

**CERRO  
DOMINADOR**  
CONCENTRATED SOLAR POWER

---

**“Energía Solar en Chile: CSP, la tecnología del futuro”**

*ATA Insights*

22 de enero de 2020

# Agenda

- Tecnología CSP
- El Proyecto Cerro Dominador
- Proyectos Futuros
  - Pampa Unión
  - Likana

CERRO  
DOMINADOR





# Tecnología CSP

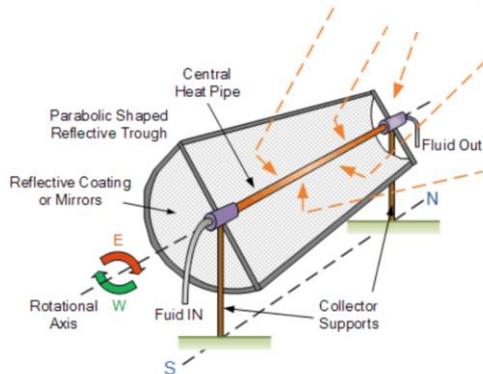
- La energía solar es captada por un conjunto de espejos de tipo parabólico o plano.
- Los espejos reflejan la energía solar incidente en un punto llamado receptor (**puntual** o **líneal**).
- En el receptor, el calor (energía térmica) pasa a un fluido de trabajo (que usualmente es agua/vapor, aceite mineral o sales fundidas).
- La energía térmica se almacena en sales fundidas, las que se utilizan para producir vapor sobrecalentado a alta presión, el que mueve una turbina, produciendo electricidad.



# Sistemas de seguimiento líneal o puntual

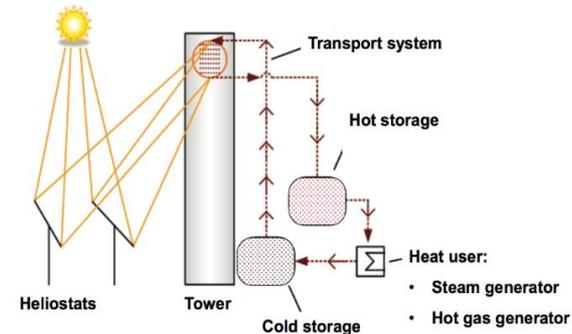
## Concentradores lineales

- Sistemas con seguimiento de **un eje**
- Cilindro Parabólico y Fresnel
- Fluido caloportador: agua, aceite térmico, en el futuro: sal solar (550°C)
- Rango de temperaturas (300°C – 450°C)



## Concentradores puntuales

- Sistemas con seguimiento en **dos ejes**
- Torre Solar
- Fluido caloportador: sal solar (nitrato sódico y potásico) y agua/vapor
- Rango temperaturas (250°C – 560°C)



# Funcionamiento de Torre Solar

- 1 La luz del Sol es concentrada mediante los Heliostatos (espejos) del Campo Solar al Receptor ubicado sobre una torre de 195 m (640 ft) de altura
- 2 La Sal líquida es bombeada desde el estanque frío (a 280 °C) hasta el Receptor, donde se calienta hasta 570 °C (1050 °F)
- 3 La Sal calentada en el receptor es almacenada en el Estanque Caliente

La Sal Caliente es bombeada desde el estanque caliente a un generador de Vapor, para producir vapor de alta presión y temperatura, el que se inyecta en una turbina de vapor convencional, para producir Electricidad

La Sal fría a 288 °C (550 °F) vuelve al estanque de sales frías

El vapor a la salida de la turbina es condensado con aire y es recirculado en el circuito de vapor



