

GUÍAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA



Juan Carlos Martínez Escribano
Comité Técnico ASIT

GUÍAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Guías desarrolladas entre 2020 y 2023

Recogen la experiencia de más de 40 años

Destacar:

- Evolución de una tecnología madura
- Ventajas e inconvenientes (Sencillez, tamaño mercado, ...)

Aplicación de las guías:

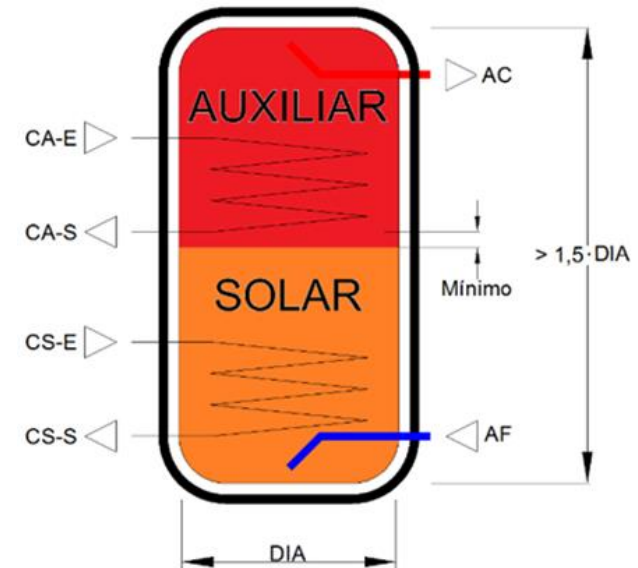
- Actualización de conocimientos sector
- Planes de rehabilitación. Auditorías
- Aplicaciones industriales. Estudios de viabilidad



GUÍA TÉCNICA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Mejoras e innovaciones:

- Conocimiento y gestión del vapor
- Integración auxiliar y solar
- Centralización instalaciones
- Sistemas de acumulación
- Hibridación



CRITERIO	SOLAR TÉRMICA	SOLAR FOTOVOLTAICA
Las sombras afectan	globalmente	global y puntualmente
La suciedad en la cubierta tiene	escasa influencia	elevada importancia
Rendimiento medio (%)	40-60	10-20
Producción energía (kWh/a.m ²)	900	300
Emisiones instalación (kgCO ₂ /m ²)	50	250
Huella carbono (gr CO ₂ /kWh)	2	30
Fabricación captadores/paneles	Nacional y cercana	Exterior y lejana

GUÍA PRÁCTICA PARA REHABILITACIÓN

- Reconocer la problemática en sector residencial: aumento mercado, cambio de cliente y falta de conocimientos.
- Complementar sector oferta con formación y auditorías
- Poner en valor inversiones en instalaciones de hasta 5 Mm2
- Viabilidad técnica y económica:

TIPO DE INSTALACIÓN SOLAR	Coste Inversión	Aporte energético	Coste equivalente en 25 años	PRS inversión a 100 €/MWh
	€/m2	KWh/m2.a	€/MWh	años
Nueva	600	800	30	7,5
Rehabilitación 20%	120	800	6	1,5
Rehabilitación 10%	60	800	3	0,8

