

SOLARIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES

ASPECTOS PRÁCTICOS PARA UNA GESTIÓN ENERGÉTICA MÁS SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA

VTCAN: Red Canaria de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva
15 de septiembre de 2022

Pilar Navarro Rivero

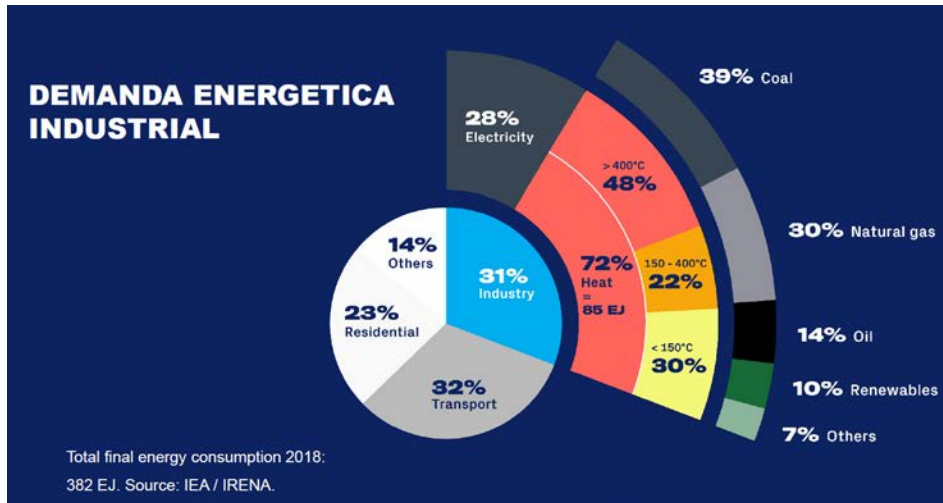
Jefe de Sección, Departamento de Energía Renovables

Instituto Tecnológico de Canarias

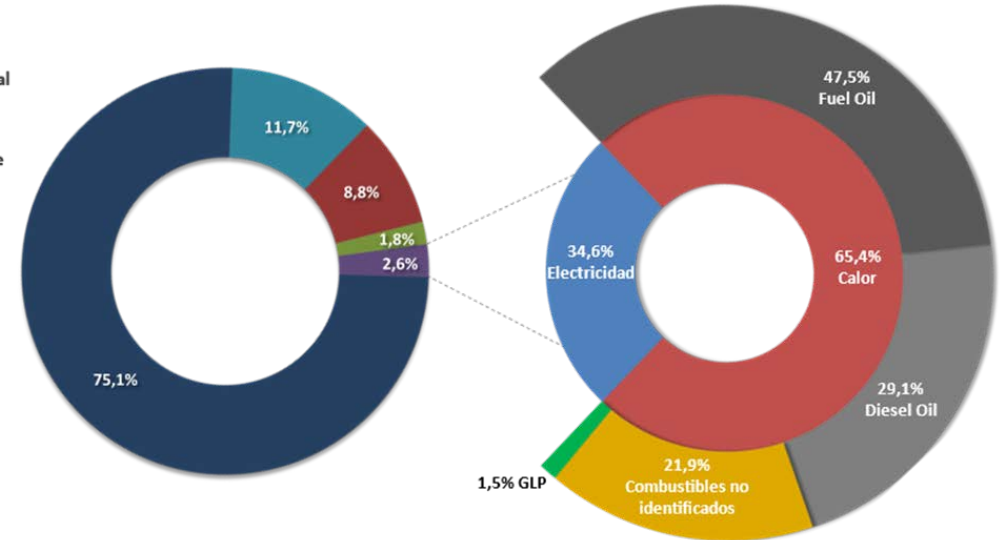
privero@itccanarias.org

Consumo de energía final en el sector industrial

El consumo de energía final de la industria en Canarias fue 1179,6 GWh (2019, Anuario Energético de Canarias)

