# FRAUNHOFER CHILE RESEARCH (FCR) FOUNDATION

# **CENTER FOR SOLAR ENERGY TECHNOLOGIES (CSET)**

# TECNOLOGÍA SOLAR EN AGRO-INDUSTRIA









#### Marco Vaccarezza

Business Development
Seminario Chilealimentos
1°Agosto, 2019

www.fraunhofer.cl











#### Fraunhofer Gesellschaft

#### Organización líder en investigación aplicada de Europa

FRAUNHOFER GESELLSCHAFT fue fundada en 1949. Esta organización se compromete con la investigación aplicada que conduce al desarrollo económico y entrega un amplio beneficio a la sociedad.

Clientes y socios contractuales en la industria, el sector de servicios y la administración pública solicitan sus servicios. Sus cifras hablan por sí mismas:













#### Fraunhofer Gesellschaft

Puente entre Ciencia e Industria: Líder mundial en transferencia tecnológica.

Conocimiento e Investigación Fundamental Transferencia a Investigación Aplicada Obtener Valor Agregado
Sustentable a través de la innovación.

UNIVERSIDAD



INDUSTRIA

#### Modelo de Financiamiento de Fraunhofer





# Fraunhofer Gesellschaft 70 años innovando

2013 2013 **Broadband:** 2012 Dandelion as a 5th generation internet (5G) 2009 substitution for World record: wireless natural rubber transmition rate - 35 % World record: 2000 in tires  $25 \text{ ms} \rightarrow 1 \text{ ms}$ energy and 41 % 1992 weight for solar cell new car bodies efficiency videoformat mp3 2013: 44,7 % enables music file livestreaming compression



#### Fraunhofer Chile Research

Investigación aplicada: Conectando la ciencia y tecnología.

FRAUNHOFER CHILE RESEARCH se estableció el 4 de Octubre de 2010 y es la segunda filial más grande fuera de Alemania de Fraunhofer-Gesellschaft Cofinanciamiento CORFO – Programa Atracción de Centros de Excelencia Internacional

#### MISIÓN:

Conectar la ciencia y tecnología de excelencia realizada en Chile y Alemania con las necesidades de la industria Latinoamericana, promoviendo la transferencia tecnológica para aumentar la competitividad y facilitar la innovación.

#### VISIÓN:

Ser la organización preferida en Chile y Latinoamérica para incorporar tecnologías innovadoras en áreas productivas prioritarias para la región.



# Centro de Biotecnología de Sistemas (CSB)

Directora Ejecutiva y Gerente General de Fraunhofer Chile

Dr. Pilar Parada

pilar.parada@fraunhofer.cl

#### Centro de Tecnologías para la Energía Solar (CSET)

Director Ejecutivo Dr. Frank Dinter

■ frank.dinter@fraunhofer.cl

#### FRC-CSET: Centro de Tecnologías para la Energía Solar



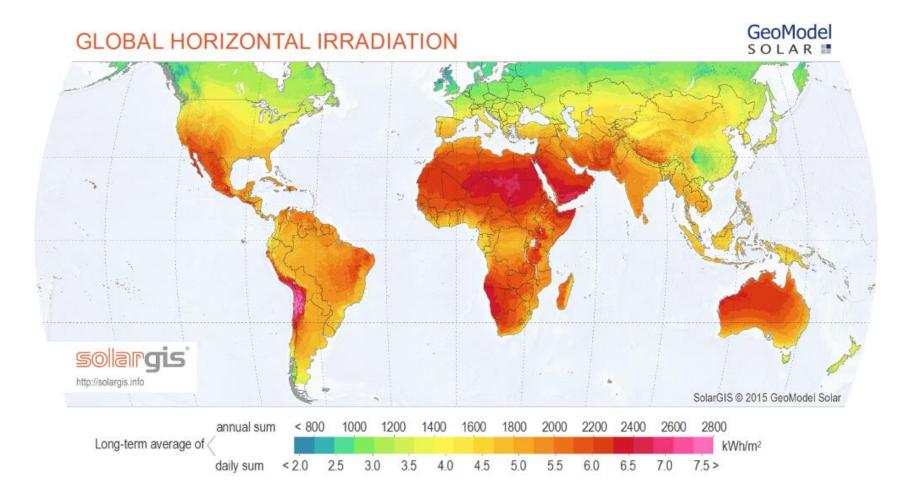


Socio co-fundador y co-ejecutor. Universidad líder a nivel nacional. Sólida trayectoria en investigación básica y aplicada.



