

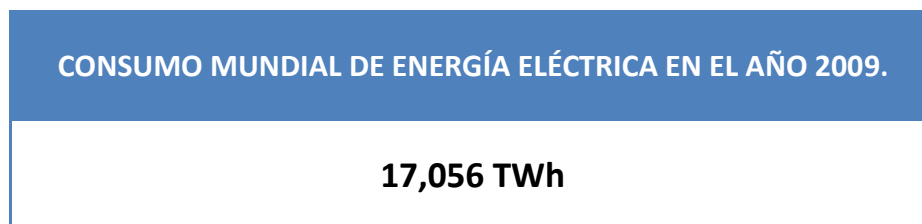
Capítulo 1. LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO Y EL MUNDO

1.1 CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA¹

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

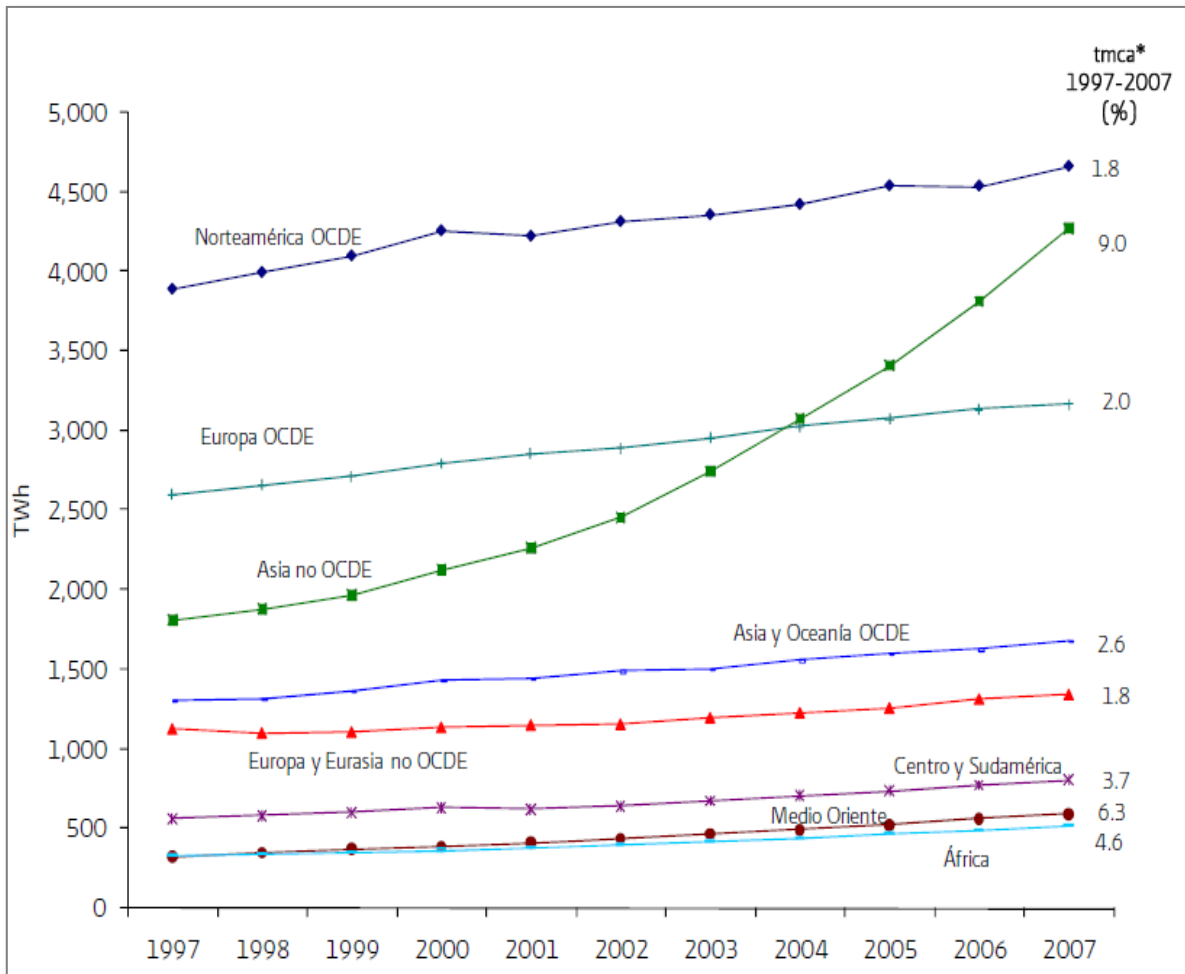
El consumo mundial aproximado de energía eléctrica a finales del año 2009 es el que se muestra en el siguiente cuadro:



Según la prospectiva de energía eléctrica del 2009 de la Secretaria de Energía, durante el periodo 1998-2008, el consumo mundial de energía eléctrica tuvo un crecimiento promedio anual de 3.6%, ubicándose al final de ese periodo en 17,056 TWh

En el siguiente grafico podemos observar el aumento que se ha tenido en la tasa media de crecimiento anual de consumo de anergia eléctrica de las distintas regiones del planeta.

¹ *Prospectiva del sector eléctrico 2009-2024.SENER.Mexico 2009*



Gráfica 1.1: Evolución en el consumo de energía eléctrica en las diferentes regiones del Mundo.

* tmca: Tasa media de crecimiento anual.

Fuente: *Electricity Information 2009, Energy Balances of OECD Countries 2009, Energy Balances of Non-OECD Countries 2009*; International Energy Agency.

El crecimiento de la tasa media de crecimiento anual en el consumo de energía eléctrica ha sido impulsado por los países en evolución, especialmente los de Asia en donde el crecimiento económico de los últimos años ha propiciado un efecto de urbanización con cambios organizados y responsables en el consumo. Desde el punto de vista energético, el consumo en estos países continuará creciendo, como resultado del proceso de maduración en su economía.

1.1.1 Capacidad instalada en algunos países de interés.²

La capacidad instalada para la generación de energía eléctrica en algunos países miembros de la OCDE (Organización de Crecimiento y Desarrollo Económico), se ubico en 2,582 GW hacia el final del 2008.

PAISES OCDE	
PAÍS	GW
Republica Checa	18.0
Suiza	19.0
Austria	20.0
Países Bajos	24.0
Noruega	30.0
Polonia	33.0
Suecia	34.0
Turquía	41.0
Australia	54.0
México	59.0
Corea del Sur	73.0
Reino Unido	85.0
España	89.0
Italia	94.0
Francia	117.0
Canadá	125.0
Alemania	133.0
Japón	279.0
Estados Unidos	1,089.0
TOTAL	2,582 GW

Tabla 1.1: Capacidad de instalada en países miembros de la OCDE 2008 (Cifras aproximadas).

Fuente: Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Fuente: Electricity Information 2009, International Energy Agency (IEA).

Como podemos observar en la tabla anterior, de los países miembros de la OCDE los Estados Unidos cuenta con un gran potencial instalado para la generación de energía eléctrica. México destaca y su capacidad instalada se encuentra por encima de países de primer mundo como Australia, Noruega y algunos otros europeos.

² Prospectiva del sector eléctrico 2009-2024.SENER.Mexico 2009

1.1.2 Uso de combustibles y fuentes primarias para generación de electricidad en el Mundo.

Cuando se piensa en energía, la mayoría de las personas piensan en combustibles y electricidad. Estas son solo algunas de las formas de energía que han sido explotadas durante muchos años y que además forman parte de la base del desarrollo y del progreso de nuestra compleja civilización.