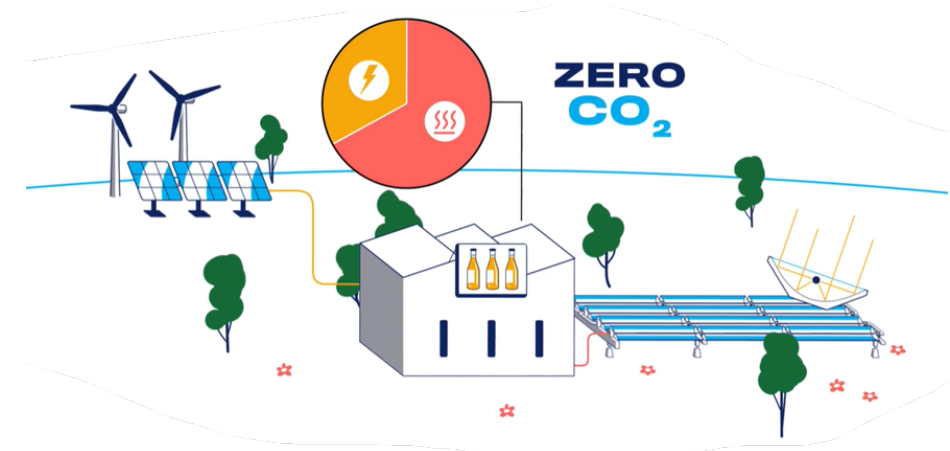


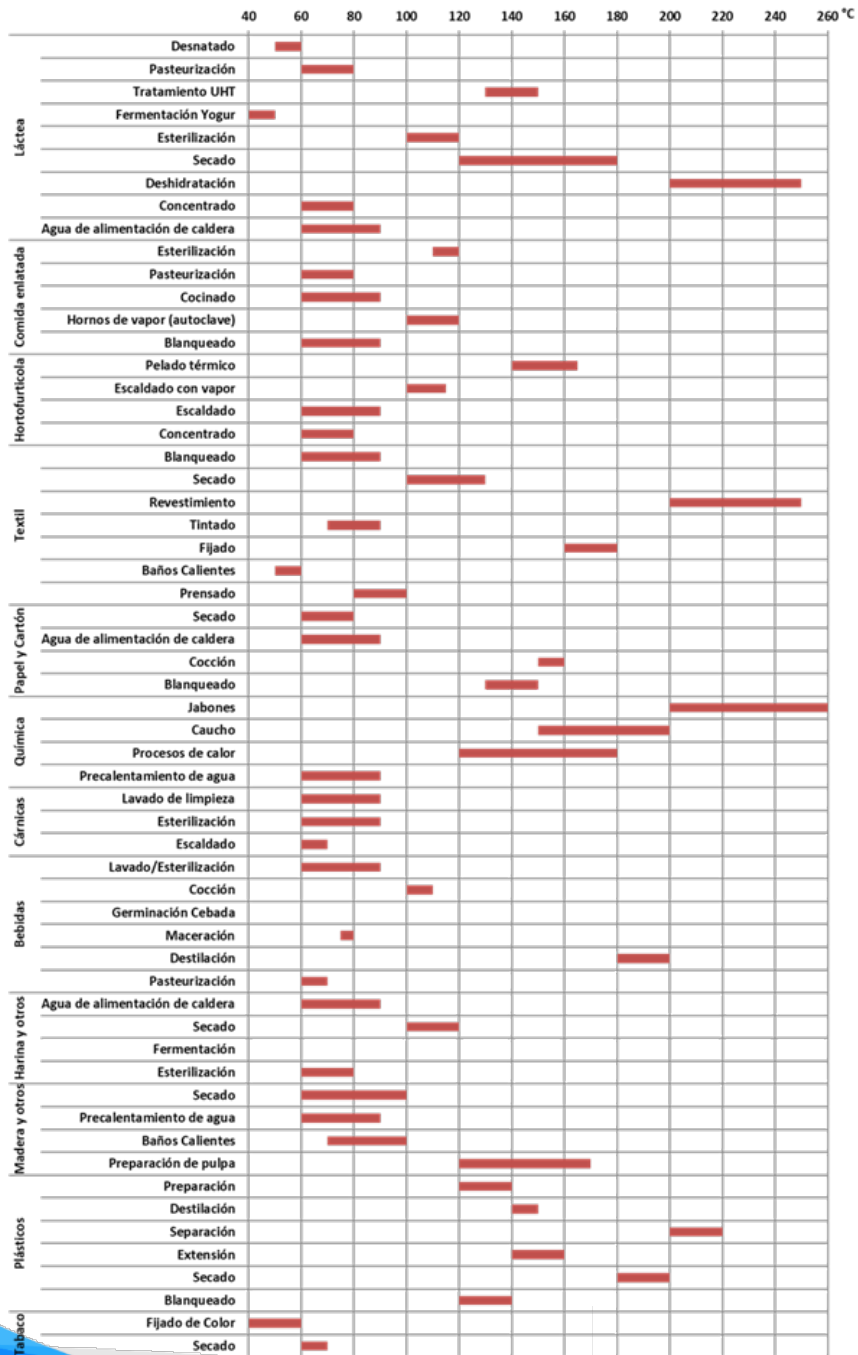
■ Residencial
■ Otros
■ Industria
■ Transporte
■ Servicios



- Territorio ultraperiférico y fragmentado
- Sistemas energéticos aislados, importación de combustibles fósiles
- Están alejadas de centros de aprovisionamiento energético
- No existen infraestructuras de redes de distribución de gas natural
- Recurso solar elevado

Condiciones óptimas para la viabilidad económica de las instalaciones SHIP (Solar Heat for Industrial Processes)

