

CASO ESTUDIO DE GUAYACÁN

Integración de energía solar térmica y fotovoltaica en una cervecera

María Teresa Cerda
Ingeniero Investigador

Cervecería Guayacán: la cerveza solar de Chile

En el Valle del Elqui



Cervecería Guayacán: la cerveza solar de Chile

En el Valle del Elqui

- Excelente radiación solar
 - Radiación global inclinada a 33° es de 5,5 kWh/m²/día
- Baja frecuencia de nubes
 - 9% al año
- Baja velocidad del viento
 - 1,1 m/s
- Sin sombreadamiento debido a cerro, por lo que hay más horas de sol.



Fraunhofer Chile Research - Center for Solar Energy Technologies (CSET)

Contexto del proyecto

- Cerveza Guayacán actualmente produce en torno a 550 m³ de cerveza al año
- A partir de 2020 desea aumentar su producción de cerveza desde 1375 m³/año hasta alcanzar a partir de 2025 unos 2750 m³/año.
- Actualmente dispone de una planta fotovoltaica de 130 m² y 20,5 kWp. Lo que suministra un 35%, aproximadamente, de su consumo eléctrico.
- Energía térmica en GLP último año (Junio 2018 - Mayo 2019): 319 MWh_t
- Electricidad en 11 meses (Enero 2018 – Noviembre 2018): 62 MWh_e