Los combustibles convencionales incluyen: petróleo, gas natural, carbón y energía nuclear, además podemos agregar la vasta energía de los ríos que es aprovechada para generar energía hidroeléctrica.

En la siguiente tabla podemos observar de manera rápida la distribución porcentual en el uso de los diferentes combustibles y fuentes de energía para la generación de energía eléctrica en algunos países de interés.

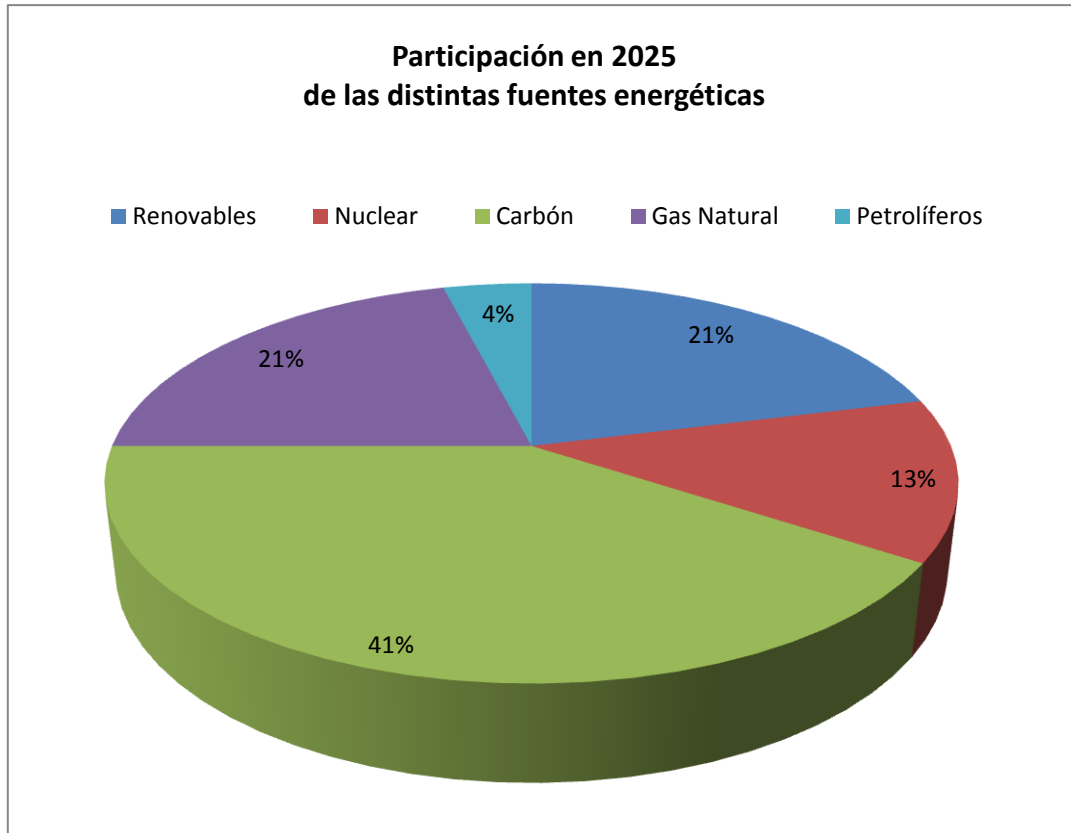
PAÍS	CARBÓN %	PETROLÍFEROS %	GAS NATURAL %	ENERGÍA NUCLEAR %	ENERGÍAS RENOVABLES %
E.U	55	2	15	25	3
México	12	22	46	4	16
Canadá	29	4	5	25	37
Alemania	55	1	3	28	13
Francia	5	1	0.5	81.5	12
Reino Unido	42	0.5	32	20.5	5
Japón	28	17	20	30	5
China	89	1.5	1.0	2.0	6.5
Brasil	8	8	4.5	4.5	75
Kazajstán	/	6	/	/	94

Tabla 1.2: Utilización Mundial de combustibles para generación de electricidad en el 2009.

Fuente: *Electricity Information 2009, Energy Balances of OECD Countries 2009, Energy Balances of Non-OECD Countries 2009*; International Energy Agency.

Como podemos observar en la tabla anterior, el carbón destaca por su alto grado de penetración en las principales economías del mundo. Bajo el reciente entorno de incertidumbre y las sensibles variaciones en los precios internacionales del petróleo ha provocado que en muchos países dependientes de los hidrocarburos hayan disminuido considerablemente el uso de estos combustibles para la generación de energía eléctrica, todo esto en un periodo muy corto de tiempo.

En la siguiente gráfica mostramos el pronóstico hacia el año 2020 del papel que tomarán las diferentes



fuentes de energía para la generación de electricidad a nivel mundial.

Gráfica 1.2: Pronostico mundial hacia el año 2025 del uso de las principales fuentes de energía para generar electricidad.

Fuente: Energy Information Administration e International Energy Outlook 2009.

1.1.3 Energías Renovables en el Mundo

En los últimos años ha surgido la preocupación sobre el suministro y precio futuro de la energía. Resultado de esto, los países consumidores, enfrentados a los altos costos del petróleo y a una dependencia casi total de este energético, tuvieron que modificar costumbres y buscar opciones para reducir su dependencia de fuentes no renovables.

Las energías renovables se basan en los flujos y ciclos contenidos en la naturaleza. Son aquellas que se regeneran y se espera que perduren por cientos o miles de años. Además, se distribuyen en amplias zonas y su adecuada utilización tiene un impacto ambiental favorable en el entorno, elemento que hoy se convierte en una herramienta de gran importancia, ante la necesidad de disminuir significativamente la emisión de gases de efecto invernadero a nivel mundial.



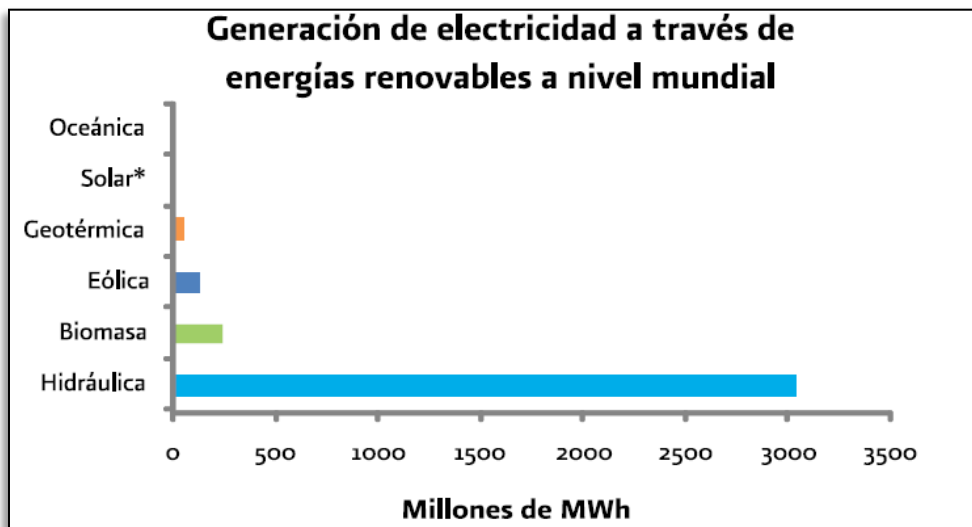
Figura 1.1: Energías Renovables.