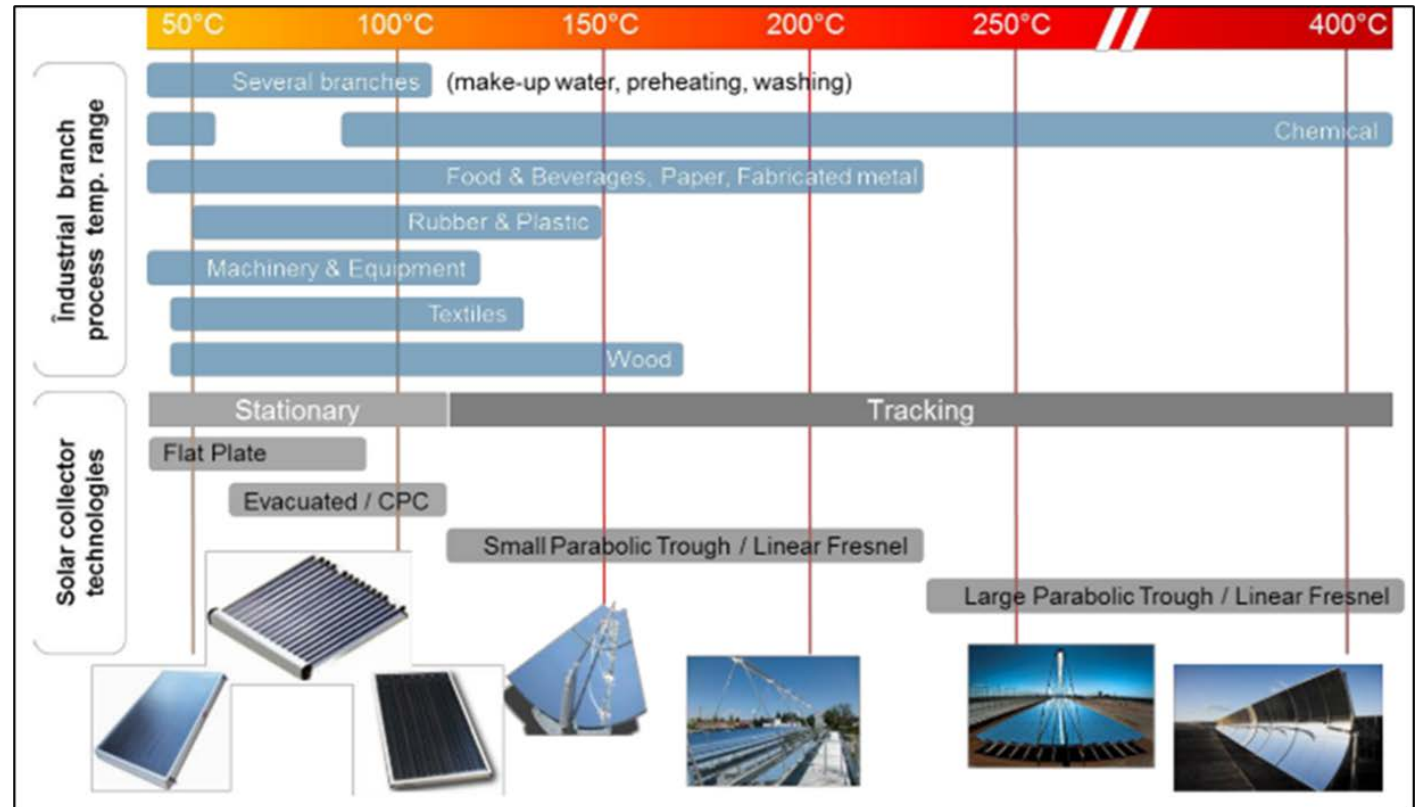




Procesos industriales de mayor potencial:

Esterilización, pasteurización, secado, hidrolización, destilación y evaporación, lavado y limpieza, y polimerización.

La industria alimentaria, láctea y cervecera destacan como las de mayor potencial para la integración solar



Tecnologías solares disponibles para sistemas SHIP

Baja temperatura $T^a < 100^{\circ}\text{C}$

- Placa plana (FPC)
- Tubulares de vacío (ETC)

Certificación Solar Keymark

<https://solarkeymark.eu/>



© Casolar, Solar payback. Industria automoción, 2020



© Enersolve, Solar payback. Industria alimentaria, 2017

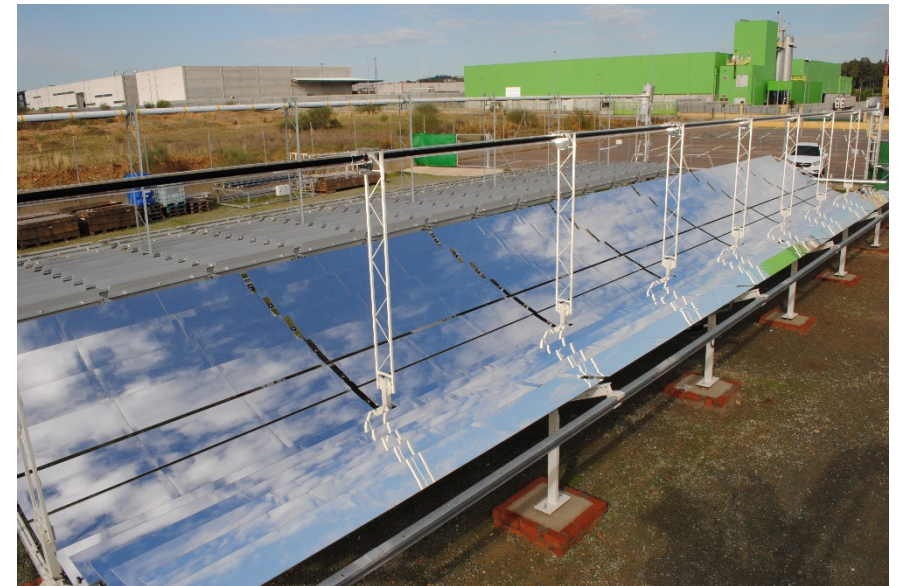
Media temperatura $100^{\circ}\text{C} < T^a < 400^{\circ}\text{C}$

- Lineales de Fresnel (LFC)
- Cilindro-parabólicos (PTC)

<https://www.solar-payback.com/suppliers/>



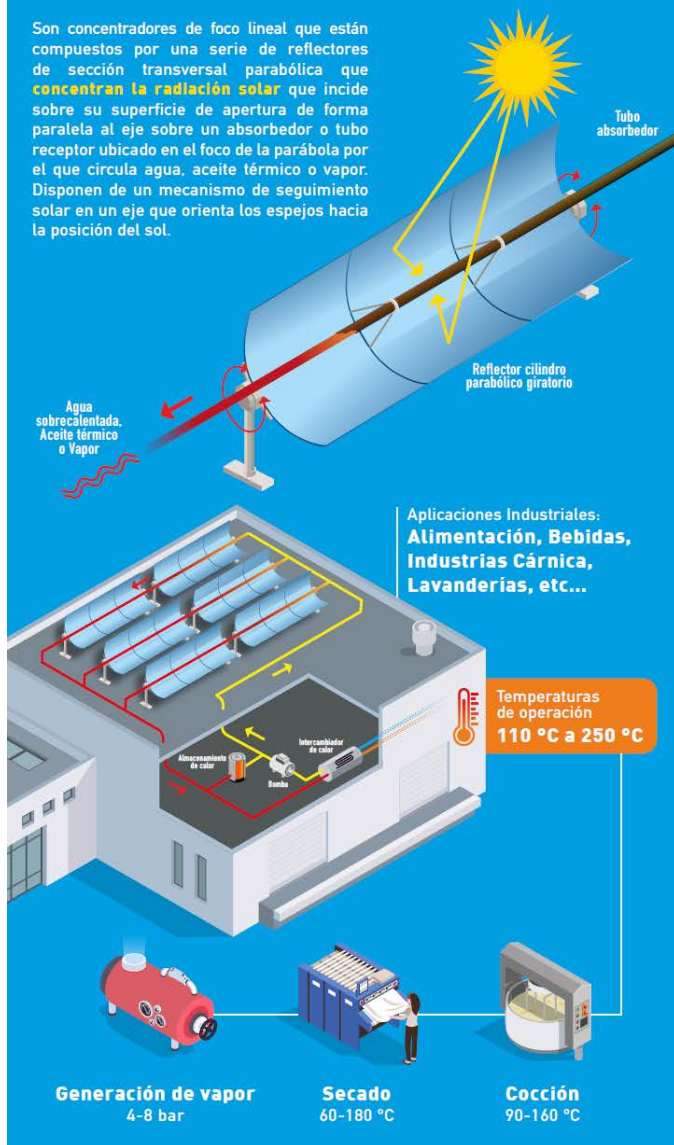
© Soliterm, Solar payback, 2021



© Rioglass Solar, Solar payback. Tratamiento de aguas residuales, 2019

Captadores Solares Cilindro Parabólicos

Son concentradores de foco lineal que están compuestos por una serie de reflectores de sección transversal parabólica que **concentran la radiación solar** que incide sobre su superficie de apertura de forma paralela al eje sobre un absorbedor o tubo receptor ubicado en el foco de la parábola por el que circula agua, aceite térmico o vapor. Disponen de un mecanismo de seguimiento solar en un eje que orienta los espejos hacia la posición del sol.



