



# Geo

**termia**  
**IV Taller Regional**

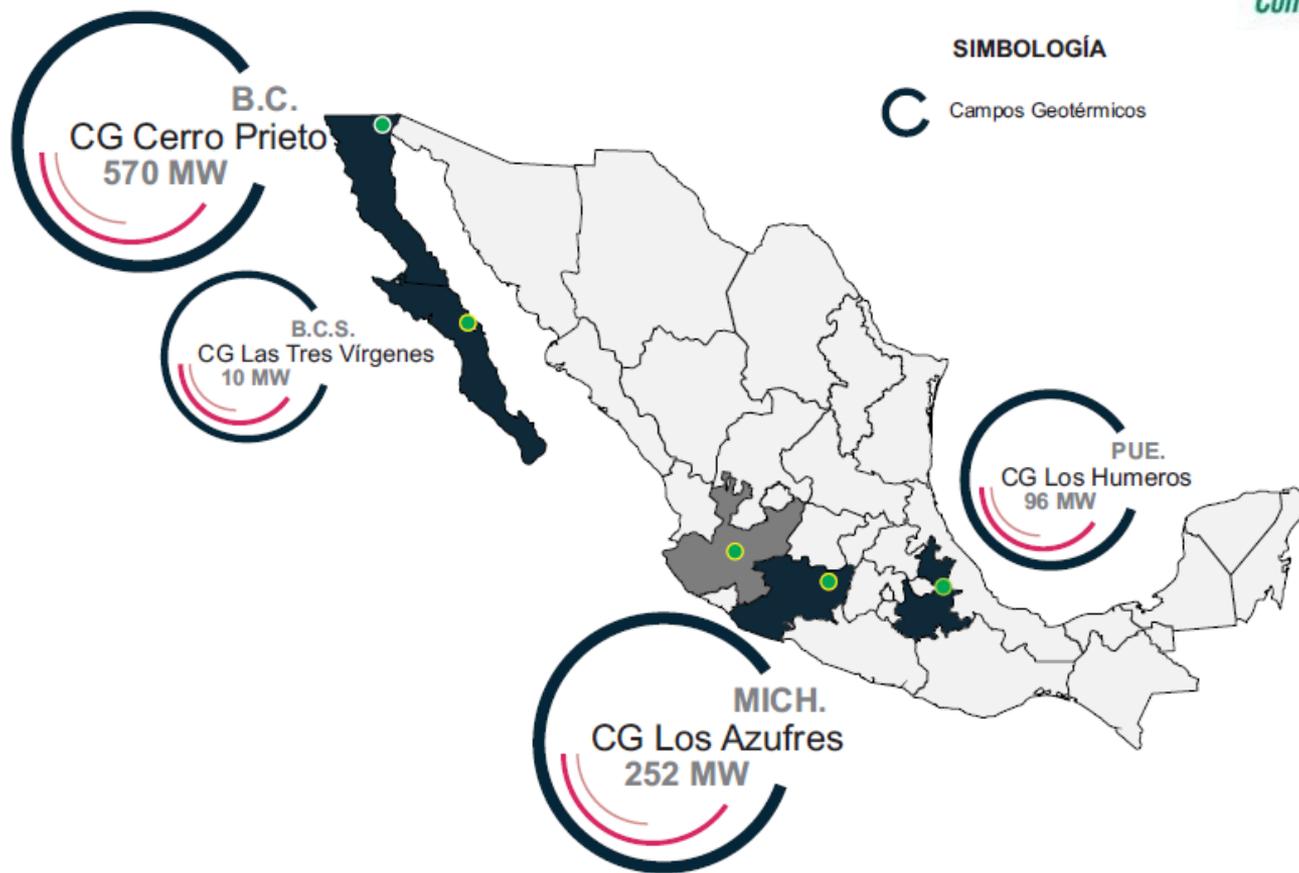


# “Los adelantos tecnológicos y el impulso que esto da al aprovechamiento del recurso geotérmico en México”.

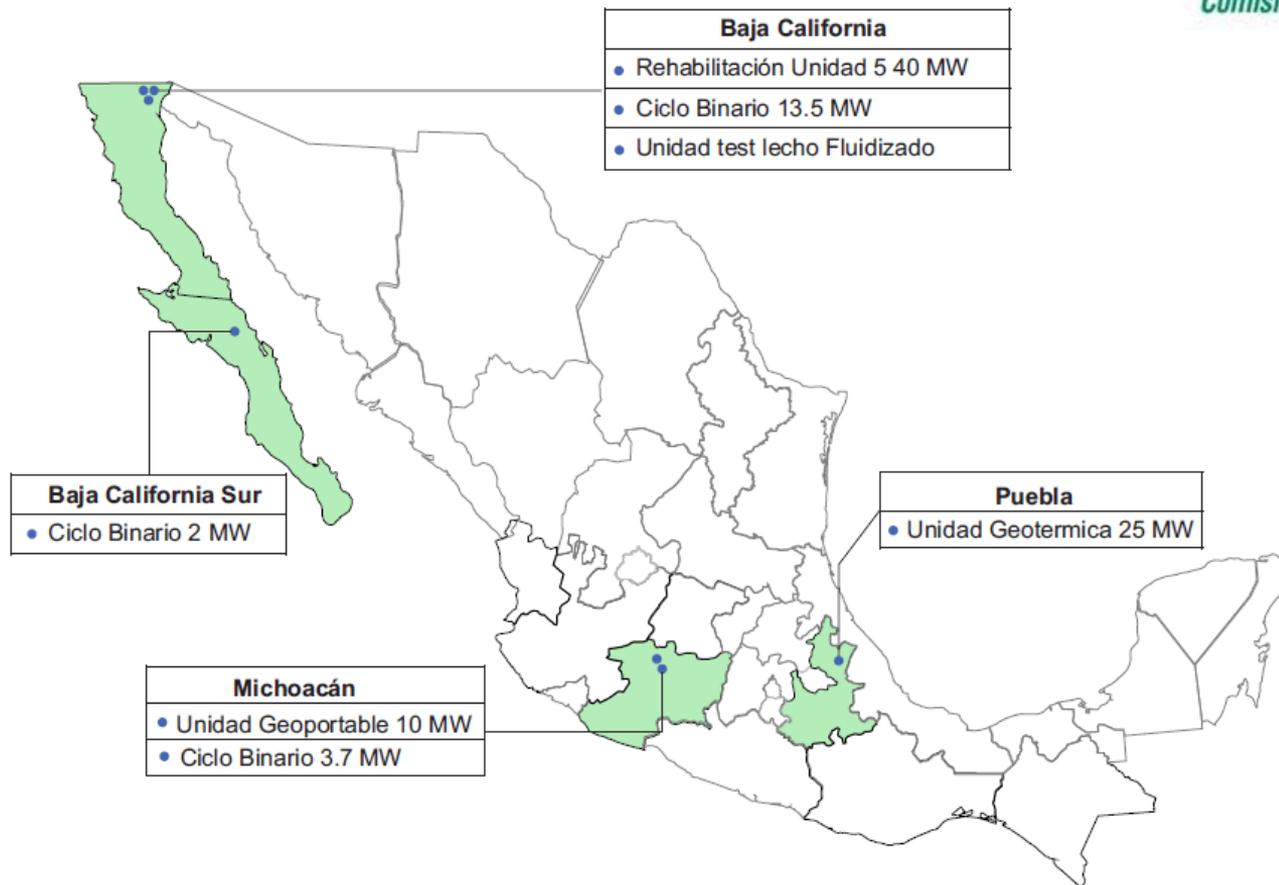
**Ignacio Manuel Raygadas Torres.**  
Oficina de Ingeniería Mecánica GPG



# Recurso Geotérmico en México.



# Potencial de aprovechamiento del recurso geotérmico.



## Adelantos tecnológicos

- Modernización del Parque Geotérmico.
  - *Sustitución de Unidades a Contrapresión.*
  - *Modernización y Rehabilitación de Unidades.*
- Unidad Test de un Intercambiador de Calor por Lecho Fluidizado.
- Potencial de Generación mediante Ciclos Binarios.