Fuente: www.ocupacio.gva.es:8084

Entre las opciones para reducir la dependencia del petróleo como principal energético se está considerando el mejor aprovechamiento de la energía solar, sin hacer menos a sus diversas manifestaciones secundarias tales como la energía eólica, hidráulica y las diversas formas de biomasa; es decir, las llamadas energías renovables.

Hoy en día muchas de las tecnologías de aprovechamiento de energías renovables han madurado y evolucionado, aumentando su confiabilidad y mejorando su rentabilidad para muchas aplicaciones.

En la siguiente gráfica mostramos la participación de las energías renovables a nivel mundial en los últimos años.



Grafica 1.3: Participación de las energías renovables a Nivel mundial para la generación de electricidad.

Fuente: *Agencia Internacional de Energía 2008, Renewable Energy Outlook.*

1.1.3.1 Energía Eólica³

En la actualidad la energía eólica representa una fuente de energía con grandes expectativas de desarrollo para la generación de electricidad, dadas sus ventajas respecto a otras fuentes en términos de abundancia y limpieza en su utilización.

Durante los años recientes, la capacidad mundial instalada en sistemas para la generación de electricidad a partir de aerogeneradores, ha crecido de manera acelerada al pasar de 10,200 MW a 121,188 MW durante el periodo 1999-2009.

Al cierre de 2009 se tenían instalados 121,188 MW de capacidad eólica alrededor del mundo, de los cuales destaca en primer lugar EUA con 25,170 MW (20.8%), Alemania con 23,903 MW (19.7%), España con 16,740 MW (13.8%), luego China 12,210 MW (10.1%), India 9,587 MW (7.9%), Italia con 3,736 MW (3.1%), entre otros. México ocupa la posición 29 con 85 MW (0.1%) como podemos observar en la siguiente tabla:

PAÍS	MW
1.- Estados Unidos	25,170
2.- Alemania	23,903
3.- España	16,740
4.- China	12,210
5.- India	9,587
6.- Italia	3,736
7.- Francia	3,404
8.- Reino Unido	3,288
9.- Dinamarca	3,160
10.-Portugal	2,862
29.-México	85
Resto del Mundo	17,043
TOTAL	121,188 MW

Tabla 1.3: Capacidad Eólica instalada nivel mundial 2009.

Fuente: *Global Wind 2009 Report, Global Wind Energy Council (GWEC) y World Wind Energy Report 2009, World Wind Energy Association.*

La energía eólica es, en la actualidad, una energía limpia y también la menos costosa de producir, lo que explica el fuerte entusiasmo por esta tecnología.

³ *Agencia Internacional de Energía 2008.*

Prospectiva del sector eléctrico 2009-20024.SENER.Mexico 2009.

1.1.3.2 Energía Geotérmica⁴

La energía térmica de la Tierra es inmensa, pero solo una fracción de ella podría ser utilizada por la humanidad.

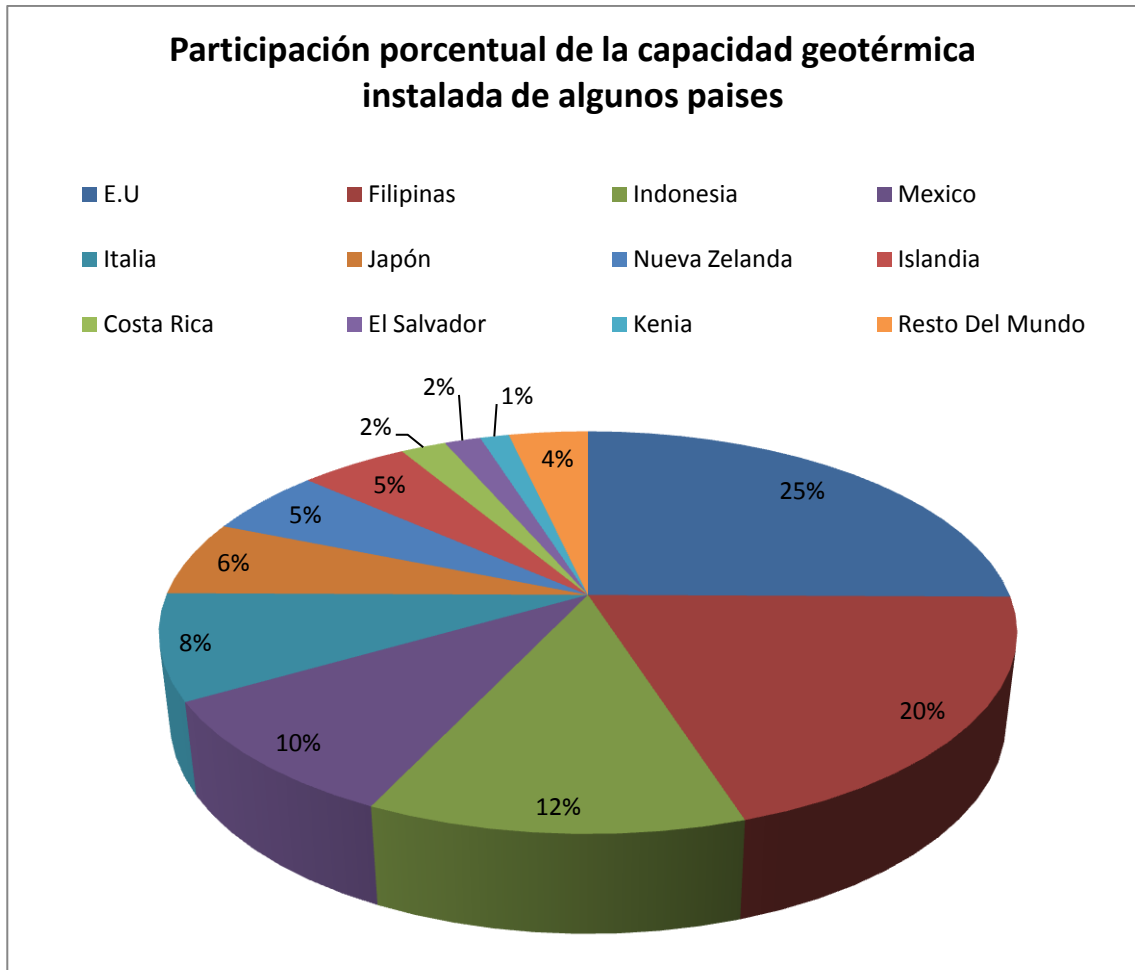
Hoy en día la producción eléctrica usando energía geotérmica está funcionando en 24 países, 5 de los cuales la usan para producir el 15 % o más del total de su electricidad.

Durante la primera mitad de 2008, el mundo instaló alrededor de 10,000 MW. Al cierre de 2008 México ocupó la cuarta posición, con 958 MW brutos, precedido por EUA con 2,500 MW, Filipinas con 1,980 MW e Indonesia con 1,191 MW representando 9.6%, 25.1%, 19.9% y 12.0% del total mundial, respectivamente (véanse cuadro siguiente).

PAÍS	PARTICIPACIÓN MW
E.U	2,500
Filipinas	1,980
Indonesia	1,191
México	958
Italia	843
Japón	600
Nueva Zelanda	535
Islandia	485
Costa Rica	204
El Salvador	163
Kenia	130
Resto Del Mundo	355
TOTAL	9,944

Tabla 1.4: Capacidad geotérmica instalada nivel mundial 2009.
Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), Gerencia de Geotermia

⁴ Agencia Internacional de Energía 2009.
Prospectiva del sector eléctrico 2009-2024.SENER.Mexico 2009.



