

---

# Uso de Energía Solar Térmica en Agroindustria

## Casos de Éxito y Consideraciones de Diseño



Clare Murray

Investigadora Senior

Fraunhofer Chile Research – CSET

Centro de Innovación, UC

1 Diciembre 2016

[www.fraunhofer.cl](http://www.fraunhofer.cl)

Parte 1

# FRAUNHOFER CSET

# Fraunhofer Chile Research (FCR) Foundation Center for Solar Energy Technologies (CSET)

- Inauguración en Mayo 27, 2015
- Centro de excelencia, co-financiado por CORFO
- Socios ejecutivos:  
Fraunhofer ISE, Alemania,  
Pontificia Universidad Católica de Chile
- Cooperación con institutos e iniciativas solares en Chile (Ej: SERC)
- Aplicaciones orientadas al I+D y apoyo

## 1. Electricidad Solar (PV, CPV, CSP)

## 2. Calor solar (Procesos industriales, Agricultura)

## 3. Tratamiento de agua (Desalinización / aguas residuales)

## 4. Integración Horizontal (Edificios, Red, Mercado)

- Adaptación de tecnologías para Chile
- Aseguramiento de calidad, normas y certificación



# Fraunhofer Chile Research (FCR) Foundation Center for Solar Energy Technologies (CSET)

## Progreso científico

- 4 Trabajos científicos publicados
- 5 Artículos de revista presentados
- 9 Presentaciones de conferencias científicas

## Progreso económico

- 6 Contratos completos de la industria (40 kUS\$)
- 12 Contratos en curso (350 kUS\$)
- 13 Líderes de la industria de alta prioridad
- 2 Contratos públicos (390 kUS\$)
- 2 Propuestas de financiación pública en evaluación (530 kUS\$)

Además de proyectos en conjunto con Fraunhofer ISE



# Línea de investigación 1 – Electricidad Solar

- Tecnologías fotovoltaicas y de Concentración fotovoltaica (PV & CPV)
- Concentración solar de potencia (CSP)
- Red eléctrica y análisis de sistemas

**Nuestro apoyo a la industria:**

**Pruebas, Monitoreo,  
Simulación, Pre-factibilidad**

**Adaptación de tecnologías  
Investigación de ensuciamiento  
Problemas de fiabilidad y durabilidad**



# Línea de investigación 3 – Tratamiento de agua

- Destilación por membrana
- Osmosis reversa accionada con PV
- Limpieza de agua (filtración, desintoxicación, desinfección)

## Nuestro Apoyo a la Industria:

Estudios de factibilidad, desarrollo de conceptos, proyectos de demostración

Adaptación de tecnologías, desarrollo de prototipos

Problemas de fiabilidad y durabilidad



# Desarrollo de negocios

## Actividades horizontales

- Contacto con la industria
- Coordinación horizontal de proyectos/integración de áreas
- Iniciativas con el gobierno – PES
  - Cuenca del Salado Solar
  - Sistema Nacional de Calidad

### Nuestro apoyo a la industria:

#### Integración a la red

#### Integración con otros sectores:

Edificios, Construcción sustentable

Estudios económicos – Modelamiento financiero

Análisis del Mercado energético





# Proyectos en desarrollo: Agro-PV

## Gobierno Regional Metropolitano

- El concepto agrofotovoltaico consiste en desarrollar commodities bajo panelas fotovoltaicas
- Proyecto desarrollado para el Gobierno Regional Metropolitano, bajo el programa FIC 2016-2017
- Estudio de factibilidad para la Región Metropolitana
- Tecnología y desarrollo de negocios transferido a los beneficiarios (pequeño y mediano agricultores)
- En asociación con Fedefruta y Fraunhofer ISE





# Línea de investigación 2 – Calor Solar

## Gran potencial de aplicaciones industriales

- Calor para procesos industriales
  - Minerías
  - Agro- y alimentación
- Combinación de calor y electricidad
- Medidas de eficiencia energética

### Nuestro Apoyo a la Industria:

Estudios de factibilidad, Simulación,  
Apoyo de nuevo modelos de negocios

Adaptación de tecnologías

Problemas de fiabilidad y durabilidad



# Línea de investigación 2 – Calor Solar

## Desempeño energético

- Balance energético detallado a base de mediciones en terreno:
  - ✓ Perfiles de consumo diario, mensual y anual a base horaria (temperatura, flujos de energía, entre otros)
- Monitoreo del desempeño energético de instalaciones
- Identificación de oportunidades de mejoras e implementación de medidas de eficiencia energética