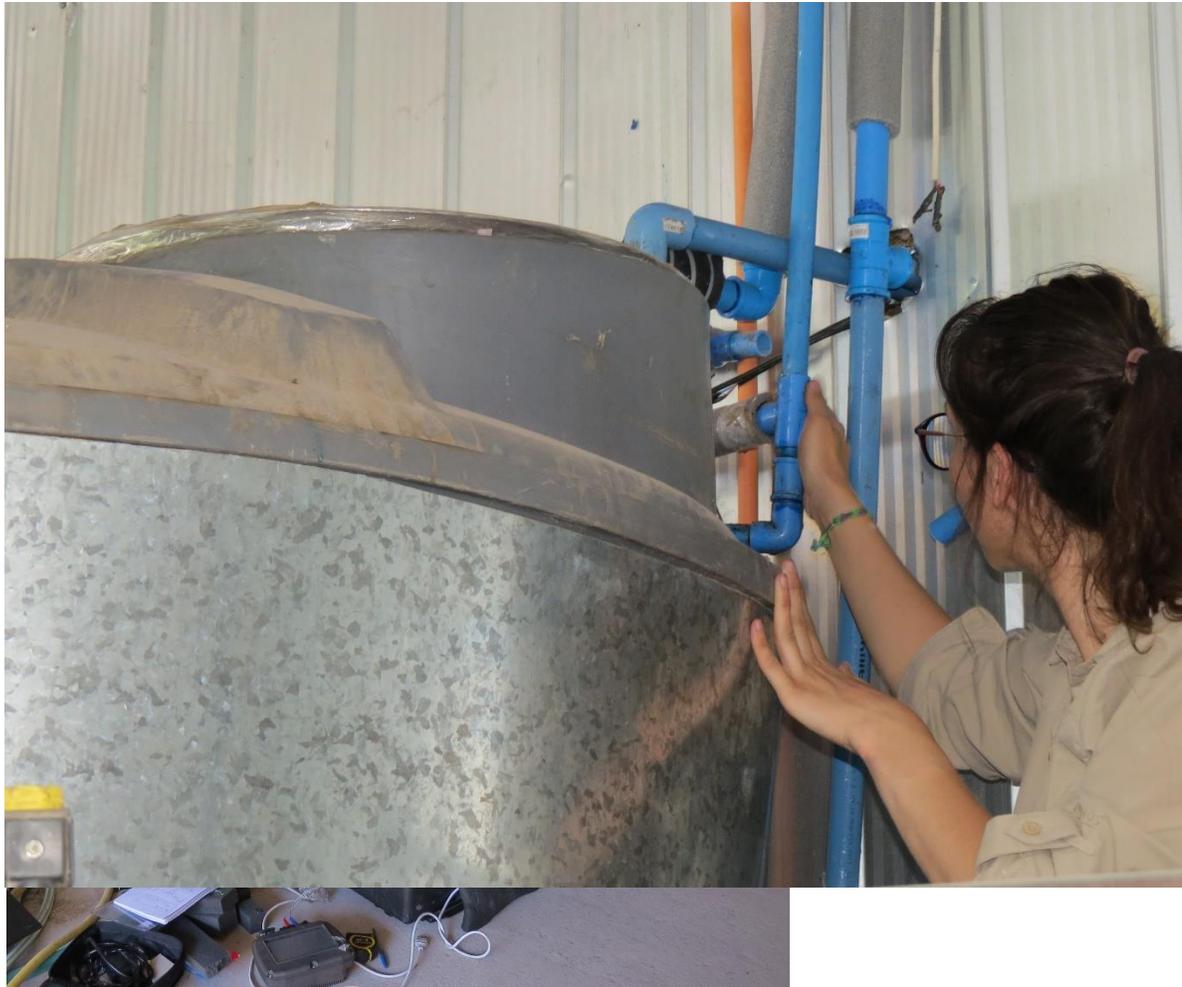
Fraunhofer Chile Research - CSET

Contenidos

- Etapas del proyecto:
 - Análisis de la situación energética actual
- Integración solar térmica:
 - Definición de las futuras demandas térmicas y esquema de integración
 - Análisis técnico de los escenarios de integración
 - Análisis económico-ambiental de los escenarios considerados
- Integración solar Fotovoltaica:
 - Definición de las futuras demandas eléctricas
 - Análisis técnico de los escenarios
 - Análisis económico-ambiental de los escenarios considerados
- Conclusiones