Gráfica 1.4: Capacidad geotérmica instalada nivel mundial 2009.
Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), Gerencia de Geotermia.

1.1.3.3 Fuentes Hidroeléctricas

Gran parte del crecimiento considerado para la generación eléctrica a partir de fuentes primarias distintas a los combustibles fósiles, proviene de expectativas para la realización de grandes proyectos hidroeléctricos en Asia y Sudamérica.

En China se está construyendo la presa con la cortina más alta del mundo, con una altura de cerca de 300 m, como parte del proyecto Jinping I de 3,600 MW.

En resumen, en los países en desarrollo de Asia y América Central y Sudamérica, proyectos hidroeléctricos en media y mayor escala dominarán los incrementos en la utilización de energías renovables durante los próximos años. China, India y Brasil tienen planes para expandir su capacidad hidroeléctrica para satisfacer los incrementos en su demanda de energía eléctrica.

1.1.4 Calentamiento global y las emisiones asociadas a la generación de electricidad por país⁵

Hoy en día es común hablar de los gases de efecto invernadero, del aumento de temperatura media de la corteza terrestre, del cambio climático y de las acciones emprendidas para su control a nivel internacional. Las agrupaciones científicas más importantes del mundo sostienen que el efecto invernadero de la atmósfera se ha incrementado en la Tierra debido a la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄), producidos por la quema de combustibles fósiles, actividad industrial, doméstica y el transporte.

A pesar de esta extensa variabilidad del clima, existen indicios en las últimas décadas, que hemos entrado en un proceso acelerado de cambio climático, basado en las observaciones de la variación de las características físicas de la atmósfera, así como en la flora y la fauna en diversas partes del mundo. La principal consecuencia, es la observación del aumento de la temperatura media de la corteza terrestre (una media de 0.6 °C), en el último siglo.



Figura 1.2: Efecto invernadero.

Fuente: www.circuloverde.com.mx/.../azotea_verde_06.jpg.

Gases de efecto invernadero

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxido nitroso (N₂O).
- Hidrofluorocarbonos (HFC).
- Perfluorocarbonos (PFC).
- Hexafluoruro de azufre (SF₆).

⁵ Agencia Internacional de Energía 2008.

Prospectiva del sector eléctrico 2009-2024.SENER.Mexico 2009.

Las características tanto en la composición del parque de generación como en la fuente de combustibles para generación de electricidad y la eficiencia en cada país, determinan la intensidad de las emisiones de GEI por unidad de energía eléctrica producida. (Véase el siguiente cuadro).

País	Emisiones (MtCO ₂ e)	Generación (GWh)	tCO ₂ e/MWH
Australia	213.79	230,217	0.929
Grecia	35.94	52,022	0.691
EUA	2,215.53	3,965,847	0.559
Reino Unido	176.87	351,388	0.503
México ²	112.46	225,079	0.500
Holanda	20.56	41,708	0.493
Alemania	252.02	516,149	0.488
Italia	96.44	210,170	0.459
Turquía	69.55	159,610	0.436
Portugal	18.42	42,406	0.434
Japón	377.83	972,884	0.388
España	94.94	264,321	0.359
Canadá	104.21	554,622	0.188
Austria	7.02	49,245	0.143
Francia	26.37	541,355	0.049
Suecia	0.20	129,969	0.002
Noruega	0.12	115,918	0.001
Islandia	0.00	8,493	0.000
Suiza	0.00	58,377	0.000
OCDE Norte América	2,433.16	4,745,548	0.513
OCDE Asia Pacífico	766.25	1,611,876	0.475
OCDE Europa	890.03	2,803,242	0.318
Total OCDE	4,089.43	9,160,666	0.446

Tabla 1.5: Principales países productores de gases de efecto invernadero.

Fuente: *Tracking industrial energy efficiency and CO2 emissions 2008*, International Energy Agency, 2009.

El crecimiento de la población a nivel mundial, desarrollo económico e industrialización en el mundo entero significa que el consumo mundial de energía continuará aumentando. Estas tendencias, sumadas al mantenimiento del empleo de combustibles fósiles para producir energía primaria, también significan que las emisiones de gases de invernadero continuarán aumentando en el mundo entero. Aun con medidas estrictas de reducción, las proyecciones actuales no muestran una estabilización de las emisiones hasta aproximadamente el año 2050.

1.2 EL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL⁶

La generación de energía eléctrica inició en México a fines del siglo XIX. La primera planta generadora que se instaló en el país (1879) estuvo en León, Guanajuato. Casi inmediatamente se extendió esta forma de generar electricidad dentro de la producción minera y, marginalmente, para la iluminación residencial y pública.

El 14 de agosto de 1937 se crea la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que tendría por objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. La CFE comenzó a construir plantas generadoras y ampliar las redes de transmisión y distribución, beneficiando a más mexicanos al posibilitar el bombeo de agua de riego y la molienda, así como mayor alumbrado público y electrificación de comunidades.

Entre 1970 y 1980, centrales generadoras dieron una capacidad instalada de 17,360 MW. Cabe mencionar que en los inicios de la industria eléctrica mexicana operaban varios sistemas aislados, con características técnicas diferentes, llegando a coexistir casi 30 voltajes de distribución, siete de alta tensión para líneas de transmisión y dos frecuencias eléctricas de 50 y 60 Hz. Esta situación dificultaba el suministro de electricidad, por lo que CFE definió y unificó los criterios técnicos y económicos del Sistema Eléctrico Nacional, normalizando los voltajes de operación, con la finalidad de estandarizar los equipos, reducir sus costos y los tiempos de fabricación, almacenaje e inventariado. Posteriormente se unificaron las frecuencias a 60 Hz y CFE integró los sistemas de transmisión en el Sistema Interconectado Nacional.

A partir octubre de 2009, CFE es la encargada de brindar el servicio eléctrico en todo el país.

1.2.1 Estructura del Sistema Eléctrico Nacional.

El Sistema Eléctrico Nacional está conformado por dos sectores, el público y el privado. El servicio público se integra por CFE y las centrales construidas por los Productores Independientes de Energía (PIE), éstos últimos entregan la totalidad de su energía a CFE para el servicio público de energía eléctrica. Por otro lado, el sector privado agrupa las modalidades de cogeneración, autoabastecimiento, usos propios y exportación.

El 22.81 % de la capacidad instalada corresponde a 21 centrales construidas con capital privado por los Productores Independientes de Energía (PIE).

La Comisión Federal de Electricidad es una empresa del gobierno mexicano que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para más de 27.1 millones de clientes, lo que representa a casi 80 millones de habitantes. En la CFE se produce la energía eléctrica utilizando diferentes tecnologías y diferentes fuentes de energético primario. Tiene centrales termoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eólicas y una nucleoelectrica.

⁶ Pagina web de Comisión Federal de Electricidad.

- La CFE tiene más de 738 mil kilómetros de líneas de transmisión y de distribución.
- El suministro de energía eléctrica llega a cerca de 137 mil localidades (133,345 rurales y 3,356 urbanas).
- El 96.84% de la población utiliza la electricidad.

1.2.1.1 Regiones operativas del Sistema Eléctrico Nacional⁷

En México debido a la infraestructura y operación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), CFE lo divide en nueve regiones: Baja California, Baja California Sur, Noroeste, Norte, Noreste, Occidental, Central, Oriental y Peninsular.