### Beneficios:

- Reducción del consumo energético
- Conocimiento de los procesos que involucran un mayor gasto
- Identificación de oportunidades de mejora y reducción de costos
- Aumento en la competitividad



# Línea de investigación 2 – Calor Solar

## Integración de tecnologías solares térmicas

- Estudios de pre factibilidad técnico-económica
- Integración e intensificación de procesos industriales
- Diseño y evaluación de desempeño de plantas solares térmicas

**Nuevos conceptos: Adaptación de tecnologías existentes a requerimientos específicos de industrias o procesos**



# Línea de investigación 2 – Calor Solar

## Monitoreo de instalaciones solares térmicas

- Aseguramiento de calidad y verificación de contratos de venta de energía térmica
- Desarrollo e implementación de sistemas de monitoreo remoto
- Diseño de sistemas de control y optimización de plantas solares térmicas
- Evaluación de degradación de rendimiento de plantas solares térmicas



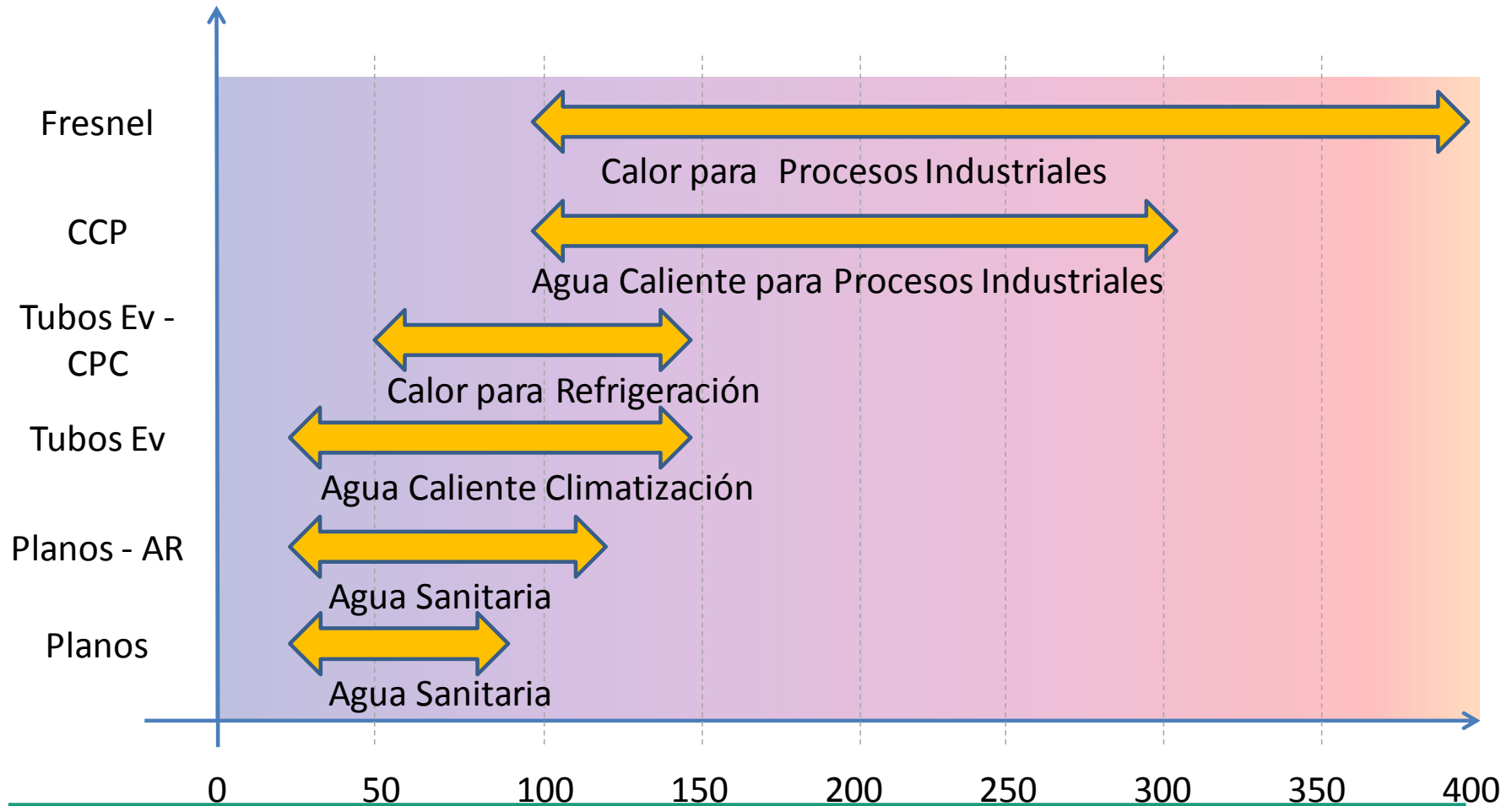
Parte 2

