

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

ESTUDIO TÉCNICO
PER 2011-2020



IDAIE

Instituto para la Diversificación
y Ahorro de la Energía

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Coordinador de la edición de Estudios Técnicos PER 2011-2020:

Jaume Margarit i Roset, Director de Energías Renovables de IDAE

Título: Evaluación del potencial de la energía solar térmica en el sector industrial.
Estudio Técnico PER 2011-2020

Madrid, 2011

Autores:

EnergyXperts: Hans Schweiger (coord.), Claudia Vannoni, Irene Pinedo Páscua,
Enrico Facci, David Baehrens, Marius Koch

ECLAREON: David Pérez, Lucas Mozetic

Coordinación y revisión IDAE: Carlos Montoya, Andrés Paredes, Raquel Vázquez

El presente estudio ha sido promovido por el IDAE en el marco de la elaboración del Plan de Energías Renovables (PER) en España 2011-2020. Aunque el IDAE ha supervisado la realización de los trabajos y ha aportado sus conocimientos y experiencia para su elaboración, los contenidos de esta publicación son responsabilidad de sus autores y no representan necesariamente la opinión del IDAE sobre los temas que se tratan en ella.

ÍNDICE

5	Informe final. Evaluación del potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector industrial
15	Tarea 1. Obtención de datos estadísticos y escenarios económicos base
73	Tarea 2. Tecnología solar térmica y cálculos de rendimiento
129	Tarea 3. Análisis sectorial y evaluación del potencial de aplicación de la energía solar térmica
759	Anexo. Descripción de los datos SIG

INFORME FINAL. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APLICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Resumen

En el presente trabajo se evalúa el potencial de aplicación para la energía solar térmica en el sector industrial en España hasta el año 2020.

Partiendo de datos estadísticos (encuestas INE del año 2007) sobre el consumo energético en el sector industrial (consumo de combustibles y de electricidad) se realizó un análisis detallado de los diversos procesos utilizados en cada sector, con el objetivo de descomponer el consumo energético en cada sector por niveles de temperaturas y según los diferentes procesos.

Igualmente se realizaron encuestas telefónicas en 217 empresas para determinar la superficie disponible para instalaciones solares térmicas, tanto en los tejados de las naves industriales como en superficies adyacentes (terrenos adyacentes no utilizados, posibles marquesinas de parking, etc.).

En base a esta información sobre consumo energético, procesos utilizados y superficie disponible se definieron empresas-modelo representativas para cada sector. Posteriormente se determinó el potencial de aplicación en esas empresas-modelo y por extrapolación en el conjunto del sector teniendo en cuenta criterios técnico-económicos establecidos.

Se analizaron en detalle 32 sectores y sub-sectores de las industrias alimentaria, textil, madera y corcho, papelera, química, caucho y materias

plásticas, construcción de maquinaria y equipos mecánicos, equipos eléctricos y electrónicos, materiales de transporte e industrias manufactureras diversas (códigos CNAE 29 a 37) que representan un 47,7% del consumo total de calor, el 93,6% del consumo de calor a baja y media temperatura (hasta 250 °C) y un 89,5% del potencial de aplicación de la energía solar térmica.

El potencial para el resto de sectores industriales (con demandas de calor mayoritariamente a niveles de temperatura más elevados y por tanto menos aptas para la aplicación de la energía solar térmica) se evaluó de forma estimativa y finalmente se sumó al potencial de los 32 sectores/sub-sectores analizados para determinar el potencial en el total de la industria española.

Todos los resultados están disponibles desglosados por sector/sub-sector industrial y por provincia en formato SIG.

A continuación se resumen los resultados más significativos de este estudio:

La demanda de la industria a baja y media temperatura (hasta una temperatura de suministro de 250 °C¹) representa el 40,9% del total de la demanda industrial de calor. El porcentaje equivalente en los 32 sectores analizados es de 80,2% (se puede observar la comparación de este valor con respecto a los resultados obtenidos en otros estudios de características similares en la Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la demanda de calor por niveles de temperatura

Fuente	Presente estudio	POSHIP	ECOHEATCOOL	Weiss y Biermayr ²
Baja temperatura (<60 °C)	8,0%			
Media temperatura (<120 °C)	21,9%		30% (<100 °C)	14% (<100 °C)
Media temperatura (<160 °C)		23%		
Media temperatura (<250 °C)	40,9%		57% (<400 °C)	30% (<200 °C)

¹Temperatura de suministro mínima necesaria

²Weiss y Biermayr: *Potential of Solar Thermal in Europe*, 2009. Estudio realizado para ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation)

El potencial de aplicación técnico-económico teórico de la energía solar térmica es de 68,2 GW (97,4 millones de m²)³. De este potencial total, 14,7 GW son para aplicaciones a baja temperatura, 36,8 GW para aplicaciones a media temperatura y 16,6 GW adicionales para aplicaciones a media temperatura incluyendo frío solar.

El potencial de aplicación según el grado de implementación previsto en el escenario favorable (escenario F) es de 10,1 GW, de los cuales 2,9 GW son a baja temperatura (hasta 60 °C) y 7,2 GW a media temperatura (de 60 °C a 250 °C) incluyendo la generación de frío. El aporte solar medio supone el 7,5% de la demanda total de calor a baja y media temperatura (5,4% si se incluye la demanda de frío como base de referencia), llegando a casi un 20% en la industria de bebidas y la industria cárnica. El potencial de implementación se reduciría a 1,7 GW según el grado de implementación previsto en el escenario desfavorable.

Una parte importante del potencial de la energía solar térmica está concentrada en la industria alimentaria (casi un 40% del total). Otros sectores que presentan un alto potencial son la industria de construcción de maquinaria (incluyendo la industria del automóvil, códigos CNAE 29 – 37, con 14,4%), la industria química con 12,5%, la industria del caucho y materias plásticas con 8,5% y la industria de la madera y del corcho con 7%.

Alcanzar el potencial disponible según el *escenario F* para el año 2020 implicaría que el 60% de la instalación nueva de sistemas solares térmicos en el año 2020 debería ser para instalaciones industriales, con un supuesto crecimiento general del sector del 30% anual. De esta forma, en el año 2020 un 42% del total acumulado de las instalaciones solares térmicas estarían en el sector industrial.

Los valores mínimos de generación de calor útil requeridos para cumplir los criterios de viabilidad utilizados en el escenario favorable (sustitución de gas natural, periodo de retorno de 10 años, subvención de 200 €/m² para captadores planos y 300 €/m² para captadores de media temperatura) son 952 kWh/kW (666 kWh/m²) para baja y

742 kWh/kW (519 kWh/m²) para media temperatura, lo cual corresponde a 71% y 63% respectivamente de la generación del sistema tipo con condiciones óptimas de implementación en la zona climática IV (la zona climática donde se agrupa la mayor parte del sector industrial en España). Como alternativa a las subvenciones según superficie o potencia instalada, se podría mantener una rentabilidad económica equivalente mediante una prima de 3 cts.€/por kWh de calor útil generado (baja temperatura) y de 5 cts.€/kWh (media temperatura).

En cuanto a la distribución geográfica, el potencial de aplicación se concentra en las provincias con mayor presencia del sector industrial y que disponen de un nivel medio o alto de radiación solar: en primer lugar Madrid, Barcelona y Valencia (provincias con un potencial que supera los 4 GW), y en segundo lugar (de 2 a 4 GW cada una) Alicante, Murcia, Sevilla y Málaga. En estas 7 provincias se concentra el 44% del total del potencial de aplicación al nivel nacional.

La fracción solar posible para las demandas de baja y media temperatura varía entre un 24% (Cantabria) hasta un 57% (Ceuta y Melilla), con una media nacional de 36,7%.

El 75% del potencial (en términos de calor útil generado) está situado en sectores industriales y zonas climáticas donde la superficie disponible es un factor limitante (potencial limitado por superficie: 25%, o en régimen intermedio: 50%). Para alcanzar la totalidad del potencial técnico-económico se necesitaría un grado de ocupación de la superficie disponible de 56% para los sectores analizados y de 36% para el total de la industria. Se deduce por tanto que la superficie disponible (tejados industriales y superficies adyacentes) se debe considerar como un recurso escaso, cuya utilización para fines energéticos se debe optimizar.

La energía solar térmica compite principalmente con la energía fotovoltaica por el espacio (tejados) disponible, y con la cogeneración por la demanda de calor a baja y media temperatura. Como conclusión de un estudio comparativo realizado (ver resultados en Tarea 2) se puede destacar que:

³En este estudio, y siguiendo la metodología estadística usada en el IEA-Solar Heating and Cooling Programme, se usan los kW como unidad de medida para el tamaño de sistemas solares, con el factor de conversión 1 m² (de apertura) = 0,7 kW

- Desde el punto de vista energético, **el sistema solar térmico permite un ahorro de 1,29 kWh_{EP}/kWh_t** suministrada, lo cual es **aproximadamente el doble del ahorro de un sistema de cogeneración eficiente**. Por tanto, desde un punto de vista energético y medioambiental es preferible promover la energía solar térmica en vez de los sistemas de cogeneración basados en combustibles fósiles como primera elección de sistema de suministro de calor.
- Desde el punto de vista económico cabe destacar que **el coste adicional por energía primaria ahorrada en sistemas solares térmicos** a baja y media temperatura **es de entre 2,2 y 3,9 veces inferior al coste equivalente de la energía fotovoltaica**. En otras palabras: se puede obtener el mismo ahorro de energía primaria usando entre la mitad y la cuarta parte de recursos públicos destinados a primas u otros tipos de incentivos.

El ahorro de energía primaria por unidad de superficie de tejado o terreno disponible es **entre 2,4 y 3,1 veces mayor** en sistemas solares térmicos si se compara con energía fotovoltaica.

Por tanto, con el fin de optimizar el uso de superficies disponibles como recurso escaso y limitado, se recomienda prever las medidas e incentivos necesarios para que la energía solar térmica pueda ser la tecnología de primera elección para ocupar estas superficies, siempre y cuando sea posible el aprovechamiento del calor.

- En cuanto a la comparación de costes con sistemas de cogeneración basados en combustibles fósiles se observa que el coste adicional es inferior en sistemas de cogeneración (en sistemas de cogeneración buenos puede ser incluso negativo, lo cual indica que aún ahorrando energía primaria, los costes energéticos son inferiores a los del sistema de referencia: caldera de gas natural). En este caso **la elección entre solar térmica y cogeneración es una decisión política, dependiendo de si se quiere primar el potencial total de ahorro energético (favoreciendo a la solar térmica) o minimizar los costes para un ahorro energético limitado (favoreciendo a la cogeneración)**. **Ambas tecnologías pueden ser complementarias** ya que siempre que haya potencial para la aplicación de calor producido por energía solar térmica también existe la posibilidad de utilizar la cogeneración, y por tanto ambas tecnologías deberían ser promocionadas de forma conjunta.

Introducción: metodología y estructura del trabajo

El método de análisis y el plan de trabajo propuesto para este estudio es el resultado de la larga experiencia de la empresa EnergyXperts en el análisis de aplicaciones de la energía solar térmica a procesos industriales, que se inició de forma sistemática y estructurada con el proyecto POSHIP (años 2000-2001) y que ha continuado en los años posteriores tanto en el marco del grupo internacional de expertos del Task 33/IV “Calor Solar para Procesos Industriales” (dentro de los Programas SolarPACES y “Solar Heating and Cooling” de la Agencia Internacional de la Energía) como mediante la participación en varios proyectos y actividades de consultoría e ingeniería en el sector industrial.

La metodología propuesta es una síntesis de los métodos empleados en diferentes estudios de potencial al nivel europeo e internacional (ver análisis comparativo en Vannoni et al: Potential for Solar Heat in Industrial Processes. Ed. CIEMAT 2008) y de la propia experiencia.

Resumiendo los aspectos más relevantes, se parte de las siguientes hipótesis de trabajo.

a) Importancia del análisis de la demanda de calor por niveles de temperatura

El rendimiento energético, y en consecuencia también el coste económico de la energía solar térmica, depende fuertemente de la temperatura de trabajo.

El punto de partida esencial para cualquier estudio de potencial es por tanto el análisis de la demanda de calor (y frío) en el sector industrial por niveles de temperatura. Este desglose por nivel de temperatura presenta una gran dificultad, tanto para una sola empresa como a nivel estadístico para (sub-) sectores industriales completos:

- Generalmente se conocen los consumos totales (por tipo de combustible), pero raras veces se conoce la distribución del consumo por procesos y por tanto por niveles de temperatura. Aunque sí se conoce este valor para algunas empresas concretas, el desglose por niveles de temperatura no aparece en estadísticas sectoriales.
- Los sistemas existentes de suministro de calor en la industria no están optimizados para el uso de fuentes de calor a baja temperatura. En muchos casos se calientan baños o aire para procesos de secado a baja temperatura (temperatura de proceso: 60-80 °C) con vapor a temperaturas muy superiores (temperatura de suministro: entre 150 y 180 °C). Por tanto resulta imprescindible: (a) distinguir conceptualmente entre temperatura de

proceso y temperatura de suministro, y (b) realizar un análisis específico para cada sector y/o tipo de proceso sobre los costes asociados y la viabilidad técnica de un posible cambio (parcial) del sistema de suministro.

b) Importancia del espacio disponible

Como resultado de los estudios concretos realizados en POSHIP se llegó a la conclusión de que, en muchos casos, el factor limitante para el potencial de aplicación de la energía solar térmica es el espacio disponible, en forma de tejados y terrenos cercanos a la industria.

Factores importantes a tener en cuenta son:

- Tamaño, orientación y tipología de tejados (especialmente la capacidad de soportar la carga adicional de un sistema solar y/o la necesidad/el coste de refuerzos estructurales).
- La competencia con otros posibles usos de estas superficies, como por ejemplo la energía fotovoltaica.
- La correlación entre demanda de calor y superficie disponible.
- Selección de la tecnología que optimice la captación de energía por unidad de superficie de tejado en vez de por unidad de superficie de captador.

c) Importancia de tecnologías competidoras

La energía solar térmica compite con otras tecnologías energéticamente eficientes y aptas para cubrir demandas de calor a baja y media temperatura como:

- Cogeneración.
- Recuperación de calor.

y con la energía solar fotovoltaica como otra alternativa para el espacio disponible.

El análisis del potencial real requiere por tanto un análisis comparativo, tanto energético como económico, de estas tecnologías.

d) Importancia de los parámetros económicos y financieros y de los modelos de financiación y gestión

Las expectativas en las industrias respecto a rentabilidad de inversiones en ahorro energético son muy diversas. En la mayoría de las industrias existe una expectativa muy alta en cuanto a periodos de retorno (2 – 3 años) equivalentes a tasas de retorno (TIR) reales de 30 – 50%.

No obstante existe un sector de empresas dispuestas a utilizar energías renovables aún con

rentabilidades inferiores (típicamente periodos de retorno de hasta 7 a 10 años o un TIR real equivalente del 10 al 15%), por diversas razones como por ejemplo una sensibilidad por aspectos medioambientales o por cuestiones de imagen y marketing.

e) Importancia de la futura evolución de costes de instalación, operación y mantenimiento de sistemas solares térmicos

En el caso de aplicaciones de energía solar térmica a baja temperatura, después de la fuerte expansión de la última década, se parte de una amplia experiencia en relación a costes de instalación, operación y mantenimiento.

No obstante, existe una gran incertidumbre respecto a la evolución de los costes en el futuro cercano.

En cuanto a tecnologías aptas para temperaturas superiores a 100 °C (media temperatura) existen muy pocas experiencias a nivel de prototipo, por lo cual es difícil estimar el potencial de desarrollo tecnológico en este campo.

f) Otros factores técnicos y no-técnicos

Otros factores técnicos que influyen en la viabilidad de los sistemas son:

- Continuidad de operación de las plantas, y periodos de interrupción (fines de semana, vacaciones, estacionalidad de la demanda).
- Tamaño de las empresas (factor escala).

El trabajo realizado se ha estructurado en 3 grandes bloques (ver la Figura 1).

Tarea 1: obtención de datos estadísticos y escenarios económicos base

Como primer paso del estudio y como punto de partida se obtuvieron datos estadísticos sobre el sector industrial en España, desglosado a escala de provincia por sectores y sub-sectores industriales (por tanto será posible obtener los datos por CCAA):

a) Indicadores de tamaño de las empresas:

- Número de trabajadores.
- Facturación.

b) Indicadores de consumo energético:

- Consumo eléctrico.
- Consumo de combustibles (por tipo de combustible).
- Uso de energía (por tipo de uso).

c) Indicadores de superficies disponibles:

- Tamaño de tejados y otras áreas con posibilidad de instalación de sistemas solares.

Igualmente se definieron dos escenarios económicos y financieros que describen el marco limitador para el potencial de aplicación (escenario F – favorable y escenario D – desfavorable).

En estos escenarios se establecieron los parámetros marco del análisis en el horizonte del año 2020:

- Tarifas energéticas.
- Evolución de los sectores industriales.
- Expectativas de rentabilidad para inversiones en el sistema energético.
- Políticas de incentivos de ahorro energético y energías renovables.

Tarea 2: tecnología solar térmica y cálculos de rendimiento

En esta tarea se analizaron el recurso disponible (según zonas climáticas – basado en la zonificación del código técnico de la edificación – CTE), la tecnología solar térmica disponible (tipos de captadores, configuraciones de sistemas) y se realizaron cálculos para determinar el rendimiento energético según niveles de temperaturas y zonas climáticas.

En un análisis de viabilidad económica se estimó la evolución de costes de instalación según tecnologías, se definieron los parámetros técnico-económicos necesarios para lograr una viabilidad económica (según escenarios F–favorable y D–desfavorable), y se realizó un análisis comparativo con tecnologías competidoras (fotovoltaica y cogeneración).

Tarea 3: análisis sectorial y evaluación del potencial de aplicación de la energía solar térmica

Se definió una clasificación de 32 sectores y sub-sectores industriales, basada en la clasificación de los códigos CNAE, y lo suficientemente desglosada para que:

- Dentro de cada categoría se pueda suponer una cierta homogeneidad en cuanto al potencial de aplicación de la energía solar térmica.
- Las categorías sean de tamaños comparables en cuanto al peso absoluto dentro del sector industrial español en cuanto a consumo energético (mayor nivel de desglose en sectores con mayor peso absoluto).

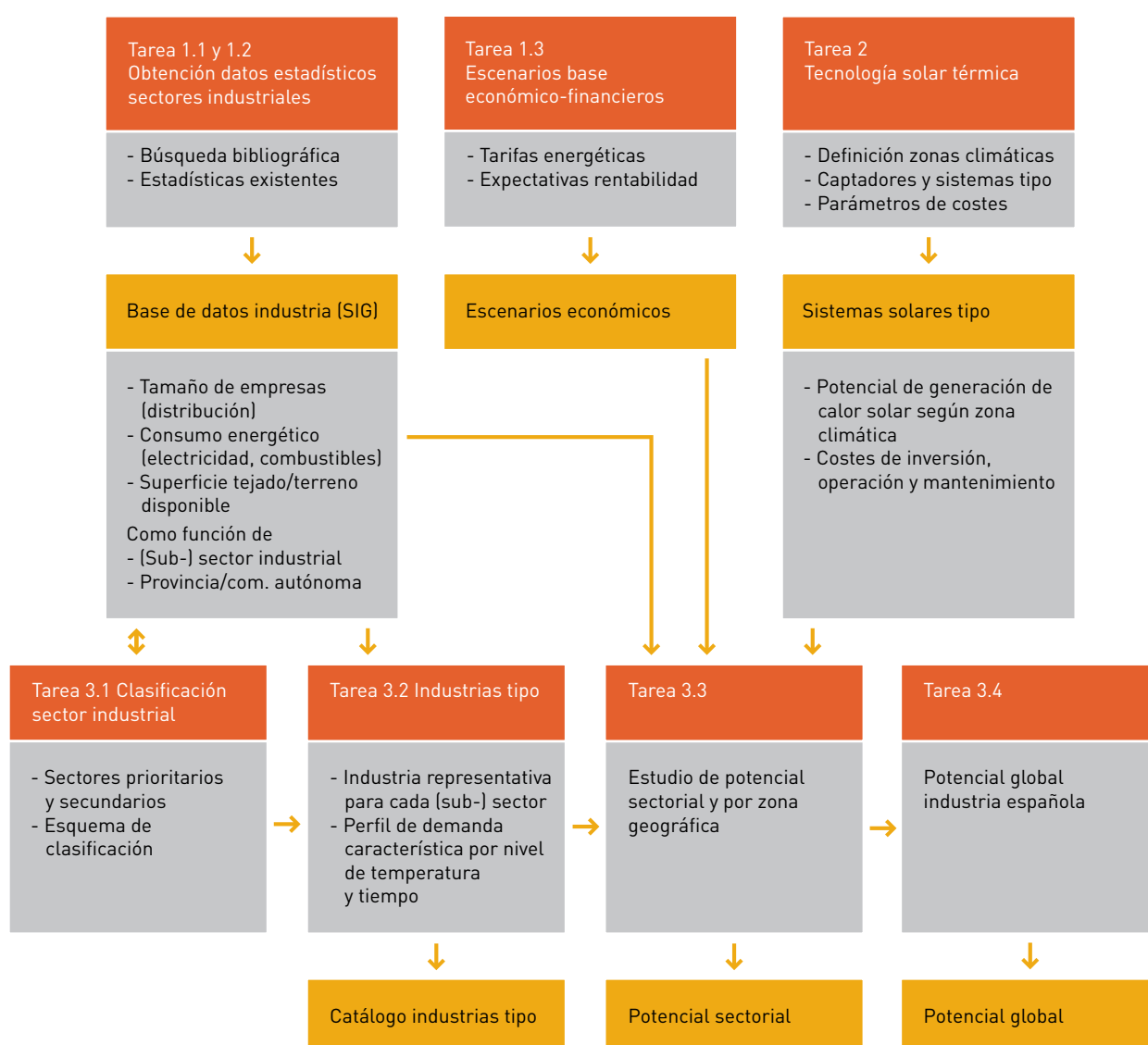
Para cada uno de los 32 sectores / sub-sectores con un potencial relevante de aplicación de energía solar térmica se definió una “industria tipo” con un perfil de consumo tipo.

Estas “industrias tipo” se usaron como *ejemplo* para el cual se determinó el potencial de aplicación de la energía solar térmica, y como paso posterior se obtuvo el potencial de cada sector/sub-sector mediante extrapolación, aplicando correcciones para considerar la heterogeneidad de las empresas del

sector en cuanto a perfil de demanda y superficie disponible. Se evaluó el potencial técnico-económico dadas las limitaciones de las superficies disponibles y de la demanda térmica, y bajo la limitación de una rentabilidad económica mínima (definida en las diferentes escenarios económicos base).

El potencial global para la industria española se obtuvo finalmente como suma del potencial para los sectores analizados.

Figura 1. Resumen de la metodología empleada: tareas y resultados principales



TAREA 1. OBTENCIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS Y ESCENARIOS ECONÓMICOS BASE

1 Obtención de datos estadísticos

1.1 MÉTODO DEL ESTUDIO UTILIZADO

Como punto de partida obtuvimos datos estadísticos sobre el sector industrial en España, desglosados por sectores y subsectores y por provincias. Estos datos fueron obtenidos en su mayoría de la base de datos del INE y tratados posteriormente para obtener las segmentaciones deseadas y los datos de interés para cada sector y provincia, ya que no todos los datos estadísticos de la base de datos del INE estaban disponibles con las segmentaciones y detalles necesarios para la realización del estudio.

Por otra parte se realizaron encuestas telefónicas a 217 empresas de los 36 sectores de la clasificación del CNAE-93 comprendidos en el estudio, para conocer ciertas características sobre sus centros productivos.

1.1.1 Indicadores

Tanto a la hora de buscar en la base de datos del INE como a la hora de diseñar las encuestas telefónicas nos centramos en ciertos indicadores que serían de gran utilidad para la realización del trabajo.

Los indicadores que se buscaron de forma prioritaria fueron:

a) Indicadores de tamaño de los locales industriales:

- Número de trabajadores.
- Número de locales.
- Facturación (para empresas).
- Volumen de producción (para empresas).

b) Indicadores de consumo energético:

- Consumo eléctrico.
- Consumo de combustibles.
- Usos de la energía:
 - % Eléctrico destinado a frío.
 - % Eléctrico destinado a calor.
 - Utilización de frío en el proceso.

En este paso no obtuvimos información consistente acerca de la demanda energética en los distintos niveles de temperatura, por lo que nos centramos en la segmentación del consumo para los distintos sectores y provincias.

c) Indicadores de superficie disponible de tejado:

- Superficie de los tejados de los locales industriales.
- Superficie disponible adyacente.
- Porcentaje de las superficies obstaculizadas (y por tanto inhábiles para la instalaciones ST).

- Datos estructurales de la nave (determinados a partir de entrevistas con constructores de naves industriales):

- Material del tejado.
- Año de construcción de la nave.

1.1.2 Fuentes de datos consultados

• Fuentes completas:

- Ver la sección 3 para la lista completa de referencias bibliográficas.
- En esta sección se hace mención de los estudios y fuentes más importantes que se utilizaron para el estudio.

• Organismos oficiales:

- Instituto Nacional de Estadística (INEbase).
- Directorio central de empresas (DIRCE).
- Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Dirección de Análisis y Estrategia (www.camaras.org).
- Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa.
- European Commission, Directorate-General for Energy and Transport.
- Comisión Nacional de Energía (CNE).
- Ciemat (Plataforma Solar de Almería).
- Directorate-General for Energy and Transport (Dg TREN).
- Junta de Castilla y León (EREN).
- Solar Heating and Cooling Programme (International Energy Agency).
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP).

• Asociaciones sectoriales:

- Ecoheatcool and Euroheat & Power.
- Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT).
- Energy Analysis Department, Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkley National Laboratory.
- Australian Solar Cooling Interest Group.
- The EU RES-Directive.

• Bases de datos comerciales:

- e-informa.

• Estudios ad-hoc:

- INE (INEbase en sus series de Industria, energía y construcción, y la de Economía):
 - Consumos energéticos por sectores de actividad y producto consumido (2007).
 - Número total de locales según estrato de asalariados y provincia (2009).

- Número de locales por CNAE y CCAA (incluyendo sin asalariados) (2009).
- Número de locales por CNAE y estrato de asalariados (2009).
- Producción de las industrias españolas en miles de euros (2008).
- Resultados por principales variables económicas y sector de actividad en miles de euros (2007).
- Volumen de facturación 1993-2008 en miles de euros.
- Libro blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España.
- IEA Solar Heating and Cooling, Task 25.
- Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document- European Commission.
- Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012.
- Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015 - Generalitat de Catalunya.
- Guía MTD en España.
- CTE-DB-HE.
- Dirección General de Industria, Energía y Minas, Madrid. Memoria 2006.
- Ecoheatcool Work Package 1 © Ecoheatcool and Euroheat & Power 2005-2006.
- La guía ASIT de la energía solar térmica - ASIT.
- Informe sobre la energía en España - Dirección de Análisis y Estrategia, www.camaras.org.
- Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012, E4 - Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa.
- Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España - José Ignacio Pérez Arriaga.
- Renewable Energy for Europe, Campaign for take-off, Catalogue 2003 - European Commission.
- Ecoheatcool Work Package 2 the European cold market - Ecoheatcool.
- Emerging energy-efficient industrial technologies - Energy Analysis Department, Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkley National Laboratory.
- Results of the public consultation on the EU initiative on heating and cooling from renewable energy sources - Sustainable Energy Technologies Reference and Information System (Setris).
- 2008 Annual Report with a feature article on net zero energy buildings - Solar Heating And Cooling Programme, International Energy Agency.
- High Efficiency Solar Heat for Process Applications and Solar Cooling - NEPSOLAR.

- Solar Cooling Overview and recommendations - SOLCO Project.
- Solar Heating and Cooling for a sustainable Energy Future in Europe - ESTTP.
- Informe anual 2008 - Fertiberia.
- CTE-DB-HE.
- La energía en España - MITYC.

• **Fuentes primarias:**

- Encuestas telefónicas a 217 locales industriales de los sectores seleccionados.
- Entrevistas a constructores de naves industriales.
- Entrevistas a expertos de distintas empresas del sector CNAE 24.1.

1.2 DATOS SOBRE NÚMERO DE LOCALES INDUSTRIALES, CONSUMO ENERGÉTICO MEDIO Y PROVINCIA

Como datos base para el consumo de energía en la industria se utilizaron datos del INE (Instituto Nacional de Estadística), basados en una serie de encuestas (las series de Industria, Energía de INEbase y Empresas de Directorio Central de Empresas, DIRCE) a partir de las cuales se realizaron multitud de operaciones y cruces para obtener la información deseada. La Figura 1 muestra la estructura de tales operaciones.

La base de datos contiene los gastos para consumos de energía final (electricidad, combustibles y otras fuentes) para los distintos sectores industriales según el Código de Clasificación Nacional de Actividades Económicas que permite identificar y clasificar las diferentes sociedades según la actividad económica ejercida (CNAE-93, en adelante nos referiremos a esto como CNAE).

Los consumos energéticos de cada sector en términos energéticos (MWh) se estimaron en base a los costes energéticos indicados por el INE, suponiendo las tarifas para cada tipo de combustible. También realizamos una comparación con datos (en términos de energía) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, lo cual muestra una buena coincidencia y confirma que las tarifas generales asumidas son correctas (ver Tabla 1).

Tabla 1. Correspondencia y comprobación de datos de consumo. Datos en MWh PCI

Cálculos (2007)	Total según tarifas para datos INE	Total consumo industria	Tarifa asumida (c€/kWh)
Carbón y derivados (miles €)	295.188		1,1
Carbón (MWh)	26.835.273	27.829.900	
Productos petrolíferos (miles €)	1.925.778		3,3
Prod. Petrolíferos (MWh)	58.356.909	58.251.060	
Gas (miles €)	3.047.604		1,9
Gas (MWh)	154.700.711	154.453.040	
Electricidad (miles €)	5.302.029		5,1
Electricidad (MWh)	103.961.353	104.963.460	
Otros consumos energéticos (miles €)	409.404		2,7
Otros (MWh)	15.163.111	15.710.240	
Total consumos energéticos (miles €)	10.980.004		
Total (MWh)	359.017.357	361.207.700	

Fuente: INE; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino; Análisis Eclareon

En base a estos datos de consumo energético por sector, y con la ayuda de datos adicionales sobre número de locales y número de asalariados se obtuvo el desglose deseado del consumo en sectores CNAE, provincias y tamaños de los locales (para detalles del método de cálculo empleado ver la sección 1.1.2).

Control

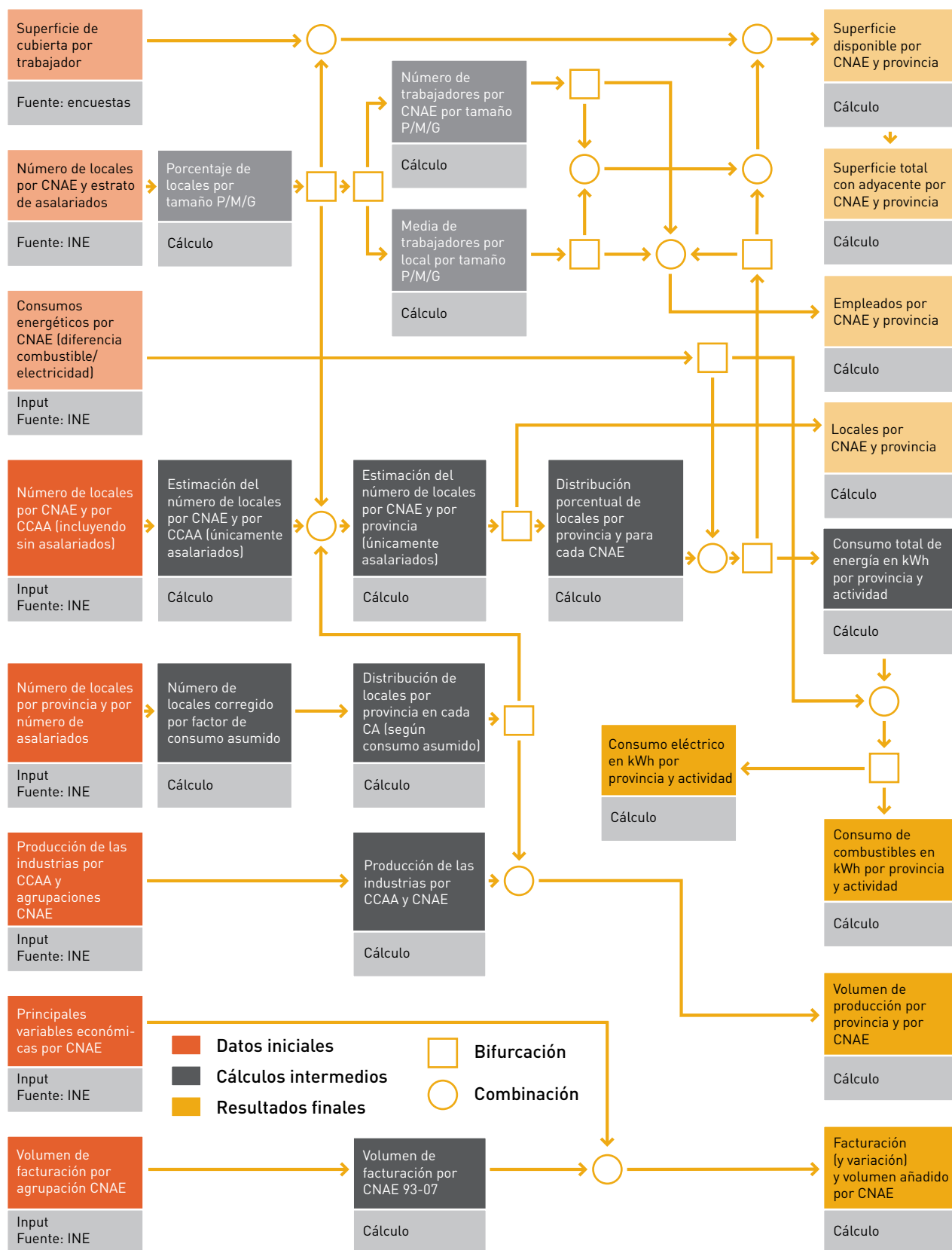
Los objetivos y metodologías para las dos líneas de búsqueda fueron revisados periódicamente para comparar la información recopilada y reforzar los puntos débiles de ambos métodos. Después se profundizó la búsqueda en las fuentes que arrojaban buenos resultados.

Con el fin de conseguir un mayor nivel de fiabilidad en la estimación de las variables, no sólo buscamos bases de datos o documentos de fuentes fiables, sino que todos los trabajos realizados (encuestas telefónicas, modelos estadísticos, asunciones, etc.) son revisadas por la persona encargada, por sus superiores y nuevamente chequeados al ser enviados a energyXperts, asegurándonos así que no exista lugar a error.

A su vez, se ha añadido una estructura de control en las hojas de cálculo de forma que todos los resultados intermedios y los finales se comprueban automáticamente y se ha introducido una hoja al inicio donde se muestran todos los controles de la hoja. Los principales mecanismos de control son:

- Construimos la hoja de forma que siga el flujo lógico del análisis (de izquierda a derecha, y de arriba a abajo).
- Utilizamos siempre estructuras de cálculo homogéneas, con las menores excepciones posibles. Si en caso de que haya excepciones, fueron apuntadas y separadas las columnas y/o filas.
- Explicitamos con el color de los valores qué es **input**, qué es **feed** y qué es un **cálculo**.
- Segmentamos los cálculos lo más posible, de modo que las fórmulas sean sencillas y fáciles de revisar.
- Repetimos siempre los mismos órdenes de elementos (sectores, provincias, tamaños de local...).
- Durante el trabajo hemos hecho varias veces controles de resultados intermedios y finales, y también gráficas en la propia hoja de cálculo (ejemplo: comprobar que la distribución de locales por provincia tenía sentido).

Figura 1. Metodología de obtención de datos



Fuente: Eclareon

1.2.1 Datos sobre consumo energético por tipo de fuente energética (electricidad/combustibles). Fuente: INE

Los datos de consumos disponibles en las series de Industria de la base de datos del INE estaban disponibles para los distintos sectores del CNAE pero únicamente a nivel nacional. Por este motivo fue necesario estimar la distribución provincial del consumo nacional. Como hipótesis se asumió que el consumo en las provincias y sectores era proporcional a la distribución de los locales, y a partir de esto se obtuvo una distribución provincial del consumo total nacional.

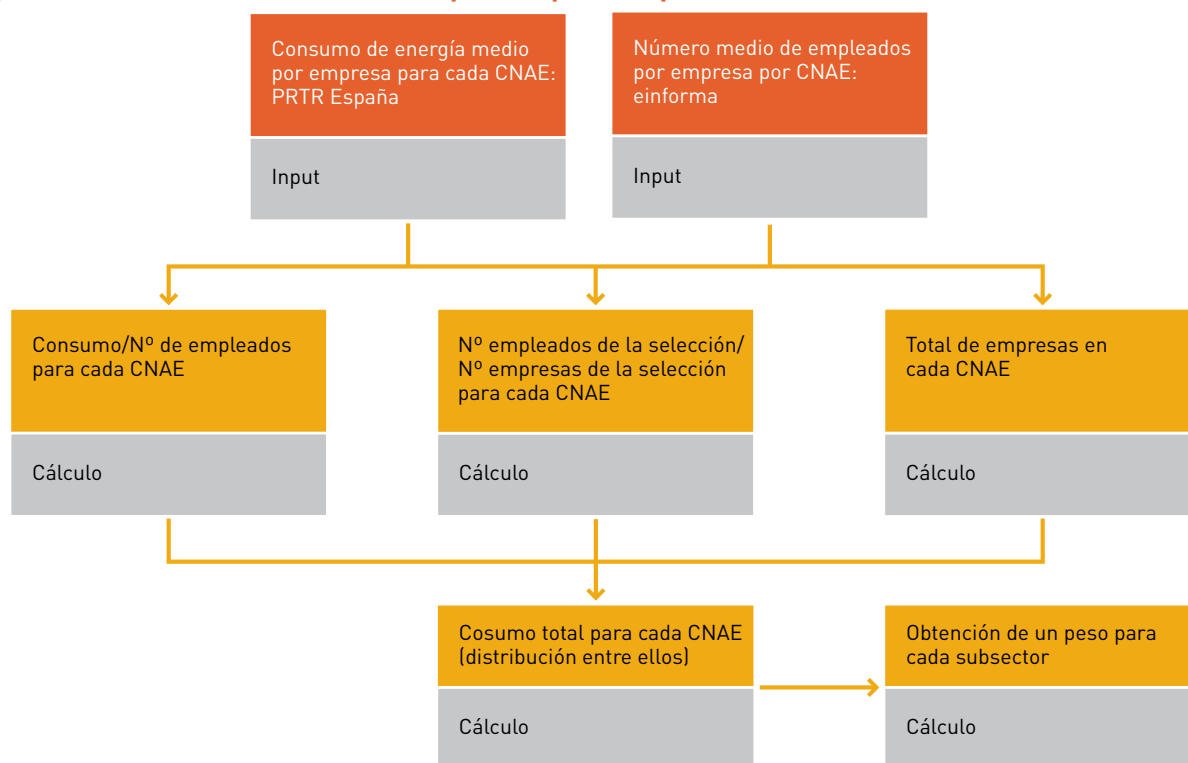
Es importante destacar que para el sector CNAE 241 (fabricación de productos químicos básicos) se utilizó un cálculo adicional para obtener los datos desglosados para los subsectores 2411 a 2417, ya que el sector 241 en su conjunto consume el 10,8% del total de los combustibles. Estos datos de desglose fueron estimados a partir de datos de consumo de energía, datos de tamaño de las empresas y combinándolos según se muestra en la Figura 2 y Tabla 2 donde se indican los datos

de partida, los cálculos realizados y los resultados obtenidos.

El procedimiento seguido fue:

- 1) A partir de los consumos de 32 empresas de los distintos sectores obtenidos a partir del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR) y del número de empleado de éstas, hemos obtenido una media de consumo por empleado para cada uno de los 7 subsectores.
- 2) A partir de datos comprados en www.einforma.es conocemos el número de empleados para una gran selección de empresas de los 7 subsectores y obtenemos para cada uno una media de empleados por empresa.
- 3) Hacemos un recuento de todas las empresas que hay en cada subsector registrado en www.einforma.es.
- 4) Con estos datos podemos obtener una estimación del número total de empleados para cada uno de los subsectores.
- 5) Con el número de empleados total y el consumo por empleado para cada subsector obtenemos el consumo total de cada sector.
- 6) Calculamos el peso proporcional de cada subsector.

Figura 2. Método de obtención de un peso específico para los 7 subsectores 24.1



Fuente: análisis de Eclareon

Tabla 2. Peso porcentual de los sectores del CNAE 24.1

CNAE	Peso (%)
2411-Fabricación de gases industriales	5
2412-Fabricación de colorantes y pigmentos	4
2413-Fabricación de productos básicos de química inorgánica	31
2414-Fabricación de productos básicos de química orgánica	3
2415-Fabricación de abonos y compuestos nitrogenados fertilizantes	47
2416-Fabricación de primeras materias plásticas	11
2417-Fabricación de caucho sintético en forma primaria	3

Fuente: Eclareon; IPTS; PRTR; e-informa

Los datos para el número de locales, tamaño de locales y producción estaban disponibles desglosados por provincia o por comunidad autónoma.

Para estimar la distribución por provincia de aquellos datos, que únicamente estaban disponibles por comunidades autónomas (por ejemplo, consumos energéticos, número de locales por estrato de asalariados y sector, etc.) se supuso que éstos eran proporcionales al número de locales (del total de la industria) en cada provincia (ver ejemplo de datos distribuidos por sector y provincia en Tabla 4). La Tabla 3 muestra los pesos específicos de cada provincia en su comunidad autónoma.