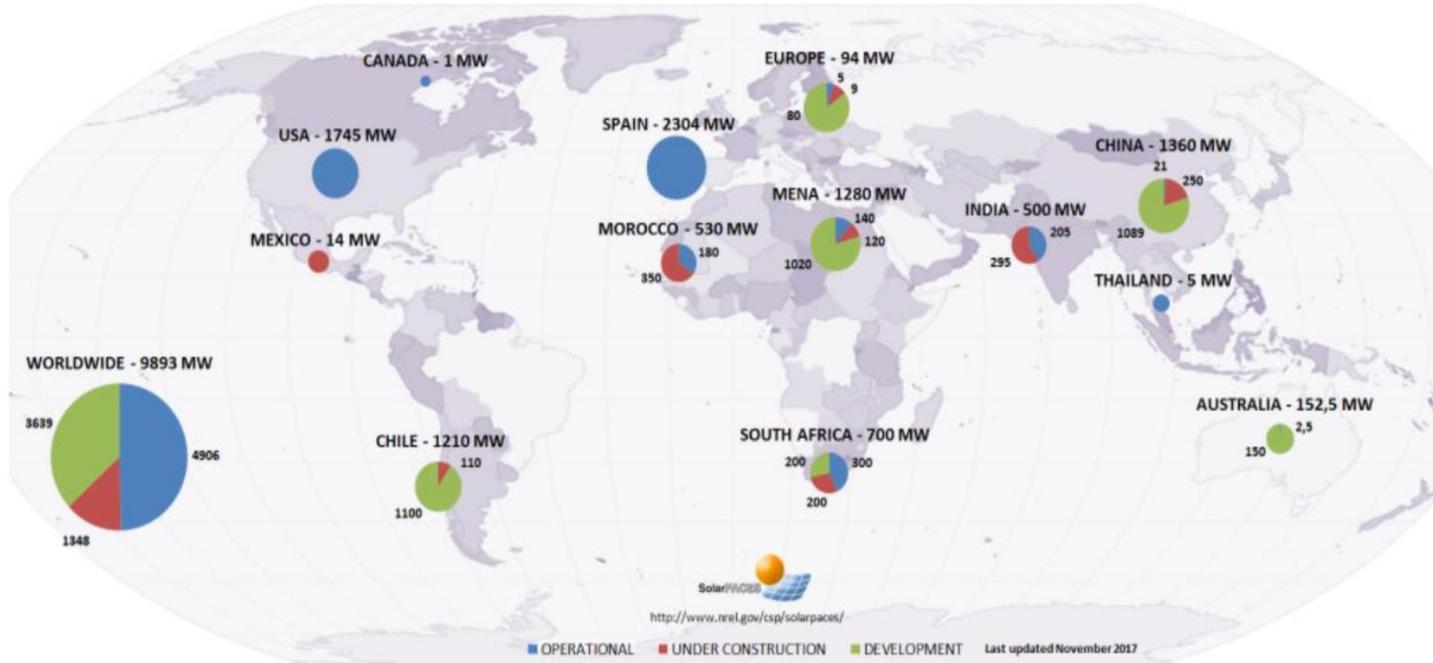








# CSP en el mundo



**6<sup>GWe</sup>** Installed Capacity

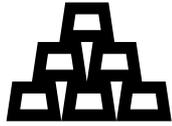
**80%** Parabolic Trough  
**20%** Tower

70% with STORAGE

**2<sup>GWe</sup>** Tendered - Under Construction

**50%** Parabolic Trough  
**50%** Tower

100% with STORAGE



¿Cuáles son los  
beneficios de  
CSP?





# Contexto Energético

- Necesitamos un mundo más limpio, con **energía baja en emisiones**.
- La demanda energética creciente requiere de nuevas fuentes de energía renovable, variable y **flexible**.
- El **proceso de descarbonización** implicará reemplazos tecnológicos.
- La tecnología de **concentración solar de potencia** es una gran **opción para Chile**.
- Puede proveer **flexibilidad requerida** por el sistema.

## Almacenamiento

- **Generación 24/7 despachable**
  - Ciclo del campo solar **desacoplado** del ciclo de generación
- Fluctuación solar absorbida por almacenamiento
- Desplazamiento de la generación de energía a los períodos de mayor demanda



## Funcionamiento conocido

- Generación de electricidad con tecnologías tradicionales
  - Ciclo de vapor equivalente a plantas convencionales

### VENTAJAS TECNOLOGÍA CSP

—

## Estabilidad de la generación

- Una producción de electricidad **flexible**
  - Alta tasa de adquisición de carga (rampa)
  - Bajos mínimos técnicos
- Beneficios sistémicos
  - Inercia rotacional
  - Permite mayor penetración de renovables **variables** al sistema



## Energía limpia

Reducción huella CO<sub>2</sub>  
Mejor alternativa a plantas de carbón: sin emisiones

# Atributos y características CSP

ID	Atributo	CSP	FV	Eólico	Geo-termia	Bio-energía	Ciclo Comb. GN	Ciclo Abierto GN	Carbón	Hidro Embalse	Hidro Pasadas/CR	Hidro Pasadas/CR	Motor Diesel
1	Despacho 8:00 a 17:59 hrs.												
2	Despacho 18:00 a 22:59 hrs.												
3	Despacho 23:00 a 7:59 hrs.												
4	Despacho económico (Costo Var.)												
5	Almacenamiento energético												
6	Aporte de inercia												
7	Tiempo de arranque a plena capac.												
8	Suficiencia y continuidad suministro												
9	Reduce emisiones GEI												
10	Disponibilidad energía primaria												
11	Costo energía primaria												
12	Indexación costo energía primaria												
13	Aporte de reserva en giro												
14	Aporte control de frecuencia												
15	Aporte control de tensión												
16	Recuperación del servicio												
17	Defensa contingencia extrema												

s/CR : sin capacidad de regulación.