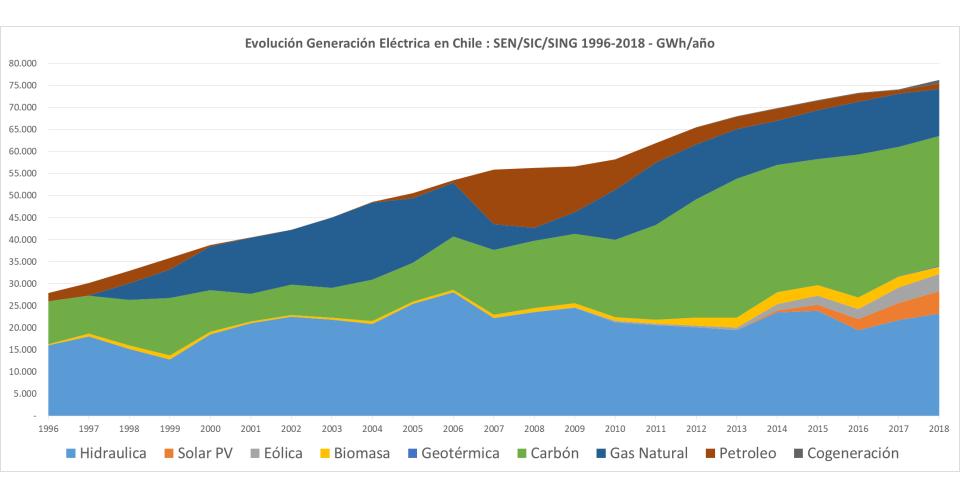










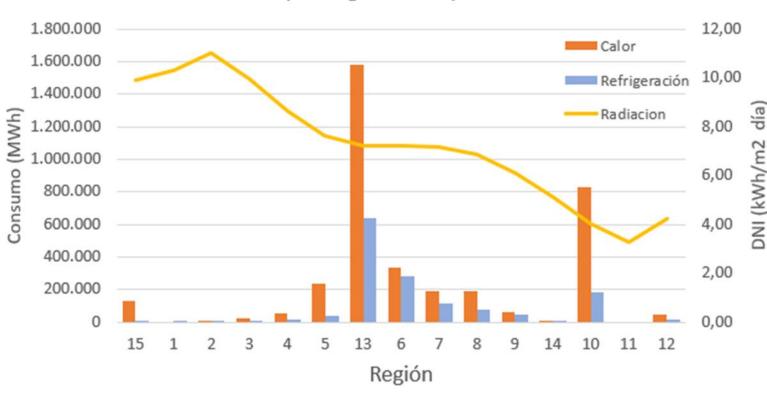


Fuente: Generadoras de Chile | generadoras.cl

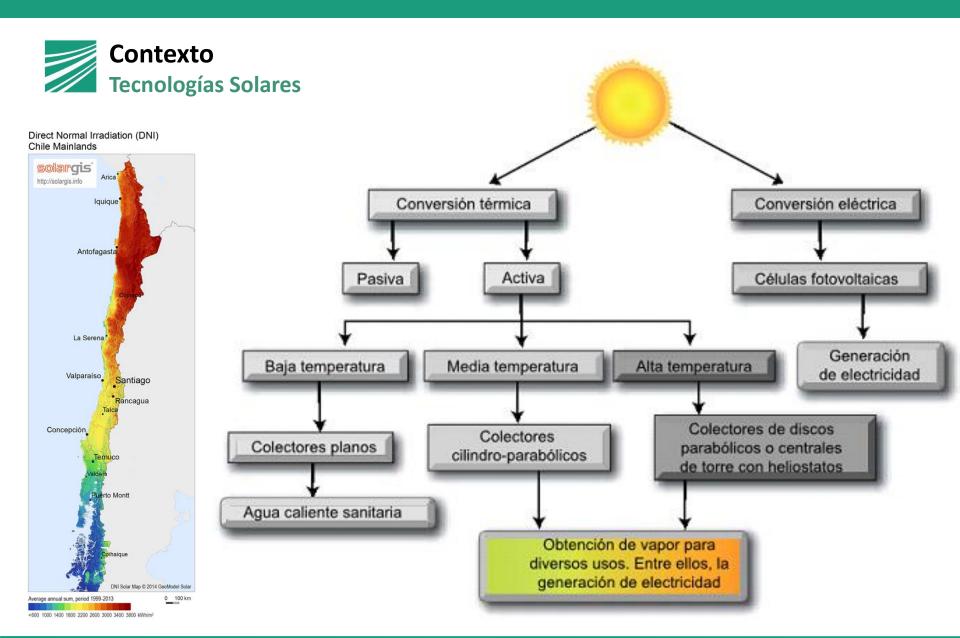




# Demanda de calor y refrigeración para industria alimenticia



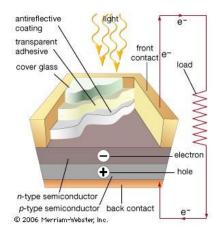
Fuente: Estudio Propio Fraunhofer CSET



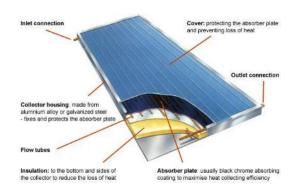




#### Electricidad (FV)

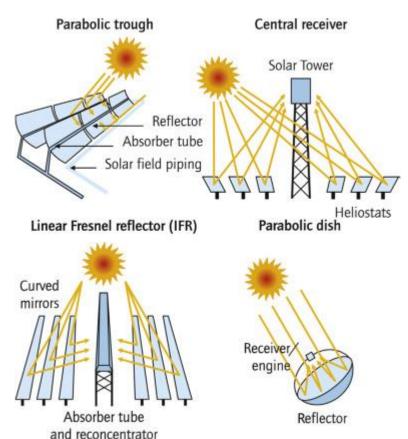


## ACS (colectores planos)



#### Electricidad / Calor

#### **Concentrated Solar Power**

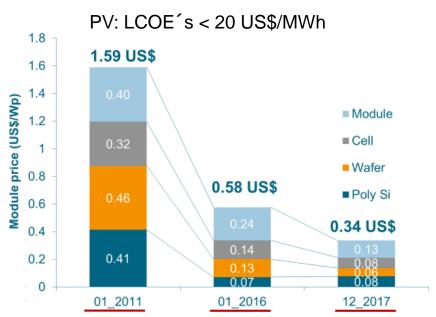




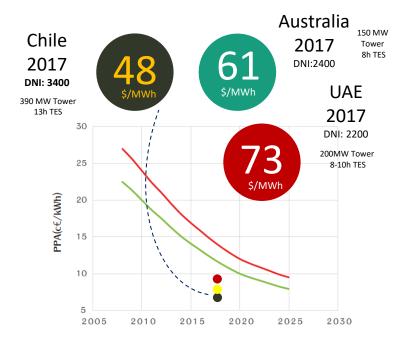