La operación de estas nueve regiones esta bajo la responsabilidad de ocho centros de control ubicados en las ciudades de México, Puebla, Guadalajara, Hermosillo, Gómez Palacio, Monterrey y Mérida; las dos de Baja California son administradas desde Mexicali. Todas ellas se encuentran coordinadas por el CENACE en el Distrito Federal.



Figura 1.3: Distribución de las Regiones operativas del Sistema Eléctrico Nacional.

Fuente: Fuente: SENER, con base en Presidencia de la República.

⁷ Prospectiva del sector eléctrico 2009-2024.SENER.Mexico 2009.

1.2.1.2 Capacidad de transmisión y distribución del Sistema Eléctrico Nacional⁸

La infraestructura de transmisión y distribución del SEN hace posible la transformación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica a lo largo de todo el país. Esta infraestructura es operada por áreas de control que mantienen la confiabilidad e integridad del sistema. Las áreas supervisan a su vez que la demanda y la oferta de energía eléctrica estén balanceadas en cualquier instante.

La Red de transmisión troncal está Integrada por líneas de transmisión y subestaciones de potencia a muy alta tensión (400 kV y 230 kV) para conducir grandes cantidades de energía entre regiones alejadas. Se alimentan de las centrales generadoras y abastece las redes de subtransmisión y las instalaciones de algunos usuarios industriales. Durante 2008 estas líneas aumentaron 437 km, lo que arroja un total de 48,456 km.



Figura 1.4: Red troncal del Sistema Eléctrico Nacional.

Fuente: CFE.

⁸ CFE

1.2.1.3 Interconexiones con el exterior de energía eléctrica⁹

El Sistema Eléctrico Nacional se encuentra interconectado con el exterior a través de interconexiones que operan de manera permanente y algunas otras que se utilizan en situaciones de emergencia. La razón de que estas últimas no operen de forma permanente se debe a que técnicamente no es posible unir sistemas grandes con líneas pequeñas por el riesgo de inestabilidades en el sistema eléctrico de uno u otro país.

El sistema de Baja California (norte) opera ligado con la red eléctrica de la región occidental de EUA - Western Electricity Coordinating Council (WECC). Por medio de dos enlaces de transmisión a 230 KV. Esto ha permitido a la CFE realizar exportaciones e importaciones económicas de capacidad y energía, y recibir apoyo en situaciones de emergencia, es decir, cuando el suministro se ve afectado por distorsiones o disturbios, como en circunstancias en que se requiere apoyar el restablecimiento de sistemas en caso de apagones en ambos lados de la frontera México-EUA.

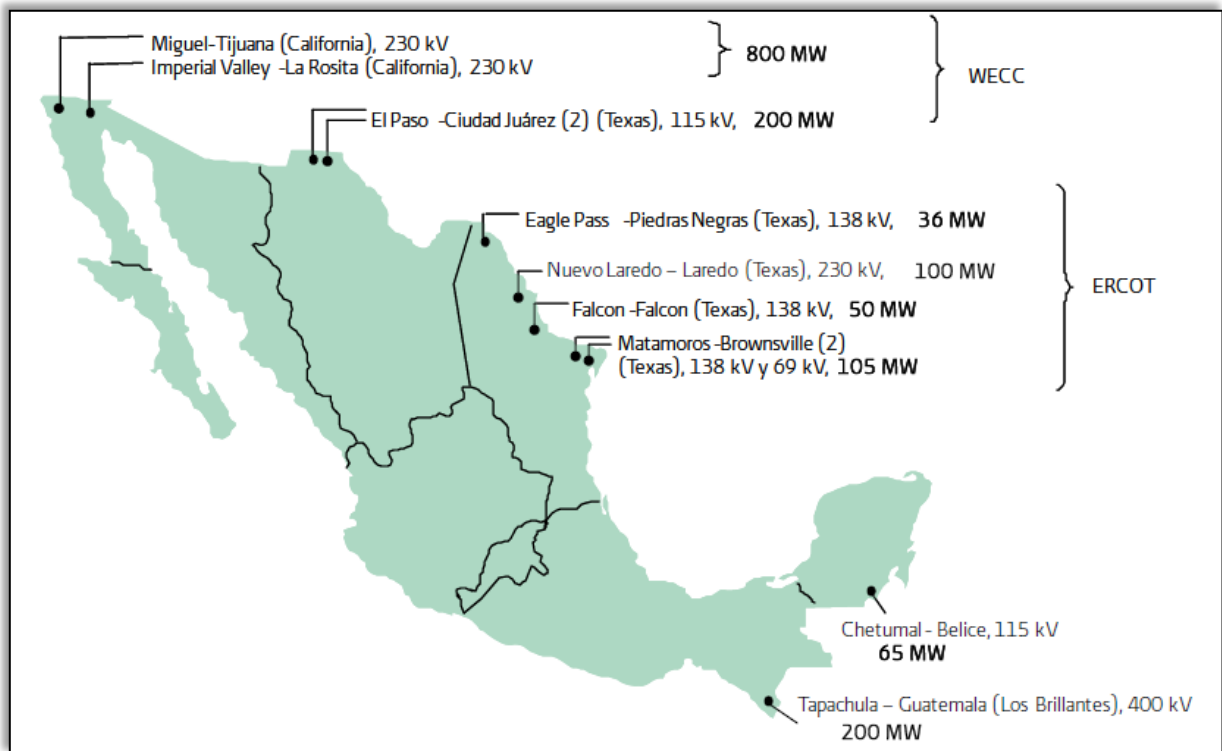


Figura 1.5: Mapa de enlaces e interconexiones internacionales.

Fuente: CFE.