CRITERIOS GENERALES

PARÁMETROS DE DISEÑO

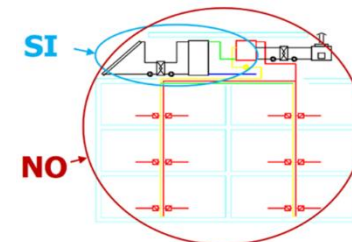
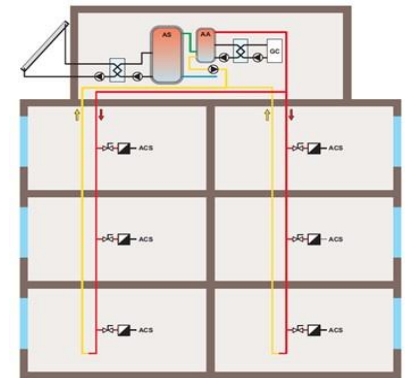
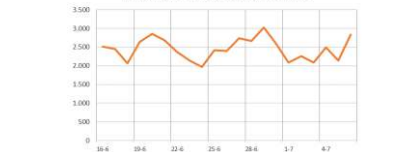
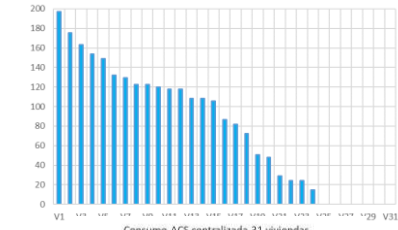
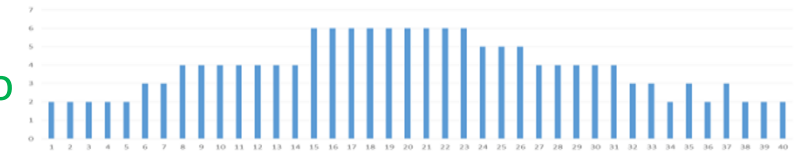
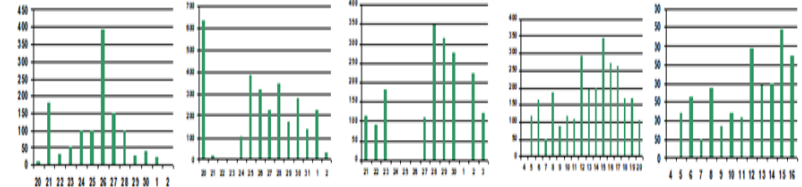
- Los consumos de ACS son siempre muy variables entre cero y un máximo
- IST bien diseñada no tiene problemas de sobrecalentamiento. Sobredimensionado solo afecta a la rentabilidad económica

CONFIGURACIONES BÁSICAS

- Ventajas de las centralizaciones
- Por coste y eficiencia
- Gastos comunes e individuales

CÁLCULO DE PRESTACIONES ENERGÉTICAS

- Instalaciones que aportan más energía
- Diseño y dimensionado para cumplir reglamentación
- La orientación, inclinación y sombras
- Cálculo en edificios multivivienda



REVISIÓN DE CASOS PRÁCTICOS

1. PROTECCIÓN FRENTE ALTAS TEMPERATURAS

- Usuario
- Instalación
- Seguridad intrínseca

2. FIABILIDAD DE FUNCIONAMIENTO

- Sistema de expansión
- Estanqueidad de circuitos
- Sistemas de medida, eléctrico y de control