# **CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

# Consideraciones de Diseño

## Temperatura

¿Cuál tipo de tecnología es más idónea por su aplicación?

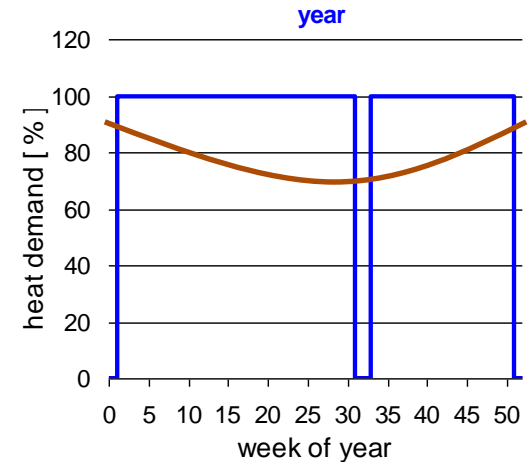
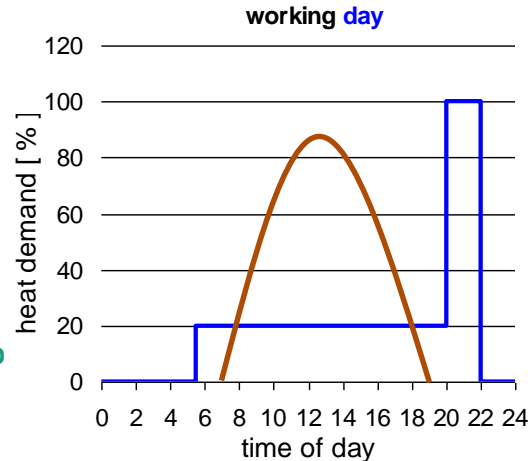


# Consideraciones de Diseño

## Demanda

¿Como se ajusta el perfil de demanda con el recurso solar disponible?

¿Diariamente? ¿Mensualmente?



¿Cómo puede **almacenamiento** ayudar para minimizar las diferencias?

— Curva de irradiación

¿Cuál es el objetivo fracción solar?

$$\text{Fracción Solar} = \frac{\text{Ganancias}}{\text{Demanda}}$$

## Opciones de Integración

¿Como se usa el calor? ¿Directamente en el **proceso**? ¿O para calentar el **suministro**?

- Proceso: Hay un proceso específico donde se puede incorporar el calor directamente.
- Suministro: Cuando hay muchas demandas calentadas por una fuente, por ejemplo una red de vapor.



# Consideraciones de Diseño



## Espacio

¿Cuanto espacio tienes disponible?

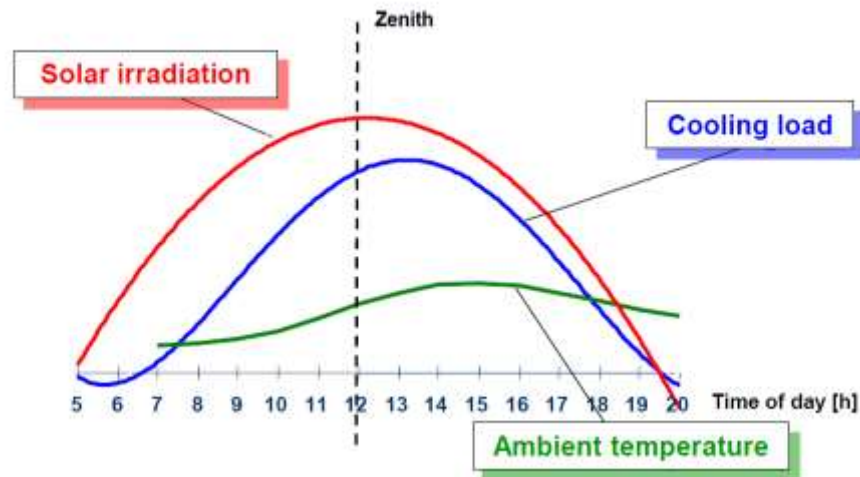
¿Techo? ¿Otro usos de tierra?