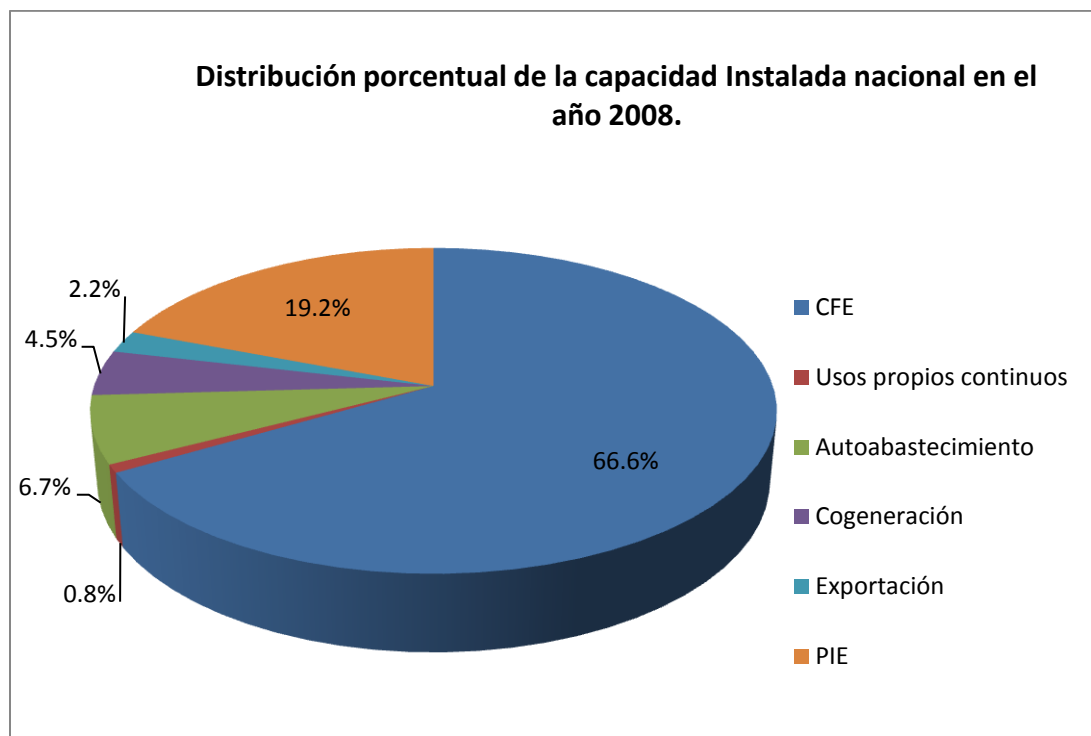
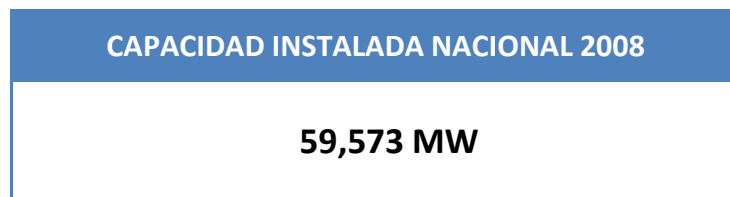
Las interconexiones entre ambos sistemas en la zona de Baja California hacen factible contar con una capacidad de 800 MW para líneas con un nivel de tensión de 230 KV (véase mapa). Los miembros en EUA del WECC están localizados en los estados de California, Arizona, Nuevo México y una pequeña parte de Texas, mientras que el sistema de CFE que mantiene dichas interconexiones está ubicado en Baja California, Sonora y Chihuahua.

⁹ CFE

1.2.2 Capacidad instalada del Sistema Eléctrico Nacional

Actualmente el potencial de México para generar energía eléctrica está compuesto por 177 centrales generadoras, con una capacidad instalada de 59,573 megawatts (MW),

Como podemos observar en la siguiente grafica en términos de participación, CFE representó el 66.6% del total instalado al cierre del 2008. Los productores independientes registraron una participación de 19.2%. El sector privado bajo las figuras de autoabastecimiento y cogeneración contribuye con el 6.7% y 4.5% respectivamente, mientras que la capacidad instalada para fines de exportación de electricidad representa el 2.2 %.



Gráfica 1.5: Distribución porcentual de la capacidad Instalada nacional en el año 2008.
Fuente: CFE y CRE.

De la capacidad nacional instalada en el país 51,105 MW corresponden al servicio público (incluyendo la capacidad contratada con el esquema PIE) y 8,468 MW a permisionarios (Autoabastecimiento y cogeneración).

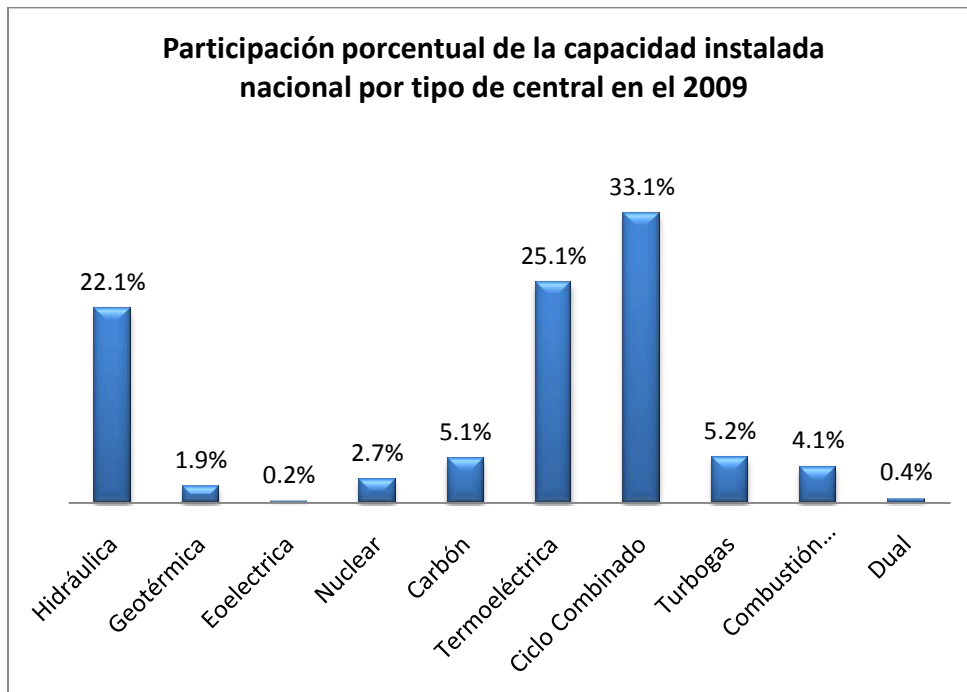
**CAPACIDAD EFECTIVA NACIONAL INSTALADA POR TIPO DE CENTRAL
SECTOR PÚBLICO 2009**

51,105 MW

TECNOLOGÍA	MW
Hidráulica	11,343
Geotérmica	965
Eoelectrica	85
Nuclear	1,365
Carbón	2,600
Termoeléctrica	12,865
Ciclo Combinado	16,913
Turbogas	2,653
Combustión Interna	2,100
Dual	216
TOTAL	51,105 MW

Tabla 1.6: Capacidad instalada nacional por tipo de central para la generación de energía eléctrica 2008.

Fuente: CFE y CRE.