3. EFICIENCIA: PÉRDIDAS TÉRMICAS

4. MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD

PROTECCIÓN FRENTE ALTAS TEMPERATURAS

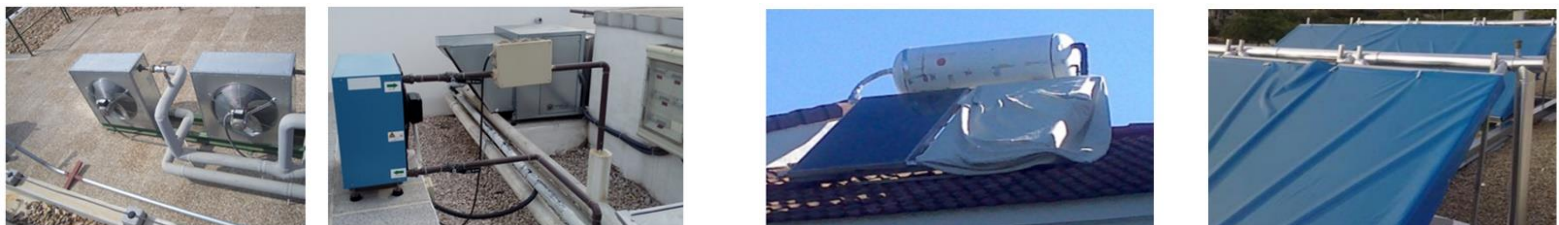
AL USUARIO



INSTALACIÓN



REDUCCIÓN DE TEMPERATURAS



FIABILIDAD. EXPANSIÓN

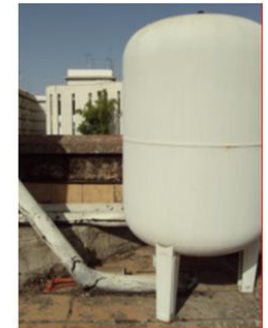
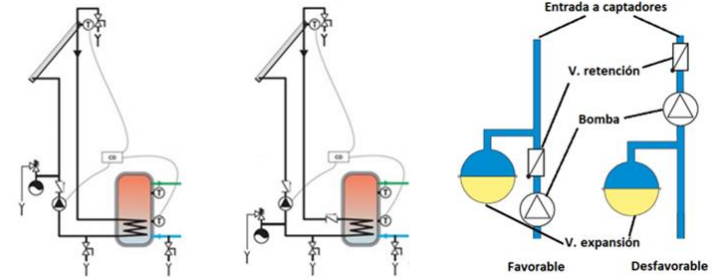
Circuito estanco y presurizado

Presiones de trabajo

- Mínima: evitar entrada de aire
- Máxima: absorber expansión y evitar salida fluido

Sistema de expansión

- Dimensionado
- Diseño e instalación



P(kg/cm ²)	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	2,0
T(°C)	99,1	101,7	106,5	110,7	114,5	118,0	119,6	126,8	132,9
P(kg/cm ²)	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
T(°C)	138,2	142,9	147,5	152,1	154,8	158,1	161,2	164,2	166,9