Campañas de monitoreo

Mediciones demanda actual



Campañas de monitoreo

Innovación

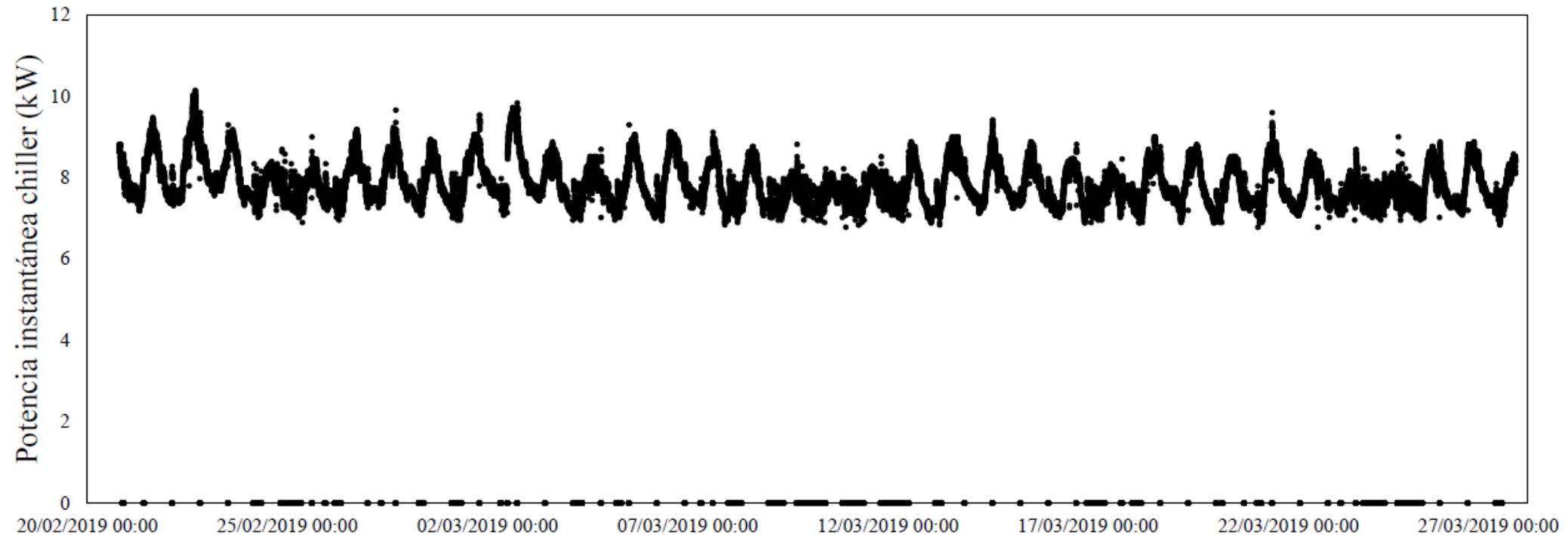
....Hasta nos pusimos creativos



Fraunhofer Chile Research - CSET

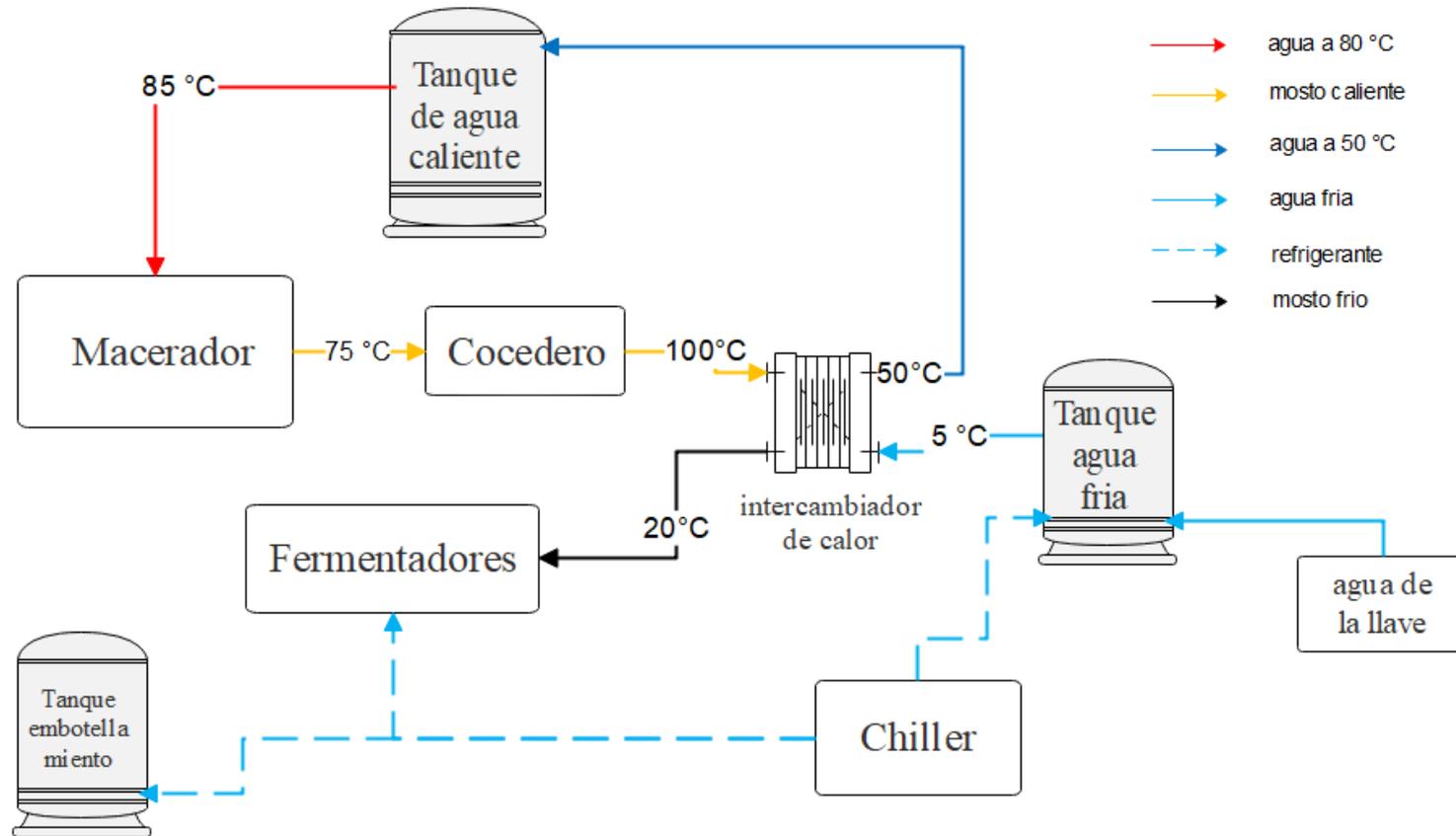
Análisis de la situación energética actual