Fuente: SolarThermalWorld.org 2015



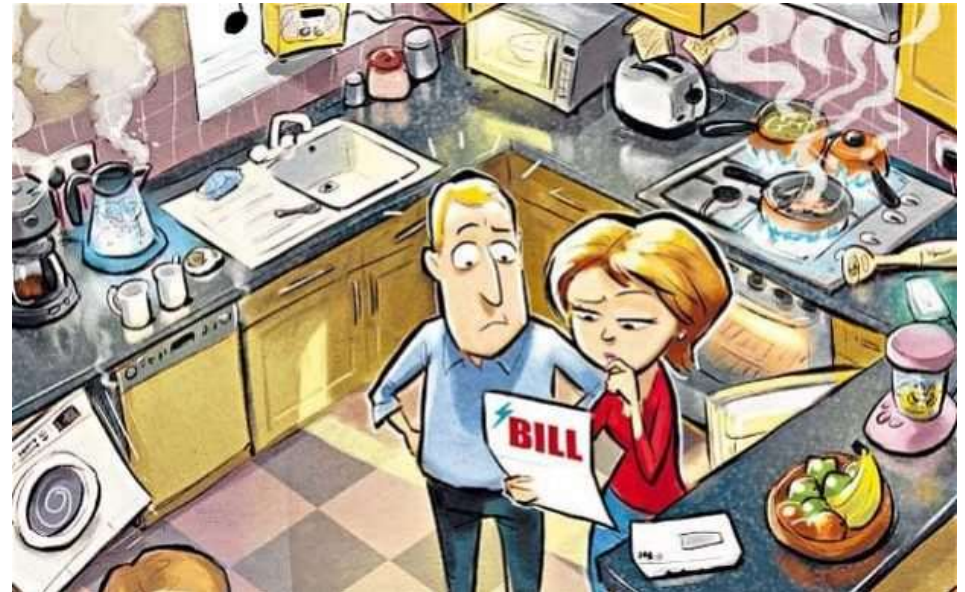
# Refrigeración Solar

- Peak de demanda caracterizado en ciertas áreas por la demanda de refrigeración y aire acondicionado
- Alta correlación con disponibilidad de radiación solar: Diariamente y anualmente
- Uso eficiente de colectores solares permite la configuración de sistemas de cogeneración y/o poligeneración



# Beneficios de uso de energía solar

1. Impacto Económico
2. Impacto Ambiental
3. Impacto Social
4. Imagen de empresa



Créditos: Howard Mcwilliam

# Beneficios de uso de energía solar

## 1. Impacto Económico

- Ahorro debido al reemplazo de energía tradicional (fósil, electricidad) por una fuente con combustible “gratis” y bajos costos de mantención y operación.
- Independencia de fluctuaciones de precios de combustibles.
- Se pueden obtener beneficios tributarios.

## 2. Impacto Ambiental

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Bajo impacto de las instalaciones en el medioambiente.

# Beneficios de uso de energía solar

## 3. Impacto Social

- Generación de puestos de trabajo (fabricación de componentes, construcción, mantención).
- Formación de capital humano
- Sistemas disponible para ubicaciones “aisladas”. Generación de energía *in-situ*

## 4. Imagen de empresa

- Mejora reputación de la empresa.
- Se mejora nivel de innovación
- Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 (calidad de empresa).



# Beneficios de uso de energía solar

## 1. Económico

Costo: USD\$26 millones

Ahorro:

80% de diésel para EW

54000MWh/año

~USD\$7 millones/año

## 2. Ambiental

Ahorro:

15.000 TonCO<sub>2</sub>/año

(250 camiones con combustible al año)

## 3. Social

Puestos de trabajo con personal local

120 pers. 7x7, Ene-Ago 2013

## 4. Imagen



CODELCO, División Gabriela Mistral. 43920 m<sup>2</sup>. Fuente: Sunmark.

