



Comisión Federal de Electricidad®

**REFORMA
CONSTITUCIONAL EN
MATERIA ENERGÉTICA
Foro 17**

10 DE FEBRERO DE 2021

CFE tiene **158 centrales** de generación con una **Capacidad instalada de 43,457 MW, 66% de energía fósil y 34% de energía limpia:**

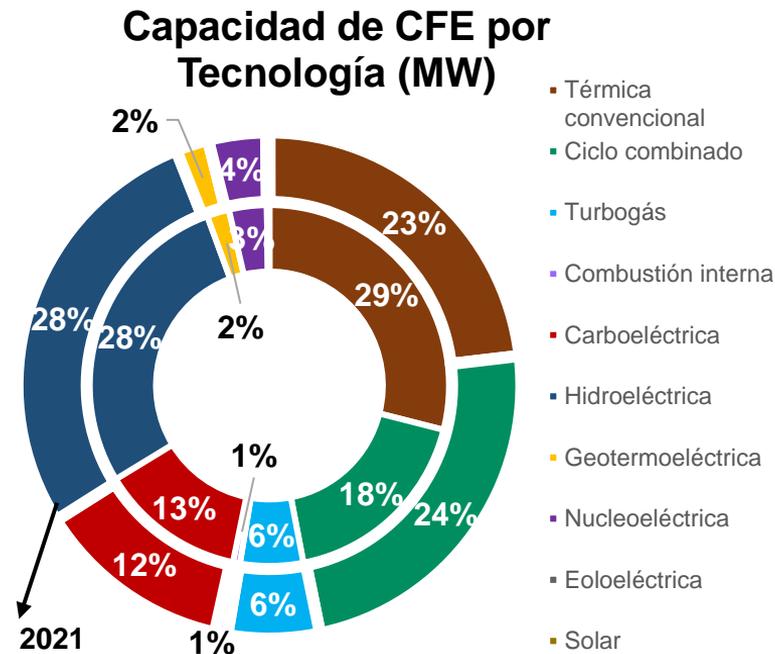
Fuente	Tecnología	Número	Capacidad (MW) 2021	Proporción
Fósiles	Térmica convencional	19	10,048	23%
	Ciclo combinado	20	10,272	24%
	Turbogás	42	2,563	6%
	Combustión interna	5	349	0.8%
	Carboeléctrica	3	5,463	13%
Limpias	Hidroeléctrica	60	12,125	28%
	Geotermoeléctrica	4	918	2%
	Nucleoeléctrica	1	1,608	4%
	Eoloeléctrica	2	86	0.2%
	Solar	2	6	0%
TOTAL		158	43,437	

La capacidad de CFE que usa **combustóleo** para la generación representa el **6.2%** de su **capacidad total**, con 2,350 MW de térmicas convencionales y 349 MW de Combustión Interna. Esto es el 2.8% de la capacidad total en el SEN.

A las energías limpias se puede agregar **una central de cogeneración eficiente en proceso de certificación**, con **393 MW**.

De 2013 a 2021 la capacidad de CFE incrementó principalmente con tecnología de ciclo combinado e hidroeléctricas y **disminuyó centrales térmicas convencionales en 1,875 MW.**

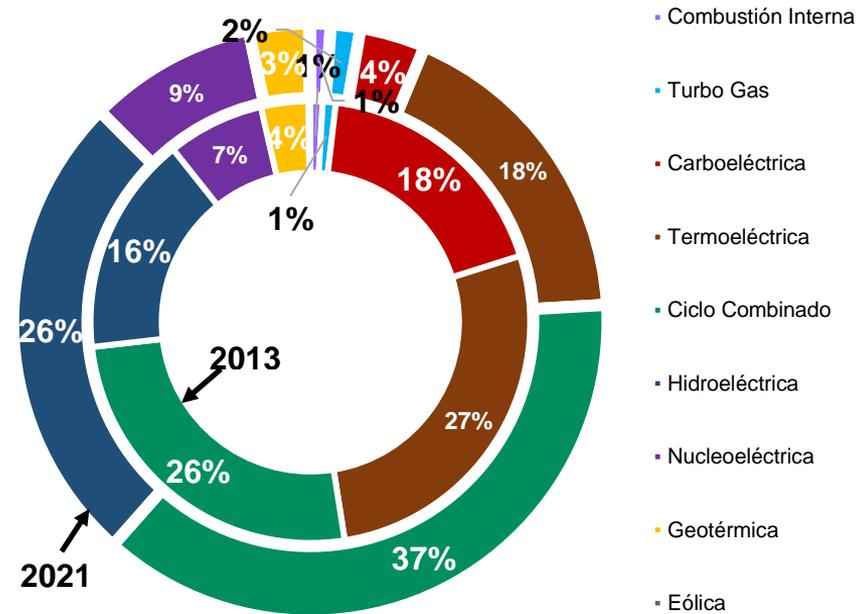
Tecnología	Capacidad (MW) 2013	Capacidad (MW) 2021	Cambio (%)	Cambio (MW)
Térmica convencional	11,923	10,048	-16%	-1,875
Ciclo combinado	7,420	10,272	38%	2,851
Turbogás	2,332	2,563	10%	231
Combustión interna	259	349	35%	90
Carboeléctrica	5,378	5,463	2%	85
Hidroeléctrica	11,555	12,125	5%	570
Geotermoeléctrica	823	918	11%	95
Nucleoeléctrica	1,400	1,608	15%	208
Eoloeléctrica	87	86	-1%	-1
Solar	6	6	0%	0
TOTAL	41,184	43,437	5%	2,253