**Consumo eléctrico:
6,186 kWh/mes**



Fraunhofer Chile Research - CSET

Situación energética actual

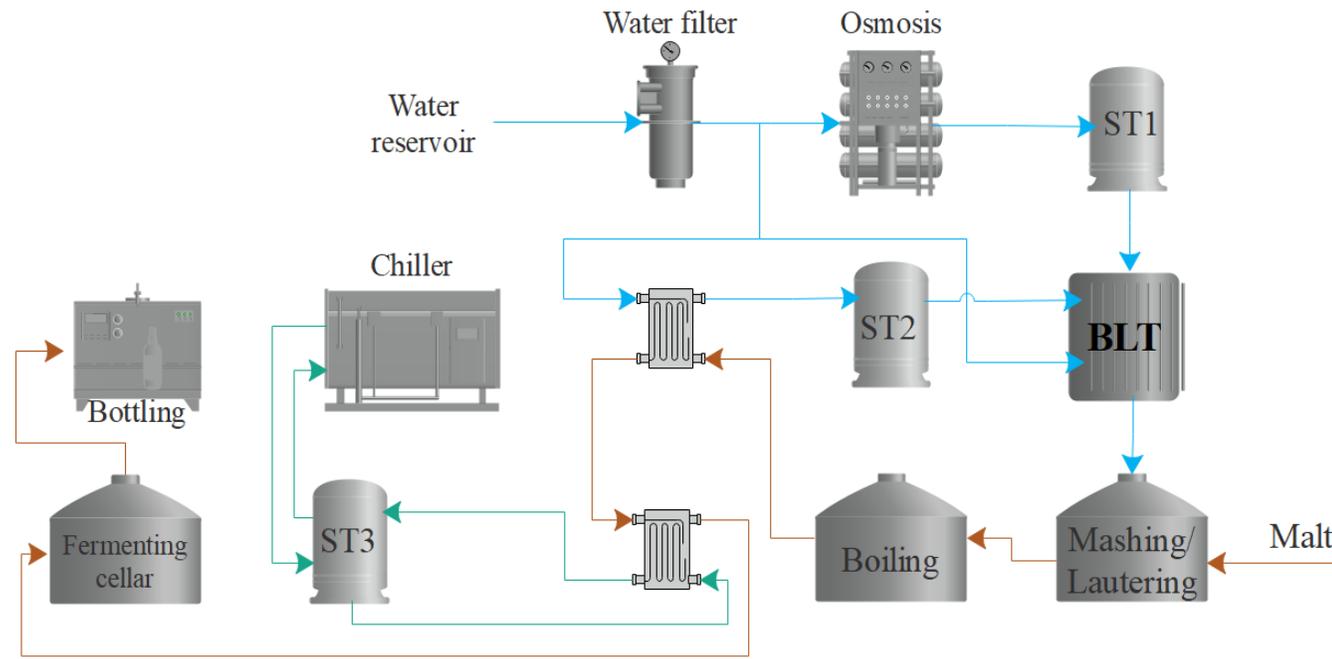


Consumo térmico por batch:

100 litros GLP/batch

Fraunhofer Chile Research - CSET

Integración solar térmica: Futuras demandas térmicas



Características proceso cervecero:

- Proceso *batch* → Demandas discontinuas: calor generado mediante camisa de vapor de agua (para calentar agua y mosto).
- Demanda discontinua de agua cubierta mediante energía solar → almacenamiento en tanques de agua
- Demanda discontinua de vapor cubierta mediante energía solar térmica → no se puede almacenar el vapor (solo pequeñas cantidades y a un coste muy elevado)