## Modernización del Parque Geotérmico.

- Sustituir unidades de 5MW a Contrapresión, por unidades a Condensación para eficientar el uso del vapor geotérmico, incrementando alrededor del 33% la eficiencia de vapor para la generación eléctrica. Lo anterior mantiene la generación del campo sin necesidad de perforación de pozos.
- Analizar las alternativas para la sustitución de unidades de 5 MW, aprovechando los mismos sitios y una parte de la infraestructura existente, con consumos de vapor mas eficientes.
- Examinar la Modernización y Rehabilitación de unidades que se encuentran en la etapa final de su vida útil, buscando mediante el cambio de sus componentes, regresando a su generación inicial.



## CG Los Azufres

### Sustitución Unidad a Contrapresión por Geoportable de 10 MW.

Unidad	Tipo	Marca	Fecha de entrada en operación
2	Contrapresión	Mitsubishi	ago-82

Estas unidades podrían instalarse en sustitución de unidades de 5 MW, aprovechando los mismos sitios y una parte de la infraestructura existente, con consumos de vapor mas eficientes, generalmente se manejan alrededor de 12 toneladas de vapor por MWh, con la instalación de una unidad geoportable se buscan consumos de 8 t/MWh, lo que nos permite generar un 33% mas de energía eléctrica con la misma cantidad de vapor.



# Sustitución Unidad a Condensación por Geoportable.

Reliability supported by Toshiba's engineering capability



Geoportable™ standard set

Type	Geoportable™ 2		Geoportable™ 5	Geoportable™ 7
Turbine type	Condensing	Back-pressure	Condensing	Condensing
Output	1 to 3 MW	3 to 6 MW	3 to 6 MW	6 to 10 MW
Main steam pressure	1.8 to 5 bara	5 to 10 bara	3 to 9.5 bara	5 to 10 bara
Main steam temperature	117 to 152 degC	152 to 180 degC	134 to 178 degC	152 to 180 degC
Number of turbine stages	4		4	5
Exhaust method	Side		Upward	Upward
Control method	Low-pressure D-EHC High-pressure D-EHC		High-pressure D-EHC	High-pressure D-EHC



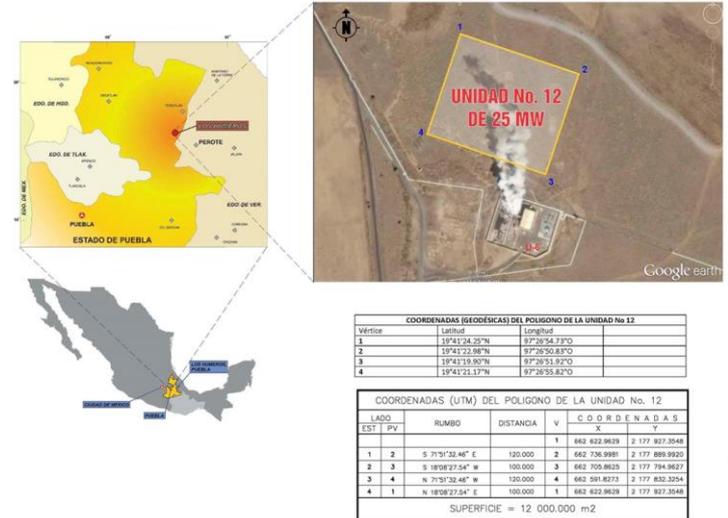


# CG Los Humeros

## Sustitución de unidades a Contrapresión por Condensación.

Unidad	Tipo	Marca	Fecha de entrada en operación
3	Contrapresión	Ansaldo	abr-92
6	Contrapresión	Ansaldo	jun-94
8	Contrapresión	Mitsubishi	jul-08

El proyecto considera la sustitución de tres unidades a contrapresión de 5 MW cada una, con consumos de 12 t/MWh, por la construcción y operación de una unidad a condensación de 25 MW con un consumo aproximado de 8 t/MWh.