# Reducción de Costos en Energía Solar

Precios de tecnologías solares (PV y CSP/CST) han bajado de forma importante en los últimos años, y tendencia continúa hacia la reducción.



Precios de módulos fotovoltaicos.



Precios de energía ofertada en el mundo con CSP.





## Radiación global en plano: 2253 kWh/m²

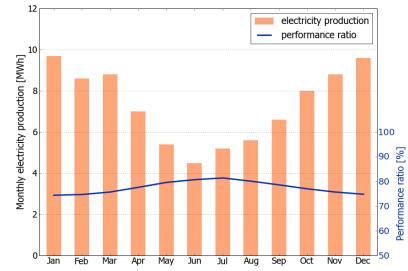
Month	Es <sub>m</sub>	Es <sub>d</sub>	Et <sub>m</sub>	E <sub>share</sub>	PR
Jan	195	6.27	9.7	11.1	74.4
Feb	171	6.12	8.6	9.8	74.7
Mar	175	5.65	8.8	10.0	75.7
Apr	139	4.65	7.0	8.0	77.6
May	109	3.51	5.4	6.2	79.6
Jun	90	2.99	4.5	5.1	80.7
Jul	103	3.33	5.2	5.9	81.4
Aug	111	3.58	5.6	6.3	80.1
Sep	131	4.38	6.6	7.5	78.6
Oct	160	5.15	8.0	9.1	77.0
Nov	177	5.88	8.8	10.1	75.7
Dec	191	6.17	9.6	10.9	74.8
Year	1752	4.80	87.6	100.0	76.9

