

ENERGÍA SOLAR EN PROCESOS CERVECEROS EN CHILE

1. ¿Por qué energía solar en el proceso cervecero?

La dinámica del sector cervecero hace indispensable que las empresas estén atentas a las evoluciones en términos de requerimientos por parte del cliente y competitividad de su producción. Un factor muy importante en la producción de cerveza es el consumo de energía eléctrica y térmica. La inversión en eficiencia energética e innovación es una medida y una opción sólida para innovar en Chile es aprovechar el abundante recurso solar, sobre todo en la parte norte y central del país. En esta línea, la integración de energía solar en procesos cerveceros resulta muy atractiva al reducir el uso de combustibles fósiles y el consumo eléctrico. Adicionalmente, una ventaja específica para el sector cervecero es la correlación entre el aumento de la producción y una mayor irradiación solar en los meses de verano.

[El Centro de Tecnologías para Energía Solar \(CSET\)](#) de Fraunhofer Chile Research (FCR) es un centro de investigación y excelencia que se desempeña en asesoría a la industria chilena para desarrollar proyectos en energía solar con las tecnologías aptas y más ventajosas desde el punto de vista económico. Su misión es contribuir significativamente a la implementación de energía solar, económica, segura y socialmente justa, pavimentando el camino para una economía más sustentable y ayudando a reducir las emisiones de carbono. [El trabajo](#) empezado con Cervecería Guayacán en el año 2019 es un ejemplo que demuestra las ventajas del uso del recurso solar local para la industria cervecera. Las buenas experiencias de Guayacán con una previa planta fotovoltaica (PV) motivó la empresa a trabajar junto a Fraunhofer CSET para planificar una nueva planta cervecera con un alto grado de integración de energía solar y posiblemente ser la primera cervecera chilena sin emisiones de carbono.

2. ¿Cómo se integra la energía solar en el proceso cervecero?

2.1 Integración de energía solar eléctrica

El consumo de electricidad en una cervecería se concentra principalmente en las máquinas de refrigeración que se utilizan en la fase de fermentación y embotellamiento. En estos equipos, se puede aprovechar el recurso solar con el uso de paneles fotovoltaicos para generar la energía necesaria. En el año 2016 Guayacán instaló un campo de paneles fotovoltaicos (Figura 1) de una capacidad de 20 kW. Siendo la planta es bastante reciente, se tiene pensado moverla hasta el lugar donde se construirá la cervecería nueva. Como las dos ubicaciones son muy cercanas, el costo del traslado es más conveniente que hacer una nueva planta. La Cervecería Guayacán tiene planes de aumentar su planta cervecera y su



Figura 1: Planta PV en Cervecería Guayacán.

producción, lo que también aumentará el consumo de energía eléctrica. Por esto, se consideró aumentar la capacidad de su planta fotovoltaica para dar abasto al nuevo consumo. La nueva planta fotovoltaica se instalará bajo el sistema de generación distribuida o *netbilling*, el cual permite la autogeneración y venta de energía excedente directamente a las distribuidoras de energía eléctrica. En otras palabras la electricidad producida será utilizada dentro de sus procesos y la energía que sobre se inyectará a la red eléctrica local. Esta energía adicional producirá un descuento de las cuentas de luz y este descuento equivale al 77% de precio que se cobra por la energía extraída desde la red (por ejemplo para el consumo nocturno). Si la producción energética del sistema fotovoltaico fuera mayor que el consumo total de electricidad de la red durante el año, la sobreproducción no será recompensada, por lo que es esencial no sobredimensionar el sistema. Esto fue un foco particular del estudio para Guayacán, donde la opción más económica hubiera sido simplemente mover la planta antigua. Al ampliar la planta, la opción más competitiva es un campo de 60 kW totales, que según la estimación cubrirá un 38,6% del consumo total. Con un costo de la energía sobre la duración de vida del proyecto de 0,042 USD/kWh, la inversión planta fotovoltaica sigue siendo mucho más conveniente que el consumo de la red (alrededor de 0,09 USD/kWh).