# CG Cerro Prieto

## Rehabilitación Unidad 5.

Unidad	Tipo	Marca	Fecha de entrada en operación
5	Condensación	Mitsubishi	ene-82



El proyecto consiste en la instalación de una unidad geotermoeléctrica a condensación con capacidad neta de 40 MW, que permitirá sustituir a la Unidad No. 5 de 30 MW que opera actualmente con vapor baja presión y eficientar el uso del vapor geotérmico en la CG Cerro Prieto, al mejorar el consumo específico de 13 t/MWh a 9 t/MWh aproximadamente.



## Unidad Test de un Intercambiador de Calor por Lecho Fluidizado CG Cerro Prieto.

Debido a la severidad de los problemas encontrados por incrustaciones al enfriar el agua geotérmica, se está llevando a cabo una propuesta con la empresa **Klaren Technology** para el suministro y puesta en funcionamiento de una unidad test de un intercambiador de calor por lecho fluidizado. La utilización del agua geotérmica permitiría aumentar la producción de electricidad utilizando unidades de Ciclo Binario.

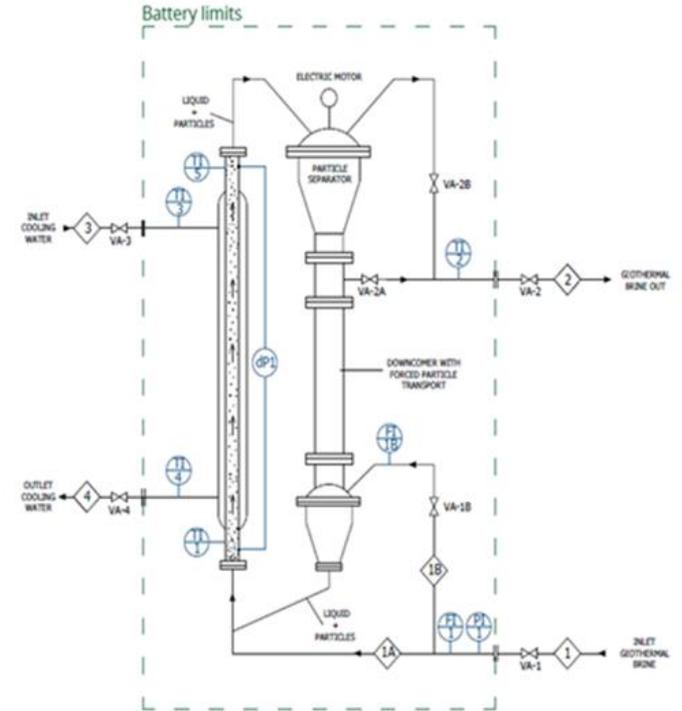
Por lo que, al realizar esta prueba y tener resultados favorables, se lograría evaluar el potencial de generación de energía eléctrica mediante el uso de agua geotérmica, sabiendo que podemos eliminar la precipitación de la sílice, que provoca incrustaciones en los intercambiadores de calor estándar.



## Unidad Test de un Intercambiador de Calor por Lecho Fluidizado CG Cerro Prieto.

Este equipo consiste en un intercambiador de calor de carcasa y tubos en posición vertical, en el cual se hacen circular partículas esféricas, generalmente cerámicas o acero a través de los tubos, bajo el principio de lecho fluidizado.