Producción Eléctrica: 1.752 kWh/kWp Una planta de 50 kWp produce en Lampa: 87.600 kWh/año – 87.6 MWh/año Factor de Planta 20.0 %

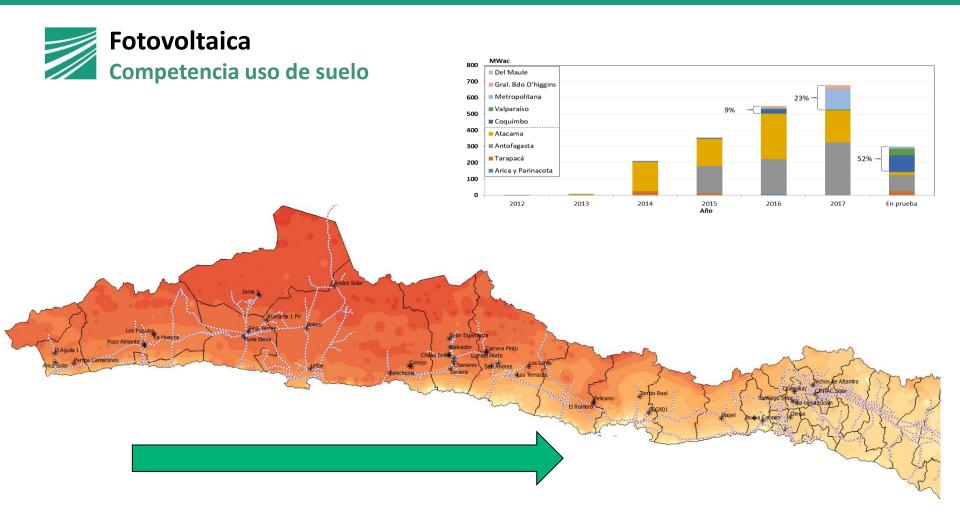
Fuente: Solargis











- Sistemas fotovoltaicos más baratos significa proyectos instalados cada vez más al sur, compitiendo por terrenos cultivables.
- La tendencia indica que esto seguirá en los siguientes años, competencia urbana/agricultura/fotovoltaica.





#### Motivación

- Conflicto en el uso del suelo en algunas regiones
- Radiación solar excesiva daña algunos cultivos
- Escasez de agua debido a la evaporación

#### Solución

Incorporar módulos PV en agricultura

https://www.ise.fraunhofer.de/en/research-projects/apv-resola.html http://www.agrophotovoltaik.de/



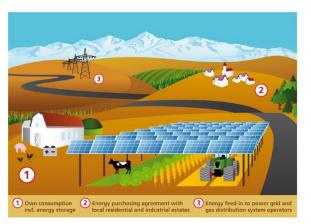
Adaptado para maquinaria agrícola



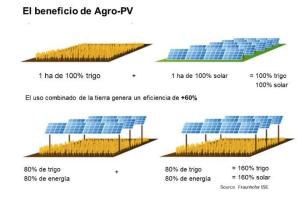
RM – mejoramiento sistema de riego



Doble uso del suelo



APV tradicional



Uso doble del terreno



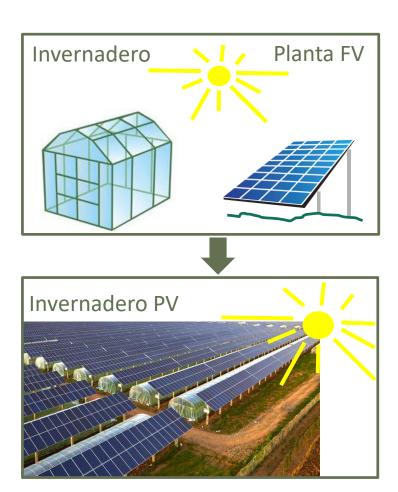


#### Motivación

- Conflicto en el uso del suelo en algunas regiones
- Radiación solar extrema
  - Requiere la reducción de la temperatura en los invernaderos/edificios/bodegas
  - En invernaderos: requiere tal vez protección para los cultivos

#### Solución

Incorporar módulos PV en invernaderos/techos



https://www.irena.org/newsroom/articles/2018/Apr/Powerful-new-policy-options-to-scale-up-renewables-in-new-IRENA-IEA-REN21-report%20/