Tipo	2013 (GWh)	2021 (GWh)	2013 (%)	2021 (%)
Limpia	13,871	14,743	34%	34%
Fósil	27,312	28,695	66%	66%

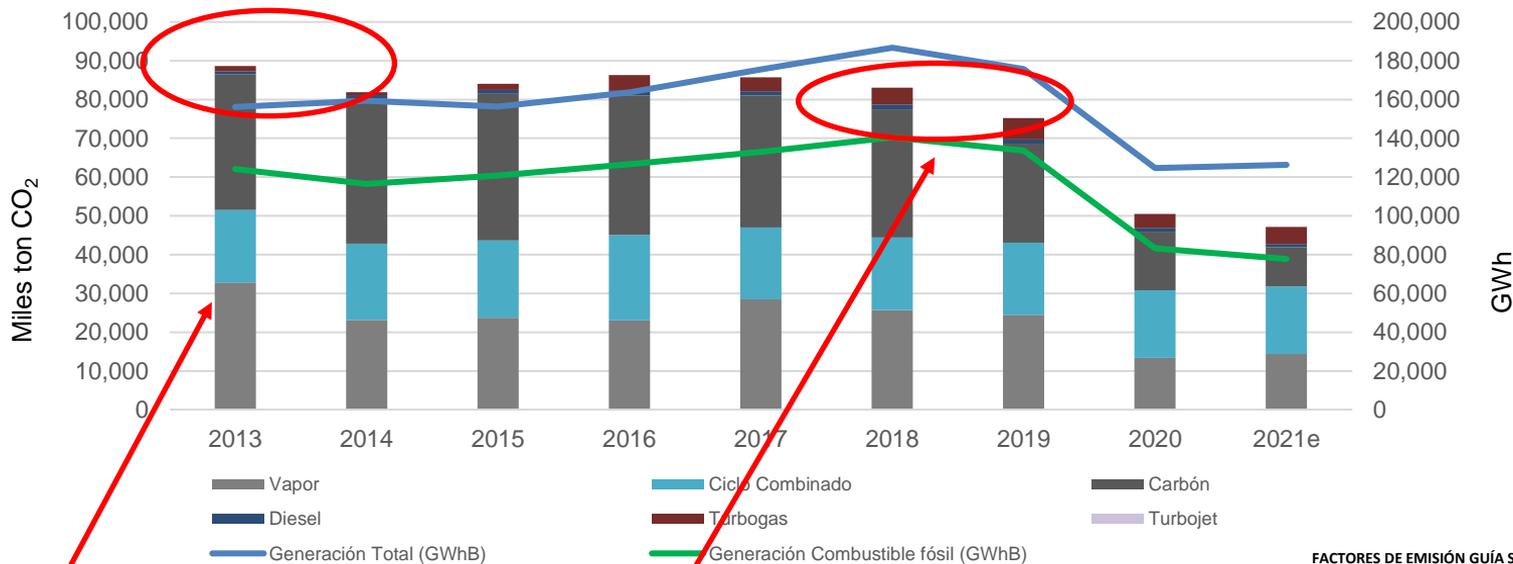
Tecnología	Generación (GWh) 2013	Generación (GWh) 2021	Variación %
Carboeléctrica	29,300	4,524	-85%
Eólica	189	83	-56%
Termoeléctrica	43,782	22,462	-49%
Geotérmica	5,592	4,124	-26%
Combustión Interna	1,439	1,391	-3%
Nucleoeléctrica	11,377	11,602	2%
Ciclo Combinado	41,159	47,356	15%
Hidroeléctrica	25,753	32,736	27%
Turbo Gas	1,540	2,030	32%
TOTAL	160,132	126,309	-21%

Tipo	2013 (GWh)	2021 (GWh)	2013 (%)	2021 (%)
Limpia	42,912	48,545	27%	38%
Fósil	117,220	77,764	73%	62%
TOTAL	160,132	126,309	100%	100%



- La mayor reducción se dio en generación en centrales carboeléctricas y termoeléctricas convencionales.
- La proporción de energías limpias se incrementó en 11 puntos, por una mayor generación hidroeléctrica, gracias a la optimización del aprovechamiento de los embalses.