Tabla 3. Peso porcentual de locales por provincia. La suma para cada CA es el 100%

Andalucía	Almería	9%
	Cádiz	14%
	Córdoba	9%
	Granada	10%
	Huelva	6%

(Continuación)

Andalucía	Jaén	6%
	Málaga	21%
	Sevilla	25%
Aragón	Huesca	15%
	Teruel	9%
	Zaragoza	76%
Asturias	Asturias	100%
Baleares	Islas Baleares	100%
Canarias	Las Palmas	53%
	Santa Cruz de Tenerife	47%
Cantabria	Cantabria	100%
Castilla-La Mancha	Albacete	20%
	Ciudad Real	24%
	Cuenca	9%
	Guadalajara	12%
	Toledo	34%
Castilla y León	Ávila	5%
	Burgos	17%
	León	18%
	Palencia	6%
	Salamanca	13%
	Segovia	6%
	Soria	4%
	Valladolid	24%
	Zamora	6%

(Continuación)

Cataluña	Barcelona	77%
	Girona	9%
	Lleida	5%
	Tarragona	9%
Comunidad Valenciana	Alicante	32%
	Castellón	14%
	Valencia	54%
Extremadura	Badajoz	63%
	Cáceres	37%
Galicia	A Coruña	44%
	Lugo	11%
	Ourense	10%
	Pontevedra	36%

(Continuación)

La Rioja	La Rioja	100%
Madrid	Madrid	100%
Murcia	Murcia	100%
Navarra	Navarra	100%
País Vasco	Álava	16%
	Guipúzcoa	33%
	Vizcaya	51%
Ceuta y Melilla	Ceuta	51%
	Melilla	49%

Fuente: cálculos Eclareon a partir de INE

Tabla 4. Distribución del consumo total de energía final (simple suma de consumo de combustibles en PCI y consumo eléctrico) por provincia y por sector (datos en TWh) para los sectores analizados

	CNAE 151	CNAE 152	CNAE 153	CNAE 154	CNAE 155	CNAE 156	CNAE 157	CNAE 1581, 1582	CNAE 1583, 1584	CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589	CNAE 159	CNAE 173	CNAE 20	CNAE 211	CNAE 212	CNAE 2411	CNAE 2412	CNAE 2413	CNAE 2414	CNAE 2415	CNAE 2416	CNAE 2417	CNAE 243	CNAE 244	CNAE 245	CNAE 246	CNAE 247	CNAE 251, 252	CNAE 285	CNAE 29	CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37	CNAE 34, 35	Total sectores
Almería	0,11	0,02	0,11	0,15	0,05	0,03	0,03	0,08	0,05	0,06	0,04	0,02	0,06	0,16	0,04	0,02	0,01	0,12	0,01	0,23	0,05	0,02	0,05	0,03	0,02	0,04	0,01	0,09	0,02	0,05	0,13	0,16	2,1
Cádiz	0,18	0,03	0,17	0,23	0,08	0,04	0,05	0,12	0,07	0,09	0,06	0,02	0,09	0,24	0,06	0,04	0,02	0,19	0,02	0,36	0,08	0,04	0,08	0,04	0,03	0,06	0,01	0,14	0,02	0,08	0,20	0,25	3,2
Córdoba	0,12	0,02	0,11	0,15	0,05	0,03	0,03	0,08	0,05	0,06	0,04	0,02	0,06	0,16	0,04	0,03	0,02	0,13	0,02	0,24	0,06	0,03	0,05	0,03	0,02	0,04	0,01	0,09	0,02	0,05	0,13	0,16	2,1
Granada	0,13	0,02	0,12	0,17	0,06	0,03	0,03	0,09	0,05	0,07	0,05	0,02	0,07	0,18	0,04	0,03	0,02	0,14	0,02	0,26	0,06	0,03	0,06	0,03	0,02	0,04	0,01	0,10	0,02	0,06	0,15	0,18	2,4
Huelva	0,07	0,01	0,07	0,10	0,03	0,02	0,02	0,05	0,03	0,04	0,03	0,01	0,04	0,10	0,02	0,02	0,01	0,08	0,01	0,15	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,06	0,01	0,03	0,08	0,10	1,3
Jaén	0,08	0,01	0,08	0,11	0,04	0,02	0,02	0,06	0,03	0,04	0,03	0,01	0,04	0,11	0,03	0,02	0,01	0,09	0,01	0,17	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,01	0,07	0,01	0,04	0,09	0,12	1,5
Málaga	0,27	0,05	0,26	0,36	0,13	0,07	0,07	0,20	0,12	0,14	0,10	0,04	0,14	0,38	0,09	0,06	0,04	0,30	0,04	0,56	0,13	0,06	0,12	0,06	0,05	0,09	0,02	0,22	0,04	0,12	0,31	0,39	5,0
Sevilla	0,32	0,06	0,31	0,42	0,15	0,08	0,09	0,23	0,14	0,17	0,11	0,04	0,17	0,45	0,11	0,07	0,04	0,35	0,04	0,66	0,16	0,07	0,14	0,07	0,06	0,10	0,02	0,26	0,04	0,15	0,37	0,46	5,9

(Continuación)

	CNAE 151	CNAE 152	CNAE 153	CNAE 154	CNAE 155	CNAE 156	CNAE 157	CNAE 1581, 1582	CNAE 1583, 1584	CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589	CNAE 159	CNAE 173	CNAE 20	CNAE 211	CNAE 212	CNAE 2411	CNAE 2412	CNAE 2413	CNAE 2414	CNAE 2415	CNAE 2416	CNAE 2417	CNAE 243	CNAE 244	CNAE 245	CNAE 246	CNAE 247	CNAE 251, 252	CNAE 285	CNAE 29	CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37	CNAE 34, 35	Total sectores
Huesca	0,05	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,03	0,13	0,03	0,02	0,01	0,10	0,01	0,19	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,06	0,05	0,02	0,04	0,05	0,07	1,2
Teruel	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,10	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	0,7
Zaragoza	0,24	0,03	0,16	0,12	0,11	0,10	0,21	0,11	0,06	0,08	0,13	0,04	0,12	0,63	0,13	0,10	0,06	0,49	0,06	0,93	0,22	0,10	0,10	0,09	0,04	0,07	0,28	0,27	0,09	0,18	0,23	0,36	5,9
Asturias	0,19	0,05	0,05	0,00	0,33	0,09	0,06	0,11	0,06	0,08	0,10	0,04	0,13	0,06	0,05	0,03	0,02	0,14	0,02	0,27	0,06	0,03	0,03	0,04	0,03	0,07	0,14	0,11	0,04	0,10	0,19	0,22	2,9
Islas Baleares	0,13	0,01	0,04	0,03	0,13	0,04	0,02	0,09	0,06	0,07	0,11	0,06	0,19	0,19	0,06	0,01	0,01	0,05	0,01	0,10	0,02	0,01	0,05	0,02	0,04	0,02	0,00	0,06	0,03	0,08	0,32	1,57	3,6
Las Palmas	0,06	0,02	0,10	0,01	0,23	0,10	0,03	0,09	0,06	0,07	0,09	0,03	0,11	0,20	0,07	0,01	0,01	0,04	0,01	0,08	0,02	0,01	0,05	0,04	0,04	0,05	0,00	0,08	0,01	0,06	0,14	0,29	2,2
Tenerife	0,05	0,01	0,08	0,01	0,20	0,09	0,02	0,08	0,05	0,06	0,08	0,02	0,09	0,18	0,06	0,01	0,00	0,04	0,00	0,07	0,02	0,01	0,05	0,04	0,03	0,05	0,00	0,07	0,01	0,05	0,12	0,26	1,9
Cantabria	0,07	0,18	0,03	0,01	0,14	0,04	0,06	0,06	0,03	0,04	0,02	0,01	0,10	0,25	0,04	0,03	0,02	0,17	0,02	0,31	0,07	0,03	0,04	0,01	0,01	0,04	0,18	0,09	0,03	0,07	0,08	0,14	2,4
Albacete	0,31	0,01	0,06	0,01	0,11	0,09	0,09	0,08	0,05	0,05	0,12	0,01	0,07	0,15	0,04	0,02	0,01	0,11	0,01	0,20	0,05	0,02	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,08	0,02	0,05	0,08	0,09	2,1
Ciudad Real	0,37	0,01	0,07	0,01	0,13	0,11	0,10	0,09	0,05	0,07	0,15	0,01	0,09	0,19	0,05	0,03	0,02	0,13	0,02	0,24	0,06	0,03	0,02	0,04	0,01	0,04	0,02	0,09	0,03	0,06	0,10	0,11	2,5
Cuenca	0,14	0,00	0,03	0,00	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,06	0,00	0,03	0,07	0,02	0,01	0,01	0,05	0,01	0,09	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,04	0,04	1,0
Guadalajara	0,19	0,01	0,04	0,01	0,07	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,07	0,00	0,04	0,09	0,02	0,01	0,01	0,07	0,01	0,12	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,03	0,05	0,06	1,3
Toledo	0,52	0,02	0,10	0,02	0,19	0,15	0,14	0,13	0,08	0,09	0,20	0,01	0,12	0,26	0,06	0,04	0,02	0,18	0,02	0,34	0,08	0,04	0,03	0,06	0,01	0,06	0,03	0,13	0,04	0,08	0,13	0,16	3,5
Ávila	0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,07	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,6
Burgos	0,10	0,01	0,04	0,07	0,09	0,04	0,07	0,06	0,03	0,04	0,10	0,02	0,06	0,22	0,04	0,02	0,01	0,11	0,01	0,21	0,05	0,02	0,04	0,02	0,01	0,03	0,01	0,07	0,02	0,03	0,08	0,07	1,8
León	0,11	0,01	0,04	0,07	0,09	0,05	0,08	0,06	0,04	0,04	0,10	0,02	0,06	0,23	0,04	0,02	0,01	0,12	0,01	0,22	0,05	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,01	0,07	0,02	0,04	0,08	0,08	1,9
Palencia	0,04	0,00	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	0,08	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00	0,08	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,7
Salamanca	0,07	0,01	0,03	0,05	0,06	0,03	0,05	0,04	0,02	0,03	0,07	0,01	0,04	0,16	0,03	0,02	0,01	0,08	0,01	0,15	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,03	0,06	0,05	1,3
Segovia	0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,08	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,6
Soria	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,4
Valladolid	0,14	0,01	0,05	0,10	0,12	0,06	0,10	0,08	0,05	0,06	0,14	0,03	0,09	0,31	0,06	0,03	0,02	0,15	0,02	0,29	0,07	0,03	0,06	0,03	0,02	0,04	0,01	0,09	0,02	0,05	0,11	0,10	2,5
Zamora	0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,08	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,6
Barcelona	1,03	0,14	0,29	0,26	0,39	0,24	0,50	0,38	0,22	0,27	0,53	1,02	0,71	5,42	1,45	0,38	0,23	1,92	0,23	3,61	0,85	0,38	0,72	0,95	0,40	0,75	0,67	2,32	0,50	1,16	1,40	2,06	31,4

(Continuación)

	CNAE 151	CNAE 152	CNAE 153	CNAE 154	CNAE 155	CNAE 156	CNAE 157	CNAE 1581, 1582	CNAE 1583, 1584	CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589	CNAE 159	CNAE 173	CNAE 20	CNAE 211	CNAE 212	CNAE 2411	CNAE 2412	CNAE 2413	CNAE 2414	CNAE 2415	CNAE 2416	CNAE 2417	CNAE 243	CNAE 244	CNAE 245	CNAE 246	CNAE 247	CNAE 251, 252	CNAE 285	CNAE 29	CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37	CNAE 34, 35	Total sectores
Girona	0,11	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06	0,04	0,02	0,03	0,06	0,11	0,08	0,60	0,16	0,04	0,03	0,21	0,03	0,40	0,09	0,04	0,08	0,11	0,04	0,08	0,07	0,26	0,06	0,13	0,16	0,23	3,5
Lleida	0,07	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,07	0,05	0,35	0,09	0,02	0,01	0,12	0,01	0,23	0,05	0,02	0,05	0,06	0,03	0,05	0,04	0,15	0,03	0,07	0,09	0,13	2,0
Tarragona	0,12	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03	0,06	0,04	0,03	0,03	0,06	0,12	0,08	0,64	0,17	0,05	0,03	0,23	0,03	0,42	0,10	0,05	0,09	0,11	0,05	0,09	0,08	0,27	0,06	0,14	0,16	0,24	3,7
Alicante	0,18	0,05	0,18	0,07	0,10	0,09	0,05	0,11	0,07	0,08	0,08	0,17	0,22	0,86	0,33	0,07	0,04	0,35	0,04	0,65	0,15	0,07	0,25	0,08	0,08	0,20	0,04	0,66	0,06	0,22	0,35	0,35	6,3
Castellón	0,08	0,02	0,08	0,03	0,04	0,04	0,02	0,05	0,03	0,04	0,04	0,07	0,10	0,37	0,14	0,03	0,02	0,15	0,02	0,28	0,07	0,03	0,11	0,04	0,03	0,09	0,02	0,29	0,03	0,09	0,15	0,15	2,7
Valencia	0,30	0,08	0,30	0,12	0,17	0,15	0,08	0,19	0,11	0,14	0,14	0,28	0,37	1,45	0,55	0,12	0,07	0,58	0,07	1,10	0,26	0,12	0,42	0,14	0,13	0,34	0,07	1,12	0,10	0,36	0,60	0,59	10,6
Badajoz	0,32	0,02	0,29	0,14	0,20	0,07	0,19	0,11	0,06	0,08	0,11	0,01	0,10	0,04	0,03	0,02	0,01	0,12	0,01	0,23	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,00	0,07	0,02	0,04	0,09	0,07	2,6
Cáceres	0,19	0,01	0,18	0,08	0,12	0,04	0,12	0,06	0,04	0,05	0,06	0,00	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,07	0,01	0,14	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,04	0,01	0,02	0,06	0,04	1,6
A Coruña	0,15	0,19	0,04	0,01	0,14	0,10	0,11	0,18	0,10	0,13	0,22	0,04	0,23	0,19	0,07	0,03	0,02	0,13	0,02	0,24	0,06	0,03	0,06	0,06	0,02	0,10	0,04	0,17	0,04	0,10	0,26	0,67	3,9
Lugo	0,04	0,05	0,01	0,00	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	0,01	0,05	0,05	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,06	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02	0,06	0,16	0,9
Ourense	0,03	0,04	0,01	0,00	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,05	0,01	0,05	0,04	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02	0,06	0,15	0,9
Pontevedra	0,12	0,16	0,03	0,01	0,12	0,08	0,09	0,15	0,09	0,11	0,18	0,03	0,19	0,16	0,06	0,02	0,01	0,10	0,01	0,20	0,05	0,02	0,05	0,05	0,02	0,08	0,03	0,14	0,04	0,09	0,21	0,56	3,3
La Rioja	0,16	0,01	0,20	0,04	0,03	0,03	0,01	0,04	0,03	0,03	0,46	0,01	0,06	0,00	0,06	0,02	0,01	0,12	0,01	0,23	0,05	0,02	0,06	0,00	0,01	0,03	0,05	0,15	0,02	0,05	0,08	0,08	2,2
Madrid	0,43	0,12	0,19	0,06	0,22	0,04	0,14	0,25	0,15	0,18	0,12	0,17	0,34	2,10	1,09	0,18	0,11	0,89	0,11	1,68	0,39	0,18	0,43	0,77	0,25	0,38	0,27	1,16	0,20	0,59	1,16	1,04	15,4
Murcia	0,25	0,06	0,63	0,05	0,14	0,07	0,13	0,16	0,10	0,12	0,10	0,04	0,15	0,38	0,18	0,07	0,04	0,33	0,04	0,62	0,14	0,07	0,14	0,09	0,10	0,19	0,00	0,36	0,04	0,22	0,35	0,42	5,8
Navarra	0,15	0,01	0,30	0,03	0,17	0,05	0,12	0,06	0,04	0,05	0,14	0,03	0,12	0,38	0,07	0,04	0,02	0,21	0,02	0,39	0,09	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,09	0,21	0,05	0,15	0,12	0,29	3,6
Álava	0,03	0,03	0,01	0,00	0,06	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,09	0,01	0,05	0,35	0,06	0,02	0,01	0,08	0,01	0,14	0,03	0,02	0,05	0,01	0,01	0,03	0,02	0,14	0,07	0,07	0,09	0,12	1,7
Guipúzcoa	0,07	0,06	0,02	0,00	0,12	0,01	0,02	0,05	0,03	0,04	0,18	0,02	0,10	0,73	0,12	0,03	0,02	0,16	0,02	0,30	0,07	0,03	0,10	0,02	0,02	0,06	0,04	0,30	0,15	0,14	0,18	0,26	3,5
Vizcaya	0,11	0,09	0,03	0,01	0,19	0,02	0,03	0,08	0,05	0,06	0,28	0,03	0,15	1,15	0,18	0,05	0,03	0,25	0,03	0,47	0,11	0,05	0,15	0,03	0,03	0,09	0,07	0,47	0,24	0,23	0,29	0,41	5,4
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,0
Total nacional	8,1	1,8	5,1	3,3	5,2	2,6	3,5	4,3	2,6	3,1	5,2	2,8	5,4	20,8	6,2	2,0	1,2	9,8	1,2	18,3	4,3	2,0	4,1	3,4	1,9	3,8	2,5	10,9	2,4	5,5	9,4	13,7	176,3

Fuente: cálculos Eclareon

Con todo esto hemos calculado los consumos eléctrico y de combustibles para cada sector y cada provincia. Pueden verse a continuación los consumos nacionales eléctrico y de combustible para los sectores.

Tabla 5. Consumos eléctrico y de combustibles

	Consumo de combustibles en MWh	Consumo eléctrico en MWh
Total Industria	255.056.004	103.961.353
CNAE 151. Industria cárnica	4.915.712	3.239.569
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	1.141.317	653.412
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	3.745.200	1.387.941
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	2.730.404	622.608
CNAE 155. Industrias lácteas	3.708.748	1.502.373
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	2.077.489	572.235
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	2.400.495	1.087.078
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	2.613.480	1.684.490
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	2.083.760	594.333
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	2.370.169	733.255
CNAE 159. Bebidas	3.068.845	2.111.353
CNAE 173. Acabado de textiles	2.406.554	389.804
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	3.130.159	2.285.882
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	16.884.335	3.964.706
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	3.955.490	2.230.824
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	1.611.935	374.636
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	967.161	224.782
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	8.059.675	1.873.181

(Continuación)

	Consumo de combustibles en MWh	Consumo eléctrico en MWh
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	967.161	224.782
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	15.152.190	3.521.581
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	3.546.257	824.200
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	1.611.935	374.636
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	3.414.717	648.431
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	1.977.557	1.468.255
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	1.285.538	569.176
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	3.307.368	488.098
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	2.041.740	492.039
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	3.828.265	7.094.039
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	1.549.581	812.078
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	3.311.013	2.256.137
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	4.873.073	4.795.353
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	7.782.473	5.901.667
Total sectores analizados	122.519.796	55.002.935
Otros sectores	132.536.208	48.958.417

Fuente: INE, cálculos Eclareon

1.2.2 Datos sobre consumo energético por tipo de uso (calor de proceso, frío, otros usos)

Los datos del INE contienen información sobre el consumo energético por tipo de fuente energética, pero no por tipo de uso.

Para obtener de esos datos los datos sobre consumo de calor y de frío se tienen que considerar los siguientes aspectos:

1. Una parte del consumo de combustibles puede ser (a) para usos no energéticos (por ejemplo en la industria química, que usa ciertos derivados del petróleo como componente de algunos productos) y (b) para usos no térmicos (por ejemplo motores, carretillas).
2. Una parte de electricidad se puede usar (a) para conversión en calor (por ejemplo resistencias eléctricas) y (b) para generación de frío.
3. El consumo de calor en los procesos es inferior al consumo de energía final, ya que los rendimientos de conversión y distribución son inferiores a uno (rendimientos de caldera, pérdidas en líneas de distribución). Esta diferencia se tendrá en cuenta en el análisis detallado del consumo de calor (informe Tarea 3). En esta sección se analiza únicamente el consumo de energía final destinado a la generación de calor.

A través de datos de consumos energéticos y no energéticos (energía que es utilizada como materia prima en los procesos productivos, así por ejemplo, para la fabricación de amoníaco se utiliza gas natural como materia prima) del Ministerio de Economía pudimos confirmar que los datos recogidos en la base de datos del INE no incluían las fuentes energéticas utilizadas como materia prima, y suponemos como hipótesis que los usos para las máquinas de fabricación son despreciables, con lo cual únicamente nos fue necesario estimar el consumo de electricidad para calor y frío.

Las estimaciones de los porcentajes de consumo de electricidad para calor lo obtuvimos a partir de un estudio detallado de distintos manuales sectoriales donde se recogían estos datos. Para los sectores donde no existía información concreta disponible, se estudiaron los manuales sectoriales

del Instituto Catalán de la Energía, las guías de Mejoras Técnicas Disponibles y los documentos Integrated Pollution Prevention and Control y según los datos cualitativos se asumió un valor medio (7% para los que consideramos que tienen un consumo normal y un 30% para los sectores en los que se utilizan autoclaves eléctricos) o un consumo igual a cero para los sectores que sabíamos con seguridad que no tenían ningún tipo de consumo eléctrico destinado a calor. Los resultados pueden verse en la Tabla 5.

Las estimaciones de los porcentajes de consumo de electricidad para frío y aire acondicionado se realizaron con una metodología similar. Adicionalmente en este caso se contrastaron los resultados con la información que habíamos obtenido en las encuestas telefónicas (observando si en los locales industriales contactados se utilizaban o no procesos de calor y/o aire acondicionado). Estos resultados se utilizaron de forma cualitativa.

El consumo de aire acondicionado se estimó según la siguiente fórmula basándose en las superficies de tejado S_{i_t} calculadas para cada sector (ver sección 1.3):

$$Q_{AA}^{frio\ .el.} = q_{AA}^{frio} f_{AA} S_{i\_t}$$

El factor f_{AA} indica el porcentaje de la superficie que usualmente tiene climatización dentro de las naves y se obtuvo para cada sector según las encuestas realizadas – y se supuso una proporción constante de 30% para todos los sectores.

Como ratio de consumo medio por unidad de superficie y año q_{AA}^{frio} se supuso un valor de 37 kWh/m²/año de frío según “Global solar thermal Energy Council, Solar Cooling: Overview and recommendation 2009”.

Tabla 6. Porcentaje del consumo eléctrico que se destina a calor

CNAE	% Eléctrico destinado a calor
Total Industria	22
CNAE 151. Industria cárnica	10
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	6
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	6
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	6
CNAE 155. Industrias lácteas	6
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	6
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	6
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	6
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	6
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	6
CNAE 159. Bebidas	6
CNAE 173. Acabado de textiles	7
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	7
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	28
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	7
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	7
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	7
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	3
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	7
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	7
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	30
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	30

(Continuación)

CNAE	% Eléctrico destinado a calor
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	7
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	30
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	7
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	7
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	7
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	30
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	10
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	7
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	0
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	0
Total sectores analizados	10
Otros sectores	N.D.

Fuente: INE; IPPC; MTD; ECEE; Análisis de Eclareon

Tabla 7. Porcentaje del consumo eléctrico destinado a la generación de frío y aire acondicionado

CNAE	% de la electricidad destinado a aire acondicionado	% Total de la electricidad destinado a generar AA+ frío de proceso
Total Industria	3	12
CNAE 151. Industria cárnica	4	22
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	6	17
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	1	16
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	2	2

(Continuación)

CNAE	% de la electricidad destinado a aire acondicionado	% Total de la electricidad destinado a generar AA+ frío de proceso
CNAE 155. Industrias lácteas	4	34
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	3	20
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	3	20
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	7	7
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	3	3
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	4	4
CNAE 159. Bebidas	5	45
CNAE 173. Acabado de textiles	3	3
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	7	7
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	0	0
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	1	1
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	1	16
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	0	15
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	1	16
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	1	16
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	0	15
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	1	16
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	1	16
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	5	17
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	2	15

(Continuación)

CNAE	% de la electricidad destinado a aire acondicionado	% Total de la electricidad destinado a generar AA+ frío de proceso
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	6	6
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	6	6
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	0	0
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	2	2
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	14	21
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	7	7
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	3	3
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	4	4
Total sectores analizados	3	15
Otros sectores	N.D.	N.D.

Fuente: IPPC; ICE; MTD; análisis de Eclareon

1.3 OBTENCIÓN DE DATOS SOBRE ESPACIO DISPONIBLE

Metodología básica

Una vez completada la etapa anterior buscamos la superficie de la cubierta de cada centro industrial. Para ello hicimos una extrapolación de muestras subsector a subsector. Es decir, tomamos una muestra representativa para cada subsector. Nos aseguramos de tener un mínimo de 3 llamadas completadas para cada subsector del total de 217 llamadas.

La principal información recogida ha sido:

- Superficie de tejado útil (sin sombras u obstáculos).
- Otras superficies útiles.
- Tipo de cubierta y año de construcción.
- Número de empleados en el centro productivo (fijos + temporales).

Tipos de cubiertas

Luego de haber entrevistado a algunos constructores de naves industriales, todos coincidieron en ciertos patrones a la hora de analizar las estructuras de las cubiertas de las naves y sus tipologías:

- Entre los materiales prácticamente la totalidad son de chapa (zinc) o de cemento (uralita).

- El 90% de los tejados tiene una inclinación menor o igual al 10%, por lo que no habría problemas para instalar colectores ST en cualquier lugar.
- Todas las naves construidas antes de 1995 son capaces de resistir el peso de una instalación ST ya que se construían de forma más robusta.
- Entre 1995 y 2006 a raíz del boom de la construcción únicamente los de cemento aseguran que resistirán el peso de la instalación ST.
- Las instalaciones recientes resisten debido a que los nuevos códigos de construcción y seguridad contra incendios incluyen en sus proyectos las instalaciones ST en sus tejados.
- Las naves en el norte de España son mayoritariamente de cemento, las del centro son mezcla y en el sur mayormente de chapa.

De aquí se deduce que algunas de las cubiertas disponibles (las de chapa y que fueron construidas entre 1995 y 2006) pueden no gozar de las características estructurales para soportar el peso de una instalación solar térmica. Esta barrera potencial puede resultar ser de gran importancia, ya que puede requerir un aumento en los costes de instalación (refuerzo de la cubierta).

Por esto se realizó un cálculo de cargas máximas de una instalación solar con sus sobrecargas de nieve y viento más desfavorables y con ese dato se consultó a los constructores acerca del tipo de cubiertas que pudieran resistir estas cargas.

De los locales encuestados posteriormente el 87% fueron construidos en el periodo del boom inmobiliario (1995-2006) y que dentro de ese periodo se construyeron mayoritariamente naves con tejados de chapa. En total el 64% de las instalaciones deberían ser revisadas ya que algunas de ellas podrían necesitar un refuerzo en su estructura (ver Tabla 8).

Tabla 8. Tipos de tejados según año de construcción de la nave

	Cemento+ uralita+teja (%)	Chapa (%)	Total (%)
Antes de 1995	6	5	11
1995-2006	23	64	87
Después de 2007	0	1	2
Total	30	70	

Fuente: encuestas Eclareon

La Tabla 9 muestra que la mayoría de los locales están en régimen de propiedad y que de las de alquiler la gran mayoría fueron construidas durante el periodo del boom inmobiliario.

Tabla 9. Porcentajes de locales en propiedad o alquiler

	Porcentaje (%)
Alquiler	26
Propiedad	73

Fuente: encuestas Eclareon

Superficie disponible

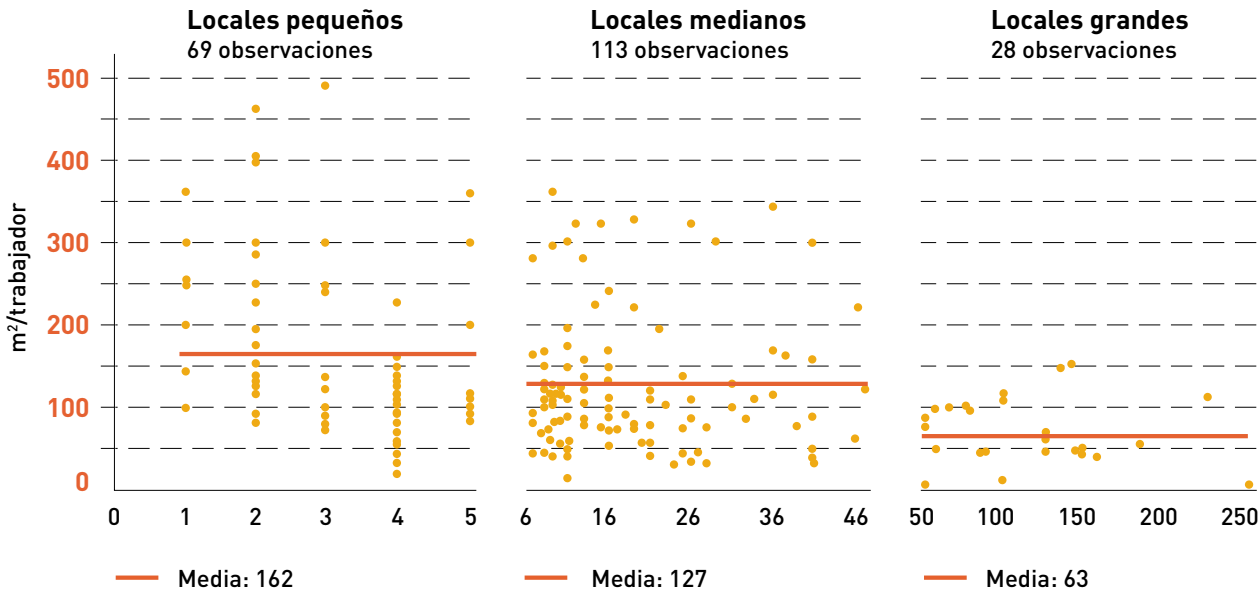
A partir de los datos de la encuesta se obtuvieron ratios de superficie útil de cubierta por número de trabajadores (en m² por trabajador) y como era esperable observamos que la media del ratio descendía a medida que aumentaba el tamaño del local (en trabajadores), como puede verse en la Figura 3, por lo cual se crearon tres categorías para los tamaños de local:

P (pequeños): de 1 a 5 trabajadores.

M (medianos): de 6 a 50 trabajadores.

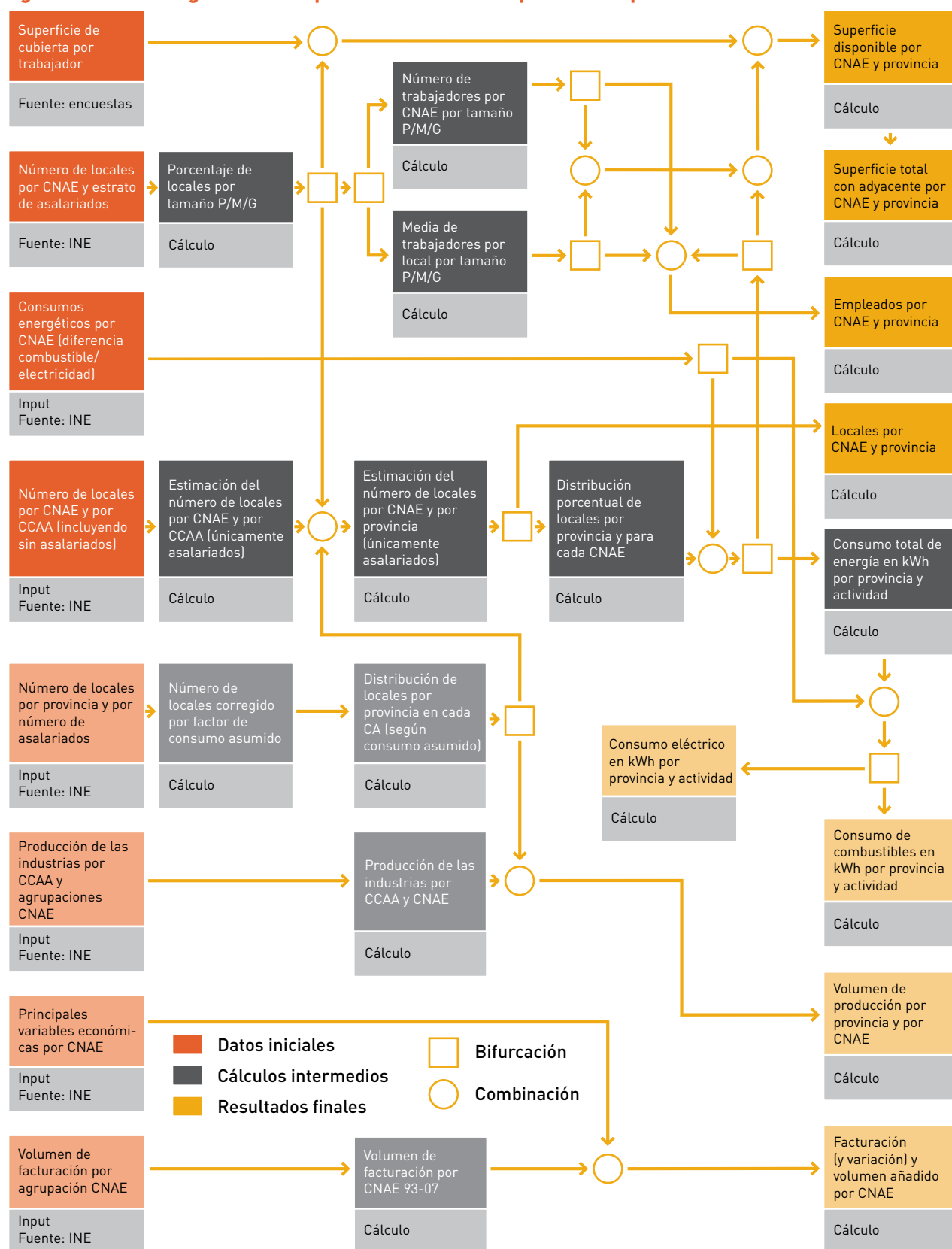
G (grandes): superiores a 50 trabajadores.

Figura 3. Ratios (m^2 por trabajador) de los locales industriales encuestados, según su número de trabajadores



Fuente: análisis de Eclareon sobre encuestas realizadas a locales industriales

Figura 4. Metodología utilizada para el cálculo de superficie disponible



Fuente: Eclareon

El trabajo se dividió en tres etapas:

- Cálculo del número de locales y trabajadores por sector y tamaño.
- Cálculo de ratios de m² por empleado por sector y tamaño.
- Resultados de m² totales por sector.

Los procedimientos seguidos así como las fuentes de cada dato pueden consultarse en la Figura 4.

1.3.1 Número de locales y trabajadores por sector, provincia y tamaño

El número de trabajadores por sector, provincia y tamaño es el dato que se usa para poder extrapolar los resultados de las empresas encuestadas a la totalidad del sector.

Como el número de trabajadores no está disponible en este nivel requerido de desglose, se usa como parámetro auxiliar el número de locales industriales.

1.3.1.1 Datos nacionales

En un primer paso, a partir del número de locales por sector y estrato de asalariados L_{i_n} se obtienen los siguientes datos, que se usarán a continuación para extrapolar la información obtenida en las encuestas a los sectores:

- Número de trabajadores por sector y tamaño (P/M/G) T_{i_t} .
- Número de trabajadores por local, sector y tamaño (P/M/G) TL_{i_t} .

A partir de L_{i_n} y haciendo las siguientes asunciones:

- Los locales sin asalariados no los tenemos en cuenta.
- Locales con 1 a 2 empleados: 1,5 empleados E_1 .

- Locales con 3 a 5 empleados: 4 empleados E_2 .
- Locales con 6 a 9 empleados: 7,5 empleados E_3 .
- Locales con 10 a 19 empleados: 14,5 empleados E_4 .
- Locales con 20 a 49 empleados: 34,5 empleados E_5 .
- Locales con 50 a 99 empleados: 74,5 empleados E_6 .
- Locales con 100 a 199 empleados: 149,5 empleados E_7 .
- Locales con 200 a 499 empleados: 349,5 empleados E_8 .
- Locales con más de 500 empleados: 700 empleados E_9 .

Nomenclatura: i – número del sector, t – tamaño de la empresa (P/M/G), n – estrato de número de asalariados (E1 a E9), p – provincia.

Se obtuvo el número estimado de empleados para cada estrato de asalariados T_{i_n} :

$$T_{i_n} = L_{i_n} * E_n * f_{corr}$$

Donde f_{corr} es un factor de ajuste elegido de tal forma que el número total de trabajadores del sector coincide con el total de trabajadores según las estadísticas del INE. Para algunos sectores era necesario además ajustar el parámetro E_9 , para mantener f_{corr} dentro de límites razonables (generalmente $0.8 < f_{corr} < 1.2$). Los parámetros de ajuste para cada sector están relacionados en la Tabla 10.

Este número de empleados se corresponde con el número de empleados por local industrial a los que habíamos contactado en las encuestas telefónicas, ya que se trata de empleados por local industrial. De esta forma se evita realizar un error que se podría haber producido si se hubiesen tenido en cuenta los empleados que se encuentran en oficinas de las empresas, llevándonos a unos ratios y superficies erróneos.

Tabla 10. Factores de ajuste utilizados en el cálculo del número de trabajadores

Sector industrial	f_{corr}	$E_9 * f_{corr}$
CNAE 151. Industria cárnica	1,110	777
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	1,064	745
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	0,877	614

(Continuación)

Sector industrial	f_corr	E_9*f_corr
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	0,834	584
CNAE 155. Industrias lácteas	0,956	669
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	0,910	637
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	0,922	645
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	0,800	540
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	2,500	10.720
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	1,500	3.320
CNAE 159. Bebidas	0,988	691
CNAE 173. Acabado de textiles	1,081	757
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	1,110	777
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	0,884	619
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	1,029	720
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	0,938	656
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	0,938	656
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	0,938	656
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	0,938	656
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	0,938	656
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	0,938	656
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	0,938	656
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	1,117	782

(Continuación)

Sector industrial	f_corr	E_9*f_corr
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	0,973	681
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	1,026	718
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	0,924	647
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	0,700	593
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	1,100	770
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	1,026	718
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	1,077	754
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	0,700	545
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	1,200	1.330
Total sectores analizados	-	700
Total industria	0,982	687

Fuente: cálculos Eclareon

Sumando para los distintos tamaños:

- Pequeños: 1 a 5.
- Medianos: 6 a 49.
- Grandes: mayores de 50.

Se obtuvo el número de trabajadores por sector y tamaño (P/M/G) **T_i_t**, que se muestra en la Tabla 11.**Tabla 11. Número de trabajadores por local para los tamaños**

Sector	Nº de trabajadores en locales pequeños	Nº de trabajadores en locales medianos	Nº de trabajadores en locales grandes	Total
CNAE 151. Industria cárnica	5.419	37.240	45.277	87.936
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	701	9.183	12.913	22.798

(Continuación)

Sector	Nº de trabajadores en locales pequeños	Nº de trabajadores en locales medianos	Nº de trabajadores en locales grandes	Total
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	1.177	8.633	24.603	34.414
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	2.053	5.956	3.470	11.479
CNAE 155. Industrias lácteas	1.666	5.828	18.447	25.941
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	644	3.174	3.039	6.857
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	1.024	8.038	5.006	14.067
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	12.208	33.986	33.398	79.592
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	1.577	4.582	10.955	17.114
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	3.319	9.646	13.011	25.976
CNAE 159. Bebidas	5.942	20.270	25.511	51.723
CNAE 173. Acabado de textiles	951	5.711	3.335	9.997
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	20.224	50.189	22.422	92.835
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	187	2.020	11.971	14.178
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	1.790	14.905	23.397	40.092
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	51	475	1.137	1.663
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	31	285	682	998
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	256	2.375	5.685	8.316
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	31	285	682	998
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	481	4.465	10.688	15.634

(Continuación)

Sector	Nº de trabajadores en locales pequeños	Nº de trabajadores en locales medianos	Nº de trabajadores en locales grandes	Total
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	113	1.045	2.501	3.659
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	51	475	1.137	1.663
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	636	5.641	11.107	17.384
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	478	4.444	35.195	40.117
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	1.352	7.612	17.348	26.313
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	898	5.169	8.397	14.464
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	27	295	2.827	3.149
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	6.603	45.701	65.900	118.204
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	10.833	46.669	17.175	74.678
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	16.505	82.825	85.951	185.281
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	30.088	104.012	173.474	307.574
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	5.782	36.928	169.270	211.979
Total sectores analizados	133.100	568.062	865.911	1.567.073
Total industria	252.115	1.180.124	1.147.423	2.579.662

Fuente: cálculos de Eclareon a partir de datos del INE

Tabla 12. Número de locales por tamaño

Sector	Locales pequeños	Locales medianos	Locales grandes	Total
CNAE 151. Industria cárnica	1.872	1.802	268	3.942
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	256	414	87	757
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	538	490	174	1.202
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	931	481	30	1.442
CNAE 155. Industrias lácteas	726	368	96	1.190
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	275	190	23	488
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	410	484	44	938
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	6.178	2.742	241	9.161
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	498	221	19	738
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	1.049	466	41	1.556
CNAE 159. Bebidas	2.494	1.250	149	3.893
CNAE 173. Acabado de textiles	353	265	31	649
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles, cestería y espartería	7.868	2.930	143	10.941
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	86	118	64	268
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	660	754	170	1.584
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	22	27	8	57
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	13	16	5	34

(Continuación)

Sector	Locales pequeños	Locales medianos	Locales grandes	Total
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	109	134	39	282
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	13	16	5	34
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	204	251	72	527
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	48	59	17	124
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	22	27	8	57
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	211	277	69	557
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	189	225	156	570
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	562	403	88	1.053
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	403	305	73	781
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	13	21	13	47
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	2.336	2.229	414	4.979
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	4.210	2.727	160	7.097
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	6.243	4.313	533	11.089
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	17.683	8.574	1.286	27.543

(Continuación)

Sector	Locales pequeños	Locales medianos	Locales grandes	Total
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	1.904	1.672	538	4.114
Total sectores	58.379	34.251	5.064	97.694
Total industria	118.396	99.174	7.304	224.874

Fuente: cálculos de Eclareon a partir de datos del INE

Dividiendo T_{i_t} entre L_{i_t} se obtuvo el número de trabajadores por local, sector y tamaño (P/M/G) TL_{i_t} .

$$T_{i_t} / L_{i_t} = TL_{i_t}$$

Tabla 13. Número medio de empleados por local y tamaño

Sector	Empleados por local pequeño	Empleados por local mediano	Empleados por local grande	Promedio
CNAE 151. Industria cárnica	2,6	18,6	152,2	57,8
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	2,6	20,8	139,4	54,3
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	2,5	20,1	161,2	61,3
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	2,6	14,8	138,7	52,0
CNAE 155. Industrias lácteas	2,4	16,6	201,1	73,4
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	2,6	18,3	145,2	55,4
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	2,7	18	123,4	48,0
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	2,5	15,5	174,3	64,1
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	2,5	15,5	174,3	64,1
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	2,5	15,5	174,3	64,1
CNAE 159. Bebidas	2,4	16,4	173,3	64,0
CNAE 173. Acabado de textiles	2,5	19,9	99,5	40,6

(Continuación)

Sector	Empleados por local pequeño	Empleados por local mediano	Empleados por local grande	Promedio
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles, cestería y espartería	2,3	15,4	141,3	53,0
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	2,5	19,4	211,6	77,8
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	2,6	19,2	133,8	51,9
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	2,5	19	157,5	59,7
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	2,5	19	157,5	59,7
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	2,5	19	157,5	59,7
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	2,5	19	157,5	59,7
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	2,5	19	157,5	59,7
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	2,5	19	157,5	59,7
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	2,5	19	157,5	59,7
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	2,7	18,2	144,1	55,0
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	2,6	20,3	231,8	84,9
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	2,3	18,4	192,1	70,9
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	2,4	18,3	124,5	48,4
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	2,8	19,8	288	103,5
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	2,6	18,6	144,7	55,3

(Continuación)

Sector	Empleados por local pequeño	Empleados por local mediano	Empleados por local grande	Promedio
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	2,5	16,7	104,7	41,3
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	2,5	17,8	149,8	56,7
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	2,3	16,9	187,3	68,8
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	2,5	18,4	221,2	80,7
Total sectores	2,4	17,3	172,3	64,0
Total industria	2,2	12	156	56,7

Fuente: cálculos de Eclareon a partir de datos del INE

Descomposición de los datos nacionales por provincia

A partir del número de locales por estrato de asalariados y provincia L_{n_p} se obtuvo un porcentaje de distribución del número de locales (sin contar los que no tienen asalariados) de cada CA que hay en las provincias correspondientes.