Fraunhofer Chile Research - CSET

Integración solar térmica: Selección de la tecnología solar térmica

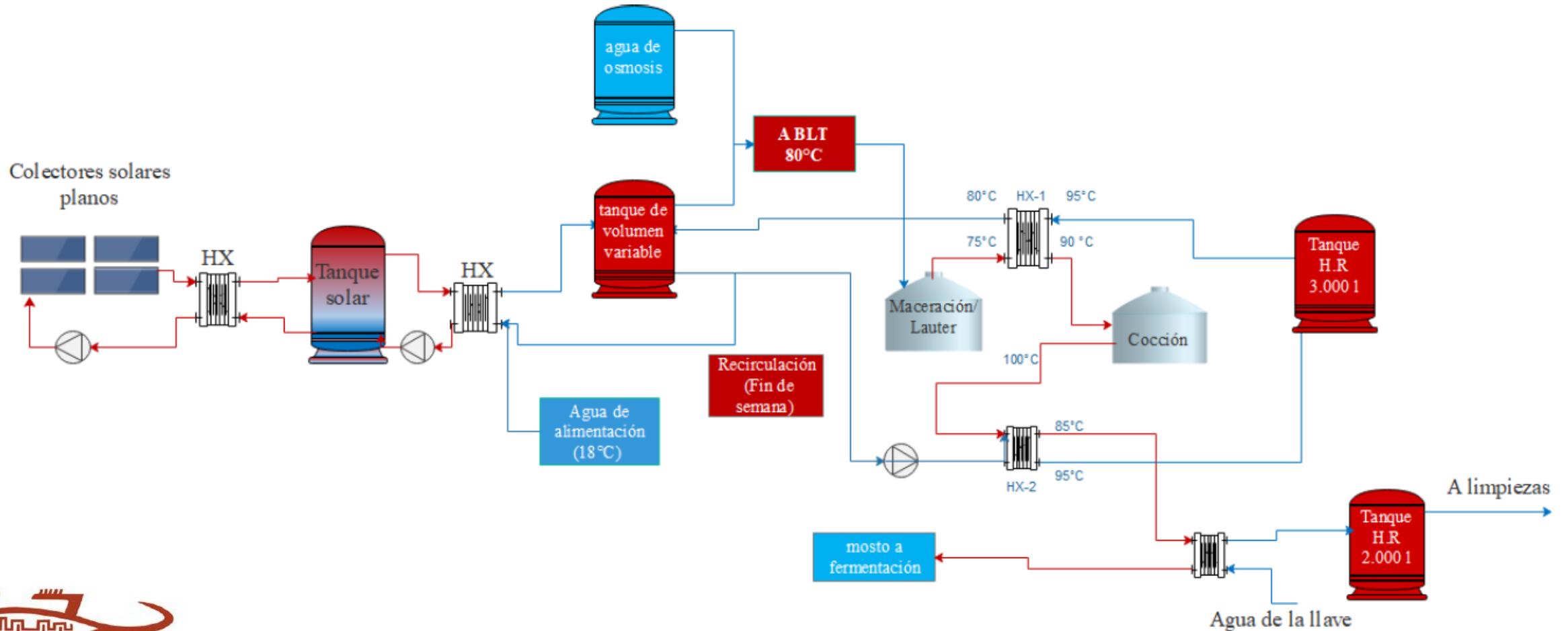


- Colector plano es el más barato y fácil de operar (trabaja a bajas presiones)
- Fresnel/PTC: pueden generar vapor de agua de forma directa o indirecta (mediante aceite térmico o sales fundidas) → costos mayores y operación más compleja
- Sales fundidas comerciales tienen temperaturas de fusión elevadas para esta aplicación
- Vapor de agua no puede ser almacenado → inconveniente con demandas discontinuas

MEJOR SOLUCIÓN TECNO-ECONÓMICA: COLECTOR PLANO PARA CALENTAR AGUA DE PROCESO

Fraunhofer Chile Research - CSET

Integración solar térmica: Esquema de integración propuesto



Fraunhofer Chile Research - CSET

Integración solar térmica: Análisis técnico de los escenarios

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Demanda agua de proceso a cubrir	100 % (9,200 l/día)	50 % (4,600 l/día)	50 % (4,600 l/día)
Tipo colector	Savosolar	Savosolar	Thusol
Área de colector (m ²)	96	48	50
Tamaño almacenamiento solar (m ³)	22	15	15
Tamaño tanque volumen variable (m ³)	9	7	7
Energía generada por colector (MWh)	153	77	68
Rendimiento colector (%)	67	57	67
Energía entregada a proceso (MWh)	137	69	67
Temperatura promedio de entrega a proceso (°C)	67,2	67,6	65,7
Fraccion solar + Recup. Calor (%)	79	36	33