Emisiones de CO₂ (miles de toneladas) por tecnología vs Generación (GWhB)



Reducción de 7% en emisiones por sustitución de combustibles, a pesar de un 2% de incremento en generación

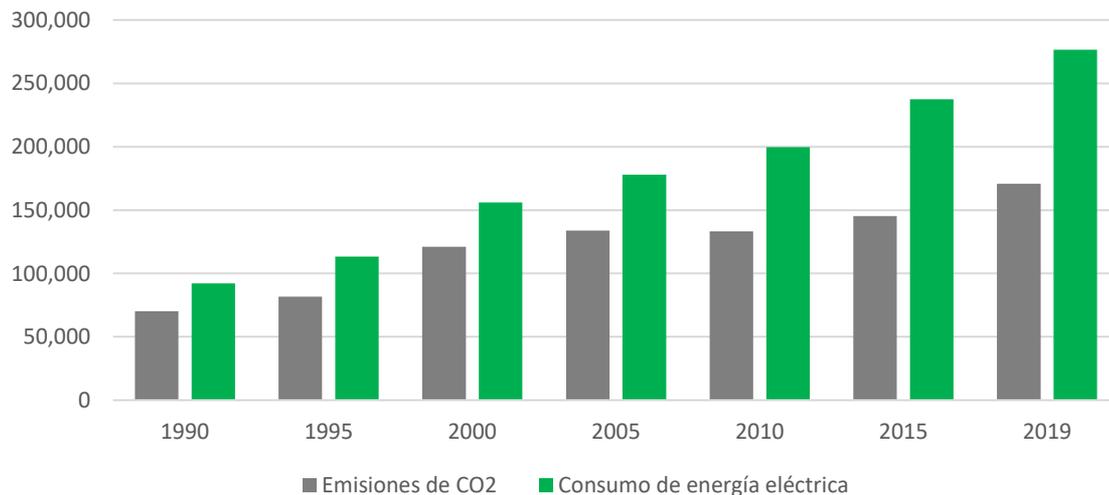
Reducción de 9% en emisiones, mayor a la reducción en generación, sobre todo por menor uso de carboeléctricas.

FACTORES DE EMISIÓN GUÍA SPA00-55

Combustible	Factor de emisión	Unidad
	CO ₂	
Gas Natural	1.92	t/miles m ³
Combustóleo	2.928	t/m ³
Diésel	2.676	t/m ³
Carbón	2.405	t/t

Emisiones de CO2 por producción de electricidad y calor 1990-2019

Evolución de las emisiones de CO2 en producción de electricidad y calor (Gg de CO2e) y consumo de energía eléctrica (GWh)



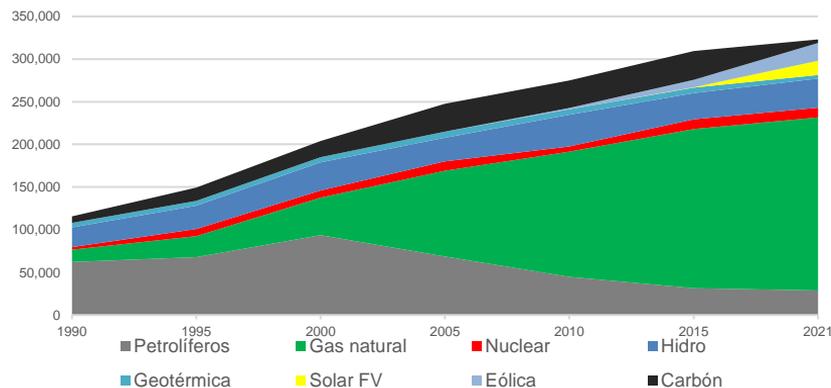
Fuente: INECC; CFE

- A nivel nacional, la generación y consumo de electricidad se han incrementado más que las emisiones provenientes de la producción de electricidad y calor.
- Entre 2005 y 2010 hubo una ligera reducción en las emisiones por esta fuente.

FACTORES DE EMISIÓN GUÍA SPA00-55

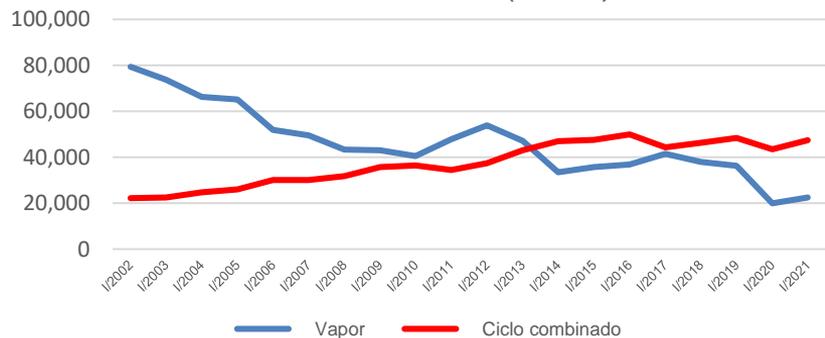
Combustible	Factor de emisión			Unidad
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Gas Natural	1.92	3.68E-05	3.52E-05	t/miles m ³
Combustóleo	2.928	3.36E-05	6.36E-05	t/m ³
Diésel	2.676	6.24E-06	3.12E-05	t/m ³
Carbón	2.405	2.00E-05	1.50E-05	t/t

Evolución de la generación total (GWh)



La reducción de emisiones entre 2005 y 2010 coincide con la caída de la generación por termoeléctricas convencionales y su sustitución por centrales de ciclo combinado.

