

La Geotermia en México

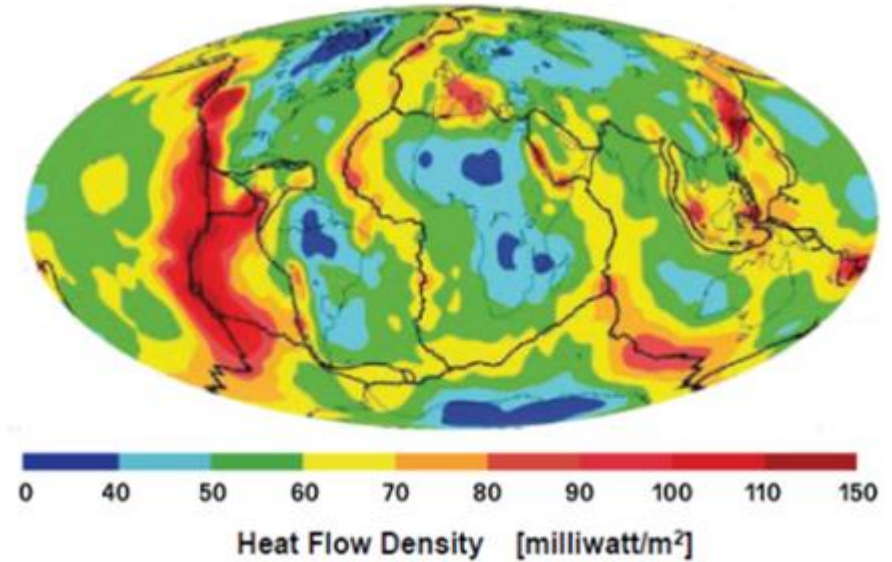
Luis Valdez– CFE Generación VI

AGENDA

1. Introducción
2. Industria eléctrica
3. Energía geotérmica
4. Producción de energía geotérmica
5. Proyectos en desarrollo
6. Zonas Geotérmicas asignadas a la CFE
7. Conclusiones

1. Introducción

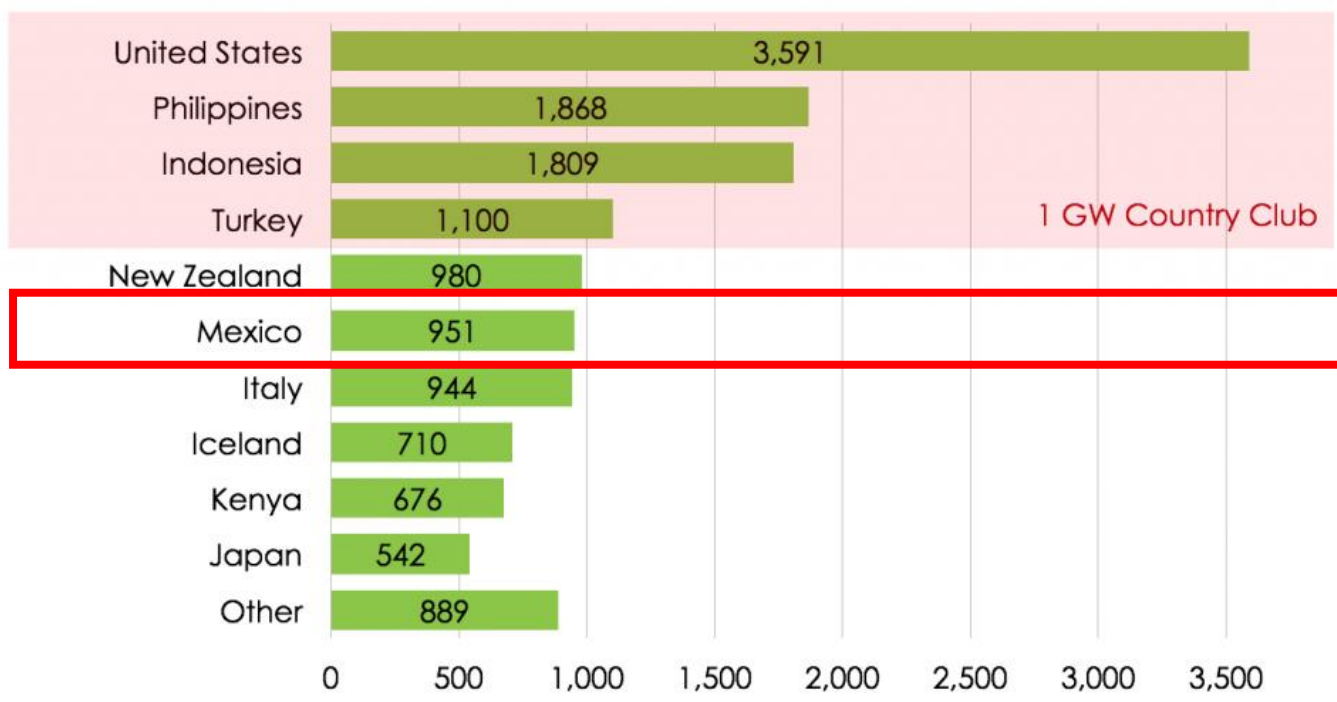
- México se encuentra en una de las regiones geográficas con mayor potencial geotérmico del mundo, se estima que con las reservas probadas, probables y posibles, el potencial geotérmico de nuestro país es de 13.4 GW.
- México es uno de los pioneros en América Latina en el desarrollo de tecnologías para convertir el calor de la tierra en electricidad.