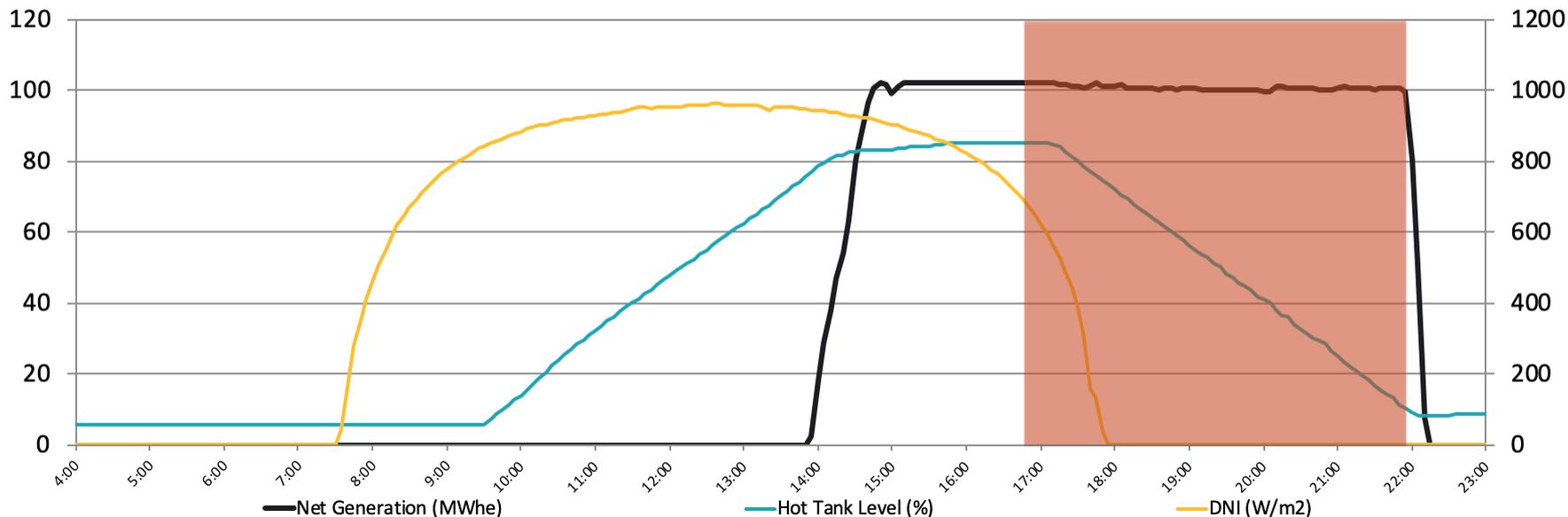
c/CR : con capacidad de regulación.

ID 13 a 17; Servicios complementarios.

(\*) Se están haciendo mejoras en la tecnología FV para optimizar su prestación en el control de frecuencia.