Generación CFE (GWh)



Combustible	Tecnología de Generación	Emisiones CO2	% Emisiones vs Combustóleo
		tCO2/MWh	
Gas Natural	Ciclo Combinado	0.52	-34%
Combustóleo	Termoeléctrica Convencional	0.79	

En el sistema eléctrico en todo momento se debe cumplir un balance es decir, **la generación debe ser igual al consumo más las pérdidas.**

Además:

- Mantener el voltaje dentro de límites razonables.
- Mantener constante la frecuencia.
- No sobrecargar transformadores ni líneas.

Se espera conservar, **mantener y crecer la oferta de energía proveniente de las centrales hidroeléctricas, nucleares y los ciclos combinados junto con las tecnologías variables como la fotovoltaica y eólica**, al mismo tiempo que se desarrolla más la **tecnología de baterías que permita almacenar** la energía renovable de manera confiable, **a gran escala y con precios accesibles**, así como las inversiones necesarias en las redes de transmisión y distribución.

- La estrategia de la CFE para esta administración consiste en:
 - Proyectos de energía limpia (hidroeléctricas, geotermia, fotovoltaica) y
 - Utilizar el **gas natural como el combustible de transición** por ser el combustible fósil más amigable con el medio ambiente: **genera 34% menos de emisiones de CO2** que el combustóleo y **opera como carga base firme para brindar respaldo y flexibilidad al sistema eléctrico junto con la energía nuclear.**
- Se aprovechará la ventaja que tiene el país al tener acceso al gas más barato del mundo proveniente de los Estados Unidos y a la infraestructura existente de gasoductos que permiten la disponibilidad de gas de bajo costo.
- El combustóleo, además de contaminante, es aproximadamente entre cuatro y cinco veces más caro, por lo que sólo se utilizará cuando no se tenga disponibilidad de gas.

Estrategia corto plazo

EUROPA

UE califica el gas y la energía nuclear como inversiones sostenibles

La UE busca impulsar fuertes inversiones en iniciativas de energías limpias y renovables, aunque la inclusión de centrales nucleares y de gas promovió agrias discusiones entre los miembros del bloque.



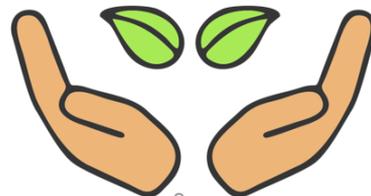
Adiciones de capacidad corto plazo

La CFE estima que **al término de 2024** tendrá capacidad adicional correspondiente a:

- **750 MW limpios** (Sec I: 120 MW y Sec II: 300 MW de CFV Puerto Peñasco, CG Humeros III Fase B: 25 MW y 305 MW de RM Hidroeléctrica) y
- **7,745 MW** proveniente de **Centrales Ciclo Combinado** que utilizan gas como combustible en línea con el compromiso de transición energética.

Los proyectos limpios se financiarán principalmente mediante el Fideicomiso de Energías Limpias.

Con este mecanismo no se desplazará otro tipo de inversiones del PEF y se podrá acceder a financiamiento con condiciones favorables para CFE.