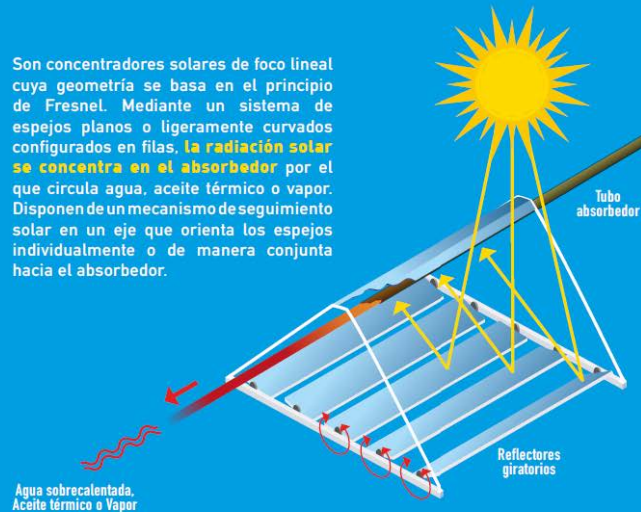
ACLIEMAC

Adaptación al Cambio Climático de los
Sistemas Energéticos de la Macaronesia

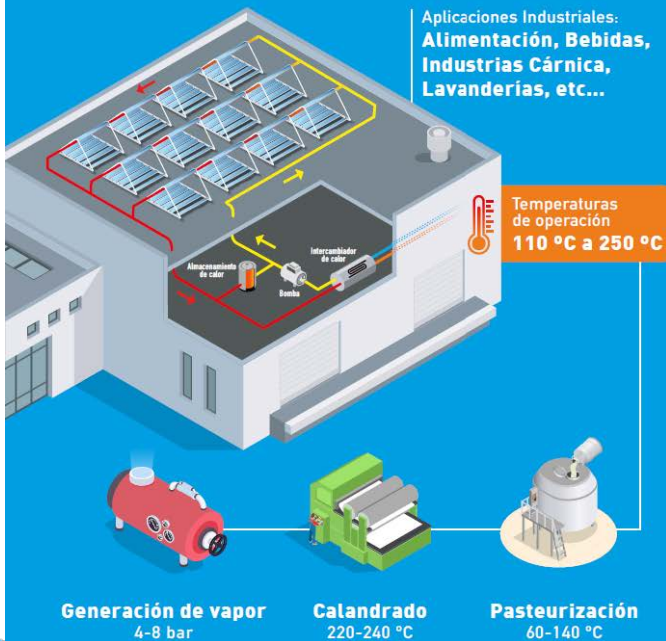
<https://www.acliemac.com/es/>

Captadores Solares Lineales de Fresnel

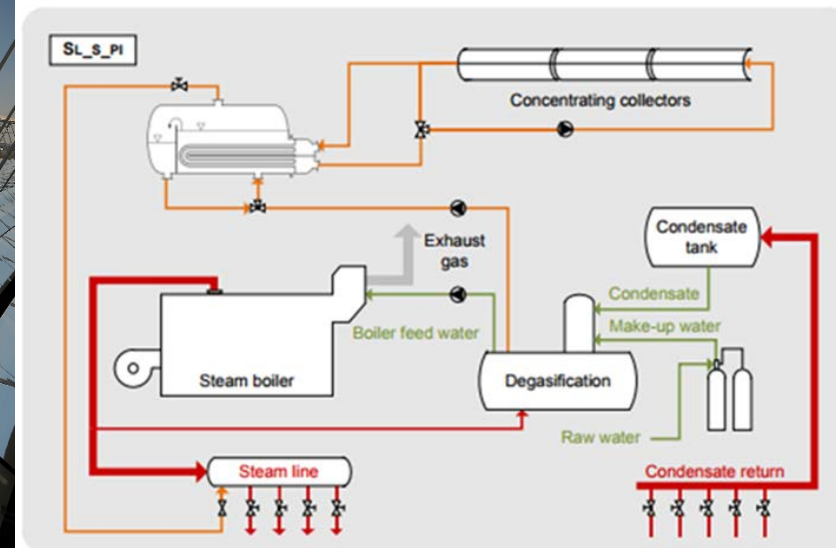
Son concentradores solares de foco lineal cuya geometría se basa en el principio de Fresnel. Mediante un sistema de espejos planos o ligeramente curvados configurados en filas, **la radiación solar se concentra en el absorbedor** por el que circula agua, aceite térmico o vapor. Disponen de un mecanismo de seguimiento solar en un eje que orienta los espejos individualmente o de manera conjunta hacia el absorbedor.



Aplicaciones Industriales:
Alimentación, Bebidas,
Industrias Cárnicas,
Lavanderías, etc...