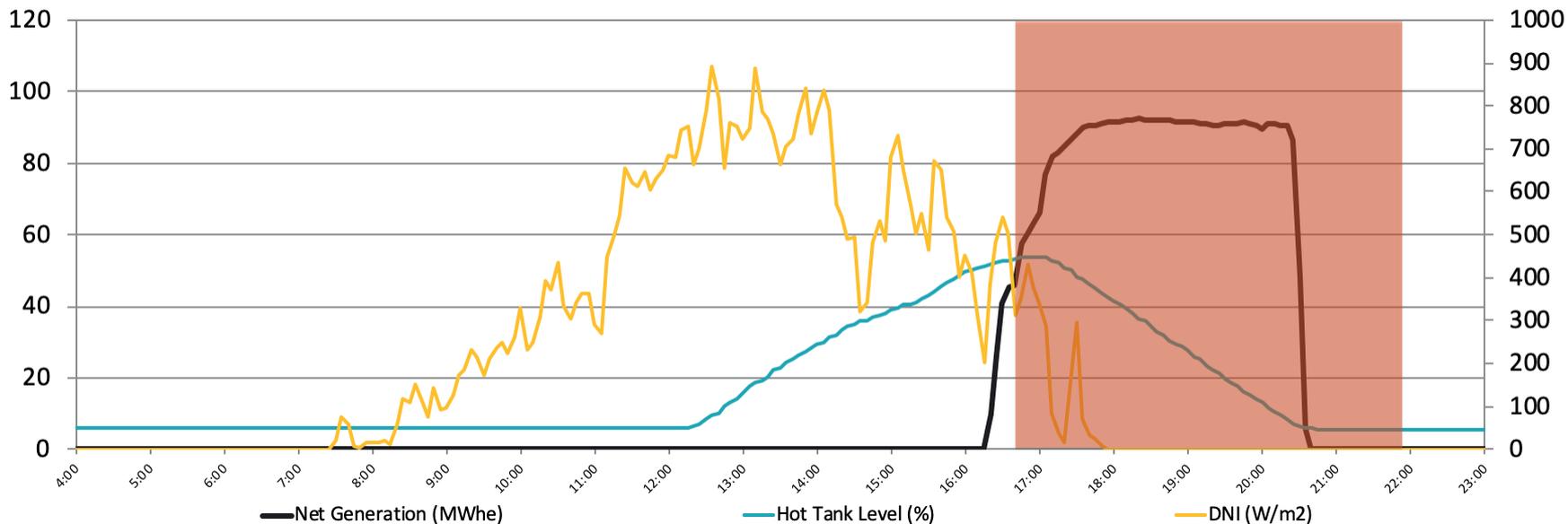
# Ejemplos de operación CSP

Día Claro



# Ejemplos de operación CSP

Día Nublado





¿Desafíos de  
CSP en Chile?

## LEY DE FLEXIBILIDAD

Participar en la regulación para entregar un correcto reconocimiento y remuneración a las CSP



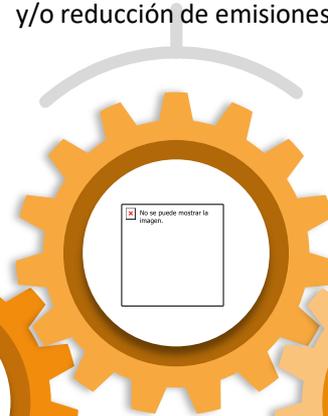
## DESPACHO

Revisar la implementación de coordinación y operación para mejorar la metodología de aplicación de plantas CSP



## INCENTIVOS ADECUADOS

Modificar la ley de impuestos para generar incentivos adecuados para la eliminación y/o reducción de emisiones



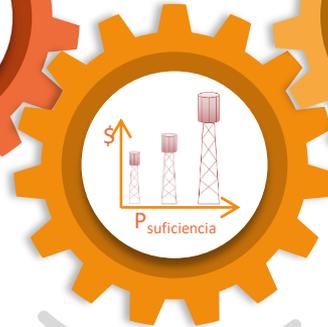
## MODIFICACIONES AL PELP

Integrar las plantas CSP a los modelos del PELP (Planificación Eléctrica a Largo Plazo), diferenciando capacidad



## POTENCIA

Asegurar que la tecnología CSP reciba la remuneración correcta



## INDUSTRIA LOCAL

Genera conocimiento y desarrollo en la industria local



# Objetivos y propuestas



# Oportunidades para Chile

- Como suministrador
  - Utilizar productos locales.
  - Innovación y desarrollo de componentes.
- Como cliente
  - Energía limpia.
  - Energía confiable y de base.
  - A precios competitivos.