Proyectos de energías limpias: Modernización de hidroeléctricas

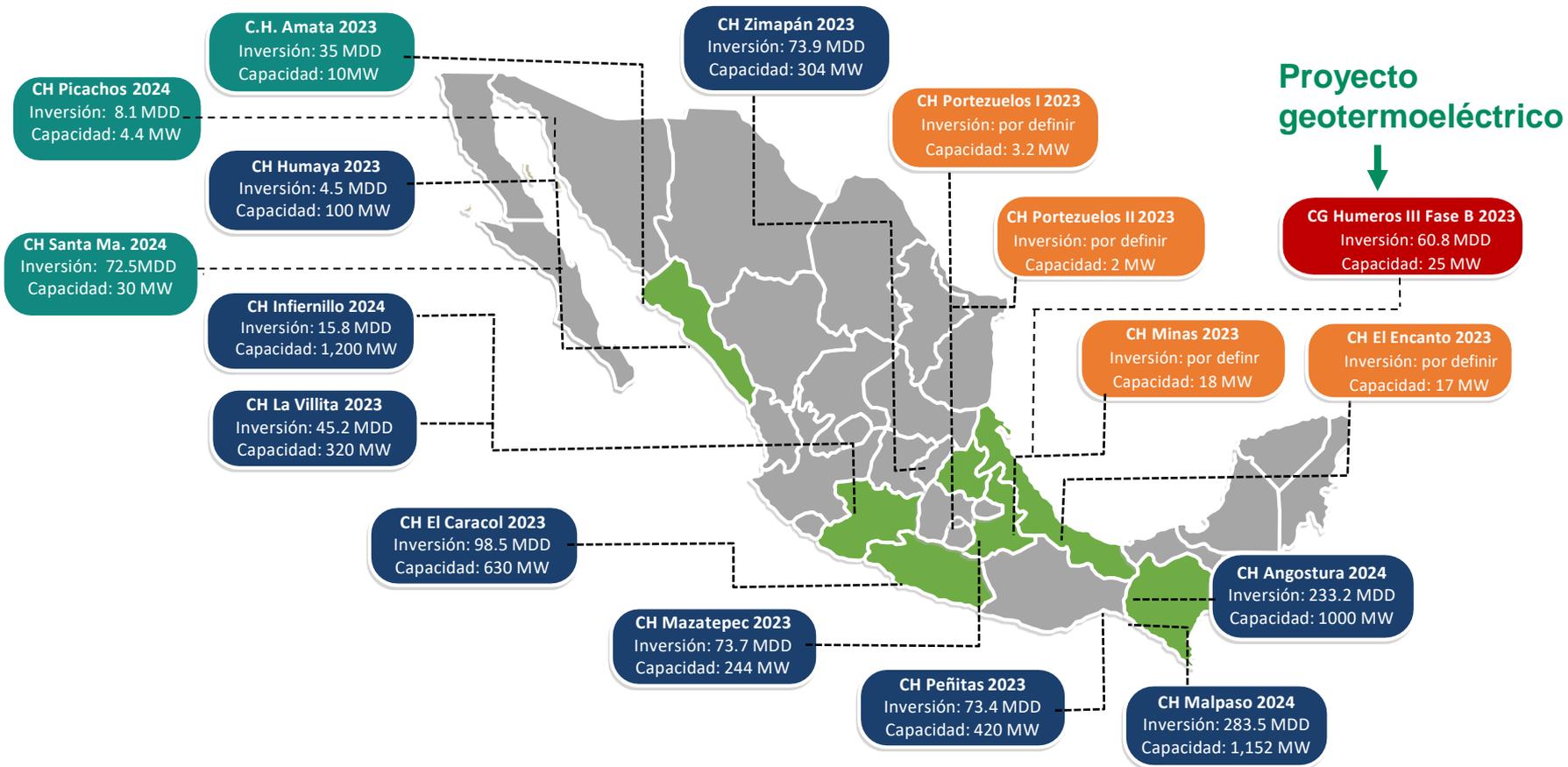
Aunque la capacidad adicional de las **hidroeléctricas** es relativamente baja, permitirá generar cerca de 2 TWh anuales adicionales.

Lo más relevante es que la inversión **permitirá mantener en operación las centrales durante los siguientes 50 años**. Es decir, permitirá conservar 5,151 MW.

Con esto, **se protege más de la mitad de la generación por esta tecnología** (aproximadamente 15,600 GWh al año).

Además, la modernización de las centrales hidroeléctricas permitirá un **uso más eficiente del agua**.

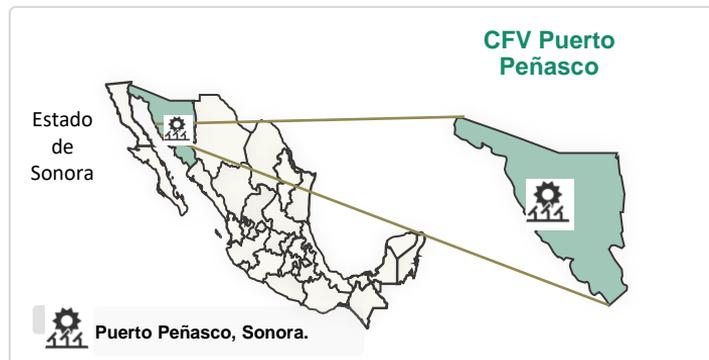




CFE fue pionera en generación fotovoltaica en México. En 2012 se inició el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica con la instalación de un parque solar de 1.0 MW en Tres Vírgenes, Baja California Sur. En 2013 entraron en operación otros 5.0 MW en Cerro Prieto, Baja California.

C.FV. Puerto Peñasco		Capacidad Media Anual Neta (MW)	Fecha Entrada de Operación
SIN	Secuencia I	120.00	2022
Baja California	Secuencia II	300.00	2024
	Secuencia III	300.00	2026
	Secuencia IV	280.00	2028

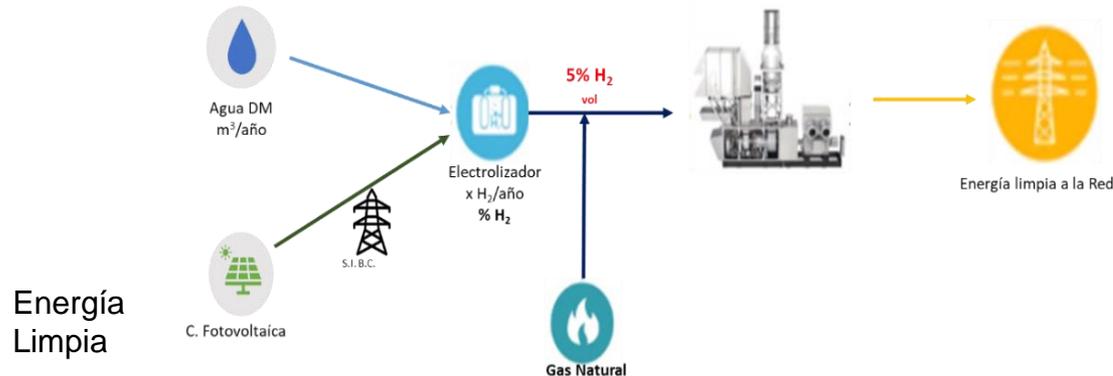
La CFV Puerto Peñasco contará con 1,000 MW de capacidad de generación. El proyecto incluye **almacenamiento en baterías y refuerzos de red.**