1. Introducción

TOP 10 GEOTHERMAL COUNTRIES

INSTALLED CAPACITY - MW (JANUARY 2018) – 14,060 MW IN TOTAL

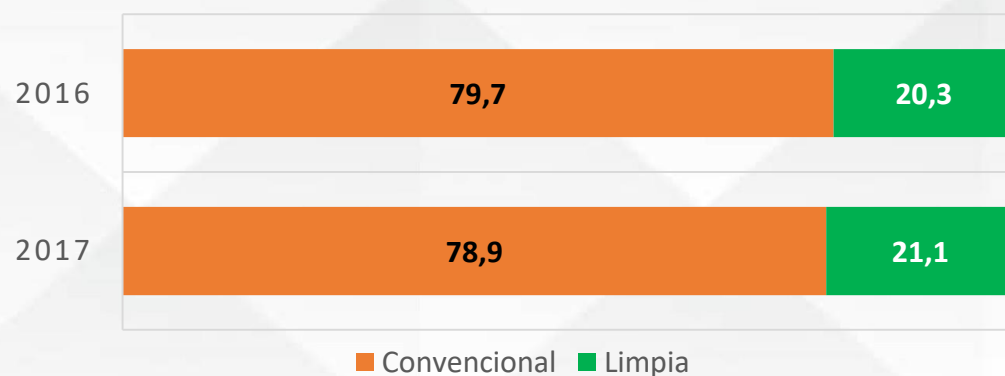


La capacidad geotérmica nacional actualmente instalada coloca a México en la sexta posición a nivel mundial, solo por debajo de los Estados Unidos, Filipinas, Indonesia, Turquía y Nueva Zelanda.

2. Industria eléctrica

En 2017, se generaron en el país 329,162 GWh, el 78.9% es generado empleando tecnología convencional, y el 21.1% restante de tecnologías limpias.

Las centrales eléctricas de CFE generaron el 52% de la energía total en 2017. La generación de energía eléctrica empleando tecnología geotérmica representa el **1.84 %** de la generación de electricidad del país (**6,041 GWh**).



Tecnología	2016 ^{1/}	2017 ^{2/}	TCA ^{3/} (%)
Convencional	254,496	259,766	2.1
Ciclo combinado	160,378	165,245	3.0
Termoeléctrica convencional	40,343	42,780	6.0
Carboeléctrica	34,208	30,557	-10.7
Turbogás ^{4/}	12,600	12,849	2.0
Combustión Interna	3,140	4,006	27.6
Lecho fluidizado	3,826	4,329	13.1
Limpia	64,868	69,397	7.0
Renovable	49,244	51,578	4.7
Hidroeléctrica	30,909	31,848	3.0
Eólica	10,463	10,620	1.5
Geotérmica	6,148	6,041	-1.7
Solar	160	344	114.8
Bioenergía ^{5/}	1,471	1,884	28.0
Generación Distribuida (GD) ^{6/}	56	760	1,246.7
FIRCO ^{7/}	36	82	127.3
Otras	15,624	17,818	14.0
Nucleoeléctrica	10,567	10,883	3.0
Cogeneración eficiente	5,053	6,932	37.2
Frenos regenerativos	4	4	0.0
Total ^{8/}	319,364	329,162	3.1

3. Energía geotérmica

Actualmente la capacidad geotérmica nacional instalada es de 959.1 MWe, distribuida en 5 campos geotérmicos concesionados, sin embargo la capacidad efectiva es del orden de 918.2 MWe.



Capacidad Geotérmica Nacional		
Campo Geotérmico	Capacidad instalada (MW)	Capacidad efectiva (MW)
Cerro Prieto, B.C.	570	570
Los Azufres, Mich.	247.9	225
Los Húmeros, Pue.	95.7	95.7
Las Tres Vírgenes, B.C.S.	10	10
Domo San Pedro*, Nay.	35.5	17.5
TOTALES	959.1	918.2

El 96% de la energía geotérmica nacional corresponde a CFE, siendo así, el Domo de San Pedro el único proyecto perteneciente a inversionistas privados.