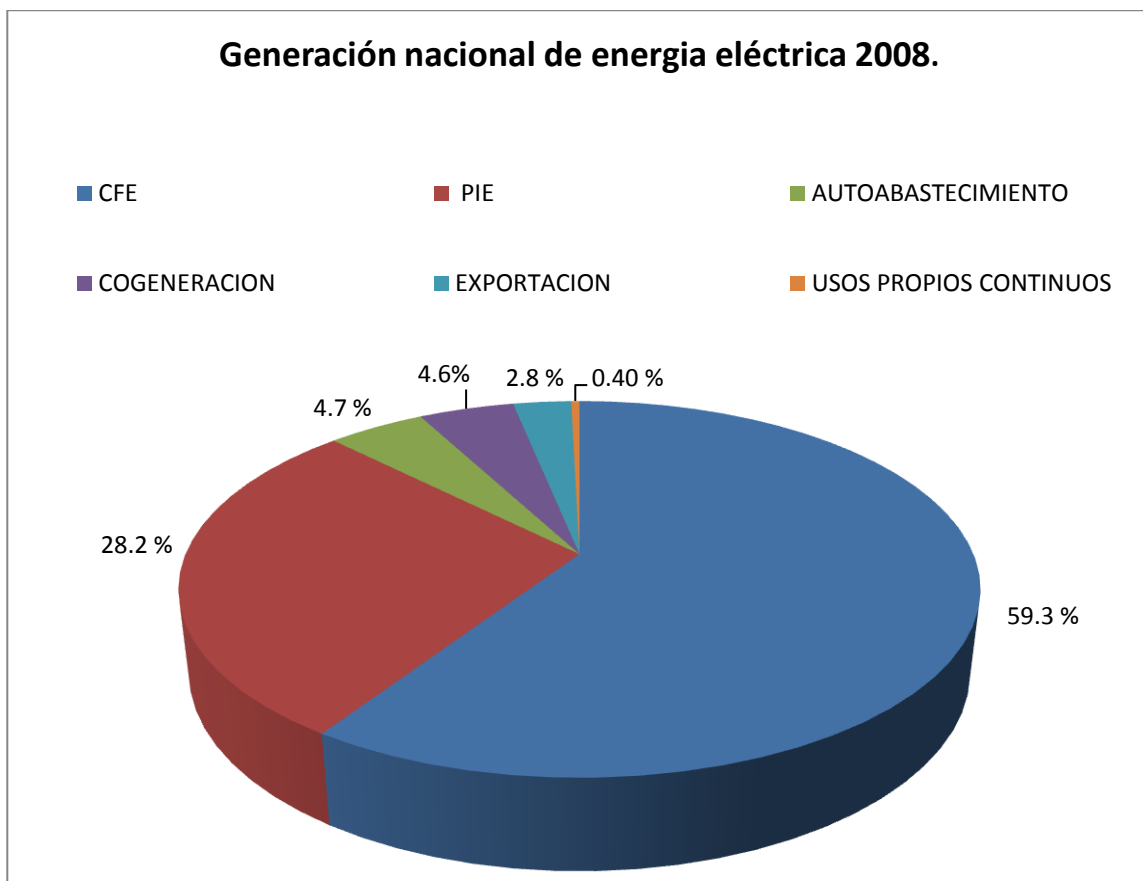


Gráfica 1.6: Participación porcentual de la capacidad instalada nacional por tipo de central para la generación de energía eléctrica 2008.

Fuente: CFE y CRE.

1.2.3 Generación nacional de energía eléctrica¹⁰

En el año 2009, la generación total de energía eléctrica fue aproximadamente de 269,260 GWh, de los cuales CFE apporto el 59.4%, los productores independientes de energía 28.2%, autoabastecimiento 4.7%, cogeneración 4.6%, exportación 2.8% y usos propios continuos 0.4%.



Gráfica 1.7: Generación nacional de energía eléctrica 2009.

Fuente: CFE y CRE.

La participación para generación de energía eléctrica por tipo de fuente energética se muestra en la siguiente tabla:

¹⁰ Balance Nacional de Energía Eléctrica 2009. SENER, México.

FUENTE ENERGÉTICA	PARTICIPACIÓN
Geotérmica	3.1 %
Carbón	8.5 %
Nuclear	5.6 %
Eólica	0.9 %
PIE	33.5 %
Hidráulica	7.2 %
Hidrocarburos	41.1 %
TOTAL	269,260 GWh

Tabla 1.7: Participación de las diferentes fuentes energéticas para la generación de electricidad en el 2009.

Fuente: CFE y CRE.

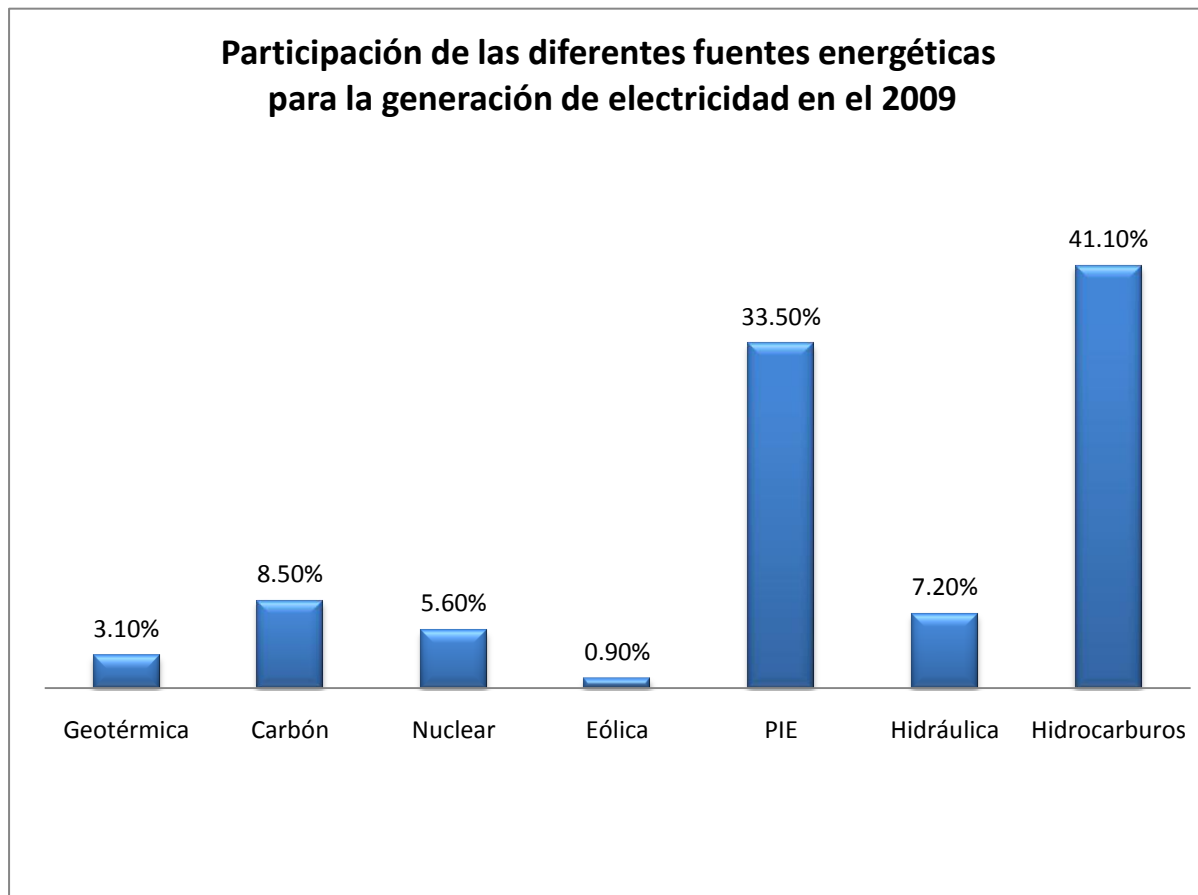


Tabla 1.8: Participación de las diferentes fuentes energéticas para la generación de electricidad en el 2009.

Fuente: CFE y CRE.

1.2.4 Generación de electricidad con energías renovables en México

Actualmente, México cuenta con alrededor de 1,924.8 MW de capacidad instalada de generación eléctrica con base en energías renovables, que incluye la capacidad destinada al servicio público, cogeneración y autoabastecimiento, representando el 3.3% de la capacidad instalada en el servicio público del país.

TECNOLOGÍA	CAPACIDAD INSTALADA MW	GENERACIÓN GWh
Eólica	85.250	231.505
Pequeña hidroeléctrica	376.950	1,590.56
Geotérmica	964.500	7,057.76
Biomasa y Biogás	498.116	819.345
TOTAL	1,924.816 MW	9,699.184 GWh

Tabla 1.9: Capacidad instalada y generación de energía eléctrica de energías renovables 2009.

Fuente: Comisión Reguladora de Energía y la Comisión Federal de Electricidad. Unidades Generadoras en Operación, 2008, Sistema Eléctrico Nacional (Servicio Público), 200 Edición, CFE, Marzo de 2009.