FIABILIDAD. ESTANQUEIDAD

Circuito de vapor: materiales, valvulería, conexiones y juntas

Purga automática

NO

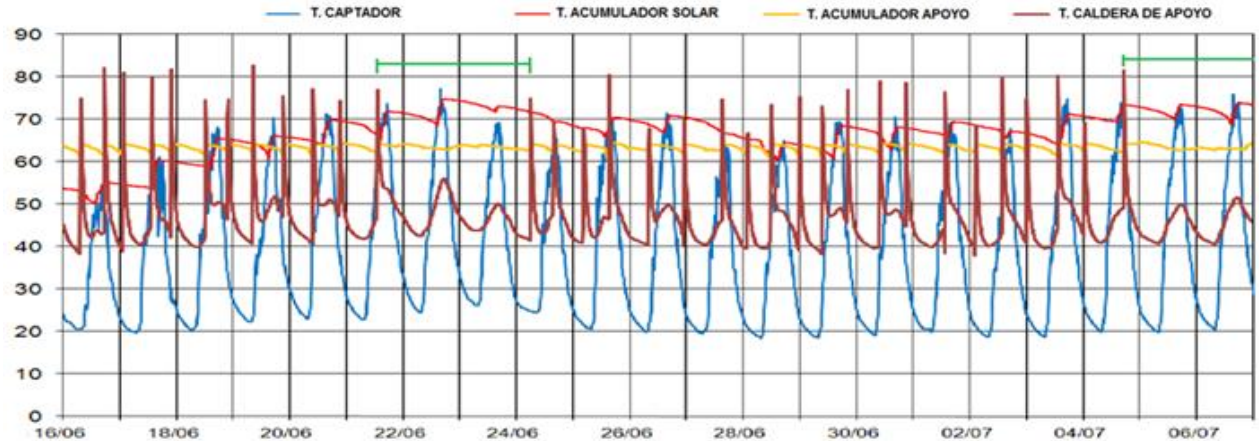


Purga manual

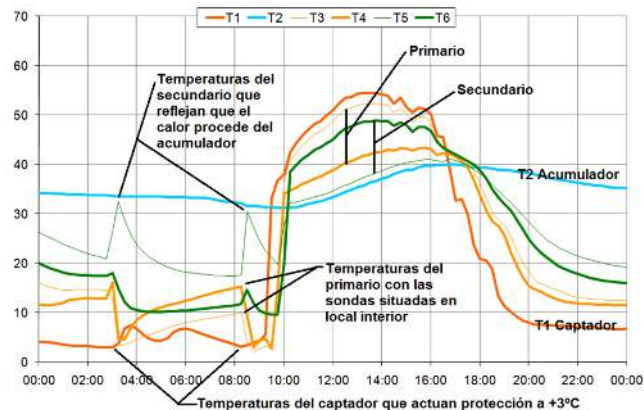
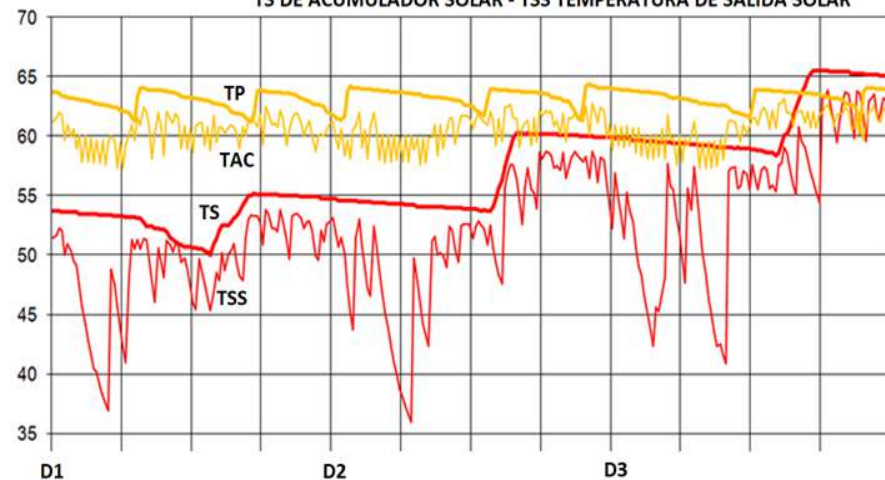
SI



FIABILIDAD. MEDIDA, ELÉCTRICO Y CONTROL



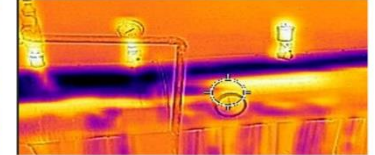
TEMPERATURAS (°C): TP DE PREPARACIÓN ACS - TAC SALIDA DE AGUA CALIENTE
TS DE ACUMULADOR SOLAR - TSS TEMPERATURA DE SALIDA SOLAR



EFICIENCIA. PÉRDIDAS TÉRMICAS

Rendimiento global: $\eta_{IST} = \eta_{CAP} * \eta_{INT} * \eta_{ACU} * \eta_{CIR} * \eta_{CON}$
 $0,60 = 0,75 * 1 * 1 * 0,80 * 1$