3. Energía geotérmica

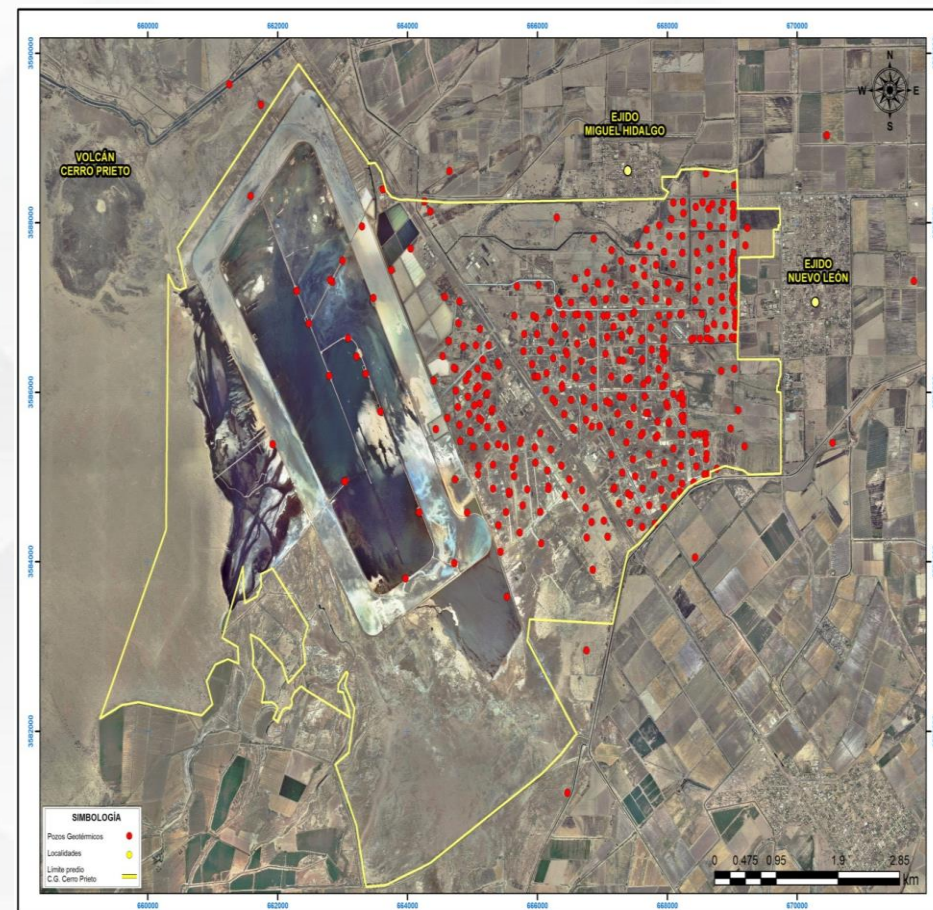
- ✓ Son cuatro los campos cuyas unidades de generación son operadas y supervisadas por personal de CFE.
- ✓ 26 unidades de generación de diferente tecnología (condensación, contrapresión y ciclo binario) con capacidad de 1.5 a 110MW.
- ✓ 25 unidades actualmente generando, con una capacidad efectiva de 900.7 MW.
- ✓ 220 pozos productores integrados, el promedio en producción de vapor es de 27 (t/h).
- ✓ La profundidad de los pozos se encuentra entre los 600 y 4,400 metros.
- ✓ En 2017, la producción de vapor fue de 53.31 millones de toneladas de vapor.
- ✓ Factor de planta promedio del 80%.

4. Producción de energía geotérmica

C.G. Cerro Prieto

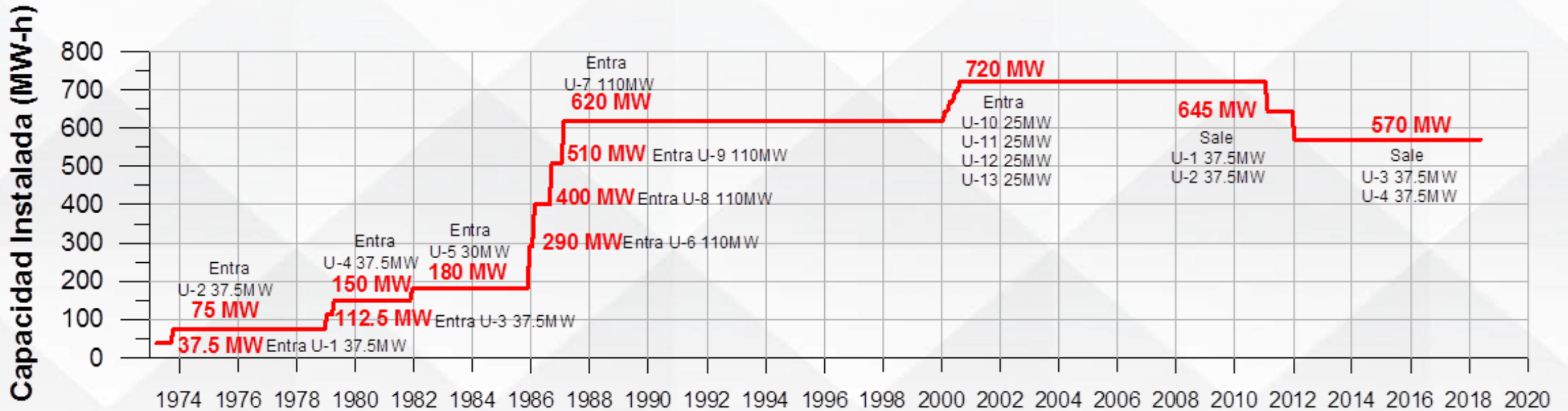
- Es el campo geotérmico más antiguo y grande en México, esta ubicado al noroeste de la república mexicana, en el estado de Baja California.
- En la actualidad, la capacidad instalada es de 570 MW. La generación eléctrica de Cerro Prieto representa casi 40% de la demanda del sistema eléctrico de Baja California.
- El campo está dividido en cuatro zonas de explotación: CP1, CP2, CP3 y CP4.

Clasificación de pozos en el campo geotérmico Cerro Prieto	
Pozos	443
Productores	152
Inyectores	22