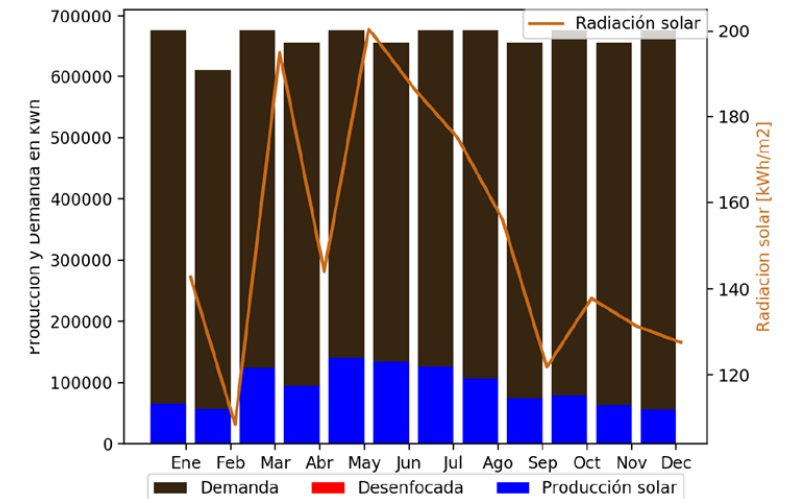
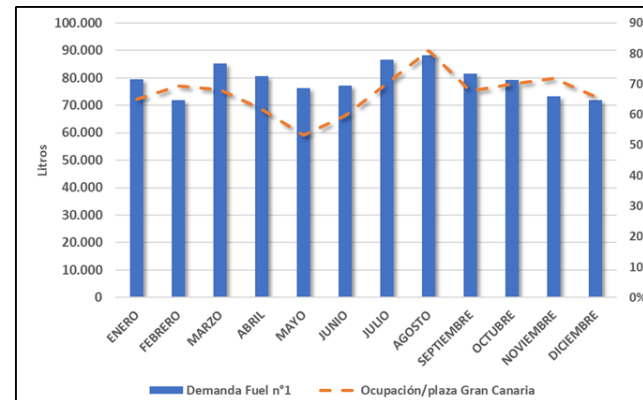
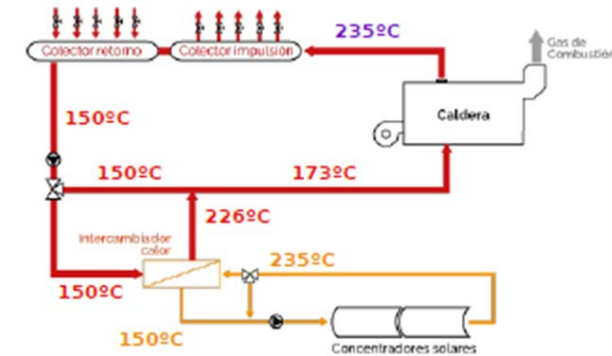
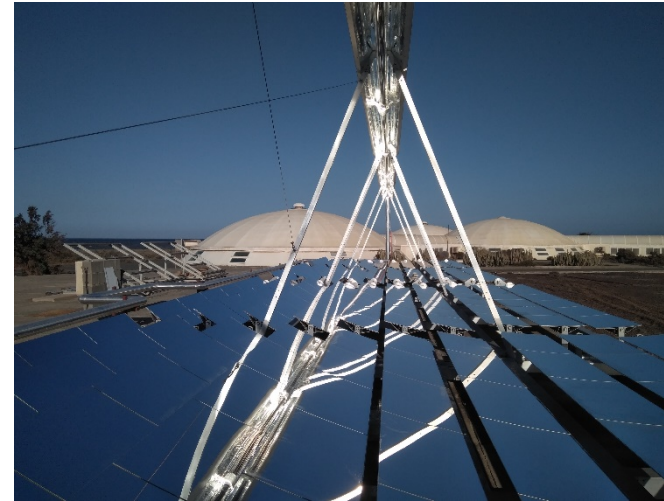


© Industrial Solar, Solar payback. Industria farmacéutica, 2017



Caso de estudio: Lavandería industrial

- Emisiones proceso calandrado: 2975,6 tCO₂/año
- Consumo del proceso: 7970 MWh/año
- 60 módulos Fresnel (5 filas de 12 módulos)
- Potencia instalada: 870 kW
- Área total ocupada en cubierta: 2376 m²
- Orientación Norte-Sur
- Producción solar: 1.123.575 kWh/año
- Fracción solar: 14,1% (máx.: 20,8%; min: 9,7%)
- Ahorro en emisiones de 303 tCO₂/año
- Coste de inversión SHIP: 549.526€
- Ahorro anual año 1: 63.089€
- TIR: 15,1%
- Payback: 8 años



Real Decreto 1124/2021, de 21 de diciembre, por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de los programas de incentivos para la implantación de **instalaciones de energías renovables térmicas en diferentes sectores de la economía**, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

<https://www.oficinasverdes.es/plan-de-recuperacion-de-canarias/subvenciones-abiertas/subvenciones-para-el-despliegue-e-integracion-de-energias-renovables-termicas/>

Plazo de presentación (01/06/2022 al 31/12/2023)

https://sede.gobiernodecanarias.org/sede/procedimientos_servicios/tramites/7280

“HEINEKEN España y ENGIE España han firmado un acuerdo para la construcción y puesta en marcha de una nueva planta de generación de energía termosolar 100% renovable (CSP, Concentrated Solar Power) en la fábrica de la cervecera en Sevilla.”, (25/05/2022), <https://www.engie.es/heineken-y-engie-nueva-planta-termosolar-en-sevilla/>

