Revista Nexos, 19 de marzo.

Robert Sañudo Juan Pablo (2020a), Energía: Diferentes tipos de energía y usuarios, El Financiero-Energía, marzo.

Robert Sañudo Juan Pablo (2020b), Mesa servida para las industrias, El Financiero-Energía, marzo.

Secretaría de Energía (2020), aprueba y publica la actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, en términos de la Ley de Transición Energética, Diario oficial 07 de febrero.

Secretaría de Energía (SENER), Estrategia de Transición para Promover el uso de Tecnologías y Combustibles más limpios.

Secretaría de Energía (SENER), Sistema de Información Energética (SIE).

SITUACIÓN DE LA GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Tirole, J. (1990). La teoría de la organización industrial. Barcelona: Ariel
Economía.

Vargas, A. M. (2017). Estructura de la industria eléctrica mexicana: Modelo de
Comprador Único. Economía. Teoría y Práctica, 71-95.

Zavaleta Vázquez H. Omar (2020), Sector Energético y su Impacto en el
Crecimiento, El Financiero, marzo.

Es una investigación de análisis de la Partido Acción Nacional en la Ciudad de México.
Registro ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor en trámite
Partido Acción Nacional en la Ciudad de México
Durango No. 22, Col. Roma, C.P. 06400, México, CDMX.