4. Producción de energía geotérmica

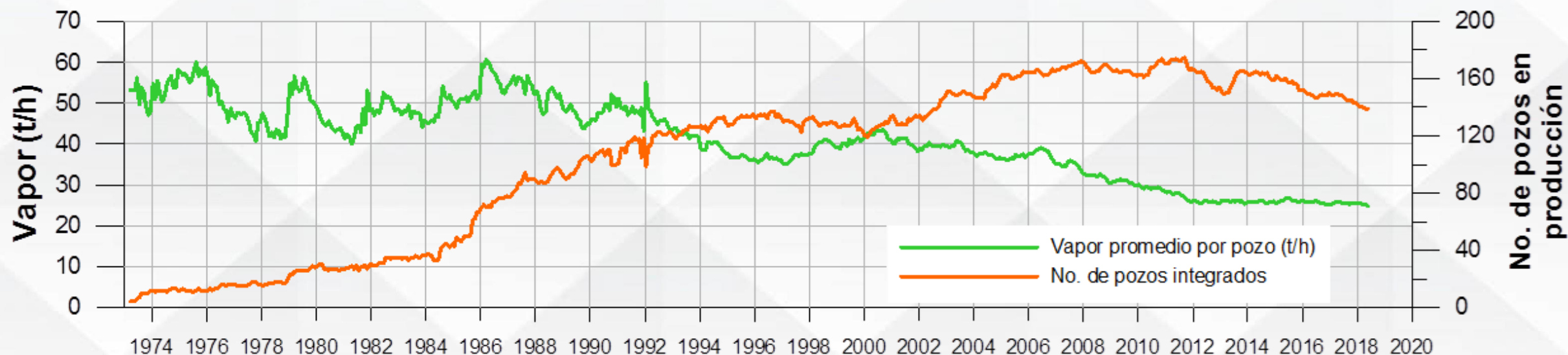
C.G. Cerro Prieto



El aprovechamiento del recurso geotérmico para la generación de energía eléctrica inició en 1973, con la entrada en operación comercial de dos unidades de 37.5 MW en la central Cerro Prieto 1. Actualmente se tienen 9 unidades instaladas y operando.

4. Producción de energía geotérmica

C.G. Cerro Prieto



La producción de vapor del campo durante 2017, fue de 31.032 millones de toneladas.

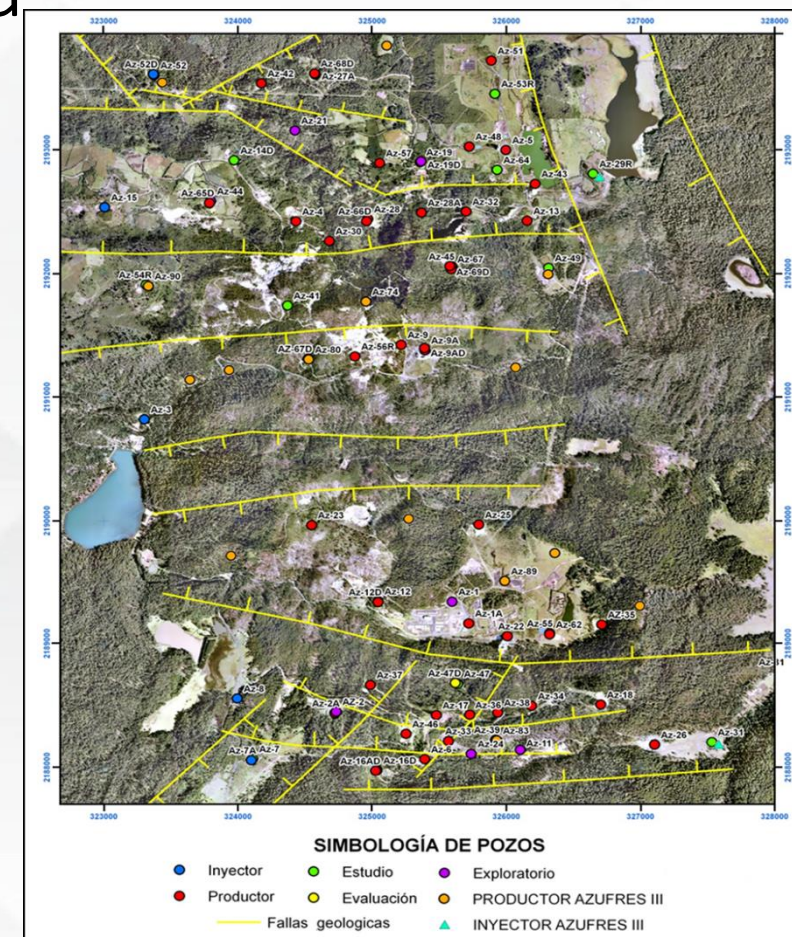
La producción de vapor promedio por pozo es de 26 t/h.

4. Producción de energía geotérmica

C.G. Los Azufres

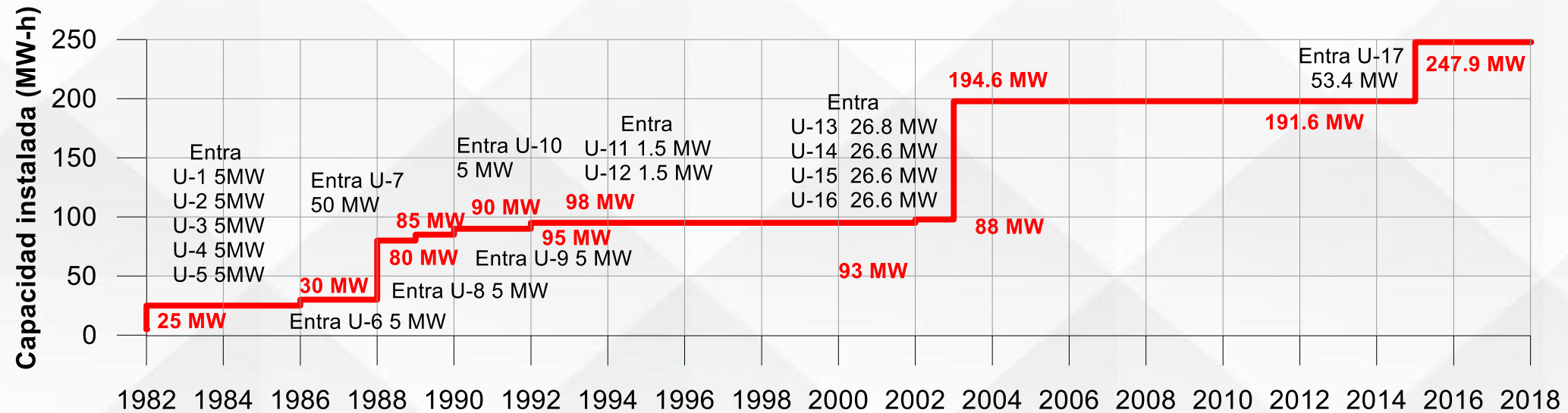
- Segundo campo geotérmico más grande en México. Se localiza en la parte central del país.
- En la actualidad, la capacidad instalada es de 247.9 MW, cuenta con 15 unidades de generación.
- Desde el inicio de explotación del campo, se han extraído aproximadamente 600 millones de toneladas de fluido, de las cuales, 68% corresponde a vapor y el 32% a salmuera.