CERRO  
DOMINADOR

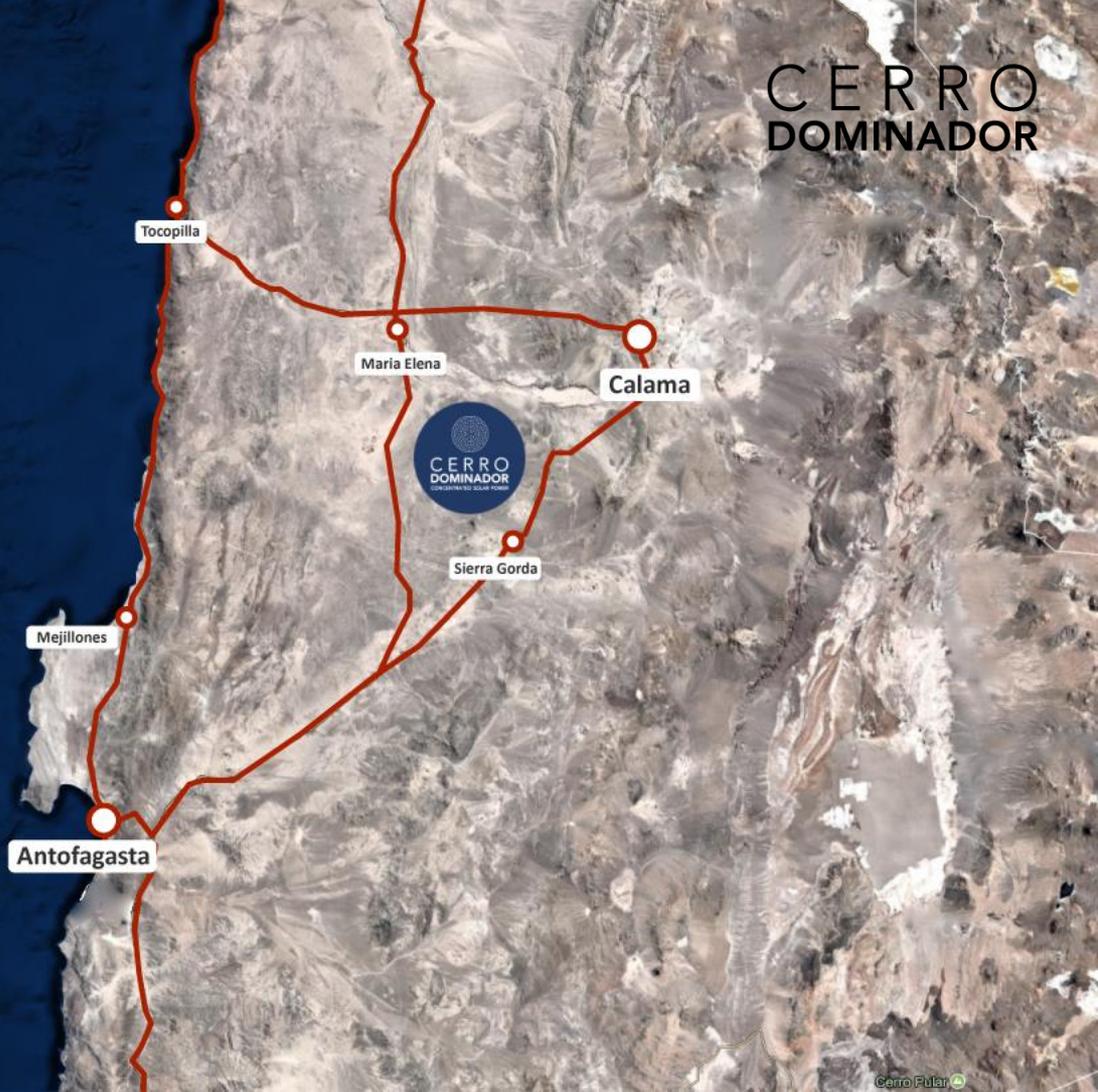
# Cerro Dominador

# El Proyecto Cerro Dominador

## Ubicación

CERRO  
DOMINADOR

- **El Proyecto** se ubica en el Desierto de Atacama, en un terreno llano, localizado a aprox. 80 km al SO de Calama – Región de Antofagasta, Chile.
- **Cerca de los centros de consumo** dada la existencia de grandes empresas mineras en la zona.
- Cerca de los puntos de suministro de agua. Existencia de tuberías de agua cercanas.
- Infraestructura de acceso por carretera. Cerca de los centros poblados.
- **Concesión** de las tierras por parte del Ministerio de Bienes Nacionales por un período de 35 años.