Esquema General Proyecto Piloto hidrógeno verde

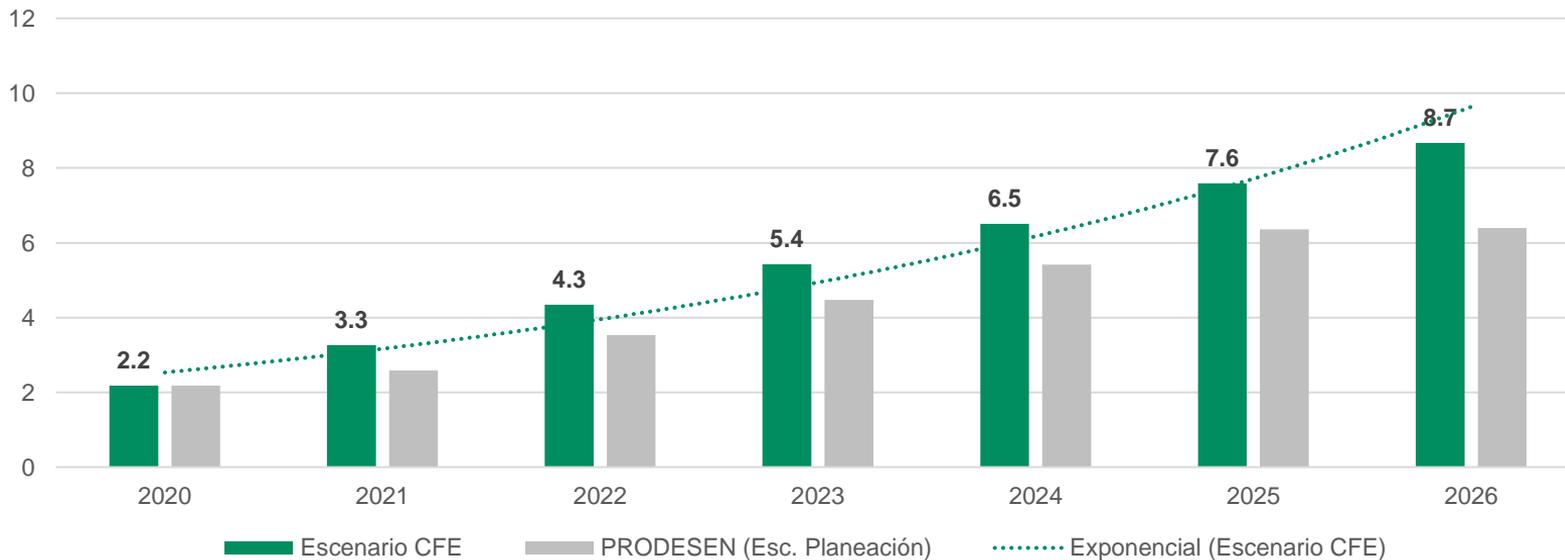
El **hidrógeno verde** es el que se genera a partir de electricidad procedente de energías renovables, a través de un proceso químico conocido como electrólisis, en donde se **separa el hidrógeno del oxígeno del agua desmineralizada**. Una vez que se obtiene el hidrógeno este es comprimido o almacenado, para llevarlo a su uso final.

Una de las opciones es mezclarse con el gas natural para generación de energía eléctrica (Power to Gas).



- Sistemas de almacenamiento de energía
- Sistemas de generación en islas
- Sistemas FV para usos propios en centrales de generación
- Sistemas de generación en el sector agrícola
- Proyecto de generación rural (mini hidro y FV)
- Recursos distribuidos
- Programa “Hogares solares” en regiones de clima extremo
- Piloto de reactores modulares pequeños
- Biocombustibles y termovalorización

Pronóstico de Generación (TWh)