Clasificación de pozos en el campo geotérmico Los Azufres			
Pozos	Zona Norte	Zona Sur	Total
Productores	26	22	48
Inyectores	4	2	6
Exploratorios y/o con baja del activo fijo por conclusión de vida útil, en estudio y evaluación.	19	15	34
Total			88



4. Producción de energía geotérmica

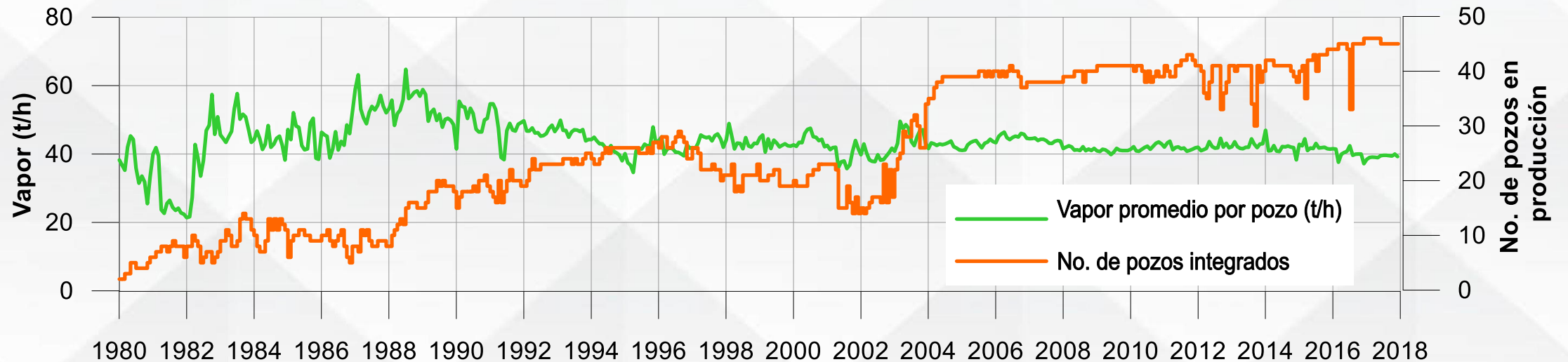
C.G. Los Azufres



En 1975 iniciaron los primeros estudios de prospección geotérmica en la región y en 1976 se construyeron los primeros pozos exploratorios para confirmar la existencia del yacimiento geotérmico. En febrero de 2017 entró en Operación Comercial la U-17 de 50 MW.

4. Producción de energía geotérmica

C.G. Los Azufres



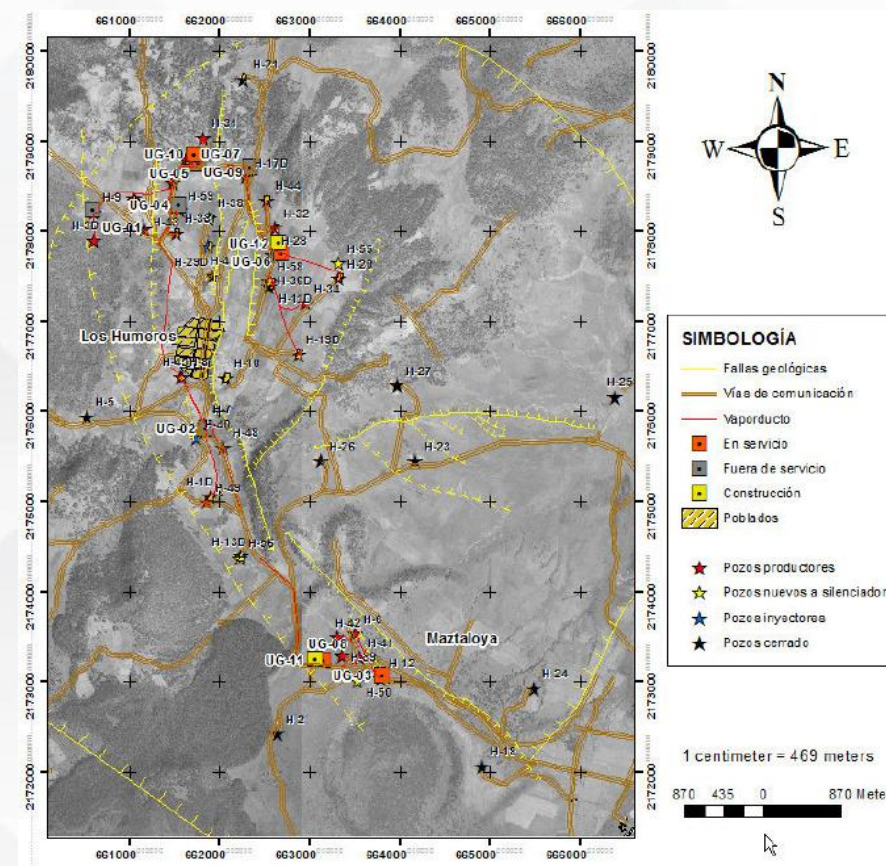
La producción de vapor desde el año 2005 y hasta julio de 2018 se ha mantenido en un rango de 1650 a 1680 t/h. La producción de vapor promedio por pozo del campo se ha mantenido estable, alrededor de 40 t/h desde hace 13 años.