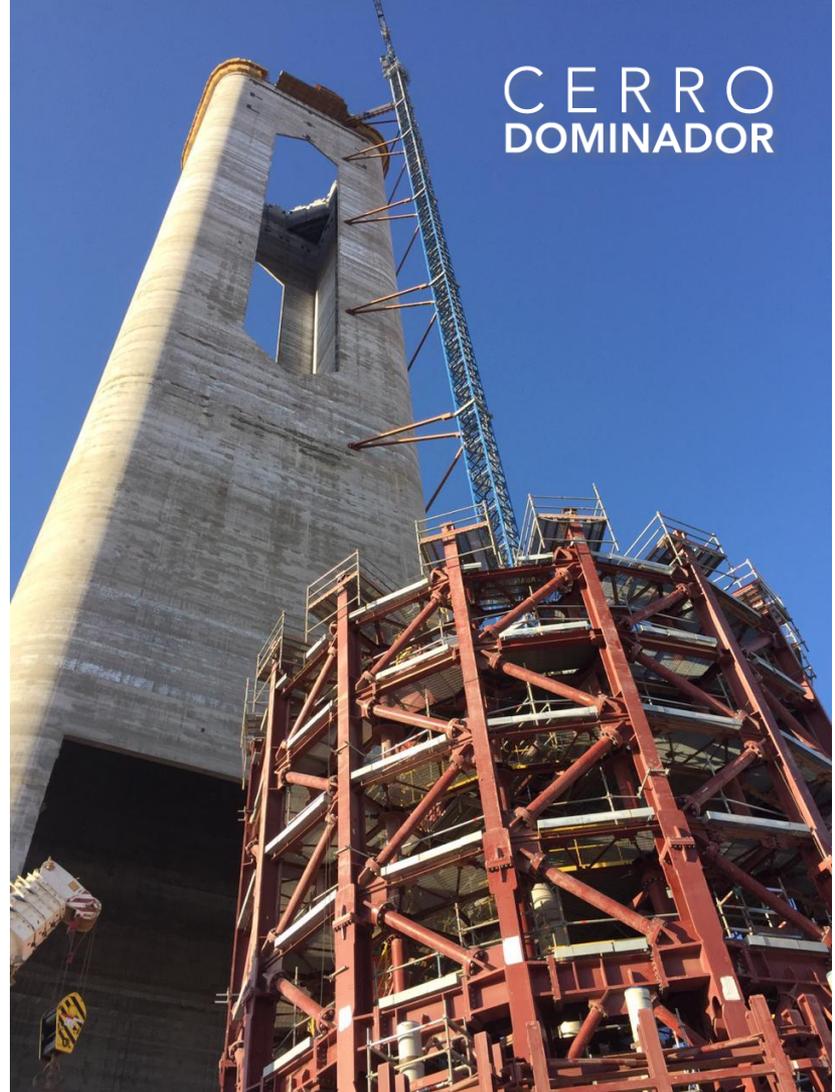


El Proyecto Cerro Dominador

# Aspectos Ambientales

---

- **Localizada en zona de desierto extremo.** La ausencia total de agua y vegetación limitan la presencia de vida silvestre en la región.
- **Sin impacto ambiental** en lo relativo a emisiones, efluentes y desechos.
- **Diseñada para minimizar** el uso de agua.
- **Sin impacto** sobre áreas pobladas, atracciones turísticas o sitios arqueológicos.



# Aspectos Sociales y Comunitarios

- En el peak del período de construcción se generaron más de 1500 puestos de trabajo (directos e indirectos) y serán 80 en el período de operación. La mayor parte de los trabajadores son locales.
- El programa "Espejos" ha permitido contratar y capacitar a mujeres de la comuna de María Elena para el ensamblaje de los heliostatos y campo solar (más del 27 % de estos trabajadores son mujeres de María Elena).
- Las patentes municipales están siendo pagadas desde el año 2017 en la Municipalidad de María Elena.



EL PROYECTO

# Planta CSP

---

- 110 MW de potencia.
- 10,600 heliostatos, cada uno de 140 m<sup>2</sup>
- Torre de 243 metros
- 1 tanque de sales frías
- 2 tanques de sales calientes