Este se utilizó para distribuir L_{i_c} en las provincias, obteniéndose así el número de locales (sin contar los que no tienen asalariados) por sector y provincia L_{i_p} .

Usando además la distribución L_{i_t} obtenida anteriormente, se puede deducir el número de locales por sector, provincia y tamaño (P/M/G) $L_{i_p_t}$.

1.3.2 Ratios de superficie por trabajador obtenidos en las encuestas

A pesar de haber encuestado a más de 200 empresas, no podemos asumir que los ratios obtenidos

representaban fielmente a la industria debido a posibles casos particulares, por lo que hemos realizado algunas suposiciones teóricas y cálculos (ver Figura 3):

Suponemos que los ratios de superficie por empleado (s_{iX}) es diferente en cada sector, pero la relación de los ratios en industrias pequeñas, medianas, y grandes, s_{iP}/s_{iM} y s_{iG}/s_{iM} es igual en todos los sectores.

Con esta hipótesis se calculan los factores de proporción a partir de las medias generales para todos los locales encuestados de todos los sectores:

$$f_P = \text{media}(s_{iP}) / \text{media}(s_{iM})$$

$$f_G = \text{media}(s_{iG}) / \text{media}(s_{iM})$$

Aplicando estos factores f_P y f_G podemos obtener para cada local encuestado un ratio s_{iM} equivalente:

$$s_{iM,eq} = s_{iM} \text{ para empresa mediana.}$$

$$s_{iM,eq} = s_{iP} / f_P \text{ para empresa pequeña.}$$

$$s_{iM,eq} = s_{iG} / f_G \text{ para empresa grande.}$$

(Continuación)

Aplicando esta corrección a cada empresa encuestada, y calculando promedios de $s_{iM,eq}$ para cada sector i , se comprueba que baja un 41% su coeficiente de variación (desviación estándar partido de la media).

Con esto finalmente tenemos, como resultado de la encuesta, 32 ratios $s_{iM,eq}$ para cada sector, más 2 factores de corrección (f_P y f_G) lo que finalmente nos da 96 ratios s_{it} para cada una de los tamaños en cada uno de los 32 sectores s_{it} .

Tabla 14. Ratios medios (superficie por empleado) equivalentes por sector

CNAE	$S_{iM,eq}$
Media de la industria	126,5
CNAE 151. Industria cárnica	131,2
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	183,4
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	58,3
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	100,2
CNAE 155. Industrias lácteas	269,6
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	220,8
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	200,8
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	122,8
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	108,8
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	105,8
CNAE 159. Bebidas	196,3
CNAE 173. Acabado de textiles	105,4
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	135,9

CNAE	$S_{iM,eq}$
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	122,1
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	75,0
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	167,5
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	58,1
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	312,0
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	131,6
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	115,7
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	151,4
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	184,9
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	187,7
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	91,0
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	143,6
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	214,9
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	73,7
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	144,9
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	123,7
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	83,2

(Continuación)

CNAE	S _{iM,eq}
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	72,4
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	136,7

Fuente: cálculos Eclareon

A partir de las encuestas realizadas se obtuvo una media de los porcentajes de superficie realmente útil (sin obstáculos) distinguiendo únicamente por tamaño de empresa (ratios **SU_t**).

Tabla 15. Porcentajes de superficie útil por tamaño

Tamaño de locales	% de superficie útil media
Pequeños	84
Medianos	84
Grandes	83

Fuente: cálculos Eclareon a partir de encuestas

Además de las superficies de tejado, también se obtuvo una media de los porcentajes de superficie adyacente (terrenos adyacentes, tejados de parkings, marquesinas, etc). En el análisis suponemos que este porcentaje es igual en todos los sectores, dependiendo únicamente del tamaño **SA_t**.

Tabla 16. Porcentajes de superficie adyacente por tamaño

Tamaño de locales	% de superficie adyacente media
Pequeños	17
Medianos	24
Grandes	34

Fuente: cálculos Eclareon a partir de encuestas

1.3.3 Superficie disponible por sector

En esta sección, a partir de los siguientes datos:

1. Metros cuadrados por trabajador, sector y tamaño **s_{i_t}**.
2. Porcentaje de superficie adyacente **SA_t**.

se determina la superficie total útil por sector y tamaño (P/M/G) **SAU_{t_i}**.

Multiplicando el ratio de superficie por trabajador y tamaño **s_{i_t}** por el número de trabajadores por sector y tamaño (P/M/G) **T_{i_t}** nos da las superficies de tejado por sector y tamaño (P/M/G) **S_{i_t}**:

$$S_{i_t} = s_{i_t} * T_{i_t}$$

la superficie de tejado útil:

$$SU_{t_i} = S_{i_t} * SU_t$$

y la superficie adyacente:

$$SA_{t_i} = S_{i_t} * SA_t$$

La superficie total disponible se obtiene sumando la superficie útil de tejado y la superficie adyacente:

$$SAU_{t_i} = SA_{t_i} + SU_{t_i}$$

La Tabla 17 muestra estos resultados por sector. Estos datos también se obtuvieron por provincia, como se muestra en la Tabla 18.

Para los sectores analizados se obtuvo una superficie útil de tejado de 131,6 millones de m² y una superficie disponible total de 147,1 millones de m².

Para el total de la industria la superficie útil es de 243,8 millones de m² y una superficie total disponible de 319,1 millones de m².

Tabla 17. Superficie útil y adyacente por sector

Sector	Superficie útil de tejado (m ²)	Superficie útil total (tejado y sup. adyacente) (m ²)
Total industria	243.741.683	319.068.708
CNAE 151. Industria cárnica	8.207.695	10.849.741
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	2.859.218	3.811.136
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	1.284.449	1.735.910
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	944.905	1.214.596
CNAE 155. Industrias lácteas	4.565.697	6.142.155
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	1.129.479	1.478.977
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	2.159.142	2.815.023
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	7.586.132	9.853.836
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	1.276.248	1.699.194
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	2.037.264	2.669.643
CNAE 159. Bebidas	7.502.281	9.839.245
CNAE 173. Acabado de textiles	821.417	1.066.739
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles, cestería y espartería	10.795.397	13.776.191
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	1.025.031	1.409.578
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	2.057.099	2.741.375
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	180.579	243.397
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	37.605	50.686
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	1.681.365	2.266.262

(Continuación)

Sector	Superficie útil de tejado (m ²)	Superficie útil total (tejado y sup. adyacente) (m ²)
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	85.106	114.711
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	1.172.023	1.579.735
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	359.013	483.902
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	199.319	268.656
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	2.166.330	2.904.918
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	2.123.433	2.932.168
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	2.507.423	3.362.163
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	2.149.664	2.857.658
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	133.232	184.539
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	11.924.482	15.831.908
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	7.673.008	9.848.006
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	11.372.474	14.923.536
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	15.828.079	20.919.550
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	17.728.260	24.198.165
Total locales de los sectores seleccionados	131.572.851	174.073.301
Otros sectores	112.168.832	144.995.407

Fuente: cálculos de Eclareon

Tabla 18. Superficie total por provincia

(Continuación)

Provincia	Superficie total en m ² para los sectores seleccionados
Almería	4.219.861
Cádiz	6.509.584
Córdoba	4.328.194
Granada	4.790.875
Huelva	2.710.279
Jaén	3.059.242
Málaga	10.169.725
Sevilla	12.001.843
Huesca	1.629.472
Teruel	908.029
Zaragoza	8.094.305
Asturias	6.211.852
Islas Baleares	8.842.292
Las Palmas	5.078.715
Santa Cruz de Tenerife	4.419.438
Cantabria	3.892.301
Albacete	3.690.859
Ciudad Real	4.417.971
Cuenca	1.688.182
Guadalajara	2.265.338
Toledo	6.177.402
Ávila	989.968
Burgos	3.173.444

Provincia	Superficie total en m ² para los sectores seleccionados
León	3.386.183
Palencia	1.198.544
Salamanca	2.337.634
Segovia	1.116.266
Soria	652.732
Valladolid	4.491.738
Zamora	1.096.156
Barcelona	46.099.382
Girona	5.126.506
Lleida	2.959.402
Tarragona	5.409.063
Alicante/Alacant	12.063.054
Castellón/Castelló	5.258.940
Valencia/València	20.389.226
Badajoz	4.598.943
Cáceres	2.743.502
A Coruña	9.094.438
Lugo	2.194.864
Ourense	2.016.533
Pontevedra	7.543.613
La Rioja	3.410.923
Madrid	31.447.000
Murcia	11.264.358

(Continuación)

Provincia	Superficie total en m ² para los sectores seleccionados
Navarra	5.475.767
Álava	2.827.168
Guipúzcoa	5.951.087
Vizcaya	9.290.913
Ceuta	182.563
Melilla	173.039

Fuente: cálculos Eclareon a partir de encuestas

2 Elaboración de escenarios económicos base

Para la elaboración del escenario económico base se han estudiado distintos informes. Además consultamos multitud de fuentes primarias tales como instaladores, fabricantes, organismos oficiales, etc.

Entre las fuentes consultadas se encuentran:

- ASIT.
- Banco de España.
- Baxiroca.
- Bessol.
- Blue Next.
- Ciemat.
- CNE.
- Comisión Administradora del Petróleo.
- CTE-DB-HE.
- ECX.
- EEX.
- Greenpeace.
- HeatSun.
- ICE.
- INE.
- INTA.
- MEH.
- MITyC.
- Oil-price.net.
- OMIP.
- Plan de Energías Renovables de España 2005-2010.
- Platts.
- Secretaría de Estado de Energía.

2.1 METODOLOGÍA

Para realizar el análisis económico financiero dividimos la búsqueda en:

1. Tarifas energéticas.
2. Costes de instalación llave en mano y costes de operación y mantenimiento.
3. Evolución de los sectores industriales.
4. Expectativas de rentabilidad para inversores en el sistema energético.
5. Políticas de incentivos de ahorro energético y energías renovables.

Para cada uno de ellos se analizó la situación actual y se realizó una estimación a futuro a partir de su evolución en el pasado o de otras estimaciones.

2.2 PARÁMETROS UTILIZADOS

2.2.1 Tarifas energéticas

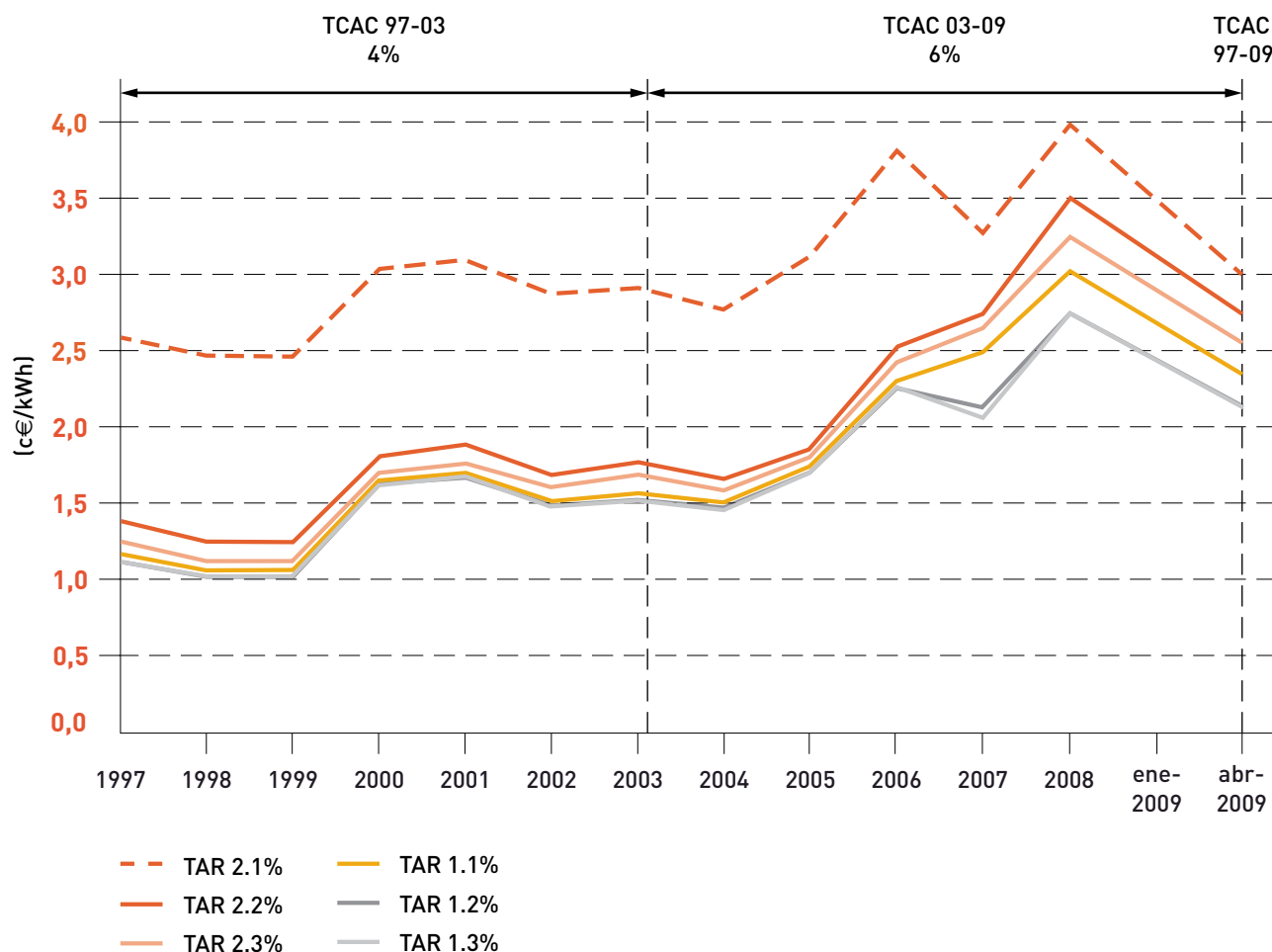
2.2.1.1 Gas natural

Al inicio de 2008 el sector del gas natural en España estaba formado por dos mercados, uno liberalizado en el que los comercializadores adquieren gas y lo suministran a los clientes en condiciones libremente pactadas, accediendo a las instalaciones de terceros para efectuar el suministro, y un mercado regulado en el que las empresas distribuidoras suministran gas a los clientes a tarifa en condiciones y precios regulados, y para ello adquieren el gas de los transportistas a los que están conectadas sus instalaciones. El año 2008 es el primero en el que han estado en vigor las tarifas de último recurso, si bien hasta el 1 de julio se aplicó un régimen provisional durante el cual el suministro continuó siendo realizado por parte de las empresas distribuidoras.

El 1 de julio de 2008 culminó el proceso de liberalización plena del sector gasista español, y a partir de esa fecha todos los consumidores pasan a ser suministrados por empresas comercializadoras.

Durante dicho período y hasta el 12 de octubre se aplicó la Orden ITC/3.861/2007, de 28 de diciembre, mientras que a partir de dicha fecha fue de aplicación la Orden ITC/2.857/2008, de 10 de octubre. Durante el año 2008, y el primer semestre de 2009, la evolución de las revisiones ha sido dispar. Así, mientras en el año 2008 tanto el precio en vigor el 1 de enero como las tres revisiones han sido al alza, las que han tenido lugar en el año 2009 han sido a la baja. Las tarifas para consumidores tipo domésticos-comerciales e industriales, se muestran en la Figura 5, donde analizamos la tarifa TAR 2.1 (consumo menor de 278 MWh/año) por un lado, y por otra parte el resto de las tarifas. Hemos tomado la tarifa TAR 2.1 como guía ya que las demás han convergido hacia ella. Tomamos por tanto la opción más conservadora para asumir una tendencia, pero tomamos la media de las otras tarifas como indicador del precio actual (2,42 c€/kWh PCS).

Figura 5. Evolución de las distintas tarifas de GN para consumidores industriales 1997-2009 (c€/kWh PCS)



Fuente: MITYC; Secretaría de Estado de Energía

El crecimiento del precio del gas natural para los consumidores industriales tiene un crecimiento semejante para todas las tarifas. Este crecimiento es constante pero tiene oscilaciones (volatilidad) como puede verse en los años 2000 y 2006. El precio del gas natural tiene una variación dependiente en parte de los precios del crudo pero también tiene una historia de mercado regulado, lo que hace que su futuro sea difícil de predecir.

Por este motivo hemos consultado a expertos del sector del gas y del petróleo, coincidiendo todos en que al ser el gas natural un bien poco transportable, el precio internacional se regía básicamente por los precios del mercado en EEUU ya que allí es donde más chárteres navales se compraban. Debido a los recientes grandes descubrimientos de GN que se han realizado en los EEUU, se espera (como ya se ha visto en 2009) que los precios a

futuro desciendan a corto plazo y se mantengan en el largo plazo. Este mantenimiento será reforzado también debido a la entrada en funcionamiento del gaseoducto submarino Medgaz, que aumentará la oferta en los próximos años para los cuales se esperan aumentos de la demanda.

Por todo esto, a pesar de ver que la Tasa Compuesta Anual de Crecimiento (TCAC) media para las tarifas en el periodo 1997-2003 fue de un 4% y que la TCAC 03-09 fue de un 6%, podemos suponer que este crecimiento será para el periodo 2009-2020 entre 0-3%.

2.2.1.2 Gases licuados del petróleo (GLP)

La actividad de suministro de GLP por canalización no se encuentra liberalizada, por lo cual todos los clientes se suministran por la empresa

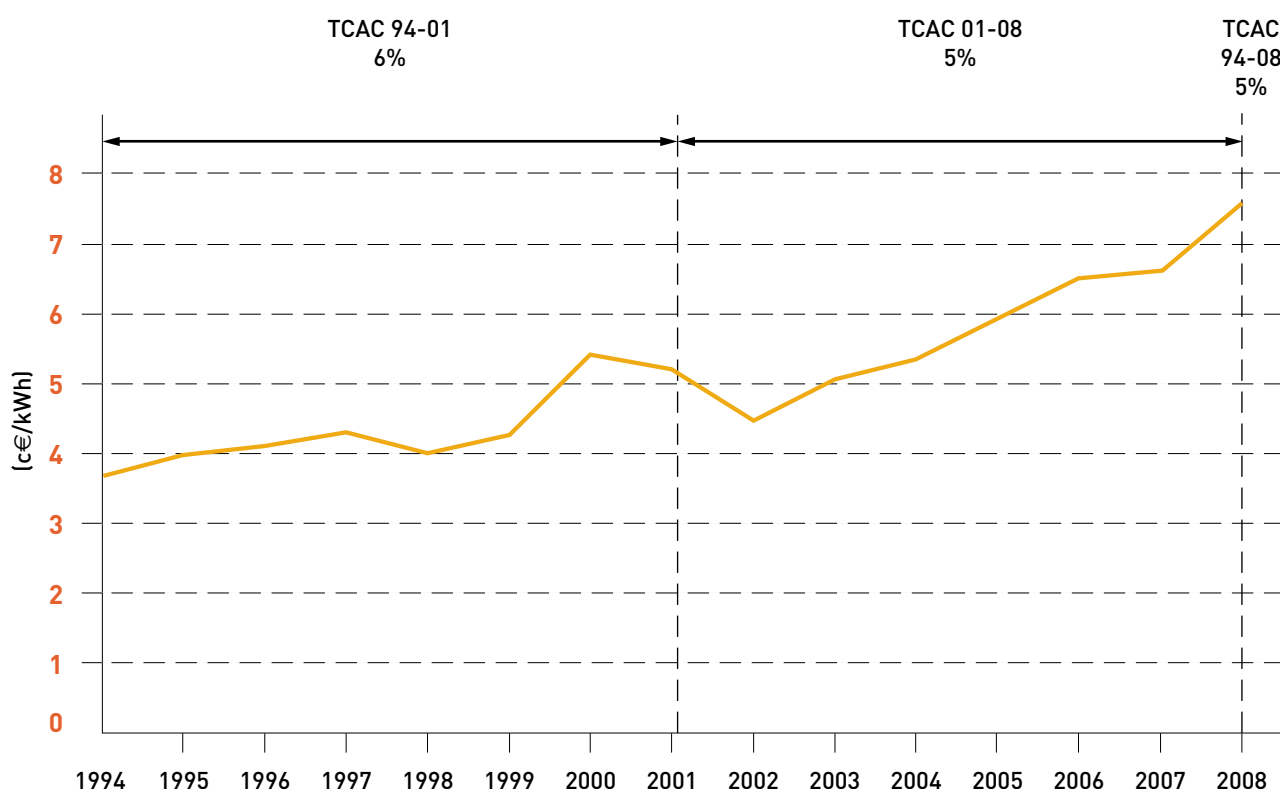
distribuidora titular de la red de distribución a la que están conectados.

El sistema de determinación de los precios máximos de venta del GLP por canalización vigente es el establecido en la Orden de 16 de julio de 1998, por la que se actualizan los costes de comercialización del sistema de determinación automática de precios máximos de venta de los gases licuados del petróleo, y se liberalizan determinados suministros. El precio máximo del GLP suministrado por canalización se calcula mensualmente mediante una fórmula pública, que tiene en cuenta el

coste internacional del propano y butano calculado mediante la media de las cotizaciones de dichos productos y el flete en los mercados del Mar del Norte y de Arabia Saudita durante el mes anterior al de aplicación, a los que se adiciona un coste fijo de comercialización.

El 17 de noviembre de 2008, se publicó la Orden ITC/3.292/2008, de 14 de noviembre, por la que se modifica el sistema de determinación automática de las tarifas de venta de los gases licuados del petróleo por canalización. En la Figura 6 puede verse la evolución de los precios.

Figura 6. Evolución del precio del GLP canalizado (c€/kWh)



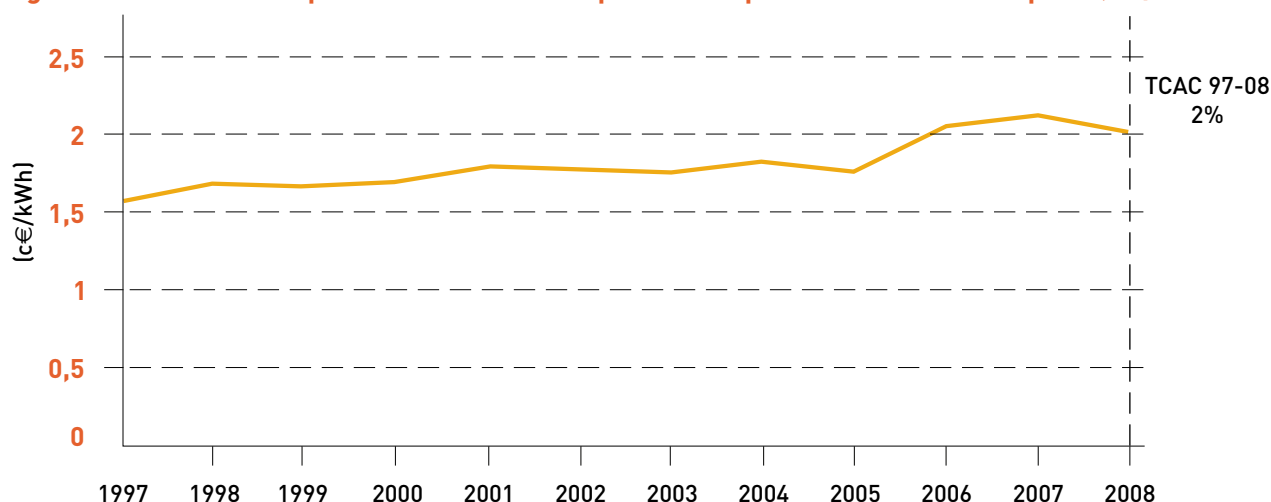
Fuente: MITYC; Secretaría de Estado de Energía

La evolución del precio del GLP canalizado ha crecido establemente desde 1994 con la única excepción de los años 2001 y 2002, donde se registró un descenso.

Por esto, a pesar de que su TCAC fue para el periodo 1994-2008 un 5%, es importante notar que salvo los descensos del año 2001 y 2002, no existe una gran volatilidad. Esto lleva a pensar que la tarifa tendrá un crecimiento constante de un 5% en los próximos años, situando para el 2020 la tarifa en unos 12 c€/kWh.

2.2.1.3 Carbón

A partir de enero de 1998 se liberalizó totalmente el mercado de carbón. En diciembre del año 2007 cerraron muchas empresas de carbón. La reducción de producción que originó el cierre de éstas empresas ha causado un gran descenso en la producción. A su vez en el año 2008 se han producido varias concentraciones empresariales.

Figura 7. Evolución del precio del carbón comprado a empresas mineras en España (c€/kWh PCS)

Fuente: MITYC; Secretaría de Estado de Energía

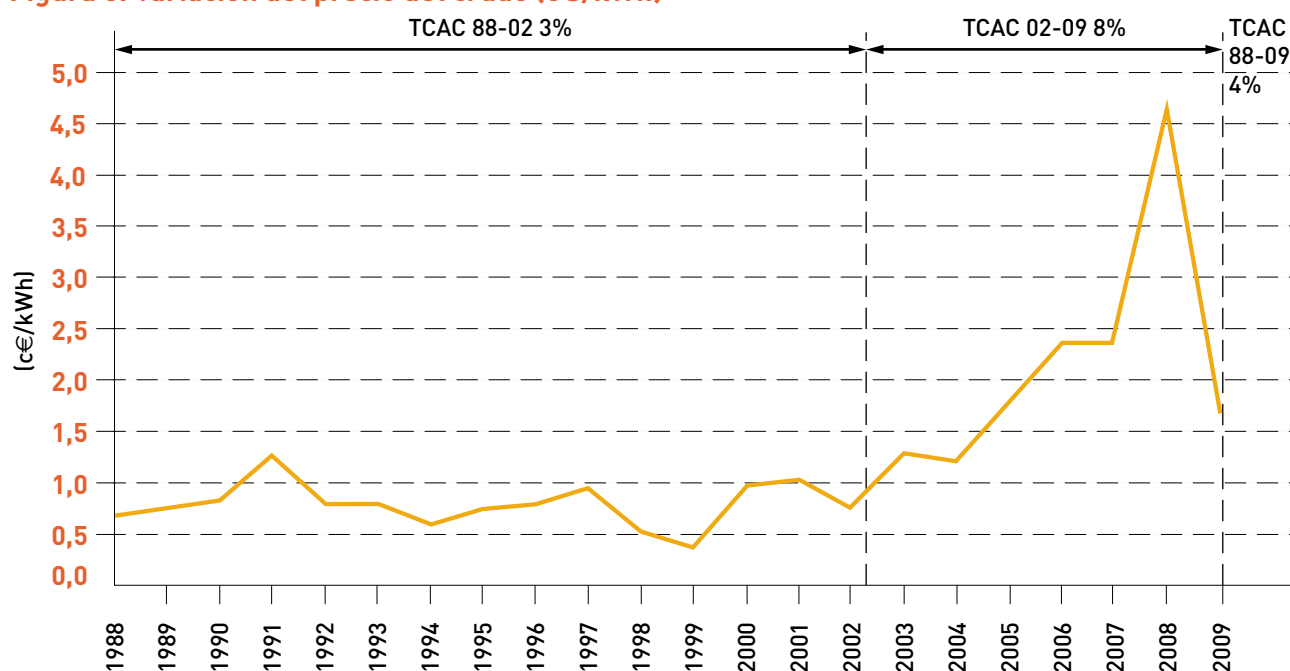
La evolución del precio del carbón en el periodo 1998-2008 ha sido un 2%. El mercado muestra un crecimiento estable sin volatilidad, lo que lleva a pensar que los precios en 2020 estarán aproximadamente en los 2,2 c€/termia. Esta tendencia podría verse modificada únicamente por algún cambio en la política energética a nivel nacional o mundial.

distribución y producción son llevadas a cabo por empresas privadas sujetas a la legislación vigente en la materia (Orden Ministerial ITC/2.308/2007, que entró en vigor el 1 de noviembre de 2007).

Esto implica que el sistema de formación de precios desde 1992 es similar al actual y al que se prevé en el futuro.

2.2.1.4 Gasóleo C

Desde 1992 el sector del petróleo español está liberalizado, por lo que las actividades de importación,

Figura 8. Variación del precio del crudo (c€/kWh)

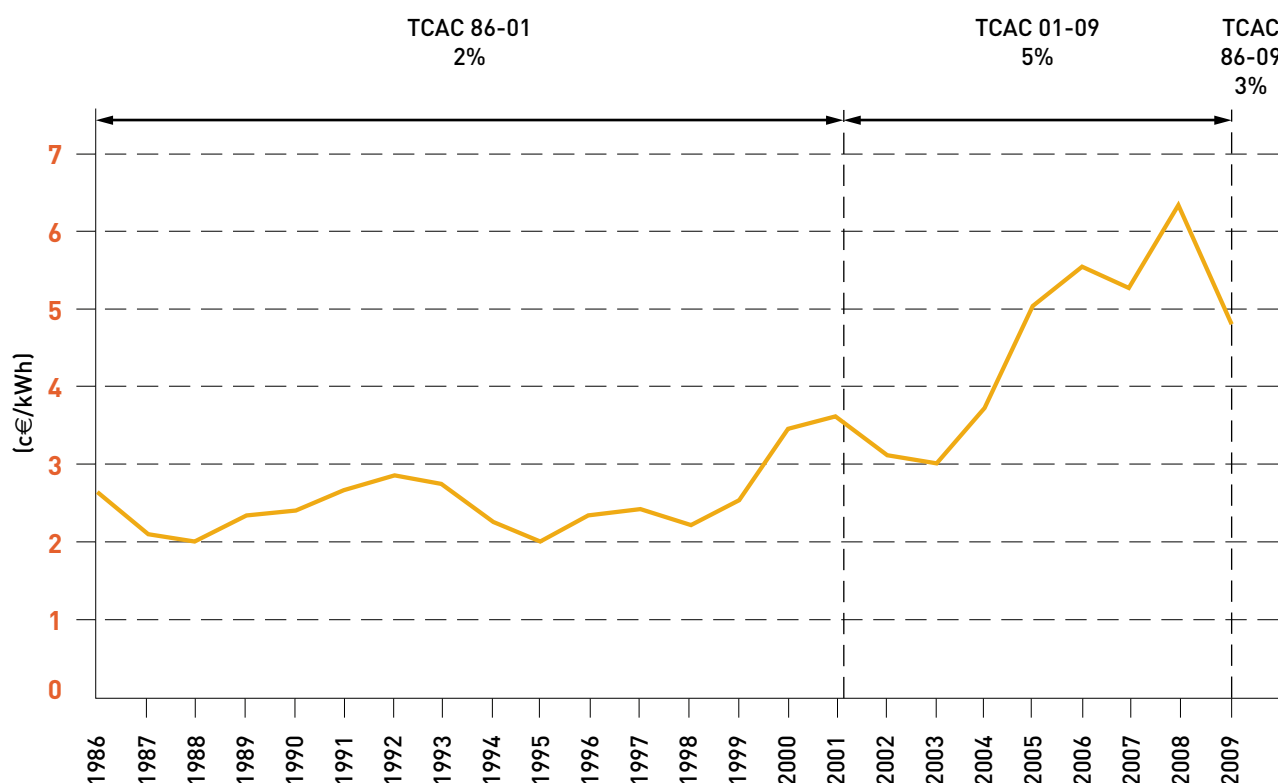
Fuente: Oilnergy

El precio del petróleo es muy volátil ya que tiene una componente estructural (interacción oferta y demanda) y por otro lado depende de circunstancias coyunturales como decisiones políticas, guerras y decisiones de mercado de los países productores. Con una TCAC para el periodo 1988-2002 de un 3% y un 8% para el periodo 2002-2009. Este cambio en la

tasa de crecimiento se debe a problemas estructurales (gran crecimiento de la demanda), combinado con algunas razones coyunturales. Su precio actual es de 1,73 c€/kWh.

Dado que consideramos que la mayoría de las industrias utilizan gasóleo C como combustible, haremos un estudio específico de su precio.

Figura 9. Evolución del precio del gasóleo C



Fuente: MITYC

El precio actual del gasóleo C es de 4,87 c€/kWh.

Como podemos ver en la Figura 9, la evolución del precio del gasóleo C entre 1986 y 2001 fue un 2% pero a partir de ese momento creció a un 5% anual. Este comportamiento puede explicarse por la gran relación que existe entre el precio del petróleo y el del gasóleo C. Siguiendo el mismo criterio que para el petróleo creemos que en el futuro el precio del gasóleo C evolucionará entre el 3 y el 5% anual hasta 2020.

2.2.1.5 Electricidad

El 1 de julio de 2008 desaparecieron las tarifas generales de alta tensión, según lo dispuesto en el Real Decreto 871/2007, de 29 de junio, por el que

se contemplaba que “A partir de 1 de julio de 2008 se suprimen las tarifas generales de alta tensión y la tarifa horaria de potencia”.

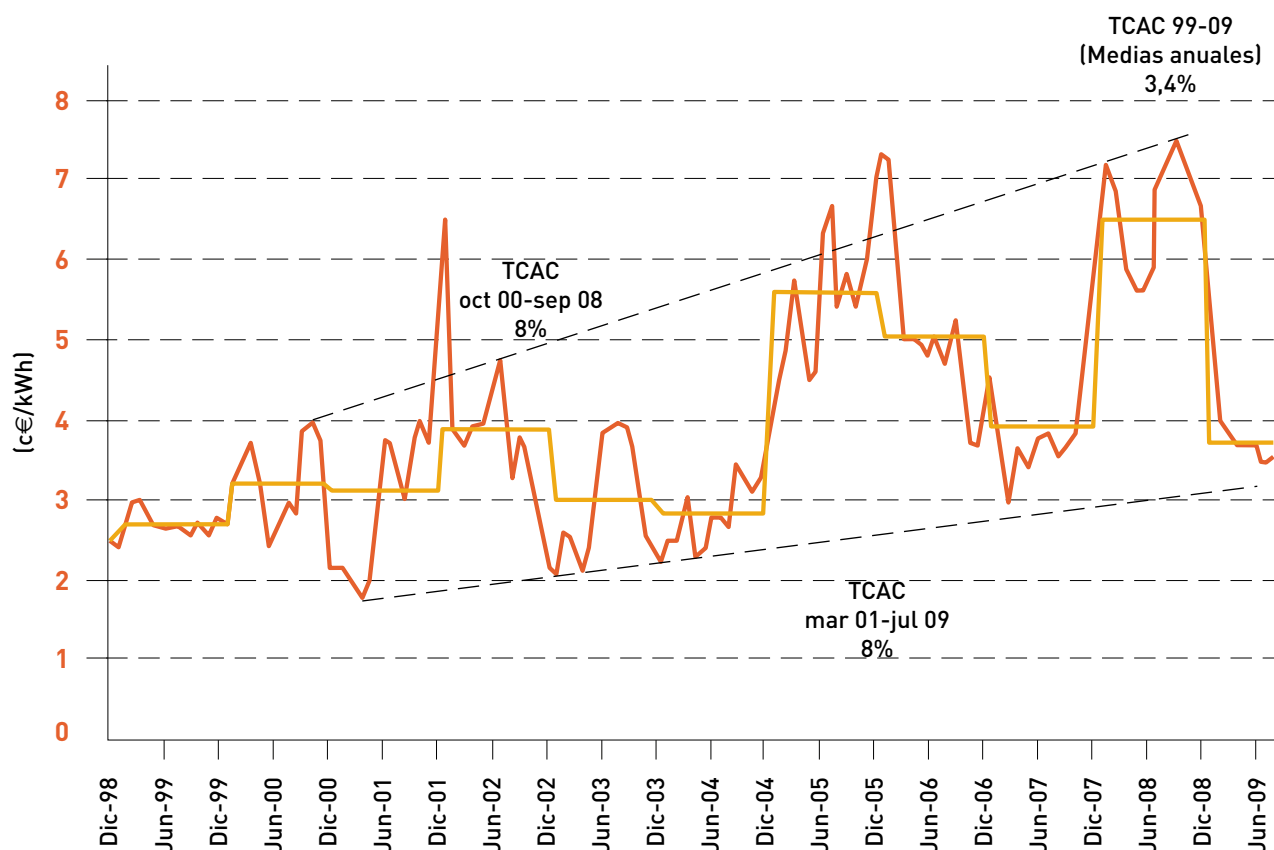
La desaparición de las tarifas es la culminación del proceso de liberalización del suministro, iniciado el 1 de enero de 1998, y desarrollado a través de medidas normativas con el objeto de fomentar la contratación de energía en el mercado libre y la desaparición progresiva de las tarifas integrales de suministro de energía eléctrica, de acuerdo con lo establecido en la Directiva 2003/54/CE, de 26 de junio de 2003.

El mercado de producción de energía eléctrica se configura como el conjunto de transacciones económicas derivadas de la participación de los

agentes del mercado en las sesiones del mercado y de la aplicación de los procedimientos de operación del sistema. Los agentes del mercado son las empresas habilitadas para actuar directamente en el mercado eléctrico como vendedores y

compradores de electricidad. El Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMEL) asume la gestión del sistema de ofertas de compra y venta de energía eléctrica. Los precios del OMEL pueden verse en la Figura 10.

Figura 10. Precio medio aritmético mensual de la energía en el mercado diario de electricidad (c€/kWh)



Fuente: Operador del Mercado Ibérico de Energía – Polo Español, S.A.

Puede leerse que la TCAC 99-09 fue (para los valores medios anuales) de un 3,4%. También calculamos las TCAC para las series de picos y valles, lo que resultó un 8% para los picos y un 8% para los valles. Con todo esto vemos que se trata de un precio muy volátil, pero que esperamos que continúe con crecimientos superiores al 3-4% pero inferiores al 8% para periodos largos (10 años). El precio indicado es el de venta para los productores, sobre el que habría que agregar un 50% (estimación media ponderada para empresas pequeñas, medianas y grandes) que suele ser el sobreprecio que pagan los compradores industriales a la hora de negociar. Con esto quedaría un precio para 2009 de 5,63 c€/kWh.

2.2.1.6 Resumen

A modo de resumen sobre las tarifas energéticas se presenta la Tabla 19, donde se recogen los precios actuales (año 2009), su evolución en los últimos 10 años y la previsión de variación para los próximos 10 años.

Tabla 19. Resumen de costes y tendencias

	Precio medio actual (2009) (c€/kWh PCI)	Tasa últimos años (%)	Tendencia	Tasa 2010E-2020E (%)
Gas natural	2,17	4-6	Volátil	0-3
GLP canalizado	7,46	5	Estable	5-6
Carbón	1,87	2	Estable	2
Petróleo	1,73	4-8	Muy volátil	4-8
Gasóleo C	4,87	2-5	Volátil	2-4
Electricidad	5,63	4-8	Muy volátil	4-6

Fuente: asunciones de Eclareon

2.2.2 Costes de equipos e instalación

En la Tabla 20 se presentan los distintos costes para una instalación solar térmica. Se trata de costes medios ya que varían dentro de cada categoría según las calidades y los rendimientos de la instalación. Para calcular estos costes partimos de un estudio hecho por Eclareon para ASIT donde se calculaban los costes de instalación para colectores planos, donde el colector representaba un 20% del coste total. Comparando precios de colectores planos y tubo de vacío llegamos a la conclusión de que un colector de tubo de vacío cuesta 2,4 veces más que un colector plano. Con esto calculamos los precios de instalación para tubo de vacío y los contrastamos entrevistando a expertos de ASIT y luego a instaladores.

Los precios no incluyen ningún acoplamiento a procesos industriales ni refuerzos de tejado.

No hemos incluido la tecnología de concentración cilindro-parabólica debido a que no existe un verdadero mercado para esta tecnología por estar en proceso de desarrollo.

Tabla 20. Desglose de costes en una instalación ST

	50 m ²	500 m ²	5.000 m ²
Precios de instalación			
Plano (€/m ²)	670	625	570
Tubo de vacío (€/m ²)	857	800	730
Costes de mantenimiento			
% sobre la inversión inicial (€/año)	2,5%	2%	1,5%
Otros costes			
Monitorización (€)	6.000		

Fuente: análisis y entrevistas de Eclareon

2.2.3 Evolución de los sectores industriales

En este apartado nos interesa conocer la evolución a futuro de los sectores industriales con el fin de saber si su potencial para albergar instalaciones ST aumentará o disminuirá, y para esto analizamos la variación de su facturación.

Para conocer la variación específica esperada de cada sector (para algunos sectores tenemos el mismo dato debido a que era agrupado, por lo que solo sirve orientativamente) tomamos la facturación de cada uno de ellos deflactado con el IPC de cada año y calculamos su TCAC desde 1993 hasta 2007 y para 2000 hasta 2007, que se reflejan en la Tabla 21.

Asumimos que la tendencia mostrada en el periodo 2000-2007 será similar a la que se seguirá hasta 2020. Analizamos siempre valores que no estén en un valle ni un pico. La crisis económica de 2009 la tomamos como otro valor valle de los que se ven a lo largo de los años.