4. Producción de energía geotérmica

C.G. Los Humeros

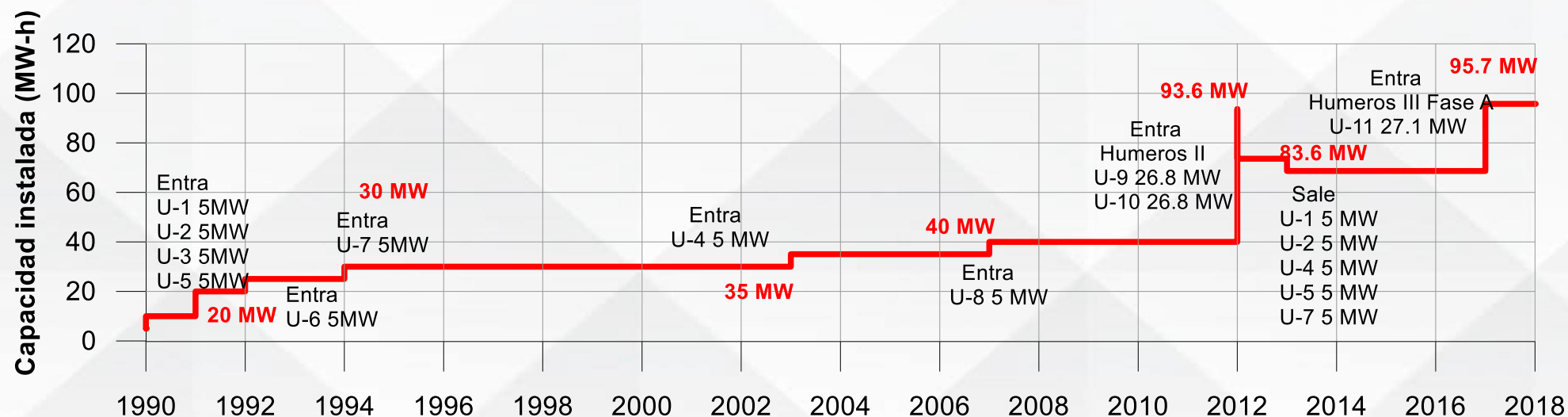
- Es el tercer campo geotérmico más importante a nivel nacional, con una capacidad instalada de 110.7 MW, la cual se obtiene a través de nueve Unidades Generadoras.
- Se encuentra en la porción oriental del Cinturón Volcánico Transmexicano, en el estado de Puebla.
- En 2017, se extrajeron 7,016 millones de toneladas de fluido, el 85% corresponde a vapor y 15% a salmuera.

Campo geotérmico Los Humeros				
Pozos	Zona norte	Zona centro	Zona sur	Total
Productores	16	5	6	27
Inyectores	2	2		4
Exploratorios y/o con baja del activo fijo por conclusión de vida útil y estudio.	7	7	4	18
Total				49



4. Producción de energía geotérmica

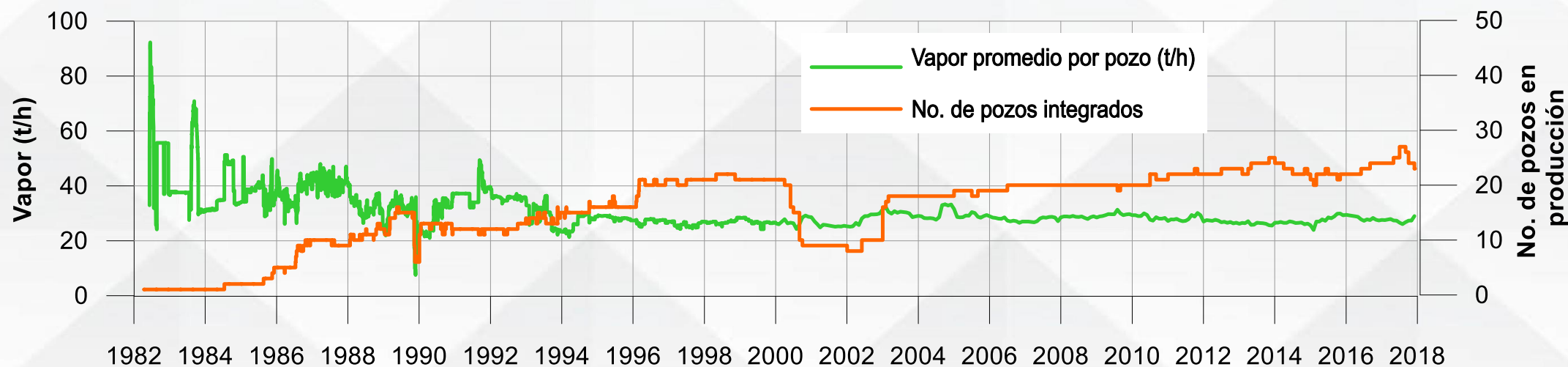
C.G. Los Hornos



Los trabajos de exploración, comenzaron por parte de la CFE, en 1978, y en 1991 entró en marcha la primera unidad generadora de 5 MW. En junio de 2017, entró en Operación Comercial la U-11 de 25 MW.