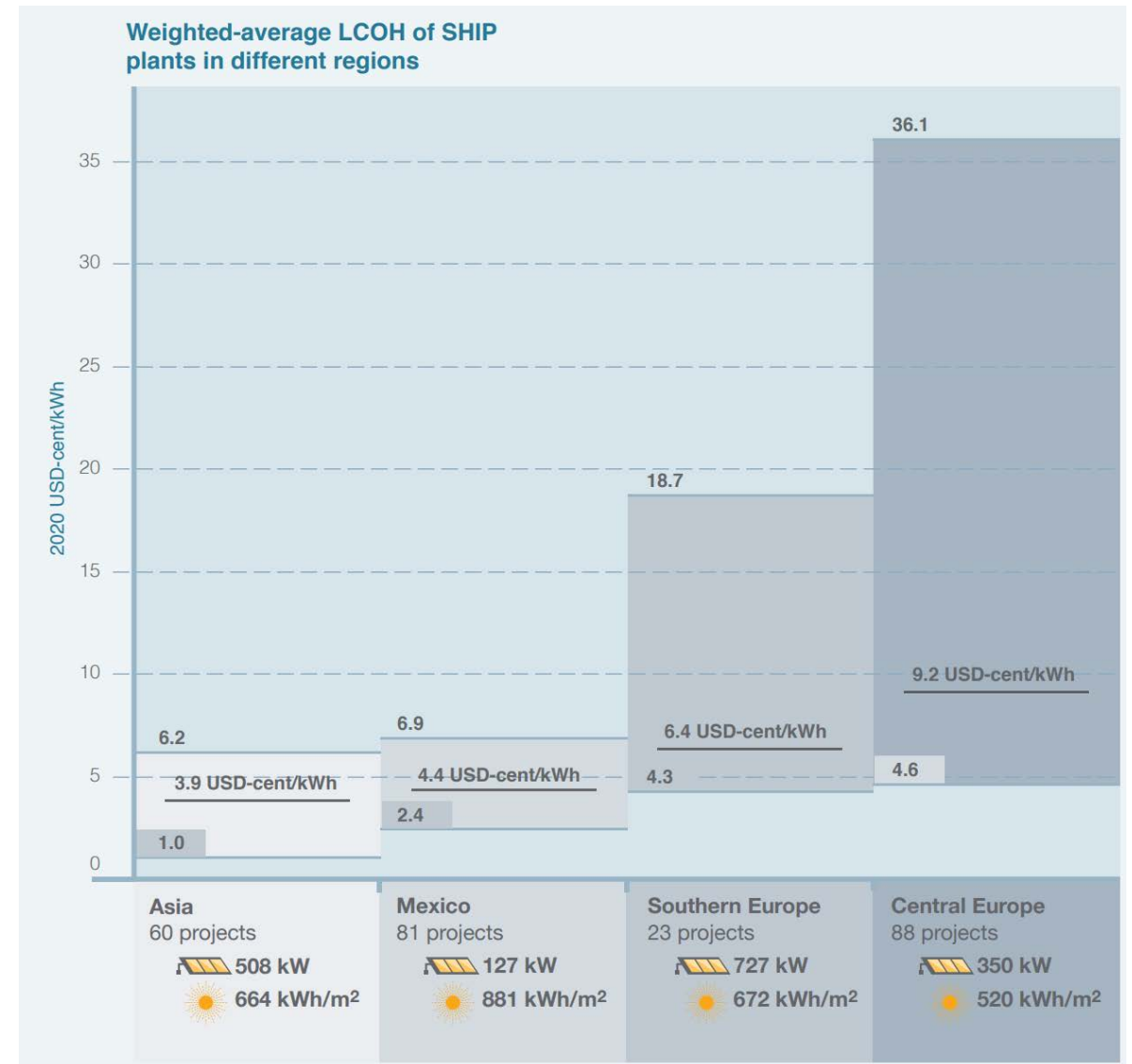
La instalación supondrá una reducción superior al 60% del consumo de gas fósil y de la huella de carbono de la industria en casi 7000 toneladas de CO₂ al año. La ESE es la responsable del diseño, instalación, gestión, mantenimiento y financiación del proyecto, materializado en un **contrato BOOT** (Construir, Poseer, Operar, Transferir) a largo plazo (sustitución de CAPEX por OPEX), para suministrar energía 100% renovable al cliente durante los próximos 20 años.

Instalaciones SHIP con tecnología de concentración

- En el mundo:
 - En 2017 la potencia instalada de generación de calor con tecnología de concentración solar era de 339 MW (484,958 m²)
 - En 2022 la potencia instalada se estima en 722 MW (1.036.120 m²) [x 2]

- En España:
 - La potencia instalada de generación de calor con tecnología de concentración solar era de 4 MW en 2020.
 - Se estima que en el año 2023 la potencia instalada alcanzará los 40 MW [x10]

- En Canarias:
 - Producción sistema SHIP concentración solar (150°C – 250°C): **700,7 kWh/m².año**



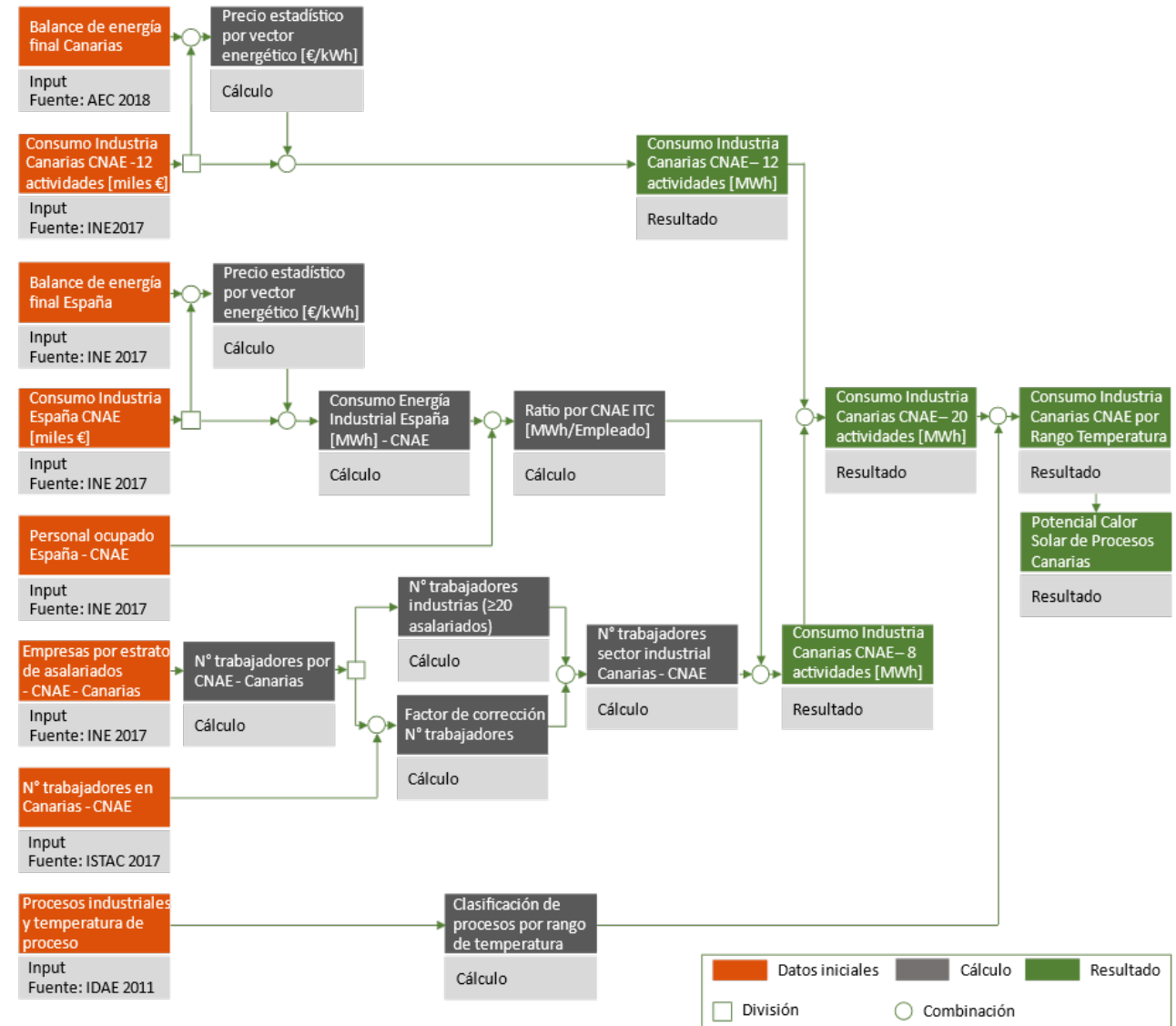
Cost trends of solar energy for heat in industry, Solar payback, 2021