1.2.5 Consumo nacional de energía eléctrica

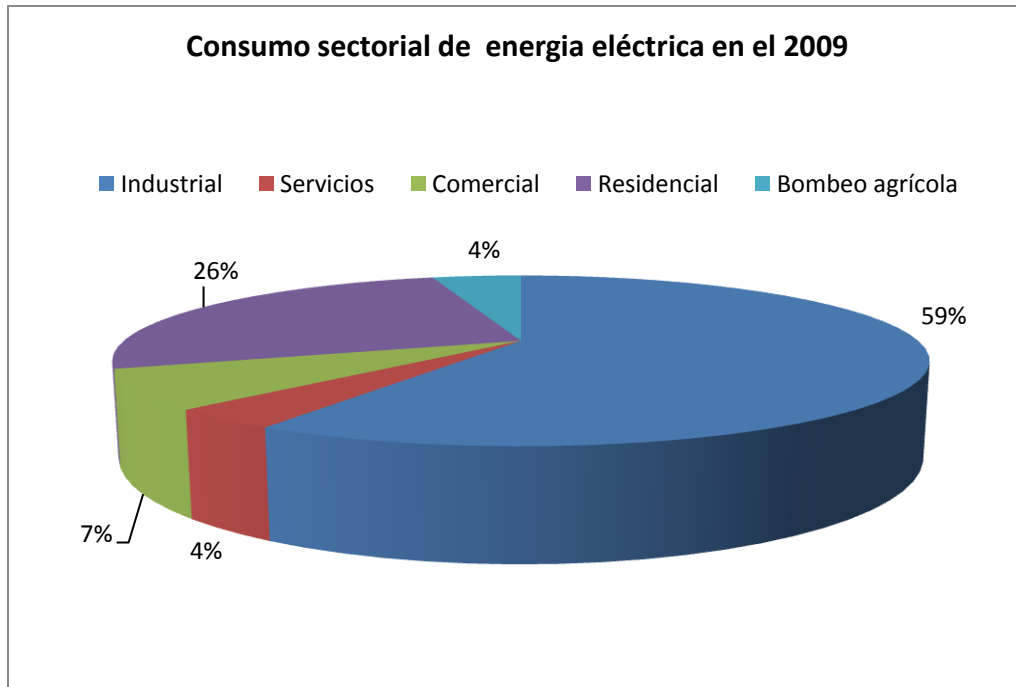
Según las fuentes de información en el año 2009, se registró un consumo nacional de energía eléctrica aproximadamente de:



El consumo nacional de energía eléctrica se integra por dos componentes:

- ⇒ **Las ventas internas de energía eléctrica**, las cuales incluyen la energía entregada a los usuarios con recursos de generación del sector público, incluyendo a los productores independientes de energía.
- ⇒ **El autoabastecimiento**, que incluye a los permisionarios de autoabastecimiento, cogeneración, usos propios continuos, pequeña producción e importación de electricidad.

En 2009, el sector industrial consumió el 58.5% de las ventas el territorio nacional, con 107,651 GWh. Por otra parte, el sector residencial consumió el 25.8% de las ventas internas, con lo cual es el segundo consumidor de energía eléctrica, seguido por el sector comercial con 7.4%, luego el bombeo agrícola con 4.4% y finalmente el sector servicios con 3.8 %.



Gráfica 1.10: Consumo sectorial de energía eléctrica en el 2009.

Fuente: Fuente: CFE.

1.2.6 Prospectiva de la demanda máxima hacia el año 2024

La demanda máxima global del sistema incluye las cargas con autoabastecimiento remoto y la correspondiente al servicio público. Durante la última década ha mostrado un comportamiento ascendente.

El pronóstico de demanda para el año 2024 lo podemos ver en la siguiente tabla:

DEMANDA MÁXIMA	DEMANDA MÁXIMA
Año 2009	Año 2024
33,680 MW	59,766 MW

Tabla 1.9: Pronostico de la demanda máxima para el año 2024.

Fuente: Unidades Generadoras en Operación, 2008, Sistema Eléctrico Nacional (Servicio Público), 200 Edición, CFE, Marzo de 2009.

Como podemos ver en el cuadro anterior, para el año 2024 la demanda máxima tomara el valor de la capacidad instalada que se tiene actualmente, por ello la importancia de expandir el sector eléctrico nacional y así poder tener un margen de reserva confiable.

La proyección de consumo calculada para los próximos 15 años se muestra en la siguiente tabla:

AÑO	TWh
2010	209.6
2012	226.3
2014	245.8
2016	266
2018	289
2020	312.1
2022	337.3
2024	365.3

Tabla 1.11: Pronóstico esperado para el consumo nacional de energía eléctrica hacia el 2024.

Fuente: Sistema Eléctrico Nacional (Servicio Público), 200 Edición, CFE, Marzo de 2009.

Como podemos observar en la tabla anterior el consumo nacional de energía eléctrica se elevará más del doble de lo actualmente se tiene registrado, esto se deberá crecimiento en la población y a las necesidades de los sectores industriales que con el paso de los años demandaran más energía.

1.2.7 Expansión del Sistema Eléctrico Nacional

La capacidad adicional requerida para atender la demanda de energía eléctrica calculada para los próximos años, se realiza con base en la evaluación técnica y económica de los diferentes proyectos, seleccionando los proyectos de generación y transmisión que logran el menor costo total de largo plazo. Dicho expansión considera el tiempo de maduración de cada proyecto, que inicia con la planeación de una nueva central generadora, el proceso de contratación, construcción y termina hasta su entrada en operación comercial, para lo cual en promedio transcurren de cuatro a seis años, dependiendo del tipo de central y del combustible a utilizar, entre otros factores. En el caso de los proyectos de transmisión se requiere de un proceso que va de tres a cinco años previo al inicio de operaciones de la nueva infraestructura.

TECNOLOGÍA	AÑO 2010 MW	AÑO 2015 MW	AÑO 2020 MW	AÑO 2024 MW4
Hidroeléctrica	11,523	12,365	14,427	15,037
Ciclo combinado	17,778	21,147	28,679	28,286
Turbogas	2,496	2,476	2,538	4,144
Combustión interna	213	420	513	521
Eólica	186	1,505	1,709	1,808
Libre	0	954	6,747	13,652
Termo convencional	12,202	10,086	6,689	5,131
Carboeléctricas	3,278	3,608	3,608	6,408
Geotérmica	890	1,006	1,901	1,091
Nucleoeléctrica	1,365	1,561	1,561	1,561
Plantas móviles	3	3	3	3
CAPACIDAD INSTALADA MW	52,045 MW	55,131 MW	68,375 MW	76,023 MW

Tabla 1.12: Evolución de la capacidad instalada por tecnología para el 2024.

Fuente: Prospectiva del sector eléctrico 2009-2024.SENER.Mexico

Como podemos observar en la tabla anterior en un futuro la generación de energía eléctrica seguirá dependiendo de los combustibles fósiles aunque ya en menor magnitud, la participación de algunas fuentes energéticas se mantendrá constante, el uso de energías renovables como la eólica, con el paso de los años aumentara su capacidad considerablemente, el aprovechamiento de la energía solar no se considera todavía a pesar del gran potencial del recurso natural que se tiene en el territorio nacional. Es importante seguir fomentando la construcción de centrales eléctricas de fuentes renovables que pueden contribuir a reducir la dependencia de combustibles como el petróleo y aumentar la seguridad del abastecimiento eléctrico proporcionando un futuro sustentable para el país.