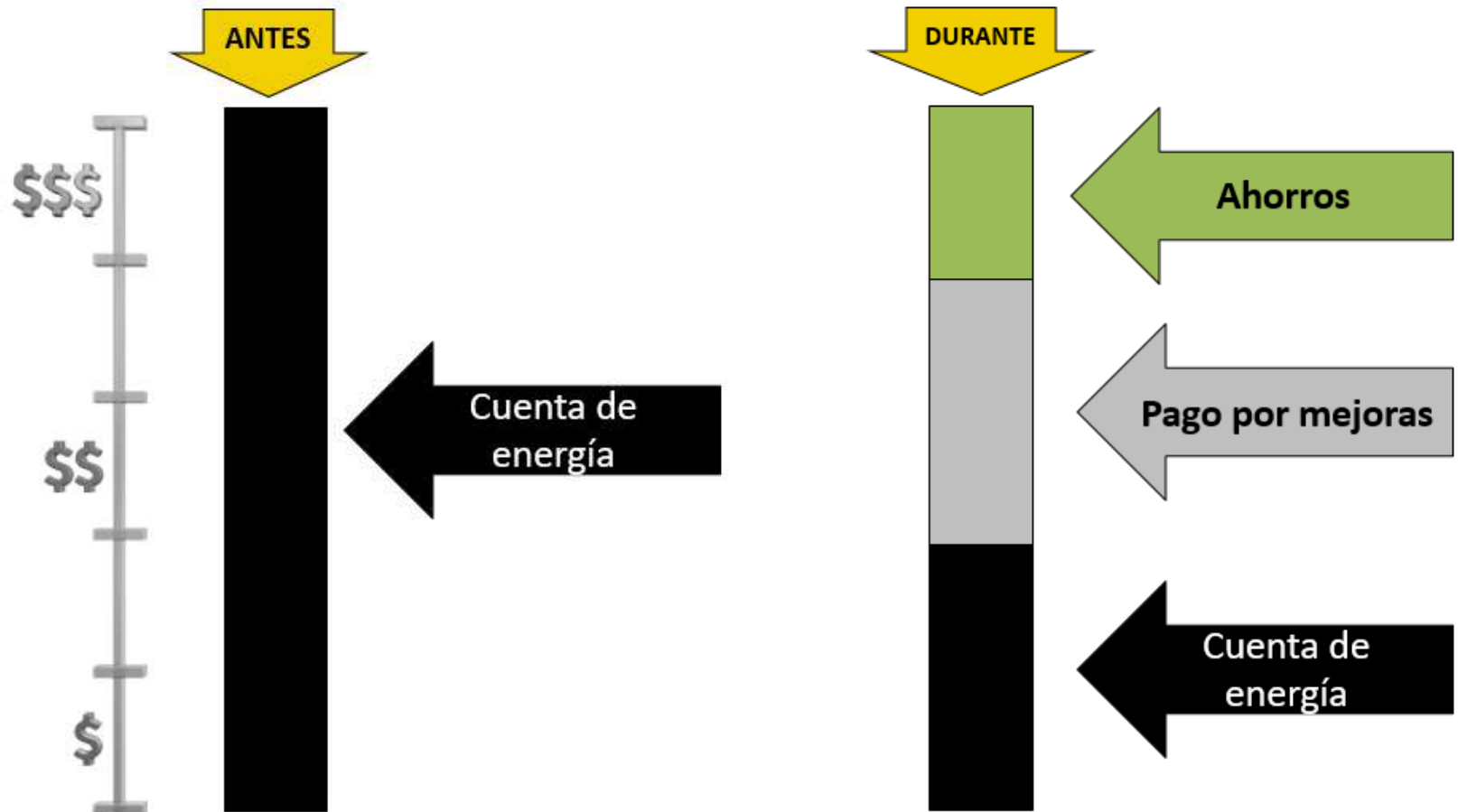
# ¿Qué es una ESCO?

Existen tres características principales:

1. **Contratos por desempeño.** Especifican las condiciones para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, de manera tal que las inversiones realizadas puedan recuperarse a través de los ahorros económicos generados.
2. **Plan financiero** (tipos de contratos), puede contemplar las siguientes posibilidades:
  - a) Ahorros compartidos.
  - b) Ahorros garantizados.
  - c) Contrato Fast Out
  - d) Contrato Venta de Energía
3. **Plan de medición y verificación** de forma efectiva y transparente el ahorro energético resultante de la implementación de medidas de EE.