Tabla 21. Facturación 1997 y 2007, crecimiento anual medio deflactado de los sectores estudiados

	Facturación 1997 (mil €)	Facturación 2007 (mil €)	TCAC 97-07	TCAC 00-07
CNAE 151. Industria cárnica	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 155. Industrias lácteas	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 159. Bebidas	2.714.017	5.398.944	5	4
CNAE 173. Acabado de textiles	3.261.726	4.335.130	2	-4
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles, cestería y espartería	1.666.474	5.930.293	9	4
CNAE 211. Fabricación de pasta papelería, papel y cartón	4.466.091	9.077.836	5	2

(Continuación)

	Facturación 1997 (mil €)	Facturación 2007 (mil €)	TCAC 97-07	TCAC 00-07
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	4.466.091	9.077.836	5	2
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	1.136.735	4.380.453	10	8
CNAE 251, 252. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	4.927.434	13.953.427	8	4
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	5.511.702	28.026.383	12	8
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	2.040.666	5.765.579	8	0

(Continuación)

	Facturación 1997 (mil €)	Facturación 2007 (mil €)	TCAC 97-07	TCAC 00-07
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	15.946.466	45.499.485	8	3
CNAE 34, 35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	18.833.622	48.600.272	7	2
Total sectores	104.615.277	282.220.060	7	4
Total industria	218.254.890	491.502.730	6	4
Otros sectores	113.639.613	209.282.670	4	5

Fuente: INE; análisis Eclareon

2.2.4 Expectativas de rentabilidad para inversiones en el sistema energético

Las expectativas de rentabilidad para inversores en el sistema solar térmico por parte de la industria la basamos en las opiniones recogidas en las encuestas a los locales industriales que llamamos para averiguar sus superficies. Se presentan en la Tabla 22:

Tabla 22. Expectativa rentabilidad (periodo de retorno esperado)

		Periodo de retorno esperado
Media	Años	6,75
Desviación estándar	Años	3,21

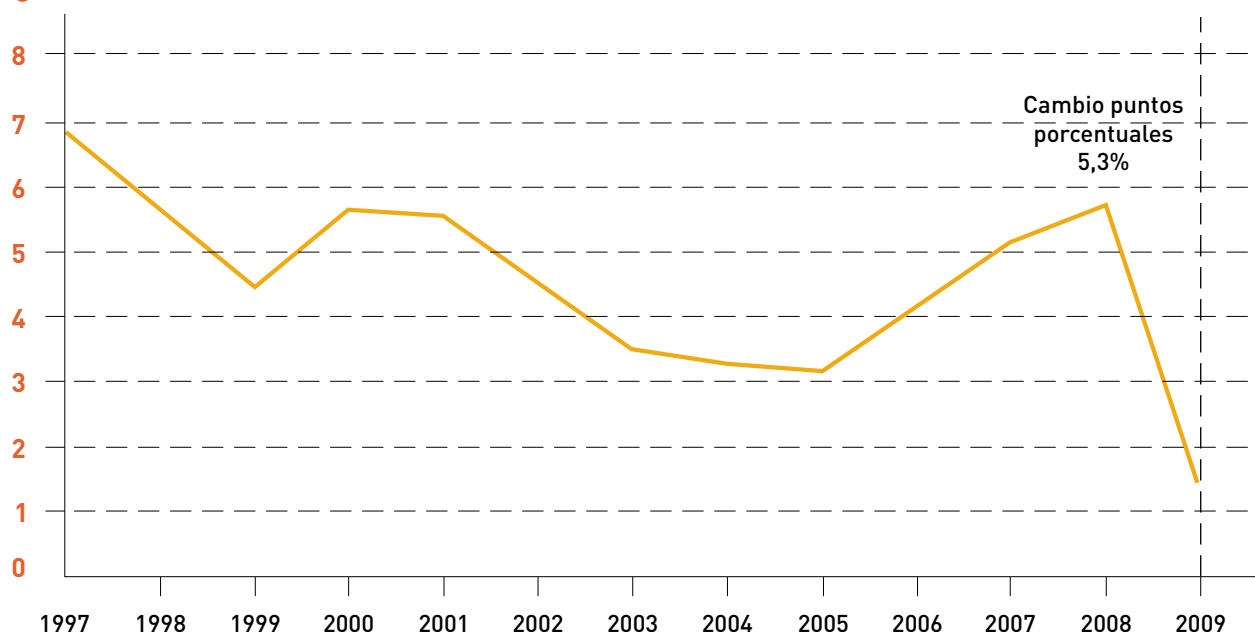
Fuente: encuestas Eclareon

Para inversores profesionales, la experiencia de Eclareon por su contacto casi diario con inversores indica que (por ejemplo, un fondo ESCO) una TIR

nominal a 15 años del 12% apalancada un 80% es suficientemente atractiva, siempre que no existan grandes riesgos. Esto equivale para una TIR nominal de proyecto a un 5,2%.

Los costes de financiación son actualmente el Euribor+3%. Es esperable que el "spread" exigido por los bancos baje al 2% cuando la situación financiera mejore. Para completar esta información analizamos la evolución del Euribor en los últimos 12 años. A pesar de los altibajos, creemos que se mantendrá alrededor del 3-4% en la próxima década.

Figura 11. Euribor 1997-2009 (%)



Fuente: Banco de España

2.2.5 Políticas de incentivos de ahorro energético y energías renovables

En la Tabla 23 se recogen las principales ayudas que afectan a la energía solar térmica en España. Como puede verse, las únicas ayudas a nivel nacional son la línea de préstamos del IDAE ya que el resto dependen de las comunidades autónomas. La mayoría

de las ayudas son subsidios, pero también existen reducciones impositivas y préstamos. El problema al que se enfrentan este tipo de ayudas es la limitación de presupuestos por lo que aunque algunas de estas ayudas son generosas, no alcanzan a dar una cobertura al total de las instalaciones.

Así, entendemos que en un escenario de grandes volúmenes de instalación los niveles de ayudas públicas disminuirán notablemente o incluso desaparecerán.

Tabla 23. Ayudas a la energía ST en España

Base legal	Tipo de ayuda	Condiciones	Área de aplicación	Beneficiarios
Línea de préstamos IDAE*	Préstamo	Sistemas > 20 kW) Sistemas < 60 °C: 600 €/m ² ó 850 €/kW Sistemas > 60 °C: 1.050 €/m ² ó 1,500 €/kW Euribor + 0,30%, duracion: 11 años y uno sin intereses	Nacional	Particulares, entes públicos y PYMES
Ley 35/2006, RD 4/2004	Reducción impositiva	Reducción del 4% en inversiones medioambientales. Por lo que los impuestos en inversiones corporativas pueden verse reducidos hasta en un 35%. Inversiones adicionales pueden ser contabilizadas dentro de los próximos 10 años	Nacional	Empresas

(Continuación)

Base legal	Tipo de ayuda	Condiciones	Área de aplicación	Beneficiarios
Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa Orden de 4 de febrero de 2009	Subsidio	70% del coste	Andalucía	Particulares, empresas, autónomos, propietarios de una comunidad de vecinos, ONGs
Orden de 20 de octubre de 2008, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo	Subsidio	30% del coste	Aragón	Particulares, empresas, autónomos, propietarios de una comunidad de vecinos, ONGs
Resolución de 15 de junio de 2009, de la Consejería de Industria y Empleo	Subsidio	37% del coste y 710-1.015 €/m ²	Asturias	Particulares, empresas, autónomos, propietarios de una comunidad de vecinos, ONGs
Resolució de la Consellera de Comerç, Indústria i Energia de 12 de juny de 2009	Subsidio	Para sistemas conectados a la red: El subsidio depende del número de habitantes del municipio: - 639 €/m ² para municipios < 3.000 hab. - 568 €/m ² para municipios 3.001 a 6.000 hab. - 497 €/m ² para municipios 6.001 a 10.000 hab. - 426 €/m ² para municipios 10.001 a 20.000 hab. - 355 €/m ² para municipios con más de 20.000 hab.	Islas Baleares	Administraciones públicas
Consejo de Comercio, Industria y Empleo del 12 de junio de 2009	Subsidio	En general 260 €/m ² y 350 €/m ² para refrigeración	Islas Baleares	Particulares, empresas, autónomos, propietarios de una comunidad de vecinos, ONGs
Resolució de la Consellera de Comerç, Indústria i Energia de 1 de juny de 2009	Subsidio	550 €/persona	Islas Baleares	Particulares

(Continuación)

Base legal	Tipo de ayuda	Condiciones	Área de aplicación	Beneficiarios
Ente Vasco de la Energía (EVE) el pasado 18 de febrero de 2009	Subsidio	Para menores de 150 m ² , 35% del coste de referencia y 710-1.015 €/m ²	País Vasco	Particulares, empresas, autónomos, propietarios de una comunidad de vecinos, ONGs
Orden de 19 de diciembre de 2008 de la Consejería de Empleo, Industria y Comercio	Préstamo	Presupuesto total: 200.000 €	Islas Canarias	Particulares
Gobierno de Cantabria a través de la Sociedad Gestión Energética de Cantabria (GENERCAN) el pasado 21 de mayo de 2009	Subsidio	37% del coste de referencia y 710-1.015 €/m ²	Cantabria	Particulares, privados y entes públicos
Orden MED/37/2008, de 30 de diciembre	Subsidio	Presupuesto máximo de 60.000 €	Cantabria	Administraciones públicas
Orden EYE/2236/2008, de 29 de diciembre, por la que se convocan subvenciones públicas cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)	Subsidio	Empresas: 20-40% Otros: 30-50% Con un máximo de 200.000 €	Castilla y León	Particulares, empresas, autónomos, propietarios de una comunidad de vecinos, ONGs
ICAEN subvenciones para energías renovables PER 2005-2010	Subsidio	37% de un máximo de 2,2 M€, 710 €/m ² para más de 20 m ² y 812 €/m ² para menos de 20 m ²	Cataluña	Particulares, privados y entes públicos

*Ayudas ICO-IDAE, finalizaron en el 2006.

Fuente: Eclareon

2.3 ESCENARIOS ECONÓMICOS BASE

2.3.1 Factores exógenos

A continuación se presenta un resumen de los posibles escenarios (favorable y desfavorable) en relación a los factores exógenos que pueden afectar al desarrollo de la energía proveniente de la tecnología solar térmica. Por una parte se exponen las posibles variaciones de los costes energéticos de las energías a reemplazar y por otra parte la variación de los costes de instalación (llave en mano).

Los costes de instalación son dependientes de una serie de factores entre los que cabe destacar los siguientes:

Factores que harán aumentar el coste:

- Coste de los materiales (aluminio, cobre, vidrio...): se espera que aumenten debido al aumento de demanda global y debido al aumento de los precios de la energía.
- Coste de la mano de obra: se espera que aumente en relación a la inflación.

Factores que harán disminuir el coste:

- Economía de escala: a medio plazo se espera que aumenten los pedidos a los fabricantes, reduciendo los costes fijos por unidad.
- Optimización de cadena de valor: con el tiempo se espera que aumente la productividad y se reduzcan los costes.
- I+D: las nuevas tecnologías desarrolladas crearán más competencia y ofrecerán nuevos materiales reduciendo los precios de materias primas.
- Eficiencia en la instalación: los años de experiencia de los instaladores se están viendo reflejados en una mejora de su trabajo y en consecuencia en una reducción del coste de instalación.

Por tanto esperamos que los precios se mantengan relativamente estables al combinarse los factores de aumento y disminución anteriormente nombrados, llegando a descender un 2% y a aumentar un 3% en los casos extremos.

Tabla 24. Tasas porcentuales de variación anual esperadas a 2020

	Escenario favorable	Escenario desfavorable
Costes energéticos	Tasa de aumento porcentual hasta 2020E	
Gas natural	3	0
GLP	6	5
Carbón	2	2
Petróleo	8	4
Gasóleo C	6	4
Electricidad	6	3
Costes de instalación (llave en mano)	-2	+3

Fuente: Eclareon

2.3.2 Política de incentivos

En la Tabla 25 se expone un resumen de los distintos tipos de políticas de incentivos y sus versiones más favorables y desfavorables. Existen tres tipos de incentivos: la financiación con un tipo de interés atractivo, la subvención sobre la instalación (con límite de presupuesto generalmente, por lo que si se pretenden dar ayudas en un volumen grande de instalaciones estas serían más bajas que las actuales) y la desgravación fiscal sobre inversiones.

Tabla 25. Variables y escenarios para la política de incentivos

	Escenario favorable	Escenario desfavorable
Financiación	Euribor + 0,20	Euribor + 0,40
Subvención	300 €/m ²	100 €/m ²
Desgravación fiscal	5%	0%

Fuente: Eclareon

3 Bibliografía completa

1. INE (INEbase en sus series de Industria, energía y construcción, y la de Economía):
 - I. Consumos energéticos por sectores de actividad y producto consumido (2007).
 - II. Número total de locales según estrato de asalariados y provincia (2009).
 - III. Número de locales por CNAE y CCAA (incluyendo sin asalariados) (2009).
 - IV. Número de locales por CNAE y estrato de asalariados (2009).
 - V. Producción de las industrias españolas en miles de euros (2008).
 - VI. Resultados por principales variables económicas y sector de actividad en miles de euros (2007).
 - VII. Volumen de facturación 1993-2008 en miles de euros.
2. Ecoheatcool work package 1 © Ecoheatcool and Euroheat & Power 2005-2006.
3. Estructura y demografía empresarial – Directorio central de empresas (DIRCE) a 1 de enero de 2005.
4. La guía ASIT de la energía solar térmica – ASIT.
5. Panel de opinión, situación energética en las empresas – www.camaras.org
6. Instalación de energía solar térmica. Memoria de diseño básica empresa instaladora – Equipamiento Solar, S.L.
7. Distribución de la irradiación global media en España.
8. Enero 2005 – Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente.
9. Cubiertas fotovoltaicas – Sumsol energía solar.
10. Informe sobre la energía en España – Dirección de Análisis y Estrategia, www.camaras.org
11. La empresa en España – Servicio de estudios, www.camaras.org
12. Análisis sectorial – Boletín Económico Financiero Cajamar.
13. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012, E4 – Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa.
14. Ecoheatcool Euroheat & Power, Belgium – European Commission, Directorate-General For Energy And Transport.
15. Libro blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España – José Ignacio Pérez Arriaga.
16. El consumo eléctrico en el mercado peninsular en el año 2007, clasificación de los consumidores según actividad económica, bandas de precios y características del suministro – CNE.
17. Informe anual 2007 – Ciemat, Plataforma Solar de Almería.
18. Integrated pollution prevention and control (IPPC) best available techniques reference document on the production of iron and steel – European Commission.
19. Producciones y consumos de energía eléctrica. Desglose por comunidades y ciudades autónomas – Comisión Nacional de Energía (CNE).
20. Renewable energy for Europe, campaign for take-off, catalogue 2003 – European Commission.
21. Directorate-General For Energy And Transport (Dg TREN).
22. Europe need cooling – Capital Cooling Europe AB.
23. Catalogo comercial – Climatewell.
24. Energy & financial savings analysis, hospital nursing home Roma Italy – Climatewell.
25. Passive draught evaporative cooling (PDEC) applied to the central atrium space within the new stock exchange in Malta – Wsp Environmental Ltd, United Kingdom & Managenergy.
26. Mejoras energéticas en las pymes – EREN.
27. Reducing europe's consumption of fossil fuels for heating and cooling – Ecoheatcool.
28. Ecoheatcool work package 2 the European cold market – Ecoheatcool.
29. Emerging energy-efficient industrial technologies – Energy Analysis Department, Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkley National Laboratory.
30. Energy and district cooling – Capital Cooling.
31. Integrated pollution prevention and control reference document on best available techniques in the food, drink and milk industries – European Commission.
32. Results of the public consultation on the eu initiative on heating and cooling from renewable energy sources – Sustainable Energy Technologies Reference and Information System (Setris).

33. "Building types and climates within the project countries for potential applications of solar heating and cooling" high solar fraction heating and cooling systems with combination of innovative components and methods – HIGH-COMBI.
34. How solar cooling works – Australian Solar Cooling Interest Group.
35. 2008 annual report with a feature article on net zero energy buildings – Solar Heating and Cooling Programme, International Energy Agency.
36. Integrated pollution prevention and control (IPPC) reference document on the application of best available techniques to industrial cooling systems – European commission.
37. La energía en España 2007 – Ministerio de Industria, Turismo Y Comercio.
38. High Efficiency Solar Heat for Process Applications and Solar Cooling – NEPSOLAR.
39. The PolyTrough 1200 – Breakthrough in Solar Process Heat Collectors – NEPSOLAR.
40. Optimized design of hot water storage in solar thermal cooling facilities – ITEA Research Group. Universidad Carlos III de Madrid.
41. Policy framework and potential for solar cooling in Europe – The EU RES-Directive.
42. Potential for solar heating in Industrial Processes – Department of Mechanics and Aeronautics, University of Rome.
43. Simulation based design methods and economical analysis for solar driven absorption cooling systems – Institute of Energy and Sustainable Development, de Montfort University.
44. Estudi tecnològic del fred la indústria agroalimentària i les seves millors tecnologies disponibles en consum d'energia – SECYTEF, Universidad Politécnica de Cartagena i CREVER Universitat Rovira i Virgili.
45. Solar Cooling Overview and recommendations – SOLCO Project.
46. Solar Heating and Cooling for a sustainable Energy Future in Europe – ESTTP.
47. Solar thermal collectors and applications – Department of Mechanical Engineering, Higher Technical Institute.
48. Decision scheme for the selection of the appropriate technology using solar thermal air-conditioning – IEA Solar Heating and Cooling, Task 25.
49. Ongoing research relevant for solar assisted air conditioning systems – IEA Solar Heating and Cooling, Task 25.
50. The present and future use of solar thermal energy as a primary source of energy – IEA.
51. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector – European Commission.
52. Technical and economic assessment of solar thermal absorption cooling systems in small commercial buildings – SENTECH, Inc.
53. Solar Cooling of a detached house in Madrid – Climatewell.
54. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques in Cement and Lime Manufacturing Industries – European commission.
55. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Ceramic Manufacturing Industry – European commission.
56. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques the Ferrous Metals Processing Industry – European commission.
57. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques the Glass Manufacturing Industry – European commission.
58. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Mineral Oil and Gas Refineries – European commission.
59. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques the Non Ferrous Metals Industries – European commission.
60. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa.
61. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Sector edificación.
62. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector metalurgia no férrea.

63. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector minerales no metálicos.
64. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector siderurgia y fundición.
65. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Sector servicios públicos.
66. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Sector transformación de la energía.
67. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Sector transporte.
68. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques – Smitheries and Foundries Industry – European Commission.
69. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques – Tanning of Hides and Skins – European Commission.
70. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques – Waste incineration – European Commission.
71. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques – Waste treatment Industry – European Commission.
72. Energía para el futuro: las fuentes de energía renovables (estrategia y plan de acción comunitarios) – CDFER.
73. Pla de L'energia de Catalunya 2006-2015 – Generalitat de Catalunya.
74. Potential for BIPV – PVPS.
75. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Sector equipamiento residencial y ofimática (residencial y servicios).
76. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector equipos de transporte.
77. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector madera, corcho y muebles.
78. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries – European commission.
79. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector alimentación, bebidas y tabaco.
80. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector textil, cuero y calzado.
81. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques for textiles industry – European commission.
82. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques in the pulp and paper industry.
83. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector pasta, papel e impresión.
84. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques in the chlor-alkali manufacturing industry – European Commission.
85. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Large Volume Inorganic Chemicals – Solids and Others Industry – European Commission.
86. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Speciality Inorganic Chemicals – European Commission.
87. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers – European Commission.
88. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Large Volume Organic Chemical Industry – European Commission.
89. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Organic Fine Chemicals – European Commission.
90. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector industria química.
91. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available

- Techniques Surface Treatment using Organic Solvents – European Commission.
92. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Polymers – European Commission.
93. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Intensive Rearing of Poultry and Pigs – European Commission.
94. Informe anual 2008 – Fertiberia.
95. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – Subsector transformados metálicos.
96. Integrated Pollution Prevention and Control reference Document on Best Available Techniques Surface treatment of metals and plastics – European Commission.
97. recyclingbilingue.juniorwebaward.ch/recicla-je/pneu-esp.pdf
98. Guía sobre las mejores técnicas disponibles en España del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas – AMBIOMA Consult, S.L.
99. Informes i estudis tecnològics encarregats per l'Institut Català d'Energia Eficiència energètica en el sector carni i situació a Catalunya.
100. Informes i estudis tecnològics encarregats per l'Institut Català d'Energia Eficiència energètica en el sector ceràmic i situació a Catalunya.
101. Informes i estudis tecnològics encarregats per l'Institut Català d'Energia Eficiència energètica en el sector paperer i situació a Catalunya.
102. Informes i estudis tecnològics encarregats per l'Institut Català d'Energia Eficiència energètica en els electrodomèstics i situació a Catalunya.
103. Estudi tecnològic del fred a la indústria agroalimentària i les seves millors tecnologies disponibles en consum d'energia.
104. Estudi tecnològic del fred industrial i les seves millors tecnologies disponibles en consum d'energia.
105. Eficiència energètica en el sector de l'adobament de pells i situació a Catalunya.
106. Eficiència energètica en el subsector de la transformació de metalls i situació a Catalunya.
107. Eficiència energètica en el sector químic i situació a Catalunya.
108. Eficiència energètica en el sector de fabricació de pinsos i situació a Catalunya.
109. Estudi d'Eficiència Energètica en el Sector d'Acabats Tèxtils i situació a Catalunya.
110. Guía MTD en España del sector de DCE, CVM y PVC.
111. Guía MTD en España del sector de la avicultura de carne.
112. Guía MTD en España del sector de la avicultura de puesta.
113. Guía MTD en España del sector de productos del mar.
114. Guía MTD en España del sector mataderos y transformados de pollo.
115. Guía MTD en España del sector porcino.
116. Guía MTD en España química fina orgánica.
117. Guía MTD en España sector azucarero.
118. Guía MTD en España sector cárnico.
119. Guía MTD en España sector cemento.
120. Guía MTD en España sector cervecero.
121. Guía MTD en España sector curtidos.
122. Guía MTD en España sector lácteo.
123. Guía MTD en España sector refino.
124. Guía MTD en España sector textil.
125. Guía MTD en España transformados vegetales.
126. The heat recovery potential in the French industry: which opportunities for heat pump systems? – Dupont, Edf.
127. Análisis del cumplimiento del CTE y apertura del mercado de grandes consumos de EST – ASIT, GIS-ES08.
128. Catálogo de productos – ENERCO.
129. CTE-DB-HE.
130. Dirección General de Industria, Energía y Minas, Madrid. Memoria 2006.
131. Dirección General de Industria, Energía y Minas, Murcia. Memoria 2006.

TAREA 2. TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA Y CÁLCULOS DE RENDIMIENTO

1 Zonas climáticas y datos climáticos

1.1 ZONAS CLIMÁTICAS DE ESPAÑA SEGÚN CTE

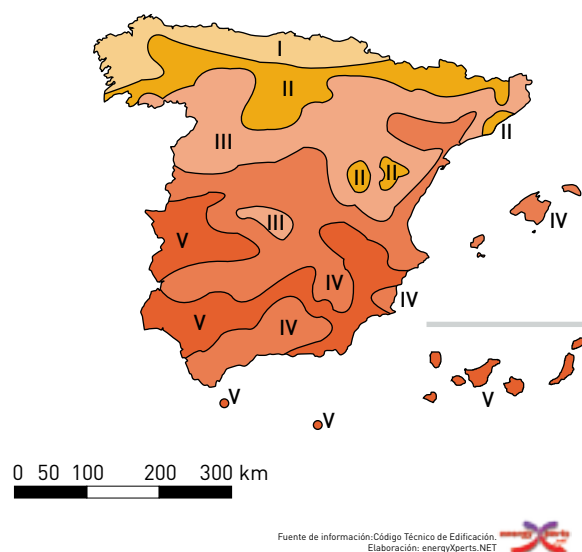
Para el presente estudio se usaron las 5 zonas climáticas definidas en el CTE (Código Técnico de la Edificación) 2009. Los datos característicos de estas zonas climáticas, tal y como aparecen definidas en el CTE, están resumidas en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos característicos de las zonas climáticas de España según CTE (2009). Datos de radiación global sobre superficie horizontal

CTE	Radiación diaria kWh/m² día			Radiación anual kWh/m² a
Zona	mín.	máx.	media	media
I		3,8	3,6	1.314
II	3,8	4,2	4	1.460
III	4,2	4,6	4,4	1.606
IV	4,6	5	4,8	1.752
V	5		5,2	1.898

*Como valor medio para zona I y zona V se supuso una escala equidistante entre las diferentes zonas

Figura 1. Zonas climáticas en España según CTE (2009). Gráfico: elaboración propia



1.2 AÑO METEOROLÓGICO TIPO PARA CADA ZONA CLIMÁTICA

Para cada zona climática se eligió un lugar representativo, y se obtuvieron archivos de datos meteorológicos Meteonorm, contenidos en el paquete de software TRNSYS. Partiendo de estos datos, se aplicó un factor de corrección de forma que la radiación total anual sobre superficie horizontal coincidiera con el valor medio de la zona correspondiente del CTE.

Tabla 2. Ciudades representativas para cada zona climática y factores de corrección aplicados a los ficheros de datos Meteonorm

CTE	Archivos Meteonorm/TRNSYS					
Zona	Ciudad representativa	Latitud	I	Idn	Idn/I	f_c
I	Bilbao	43.30°	1.277	1.020	0,80	1,029
II	Barcelona	41.42°	1.444	1.264	0,88	1,011
III	Salamanca	40.58°	1.609	1.647	1,02	0,998
IV	Murcia	37.78°	1.731	1.742	1,01	1,012
V	Sevilla	37.42°	1.755	1.848	1,05	1,081

A continuación se muestran los detalles del año meteorológico tipo construidos en base a estos datos, utilizados con posterioridad en los cálculos de rendimiento.

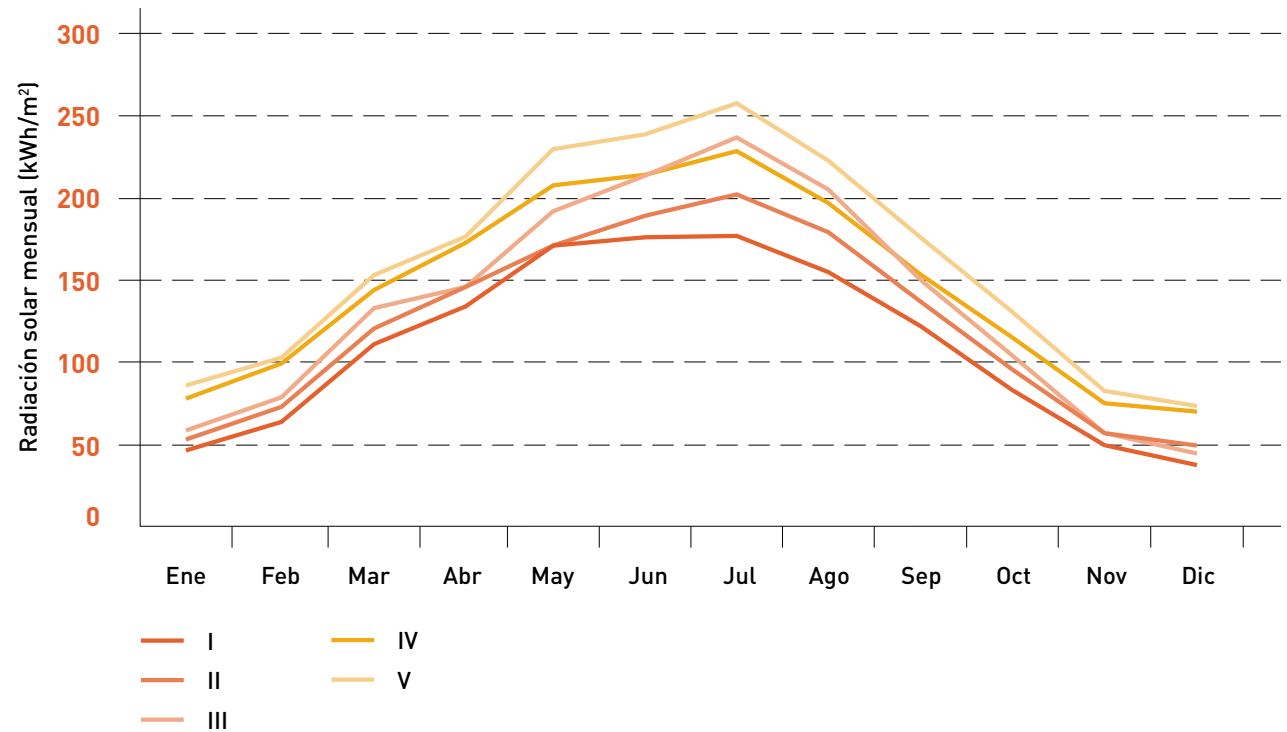
Tabla 3. Radiación global sobre superficie horizontal. Año meteorológico tipo para las zonas climáticas del CTE

	I	II	III	IV	V
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Ene	46	54	60	80	84
Feb	61	70	75	96	99
Mar	107	119	133	147	157
Abr	129	143	146	170	174
May	167	169	190	206	222

(Continuación)

	I	II	III	IV	V
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Jun	174	189	214	213	233
Jul	177	202	231	226	254
Ago	154	176	203	195	218
Sep	124	135	149	154	174
Oct	84	94	100	118	129
Nov	52	60	59	76	81
Dic	39	49	45	71	72
Total	1.314	1.460	1.606	1.752	1.898

Figura 2. Radiación global sobre superficie horizontal. Año meteorológico tipo para las zonas climáticas del CTE



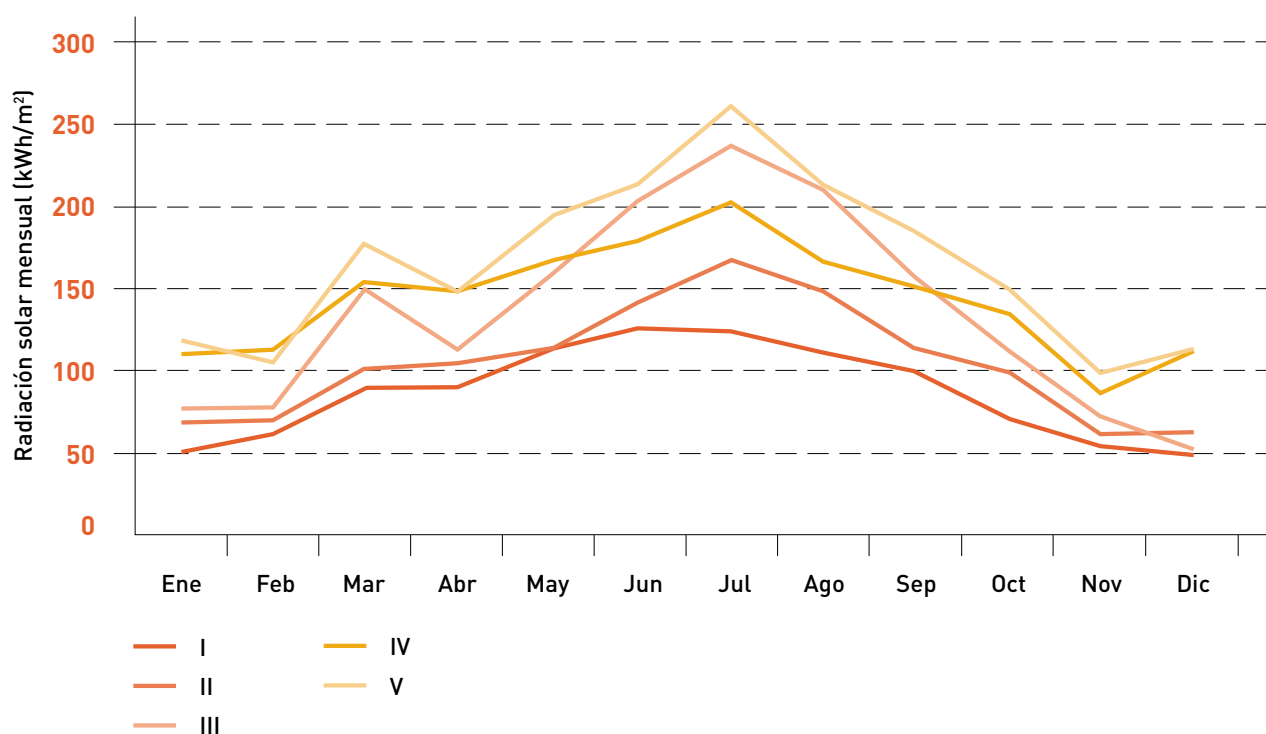
(Continuación)

Tabla 4. Radiación directa normal.
Año meteorológico tipo para las zonas
climáticas del CTE

	I	II	III	IV	V
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Ene	52	70	81	117	126
Feb	63	72	80	119	111
Mar	90	102	147	156	178
Abr	89	106	118	150	146
May	114	118	160	172	196
Jun	125	145	208	183	221

	I	II	III	IV	V
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Jul	125	169	236	205	261
Ago	113	152	210	173	213
Sep	102	118	163	155	187
Oct	74	100	111	134	150
Nov	54	62	75	91	100
Dic	48	64	52	109	109
Total	1.049	1.278	1.644	1.763	1.999

Figura 3. Radiación directa normal. Año meteorológico tipo para las zonas climáticas del CTE



2 Tipos de captadores solares disponibles

Los principales tipos de captadores de interés para aplicaciones industriales son los siguientes:

a) Captadores estacionarios (sin seguimiento):

- Captadores planos selectivos.
- Captadores planos de bajo coste (captadores planos sin cubierta).
- Captadores planos de doble cubierta.
- Captadores con concentrador CPC (concentrador parabólico compuesto = concentradores de baja concentración, típicamente factor 1 – 1,5).
- Captadores planos evacuados.
- Captadores de tubo de vacío.
- Captadores de tubo de vacío con concentrador CPC.

b) Captadores concentradores:

- Captadores cilindro-parabólicos.
- Captadores con concentrador Fresnel.
- Captadores concentradores con espejo fijo (tipo CCStaR).
- Captadores concentradores con seguimiento en dos ejes (incluyendo combinación torre receptor/heliostatos).

En este capítulo se definen unos “captadores de mejor tecnología disponible (MTD)” con datos representativos para cada tipo de captador relevante en la actualidad y/o con perspectiva de serlo en el futuro cercano (periodo 2011–2020).

2.1 DATOS CARACTERÍSTICOS DE LOS TIPOS DE CAPTADORES USADOS EN EL ESTUDIO

2.1.1 Metodología y definición de parámetros

Para obtener los datos técnicos de un captador medio ficticio se analizaron en primer lugar los captadores de una serie de fabricantes suficientemente representativos. En segundo lugar, visto que para algunos tipos de captadores (tubo de vacío con y sin CPC) no se obtuvieron suficientes datos para poder considerarse representativos, se analizaron

además datos de captadores de otros fabricantes publicados por los institutos de ensayo SPF (Suiza) y ITW (Alemania).

Como “mejor tecnología actualmente disponible” se considera no el promedio de todos los captadores, sino el promedio de los mejores captadores dentro de cada tecnología (entre 3 y 5, dependiendo de cada caso).

A continuación se definen los parámetros utilizados en el análisis.

2.1.1.1 Curva de rendimiento

El rendimiento instantáneo (η) de un captador solar se define según la siguiente fórmula:

$$\eta = \eta_0 - (c_1 + c_2 \Delta T) * \frac{\Delta T}{G_T} \quad (1)$$

donde η_0 es el rendimiento óptico, c_1 , c_2 son los coeficientes lineal y cuadrático de pérdida de calor [c_1 [W/K m²]; c_2 [W/K²m²]], ΔT [K] es la diferencia entre la temperatura media del fluido en el captador (T_m) y la temperatura ambiente (T_a), y G_T [W/m²] es la cantidad de radiación solar que incide en el captador.

2.1.1.2 Dependencia del rendimiento del ángulo de incidencia

Generalmente como indicador de la variación del rendimiento con el ángulo de incidencia de la radiación solar (en los ensayos según EN) se especifica el factor de corrección K_{50} para un ángulo de incidencia de 50°, tanto en el plano longitudinal como en el plano transversal.

2.1.1.3 Superficie absorbadora, superficie de apertura, superficie bruta y potencia nominal

La superficie absorbadora es la superficie de la placa (o tubo) absorbente de un captador.

La superficie de apertura es la superficie transparente, sobre la cual la radiación solar incide en el captador.

La superficie bruta viene dada por las medidas exteriores del captador.

En los últimos años y por razones estadísticas se ha establecido además el término de la potencia

2.1.1.2 Dependencia del rendimiento del ángulo de incidencia

Generalmente como indicador de la variación del rendimiento con el ángulo de incidencia de la radiación solar (en los ensayos según EN) se especifica el factor de corrección K_{50} para un ángulo de incidencia de 50° , tanto en el plano longitudinal como en el plano transversal.

2.1.1.3 Superficie absorbedora, superficie de apertura, superficie bruta y potencia nominal

La superficie absorbedora es la superficie de la placa (o tubo) absorbente de un captador.

La superficie de apertura es la superficie transparente, sobre la cual la radiación solar incide en el captador.

La superficie bruta viene dada por las medidas exteriores del captador.

En los últimos años y por razones estadísticas se ha establecido además el término de la potencia nominal de un captador térmico, definido como $0,7 \text{ kW/m}^2$. En este estudio el tamaño de los sistemas solares se expresa generalmente en términos de esta superficie nominal, basado en la superficie de apertura como referencia.

2.1.1.4 Peso

El peso de un campo solar que debe soportar una estructura (por ejemplo, un tejado) está compuesto por:

- El peso de los captadores vacíos.
- El peso del líquido contenido en los captadores en operación.
- El peso de las tuberías y accesorios de instalación (válvulas etc.), incluido el líquido.
- El peso de las estructuras de soporte (por ejemplo, las estructuras utilizadas en un montaje inclinado, etc.).

Como datos de los captadores se especifica generalmente el peso vacío, así como el contenido de líquido.

2.1.2 Mejor tecnología actualmente disponible

En las secciones que siguen se relacionan los datos técnicos obtenidos para una serie de captadores comercialmente disponibles, así como el captador de “mejor tecnología disponible” (MTD) de cada tipo, obtenido como el promedio del grupo de mejores captadores de cada categoría.

2.1.2.1 Captadores planos (CP)

Los captadores planos se pueden considerar como una tecnología madura. Posibles mejoras de esta tecnología en el periodo de 2011 a 2020 están relacionadas con:

- Introducción al mercado de captadores con prestaciones ópticas buenas (especialmente cristales con superficie anti-reflectante).
- Reducción gradual de costes.

Tabla 5. Datos técnicos de captadores solares planos: curva de rendimiento

Captador plano selectivo (CP)	Curva de rendimiento					Fuente
	Datos eficiencia (ref.: sup. apertura)			Modificador ángulo de incidencia		
	C ₀	C ₁	C ₂	K _{50°}		
	%	W/(m² . K)	W/(m² . K²)	Longitudinal	Transversal	
CP 1						
CP 2	79,1	3,7800	0,0155			
CP 3	79,0					
CP 4						
CP 5	80,0	2,8376	0,0154			
CP 6	84,0	3,7000	0,0120			
CP 7	80,8	3,5180	0,0120	0,96	0,96	ITW
CP 8	79,5	3,6300	0,0071	0,92	0,92	SPF
CP 9	77,0	3,6630	0,0160			
CP 10	80,9	4,0300	0,0071	0,96	0,96	SPF
CP 11	83,8	3,7700	0,0120	0,92	0,92	ITW
Valor medio	80,5	3,6161	0,0121	0,9400	0,9400	
Desviación estándar	2,2661	0,3478	0,0035	0,0231	0,0231	
Captador MTD	84,0	3,6109	0,0110	0,9400	0,9400	

- Datos de institutos independientes
 Datos del fabricante con referencia
 Datos del fabricante sin indicación de fuente

Figura 4. Curvas de rendimiento de captadores solares planos ($G = 1.000 \text{ W/m}^2$, radiación directa con incidencia normal, $T_{\text{ambiente}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

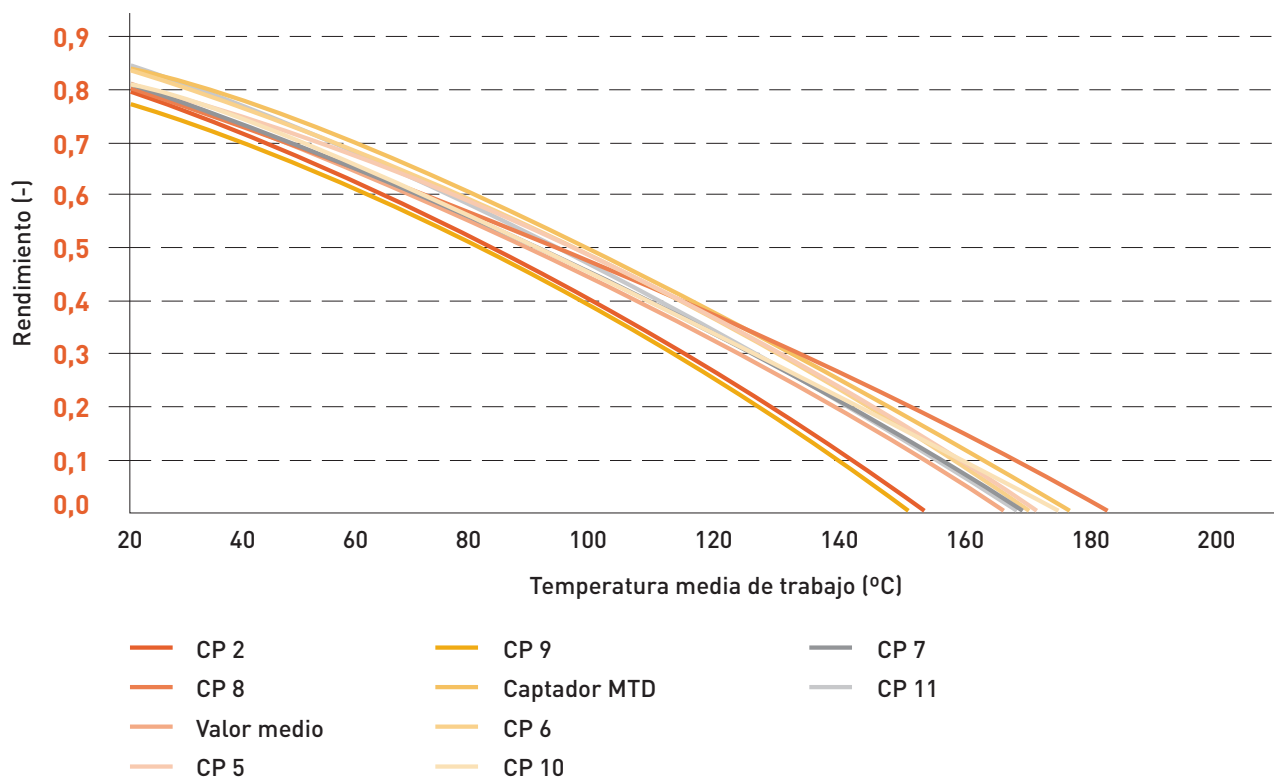


Tabla 6. Datos técnicos de captadores solares planos: medidas y peso

Captador plano selectivo (CP)	Medidas y peso									Fuente
	Superficie			Medidas		Peso		Volumen líquido		
	Absor.	Apert.	Bruta	Anch.	Altura					
	m²	m²	m²	mm	mm	kg	kg/m² ap.	l	l/m² ap.	
CP 1	1,76	1,83	2,00	no dato	no dato	38,00	20,77	1,50	0,82	
CP 2	2,01		2,34	1.160,00	1.930,00	40,00		1,25		
CP 3		2,10				39,00	18,57	1,85	0,88	
CP 4	2,23		2,37	1.145,00	2.070,00	50,17		1,25		
CP 5	2,00	2,00	2,70	1.202,00	2.355,00	48,00	24,00	1,20	0,60	

(Continuación)

Captador plano selectivo (CP)	Medidas y peso									Fuente
	Superficie			Medidas		Peso		Volumen líquido		
	Absor.	Apert.	Bruta	Anch.	Altura					
	m²	m²	m²	mm	mm	kg	kg/m² ap.	l	l/m² ap.	
CP 6		2,35	2,51	1.233,00	2.033,00	38,00	16,17	1,85	0,79	
CP 7	2,50	2,51	2,70	1.255,00	2.155,00					ITW
CP 8	2,17	2,20	2,57	1.239,00	2.079,00	47,00	21,32	1,70	0,77	SPF
CP 9		2,40	2,50	1.180,00	2.105,00	37,00	15,42	1,27	0,53	
CP 10	2,04	4,92	2,04	2.043,00	2.573,00	112,00	22,76	4,30	0,87	SPF
CP 11		10,10	11,10	1.947,00	5.762,00	200,00	19,80			ITW
Valor medio	2,1023	3,3793	3,2836				19,8518		0,7518	
Desviación estándar	0,2306	2,6841	2,7569				3,0133		0,1357	
Captador MTD	2,1790	4,0140	3,9377				20,8123		0,7581	

- Datos de institutos independientes
 Datos del fabricante con referencia
 Datos del fabricante sin indicación de fuente

2.1.2.2 Captadores de tubo de vacío (CTV)

Tal y como sucede en el caso de los captadores planos, los captadores de tubo de vacío se pueden considerar una tecnología madura.

