
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

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 fotovoltaicos
- 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



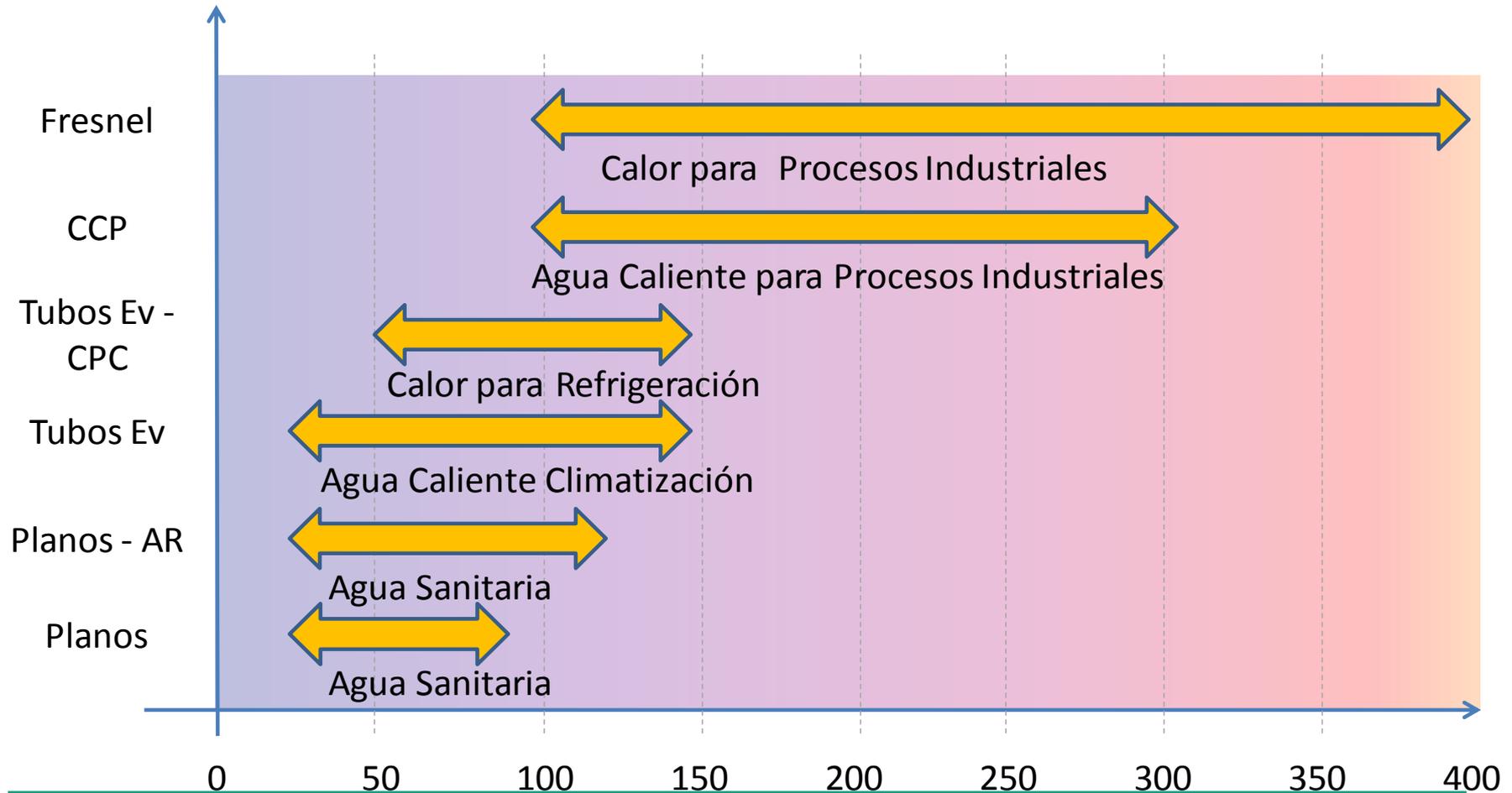
Parte 2

CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Consideraciones de Diseño

Temperatura