Fraunhofer Chile Research - CSET

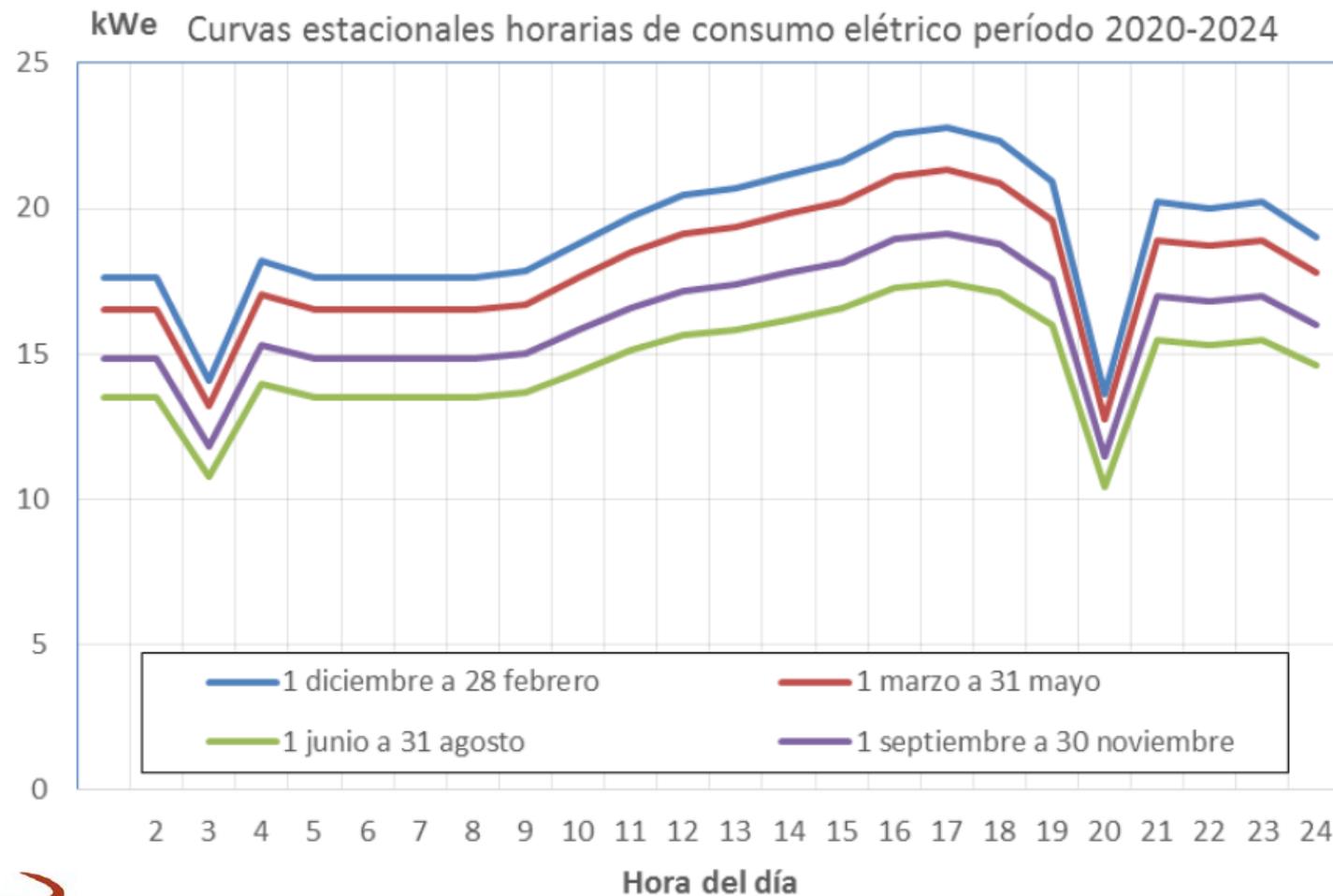
Integración solar térmica: Análisis económico-ambiental

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Inversión (USD)	84,768	50,577	81,686
Periodo de retorno compuesto (años)	6	7	11
Periodo de retorno simple (años)	7	9	19
TIR (%)	18	15	7
VAN (USD)	84,365	35,042	2,503
LCOH (USD/kWh) – 20 años	0,104	0,116	0,179
Emisiones de CO ₂ (tCO ₂)	41	20	19

Escenario 1 tiene indicadores económicos y ambientales más beneficiosos

Fraunhofer Chile Research - CSET

Integración solar PV: Definición de las futuras demandas



Demandas eléctricas consideradas:

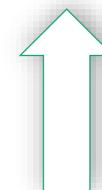
2020-2024: 2,5 x demanda actual

2025-2039: 5x demanda actual

Fraunhofer Chile Research - CSET

Integración solar PV: Análisis técnico

Variable Parámetro	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
Capacidad del sistema (kWp)	20.3	41.4	72.8	104.0	150.2
Energía generada por el sistema (MWh/año)	41.4	84.0	148.9	210.5	302.8
Autoconsumo sistema PV (%)	99.9	69.9	43.2	31.3	22.1
Reinyección PV a la red (%)	0.1	30.1	56.8	68.7	77.9
Total de CO ₂ e considerando 2 batch/día para 2020-2024 (tCO ₂ /año)	45,1	27.3	0	-25	-64.7
Porcentaje de CO ₂ e - 2 batch/día (2020-2024)	72 %	43 %	0 %	-41 %	-103 %