Las posibles mejoras a alcanzar en un futuro están relacionadas con una mejora de la durabilidad garantizada (mantenimiento de vacío) y con la reducción de costes.

Tabla 7. Datos técnicos de captadores de tubo de vacío: curva de rendimiento

Captador de tubo de vacío (CTV)	Curva de rendimiento					Fuente
	Datos eficiencia (ref.: sup. apertura)			Modificador ángulo de incidencia		
	C ₀	C ₁	C ₂	K _{50°}		
	%	W/(m² . K)	W/(m² . K²)	Longitudinal	Transversal	
CTV 1	65,6	1,4000	0,0123	0,93	1,36	SPF
CTV 2	64,4	2,2000	0,0031	0,93	1,43	SPF
CTV 3	65,9	2,1600	0,0091	0,95	1,44	SPF
CTV 4	75,3	1,4200	0,0071	0,98	1,05	SPF
CTV 5	65,6	1,4000	0,0123	0,93	1,36	SPF
CTV 6	77,3	1,6200	0,0010	0,94	0,91	SPF
CTV 7	65,4	1,8200	0,0066	0,94	1,36	SPF
CTV 8	80,6	1,8110	0,0040			SPF
Valor medio	70,0	1,7289	0,0069	0,9429	1,2729	
Desviación estándar	6,5604	0,3266	0,0042	0,0180	0,2069	
Captador MTD	78,3	1,6255	0,0041	0,9600	0,9800	

Datos de institutos independientes

Datos del fabricante con referencia

Figura 5. Curvas de rendimiento de captadores de tubo de vacío ($G = 1.000 \text{ W/m}^2$, radiación directa con incidencia normal, $T_{\text{ambiente}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

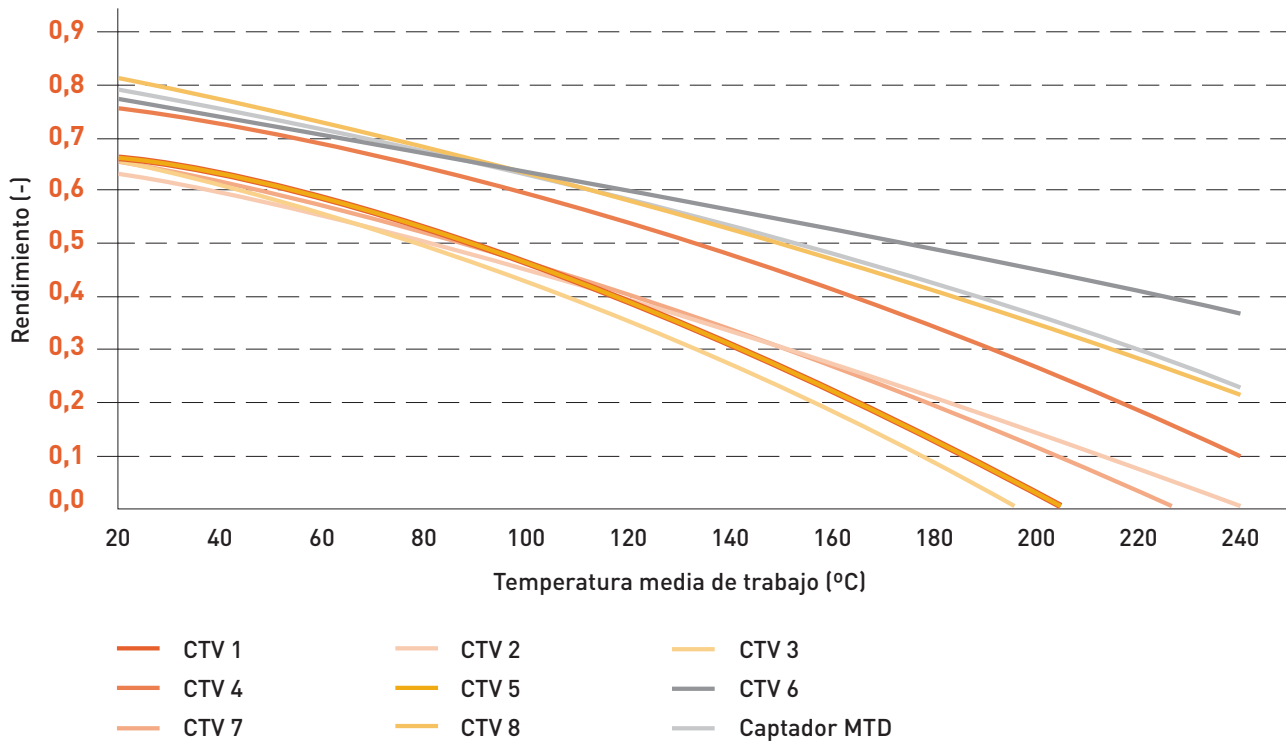


Tabla 8. Datos técnicos de captadores de tubo de vacío: medidas y peso

Captador de tubo de vacío (CTV)	Medidas y peso									Fuente
	Superficie			Medidas		Peso		Volumen líquido		
	Absor.	Apert.	Bruta	Anch.	Altura					
	m²	m²	m²	mm	mm	kg	kg/m² ap.	l	l/m² ap.	
CTV 1	2,43	2,83	4,19	1.990	2.105	95,00	33,52	1,70	0,60	SPF
CTV 2	1,93	2,22	3,54	1.910	1.855	79,00	35,51	1,50	0,67	SPF
CTV 3	2,40	2,80	4,95	1.990	2.487	102,00	36,43	1,80	0,64	SPF
CTV 4	1,02	1,11	1,51	721	2.097	36,00	32,37	1,40	1,26	SPF

(Continuación)

Captador de tubo de vacío (CTV)	Medidas y peso									Fuente
	Superficie			Medidas		Peso		Volumen líquido		
	Absor.	Apert.	Bruta	Anch.	Altura					
	m²	m²	m²	mm	mm	kg	kg/m² ap.	l	l/m² ap.	
CTV 5	2,43	2,83	4,19	1.990	2.105	95,00	33,52	1,70	0,60	SPF
CTV 6	2,97	3,18	4,26	1.980	2.152	86,00	27,09	1,40	0,44	SPF
CTV 7	1,62	1,89	2,79	1.403	1.990	66,00	34,90	1,20	0,63	SPF
CTV 8	3,07	3,17	4,32	2.127	2.031	76,00	23,97	6,20	1,96	
Valor medio	2,2346	2,5051	3,7194				32,1646		0,8509	
Desviación estándar	0,6859	0,7162	1,0935				4,3660		0,5075	
Captador MTD	2,3537	2,4857	3,3643				27,8118		1,2186	

Datos de institutos independientes

Datos del fabricante con referencia

2.1.2.3 Captadores de tubo de vacío con concentrador CPC (CTV-CPC)

También en el caso de captadores de tubo de vacío con concentrador CPC se trata de una tecnología madura con un potencial de mejoras graduales en cuanto a durabilidad y reducción de costes.

Hay ciertas dudas en cuanto a la durabilidad y la degradación de las propiedades ópticas a largo plazo de los materiales reflectores, con la necesidad de análisis en forma de ensayos de envejecimiento acelerado.

Tabla 9. Datos técnicos de captadores de tubo de vacío con concentrador CPC: curva de rendimiento

Captador de tubo de vacío con concentrador CPC (CTV-CPC)	Curva de rendimiento					Fuente
	Datos eficiencia (ref.: sup. apertura)			Modificador ángulo de incidencia		
	C ₀	C ₁	C ₂	K _{50°}		
	%	W/(m ² . K)	W/(m ² . K ²)	Longitudinal	Transversal	
CPC 1	77,9	1,6300	0,0063	0,93	0,93	SPF
CPC 2	76,4	1,0200	0,0053	0,97	0,91	SPF
CPC 3	62,0	0,9400	0,0070	0,94	1,03	SPF
CPC 4	66,5	0,7210	0,0060	0,89	1,03	
CPC 5	65,0	1,0160	0,0020			
CPC 6	69,1	0,9290	0,0020	0,95	0,98	
Valor medio	69,48	1,0427	0,0048	0,9354	0,9766	
Desviación estándar	6,3848	0,3076	0,0022	0,0308	0,0562	
Captador MTD	69,3	0,9215	0,0038	0,9357	0,9743	

Datos de institutos independientes
 Datos del fabricante con referencia

Figura 6. Curvas de rendimiento de captadores de tubo de vacío con concentrador CPC
($G = 1.000 \text{ W/m}^2$, radiación directa con incidencia normal, $T_{\text{ambiente}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

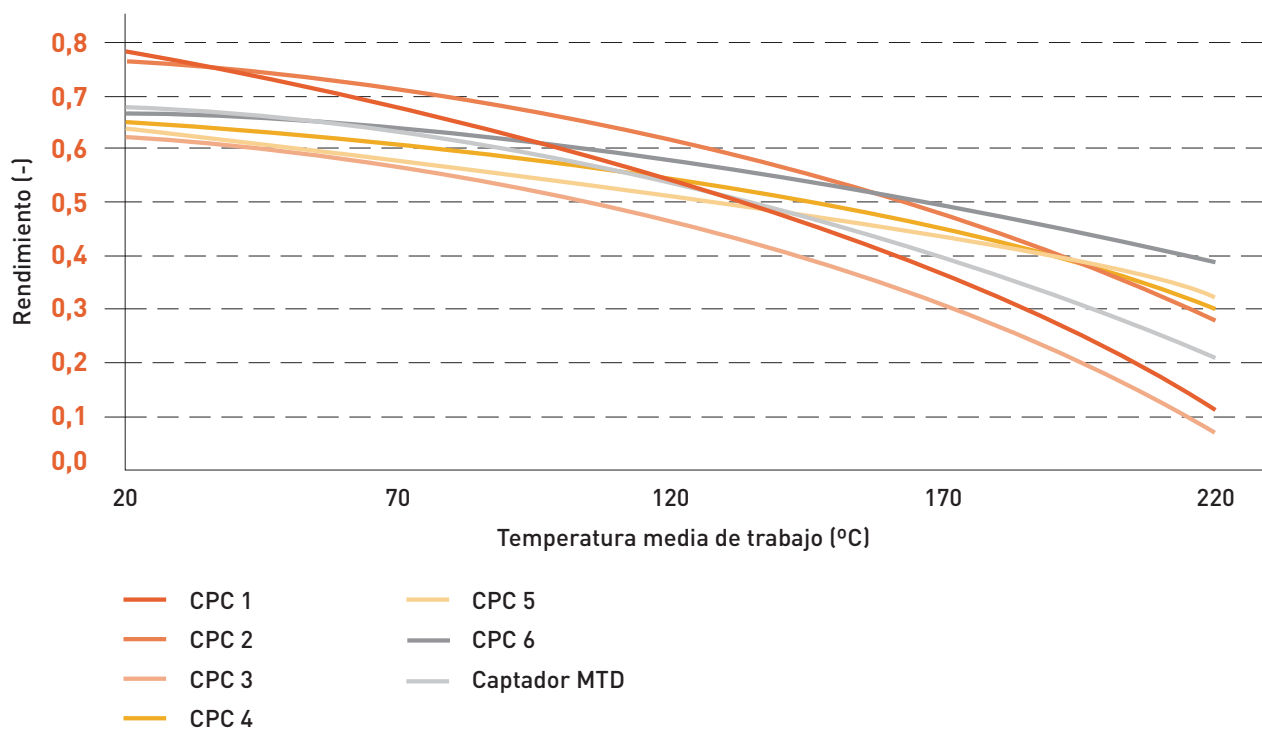


Tabla 10. Datos técnicos de captadores de tubo de vacío con concentrador CPC : medidas y peso

Captador de tubo de vacío con concentrador CPC (CTV-CPC)	Medidas y peso									Fuente
	Superficie			Medidas		Peso		Volumen líquido		
	Absor.	Apert.	Bruta	Anch.	Altura					
	m²	m²	m²	mm	mm	kg	kg/m² ap.	l	l/m² ap.	
CPC 1	2,49	1,70	2,13	1.250	1.700	50,00	29,41	2,30	1,35	SPF
CPC 2	2,47	1,72	2,13	1.250	1.700	47,00	27,39	2,00	1,17	SPF
CPC 3	1,33	1,25	1,49	905	1.644	26,00	20,80	1,10	0,88	SPF
CPC 4		2,56	2,82			46,00	17,97	1,91	0,75	
CPC 5		3,30	4,00	1.650	2.392	65,00	19,70	1,60	0,48	
CPC 6		3,50	3,91	1.610	2.420					

(Continuación)

Captador de tubo de vacío con concentrador CPC (CTV-CPC)	Medidas y peso									Fuente
	Superficie			Medidas		Peso		Volumen líquido		
	Absor.	Apert.	Bruta	Anch.	Altura					
	m²	m²	m²	mm	mm	kg	kg/m² ap.	l	l/m² ap.	
Valor medio	2,0963	2,3377	2,7447				23,0534		0,9259	
Desviación estándar	0,6680	0,9276	1,0283				5,0355		0,3423	
Captador MTD		3,1200	3,5767				18,8329		0,6155	

 Datos de institutos independientes

 Datos del fabricante con referencia

2.1.2.4 Otros captadores estacionarios

En el mercado existen otros tipos de captadores estacionarios, además de los 3 tipos de captadores ya mencionados:

- Captadores planos sin cubierta.
- Captadores planos de doble cubierta.
- Captadores con concentrador CPC.
- Captadores planos evacuados.
- Captadores de aire con y sin cubierta.

Estos tipos de captadores, si bien pueden ser de gran interés en algún caso específico en instalaciones industriales, no se han considerado en detalle en este estudio, ya que no ofrecen prestaciones significativamente diferentes con respecto a los tipos de captadores mencionados. Dado el nivel de detalle requerido para un estudio de potencial, los tipos de captadores descritos con anterioridad se pueden considerar representativos.

2.1.2.5 Captadores concentradores

En la actualidad existen muy pocos fabricantes de captadores concentradores, y sólo en un caso, el producto se puede considerar como producto comercial con algunas decenas de miles de m² instalados. Se puede encontrar un resumen de los desarrollos recientes alcanzados en la tecnología de captadores concentradores en Weiss y Rommel [2008].

En principio, los captadores utilizados en las

plantas termosolares también se pueden utilizar para sistemas de generación de calor; no obstante, debido a su tamaño y a la gran escala de implementación requerida (superior a 5.000 m²) no son aptos para la mayoría de aplicaciones industriales.

La Tabla 11 resume las características principales de los captadores concentradores comercialmente disponibles en la actualidad.

Tabla 11. Captadores comerciales comercialmente disponibles

Tipo	Fabricante	Modelo	Nivel de comercialización	Aptitud para plantas industriales
Captador cilindro-parabólico	Abengoa - Solar (IST), EE.UU. (www.industrialsolartechnology.com)	PT-1	Plantas de demostración de varias decenas de miles de m ² en operación desde los años 90	Posibles problemas estructurales para montaje sobre tejado (cargas de viento)
		RMT	Variante pequeña del PT-1 apta para montaje sobre tejado	Apto para montaje en tejado
	Solitem (Alemania, Turquía) (www.solitem.de)		4 plantas de demostración en sistemas de aire acondicionado solar, 3 más en construcción	Posibles problemas estructurales para montaje sobre tejado (cargas de viento)
Captador con concentrador lineal Fresnel	Mirroxx, Alemania (www.mirroxx.com)		5 plantas de demostración, la más grande de 380 m ² en la Escuela de Ingenieros de Sevilla	Apto para montaje en tejado

En el presente estudio se utilizó el captador Fresnel como captador de referencia para evaluar el potencial de captadores concentradores, debido a:

- El captador Fresnel es apto para montaje sobre tejado.
- los captadores Fresnel permiten un mejor aprovechamiento del espacio disponible (aprox. relación 1,5 entre superficie de tejado y superficie de apertura vs. una relación de 2,6 a 3 para captadores cilindro-parabólicos).
- Los rendimientos energéticos y costes son similares a los de captadores cilindro-parabólicos, por lo que las conclusiones obtenidas para captadores Fresnel se pueden considerar representativas para captadores concentradores en general (ver la Tabla 12 y Tabla 13 para los datos técnicos de los captadores cilindro-parabólicos Abengoa Solar – IST, modelo PT-1, y de los captadores Fresnel Mirroxx).

2.1.3 Mejoras tecnológicas hasta el año 2020

En el campo de las tecnologías de captadores estáticos (CP, CTV, CTV-CPC) se puede decir

que se trata de una tecnología madura. Mejoras tecnológicas de cara al año 2020 por tanto se reflejarán sobre todo en los parámetros económicos de los sistemas: reducción de costes debido a mejoras constructivas y en el proceso de fabricación (incluyendo efecto escala y curva de aprendizaje), y debido a mejoras en el conjunto de la instalación.

En cuanto a los captadores concentradores y otros captadores de alto rendimiento actualmente en desarrollo, se espera –tomando como horizonte el año 2020– una introducción al mercado y la disponibilidad como producto fabricado en serie. También en este campo se espera que la principal mejora esté relacionada con la reducción de costes tanto del propio captador como del sistema.

En el presente estudio se usaron los parámetros técnicos de captadores de mejor tecnología actual como referencia, y se consideraron las mejoras tecnológicas únicamente en los parámetros de costes (abaratamiento de costes de instalación y de operación y mantenimiento, optimización en la cadena de valor: proceso de distribución, etc.).

2.1.4 Resumen datos de captadores MTD

Tabla 12. Datos técnicos de los captadores de mejor tecnología disponible (MTD): curva de rendimiento

Tipo de captador	Curva de rendimiento				
	Datos eficiencia (ref.: sup. apertura)			Modificador ángulo de incidencia	
	C_0	C_1	C_2	K_{50°	
		W/(m ² · K)	W/(m ² · K ²)	Longitudinal	Transversal
Captador plano (CP)	0,840	3,6109	0,0110	0,94	0,94
Captador de tubo de vacío (CTV)	0,783	1,6255	0,0041	0,96	0,98
Captador de tubo de vacío con concentrador CPC (CTV-CPC)	0,693	0,9215	0,0038	0,94	0,97
Captador cilindro-parabólico (CCP)	0,754	0,1468	0,0017	0,87	-
Captador Fresnel (FRESNEL)	0,576	0,0000	0,0004	0,75	1,35

Figura 7. Curvas de rendimiento de los captadores MTD ($G = 1.000 \text{ W/m}^2$, radiación directa con incidencia normal, $T_a = 20^\circ \text{C}$)

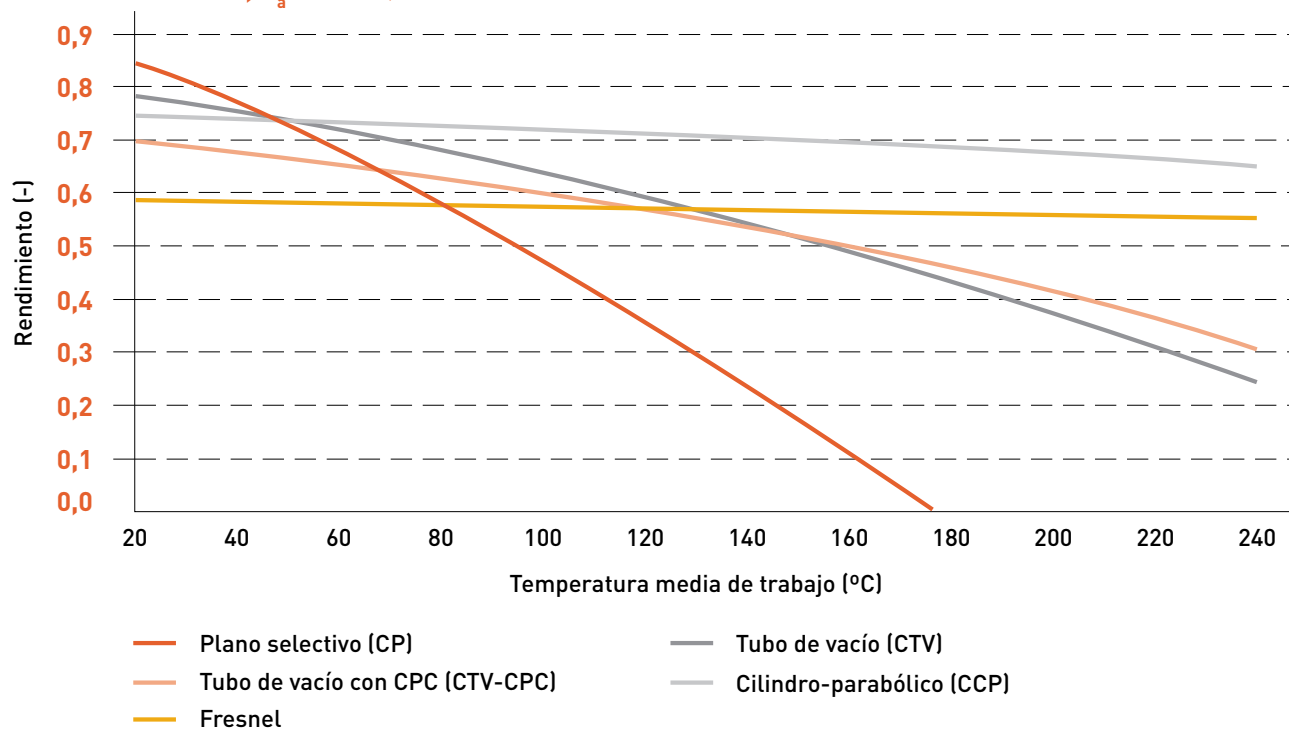


Tabla 13. Datos técnicos de captadores de mejor tecnología disponible (MTD): medidas y peso

Tipo de captador	Medidas y peso								
	Superficie			Medidas		Peso		Volumen líquido	
	Apert.	Bruta	Relación sup. bruta/ sup. ap.	Anch.	Altura				
	m ²	m ²	m ²	mm	mm	kg	kg/m ² ap.	l	l/m ² ap.
Captador plano (CP)	5,00	5,76	1,152	2.147	2.683	104,06	20,81	3,79	0,76
Captador de tubo de vacío (CTV)	2,50	3,39	1,355	1.455	2.328	69,53	27,81	3,05	1,22
Captador de tubo de vacío con concentrador CPC (CTV-CPC)	2,50	2,92	1,167	1.351	2.161	54,21	21,68	2,00	0,80
Captador cilindro-parabólico (CCP)	13,20	14,03	1,063	2.300	6.100	91*	< 10	30,66**	2,32**
Captador Fresnel (FRESNEL)	22,00	30,00	1,364	7.500	4.000	616***	28***		

*Solo concentrador

**Estimado en base a especificaciones del fabricante

***Peso total, incl. estructura

2.2 PRODUCCIÓN DE CALOR MÁXIMA SEGÚN ZONAS CLIMÁTICAS

2.2.1 Metodología empleada

De forma análoga al método empleado en el estudio POSHIP [Schweiger et al., 2001], se evaluó para las cinco zonas climáticas la generación máxima de calor teóricamente posible, para los tipos de captadores representativos, y en función de la temperatura de trabajo, mediante simulación dinámica.

Para la simulación se utilizó la herramienta simCHIP [2010], Versión 0.32, un software para la simulación dinámica de sistemas solares

industriales desarrollado por energyXpert, y que está basado en el software TRNSYS como motor de cálculo.

El sistema simulado es un sistema solar de generación de agua caliente/agua caliente a presión sin acumulación, y con un intercambiador de calor entre circuito primario y circuito de carga.

La demanda es continua 24 horas y 365 días al año, con una potencia requerida que en cada instante es superior a la potencia máxima del sistema solar.

El salto de temperatura de la demanda es de 5 K, es decir la temperatura objetivo es 5 K superior que la temperatura de entrada (temperatura nominal de la demanda).

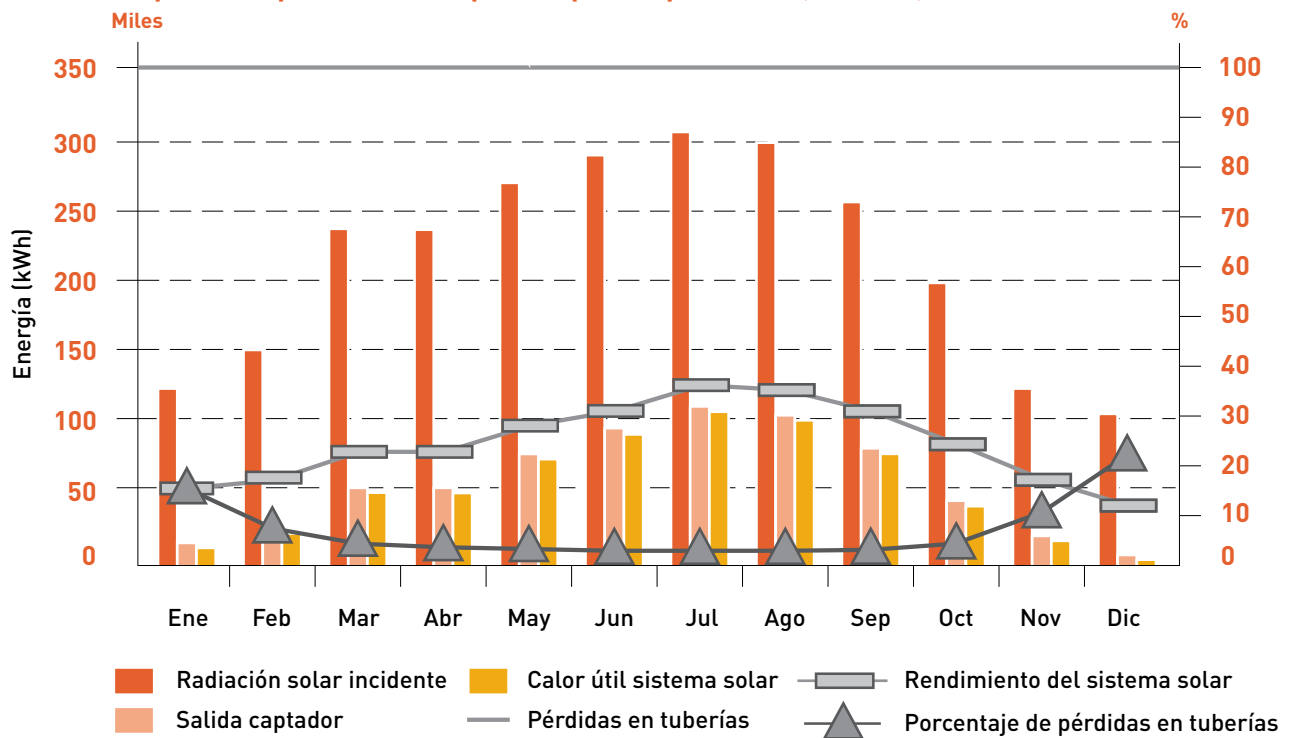
Los datos característicos están resumidos en la Tabla 14.

Tabla 14. Datos característicos del sistema solar simulado

Datos campo solar	Potencia nominal	kW	1.000
	Superficie apertura	m ²	1.429
	Inclinación	-	Latitud - 10°
	Orientación	-	Sur
	Longitud tubería (total, ida y vuelta)	m	78
	Coefficiente de pérdidas de calor total de la tubería	W/K	33
	Caudal fluido de trabajo (agua-glicol)	l/hm ²	50
Intercambiador de calor	Coefficiente de transferencia de calor	kW/K	142,9
	Salto de temperatura a potencia nominal del campo	K	7
Demanda de calor	Temperatura de entrada	K	T _{nom}
	Temperatura objetivo	K	T _{nom} + 5 K
	Potencia instantánea	kW	11.415

La Figura 8 muestra la radiación solar incidente y el calor útil generado, así como las pérdidas en las tuberías para un caso típico.

Figura 8. Distribución mensual de radiación solar, calor útil generado y pérdidas en la tubería del circuito primario para un caso típico (captador plano (CP), Zona III, 80 °C)



Los resultados obtenidos indican la generación máxima posible para las aplicaciones en las cuales en ningún momento haya restricciones por parte de la demanda.

En aplicaciones reales se puede obtener entre un 80 y un 90% de estos valores, dependiendo de la cantidad de las interrupciones de la demanda (fines de semana, periodos de vacaciones) y de la cobertura solar.

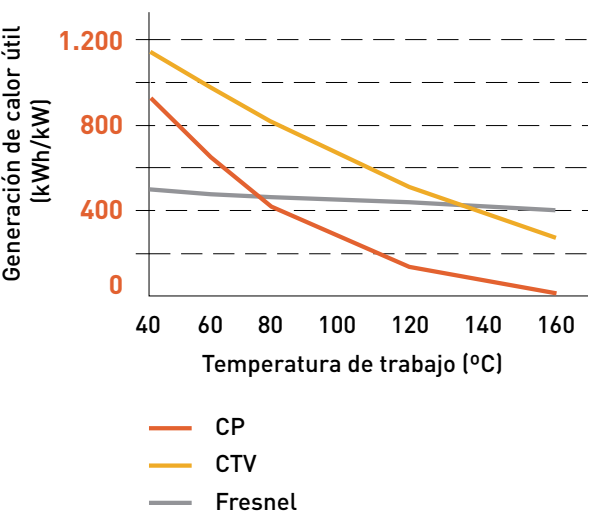
2.2.2 Resultados

2.2.2.1 Zona I

Tabla 15. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona I)

Temperatura	CP	CTV	Fresnel
°C	kWh/kW		
40	941	1.130	482
60	654	975	472
80	423	813	460
120	118	519	433
160	4	298	403

Figura 9. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona I)

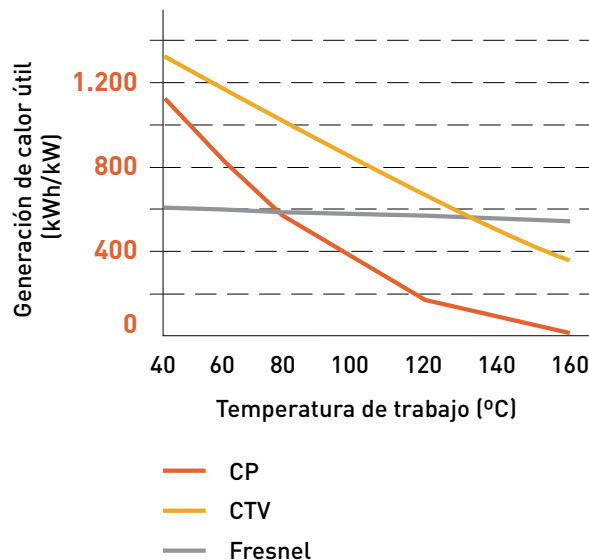


2.2.2.2 Zona II

Tabla 16. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona II)

Temperatura	CP	CTV	Fresnel
°C	kWh/kW		
40	1.138	1.326	602
60	817	1.161	592
80	544	986	580
120	164	651	550
160	10	371	516

Figura 10. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona II)

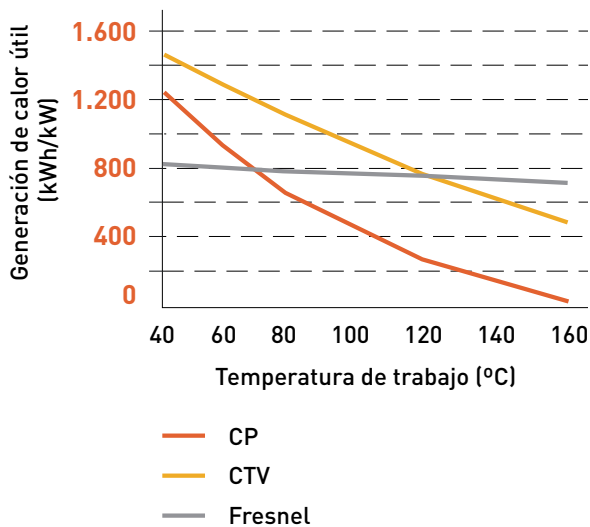


2.2.2.3 Zona III

Tabla 17. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona III)

Temperatura	CP	CTV	Fresnel
°C	kWh/kW		
40	1.256	1.483	814
60	932	1.308	803
80	653	1.125	790
120	232	780	759
160	24	483	723

Figura 11. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona III)

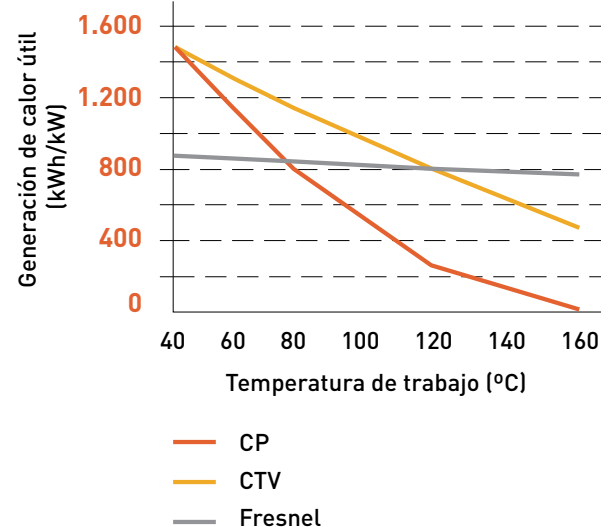


2.2.2.4 Zona IV

Tabla 18. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona IV)

Temperatura	CP	CTV	Fresnel
°C	kWh/kW		
40	1.487	1.695	862
60	1.125	1.511	851
80	791	1.316	837
120	268	928	805
160	17	585	767

Figura 12. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona IV)

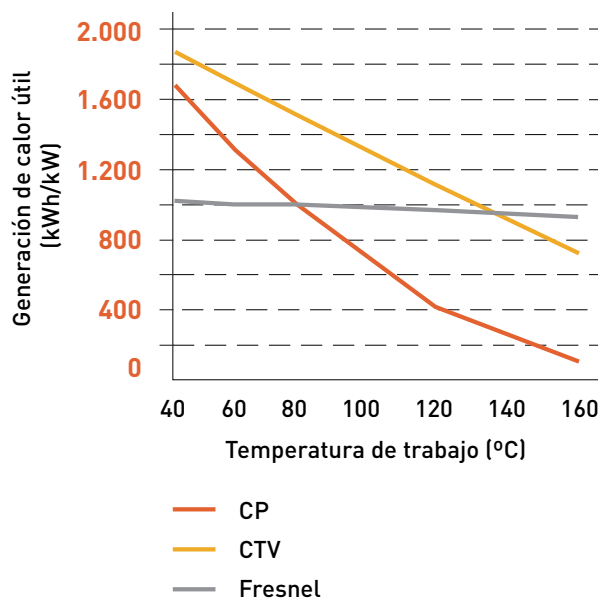


2.2.2.5 Zona V

Tabla 19. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona V)

Temperatura	CP	CTV	Fresnel
°C	kWh/kW		
40	1.684	1.872	1.010
60	1.322	1.689	1.000
80	985	1.495	987
120	427	1.105	956
160	84	754	917

Figura 13. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según la temperatura media de trabajo (Zona V)



2.2.2.6 Comparación según niveles de temperatura

A continuación se compara la generación de calor de los diferentes tipos de captadores en las diferentes zonas climáticas según niveles de temperatura (Figura 14 a Figura 17).