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

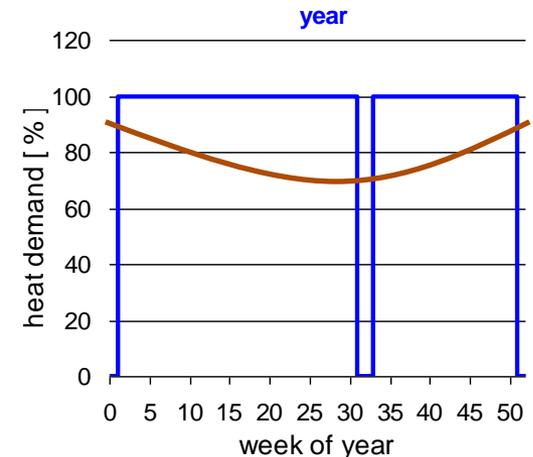
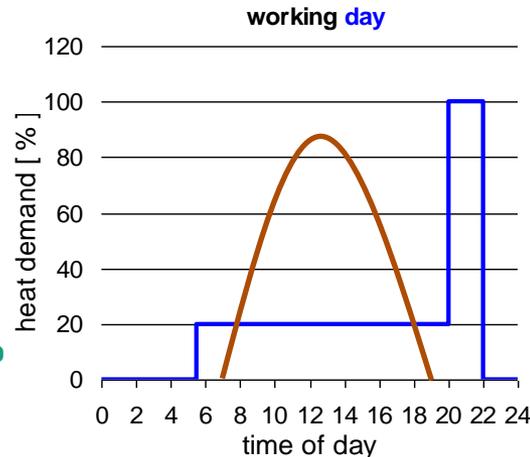


Consideraciones de Diseño

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

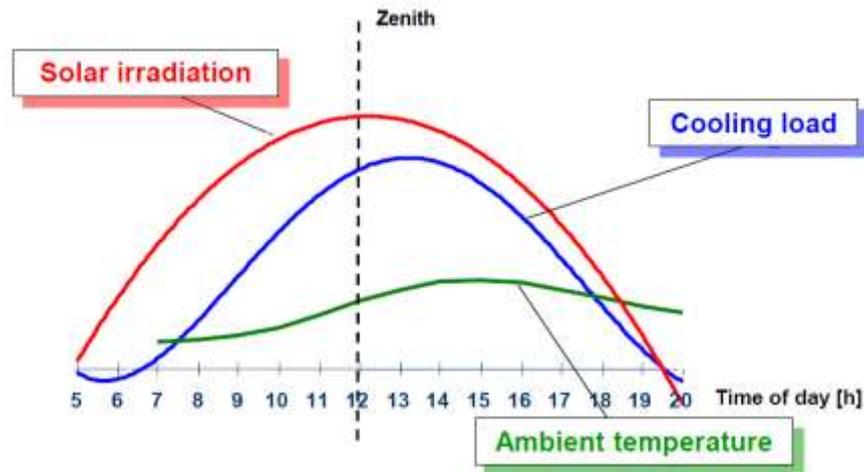
¿Cuanto espacio tienes disponible?

¿Techo? ¿Otro usos de tierra?