Continuidad, calidad y espesores



MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD

Diseño de la protección sistemas al exterior

Previsiones de limpieza de cubiertas

Experiencia de durabilidad superior a 40 años

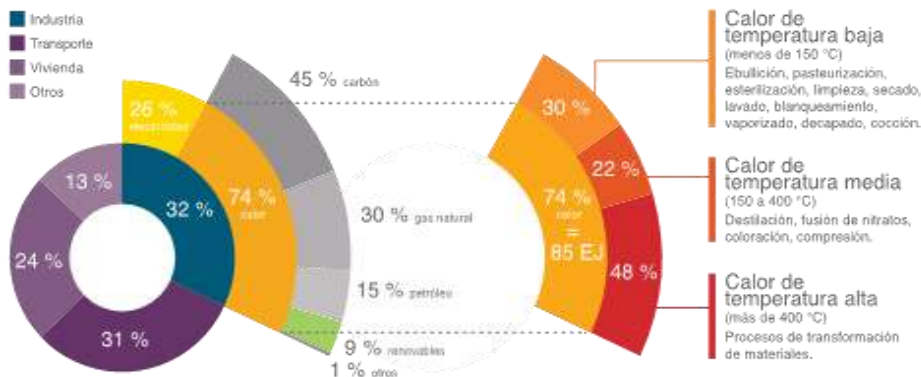


GUÍA DE EST PARA PROCESOS INDUSTRIALES

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA Y MERCADO SOLAR TÉRMICO POTENCIAL

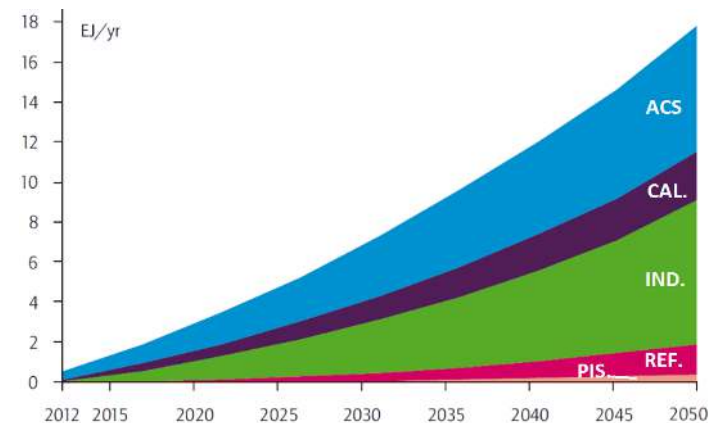
- Calor **50%** - transporte **30%** - electricidad **20%** (Datos IEA 2021)
- Calor: industria 51% - calefacción y ACS edificios 46 % - agricultura 3%
- Energía en la industria: 74% calor y 26% electricidad
- Por nivel térmico un 30% es demanda a baja temperatura <150°C
- Potencial producción solar térmica en 2050: 16,5 EJ
- En aplicaciones industriales 7,2 EJ/año (4.500 Mm2)

GRAN DEMANDA DE CALOR EN LA INDUSTRIA A NIVEL GLOBAL



CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA FINAL 2014: 360 EJ (EXAJULIO, véase glosario página 17); IEA [1]

IRENA [2]



GUÍA DE EST PARA PROCESOS INDUSTRIALES

Consumos de energía (GWh) en la industria (España 2019):

Combustibles y otros	Consumo de electricidad	Calor para procesos	Calor a baja y media temperatura	
160.900	75.925	150.795	72.285	47,9 %

Potencial solar térmico: 13.341.000 m²

ENERGÍA APORTADA (MWh)			MERCADO POTENCIAL (MW)		
T < 60	60 < T < 120	Total BT	T < 60	60 < T < 120	Total BT
3.472.362	6.471.938	9.926.537	3.642	5.697	9.339