Figura 14. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según zona climática (temperatura de trabajo: 40 °C)

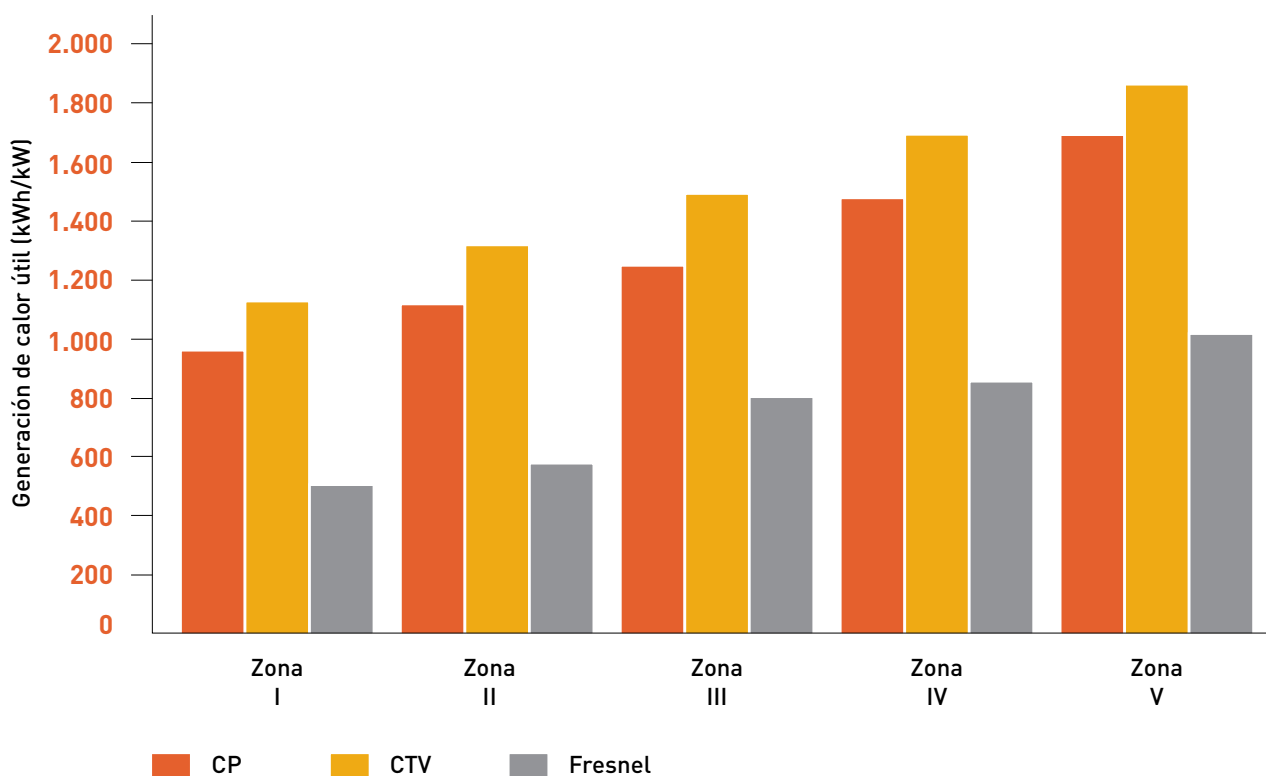


Figura 15. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según zona climática (temperatura de trabajo: 80 °C)

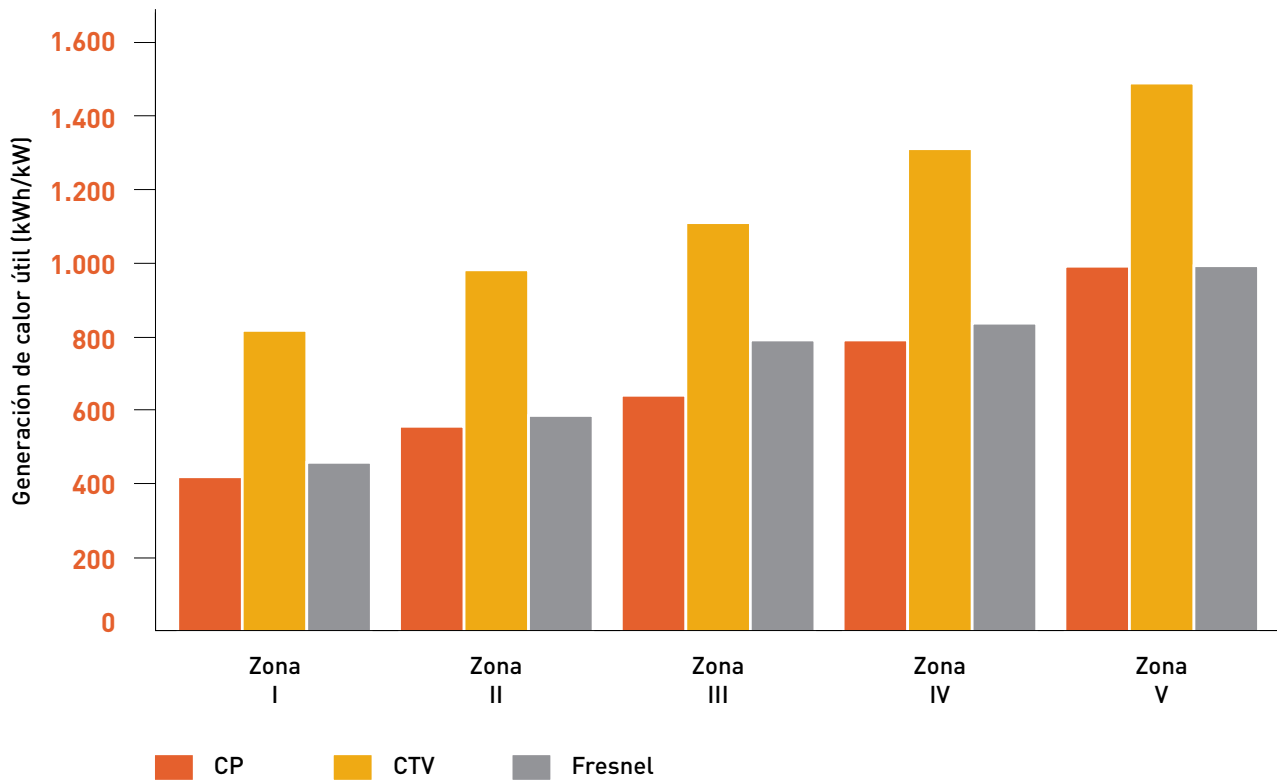


Figura 16. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según zona climática (temperatura de trabajo: 120 °C)

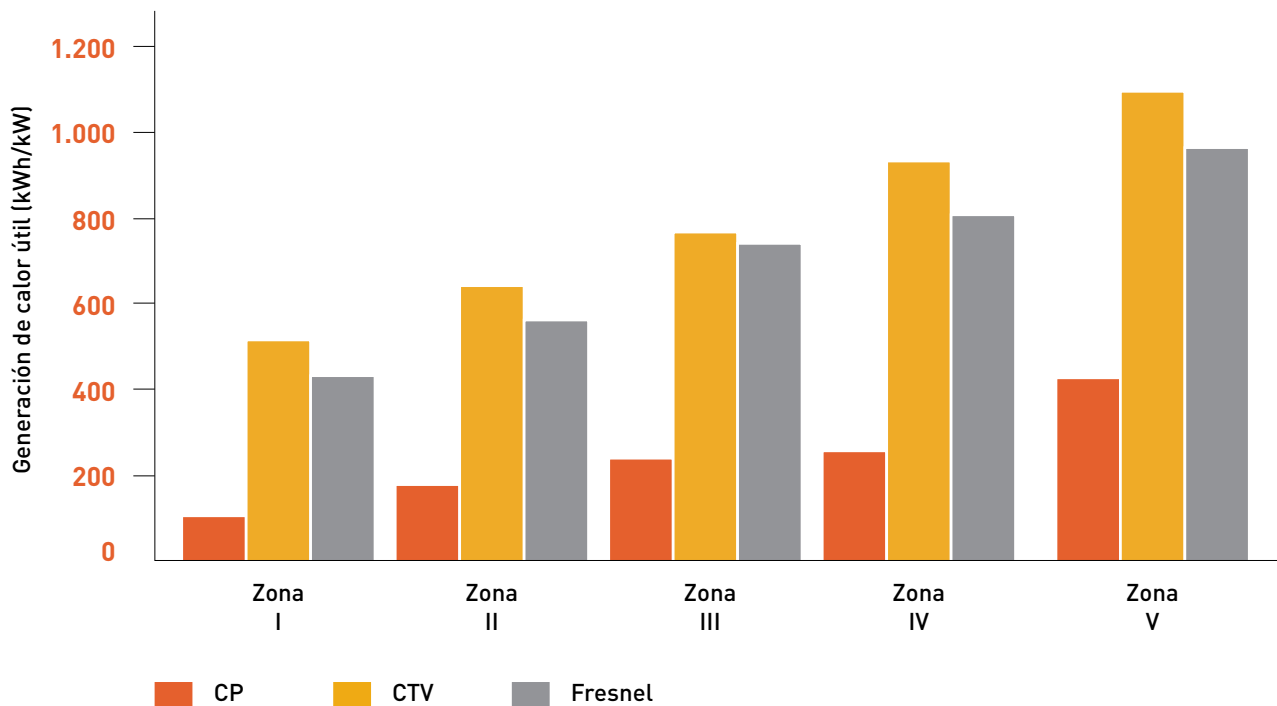
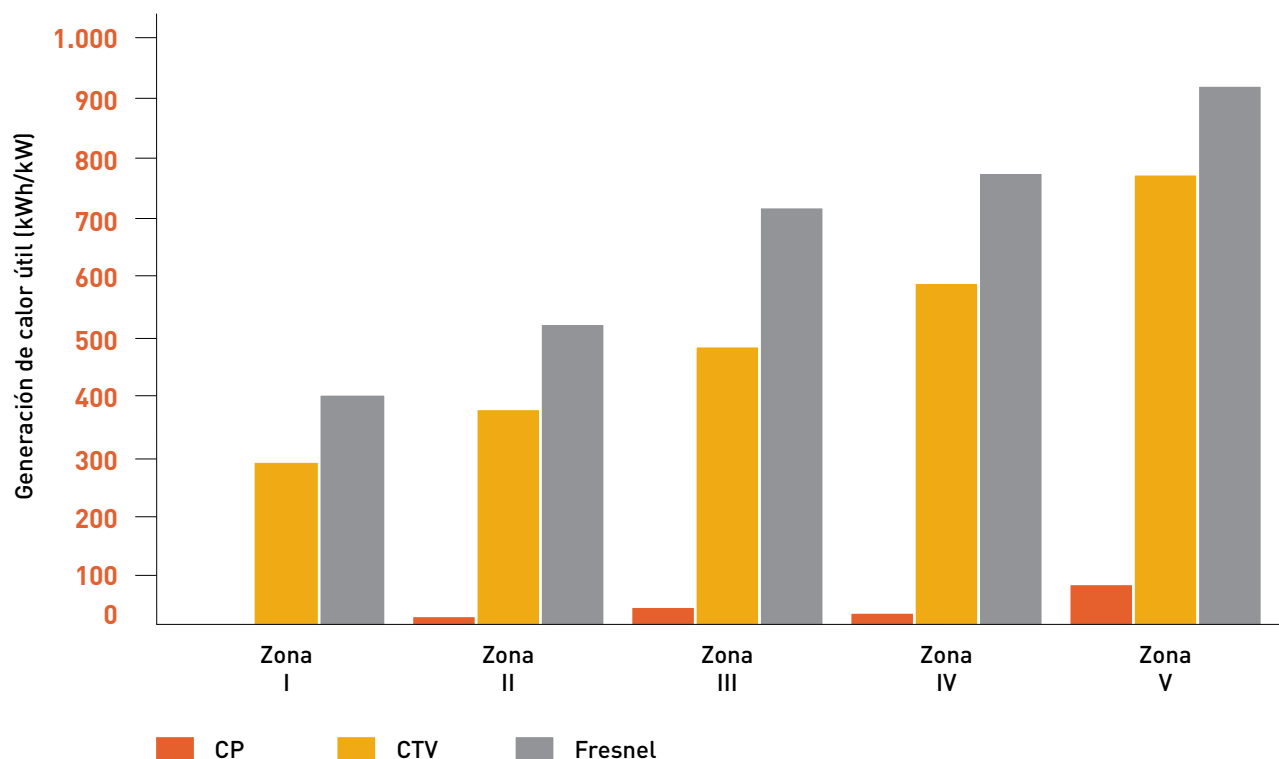


Figura 17. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según zona climática (temperatura de trabajo: 160 °C)



2.2.2.7 Generación de calor por unidad de superficie de tejado o terreno

Un parámetro relevante a tener en cuenta es la diferencia entre los diferentes tipos de captador en cuanto a aprovechamiento del espacio disponible.

En la Tabla 20 se resumen los tipos de montaje y los correspondientes factores de aprovechamiento del espacio (ejemplo Zona IV).

La superficie de tejado requerida se calcula según:

$$S_{\text{tejado}} = \frac{P_{\text{nom}}}{0,7 \text{ kW/m}^2} \cdot \frac{S_{\text{bruta}}}{S_{\text{apertura}}} \cdot f_{\text{sep\_min}} \cdot f_{\text{inst}}$$

Donde:

$P_{\text{nom}} = S_{\text{apertura}} \cdot 0,7 \text{ kW/m}^2$: potencia nominal calculada en base a la superficie total (apertura) del campo solar.

S_{bruta} : superficie bruta de un módulo de captador.

S_{apertura} : superficie de apertura de un módulo de captador.

$f_{\text{sep\_min}}$: factor considerando la separación mínima entre filas para evitar sombras. Para un campo con 10 filas de captadores y una inclinación de 28° se obtiene un factor de 1,88. Para captadores horizontales $f_{\text{sep\_min}} = 1$; para captadores cilindro-parabólicos en montaje horizontal, orientación norte-sur: $f_{\text{sep\_min}} = 2,6$.

f_{inst} : factor considerando espacio adicional requerido debido a accesos, tuberías de distribución, separación mínima entre captadores para realización de conexiones, etc. Se supuso un factor de 1,1 (superficie adicional de 10%) para todos los tipos de captadores (excepto cilindro-parabólico: 1).

Tabla 20. Relación entre superficie de tejado y potencial nominal instalado. Datos para captadores estacionarios (CP, CTV, CTV-CPC) válidos para Zona IV – inclinación óptima 28°)

Tipo de captador	Relación superficie de tejado/potencia nominal			
	Relación sup. bruta/sup. ap. del captador	Inclinación (Zona IV)	Relación sup. tejado/sup. bruta*	Relación sup. tejado/potencia nominal
	-	°	-	m ² /kW
Captador plano (CP)	1,152	28	2,07	3,40
Captador de tubo de vacío (CTV)	1,355	28	2,07	4,00
Captador de tubo de vacío (CTV), montaje horizontal con tubos girados al sur	1,355	0	1,10	2,13
Captador de tubo de vacío con concentrador CPC (CTV-CPC)	1,144	28	2,07	3,38
Captador cilindro-parabólico (CCP)	1,063	0	2,60	3,95
Captador Fresnel (FRESNEL)	1,364	0	1,10	2,14

*Debido a la separación mínima entre filas de captadores; espacio requerido para tubería colector (10%)

A continuación se muestran los resultados de generación anual de calor útil por unidad de superficie de tejado, para cada zona climática, y para los cuatro niveles de temperatura considerados.

Figura 18. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según zona climática (temperatura de trabajo: 40 °C)

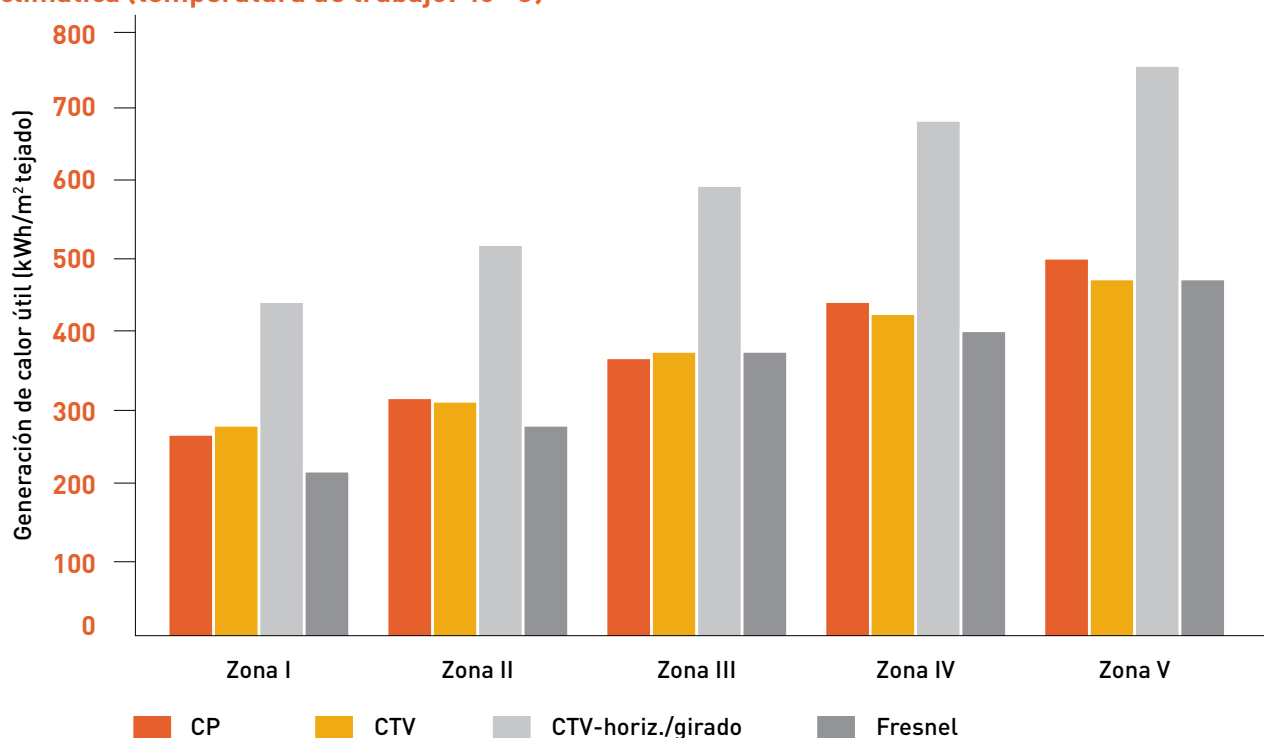


Figura 19. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según zona climática (temperatura de trabajo: 80 °C)

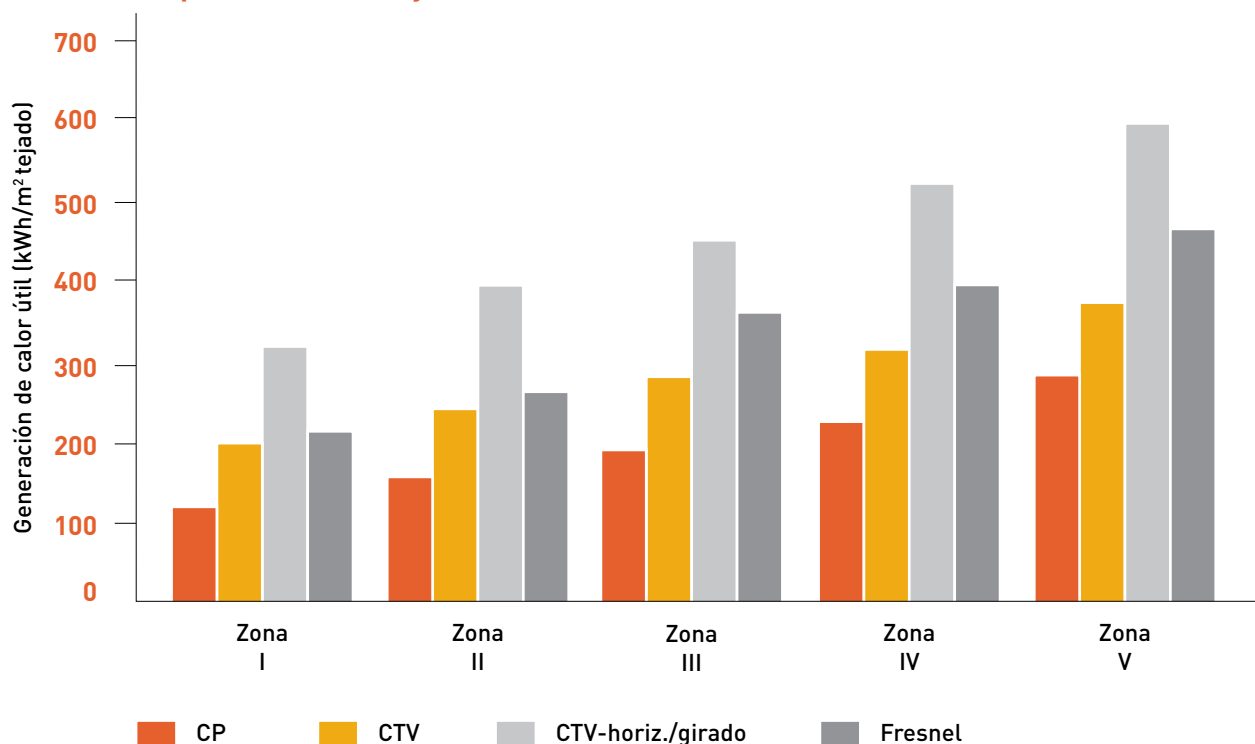


Figura 20. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según zona climática (temperatura de trabajo: 120 °C)

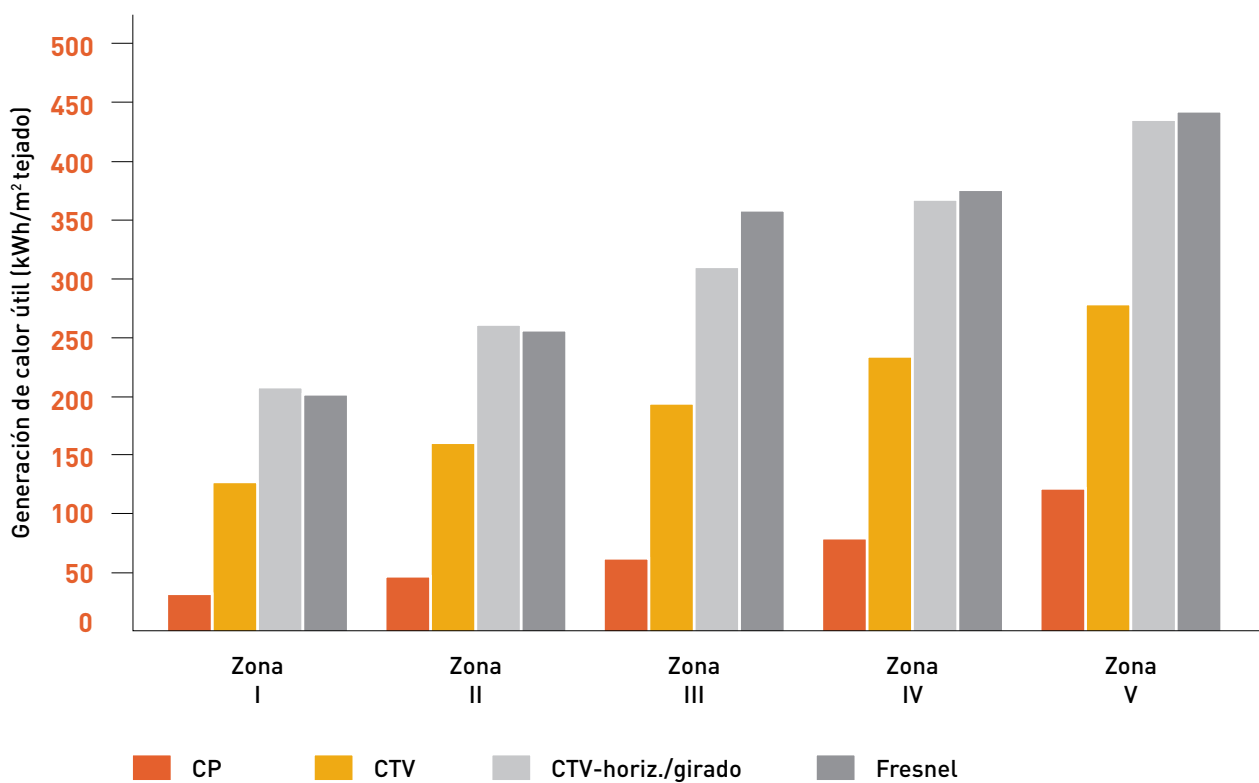
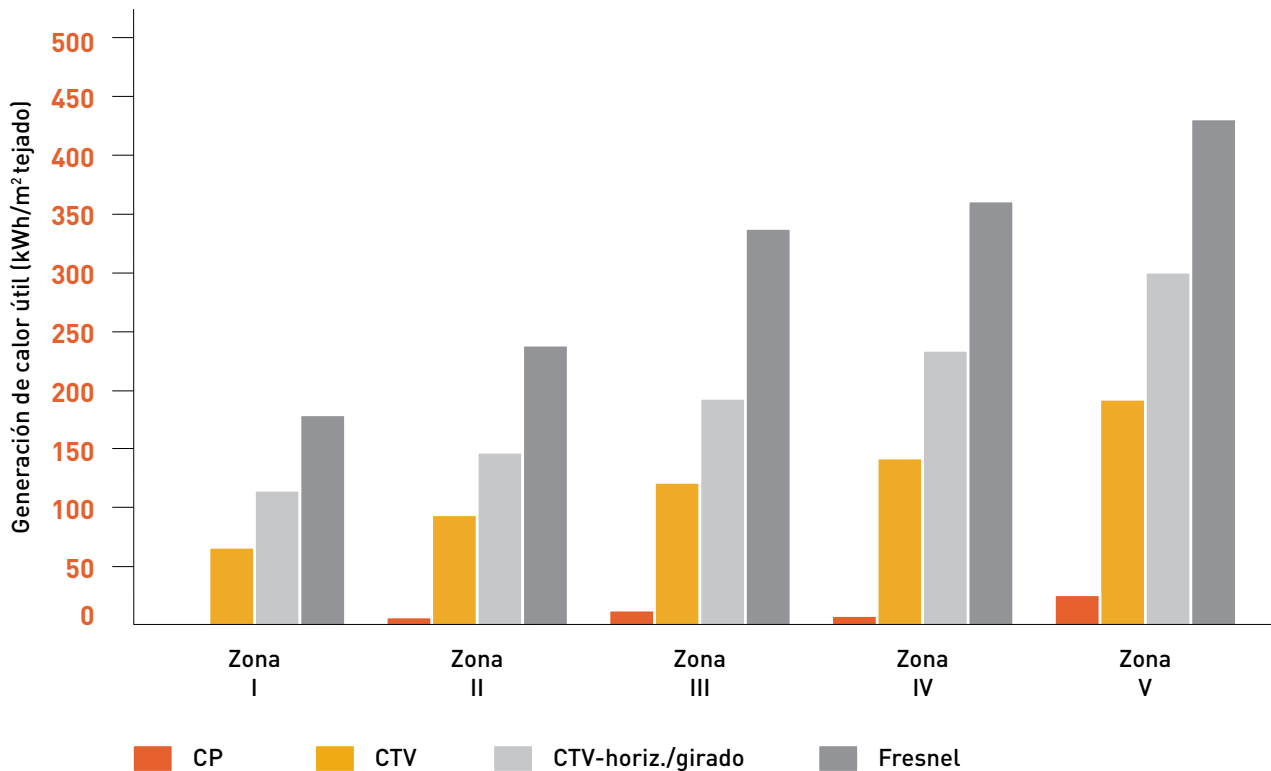


Figura 21. Generación anual de calor útil para diferentes tipos de captadores según zona climática (temperatura de trabajo: 160 °C)



2.2.2.8 Conclusiones

Para aplicaciones a baja temperatura (temperatura media de trabajo 40 °C) los captadores planos son la mejor opción en todas las zonas climáticas debido al menor coste de instalación (ver apartado sobre análisis económico), salvo en los casos donde la limitación de potencial viene impuesta por la superficie disponible. En este último caso la instalación horizontal de captadores de tubo de vacío con tubos girados al sur constituye la opción elegida.

El potencial máximo de generación con captadores planos varía entre 984 y 1.684 kWh/kW, dependiendo de la zona climática.

Fijando un umbral de generación mínima de 600 kWh/kW (ver análisis económico), el límite superior para las temperaturas medias de calor suministrado varían entre 120 °C (Zona I y Zona II), 160 °C (Zona III) y temperaturas superiores en Zonas IV y V.

La tecnología más apropiada son captadores de tubo de vacío en el rango de temperaturas entre

60 °C y aproximadamente 140 °C (hasta 100 °C, usando montaje horizontal con tubos girados en caso de limitación de superficie), y captadores concentradores para temperaturas superiores.

3 Configuraciones tipo de sistemas solares y costes de sistema

3.1 CONFIGURACIONES TIPO

Partiendo del esquema de clasificación de configuraciones de sistemas solares térmicos para procesos industriales elaborado en la IEA-Task 33/IV

(clasificación según los siguientes criterios: con/sin acumulación; calentamiento de líquido/calentamiento de aire/gases; sistema auxiliar en serie/paralelo) se elaboró una lista de criterios de clasificación ligeramente modificado que se aplicará en el presente estudio (Tabla 21).

Tabla 21. Criterios distintivos para la clasificación de sistemas solares térmicos industriales

Criterio distintivo		Posibles opciones	Comentario	Símbolo
Criterios principales	Medio de distribución de calor	Vapor líquido (agua, agua-glicol, ...) gases (aire)	El medio de distribución relevante para el sistema solar, en muchos casos diferente del medio de uso final (medio de proceso)	V-L-G
	Calentamiento directo o indirecto del medio de distribución	Directo/indirecto		D-I
Criterios secundarios	Sistema auxiliar conectado en serie o en paralelo	Serie/paralelo		s/p
	Acumulación de calor	Con o sin acumulación		ac/-

De las diferentes combinaciones posibles según los criterios de la Tabla 21 se eligieron cuatro configuraciones representativas para sistemas solares térmicos industriales. Las demás combinaciones se descartaron para el análisis más en profundidad, o bien porque son técnicamente poco relevantes, o bien porque son muy similares (en cuanto a rendimiento y coste) respecto a las configuraciones representativas.

Tabla 22. Configuraciones tipo representativas para sistemas solares térmicos industriales

Tipo de sistema						Comentario
		s		p		
		s	sac	p	pac	
V	VD	{o}	-	{o}	X	
	VI	{o}	{o}	{o}	X	
L	LD	-	-	-	-	Técnicamente no muy diferente de líquido indirecto
	LI	-	X	-	-	
G	GD	X	-	-	-	Captadores de gas directo generalmente pueden tener ventajas allá donde no se requiere acumulación
	GI	-	-	-	-	Calentamiento indirecto de gases es técnicamente muy similar a sistemas de calentamiento de líquidos (añadiendo el intercambiador líquido-gas)

X: tipos de sistemas más relevantes

(o): tipos de sistemas posibles pero de menor relevancia

3.1.1 Sistema Llsac: calentamiento indirecto de líquidos

Los sistemas de calentamiento de líquidos son los más frecuentes en aplicaciones industriales (calentamiento de agua de procesos). Independiente de si el medio por calentar es agua u otro medio líquido, generalmente se usan sistemas indirectos con una mezcla agua-glicol en el circuito primario, debido al peligro de heladas.

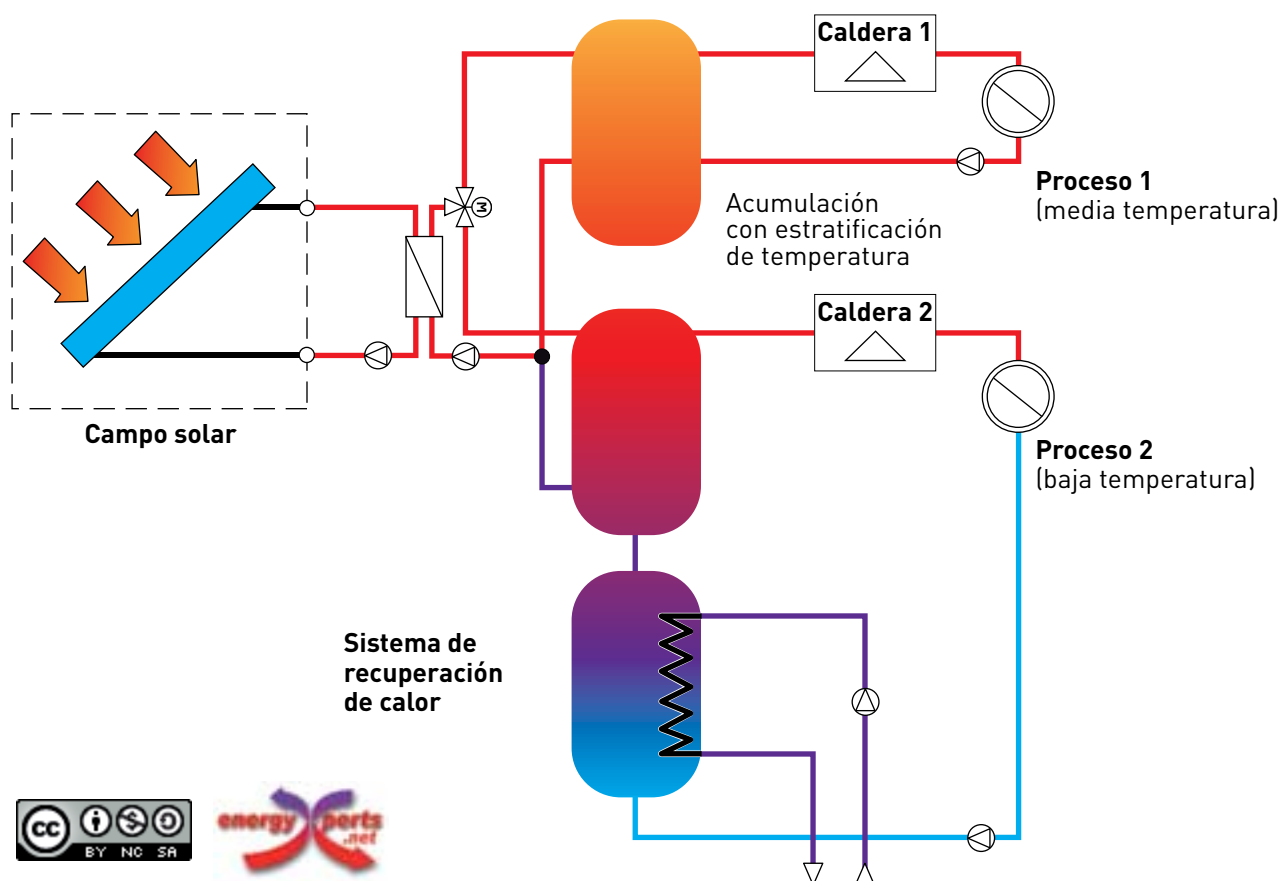
Todas las combinaciones en el sistema auxiliar (en serie o paralelo, con o sin acumulación de calor) son posibles según la aplicación específica, pero se distinguen poco en cuanto a costes y

rendimiento. Como configuración tipo se eligió el sistema **Llsac** con sistema auxiliar en serie y acumulación de calor.

Un factor importante que influye en el coste de instalación es el volumen específico de acumulación, el cual puede variar de volúmenes específicos bajos (0 – 30 l/kW) para compensar fluctuaciones en la disponibilidad solar y/o la demanda de poca duración (pocas horas) hasta volúmenes específicos altos (> 100 l/kW) para la acumulación durante los fines de semana.

Los costes adicionales del sistema introducido por el intercambiador de calor entre circuito primario y secundario son pequeños, por lo cual no se justifica analizar el sistema de calentamiento directo (**LD**) como configuración cualitativamente diferente.

Figura 22. Esquema del principio de funcionamiento de un sistema solar térmico para calentamiento indirecto de líquidos. Sistema Llsac con caldera auxiliar en serie y acumulación de calor



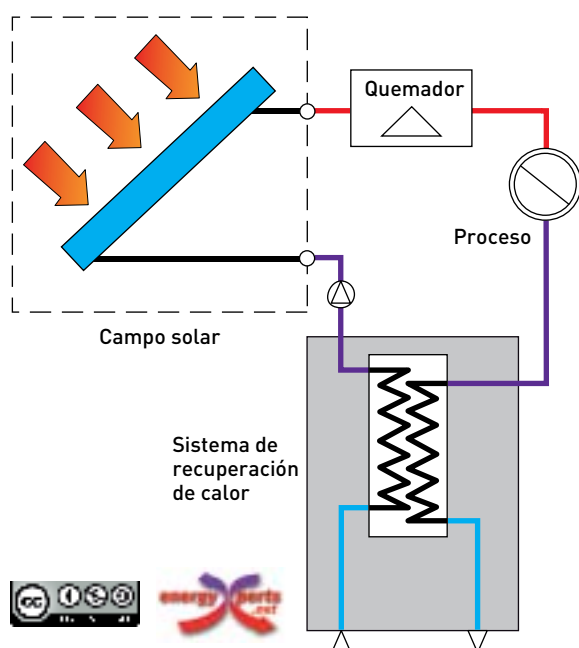
3.1.2 Sistema GDs: calentamiento directo de gases

Los sistemas de calentamiento directo de gases (generalmente de aire) pueden ser una alternativa interesante para todas las aplicaciones donde el uso final principal consiste en el calentamiento de gases, como por ejemplo en el caso de:

- Precalentamiento de aire para el secado.
- Calefacción de naves industriales u oficinas (calentamiento del aire de renovación).
- Sistemas de aire acondicionado basados en dehumidificación de aire y posterior evaporación (desiccant-evaporative cooling – DEC).

En estos casos, sistemas basados en captadores de aire y una distribución directa de aire caliente pueden representar una alternativa de bajo coste comparado con sistemas convencionales de calentamiento de líquidos. Esta ventaja de costes y de simplicidad del sistema se pierde en caso de necesidad de acumulación de calor, por lo cual este tipo de sistema únicamente se considera para sistemas sin acumulación.

Figura 23. Esquema del principio de funcionamiento de un sistema solar térmico para calentamiento directo de gases (aire). Sistema GDs con caldera auxiliar en serie, sin acumulación de calor



3.1.3 Sistema VD: generación directa de vapor

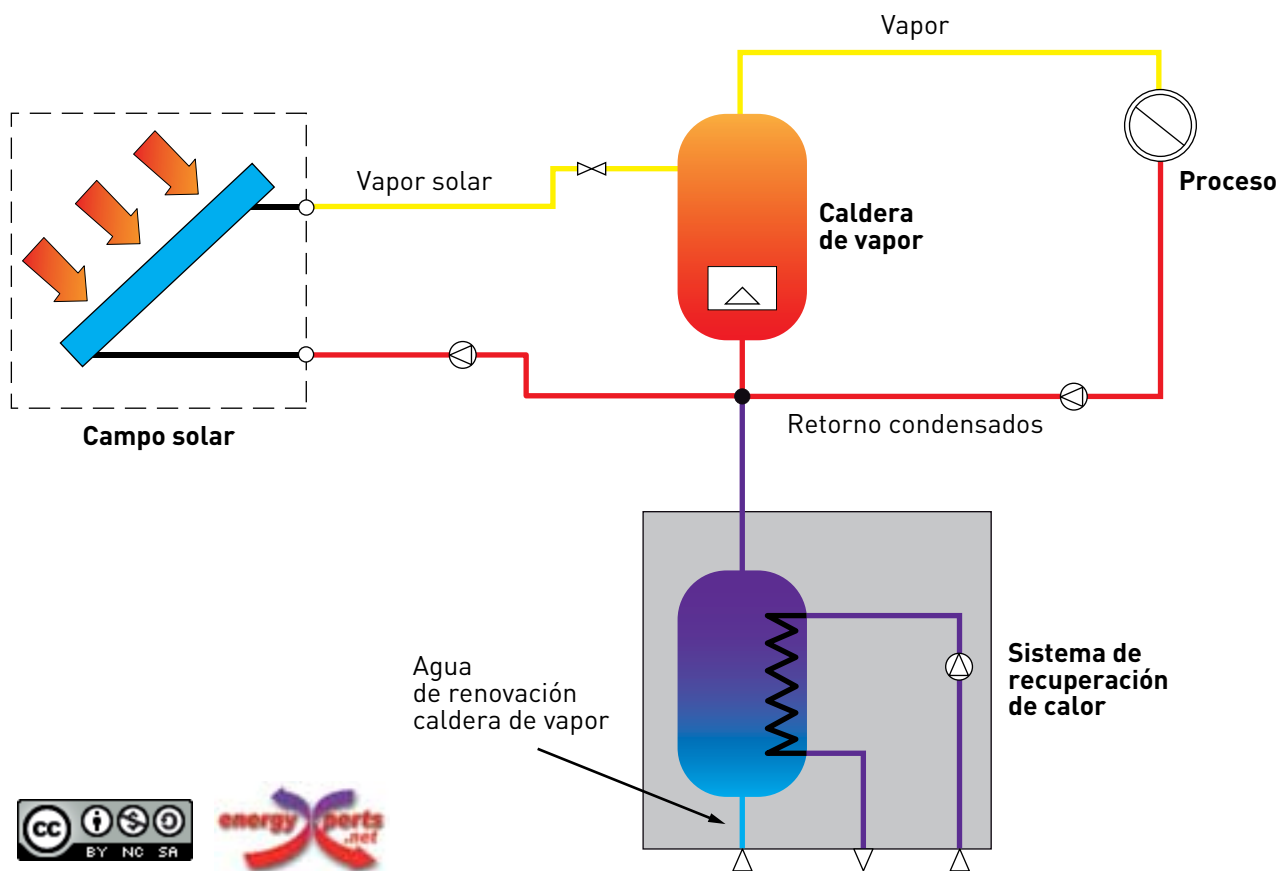
Para todas las aplicaciones que requieren vapor se ofrece la aplicación de la generación directa de vapor en los campos solares.

La generación directa de vapor se puede considerar como una tecnología en fase de desarrollo, aunque los posibles problemas técnicos son menores que en el caso de generación de vapor saturado. Plantas prototipo para la generación directa de vapor están en operación utilizando captadores concentradores (cilindro-parabólicos y captadores Fresnel).

En el caso de generación de vapor sobrecalentado las dificultades técnicas son mayores, tanto en lo que se refiere a la regulación del circuito, como respecto a los requerimientos del propio captador (gradientes térmicos). Estos problemas han sido resueltos para plantas termo-solares a gran escala (proyectos DISS y INDITEP [CIEMAT/PSA]), pero la aplicación de estas soluciones a plantas de menor escala (tamaño de aplicaciones industriales) requerirá todavía un desarrollo adecuado.

En general se puede decir que antes de que se realice una aplicación a gran escala de plantas industriales con generación directa de vapor es necesaria una fase de demostración y de desarrollo de estándares y criterios de diseño apropiados para garantizar un funcionamiento correcto a largo plazo.

Figura 24. Esquema del principio de funcionamiento de un sistema solar térmico para la generación directa de vapor. Sistema VDpac con caldera auxiliar en paralelo y acumulación de calor



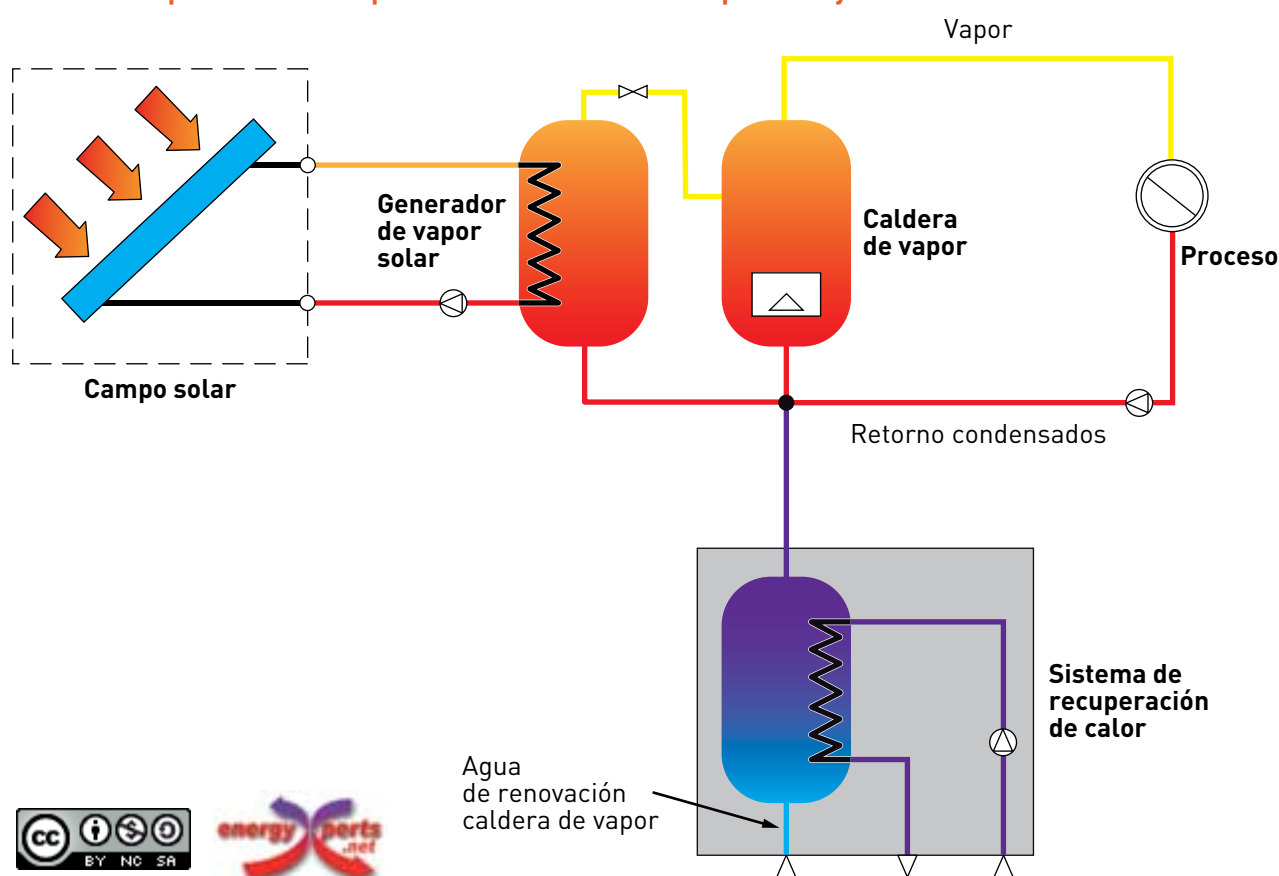
3.1.4 Sistema VI: generación indirecta de vapor

La generación indirecta de vapor mediante sistemas solares térmicos usa un fluido intermedio (generalmente aceite térmico, aunque en algunos casos también se utiliza agua a alta presión) y por tanto representa menos dificultades técnicas en cuanto al diseño del propio sistema solar.

Las desventajas de este sistema son los costes adicionales para el fluido térmico, pérdidas de rendimiento debido a gradientes de temperatura entre el aceite térmico y el vapor, y sobre todo posibles problemas medioambientales debido a potenciales fugas de aceite.

Para evitar estas últimas se requiere un alto coste adicional (impermeabilización de suelos o tejados y sistemas de recogida para el caso de fugas).

Figura 25. Esquema del principio de funcionamiento de un sistema solar térmico para la generación directa de vapor. Sistema VDPac con caldera auxiliar en paralelo y acumulación de calor



3.1.5 Sistemas de frío y aire acondicionado solar

Los sistemas de frío y aire acondicionado solar pueden estar basados en una serie de tecnologías diferentes para la conversión de calor a frío. Dependiendo de la tecnología empleada, se requiere un aporte de calor determinado, y por tanto un subsistema solar de generación de calor diferente (Tabla 23).

