

CALOR SOLAR PARA PROCESOS INDUSTRIALES



Estudio de potencial
en la industria de
conservas alimenticias en México

La Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias (CANAINCA) agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento, así como a las empresas que apoyaron para la recopilación de información. La colaboración de la GIZ se realizó en el marco del Programa “Energía Solar a Gran Escala en México” (DKTI Solar), el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ).

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y los colaboradores y no necesariamente representan la opinión de la CANAINCA, BMZ y/o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Calor solar para procesos industriales: estudio de potencial en la industria de conservas alimenticias en México

Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias
Leibnitz No. 206, Col. Anzures, Alcaldía Miguel Hidalgo
C.P. 11590, Ciudad de México, México
<https://www.canainca.org.mx/>

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
(GIZ) GmbH
Oficina de Representación de la GIZ en México
Av. Insurgentes Sur No. 826 - PH
Col. Del Valle, Alcaldía Benito Juárez
C.P. 03100, Ciudad de México, México
www.giz.de/mexico

Edición y Supervisión:
Hermilio Ortega, Diana Rebollar (GIZ)
Estephani Paniagua (CANAINCA)

Autores:
Ignacio Sánchez, Rubén Torres (Consultoría YSTE, S.A de C.V.)

Diseño:
SK3 Estudio Creativo

Ciudad de México, abril de 2020

CALOR SOLAR **PARA PROCESOS** **INDUSTRIALES**



Estudio de potencial
en la industria de
conservas alimenticias en México



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	8
1. Introducción: Consumo final de energía	11
1.1 Contexto internacional	11
1.2 Contexto nacional	12
1.3 Energía en la Industria alimentaria	14
1.4 Tecnologías	18
2 Energía renovable y mercado de tecnología solar térmica	21
2.1 Mercado de colectores solares de agua en el mundo	21
2.2 Plantas existentes de calor solar para procesos industriales (SHIP) a nivel mundial	23
2.3 Plantas existentes SHIP en México	24
2.4 Potencial de aprovechamiento de calor solar en México	28
2.5 Opciones de integración en una planta industrial	29
3. Precios de energía para generación de calor en México y modelos de negocio para el calor solar	31
3.1 Precios de energía fósil para generación de calor en México Precios de energía	31
3.2 Costo nivelado de calor (LCOH)	32
3.3 Modelos de negocio para calor solar	33
4. Resultado de la encuesta a asociados de Canainca	35
a) Operación a nual	35
b) sustentabilidad	35
c) Consumos de energía	35
d) Combustibles fósiles utilizados para la generacion de calor	36
e) Costo de la energía (electricidad y combustibles fósiles)	36
f) Relevancia de los energéticos respecto a los costos totales de producción	36
g) Equipos para la generación de calor	36
h) Procesos industriales que requieren calor	37
i) Temperatura de los procesos	37
5. Recomendaciones para las plantas industriales del sector	38
5.1 Oportunidades identificadas para mejorar la eficiencia energética	38
5.2 Consideraciones para la integración de la tecnología solar	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Rentabilidad económica esperada de la tecnología solar vs combustible	9
Figura 2.	Esquema de integración de un campo solar	9
Figura 3.	Puntos de integración de la tecnología solar en el proceso	10
Figura 4.	Rangos de temperatura de suministro de calor en la industria alimentaria en México.	16
Figura 5.	Distribución geográfica de la demanda de energía de la industria alimentaria en México.	17
Figura 6.	Tecnologías termo-solares y rangos de temperaturas de operación.	18
Figura 7.	Tecnología solar aplicable por temperatura a procesos industriales.	20
Figura 8.	Mapa de plantas SHIP instaladas en el mundo.	23
Figura 9.	Mapa de plantas SHIP instaladas en México.	23
Figura 10.	Potencial de aprovechamiento de calor solar en México	24
Figura 11.	Recurso Solar, PSM Irradiación Global Horizontal.	28
Figura 12.	Recurso Solar, PSM Irradiación Directa Normal	29
Figura 13.	Esquema integración de precalentamiento	29
Figura 14.	Esquema de integración cerrado	30
Figura 15.	Esquema de integración directo	30
Figura 16.	Modelo de negocio – Venta	33
Figura 17.	Modelo de negocio – Arrendamiento	34
Figura 18.	Modelo de negocio – ESCO	34
Figura 19.	Puntos posibles de integración de la tecnología termo solar en los procesos	39
Figura 20.	Rentabilidad de la tecnología termo solar de acuerdo con el combustible a sustituir	39
Figura 21.	Impulsores para la expansión de energía solar térmica en México	41