Las partículas son recogidas a través de un sistema externo que las separa del flujo y las reenvía a la entrada del intercambiador de calor desde la parte más baja de la unidad de recirculación donde partículas y flujo incrustante son separadas. El flujo abandona el sistema mientras las partículas son transportadas para comenzar de nuevo el ciclo.



## Unidad Test de un Intercambiador de Calor por Lecho Fluidizado



Fluidized Bed Heat Exchangers operating on Geothermal Brine in Iceland



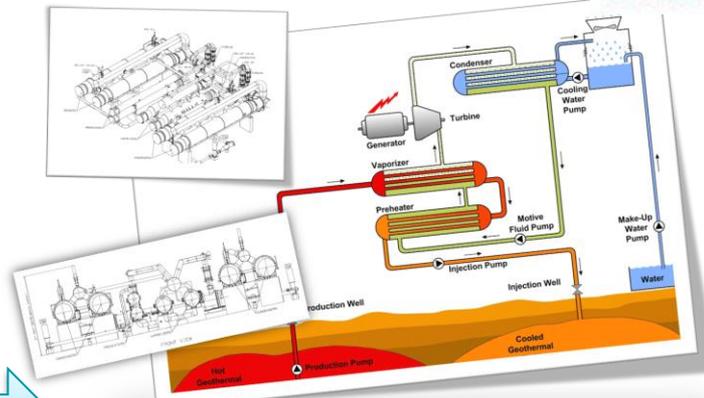
## Potencial de Generación mediante Ciclo Binario.

A finales del 2020, la **CFE** y **Suez Consulting** en conjunto con la asesoría de la empresa **Hartree** firmaron un acuerdo de cooperación para realizar el estudio de factibilidad sobre la implementación de la tecnología Ciclo Rankine Orgánico (ORC) en los campos geotérmicos de CFE, dentro del marco del Fonds d'Études et d'Aide au Secteur Privé (Fondo de estudios y Ayuda al Sector Privado - **FASEP**) del Gobierno Francés.

El Estudio FASEP consistió en valorar el calor residual de la fase líquida del geofluido, así como analizar el aprovechamiento de la infraestructura de transmisión existente para su instalación. Lo que conlleva a un aumento de la eficiencia y capacidad del campo geotérmico sin perforar nuevos pozos, lo que permitiría mantener e inclusive aumentar el nivel de generación de electricidad de los sitios geotérmicos.



# Potencial de aprovechamiento con agua geotérmica.







## Potencial de aprovechamiento en CG Cerro Prieto.

Los recursos térmicos residuales en Cerro Prieto son muy abundantes, con un caudal superior a 6,170 t/h de efluente de los separadores para el conjunto del campo. Sin embargo, solo una fracción de este caudal (actualmente alrededor de 1,900 t/h) ubicado en la parte oriente del campo, presenta un pronóstico de producción adecuado y suficiente.

Por lo anterior, se esta evaluando la instalación de la tecnología ORC con una capacidad neta total de generación de electricidad estimada en 13.5 MW.



## Potencial de aprovechamiento en CG Los Azufres.

Los recursos térmicos residuales provenientes de los efluentes de los separadores de cada pozo del campo geotérmico de Los Azufres se está analizando con la posibilidad de instalación de dos unidades de ciclo binario.

La capacidad neta total de generación de electricidad con la instalación de unidades ORC en el campo geotérmico es estimada en 3.7 MW suplementares, producidos por 2 centrales.



## Potencial de aprovechamiento en CG Las Tres Vírgenes.

El proyecto consiste en la instalación de una unidad de 1.7 MW, con la finalidad de aprovechar la temperatura de la salmuera geotérmica producida por los pozos para la generación de energía eléctrica. Permitirá incrementar la capacidad de generación instalada en el Campo, así como contribuir a satisfacer la demanda eléctrica de la región.





Ignacio Raygadas Torres

[Ignacio.raygadas@cfe.mx](mailto:Ignacio.raygadas@cfe.mx)

Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos



# Geotermia

## IV Taller Regional