Tabla 23. Configuraciones tipo del sistema solar térmico aptos para la generación de frío

Sistema de generación de frío	Fuente de calor		Tipo de sistema solar apropiado
	Medio de transporte	Temperatura típica (°C)	
Absorción simple efecto	Agua caliente (vapor)	85-95	LI
Absorción doble efecto	Vapor, aceite térmico	150-170	LI, VD, VI
Adsorción	Agua caliente	75-90	LI
DEC (dehumidificación + evaporación)	Agua caliente, aire	50-90	LI, GD
Bombas de inyección de vapor (<i>jet pumps</i>)	Vapor	110-180	VD, VI

3.2 COSTES DE INSTALACIÓN

Los costes de instalación utilizados en este estudio se entienden como costes totales llave en mano de una instalación solar térmica, incluidos los costes de acumulación y accesorios e instalaciones auxiliares (intercambiadores, regulación, etc.) necesarias para el acople a los procesos industriales.

En general, se puede suponer que instalaciones industriales de baja temperatura tendrán un coste inferior a instalaciones domésticas equivalentes, debido a:

- Un tamaño mayor.
- Un menor volumen específico de acumulación.
- Una menor complejidad del sistema de distribución.

Para determinar los costes de instalación de instalaciones solares térmicas en la industria, se analizaron en primer lugar los costes de sistemas solares térmicos para todos los tipos de uso actualmente instalados en España (ver datos Eclareon/ASIT, informe Tarea 1).

Estos datos se contrastaron con información bibliográfica disponible (Tabla 24, Figura 26), detallada a continuación:

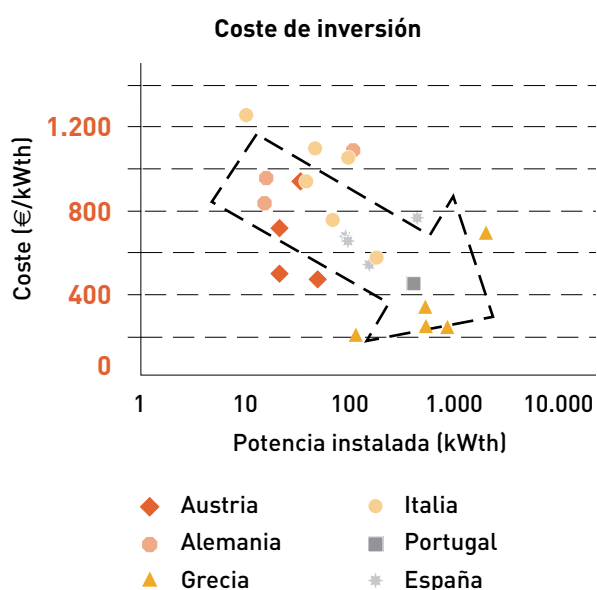
- Lista de instalaciones solares – térmicas existentes en el sector industrial, elaborada en el marco de la IEA-Task 33/IV [Vannoni et al, 2006 y 2008], ver la Figura 26.
- Programas Solarthermie2000 [2002] y Solarthermie2000plus [Mangold et al., 2006] de monitorización de instalaciones solares de tamaño medio y grande en Alemania.
- Proyecto Europeo “Solar Thermal ESCOs” [ST-ESCOs 2006].

Tabla 24. Costes de instalaciones solares térmicas según diferentes estudios (datos en €/kW)

Fuente de datos	Potencia instalada					Notas
	30 kW	100 kW	300 kW	1.000 kW	3.000 kW	
Task 33/IV		470-1.100 (prom.: 700; España: 600-700)	445-752 (prom.: aprox. 600)	250-690 (prom.: aprox. 400)*		*Planta con coste más alto: planta de frío solar; mayoría de plantas de este tamaño en Grecia -> costes muy bajos de instalación
ECLAREON/ASIT	670 (CP) 857 (CTV)		625 (CP) 800 (CTV)		570 (CP) 730 (CTV)	Análisis Eclareon basado en información de ASIT
Solarthermie 2000		900-1.070 (prom. 986) ref.: 70 kW	714-857 (prom. 786) ref.: 350 kW	571 ref.: 1.600 m ² = 1.120 kW		Sistemas de agua caliente residencial
Solarthermie 2000 plus		771* (2010: 686; 2020: 600) ref.: 70 kW 886** (2010: 800; 2020: 714) ref.: 140 kW			543*** (2010: 521; 2020: 443) ref.: 3.000 kW	*Sistemas de agua caliente residencial **Sistemas “combi” (agua caliente y calefacción), sector residencial ***Coste estimado basado en costes indicados para sistemas con acumulación estacional, suponiendo un coste de ac. Estacional de 300, 250 y 100 €/kW respectivamente

(Continuación)

Fuente de datos	Potencia instalada					Notas
	30 kW	100 kW	300 kW	1.000 kW	3.000 kW	
Solar Thermal ESCO's (ST ESCO)		786 ref.: 70 kW				

Figura 26. Costes de instalación para sistemas solares industriales

Fuente: C.Vannoni *et al.*: Potential for Solar Heat in Industrial Processes. IEA-SHC/SolarPACES Task 33/IV

Teniendo en cuenta que la mayoría de instalaciones sobre las cuales se dispone de datos en la bibliografía son instalaciones con captadores planos, se obtiene un alto grado de correlación entre las fuentes de datos consultadas.

En cuanto a la extrapolación de datos y la estimación de costes, en el año 2020 se efectuaron las siguientes hipótesis:

- La reducción de costes para sistemas con captadores planos experimenta el potencial de reducción de costes analizado en el programa Solarthermie 2000 plus para instalaciones pequeñas (reducción de 170 €/kW en 10 años) y es algo superior para instalaciones grandes (reducción de 130 €/kW para instalaciones de 3000 kW).
- La diferencia de coste de instalación entre sistemas con captadores planos y sistemas de captadores de tubo de vacío se reduce un 50% con respecto a la diferencia en 2009.

- Aproximadamente dos tercios de las superficies de tejado industriales son de construcción ligera (chapa metálica, ver informe Tarea 1) y en muchos casos necesitarán un refuerzo estructural para soportar el sobrepeso de instalaciones solares. El sobrecoste de este refuerzo estructural puede ser de 10 a 15% del coste total de instalación. No obstante, se supone que también en parte de las instalaciones referenciadas en la bibliografía utilizada ha sido necesario algún tipo de refuerzo estructural. Además, en la perspectiva del año 2020 y bajo la hipótesis de un crecimiento importante de instalaciones industriales se supone se encontrarán soluciones aptas para tejados ligeros y que minimicen el sobrecoste de estas instalaciones.

Con estas hipótesis se obtienen las curvas de costes de la Figura 27. Los valores numéricos correspondientes con tamaños concretos están indicados en la Tabla 25.

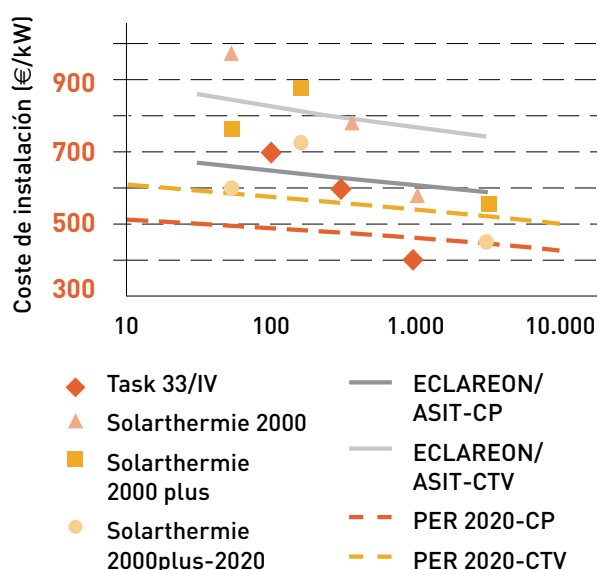
Figura 27. Costes de instalaciones solares térmicas según diferentes estudios. Líneas continuas: parámetros de costes actuales utilizados (2009); líneas discontinuas: escenario de costes para 2020. Costes en euros de 2009

Tabla 25. Costes supuestos de instalaciones tipo en la actualidad (2009) y costes previstos para 2020. Costes en euros de 2009

	Potencia instalada (kW)							
	30		300		1.000		3.000	
	2009	2020	2009	2020	2009	2020	2009	2020
Captador plano (CP)	670	500	625	475	597	457	570	440
Captador de tubo de vacío (CTV)	857	594	800	563	764	540	730	520

4 Viabilidad económica

4.1 DATOS BASE

A continuación se analiza la viabilidad de sistemas solares térmicos industriales en 3 escenarios diferentes:

- Escenario 2009: situación actual.

- Escenario 2020-F: condiciones favorables para sistemas solares térmicos industriales.
- Escenario 2020-D: condiciones desfavorables.

Los parámetros distintivos de cada uno de estos escenarios están resumidos en la Tabla 26 (para la justificación de estos parámetros ver informe Tarea 1).

Tabla 26. Parámetros distintivos de los escenarios económicos. Costes en euros de 2009

		Escenario	2009 (situación actual)	2020-F (favorable)	2020-D (desfavorable)
Tarifas energéticas					
Combustibles	Gas natural	c€/kWh PCI	2,17	2,42	2,17
	GLP canalizado	c€/kWh PCI	7,46	11,48	10,33
	Carbón	c€/kWh PCI	1,87	1,87	1,87
	Petróleo	c€/kWh PCI	1,73	3,28	2,15
	Gasóleo C	c€/kWh PCI	4,87	7,50	6,06
	Coste calor útil gas natural	c€/kWh calor	2,55	2,85	2,55
	Coste calor útil gasóleo C	c€/kWh calor	5,73	8,82	7,12
Electricidad	Coste electricidad	c€/kWh	5,63	8,67	6,28
Subvenciones energía solar térmica					
	Baja temperatura (CP)	€/kW (€/m ²)	429 (300)	286 (200)	143 (100)
	Media temperatura (CTV)	€/kW (€/m ²)	429 (300)	429 (300)	143 (100)

Costes de instalación, operación y mantenimiento

Se supusieron costes de instalación para una planta de tamaño 1.000 kW según los valores presentados en la Tabla 25.

Se estimaron costes de operación y mantenimiento actuales de 12.5 €/kW, y una reducción (en términos reales, es decir en € de 2009) hasta los 10 €/kW en el año 2020, debido a mejoras en la infraestructura y en la tecnología y concepción de las plantas.

Generación de calor útil

Como valores tipo para la generación de calor útil se usaron los resultados obtenidos en la sección anterior, para los datos climatológicos de la Zona IV, para aplicaciones a baja temperatura ($T_m = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, por ejemplo, calentamiento de agua de 15 a 65 °C) y media temperatura ($T_m = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, por ejemplo, mantenimiento de temperatura de una máquina lavadora de botellas entre 75 y 85 °C).

Se supone que la generación de una instalación real en condiciones favorables será del 90% de la generación máxima posible en un sistema sin interrupciones de demanda. Los valores resultantes son:

- Baja temperatura (40 °C), CP, Zona IV:
1.338 kWh/kW.a
- Media temperatura (80 °C), CTV, Zona IV:
1.185 kWh/kW.a

A continuación nos referimos a sistemas con estos rendimientos como “**sistema tipo – Zona IV**”.

4.2 ANÁLISIS MICRO-ECONÓMICO

4.2.1 Coste de calor útil solar

El coste de calor útil solar se calcula basándose en un interés real de financiación de la inversión inicial del 6%, lo que resulta en un pago anual del 10,3% durante los primeros 15 años de operación.

La Tabla 27 y la Tabla 28 muestran los resultados para los casos con y sin subvención respectivamente. Los costes equivalentes del combustible sustituido para ambos casos se comparan con los costes de gas natural y gasóleo C en la Figura 28 (sin subvención) y en la Figura 29 (con subvención). Los datos se comparan para los tres escenarios analizados: actual (2009), favorable (2020-F) y desfavorable (2020-D).

En el escenario actual (2009) el coste de energía solar sin subvención, tanto a baja como a media temperatura, se sitúa en un nivel comparable con el de gasóleo C, pero superior al coste de gas natural. Con subvención se obtiene un coste inferior al del gas natural a baja temperatura.

Para el escenario 2020 favorable con subvención se obtienen costes sustancialmente inferiores a los de gas natural tanto para baja como para media temperatura, mientras en el escenario 2020 desfavorable los costes permanecen superiores al coste de gas natural en ambos rangos de temperatura.

Tabla 27. Coste de calor útil solar y coste equivalente del combustible sustituido en instalaciones tipo a baja y media temperatura. Sin subvención. En euros de 2009

		Baja temperatura			Media temperatura		
		Baja 2009	Baja 2020-F	Baja 2020-D	Media 2009	Media 2020-F	Media 2020-D
Coste de inversión	€/kW	597	457	457	764	540	540
Generación de calor útil	kWh/kW	1.338	1.338	1.338	1.185	1.185	1.185
Coste de mantenimiento	€/kW.a	12,5	10	10	12,5	10	10
Subvención	€/kW	0	0	0	0	0	0
Anualidad	%	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
Gasto efectivo anual	€/kW.a	73,99	57,07	57,07	91,19	65,62	65,62
Coste calor útil solar	c€/kWh _t	5,53	4,27	4,27	7,70	5,54	5,54
Coste equivalente combustible ahorrado	c€/kWh _t	4,70	3,63	3,63	6,54	4,71	4,71

Tabla 28. Coste de calor útil solar y coste equivalente del combustible sustituido en instalaciones tipo a baja y media temperatura. Con subvención según escenarios en la Tabla 26. En euros de 2009

		Baja temperatura			Media temperatura		
		Baja 2009	Baja 2020-F	Baja 2020-D	Media 2009	Media 2020-F	Media 2020-D
Coste de inversión	€/kW	597	457	457	764	540	540
Generación de calor útil	kWh/kW	1.338	1.338	1.338	1.185	1.185	1.185
Coste de mantenimiento	€/kW _a	12,5	10	10	12,5	10	10
Subvención	€/kW	429	286	143	429	429	143
Anualidad	%	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
Gasto efectivo anual	€/kW _a	29,85	27,64	42,36	47,05	21,48	50,91
Coste calor útil solar	c€/kWh _t	2,23	2,07	3,17	3,97	1,81	4,30
Coste equivalente combustible ahorrado	c€/kWh _t	1,90	1,76	2,69	3,37	1,54	3,65

Figura 28. Coste equivalente del combustible sustituido en instalaciones tipo a baja y media temperatura. Comparación con los costes de gas natural y gasóleo C. Datos sin subvención. En euros de 2009

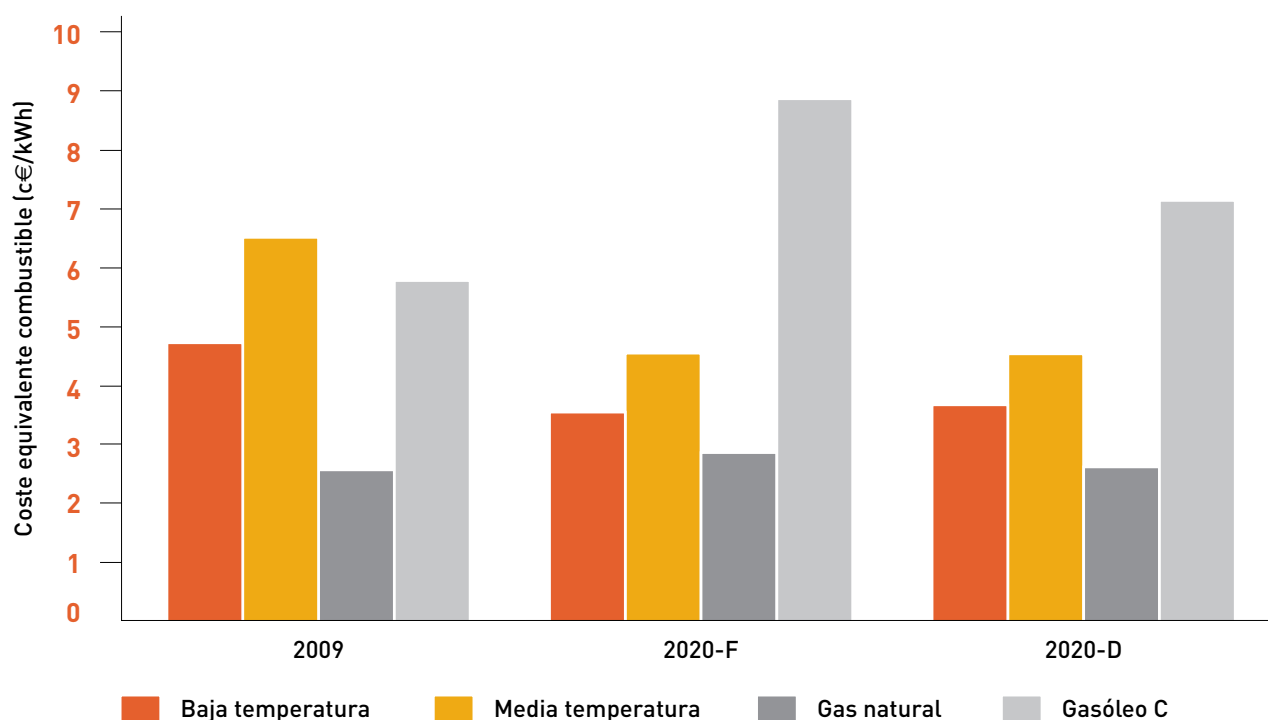
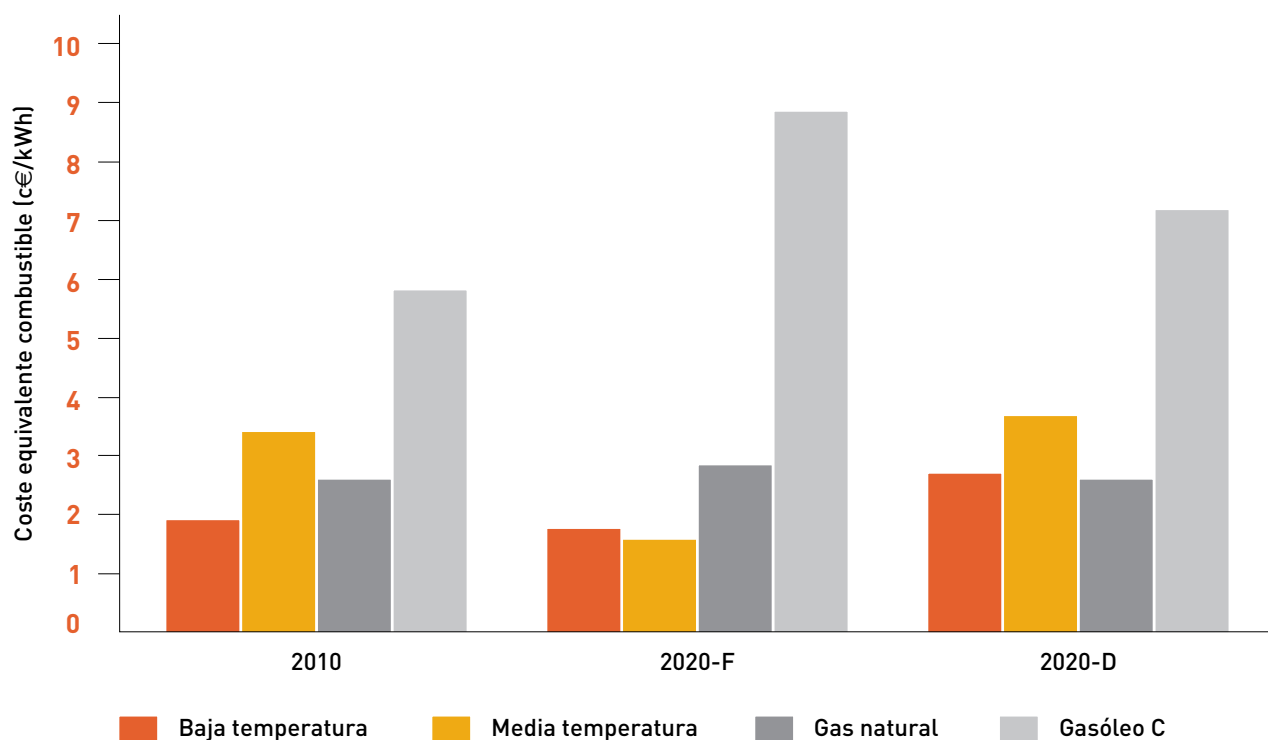


Figura 29. Coste equivalente del combustible sustituido en instalaciones tipo a baja y media temperatura. Comparación con los costes de gas natural y gasóleo C. Datos con subvención según escenarios en la Tabla 26. En euros de 2009



4.2.2 Generación mínima de calor útil

En esta sección se presenta un análisis micro-económico, es decir, un análisis desde el punto de vista de un inversor (empresa) particular, sea este directamente la empresa usuaria o una empresa gestora de la instalación.

El objetivo en este caso es obtener un determinado retorno de la inversión realizada. Con objeto de fijar el valor de retorno se utilizaron parámetros distintos para dos tipos de inversores:

a) Inversiones realizadas por la propia industria usuaria

El valor medio de periodo de retorno deseado por los industriales encuestados en este estudio ha sido de 6,75 años.

Aproximando este dato, como criterio mínimo de retorno para este grupo de inversores se usa un periodo de retorno lineal de 6 años, equivalente a una TIR real a 15 años de 14,5% (TIR nominal de 16,5% suponiendo un IPC de 2%).

b) Inversiones realizadas por empresas de servicios energéticos

Se supone que para empresas de servicios energéticos un periodo de retorno lineal de 10 años, equivalente a una TIR real a 15 años de 5,6% (TIR nominal de 7,6%, suponiendo un IPC de 2%), es el mínimo requerido (ver informe Tarea 1).

A continuación se analiza la generación mínima de calor útil necesaria para obtener la rentabilidad económica deseada, según los diferentes escenarios económicos, incluyendo los niveles de subvención correspondientes a cada escenario.

En la Figura 30 se presentan los resultados para los siguientes 3 casos:

- Combustible sustituido: gasóleo C, expectativas de retorno: 10 años (empresa de servicios energéticos).
- Combustible sustituido: gas natural, expectativas de retorno: 10 años (empresa de servicios energéticos).
- Combustible sustituido: gas natural, expectativas de retorno: 6 años (inversión directa de la empresa usuaria).

Los valores mínimos de generación para el segundo caso (gas natural, 10 años) en el escenario 2020-F (favorable) son 952 kWh/kW para baja y 742 kWh/kW para media temperatura, lo cual corresponde a 71% y 63% de la generación del sistema tipo – Zona IV respectivamente, Tabla 29. Los valores mínimos para este escenario y la generación del sistema tipo – Zona IV (a modo de ilustración de lo técnicamente posible) están indicados como líneas horizontales.

La generación de calor de los sistemas tipo (Zona IV) en el escenario favorable 2020-F supera la generación mínima requerida también para el caso gas

natural, 6 años. La relación de nivel de subvenciones y evolución de costes de combustibles en este escenario es lo suficientemente favorable como para permitir la realización de plantas mediante la inversión directa por parte de las empresas usuarias, en los casos donde las condiciones técnicas sean buenas.

En el escenario desfavorable 2020-D, y dentro de los límites de generación máxima técnicamente posible, se obtiene la rentabilidad económica deseada únicamente para sistemas que sustituyen gasóleo-C.

Figura 30. Generación mínima de calor útil necesaria para obtener la rentabilidad económica deseada. Líneas discontinuas: generación del sistema tipo en Zona IV (90% de la generación máxima posible); líneas continuas: nivel mínimo para escenario 2020-F, gas natural 10 años

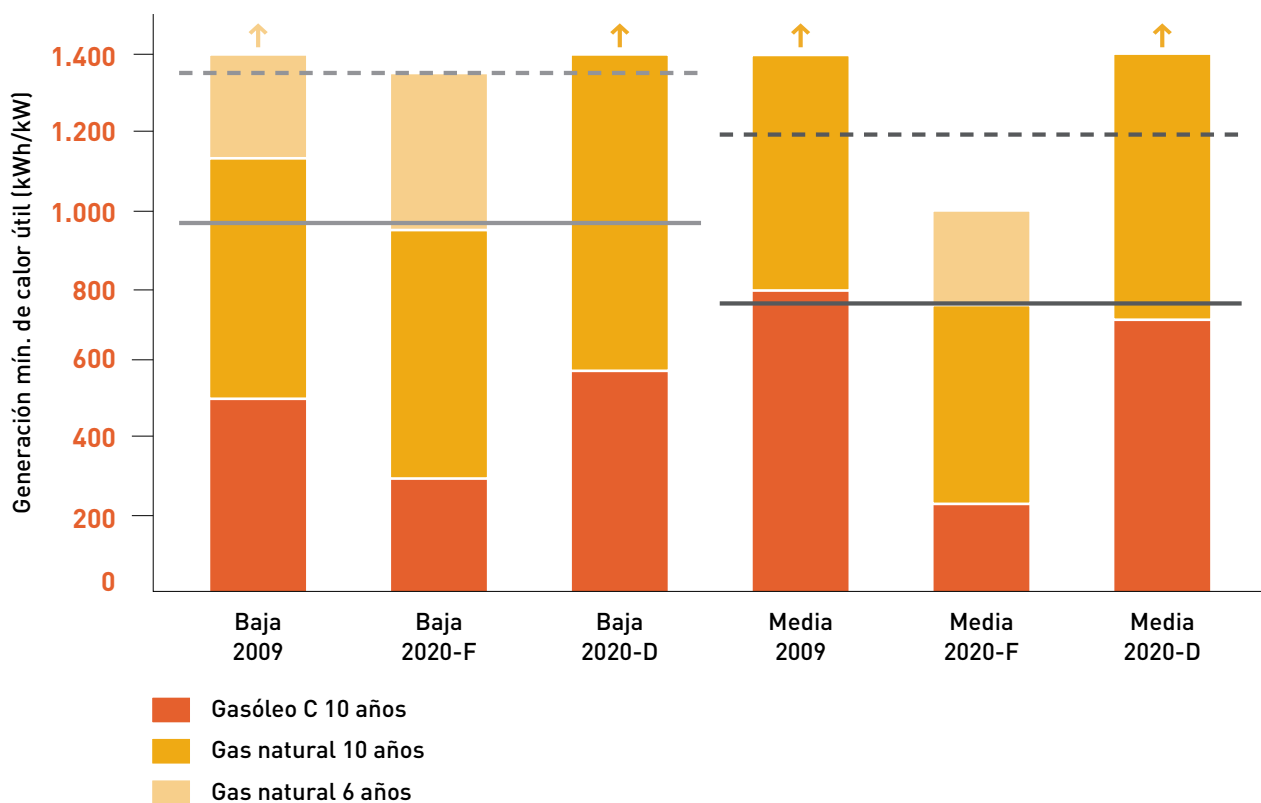


Tabla 29. Valores numéricos correspondientes a los resultados de la Figura 30. Caso gas natural, 10 años

		Baja temperatura			Media temperatura		
		Baja 2009	Baja 2020-F	Baja 2020-D	Media 2009	Media 2020-F	Media 2020-D
Coste de inversión propia	€/kW	168	171	314	335	111	397
Generación de calor útil mínimo	kWh/kW	1.149	952	1.622	1.804	742	1.947
Coste de mantenimiento	€/kW _a	12,50	10,00	10,00	12,50	10,00	10,00
Tarifa calor útil de GN	c€/kWh _t	2,55	2,85	2,55	2,55	2,85	2,55
Ahorro anual neto	€/kW	16,84	17,13	31,41	33,54	11,14	39,71
Periodo de retorno lineal	Años	10	10	10	10	10	10
Importe total subvenciones para 1 GW	M€	643	429	143	643	643	143

4.2.3 Prima para la generación de calor

Una posible alternativa a la utilización de subvenciones como incentivo sería el establecimiento de una prima para la generación de calor solar.

En la Figura 31 se analiza el nivel mínimo de prima necesario para permitir la rentabilidad económica deseada, según los requerimientos de los dos grupos de inversores, tal y como se ha especificado en la sección anterior. Los valores indicados están calculados en base a la generación de calor de los sistemas tipo en zona IV (ver Tabla 30 y Tabla 31).

Para permitir también la realización de instalaciones con rendimientos energéticos inferiores se necesitaría una prima superior (ver Tabla 32 para unas expectativas de rentabilidad de 10 años).

Una prima de 3,0 cts€/kWh de calor sería suficiente para permitir la realización de sistemas no-óptimos (> 950 kWh/kW) a baja temperatura y sistemas

buenos a media temperatura (sistemas tipo – Zona IV, 1.185 kWh/kW) con un retorno de 10 años en el escenario 2020-F (sin subvención en la inversión inicial).

Una prima de 5,7 cts€/kWh permitiría también la realización de sistemas no-óptimos (> 750 kWh/kW) a media temperatura.

En el caso del escenario desfavorable los niveles de primas requeridos subirían a 3,3 y 6,0 cts€/kWh respectivamente.

Figura 31. Nivel mínimo de primas para el sistema tipo en Zona IV

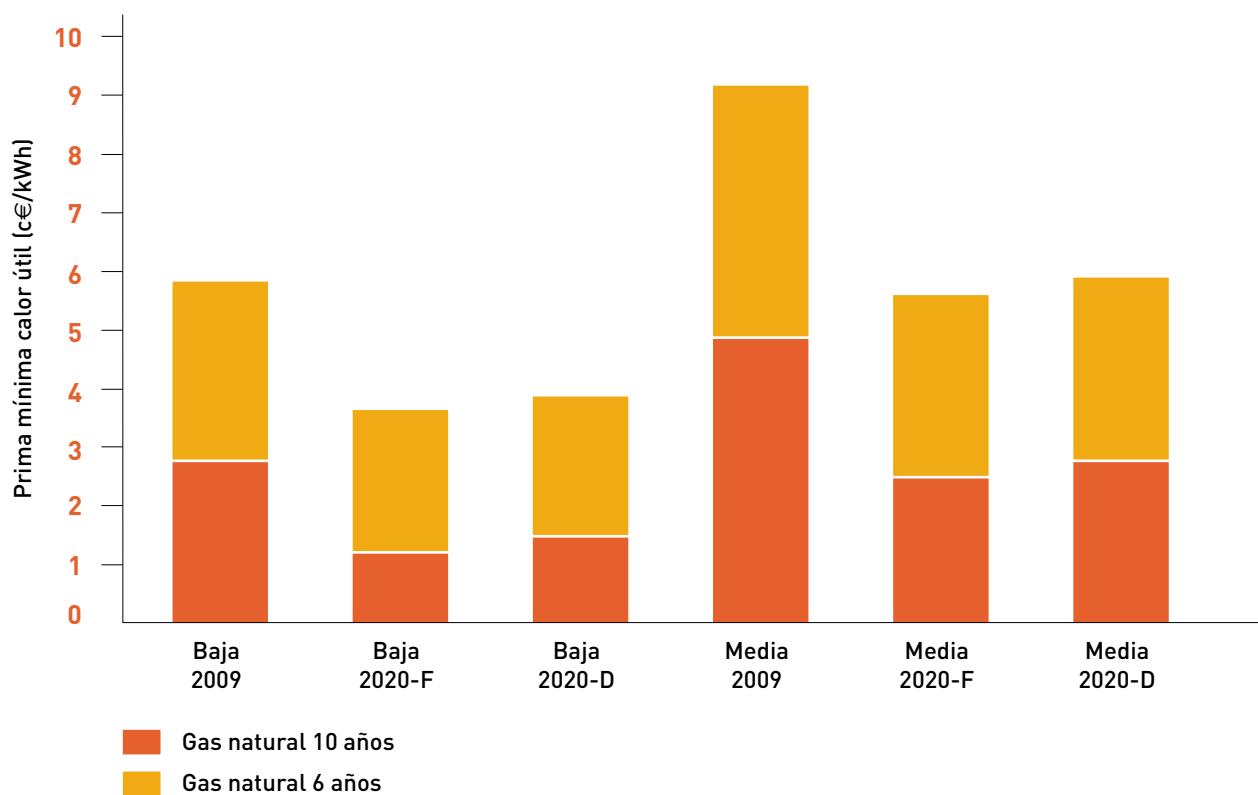


Tabla 30. Nivel mínimo de primas. Sustitución de gas natural, expectativas de retorno: 10 años. Generación de calor del sistema tipo - Zona IV

		Baja temperatura			Media temperatura		
		Baja 2009	Baja 2020-F	Baja 2020-D	Media 2009	Media 2020-F	Media 2020-D
Coste de inversión	€/kW	597	457	457	764	540	540
Generación de calor útil	kWh/kW	1.338	1.338	1.338	1.185	1.185	1.185
Coste de mantenimiento	€/kW _a	12,50	10,00	10,00	12,50	10,00	10,00
Prima	c€/kWh _t	2,84	1,31	1,61	4,95	2,55	2,85
Prima eléctrica equivalente	c€/kWh _e	5,49	2,03	2,49	9,56	3,94	4,40
Tarifa calor útil de GN	c€/kWh _t	2,55	2,85	2,55	2,55	2,85	2,55
Ahorro anual neto	€/kW	59,70	45,70	45,70	76,40	54,00	54,00

(Continuación)

		Baja temperatura			Media temperatura		
		Baja 2009	Baja 2020-F	Baja 2020-D	Media 2009	Media 2020-F	Media 2020-D
Periodo de retorno lineal	Años	10	10	10	10	10	10
Importe total anual primas para 1 GW	M€	38,04	17,59	21,54	58,65	30,25	33,75

Tabla 31. Nivel mínimo de primas. Sustitución de gas natural, expectativas de retorno: 6 años. Generación de calor del sistema tipo - Zona IV

		Baja temperatura			Media temperatura		
		Baja 2009	Baja 2020-F	Baja 2020-D	Media 2009	Media 2020-F	Media 2020-D
Coste de inversión	€/kW	597	457	457	764	540	540
Generación de calor útil	kWh/kW	1.338	1.338	1.338	1.185	1.185	1.185
Coste de mantenimiento	€/kW _a	12,50	10,00	10,00	12,50	10,00	10,00
Prima	c€/kWh _t	5,82	3,59	3,89	9,25	5,59	5,89
Prima eléctrica equivalente	c€/kWh _e	11,24	5,55	6,01	17,86	8,64	9,10
Tarifa calor útil de GN	c€/kWh _t	2,55	2,85	2,55	2,55	2,85	2,55
Ahorro anual neto	€/kW	99,50	76,17	76,17	127,33	90,00	90,00
Periodo de retorno lineal	Años	6	6	6	6	6	6
Importe total anual primas para 1 GW	M€	77,84	48,06	52,01	109,58	66,25	69,75

Tabla 32. Nivel mínimo de primas. Sustitución de gas natural, expectativas de retorno: 10 años. Generación de calor de sistemas con rendimiento energético inferior al sistema tipo: 950 kWh/kW para baja temperatura (CP), 750 kWh/kW para media temperatura (CTV)

		Baja temperatura			Media temperatura		
		Baja 2009	Baja 2020-F	Baja 2020-D	Media 2009	Media 2020-F	Media 2020-D
Coste de inversión	€/kW	597	457	457	764	540	540
Generación de calor útil	kWh/kW	950	950	950	750	750	750
Coste de mantenimiento	€/kW _a	12,50	10,00	10,00	12,50	10,00	10,00
Prima	c€/kWh _t	5,05	3,01	3,31	9,30	5,69	5,98
Prima eléctrica equivalente	c€/kWh _e	9,75	4,66	5,12	17,97	8,79	9,24
Tarifa calor útil de GN	c€/kWh _t	2,55	2,85	2,55	2,55	2,85	2,55
Ahorro anual neto	€/kW	59,70	45,70	45,70	76,40	54,00	54,00
Periodo de retorno lineal	Años	10	10	10	10	10	10
Importe total anual primas para 1 GW	M€	47,95	28,64	31,45	69,75	42,64	44,85

4.3 ANÁLISIS MACROECONÓMICO Y TECNOLOGÍAS COMPETIDORAS

4.3.1 Objetivo y metodología

En un segundo paso se realiza un análisis macroeconómico o, dicho de otro modo, desde el punto de vista del bien común.

En este tipo de análisis se comparan las diferentes tecnologías que posibilitarían la consecución de un objetivo (en este caso, la reducción del consumo de energía primaria) en base a los costes totales,

sin que a este nivel de análisis sea relevante cual de los actores económicos (empresas usuarias, empresas de servicios energéticos, administración pública) asuma una parte o la totalidad de estos costes.

Los parámetros utilizados en la comparación son:

a) La cantidad de energía primaria (**EP**) ahorrada por cada kWh térmico de demanda (calor útil Q_u) suministrado:

$$a_{EP} = \frac{EP_a^{ref} - EP_a}{Q_u}$$

Cuanto mayor sea este parámetro, mayor será el potencial de ahorro desde el punto de vista energético/medioambiental.

b) El coste total adicional por unidad de energía primaria ahorrada:

$$\Delta c_{EP} = \frac{C_a - C_a^{ref}}{EP_a^{ref} - EP_a}$$

donde:

C_a : costes totales anuales, sumando costes energéticos, costes de O&M y amortización de la inversión inicial.

EP : consumo anual de energía primaria.

ref : superíndice que indica el sistema de referencia (en este estudio: caldera de gas natural).

Cuanto mayor sea este parámetro, más recursos económicos adicionales se deberán destinar para conseguir un determinado ahorro de energía primaria.

A partir de este coste adicional se puede calcular la prima mínima por unidad de calor generada, necesaria para compensar este coste adicional para un actor económico particular:

$$p_{min} = \frac{\Delta c_{EP}}{f_{EP}}$$

donde:

f_{EP} es el ratio de energía primaria del sistema de referencia. En el caso de primas para calor útil, vendrá definida por la relación entre la energía primaria consumida y el calor útil generado en el sistema de referencia (caldera de gas natural).

c) El coste de inversión inicial específico por unidad de energía primaria ahorrada (anualmente):

$$i_{EP} = \frac{I}{EP_a^{ref} - EP_a}$$

donde:

I es el coste de inversión inicial del sistema.

Este parámetro es complementario al parámetro Δc_{EP} , ya que indica la cantidad de financiación inicial necesaria para conseguir un determinado objetivo.

Los resultados de este análisis macro-económico dependen fuertemente de las suposiciones en

cuanto a la anualidad de pagos para amortizar la inversión inicial.

En este análisis macroeconómico se supone un periodo de amortización económica de 15 años y un TIR real (TIR nominal menos IPC) del 6% (TIR nominal de 8%, suponiendo un IPC de 2%), resultando en una anualidad del 10,3% de la inversión inicial durante 15 años.

Este rendimiento es demasiado bajo para atraer inversores comerciales, pero se puede considerar razonable para inversiones públicas o inversores privados "verdes", teniendo en cuenta que, establecidas unas reglas contractuales y/o seguros apropiados, se trata de unas inversiones seguras y a largo plazo.

4.3.2 Datos base

Los datos base para sistemas solares térmicos industriales corresponden a los utilizados en la sección anterior.

En cuanto a rendimientos energéticos de sistemas solares térmicos, se usa un valor intermedio entre los rendimientos energéticos del sistema tipo – Zona IV, y del rendimiento energético mínimo para el escenario 2020-F según la Figura 30/Ta-bla 29, ya que este valor intermedio se considera representativo del conjunto de las instalaciones a realizar:

- Baja temperatura/captadores planos (CP): 1.100 kWh/kW (sistema tipo – Zona IV: 1.338; valor mínimo según escenario 2020-F, 10 años: 952).
- Media temperatura/captadores de tubo de vacío (CTV): 900 kWh/kW (sistema tipo – Zona IV: 1.185; valor mínimo escenario 2020-F, 10 años: 742).

A continuación se resumen los datos base supuestos para las tecnologías competidoras. Los datos para estas tecnologías son valores aproximados, válidos para la situación actual (2009). Evaluar el potencial de evolución de estas tecnologías para el horizonte 2020 no está dentro de los objetivos del presente estudio.

4.3.2.1 Costes de instalación de las tecnologías competidoras

Tabla 33. Costes específicos de instalación para posibles tecnologías competidoras. Euros de 2009

Tipo de sistema	Coste específico de instalación (€/kW _e)
Solar termoeléctrica en cogeneración sin acumulación a alta temperatura	4.000
Solar termoeléctrica en cogeneración con acumulación a alta temperatura	6.000
Sistema fotovoltaico	3.500
Cogeneración (buena rentabilidad)	800
Cogeneración (media rentabilidad)	900
Cogeneración (baja rentabilidad)	1.000

Los costes de O&M supuestos para las posibles tecnologías competidoras están descritos en la Tabla 34.

Tabla 34. Costes de operación y mantenimiento (O&M) para las tecnologías competidoras. Euros de 2009

Tipo de sistema	Coste específico anual de O&M (€/kW _e)
Solar termoeléctrica en cogeneración sin acumulación a alta temperatura	50
Solar termoeléctrica en cogeneración con acumulación a alta temperatura	
Sistema fotovoltaico	10
Cogeneración (buena rentabilidad)	50
Cogeneración (media rentabilidad)	
Cogeneración (baja rentabilidad)	

4.3.2.2 Rendimientos energéticos y parámetros de operación típicos de las tecnologías competidoras

Tabla 35. Rendimientos energéticos y parámetros de operación típicos de las tecnologías competidoras. Euros de 2009

Tipo de sistema	Rendimiento de conversión (%)	Horas de operación efectivas a potencia nominal (h/a)
Solar termoeléctrica en cogeneración sin acumulación a alta temperatura	25 (el.) 62,5 (térmico)	1.000
Solar termoeléctrica en cogeneración con acumulación a alta temperatura		2.000
Sistema fotovoltaico		1.000
Cogeneración (buena rentabilidad)	40 (el.) 45 (térmico)	6.000
Cogeneración (media rentabilidad)	35 (el.) 50 (térmico)	4.000
Cogeneración (baja rentabilidad)	30 (el.) 55 (térmico)	3.000

4.3.2.3 Factores de conversión a energía primaria y sistema de referencia

Como parámetro de evaluación medioambiental en este estudio se usa el consumo de energía primaria no renovable. Para ello es necesario calcular el equivalente en energía primaria para todos los flujos energéticos (calor, combustibles y electricidad).

Como sistema de referencia para la generación de calor se usa una caldera de gas natural con un rendimiento de conversión (basado en PCI) del 85%.

La relación energía primaria/PCI de gas natural se supone a 1,1.