4. Producción de energía geotérmica

C.G. Los Humeros



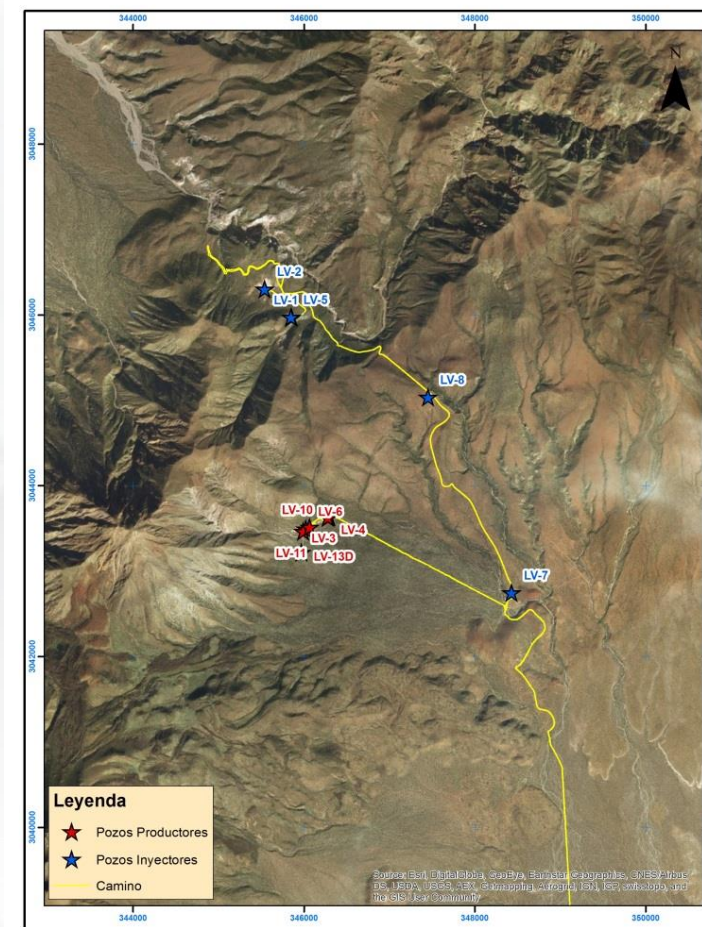
La producción de vapor promedio por pozo del campo se ha mantenido estable entre 25 y 30 t/h.

4. Producción de energía geotérmica

C.G. Las Tres Vírgenes

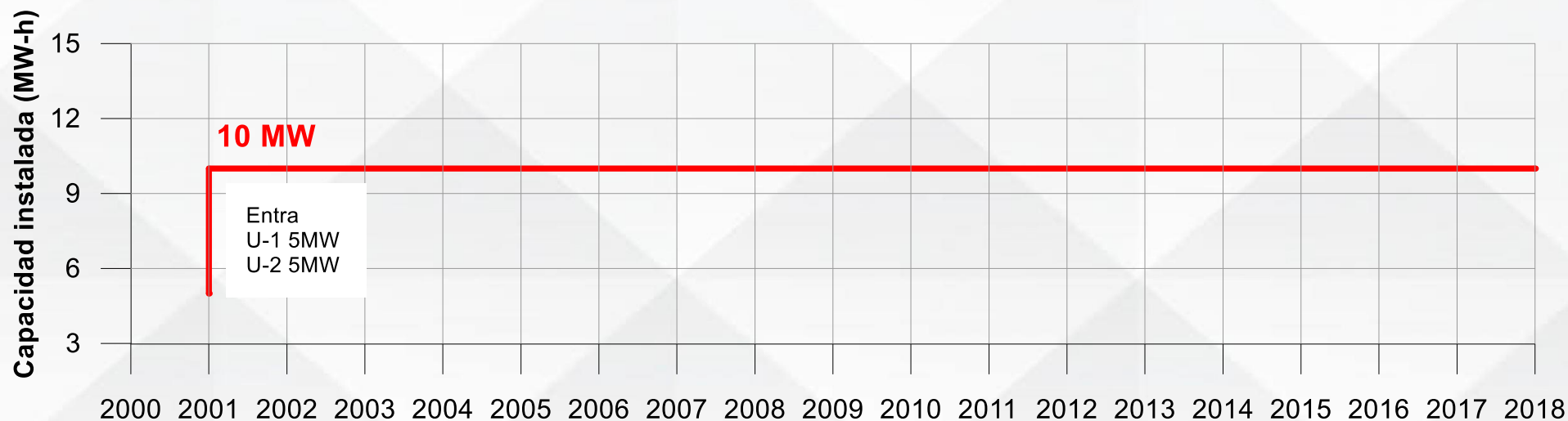
- La capacidad instalada es de 10 MW, con dos unidades de 5 MW.
- Se ubica en la porción norte del estado de Baja California Sur, al norte del país.
- La extracción total de masa en el campo de enero 2001 a diciembre de 2017 aproximadamente fue de 41.9 millones de toneladas, del cual 24% corresponde a vapor y el resto 76% a salmuera.

Clasificación de pozos en el campo geotérmico Las Tres Vírgenes			
Pozos	Zona Norte	Zona Sur	Total
Productores	--	5	5
Inyectores	2	1	3
Exploratorios y/o con baja del activo fijo por conclusión de vida útil, en estudio y evaluación	1	3	4
Total			12



4. Producción de energía geotérmica

C.G. Las Tres Vírgenes



Desde 1983, la CFE empezó los primeros estudios exploratorios. El aprovechamiento del recurso geotérmico para la generación de energía eléctrica inició en 2001 con la instalación y puesta en servicio de dos unidades a contrapresión de 5 MW cada una.