2.2 Integración de energía solar térmica

Una segunda medida para bajar los costos y mejorar la huella de carbono en la elaboración de cerveza es la integración de calor solar en los procesos que requieren calentar agua. La energía térmica es necesaria para precalentar el agua para la maceración, en la misma maceración y en la sucesiva ebullición (Figura 2), y luego en las operaciones de limpieza. De hecho, la demanda de calor en el proceso cervecero es mayor que la demanda de electricidad.

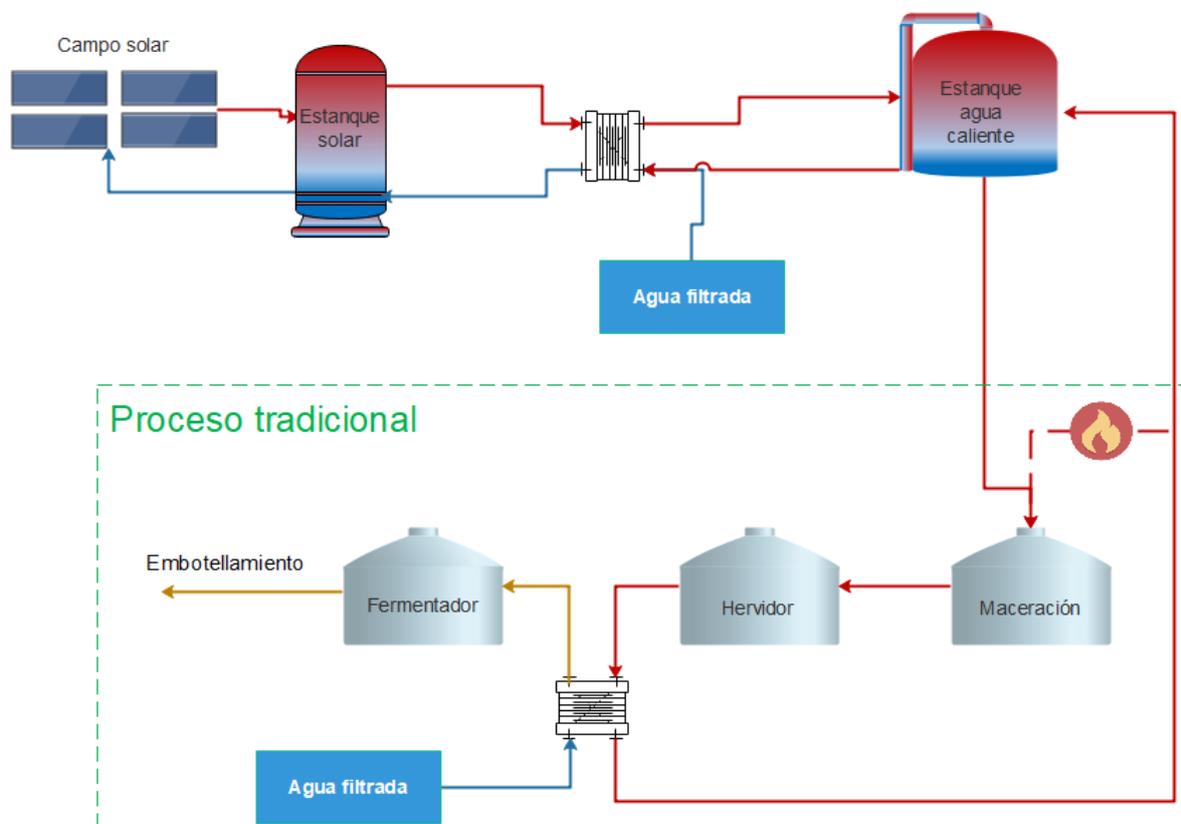


Figura 2: Diagrama de integración solar en un proceso cervecero para el ahorro de calor.