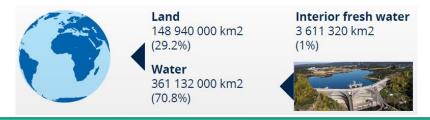
#### Motivación

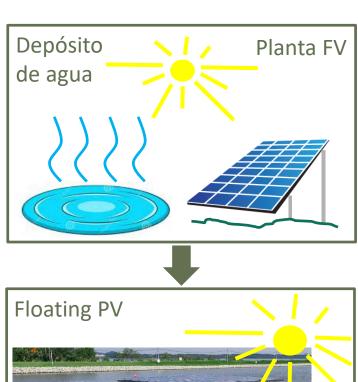
- Escasez hídrica
- Disminuir pérdida de agua por evaporación y/o mejorar la calidad de agua
- Liberar suelos para otras actividades

#### Solución

 paneles solares sobre estructuras flotantes: montar sistemas fotovoltaicos sobre cuerpos de agua

#### **Potencial**



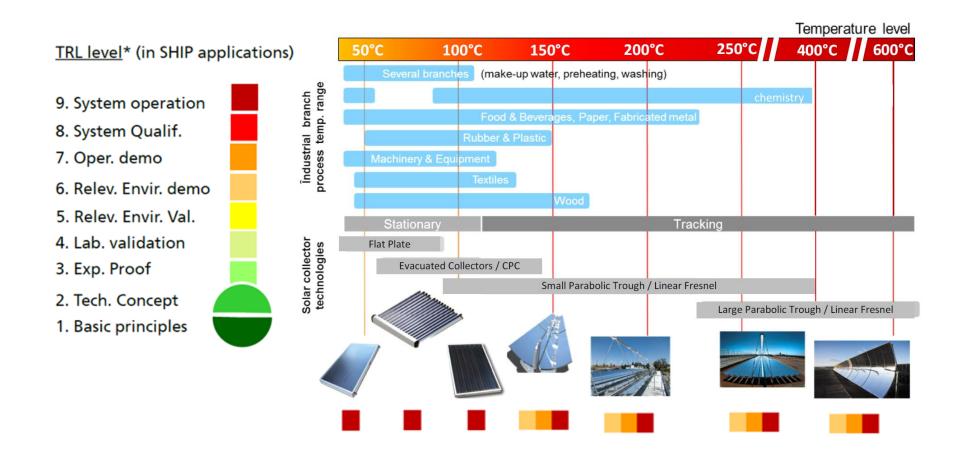




 $\underline{https://www.solarplaza.com/channels/top-10s/11761/top-70-floating-solar-pv-plants}$ 



# Solar térmica para procesos industriales Tecnologías

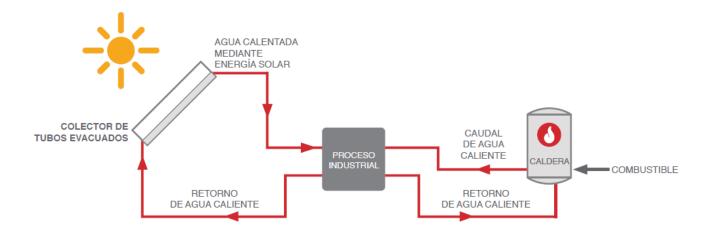






#### Calentamiento de procesos

El campo solar proporciona calor a una determinada temperatura para mantener la temperatura de un baño o un proceso de separación térmica. Se suministra calor adicional al proceso de producción mediante una caldera de combustible convencional. Ambos circuitos están cerrados de manera que el agua enfriada vuelve al campo de colectores o a la caldera, respectivamente.