Potencial Técnico para la integración de sistemas SHIP en Canarias



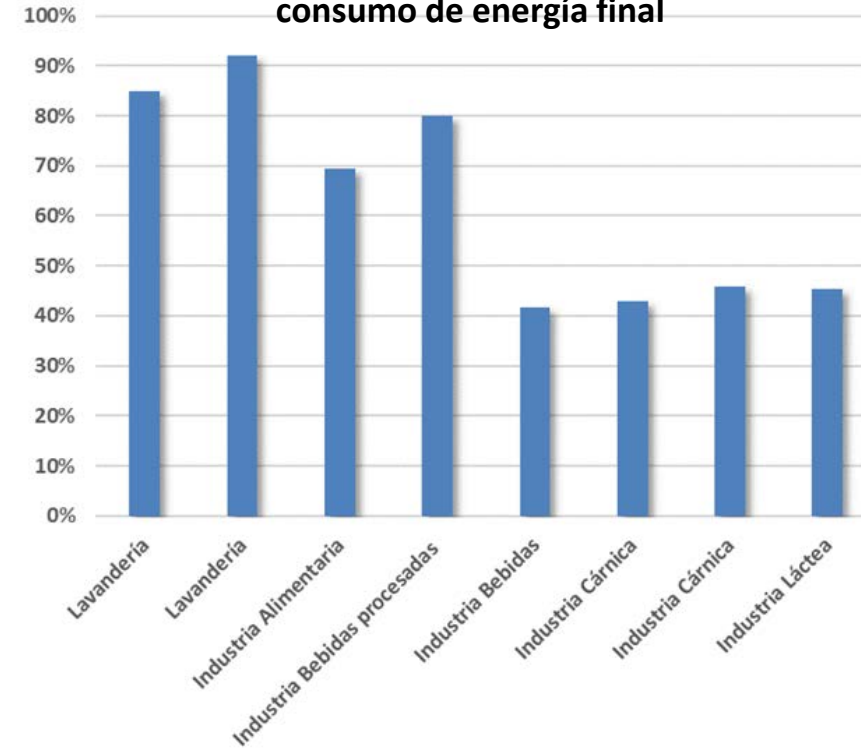
Fuentes de información:

- Instituto Nacional de Estadística, INE
 - Instituto Canario de Estadística, ISTAC
 - Anuario Energético de Canarias (2018)
 - Cuestionarios y visitas a industrias
- Actividades industriales con presencia en Canarias: Industrias con 20 o más empleados y cuya actividad principal figura incluida en las Secciones B y C de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-2009)
 - Actividades no industriales que consumen gran cantidad de combustible de uso industrial
 - BREF (*BAT References Documents*), Documentos de referencia europeos sobre las mejores técnicas disponibles