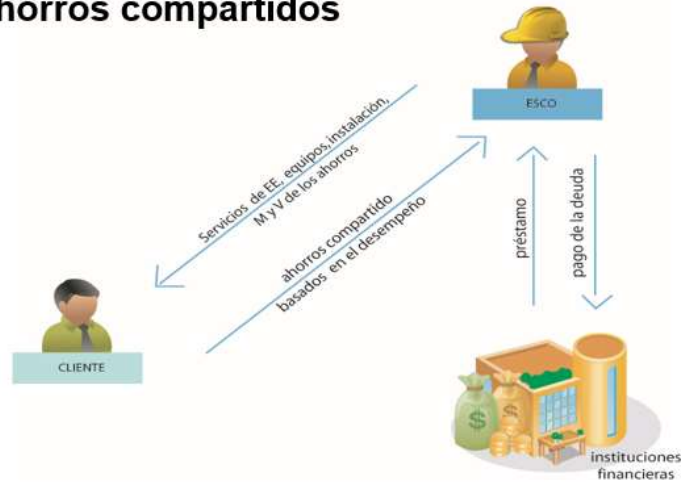


# Contratos de desempeño

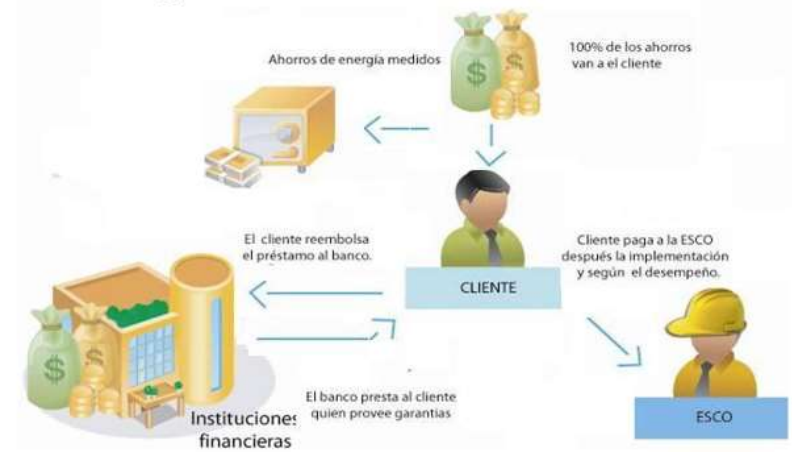


# Tipos de Modelos ESCO

## a) Ahorros compartidos



## b) Ahorros garantizados



## c) Contrato Fast Out



## d) Contrato de Venta de Energía



Parte 3

# ESTUDIOS DE CASES

# Proyectos en desarrollo: Calor solar para aplicaciones en Chile (San Felipe)

Colector cilindro parabólico, ubicado en San Felipe

- Producción de calor a procesos para la elaboración de jugo concentrado de uva
- Colector cilindro parabólico con un área de colección de 696 m<sup>2</sup>
- Alcanza temperaturas de hasta 120 °C



**Nuestra función: Analizar indicadores de desempeño, causas de bajo rendimiento, integración de sistema de monitoreo, estudios de ensuciamiento, potenciales oportunidades adicionales**

# Proyectos en desarrollo: Calor solar aplicaciones en Central/Sur Chile (Curicó)

## Viña Miguel Torres

Sistema de poligeneración solar

- Producción de frío y calor por el proceso de fermentación de vino
- Sistema híbrido:  
Biomasa + Colectores solares
- Proyecto piloto en operación:  
80 m<sup>2</sup> superficie de colectores



**Nuestra función: Supervisión del rendimiento e identificación de fallas. Análisis detallado del rendimiento y asesoramiento sobre la configuración**

# Industria Viñas: Viña Miguel Torres, Chile

## Chiller de Absorción:

Chilled water	Potencia [kW]	17.6
	Temperatura entrada [°C]	12.5
	Temperatura salida [°C]	7
	Flujo [l/s]	0.77
Cooling water	Potencia [kW]	42.7
	Temperatura entrada [°C]	31
	Temperatura salida [°C]	35
	Flujo [l/s]	2.55
Heat medium	Potencia [kW]	25.1
	Temperatura entrada [°C]	88
	Temperatura salida [°C]	83
	Flujo [l/s]	1.2
Pump	Potencia [W]	48