**17.5**

*horas de almacenamiento*

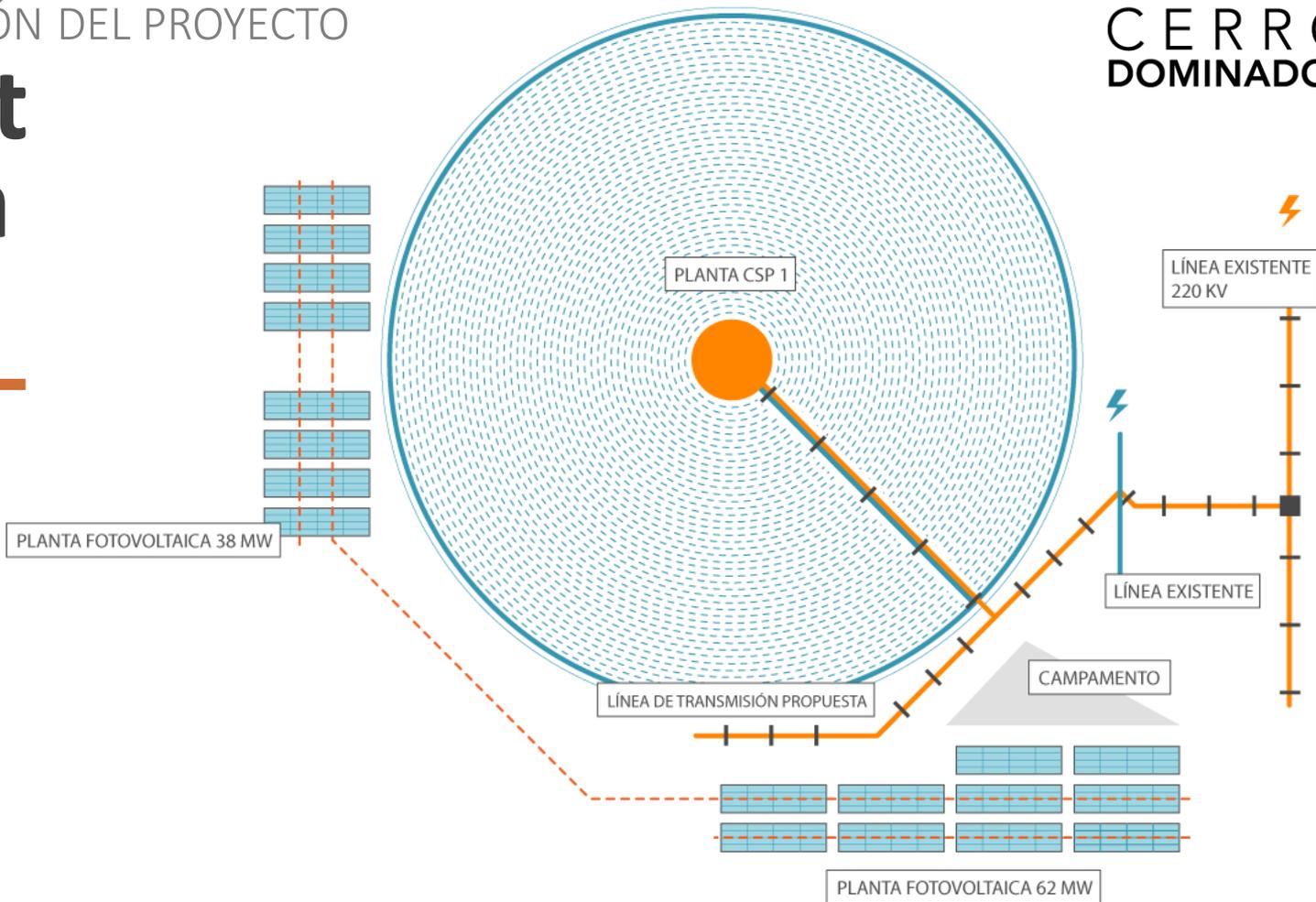
CERRO  
DOMINADOR



# I.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

# Layout Planta CSP

# CERRO DOMINADOR



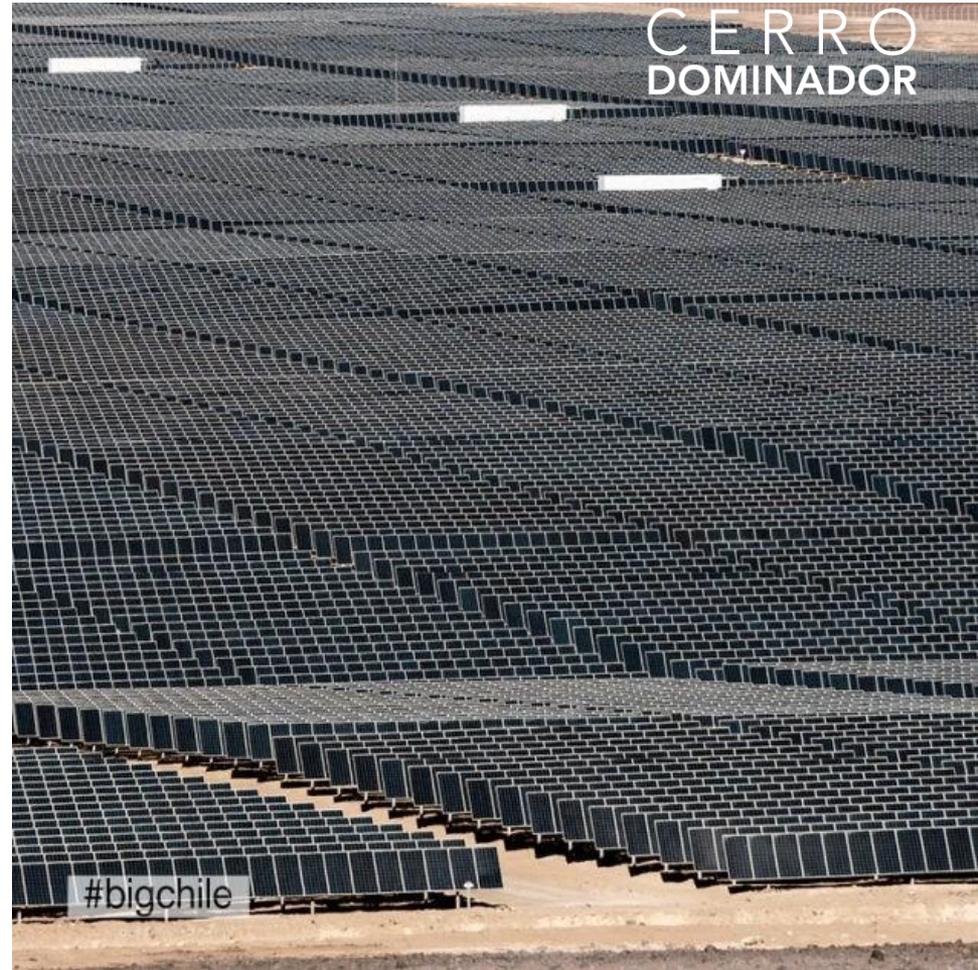
## I.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