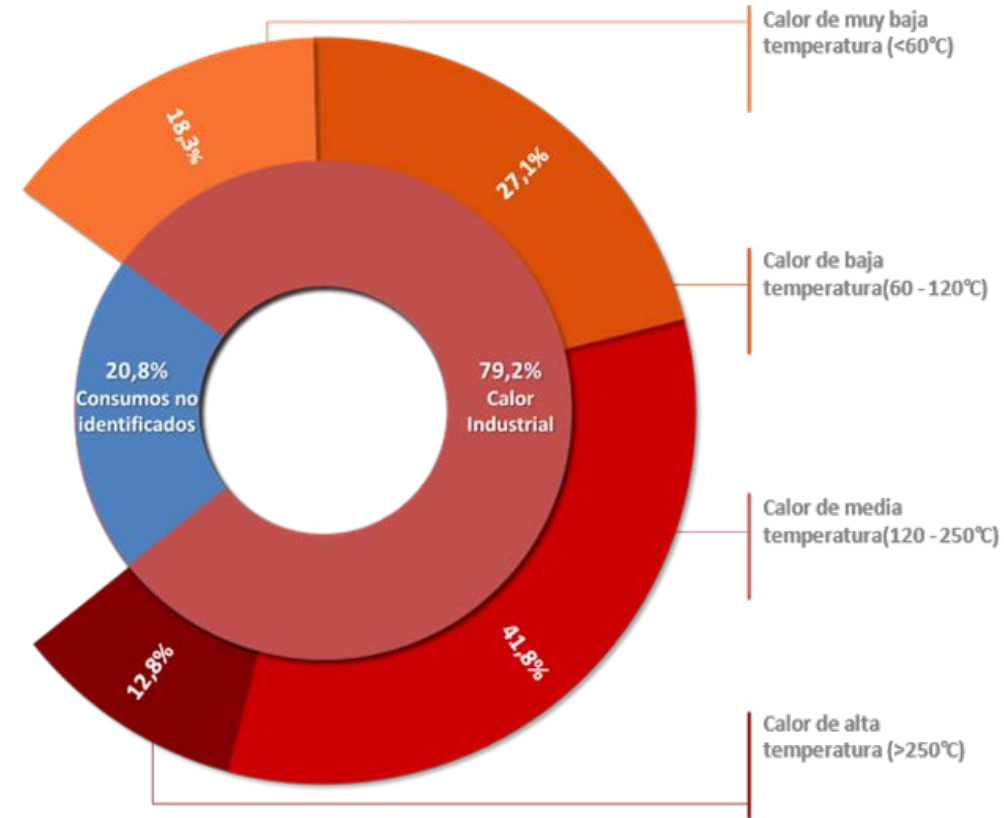


Industria	Procesos	Fluido térmico	Temperatura de operación [°C]
Lavandería	Calandrado	Aceite térmico	230
Alimentación	Secado	Agua sobrecalentada	110
Alimentación	Cocción	Vapor	150
Bebidas	Pasteurización	Vapor	180
Bebidas	Lavado y Pasteurización	Vapor	180
Cárnica	Limpieza	Vapor / Agua caliente	60
Láctea	Pasteurizado	Vapor	80

Consumo energético para usos térmicos vs. al consumo de energía final



Actividad Industrial (CNAE)	Calor de proceso [MWh]				Consumo <250°C [MWh]
	< 60°C	60-120°C	120-250°C	>250°C	
Productos cárnicos (10.1)	19 318,7	11 130,1	3 339,0	278,3	33 787,8
Pescados y marisco (10.2)	1 136,0	1 558,1	834,9	0,0	3 529,0
Frutas y hortalizas (10.3)	2 216,5	5 631,5	5 509,1	657,2	13 357,2
Productos lácteos (10.5)	14 272,3	25 167,3	24 077,8	435,8	63 517,4
Molinería y almidones (10.6)	1 793,0	4 545,6	0,0	0,0	6 338,6
Panadería y pasta (10.7)	38 316,0	6 069,9	53 490,7	0,0	97 876,5
Otros productos alimenticios (10.8)	2 012,3	7 714,0	7 781,1	1 459,0	17 507,4
Alimentación animal (10.9)	234,7	2 993,5	2 406,8	0,0	5 634,9
Bebidas (11.0)	13 484,5	40 755,3	0,0	0,0	54 239,7
Tabaco (12.0)	0,0	9 660,9	0,0	0,0	9 660,9
Madera y corcho (16.0)	12 937,0	6 092,9	667,7	1 836,2	19 697,6
Pasta de papel y cartón (17.1)	2 253,5	6 242,0	14 713,9	7 505,0	23 209,3
Productos de papel y cartón (17.2)	1 593,6	3 990,1	15 644,2	5 717,6	21 228,0
Productos químicos (20.1)	0,0	2 104,3	8 417,2	0,0	10 521,5
Pinturas y barnices (20.3)	63,9	778,7	4 305,6	978,1	5 148,2
Jabones y cosméticos (20.4)	1 697,2	419,6	1 749,1	848,5	3 865,9
Productos de caucho (22.1)	520,0	746,0	547,6	25,7	1 813,5
Productos de plástico (22.2)	2 829,7	4 059,6	2 797,7	140,0	9 869,0
Tratamiento de metales (25.6)	2 357,8	3 627,4	834,3	0	6 819,6
Lavanderías (96.0)	0,0	29 814,0	119 256,1	0	149 070,2
Total	117 036,7	173 100,8	266 554,7	81 542,3	556 692,2



El 87,2% del consumo energético se emplea en procesos con temperaturas de operación < 250°C

Limitaciones sobre el potencial teórico:

- Disponibilidad de espacio en cubiertas o zonas anexas
- Capacidad portante de cubiertas
- Aplicación de medidas de eficiencia energética en los procesos industriales
- Potencial para la recuperación de calor residual
- Fracción solar de diseño de las instalaciones SHIP
- Procesos industriales que requieren temperaturas superiores a 250°C

(Lauterbach et al., 2012), (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2011), visitas y cuestionarios a industrias: **Limitación del 60%**

(Solar Process Heat (SO-PRO), 2011), (Cotrado et al., 2014), (Murray et al., 2017), visitas y cuestionarios a industrias: **Fracción solar: 35%**

Temperatura		Potencial Teórico [MWh]	Superficie solar [m ²]	Potencia Instalada [MW]
Baja y media temperatura	< 60°C	117 036,7	19 564,3	13,7
	60-120°C	173 100,8	28 936,2	20,3
	120-250°C	266 554,7	53 254,6	32,0
TOTAL	Hasta 250°C	556 692,2	101 755,2	65,9

Factores de oportunidad

- Las instalaciones SHIP permiten reducir la dependencia de los costes energéticos en un mercado tan volátil como el de los combustibles fósiles (especialmente interesantes en pequeñas y medianas industrias)
- Reducción de gases de efecto invernadero, GEI, como el CO₂, SO₂, etc., contribuyendo al cumplimiento de normativas cada más restrictivas con respecto a la emisión de GEI.
- Refuerzan la imagen y el compromiso de la marca con la sostenibilidad energética revalorizando su reconocimiento social.
- Las tecnologías de generación de calor solar, especialmente las estacionarias, pueden ser fabricadas de forma local y de esta forma proporcionar una mutua estrategia de refuerzo al tejido industrial regional

Reflexionar acerca del apoyo financiero de los gobiernos a las instalaciones SHIP, puesto que pueden resultar una alternativa viable económicamente con respecto a la continuidad de los subsidios al combustible fósil

Imprescindible generar una mayor conciencia y conocimiento de los beneficios de las instalaciones SHIP en el sector industrial y proporcionar mecanismos para acceder a la financiación

Promover proyectos demostrativos en las actividades industriales de mayor potencial identificadas en cada región para que sean referentes para otras industrias del mismo sector



Pilar Navarro Rivero
Jefe de Sección
Departamento de EERR
Instituto Tecnológico de Canarias
privero@itccanarias.org

Muchas gracias por su atención



www.itccanarias.org



<https://www.facebook.com/ITC.Gobcan>

<https://twitter.com/itccanarias>

<https://www.youtube.com/cognosfera>



<http://www.flickr.com/photos/institutotecnologicodecanarias/>

<https://es.scribd.com/user/27734441/Cognosfera>

http://pruebas.itccanarias.org/itc_virtualtour/