Fuente: SolarThermalWorld.org 2015

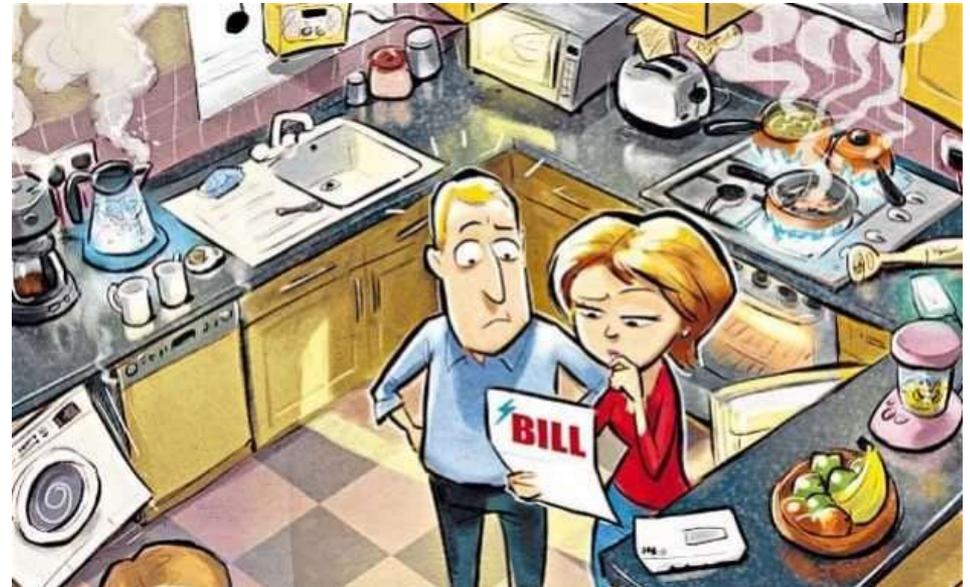
Refrigeración Solar

- 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 mantenimiento 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 TonCO₂/año

(250 camiones con combustible al año)

3. Social

Puestos de trabajo con personal local

120 pers. 7x7, Ene-Ago 2013

4. Imagen



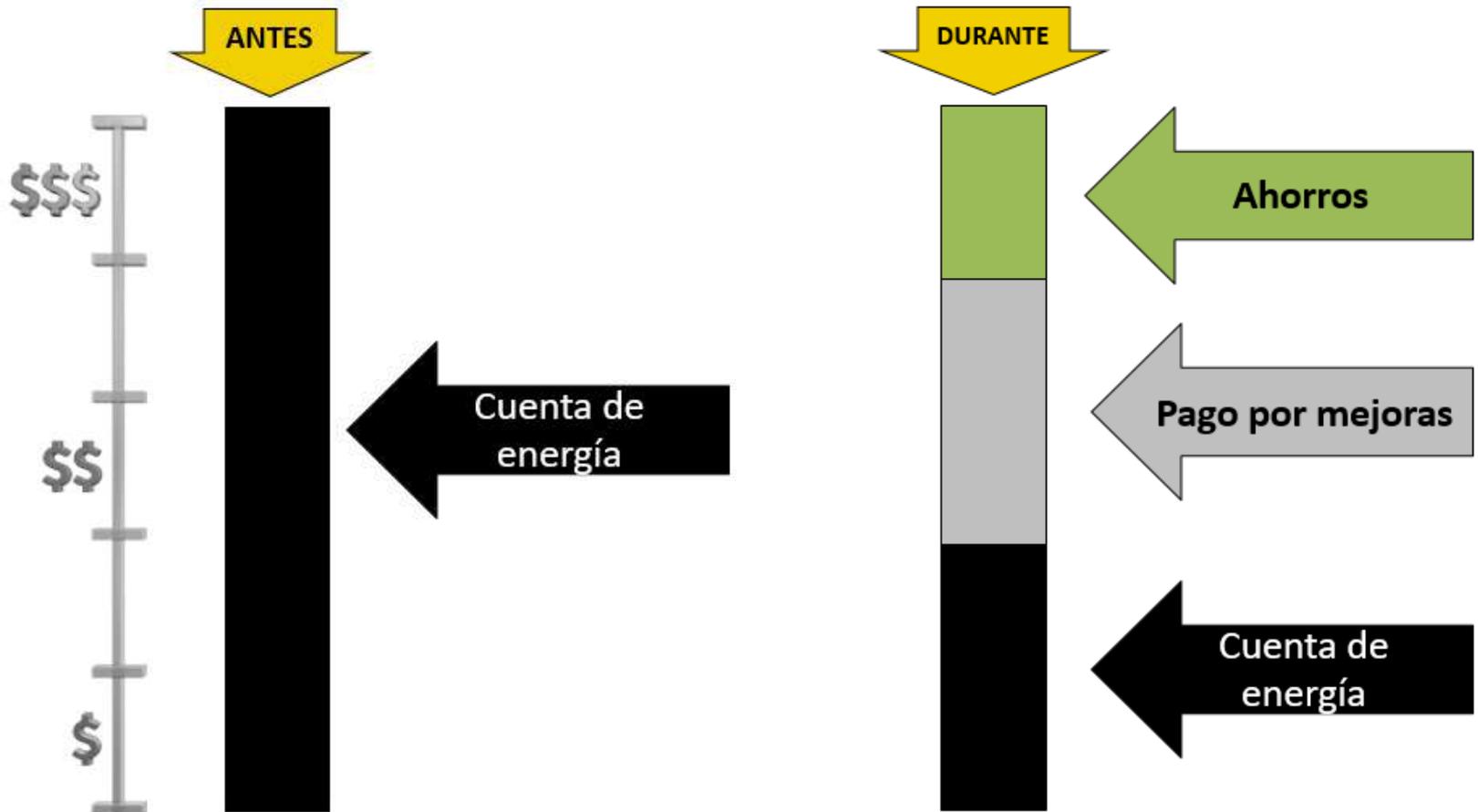
CODELCO, División Gabriela Mistral. 43920 m². Fuente: Sunmark.