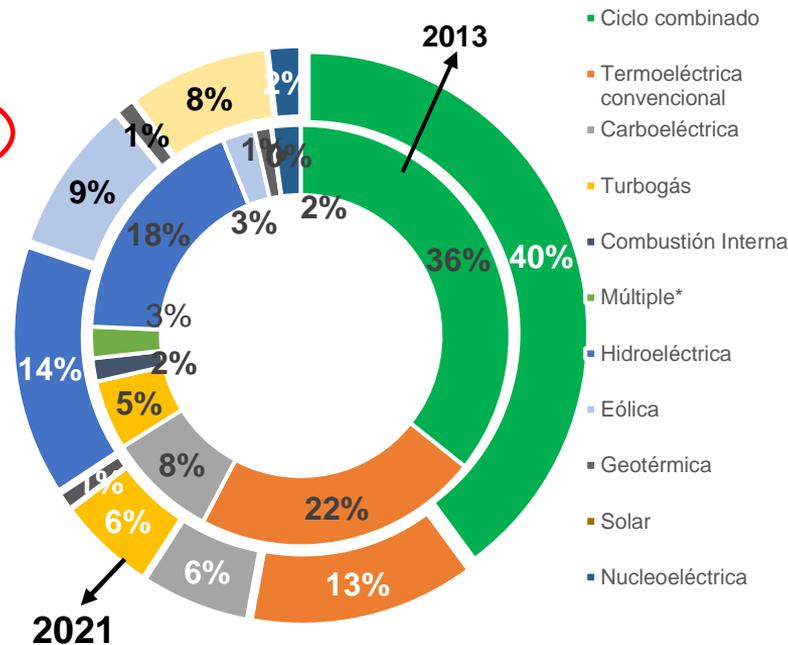


Fuente: CFE – DCPE, con insumos de CFE-Distribución.



Comisión Federal de Electricidad®

Tecnología	Capacidad 2013 (MW)	Capacidad 2021 (MW)	Variación %	Var absoluta
Termoeléctrica convencional	14,099	11,425	-19%	-2,674
Ciclo combinado	22,830	34,977	53%	12,147
Turbogás	3,418	4,954	45%	1,536
Combustión Interna	1,146	853	-26%	-293
Carboeléctrica	5,378	5,463	2%	85
Múltiple*	1,540			-1,540
Hidroeléctrica	11,679	12,636	8%	957
Eólica	1,611	7,727	380%	6,116
Geotérmica	823	952	16%	129
Solar	46	7,091	15315%	7,045
Nucleoeléctrica	1,400	1,608	15%	208
TOTAL	63,970	87,686	37%	23,716



Fuente: PRODESEN 2015-2029 y Cenace

*Incluye Combinación de Tecnologías (Termoeléctrica convencional, ciclo combinado, turbogás, combustión interna e hidroeléctrica)

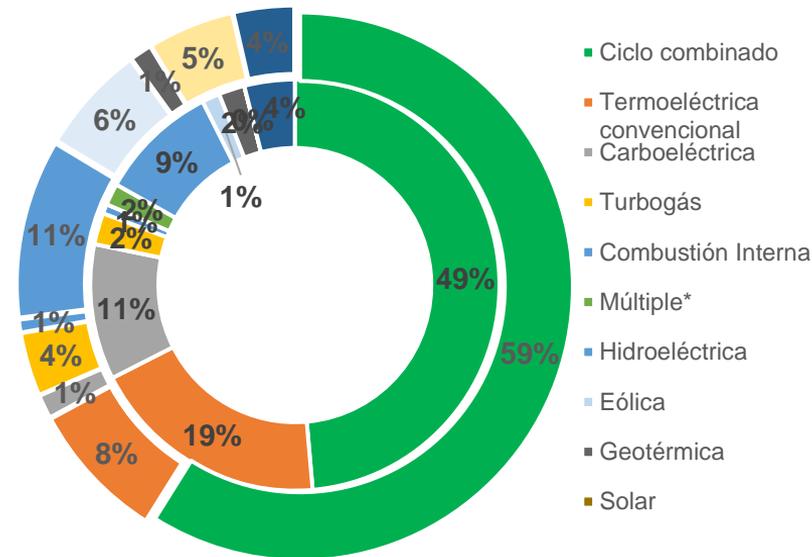
Tipo	2013 (GWh)	2021 (GWh)	2013 (%)	2021 (%)
Fósil	48,411	57,672	76%	66%
Limpia	15,559	30,014	24%	34%

La participación de energías limpias se incrementó en 11 puntos: +8 solar, +6 eólica; -4 hidroeléctrica.

Generación de energía eléctrica SEN por tecnología: 2013 vs 2021

Tecnología	2013 (GWh)	2021 (GWh)	Variación %
Ciclo combinado	144,182	190,432	32%
Termoeléctrica convencional	56,124	26,499	-53%
Carboeléctrica	31,628	4,524	-86%
Turbogás	7,345	12,102	65%
Combustión Interna	2,231	2,442	9%
Múltiple*	5,059		
Hidroeléctrica	27,958	34,062	22%
Eólica	4,185	20,770	396%
Geotérmica	6,070	4,223	-30%
Solar	19	16,497	86729%
Nucleoeléctrica	11,800	11,602	-2%
Total	296,601	323,153	9%

Tipo	2013 (GWh)	2021 (GWh)	2013 (%)	2021 (%)
Fósil	246,569	235,999	83%	73%
Limpia	50,032	87,154	17%	27%



La participación de energías limpias se incrementó en 11 puntos: +5 solar, +5 eólica, +1 hidroeléctrica.