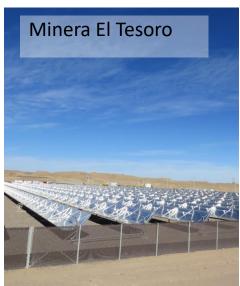




**Ejemplos (Minería/Agroindustria)** 





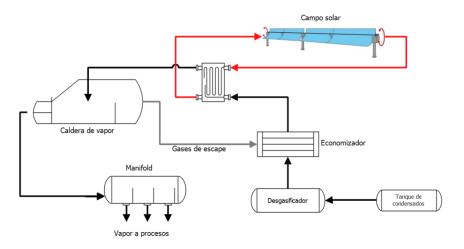


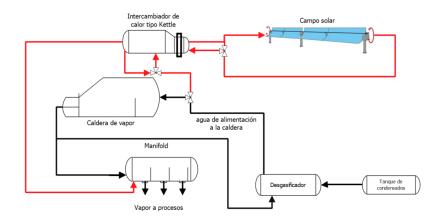


Solar Process Steam



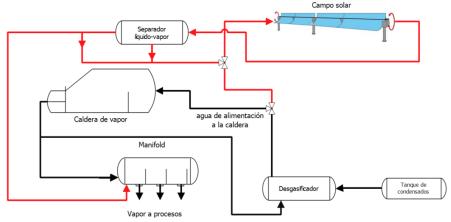
# Generación de vapor





#### Integración en precalentamiento

## Generación indirecta de vapor

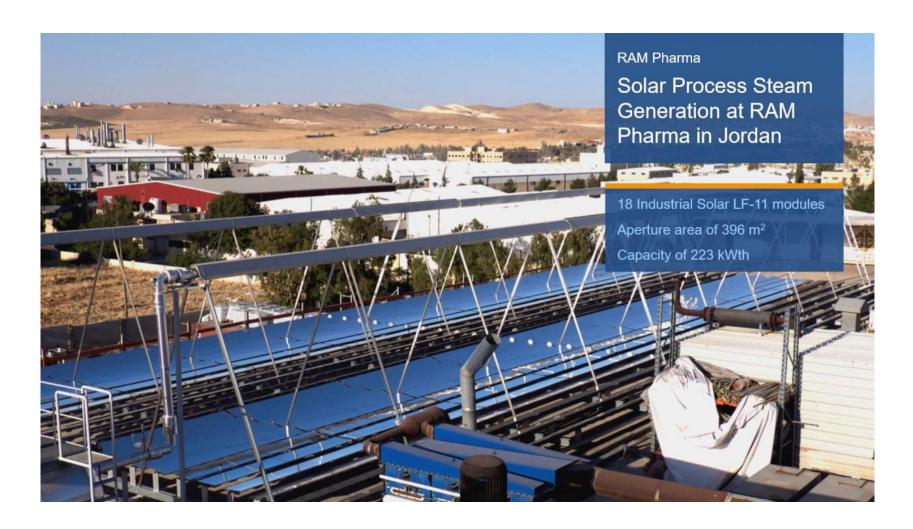


Generación directa de vapor



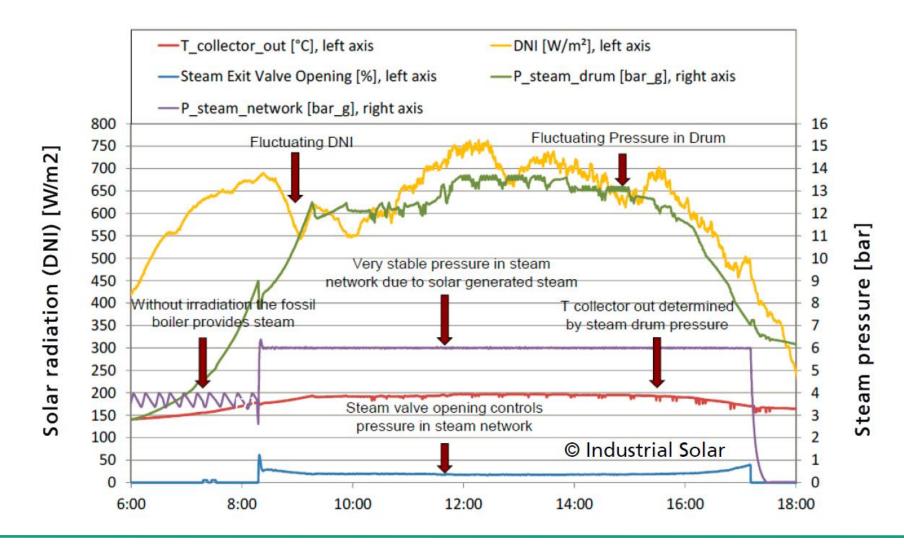


Generación de vapor





#### Generación de vapor





CHILE



Planificación - Etapas de un proceso típico con la industria



**FACTIBILIDAD** 



**INSTALACIÓN** 

- Recolección de datos y monitoreo
- Simulaciones
- Análisis financiero
- Informe