¿Qué es una ESCO?

Existen tres características principales:

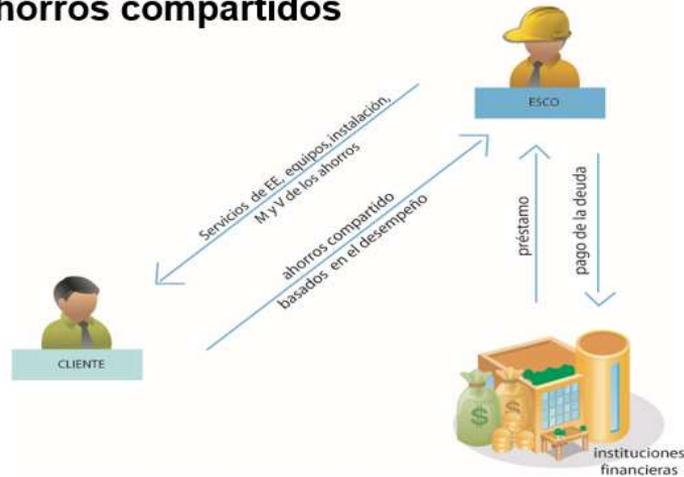
1. **Contratos por desempeño.** Especifican las condiciones para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, de manera tal que las inversiones realizadas puedan recuperarse a través de los ahorros económicos generados.
2. **Plan financiero** (tipos de contratos), puede contemplar las siguientes 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

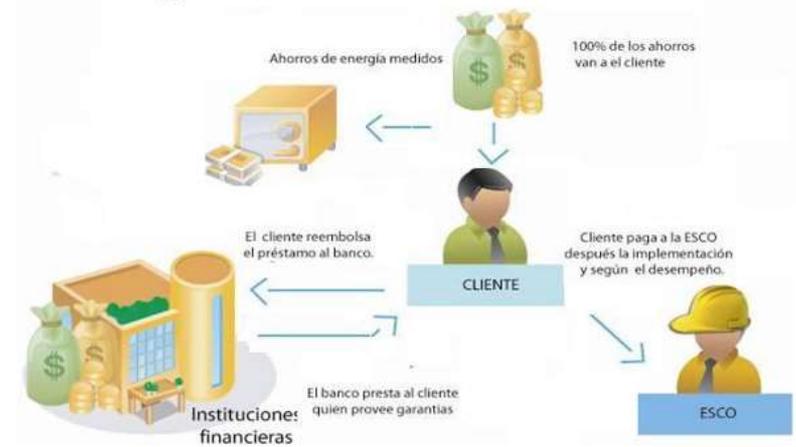


Tipos de Modelos ESCO

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 m²
- 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 m² 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:

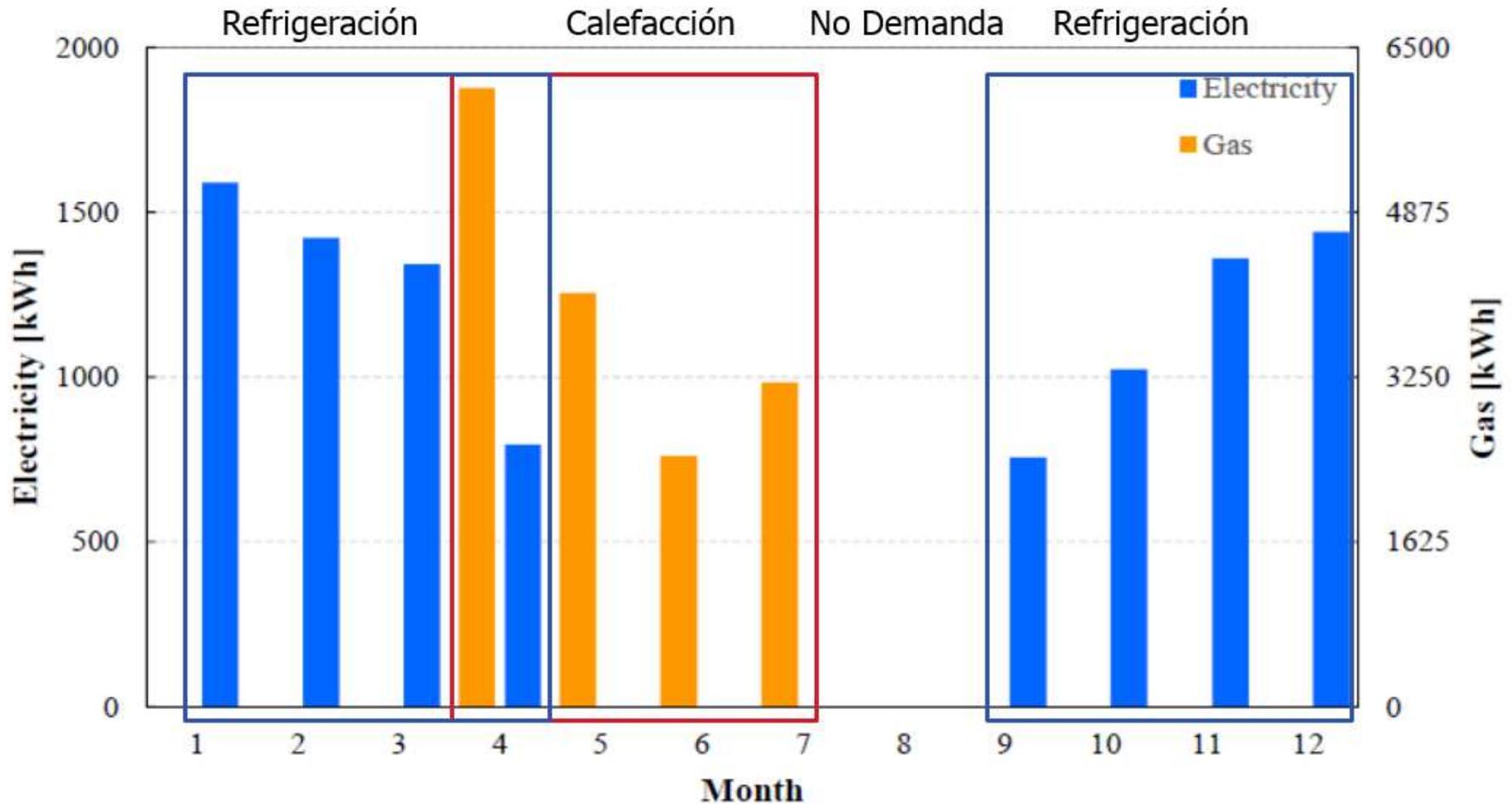
Chilled water	Potencia [kW]	17.6
	Temperatura entrada [°C]	12.5
	Temperatura salida [°C]	7
	Flujo [l/s]	0.77
Cooling water	Potencia [kW]	42.7
	Temperatura entrada [°C]	31
	Temperatura salida [°C]	35
	Flujo [l/s]	2.55
Heat medium	Potencia [kW]	25.1
	Temperatura entrada [°C]	88
	Temperatura salida [°C]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