Una ventaja importante que tiene el proceso cervecero para la integración solar térmica es el bajo nivel de temperatura requerido (máx. 100°C), lo que permite instalar colectores solares planos, que son los más simples y económicos. La energía del circuito solar (Figura 2) para calentar el agua de maceración evita el uso de un calentador de agua convencional (mostrado en el circuito original), lo que presenta un ahorro considerable de energía. En esta experiencia, al igual que la llevada adelante por una cervecera en [Alemania](#) (Figura 3b), el desafío mayor consiste en coordinar el suministro continuo (durante las horas de sol) de energía solar con la demanda discontinua del proceso cervecero, donde los equipos trabajan cíclicamente (proceso *batch*), consumiendo grandes cantidades de energía cuando empieza un ciclo, y menos durante el resto del tiempo. También es necesario evitar el sobrecalentamiento del campo solar en los horarios sin demanda (por ejemplo fin de semana).



Figura 3: a) Colección de datos del proceso en la planta de Cervecería Guayacán; b) [Cervecería CBC](#) en Sudafrica con campo solar para calor de proceso

La implementación de un proyecto de energía solar térmica en una cervecería pasa primero por la medición y el análisis del proceso existente (Figura 3a). Un estudio de factibilidad técnica permite identificar las alternativas viables en cuanto a diseño del sistema, donde las ineficiencias en plantas preexistentes pueden ser corregidas. En el caso de Cervecería Guayacán, los flujos a diferentes niveles de temperatura son combinados de manera que el campo solar pueda trabajar con temperaturas de entrada bajas, aumentando su eficiencia. Diferentes estanques están conectados entre ellos y con el proceso para asegurar que las secuencias y los tiempos del proceso cervecero sean respetados y que energía en exceso se pueda recuperar sin problemas.

Después de la fase conceptual del proyecto, las alternativas de diseño del sistema y/o tamaño tienen que ser evaluadas y comparadas. Esto se hace mediante simulaciones en programas especializado, que toman en cuenta un año de operación con condiciones variables (cantidad de producto, variables meteorológicas y otras). Los resultados de la simulación en términos de ganancia de energía, junto a los datos de los precios de los equipos del sistema solar, permiten calcular un precio promedio de la energía para vida útil de la planta y compararlo con los costos de un sistema convencional.

En este caso se comparó un escenario de sistema solar de colectores planos de 96m², con uno de la mitad en tamaño (48 m²). La Figura 4 muestra el resultado del análisis técnico-económico del proyecto en Cervecería Guayacán. El campo solar más grande conlleva no sólo mayor aporte energético, sino también las mayores ganancias en términos económicos.