Planificación - Etapas de un proceso típico con la industria





- Especificaciones
- Petición de cotizaciones
- Evaluaciones
- Entrevistas
- Selección

**INSTALACIÓN** 





Planificación - Etapas de un proceso típico con la industria



LICITACIÓN

**INSTALACIÓN** 

- Detalles del sistema
- Instalación
- Puesta en marcha
- Inspección





Caso estudio: Cervecería Guayacán

# Objetivo general

Integrar energía solar térmica y eléctrica en los procesos productivos de la futura planta en Vicuña, región de Coquimbo, de la empresa Cervecera Guayacán



Lograr ser la primera Cervecera en Chile con integración de energía solar térmica





# Propuesta de valor

"Suministrar calor generado con **energía solar** al proceso de producción de cerveza"



Caso estudio: Cervecería Guayacán



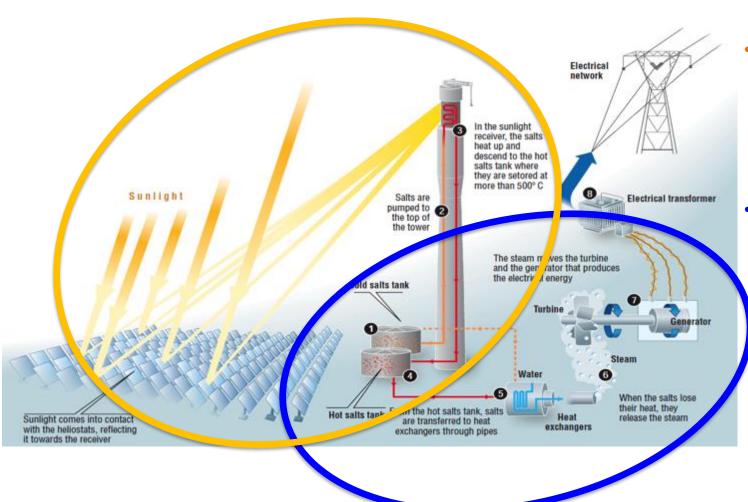


- ✓ Temperaturas
- ✓ Flujos
- ✓ Demanda de gas
- ✓ Electricidad



# Concentración solar de potencia

## Tecnología despachable



- Ciclo solar

   carga del
   almacenamiento con
   fluido de trabajo a
   with 565°C HTF
- 2. Ciclo de vapor descarga del almacenamiento para la producción de vapor (intercambiador de calor en lugar de la caldera de una planta convencional)



# Concentración solar de potencia

# **Cerro Dominador (María Elena)**

- Sistema Híbrido CSP (110 MW) + Fotovoltaico (100 MW)
- 17,5 Horas de Almacenamiento Térmico
- Evitará la emisión de 870.000 toneladas de CO2 al año
- 10.600 heliostatos (espejos)
- Sistema de Torre, receptor a 220 m,
   Temp. 565° C (Sales Fundidas)









Fuente imágenes y texto: cerrodominador.com SERC Chile: http://sercchile.cl/proyectos-y-recursos-solares-en-chile/



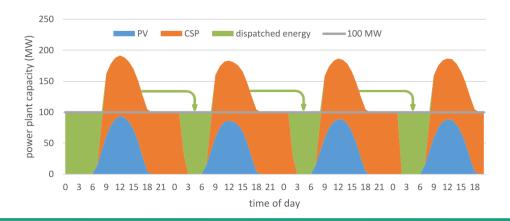
# Suministro de Energía Solar 24 x 7

#### **SUMINISTRO CONTINUO DE ENERGÍA | PV+CSP**

- Durante el día es posible utilizar energía eléctrica en base a tecnología fotovoltaica de bajo precio nivelado (LCOE<20 USD/MWh).</li>
- Durante la noche es posible hibridizar el suministro con tecnología CSP con almacenamiento de energía con sales fundidas, el cual es seguro, económico y flexible (LCOE<60 USD/MWh).
- En conjunto (PV+CSP) permiten contar con suministro eléctrico 100 % renovable, económico y despachable, además entregando productos de inercia, reservas y confiabilidad al sistema, permitiendo incluso expansión de capacidad.