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Costo de los energéticos	8
Gráfica 2.	Temperaturas de proceso en el sector de conservas alimenticias	9
Gráfica 3.	Flujo de efectivo de un proyecto termo – solar	10
Gráfica 4.	Energía renovable en el consumo final total de energía por sector, 2016	11
Gráfica 5.	Consumo final de energía en México	12
Gráfica 6.	Evolución de consumo de energía para generación de calor en México 2010 _ 2017 en sectores seleccionados	12
Gráfica 7.	Distribución del consumo de calor en México por tipo de fuente energética 2010 – 2017	13
Gráfica 8.	Comparativa de consumo de energía para generación de calor por tipo de fuente en sectores seleccionados.	13
Gráfica 9.	Consumo final de energía para calor en la industria en México en 2016.	14
Gráfica 10.	Comparación de demanda de calor y frío en diferentes industrias en México.	16
Gráfica 11.	Distribución general de la demanda de energía de la industria alimentaria en México.	16

Gráfica 12.	Demanda de calor de la industria alimentaria por estado del país.	17
Gráfica 13.	Capacidad instalada de energías renovables en el mundo por tipo de tecnología (GW).w	21
Gráfica 14.	Capacidad instalada de tecnologías solares en el mundo.	21
Gráfica 15.	Coletores solares de agua instalados, 20 países con mayor capacidad adicionada en 2018.	22
Gráfica 16.	Superficie instalada de plantas SHIP en México, por estado del país.	25
Gráfica 17.	Gráfica 17. Superficie instalada de plantas SHIP en México, por tipo de colector (m ₂)	25
Gráfica 18.	Comportamiento mensual del precio de combustibles en México y precios de referencia internacional (pesos/Gigajoule).	31
Gráfica 19.	Precio promedio de energéticos en México (periodo nov.2018 - oct.2019)	32
Gráfica 20.	Comparativa del costo nivelado de energía	33
Gráfica 21.	Porcentaje respecto al consumo total de energía en la planta (kWheléctricos y kWh térmicos)	35
Gráfica 22.	Estructura en el uso de combustibles fósiles	36
Gráfica 23.	Costo de energéticos	36
Gráfica 24.	Estructura en el uso de combustibles fósiles	36
Gráfica 25.	Equipos utilizados para la generación de calor	36
Gráfica 26.	Distribución del consumo de calor en diferentes procesos	37
Gráfica 27.	Temperaturas utilizadas en los procesos.	37
Gráfica 28.	Flujo de efectivo de un proyecto termo solar	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Demanda de energía en sectores seleccionados	14
Tabla 2.	Criterios para la clasificación del tamaño de empresa asociada a la CANAINCA	18
Tabla 3.	Metodología	18
Tabla 4.	Proyectos SHIP en el mundo	23
Tabla 5.	Proyectos de calor solar en México	25
Tabla 6.	Modelos de negocio para adquirir calor solar	33
Tabla 7.	Principales clientes para los 3 modelos de negocio	34

LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

BMZ	Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo
CANAINCA	Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias
CF	Cooperación Financiera
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CIP	Limpieza en sitio (Clean in Place)
CO2 eq	Dióxido de carbono equivalente
CSP	Concentrated solar power
DE	Diagnóstico energético
DKTI Solar	Programa Energía Solar a Gran Escala en México
EE	Eficiencia energética
GEI	Gases efecto invernadero
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GJ	Gigajoule
GN	Gas Natural
KfW	Banco de desarrollo alemán
kg	kilogramo
kJ	Kilojoule
KPI	Indicadores de desempeño energético (abreviatura del término inglés Key Performance Indicator)
kWh	Kilowatt-hora eléctrico
kWht	kilowatt-hora térmico
l	litros
LCOH	Costo nivelado de la energía (Levelized Cost of Heat)
MAE	Medidas de ahorro de energía
MXN\$	Pesos mexicanos
N/D	No disponible
°C	Grado centígrado
PCI	Poder calorífico inferior
PSRI	Período simple de recuperación de la inversión
SHIP	Solar Heat for Industrial Processes