Fuente: PRODESEN 2015-2029; Cenace

*Incluye Combinación de Tecnologías (Termoeléctrica convencional, ciclo combinado, turbogás, combustión interna e hidroeléctrica)

Emisiones de CO₂ en CFE por tipo de tecnología 2013-2021 (octubre)

		Miles de Toneladas de CO ₂								
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
Generación Total (GWhB)		156,237	159,400	156,391	163,661	175,520	186,755	175,680	124,579	111,934
Generación Combustible fósil (GWhB)		124,131	116,463	120,868	126,585	133,017	140,542	133,599	83,280	69,147
Emisiones (miles ton)		89,047	82,755	85,433	89,252	85,717	83,018	75,246	50,494	39,334
Emisiones CO ₂ por Tecnología	Vapor	32,833	23,134	23,738	23,057	28,464	25,756	24,485	13,380	12,012
	Ciclo Combinado	18,696	19,739	19,902	22,016	18,526	18,657	18,620	17,440	14,472
	Carbón	34,910	37,427	37,826	36,010	34,042	33,056	25,548	15,082	8,470
	Diesel	902	845	1,024	1,118	1,106	1,213	1,032	1,054	690
	Turbogas	1,286	784	1,574	4,081	3,580	4,335	5,511	3,523	3,670
	Turbojet	0	0	0	0	0	0	51	14	20

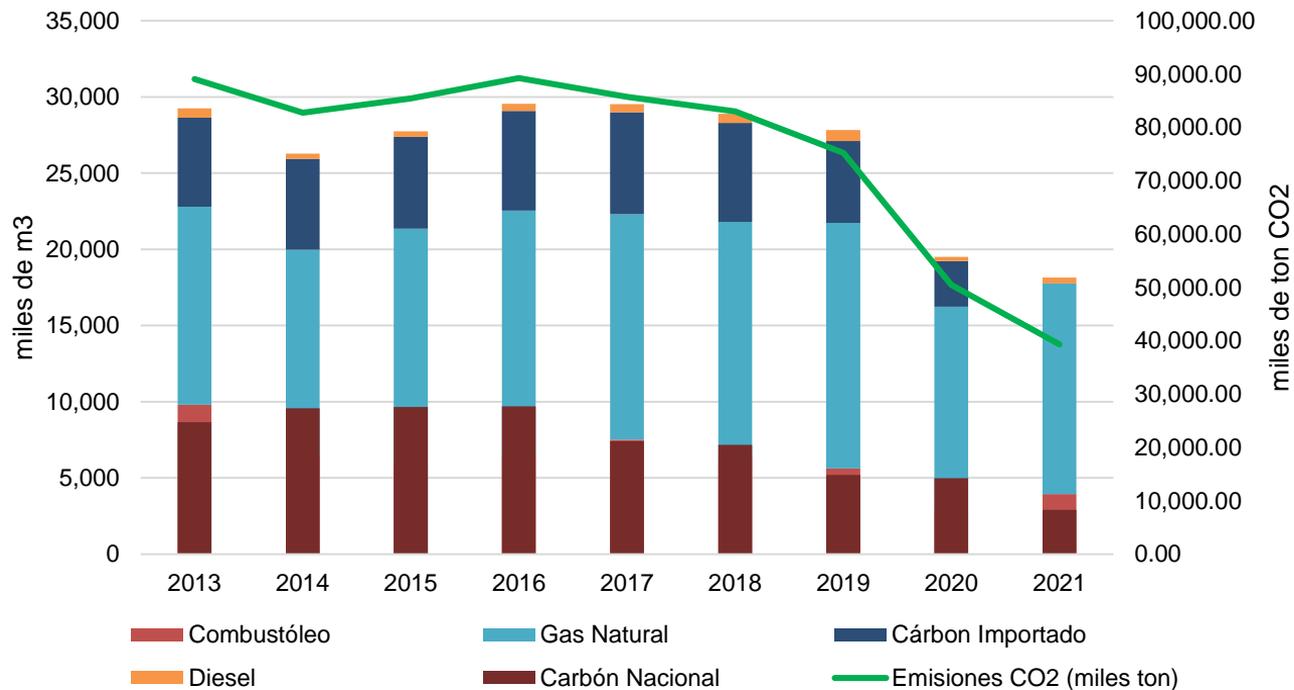
Reducción de 7% en emisiones por sustitución de combustibles, a pesar de un 2% de incremento en generación

Reducción de 9% en emisiones.

FACTORES DE EMISIÓN GUÍA SPA00-55

Combustible	Factor de emisión			Unidad
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Gas Natural	1.92	3.68E-05	3.52E-05	t/miles m ³
Combustóleo	2.928	3.36E-05	6.36E-05	t/m ³
Diésel	2.676	6.24E-06	3.12E-05	t/m ³
Carbón	2.405	2.00E-05	1.50E-05	t/t

Consumo de Combustibles CFE 2013 a 2021



Generación Bruta (TWh)