# Electrificación de Sistemas de Transporte

- Gran parte del consumo energético de industria es combustible Diésel para transporte
- Electrificación de transporte presenta gran potencial
- Menos emisiones
- Menor costo mantención (menos piezas mecánicas)
- Menor variabilidad de costo (menor dependencia valor combustible)
- Menor ruido
- Sinergias con energía solar y sistemas de almacenamiento
- Sinergias con Automatización y Robótica
- Industria más competitiva y sustentable



Fendt e100 Vario - 50 kW



John Deere Electric Tractor 'SESAM' Project – 130 kW

En promedio, un tractor agrícola consume 4-5 litros de diésel / hora Funcionamiento: 2000 horas / año Ahorro estimado: 10.000 litros / diésel año por tractor Además de menores emisiones CO



Tractores Autónomos (Fuente: CASE – USA)



# ENERGIA SOLAR Una Oportunidad para Chile

- La transformación global de nuestra energía es el desafío de nuestra generación
  - Sustentabilidad & Independencia Energética
  - Reduccion de emisiones de GEI
  - Es fundamental pasar a la acción pronto
- Un sistema energético 100% renovable es posible, a costos menores que los actuales
- Chile puede desarrollar una industria solar importante (nuevos trabajos, valor agregado), la Energía Solar puede ser un nuevo sector industrial en el país
- Chile tiene el mejor recurso solar del mundo, es una decisión estratégica orientar decisivamente nuestra matriz energética hacia la energía solar
- Los mercados de destino de nuestras exportaciones demandarán productos con 0 emisiones





#### Cuál es el rol de FRC-CSET?

## En qué podemos contribuir?

- Desarrollar proyectos de I+D aplicada en Energía Solar
- Desde estudios de factibilidad, hasta ingeniería y desarrollo de prototipospilotos industriales escalables
- Acompañamiento en proyectos, opinión técnica económica independiente
- Conformar consorcios para postular a fondos & programas
- Transferir tecnología / know-how, adaptación a realidad local
- Nuevos desarrollos, resolver problemas mediante I+D
- Contacto / colaboración / intercambio con instituciones internacionales
- Puerta de entrada a Fraunhofer Alemania: 22.000 científicos e ingenieros, 70 centros en diversas disciplinas



#### CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA LA ENERGIA SOLAR























⑥ @fraunhoferchile ⑥ Fraunhofer Chile Research ⑥ @FraunhoferChile ⑥ www.fraunhofer.cl

#### Centro de Tecnologías para la Energía Solar

Centro de Innovación UC, Anacleto Angelini, Piso 3 Av. Vicuña Mackenna 4860 Macúl, Santiago - Chile ● +56 2 2378 1660 ⊕ Código Postal: 7820436 ⊜cset@fraunhofer.cl







# Fraunhofer Chile

# Tecnologías solares térmicas - Colectores CPC, ETC, SAC



Buenavista Greenhouse- México

- Parabolic trough collector 66 m2 & 36 kWt
- Space heating



Viña Miguel Torres - Chile

- Colectores placa plana
- 80 m2



Zacatecas termosolar drying plant - México

- Air collector- 120 m2 & 84 kWt
- Dehydrate of agricultural productos. 55° C – 120° C

Source: SHIP Plants http://ship-plants.info/



# Fraunhofer Chile

# Tecnologías solares térmicas - Colectores CPC, ETC, SAC



Zacatecas termosolar drying plant - México

- Flat plate collector 125 m2 & 87 kWt
- Dehydrate of agricultural productos.
   70° C 85° C



Krispl Fruit Juice - Austria

- Flat plate colector 112 m2 & 78.4 kWt
- Pasteurization 80° C



Agrana Fruit- México

- Parabolic trough collector- 297 m2 & 113 kWt
- Boiler preheating 25/118 ° C

Source: SHIP Plants http://ship-plants.info/



# Fraunhofer Chile

# Tecnologías solares térmicas - Colectores CPC, ETC, SAC



Solar refrigeration in the food industry Germany

- Fresnel collector- 88 m2 & 49 kWt
- Refrigeration of cold storage room -5
   °C /-10 °C



Edmund Merl - Gourmet Foods - Germany

- Flat plate collector 568 m2 & 397.6 kWt
- Rinsing and Cleaning of Bottle Plants- 60°C



**Hustert Galvanic (Alemania)** 

- 221 m2 ETC , 155 kWth instalados
- Calentamiento de baños para el tratamiento de superficies (80 ° C)

Source: SHIP Plants http://ship-plants.info/