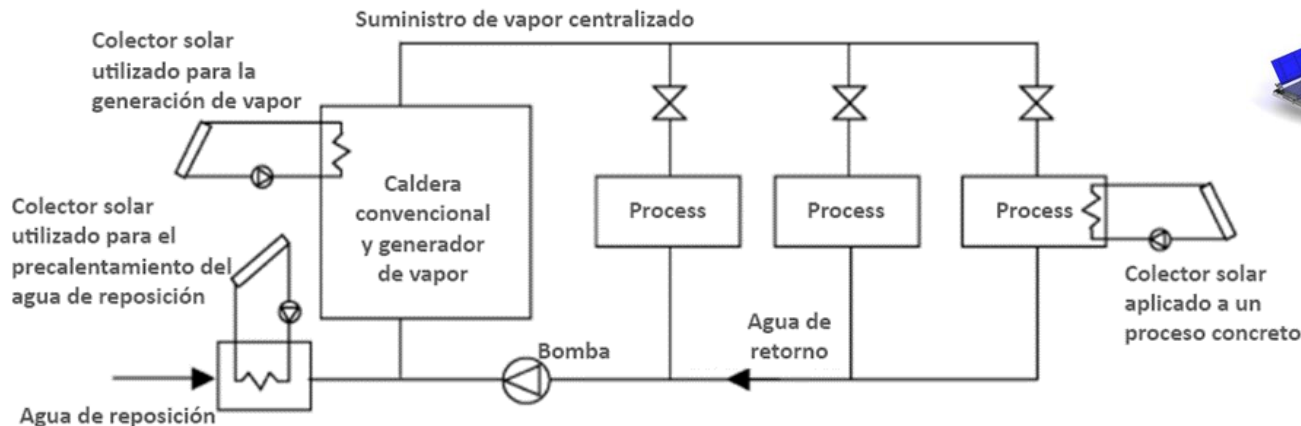
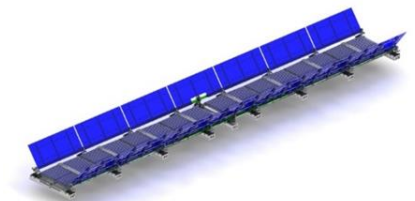
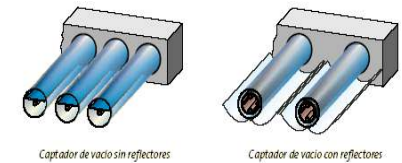
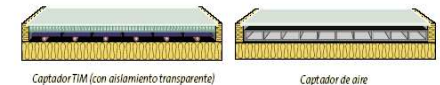
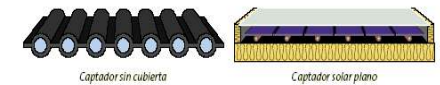
TECNOLOGÍA E INTEGRACIÓN

TECNOLOGÍAS

- Captadores sin/con concentración
- Almacenamiento térmico
- Diseño (Temperaturas, rendimientos, contribución)
- Comunidades energéticas y sistemas urbanos

INTEGRACIÓN

- Hibridación (Consumos térmicos, ESEs,...)
- Formas (Precalentamiento, en retornos y en procesos)



ESTADO ACTUAL, BARRERAS Y PROPUESTAS

ESTADO ACTUAL

- Proyectos e instalaciones existentes
- Marco estratégico actual
- Agentes que intervienen en el sector



IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS

- Rentabilidad económica
- Huella de carbono y ciclo de vida
- Desconocimiento de la tecnología solar térmica
- Disponibilidad de emplazamientos
- Regulación y normativa



PROPUESTAS DE DESARROLLO

- Soluciones de futuro (2050)
- Propuestas a largo plazo (2030)
- Medidas más inmediatas (2024)



CASOS DE ESTUDIO Y EJEMPLOS DE INSTALACIONES

Sector Industrial	Proceso Industrial	Localización	Sup. (m ²)	Tipo de captador
Depuración de aguas	Secado de lodos en EDAR	Málaga	18.863	CSV c/reflector
Agroalimentario	Proceso de secado de malta	Madrid	81.500	CS Plano
Agroalimentario	Productos lácteos en polvo	Valladolid	11.400	CS Plano
Redes de Calor	Red de calor en polígono industrial	Barcelona	3.200	CS Vacío
Agroalimentario	Elaboración de vinos	La Rioja	65	CS Vacío
Agroalimentario	Elaboración de vinos	Barcelona	90	CS Vacío
Lavado de vehículos	Lavado de cisternas	Zaragoza	320	Panel híbrido
Lavanderías	Lavandería industrial	Huesca	126	Panel híbrido
Industria cárnica	Lavado y esterilización matadero	Murcia	1.976	CSP gran formato
Desaladoras	Desalación de agua	Almería	848	CSP y espejos c/seg.
Mezclas bituminosas	Calentamiento y secado de áridos	Madrid	4.549	CSV con reflector
Lavanderías	Lavandería industrial	Tenerife	909	CSP gran formato
Agroalimentaria	Lavado de botellas de vinos	Badajoz	497	CS Plano
Agroalimentaria	Pasteurización de productos lácteos	Las Palmas	497	CS Plano
Agroalimentaria	Deshidratado producto agroindustrial	Chiloeches	5.000	Captador de aire