4. Producción de energía geotérmica

C.G. Las Tres Vírgenes



Durante 2017, se extrajo un total de 512 mil toneladas de vapor. La producción de vapor promedio por pozo del campo durante el año 2017 fue de 20 t/h .

5. Proyectos en desarrollo

C.G. Los Azufres III Fase II



Casa de máquinas



Punto de recepción de vapor

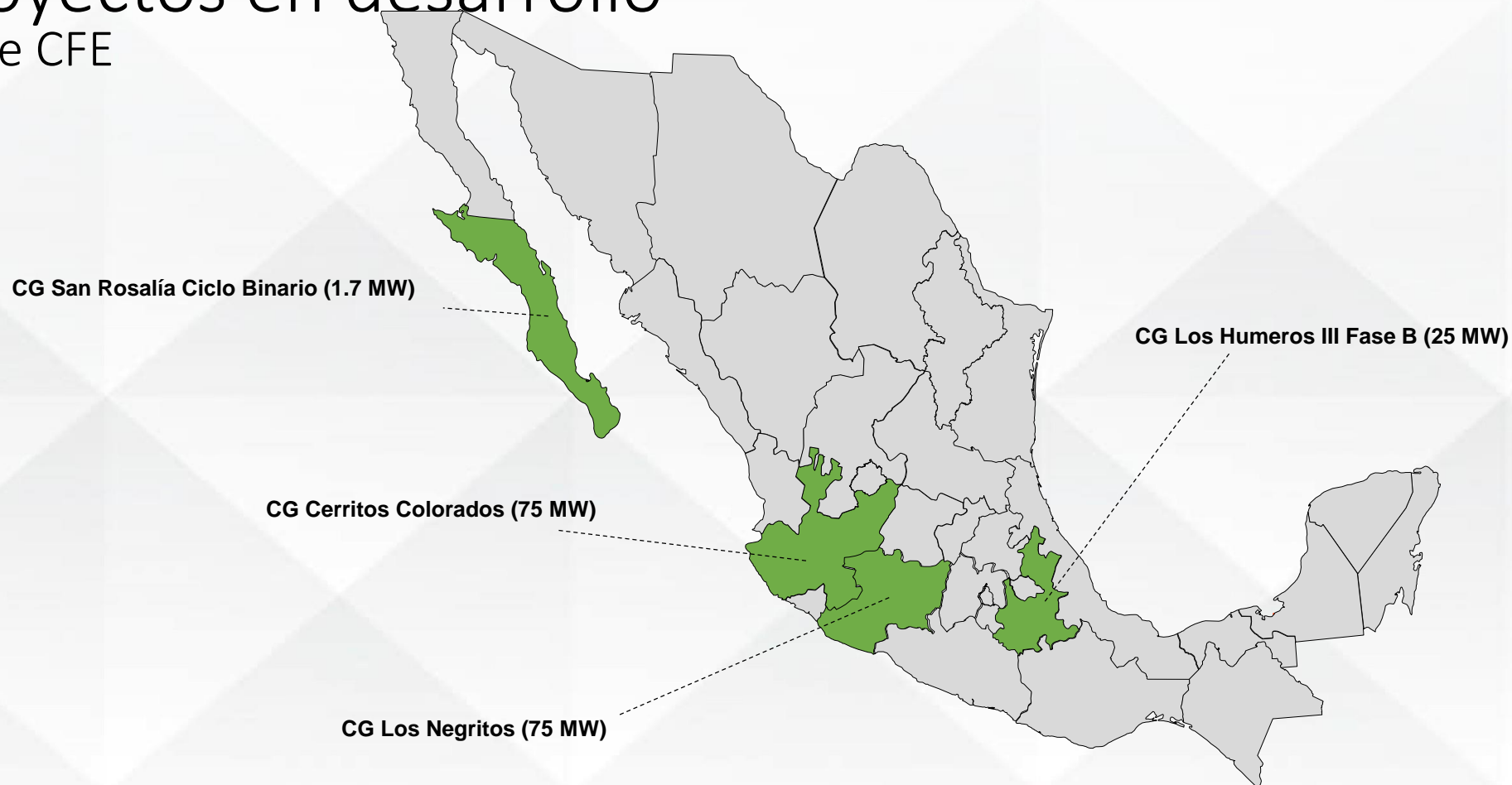


Subestación eléctrica y torre de enfriamiento

Capacidad	25 MW
Fecha de inicio	Diciembre- 2015
Fecha inicio de operación comercial	Jun-2018
Ubicación	Michoacán

5. Proyectos en desarrollo

Proyectos de CFE



6. Zonas geotérmicas asignadas a la CFE



7. Conclusiones

- ✓ México es un país rico en fuentes de energía renovables, especialmente geotérmica.
- ✓ Ocupa el sexto lugar a nivel mundial en capacidad geotérmica instalada.
- ✓ Se tiene una capacidad geotérmica instalada de 959.1 MW con una capacidad efectiva de 918.2 MWe.
- ✓ El 96% de la capacidad geotérmica instalada pertenece a CFE.
- ✓ Actualmente, se encuentran en explotación comercial 5 campos geotérmicos, los cuales generan 6,041 GWh, lo que representa el 1.84 % de la generación total en el país.
- ✓ De acuerdo con el PRODESEN, para el año 2032, la generación de energía geotérmica alcanzará el 3% de la generación total del país.

La Geotermia en México

Luis Valdez– CFE Generación VI