# Planta PV

- 100 MW de potencia.
- 392,000 paneles PV.
- Seguidores de un eje.
- 500 hectáreas.
- Factor de planta en el último mes.  
en promedio 33%

***Actualmente  
en Operación***

**El promedio de  
personas  
contratadas en  
la fase de  
construcción  
fue de 500  
trabajadores  
aprox.**

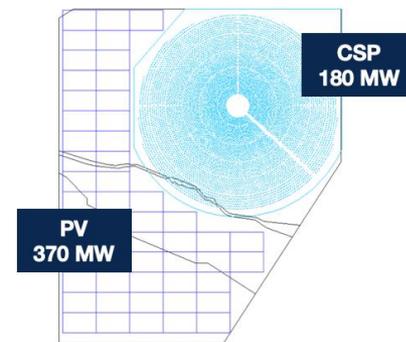


CERRO  
DOMINADOR

# Proyectos Futuros

# Pampa Unión

- Modelación actual: 550 MW híbrida CSP / PV (1.7 TWh/año)
- Sitio: Pampa Union
- CUO por 35 años
- RCA (permiso ambiental) aprobado (planta de 210 MW)
- Acceso a líneas de transmisión
- Acceso a suministro de agua
- Ingeniería: Diseño conceptual.

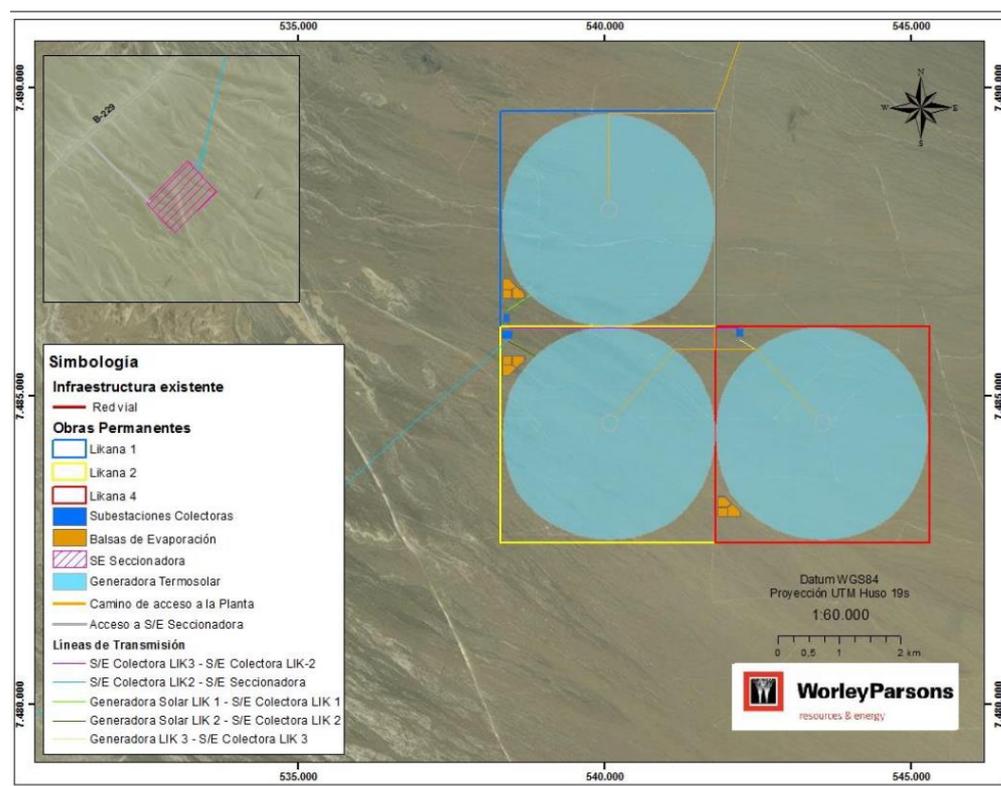


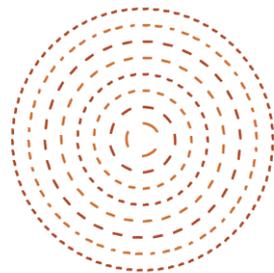
Potential site layout



# Likana

- 450~600 MW capacidad
- 3 torres - 245 metros
- 3675 hectáreas
- Mas de 39.000 heliostatos
- Mas de 39.000 heliostatos
- CUO asegurada por 35 year period





**CERRO  
DOMINADOR**  
CONCENTRATED SOLAR POWER

---

**“Energía Solar en Chile: CSP, la tecnología del futuro”**

*ATA Insights*

*22 de enero de 2020*