Fraunhofer Chile Research - CSET

Integración solar PV: Análisis económico-ambiental

Evaluación proyecto PV puro	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
Inversión (USD)	17,133	31,847	51,647	70,288	97,007
Periodo de retorno compuesto (años)	16.2	22.5	9.9	14.9	16.3
Periodo de retorno simple (años)	9.8	11.6	8.3	9.4	10.2
TIR (%)	8.5	6.3	8.5	9.3	8.5
VAN (USD)	4,044	-3,252	11,870	25,409	25,391
Porcentaje de CO ₂ e - 2 batch/día(2020-2024)	72 %	43 %	0 %	-41 %	-103 %

Escenario 3 tiene el mejor balance de rendimiento financiero, cobertura de emisiones y de consumo eléctrico con la menor inversión.

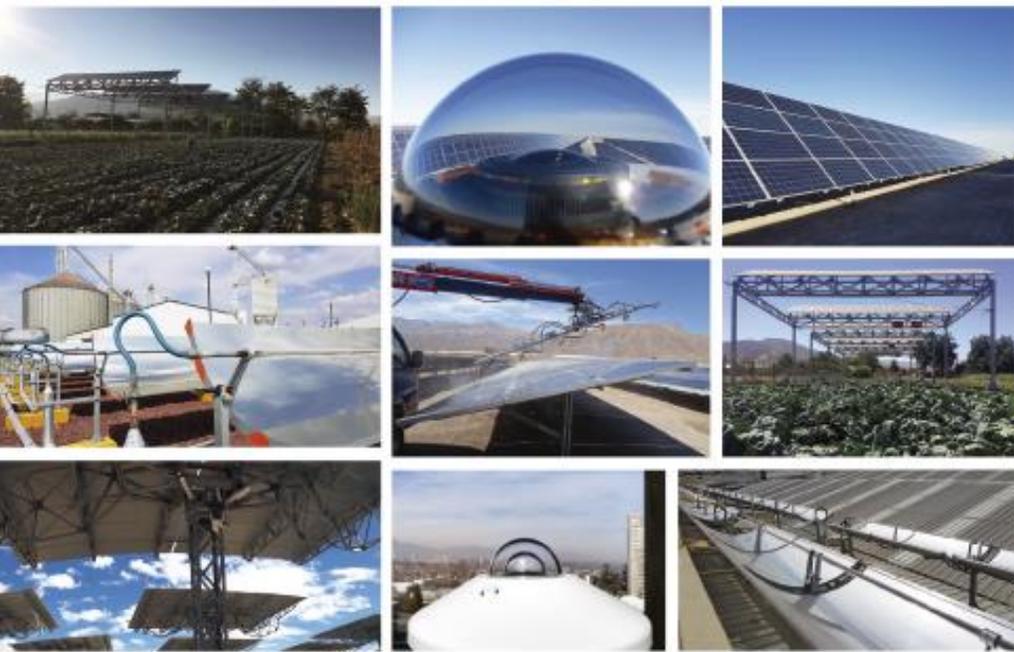
Permite aplazar decisiones de ampliación (período 2025-2039).



Fraunhofer Chile Research - CSET

Conclusiones

- El escenario 1 térmico es el recomendado: periodo de retorno compuesto de 7 años, con LCOH de 0,104 USD/kWh, valor menor al mismo sistema sin integración solar (0,123 USD/kWh). Escenario sujeto a escenario de llave en mano.
- La alternativa 3 PV es la recomendada: periodos de retorno aceptables (7,7 años en el mejor caso de traslado), emisiones cero de GEI¹ directos durante el periodo 2020-2024, mejor equilibrio entre rendimientos económicos y huella medio-ambiental.
 - La decisión de vender o movilizar el parque fotovoltaico antiguo va a depender del precio de venta del mismo y del costo de traslado de los módulos e inversor.
- Área suficiente para instalar ambas tecnologías.
- Se recomienda instalar tanto térmico, como PV.



Contacto

 @fraunhoferchile  Fraunhofer Chile Research  @FraunhoferChile
 Fraunhofer Chile  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

Proyecto apoyado por