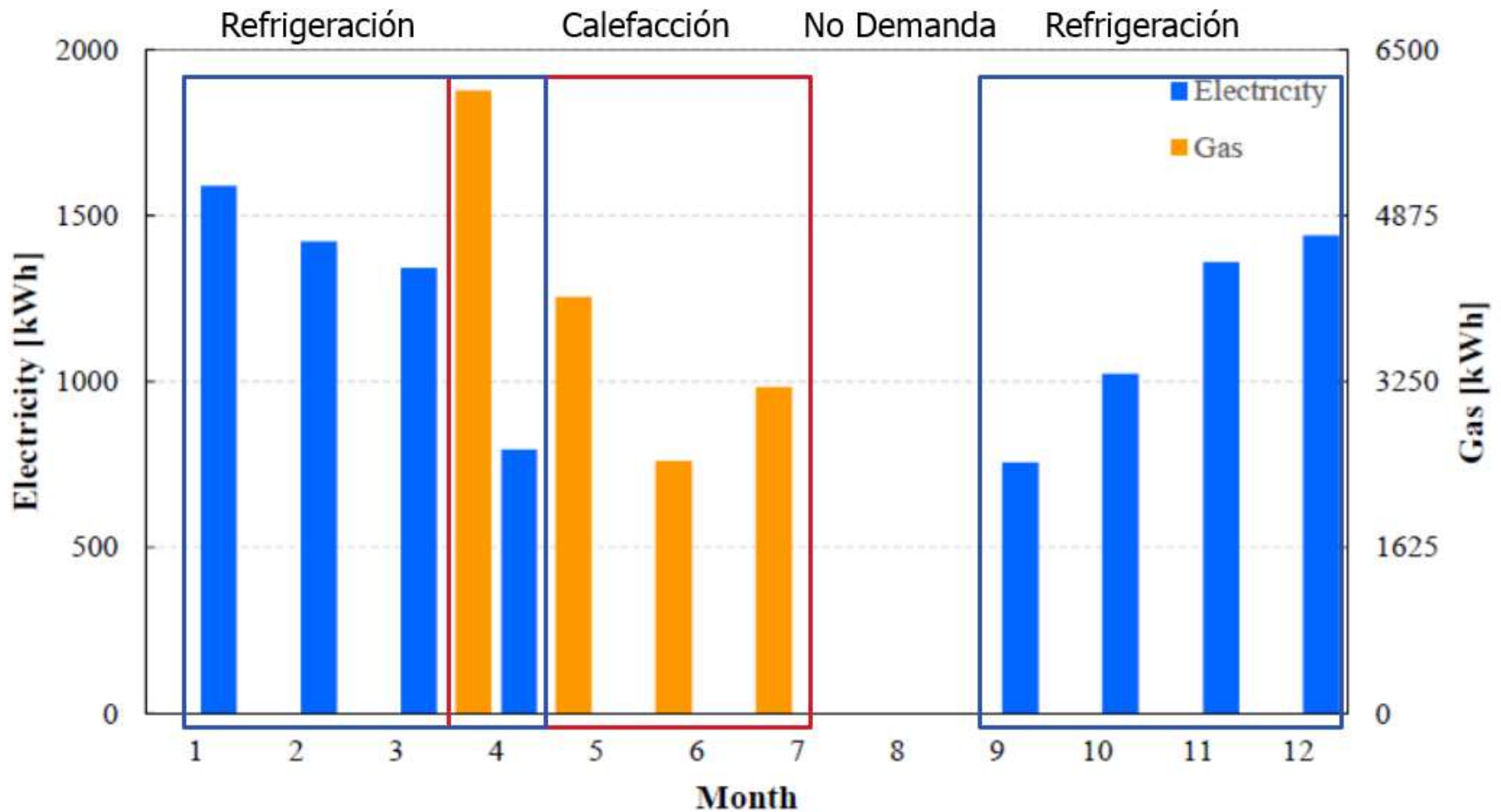
## Campo Solar

- Área: 80m<sup>2</sup>
- Fabricante: Bosch
- Modelo:FCC-1S



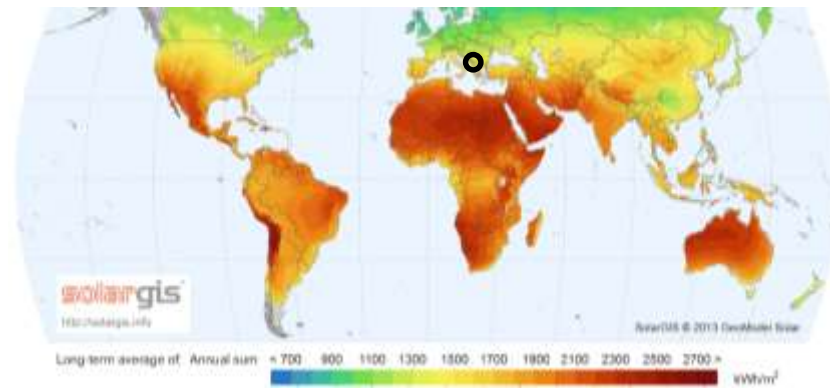


# Resultados Planta Piloto: Energía Desplazada

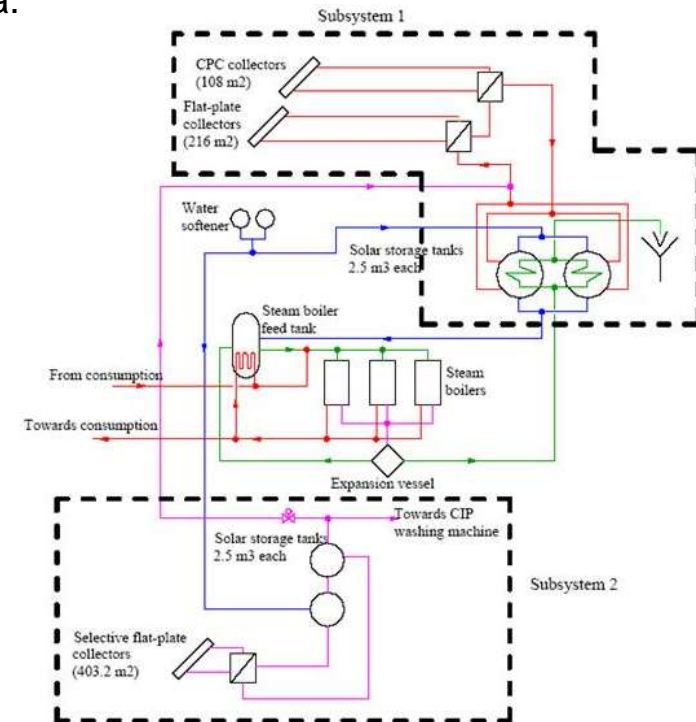




# Industria Láctea: Megval, Grecia

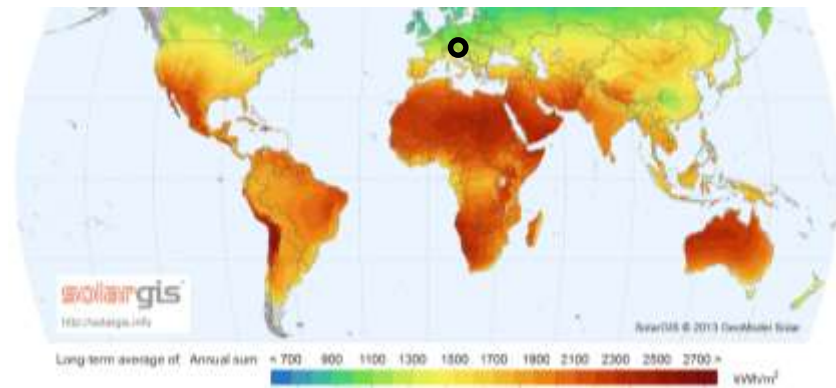


- Aplicación: Equipos de limpieza y pre-calentamiento del agua de alimentación de la caldera.
- Rango de temperatura: Limpieza de equipos: 20-80°C, Otros procesos: 20-130°C.
- Operación: 24 horas al día, 7 días a la semana, 120-150 m<sup>3</sup>/día.
- Área de colección: 727 m<sup>2</sup>, colectores planos y CPC.
- Inversión total: 130000 €.
- Promedio anual de ahorro de energía: 900 MWht.



Fuente: [www.ship](http://www.ship).

# Industria de la Carne: Fleischwaren Berger, Austria



- Aplicación: Equipos de limpieza y pre-calentamiento del agua de alimentación de la caldera.
- Rango de temperatura: Precalentamiento hasta 95°C y limpieza hasta 65°C.
- Área de colección: 1067 m<sup>2</sup>, colectores planos.
- Volumen de almacenamiento: 60 m<sup>3</sup>.
- Reducción del consumo de petróleo de hasta 56000 litros por año.



## For a Solar Future of Chile

### Contact:

**Clare Murray**

[clare.murray@fraunhofer.cl](mailto:clare.murray@fraunhofer.cl)

Center for Solar Energy Technology  
Fraunhofer Chile Research