Campo Solar

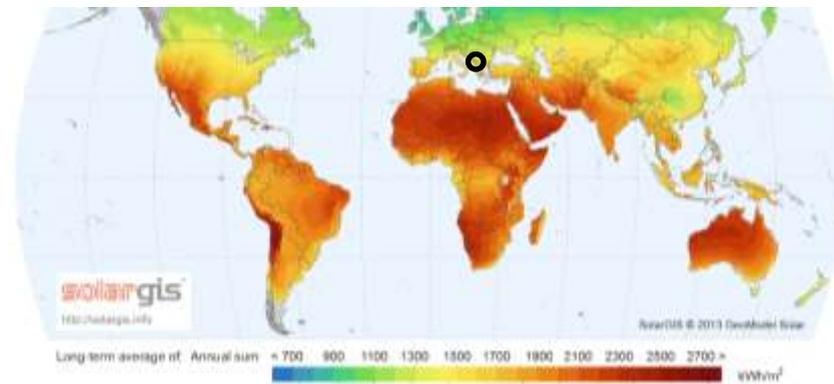
- Área: 80m²
- Fabricante: Bosch
- Modelo:FCC-1S



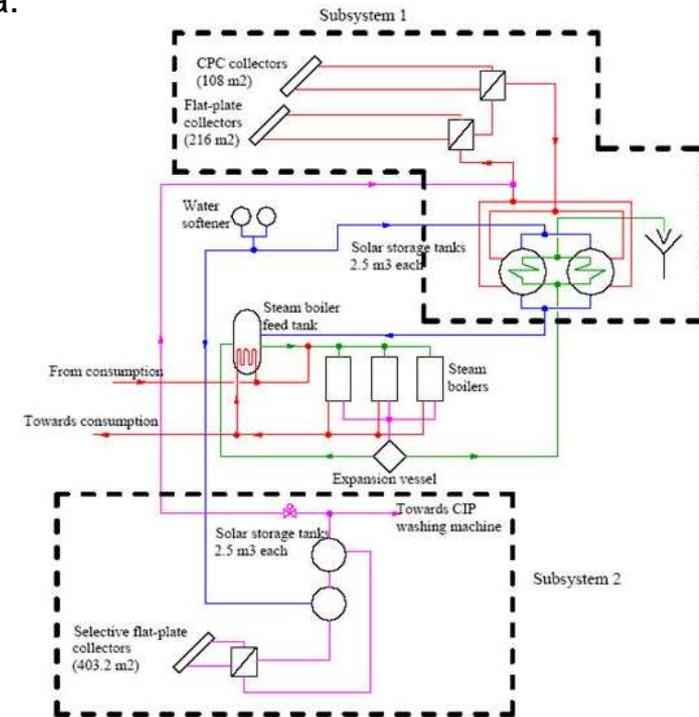
Resultados Planta Piloto: Energía Desplazada



Industria Láctea: Megval, Grecia

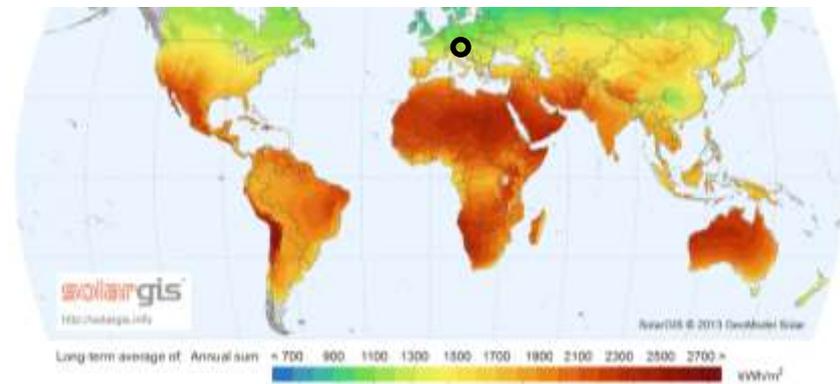


- Aplicación: Equipos de limpieza y pre-calentamiento del agua de alimentación de la caldera.
- Rango de temperatura: Limpieza de equipos: 20-80°C, Otros procesos: 20-130°C.
- Operación: 24 horas al día, 7 días a la semana, 120-150 m³/día.
- Área de colección: 727 m², colectores planos y CPC.
- Inversión total: 130000 €.
- Promedio anual de ahorro de energía: 900 MWht.



Fuente: 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 m², colectores planos.
- Volumen de almacenamiento: 60 m³.
- Reducción del consumo de petróleo de hasta 56000 litros por año.



For a Solar Future of Chile

Contact:

Clare Murray

clare.murray@fraunhofer.cl

Center for Solar Energy Technology
Fraunhofer Chile Research