SIMULADOR DE ESTUDIOS DE VIABILIDAD

Complemento de esta guía

Herramienta de cálculo basada:

- 5 procesos normalizados
- 5 zonas geográficas
- 5 tecnologías
- Para sustituir distintas fuentes
- Selección fracción solar objetivo
- Datos económicos de referencia

Resultados:

- Superficie (m²) y aporte energía
- Rentabilidad inversión (TIR)
- Coste equivalente energía (LCOH)



GUIA SOLAR TÉRMICA EN INDUSTRIA
Simulador de viabilidad. (versión junio 2022)

DATOS GENERALES

Nombre del proyecto	Ejemplo
Empresa	
Autor de la simulación	
Teléfono	email

PARÁMETROS TÉCNICOS

Demanda proceso industrial [MWh/año]	2400	Aportación Solar [kWh/m ² .año]	883,6
Selección Localidad	Barcelona	Área de captación solar [m ²]	2121,8
Selección Captador Solar	CONCENTRADOR CON ETC-CPC		
Selección Proceso	Secado		
Set Cobertura Solar Objetivo	75%		
Fuente de energía convencional	Gas natural		
Eficiencia del sistema de generación de energía convencional [%]	80		



Resultados Simulaciones		
Fracción Solar [%]	Aportación Solar [kWh/m ² .año]	Superficie [m ²]
30%	913,6	2709,6
40%	906,3	2571,9
60%	898,0	2489,7
75%	885,4	2312,2

PARÁMETROS FINANCIEROS Y DE INVERSIÓN

Coste estimado por m ² apertura	450	€/m ²
Coste de energía convencional bruto	33,19	€/MWh PCI
Coste de energía convencional (neto)	41,49	€/MWh útil
Coefficiente de emisiones de CO ₂ (asignado a la fuente de energía convencional)	0,2	ton CO ₂ /MWh
Precio de CO ₂ evitado	20	€/ton CO ₂ evitado
Coste estimado de operación y mantenimiento	2	% anual
Incremento anual del coste de la Energía estimado	2	% anual
Inflación general. % Anual estimado	1	% anual
Vida útil estimada de la instalación (valor máximo 30 años)	30	Años
Porcentaje de subvenciones	50	%

RESULTADOS FINALES

Aportación solar	883,6	kWh/m ² .año
Superficie de apertura	2121,84	m ²
Emisiones de CO ₂ evitadas durante la vida útil	11249,15	ton CO ₂
Coste de Inversión total	954828,00	€
Coste de Inversión menos subvenciones	477414,00	€
Rentabilidad del proyecto TIR	18,09%	
Estimación de coste nivelado de la energía	25,01	€/MWh

Nota:
Esta hoja de cálculo ha sido realizada como complemento a la Guía de Energía Solar Térmica en Industria publicada por IDAE.
Herramienta e-IAE para usuarios de Excel 2003 y posteriores.
Su utilización está limitada a las ciudades, tecnologías y procesos indicados.
El carácter de los resultados es orientativo y en ningún momento sustituye a los cálculos de detalle que deben ser realizados por técnicos competentes para el diseño de las instalaciones que se simulan.

GUÍAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Muchas gracias por su atención

juancarlosmartinezscribano@yahoo.es