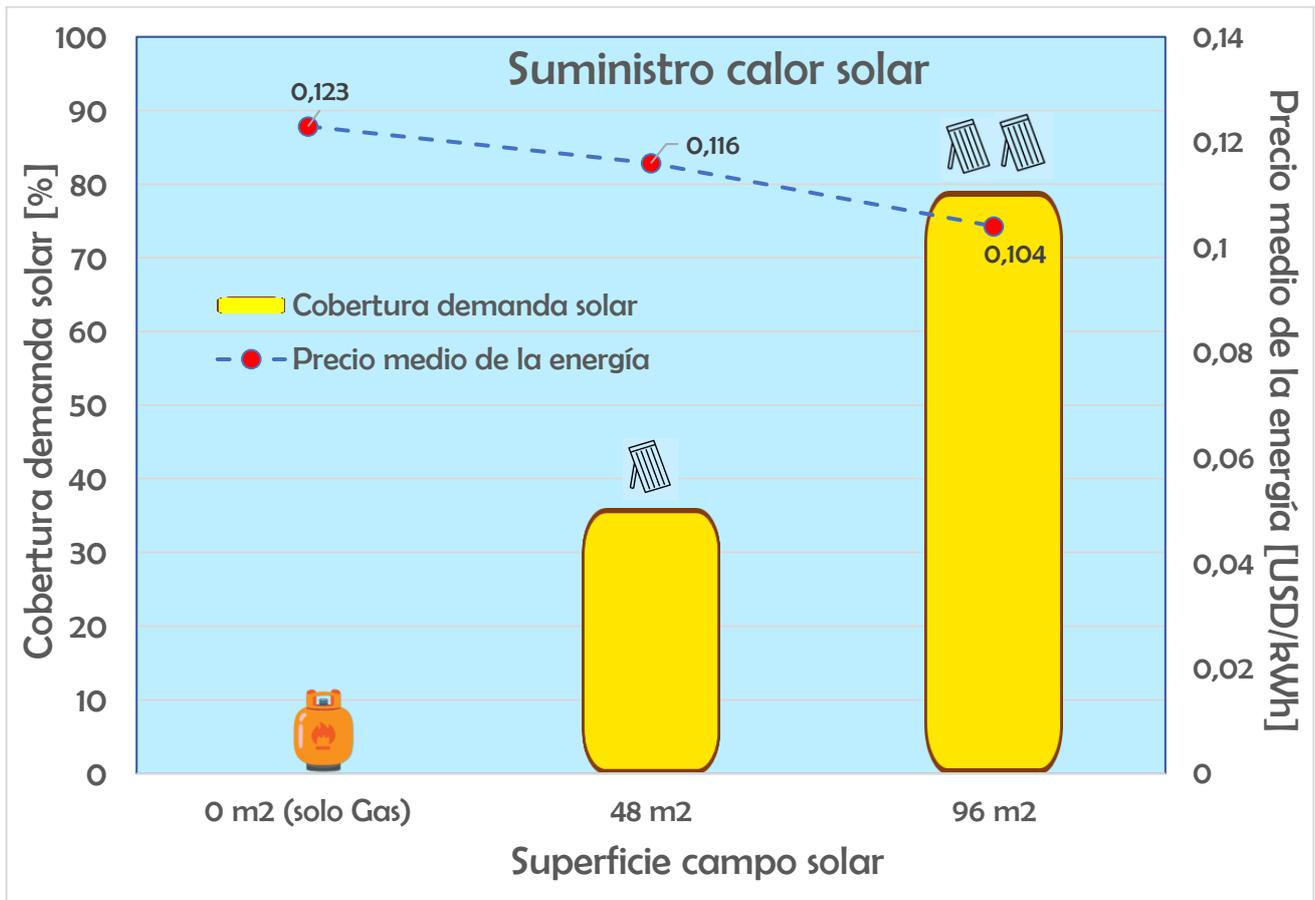


Figura 4: Comparación de casos de integración de campo solar térmico.

¿Qué resultados y conclusiones se pueden sacar del trabajo hecho hasta ahora?

Este estudio completo sobre la integración solar eléctrica y térmica en una planta cervecera ha llegado a algunas conclusiones interesantes:

- La incorporación en un sistema fotovoltaico bien dimensionado y conectado a la red bajo el concepto de generación distribuida es absolutamente competitivo, disminuyendo gastos de electricidad y emisiones de CO₂.
- El uso de colectores solares planos para producir calor para el proceso también es una medida que baja el consumo de combustible y la huella de carbono.

El desafío mayor en el estudio de este caso ha sido la coordinación entre la producción de calor solar y la producción cervecera, el que fue abordado de manera exitosa. El análisis técnico-económico de diferentes alternativas revela que el escenario con el campo solar más grande y la cobertura de demanda mayor (79%) es no sólo el más ecológico, sino el que reduce más los costos de energía, siendo una alternativa muy atractiva para una próxima inversión. Con esto, la propuesta final para Guayacán queda completamente lista para ser implementada, lo que sería un proyecto pionero en la integración completa de energía solar en la elaboración de cerveza en Chile.