En el caso de la electricidad se supone que, en el mix español de electricidad del año 2020 habrá un fuerte aumento de las energías renovables, y una mejora en la eficiencia del parque de centrales convencionales (ciclos combinados, etc.), llevando a un factor de energía primaria en torno a 2,0 [comparación 2008: 2,285 (IDAE 2010)].

4.3.3 Resultados

Los resultados de este análisis están recogidos en la Tabla 36. Las conclusiones principales que se pueden extraer de estos datos son las siguientes:

- Desde el punto de vista energético, **el sistema solar térmico permite un ahorro de 1,29 kWh_{EP}/kWh_t suministrada**, lo cual es **aproximadamente el doble del ahorro de un sistema bueno de cogeneración**. Por tanto, desde un punto de vista energético/medioambiental es preferible promover la energía solar térmica en vez de los sistemas de cogeneración basados en combustibles fósiles como primera elección de sistema de suministro de calor.
- **El ahorro energético potencial es todavía mayor en sistemas solares termoelectrónicos operando en cogeneración** (generación simultánea de electricidad y aprovechamiento del calor residual; 2,09 kWh_{EP}/kWh_t), así que, en una perspectiva a medio-largo plazo sería muy recomendable fomentar el desarrollo de esta tecnología. No obstante, visto el –todavía– escaso desarrollo comercial de la solar termoelectrónica, especialmente en instalaciones de tamaño pequeño, no es

probable que esta tecnología pueda convertirse en la tecnología solar térmica dominante en el horizonte del 2020.

- Desde el punto de vista económico cabe destacar que **el coste adicional por energía primaria ahorrada en sistemas solares térmicos a baja y media temperatura es de 2,2 a 3,9 veces inferior al coste equivalente de energía fotovoltaica**. En otras palabras: se puede obtener el mismo ahorro de energía primaria usando entre la mitad y la cuarta parte de recursos públicos destinados a primas u otros tipos de incentivos.

El ahorro de energía primaria por unidad de superficie de tejado o terreno disponible es entre 2,4 y 3,1 veces mayor en sistemas solares térmicos si se compara con energía fotovoltaica (Tabla 37).

Por tanto, con el fin de optimizar el uso de superficies disponibles como recurso escaso y limitado, se recomienda prever las medidas e incentivos necesarios para que la energía solar térmica pueda ser la tecnología de primera elección para ocupar estas superficies, siempre y cuando sea posible el aprovechamiento del calor.

- En cuanto a la comparación de costes con sistemas de cogeneración basados en combustibles fósiles se observa que el coste adicional es inferior en sistemas de cogeneración (en sistemas de cogeneración buenos puede ser incluso negativo, lo cual indica que aún ahorrando energía primaria, los costes energéticos son inferiores a los del sistema de referencia: caldera de gas natural). **En este caso la elección entre solar térmica y cogeneración es una decisión política, dependiendo de si se quiere primar el potencial total de ahorro energético (favoreciendo a la solar térmica) o minimizar los costes para un ahorro energético limitado (favoreciendo a la cogeneración). Ambas tecnologías pueden ser complementarias** ya que siempre que haya potencial para la aplicación de calor producido por energía solar térmica también existe la posibilidad de utilizar la cogeneración, y por tanto ambas tecnologías deberían ser promocionadas de forma conjunta.

¹Este dato incluye energía primaria renovable (eólica, solar, biomasa)

Tabla 36. Análisis macroeconómico comparativo de diferentes tipos de sistemas solares y tecnologías competidoras

		Solar térmica						Solar termo-eléctrica		Fotov.	Cogeneración		
		Baja 2009	Baja 2020-F	Baja 2020-D	Media 2009	Media 2020-F	Media 2020-D	Sin acum.	Con acum.	Típica	Buena	Reg.	Pobre
Coste de inversión	€/kW	597	457	457	764	540	540	4.000	6.000	3.500	800	900	1.000
Generación de calor útil	kWh/kW	1.100	1.100	1.100	900	900	900	2.500	5.000		6.750	5.714	5.500
Generación de electricidad	kWh/kW							1.000	2.000	1.200	6.000	4.000	3.000
Coste de mantenimiento	€/kW _a	12,50	10,00	10,00	12,50	10,00	10,00	50,00	50,00	10,00	50,00	50,00	50,00
Ahorro de energía primaria													
Ahorro EP por kW de potencia instalada	kWh_EP/kW	1.424	1.424	1.424	1.165	1.165	1.165	5.235	10.471	2.400	4.235	2.824	2.118
Ahorro EP por kWh térmica suministrada	kWh_EP/kWh _t	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	2,09	2,09		0,63	0,49	0,39
Ahorro EP por € de inversión inicial	kWh_EP/€ _{inv}	2,38	3,11	3,11	1,52	2,16	2,16	1,31	1,75	0,69	5,29	3,14	2,12
Coste adicional específico por MWh de energía primaria ahorrada													
Tarifa calor útil gas natural	c€/kWh _t	2,55	2,85	2,55	2,55	2,85	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55
Tarifa eléctrica (venta)	c€/kWh _e							5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63
Anualidad (15 años, 6%)	%	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30
Coste adicional anual	€/kW	45,91	25,74	28,99	68,22	39,99	42,64	341,88	427,75	302,94	-52,22	19,62	60,69
Coste adicional €/MWh _{EP}	c€/MWh _{EP}	3,22	1,81	2,04	5,86	3,43	3,66	6,53	4,09	12,62	-1,23	0,69	2,87
		Prima sobre calor útil generado						Prima sobre electricidad generada					
Prima mínima	c€/kWh	4,17	2,34	2,64	7,58	4,44	4,74	13,06	8,17	25,25	-2,47	1,39	5,73

Tabla 37. Ahorro de energía primaria por unidad de superficie disponible

		Solar térmica		Fotovoltaica
		Baja (CP)	Media (CTV)	Típica
Generación de calor útil	kWh/kW	1.100	900	
Generación de electricidad	kWh/kW			1.200
Superficie de tejado necesaria*	m ² /kW	3,4	2,1	13,8
Ahorro de energía primaria				
Ahorro EP por kW de potencia instalada	kWh_EP/kW	1.424	1.165	2.400
Ahorro EP por m ² de superficie	kWh_EP/m ²	419	547	174

*Captadores planos y fotovoltaica: inclinación 28°, relación superficie tejado/superficie módulo 2,07 captadores tubo de vacío: montaje horizontal con tubos girados

Referencias bibliográficas

ASIT [2009]

Lista de fabricantes principales en el mercado español. Comunicación particular. P.Polo, ASIT, noviembre 2009.

CTE [2009]

Código técnico de la edificación. Documento básico HE: Ahorro de energía. Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda, Ministerio de Vivienda. Actualización de abril 2009. Disponible para descarga en www.codigotecnico.org

CIEMAT/PSA [sin año]

Proyectos europeos DISS y INDITEP. Ver información publicada en www.psa.es

IDAE [2010]

Factores de conversión de consumo o producción directos a energía primaria (EP) y factor de emisión de CO₂ para carburantes, usos térmicos y electricidad. IDAE, Secretaría General, Dep. Planificación y Estudios.

Mangold, D., P.Donat, F.A.Peuser [2006]:

Anhang: Roadmap Solarthermie 2020. In D.Mangold, M. Riegger, T.Schmidt: *Solare Nahwärme und Langzeit-Warmespeicher. Wissenschaftlich-technische Programmbegleitung für Solarthermie2000Plus.* Solites, Stuttgart 2006. Disponible para descarga en www.solites.de

Schweiger et al. [2001]

The potential of solar heat for industrial processes. Informe final. Proyecto POSHIP NNE5-1999-0308. Disponible para descarga en: www.energyxperts.net/docs/POSHIP_FinalReport.zip

simCHIP [2010]

Software tool for Dynamic System Simulation of Cooling and Heat Supply for Industrial Processes. Versión 0.32, energyXperts.NET, abril 2010.

Disponible para descarga en: www.sourceforge.net/projects/simchip

Solarthermie 2000 [2002]

Programa "Solarthermie 2000".

<http://www.solarthermie2000.de/projekt2/projekt2.htm>

ST ESCO [2006]

ST-ESCOs Market Analysis: Spain. Proyecto europeo (IEE) ST-ESCOs, Proyecto nº EIE/04/059/S07.38622.

Vannoni, C., R. Battisti, S. Drigo [2008]

Potential for Solar Heat in Industrial Processes. CIEMAT Ed.

Vannoni, C., et al. [2006]

SHIP Potential Studies Report. IEA Solar Heating and Cooling/SolarPACES – Task 33/IV. Informe interno, marzo 2006.

W.Weiss, M. Rommel (eds.) [2008]:

Process Heat Collectors. State of the art within Task 33/IV. IEA Solar Heating and Cooling/SolarPACES – Task 33/IV.

TAREA 3. ANÁLISIS SECTORIAL Y EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APLICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

1 Metodología empleada

En esta sección se describe en detalle la metodología empleada para, en primer lugar, obtener un desglose suficientemente detallado de la demanda de calor y frío en los sectores analizados, especialmente con respecto a los niveles de temperatura requeridos, y en segundo lugar obtener el potencial de aplicación de la energía solar térmica en base a dichos perfiles de demanda de calor.

1.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE CALOR Y FRÍO DEL SECTOR

1.1.1 Revisión bibliográfica de manuales y otros documentos específicos para cada sector

En primer lugar para cada sector industrial analizado se realizó una investigación bibliográfica con los siguientes objetivos principales:

- Identificar los procesos consumidores de calor y frío.
- Determinar los niveles de temperatura requeridos en cada proceso.
- Determinar la distribución cuantitativa del consumo energético total de la industria entre los diversos procesos.

Como fuente principal de información se usaron las “Guías de Mejores Tecnologías Disponibles en España” del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) para cada sector y los manuales sectoriales *Reference Document on Best Available Techniques* del EU-IPPC. Para algunos sectores concretos fue necesario recurrir a fuentes de datos adicionales (ver la lista de referencias bibliográficas en el capítulo de cada sector respectivamente).

1.1.1.1 Identificación de los procesos consumidores de calor y frío

Siguiendo la descripción del proceso productivo en los manuales sectoriales se elaboró una lista de aquellos procesos que requieren un aporte de calor y/o de frío.

1.1.1.2 Determinación de los niveles de temperatura

Igualmente en base a la información facilitada en los manuales sectoriales se determinaron los niveles de temperatura de proceso requerido en cada uno de ellos.

En caso de que para un proceso dentro de un mismo sector se especificasen rangos de posibles temperaturas de trabajo muy amplios, se subdividió este proceso en diferentes procesos con dos o tres niveles de temperatura (por ejemplo, “secado a baja temperatura”/“secado a alta temperatura”).

Para la definición de los niveles de temperaturas se utilizó el modelo de proceso de la metodología “EINSTEIN” (Figura 1.1.1), descrito en detalle en Schweiger et al. [2009].

Según este modelo, el consumo térmico de un proceso se compone de tres partes:

- **Mantenimiento:** el consumo energético necesario para mantener el equipamiento a una temperatura determinada. Este aporte energético se requiere a un nivel de temperatura igual o superior a la temperatura de procesos.
- **Circulación:** calentamiento de flujos entrantes desde una temperatura inicial de entrada hasta la temperatura de proceso. En este caso parte de la energía aportada puede ser a temperaturas muy inferiores a la de la temperatura de proceso (por ejemplo, para el precalentamiento de aire para un proceso de secado a 200 °C, y partiendo desde una temperatura ambiente de 15 °C, casi la mitad del aporte energético puede ser a temperaturas inferiores a 100 °C).
- **“Start-up”** o calentamiento inicial: calentamiento inicial de un equipo (por ejemplo, un baño) después de una parada, hasta alcanzar la temperatura de proceso. Igual como en el caso de circulación, también en el caso de start-up una parte importante del aporte energético puede ser a temperaturas muy inferiores a la temperatura de proceso.

Por tanto, además de la temperatura del proceso, también es necesario saber la temperatura inicial de flujos entrantes (por ejemplo, la temperatura del aire para procesos de secado, la temperatura del agua fría para baños de agua caliente, etc.) y de flujos salientes (posibilidad de recuperación de calor residual).

Para flujos entrantes a temperatura ambiente se usó, en la mayoría de los casos, un valor medio constante de 15 °C.

puede obtener la fracción del consumo energético de este proceso como:

$$f_k = \frac{e_k M}{E}$$

donde:

e_k consumo energético específico (por ejemplo, kWh/t)

M volumen total de producción del sector (por ejemplo, en t)

E consumo energético total del sector

c) Estimaciones ad-hoc según información cualitativa

En algunos sectores no fue posible obtener información cuantitativa sobre los pesos relativos de cada proceso en el total del consumo energético. No obstante se pudo utilizar información cualitativa del tipo “la mayor parte de energía se consume en los procesos ...”

En estos casos se realizaron estimaciones ad-hoc asignando porcentajes mayores a procesos considerados intensivos en energía y porcentajes menores a los demás, asumiendo una distribución homogénea dentro de cada una de estos grupos.

Pérdidas de conversión y distribución

Los datos estadísticos disponibles, y analizados en la Tarea 1 son datos de consumo de energía final. A partir de estos, y para conocer los consumos de calor y frío, se deben realizar estimaciones sobre los pérdidas de conversión y distribución. Los parámetros utilizados en este estudio están resumidos en la Tabla 1.1.1.

Tabla 1.1.1. Hipótesis sobre las pérdidas de conversión y distribución

Rendimiento de conversión calderas (base: PCI)	Calderas de baja temp.	90%
	Calderas de vapor	85%
	Quemadores combustión directa	100%
Pérdidas de distribución de calor		2%
Rendimiento de conversión (COP) enfriadoras		3,0

Los porcentajes de consumo indicados en las tablas sectoriales se refieren al consumo de energía final para generación de calor por una parte, y para generación de frío por otra.

1.2 EMPRESA MODELO DEL SECTOR

En base a los consumos energéticos totales de un sector, los porcentajes de consumo de cada uno de los procesos y los niveles de temperatura asociados se definió una empresa modelo considerada representativa para cada sector, dividiendo cada parámetro X relativo a los totales del sector (por ejemplo, los consumos energéticos, las superficies disponibles, la cantidad de producción, etc.) entre el número total de locales del sector:

$$x = \frac{X}{N}$$

Para cada empresa modelo se generó una representación en forma de “proyecto” en el software EINSTEIN [2009], que se ha utilizado como base para los cálculos posteriores.

1.3 POTENCIAL DE RECUPERACIÓN DE CALOR

El grado de implementación de recuperación de calor incide fuertemente en la cantidad y en la calidad (nivel de temperatura) del consumo energético. Es por ello por lo que, para realizar cálculos del potencial de solar térmica, ha sido necesario considerar tanto el nivel (medio) actual de recuperación de calor, como el potencial futuro (potencial de recuperación de calor adicional todavía no explotado).

Un análisis detallado del potencial de recuperación de calor requeriría un análisis mucho más en profundidad excediendo el marco de este estudio. Con objeto de simplificar, se realizaron unas hipótesis y métodos de cálculo.

a) Nivel actual de recuperación de calor

Las hipótesis sobre el nivel actual no inciden en la cantidad del consumo de calor (actual), ya que este

está dado por el consumo de energía final obtenido en base a las estadísticas sectoriales, pero sí inciden sobre los niveles de temperatura: suponer un mayor grado de recuperación de calor existente significa asumir un aporte externo de calor a niveles de temperatura superior, y viceversa.

Como hipótesis se supuso lo siguiente:

- Los sistemas existentes de recuperación de calor consisten únicamente en intercambio de calor entre flujos de un mismo proceso (recuperación interna). No se considera recuperación de calor entre flujos de procesos diferentes (integración de procesos).
- El grado existente de recuperación de calor se define a través de la temperatura de entrada T_{pir} después de recuperación de calor (ver Figura 1.1.1).
- Para procesos sobre los cuales no se dispone de información acerca del grado de implementación de recuperación de calor, se supone que aproximadamente el 50% del precalentamiento (circulación) (hasta $T_p/2$) se realiza mediante recuperación de calor.

b) Potencial futuro de recuperación de calor

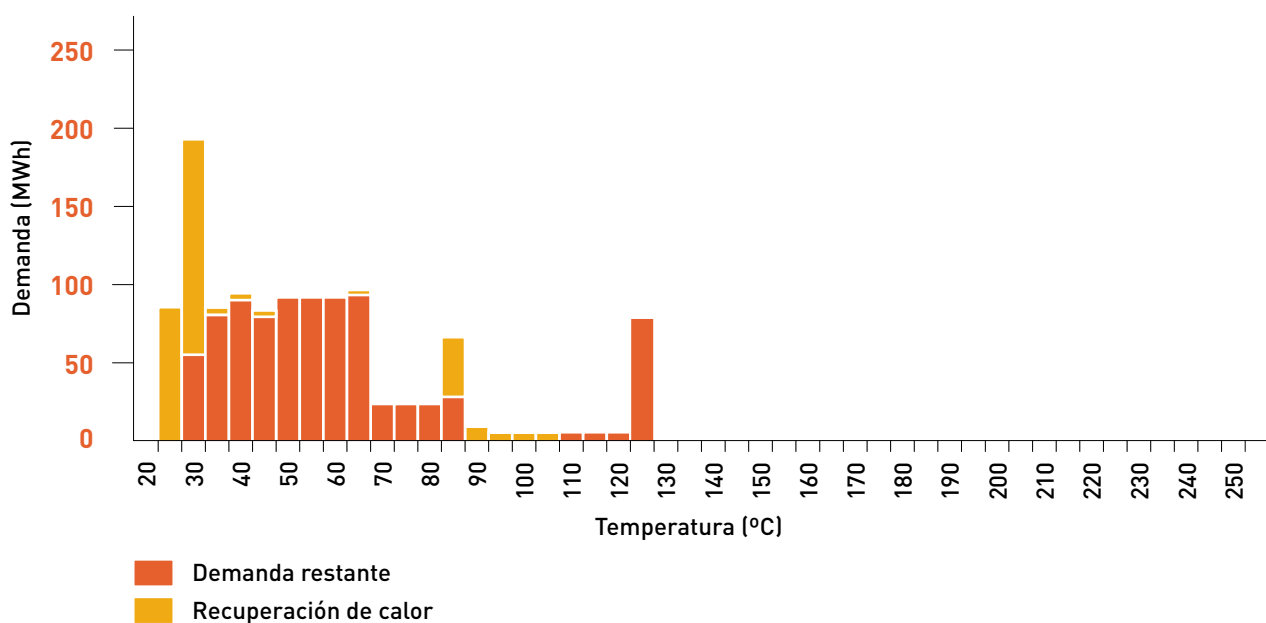
Para determinar el potencial futuro de recuperación de calor se realizaron las siguientes hipótesis:

- Se asigna un flujo de calor residual a todos los procesos con flujos salientes, con niveles de temperatura consistentes con las hipótesis descritas en el apartado (a).
- No se consideran flujos de calor residual de calderas (por ejemplo, gases de combustión todavía no utilizados).
- Se considera la posibilidad de intercambio de calor entre flujos simultáneos o no simultáneos, con un desplazamiento en el tiempo de un máximo de una hora.
- Se considera que únicamente un 60% del calor residual total disponible es técnica y económicamente aprovechable.
- Se determina el potencial máximo de recuperación de calor según el método Pinch, bajo las limitaciones de las hipótesis anteriores y suponiendo un ΔT_{min} (diferencia de temperatura mínima en los intercambiadores de calor) de 15 K.

El cálculo correspondiente se realizó con el software EINSTEIN [2009] (modo "estimate" del cálculo de recuperación de calor).

Como resultado se obtuvo la distribución de la demanda de calor en función de la temperatura mínima de suministro con y sin recuperación de calor (Figura 1.3.1).

Figura 1.3.1. Ejemplo de un resultado de cálculo de recuperación de calor. El área en amarillo indica la parte de la demanda de calor cubierta por recuperación de calor



1.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE CALOR SEGÚN NIVELES DE TEMPERATURA

Una vez realizado el cálculo del potencial de recuperación de calor, se analiza la demanda de calor restante según los niveles de temperatura:

- Demanda de calor a baja temperatura (temperatura mínima de suministro < 60 °C).

- Demanda de calor a baja y media temperatura (temperatura mínima de suministro < 250 °C).
- Demanda de calor a baja y media temperatura, incluyendo calor equivalente para demandas de frío.

Las demandas de frío se convierten a demandas equivalentes de calor mediante la siguiente relación:

$$Q_{calor,eq.} = \frac{Q_{frío}}{COP}$$

Los parámetros utilizados según los tipos de demanda de frío están recogidos en la Tabla 1.4.1.

Tabla 1.4.1. Parámetros de conversión de demandas de frío a una demanda de calor equivalente

Tipo de consumo de frío	Temperatura (frío) (°C)	Temperatura calor equivalente* (°C)	COP
Aire acondicionado naves y oficinas	+20	85	0,70
Frío a temperaturas > 5 °C	+5	85	0,70
Refrigeración	-10 a +5	95	0,60
Congelación	< -10	-	0,50

*Nivel de temperatura requerida para alimentar una máquina enfriadora de absorción o adsorción

1.5 VARIACIÓN DE LA DEMANDA DE CALOR HASTA EL AÑO 2020

Para poder estimar la evolución de la demanda energética entre el año 2007 (año de datos de la base de datos del INE utilizadas en el estudio) y el 2020 hay que evaluar dos factores con tendencias opuestas:

- El aumento de la producción industrial debido al crecimiento económico.
- La reducción de la intensidad energética debido a mejoras de eficiencia energética.

El “escenario eficiencia actualizado”, idéntico al “escenario E4+” del plan de acción 2008-2010 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética prevé un aumento anual del consumo de energía final de 2,19% en el periodo del 2008 al 2012 [MiTyC 2007, p.129], lo cual extrapolando hasta el año 2020 resultaría en un crecimiento acumulado del consumo de 32,5% para el periodo 2007-2020.

Para el presente estudio se supuso además que se tomarán medidas adicionales de eficiencia energética resultando en un aumento más moderado del 21,4%, equivalente a una tasa anual de crecimiento del consumo de energía final de 1,5%. Se supone que esta tasa de crecimiento ya incluye también el efecto de las medidas de recuperación de calor según sección 1.3 b).

1.6 POTENCIAL DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

1.6.1 Simulaciones de la empresa modelo para las 5 zonas climáticas

Se realizaron simulaciones dinámicas para las empresas modelo de cada sector y en cada zona

climática con el módulo solar del software EINS-TEIN, previamente calibrado y validado con las simulaciones TRNSYS/simCHIP tal y como se describe en el informe de la Tarea 2.

En total se realizaron 1.440 simulaciones para cada uno de 32 sectores industriales, 5 zonas climáticas, 3 combinaciones de tecnología de captador/perfil de demanda y 3 tamaños de superficie disponible.

1.6.1.1 Tecnologías de captador y perfiles de demanda

Para cada sector y zona climática se realizaron tres grupos de simulaciones diversas:

a) BT: potencial solar a baja temperatura

Se utilizó el captador plano como tecnología representativa y se consideró únicamente la demanda de calor de la empresa. La generación de calor útil mínima exigida se fijó en 950 kWh/kW.

b) BMT: potencial solar a baja y media temperatura (solo demandas de calor)

Se utilizó el captador de tubo de vacío como tecnología representativa y se considerará únicamente la demanda de calor de la empresa. La generación de calor útil mínima exigida se fijó en 750 kWh/kW.

c) BMTF: potencial solar a baja y media temperatura (incluyendo consumos de frío)

Se utilizó el captador de tubo de vacío como tecnología representativa y se consideró tanto la demanda de calor de la empresa como la demanda de frío (convertida en demanda equivalente de calor a una temperatura de procesos de 85 °C y 95 °C respectivamente, ver Tabla 1.4.1). La generación de calor útil mínima exigida se fijó en 750 kWh/kW.

En todas las simulaciones se utilizó un volumen de acumulación de 71 litros/kW (50 litros/m² de apertura).

1.6.1.2 Heterogeneidad de las empresas de un sector

Las empresas de un sector no son homogéneas, y por tanto al analizar una única empresa modelo como representativa para todo el sector puede llevar a importantes errores.

El factor más relevante para la determinación del potencial solar es la relación de la demanda de calor a baja y media temperatura y la superficie disponible.

En las encuestas realizadas en la Tarea 1 se demostró que existe una gran variación en los ratios de superficies por trabajador obtenidos. Como media, en todos los sectores analizados se obtuvo una desviación estándar de 0,65. No se dispone de los ratios de superficie respecto a demanda energética o demanda de calor, pero como hipótesis suponemos que la desviación estándar en este ratio sea similar.

Para tener en consideración esta heterogeneidad se modelizó el sector como compuesto por tres grupos de empresas:

Empresa modelo 1X: la empresa media representativa de este sector.

Empresa modelo 0,5X: demanda de energía (calor y frío) igual que la de la empresa representativa, pero que cuenta únicamente con la mitad de la superficie disponible.

Empresa modelo 2,5X: demanda de energía (calor y frío) igual que la de la empresa representativa, pero con 2,5 veces más la superficie disponible de ésta.

Se eligió una distribución (porcentaje del total de número de empresas) sobre estos 3 grupos de tal forma que (1) la superficie media resultante corresponda a la superficie media real del sector, y (2) que la desviación estándar en el ratio superficie/demanda sea de 0,65.

Los porcentajes resultantes son:

- Empresa modelo 0,5X: 42%
- Empresa modelo 1,0X: 44%
- Empresa modelo 2,5X: 14%

En primer lugar se realizó, para cada sector y para cada zona climática, una serie de simulaciones para la empresa modelo 2,5X (la que cuenta con mayor superficie disponible) para determinar el grado de ocupación de superficie deseado.

En caso de que la superficie requerida sea superior al 50% de la superficie disponible de la empresa representativa, el potencial en el grupo de empresas 0,5X queda limitado por la superficie, y en caso de que la superficie requerida sea superior al 100% de la superficie disponible de la empresa representativa, la restricción de superficie es efectiva también en el grupo de empresas 1,0X.

En estos grupos donde se aplica la limitación de superficie, se realizaron simulaciones adicionales teniendo en cuenta este efecto.

El potencial del sector (potencia instalada) en una determinada provincia p y zona climática z se determinó entonces como:

$$P_{zp} = N_{zp} \left\{ 0,42 p_{zp}^{0,5X} + 0,44 p_{zp}^{1,0X} + 0,14 p_{zp}^{2,5X} \right\} \quad (1.6.1)$$

donde:

N_{zp} número de empresas del sector en la provincia y zona climática.

P_{zp} potencial solar total (potencia instalada) del sector en la provincia y zona climática.

p_{zp} potencial de energía solar térmica (potencia instalada) en la empresa modelo de cada grupo (resultado de la simulación).

E igualmente para la generación de calor útil:

$$Q_{zp} = N_{zp} \left\{ 0,42 q_{zp}^{0,5X} + 0,44 q_{zp}^{1,0X} + 0,14 q_{zp}^{2,5X} \right\} \quad (1.6.2)$$

donde:

Q_{zp} potencial solar total (generación anual de calor útil) del sector en la provincia y zona climática.

q_{zp} potencial de energía solar térmica (generación anual de calor útil) en la empresa modelo de cada grupo (resultado de la simulación).

1.6.1.3 Potencial según tecnologías empleadas

Para determinar el potencial de energía solar según tipología de captadores, se supuso que del potencial total a BMT y BMTF la parte correspondiente al potencial a baja temperatura se cubriría con captadores planos estándar (o tecnologías similares), mientras que el potencial restante se cubriría con captadores de media temperatura (captadores de tubo de vacío como tecnología representativa para este grupo).

En situaciones (combinación sector/zona/grupo 0,5X/1,0X/2,5X) donde haya una limitación de superficie disponible, se supone que también el potencial a baja temperatura se cubre con captadores de media temperatura.

Las ecuaciones de corrección están resumidas en la Tabla 1.6.1. El coeficiente de corrección r está definido por la relación de generación específica máxima de calor útil en sistemas solares a baja temperatura (40 °C) según los resultados de la Tarea 2.

$$r = \frac{q_u^{max}(40\text{ °C}, CTV)}{q_u^{max}(40\text{ °C}, CP)} \quad (1.6.3)$$

Tabla 1.6.1. Ecuaciones de corrección para la distribución del potencial total según tecnologías de captadores

	Sin limitación de superficie	Con limitación de superficie
Captadores planos	$P_{CP} = P_{BT}$	$P_{CP} = 0$
	$Q_{CP} = Q_{BT}$	$Q_{CP} = 0$
Captadores de media temperatura	$P_{CTV} = P_{BMT(F)} - \frac{P_{BT}}{r}$	$P_{CTV} = P_{BMT(F)}$
	$Q_{CTV} = Q_{BMT(F)} - Q_{BT}$	$Q_{CTV} = Q_{BMT(F)}$
Potencial total	$P'_{BMT(F)} = P_{CP} + P_{CTV}$	$P'_{BMT(F)} = P_{CP} + P_{CTV} = P_{BMT(F)}$
	$Q'_{BMT(F)} = Q_{BMT(F)} = Q_{CP} + Q_{CTV}$	

CP: captadores planos; CTV: captadores de tubo de vacío (como captador representativo para captadores de media temperatura)

1.6.2 Distribución de las industrias según provincias y zonas climáticas

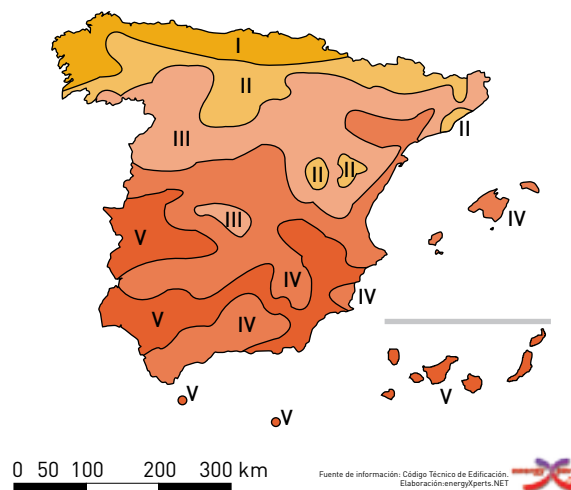
Con objeto de calcular el potencial de introducción de la energía solar térmica en la industria a partir de los datos agregados a nivel provincial, se realizó un análisis que permitiese evaluar la distribución espacial de la superficie industrial en España, buscando principalmente calcular la distribución por zona climática según provincia¹.

Para ello se realizaron varias tareas: digitalización de las zonas climáticas definidas en el CTE (ver la Figura 1.6.1); comparación de los resultados obtenidos con la superficie disponible para la instalación de tecnología solar térmica; y, por último, cálculo de superficie industrial provincial por zona climática utilizando las herramientas disponibles en el SIG.

Las fuentes de datos utilizadas fueron:

- Código Técnico de Edificación².
- Corine Land Cover³, base de datos a nivel europeo que recoge la distribución de los usos del suelo en el año 2000.
- Base Cartográfica Nacional, escala 1:200.000⁴; de ahora en adelante BCN200.

Figura 1.6.1. Mapa de las zonas climáticas según CTE



1.6.2.1 Cálculo de la superficie industrial a escala provincial

Con objeto de evaluar la superficie industrial y su distribución espacial se consultaron dos fuentes: la base de datos Corine Land Cover (referencia obligada en todos los análisis relacionados con usos del suelo) por un lado, y la base cartográfica nacional a escala 1:200.000 en formato digital por otro. A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de cada una de estas fuentes. En ambos casos, siempre que una zona industrial coincidiese con el límite entre dos zonas climáticas o entre dos provincias⁵, se dividieron de forma que cada una de las áreas se asignase de forma correcta.

a) La base de datos del CORINE recoge un inventario a escala europea de los usos del suelo en el año 2000, y su evolución con respecto a 1990. Es una base de datos de prestigio en cuya elaboración participan organismos nacionales, y muy utilizada en análisis de dinámica de ocupación del suelo y de temática medioambiental.

¹Tomando las zonas climáticas definidas en el Código Técnico de Edificación

²<http://www.codigotecnico.org/>

³Disponible de forma gratuita a través de la página de la Agencia Medioambiental Europea en formato shape <http://www.eea.europa.eu/>

⁴Cartografía base proporcionada por el IDAE

⁵21 polígonos industriales se encontraban en el límite entre dos zonas climáticas adyacentes, y 5 polígonos en un límite provincial

De entre los diferentes usos del suelo que incorpora el CORINE, en el análisis se utilizó la clase "Zonas industriales o comerciales". Según la definición de la nomenclatura utilizada en el proyecto CORINE⁶, las zonas industriales o comerciales son aquellas áreas de origen artificial, identificadas principalmente mediante el uso de imágenes de satélite y mapas topográficos, que representan complejos industriales o comerciales, incluyendo áreas de acceso, zonas verdes anexas, aparcamientos, etc. Se incluyen además dentro de esta categoría hospitales, bases militares, complejos universitarios, etc. Es de esperar, por tanto, que al calcular los valores totales de suelo clasificado dentro de este uso del suelo con objeto de identificar únicamente las zonas destinadas a un uso industrial, estemos introduciendo un error de sobreestimación. Se considera sin embargo de suma importancia presentar los resultados derivados del análisis de esta fuente.

La superficie total industrial y/o comercial a nivel nacional según el CORINE es de 1.133 km².

b) En la BCN200 se representan las áreas de uso industrial, pero se debe tener en cuenta que no se recogen edificios aislados dedicados a tal uso por lo que el cálculo de superficies siempre quedará un tanto subestimado. Además, no hay representación de polígonos industriales en Cantabria, Ceuta ni en Melilla.

La superficie total industrial a escala nacional es de casi 900 km², siendo Madrid la provincia con mayor superficie industrial, 102 km²; un 11% del total. Por otro lado, 19 provincias presentan valores menores del 1% del total (Soria, Navarra, Jaén, Zamora, Ávila, Lugo, Palencia, Huesca, Segovia, A Coruña, Teruel, Guipúzcoa, León, Salamanca, Cuenca, Ourense, La Rioja, Granada y Girona), mientras que el promedio se sitúa en torno al 2%.

Se presentan a continuación los resultados numéricos obtenidos en el cálculo de la superficie, expresada en km² clasificada dentro de esta categoría y agrupada por provincias (Tabla 1.6.2).

Tabla 1.6.2. Superficie industrial por provincia según CORINE y BCN-200

Provincia	Superficie total en km ²	
	CORINE	BCN-200
Almería	13,532	20,787
Cádiz	20,058	31,268
Córdoba	20,526	15,252
Granada	7,600	6,829
Huelva	8,375	27,451
Jaén	16,194	1,582
Málaga	14,951	27,784
Sevilla	46,888	14,586
Huesca	9,221	4,631
Teruel	6,526	5,750
Zaragoza	48,253	68,995
Asturias	48,893	10,947
Islas Baleares	9,238	9,485
Las Palmas	8,767	18,219
Santa Cruz de Tenerife	3,865	9,032
Cantabria	8,711	0,000
Albacete	9,297	11,444
Ciudad Real	19,506	20,197
Cuenca	1,769	6,661

⁶Disponible para su consulta a través de la página http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-part2/land_coverPart2.1.pdf

(Continuación)

Provincia	Superficie total en km ²	
	CORINE	BCN-200
Guadalajara	4,985	17,578
Toledo	24,568	12,667
Ávila	2,399	2,470
Burgos	26,271	19,923
León	13,918	6,438
Palencia	7,671	2,961
Salamanca	6,311	6,471
Segovia	4,186	5,363
Soria	2,933	1,522
Valladolid	19,993	11,112
Zamora	3,242	2,282
Barcelona	134,030	82,675
Girona	13,031	7,134
Lleida	10,037	15,503
Tarragona	34,047	9,566
Alicante/Alacant	38,234	21,425
Castellón/Castelló	30,307	37,851
Valencia/València	69,367	65,542
Badajoz	15,416	16,762
Cáceres	14,791	10,230
A Coruña	21,617	5,654
Lugo	2,766	2,819
Ourense	4,039	6,687

(Continuación)

Provincia	Superficie total en km ²	
	CORINE	BCN-200
Pontevedra	12,282	17,788
La Rioja	12,229	6,796
Madrid	135,337	102,305
Murcia	51,620	41,384
Navarra	27,442	1,568
Álava	19,017	20,785
Guipúzcoa	19,982	6,301
Vizcaya	28,458	20,200
Ceuta	0,000	0,000
Melilla	0,636	0,000
Total	1.133,333	898,665

Si se comparan los resultados obtenidos a partir de las dos fuentes citadas se observa que el valor total procedente del CORINE es un 20% superior al obtenido mediante el análisis de la BCN200. Sin embargo, las diferencias por provincias no se distribuyen de manera homogénea. En 9 provincias la superficie resultante según la BCN200 es menor al 50% de la superficie resultante según el CORINE, mientras que en 10 provincias la situación se invierte, y los valores calculados según la BCN200 superan en más de un 50% a los obtenidos según el CORINE.

Cabe resaltar sin embargo, que la distribución que presentan las zonas industriales según ambas fuentes presentan un patrón espacial homogéneo en todas las provincias. Como ejemplo, se presenta a continuación el caso de la Comunidad Autónoma de Madrid.

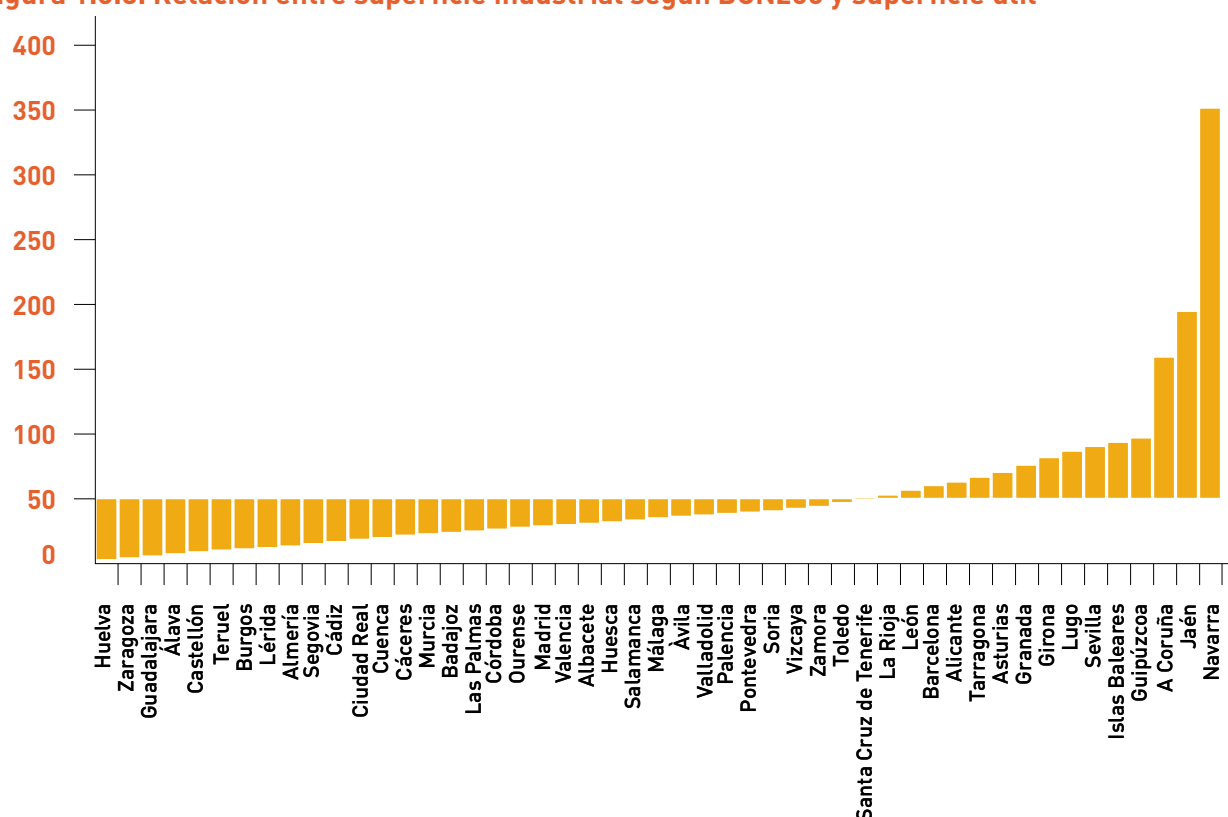
Figura 1.6.2. Comparación de zonas industriales en la Comunidad Autónoma de Madrid según CORINE y BCN 200



1.6.2.2 Relación entre la superficie total industrial según la BCN200 y la superficie útil

A nivel nacional, según el análisis descrito en la Tarea 1, se estima una relación del 35% entre la superficie útil para la instalación de tecnología solar térmica⁷ y la superficie total industrial; mientras que el promedio de los valores provinciales es del 51%. El 85% de las provincias presentan valores de entre el 10 y el 75%; mientras que en siete provincias la relación se aleja de esa tendencia central. En tres provincias se observan valores superiores al 100% (Navarra, Jaén y A Coruña), mientras que en otras tres los valores exceden el 80% (Sevilla, Islas Baleares y Guipúzcoa). La explicación probablemente esté relacionada con el patrón de distribución de la industria, dando lugar a que muchas de las instalaciones industriales localizadas en estas provincias no se sitúen en grandes zonas o polígonos industriales. Debemos recordar que el objetivo de la BCN200, donde además la escala juega un papel importante a la hora de generalizar objetos e infraestructuras a representar, no es cartografiar los usos y dedicación de cada una de las infraestructuras presentes en el territorio.

Figura 1.6.3. Relación entre superficie industrial según BCN200 y superficie útil



⁷Superficie disponible de tejado y zonas adyacentes, cuyos valores fueron calculados en tareas previas dentro del presente estudio

En la página anterior se ha presentado un gráfico con la relación existente entre la superficie industrial calculada a partir de la BCN200 y la superficie útil, situando el origen de los datos en el 51% que se corresponde con el promedio provincial.

1.6.2.3 Distribución porcentual según zona climática de la superficie industrial a nivel provincial.

Una vez calculada la superficie industrial en cada una de las provincias, se procedió a estimar su distribución según las zonas climáticas. De esta forma justificamos la desagregación espacial de

los valores totales obtenidos por provincias en el momento de calcular los potenciales por sector industrial. Cabe señalar que si analizamos un sector industrial en particular, los resultados no se ajustarán a esta distribución, pero cabe esperar que los errores introducidos son compensados a nivel provincial, y allí donde un sector presente un valor de potencial sobreestimado otro sector será subestimado.

A continuación se presentan dos gráficos, el primero con la distribución porcentual por zonas climáticas de la superficie industrial según la BCN200, y el siguiente según el CORINE.

Figura 1.6.4. Distribución porcentual por zonas climáticas de la superficie industrial según la BCN200

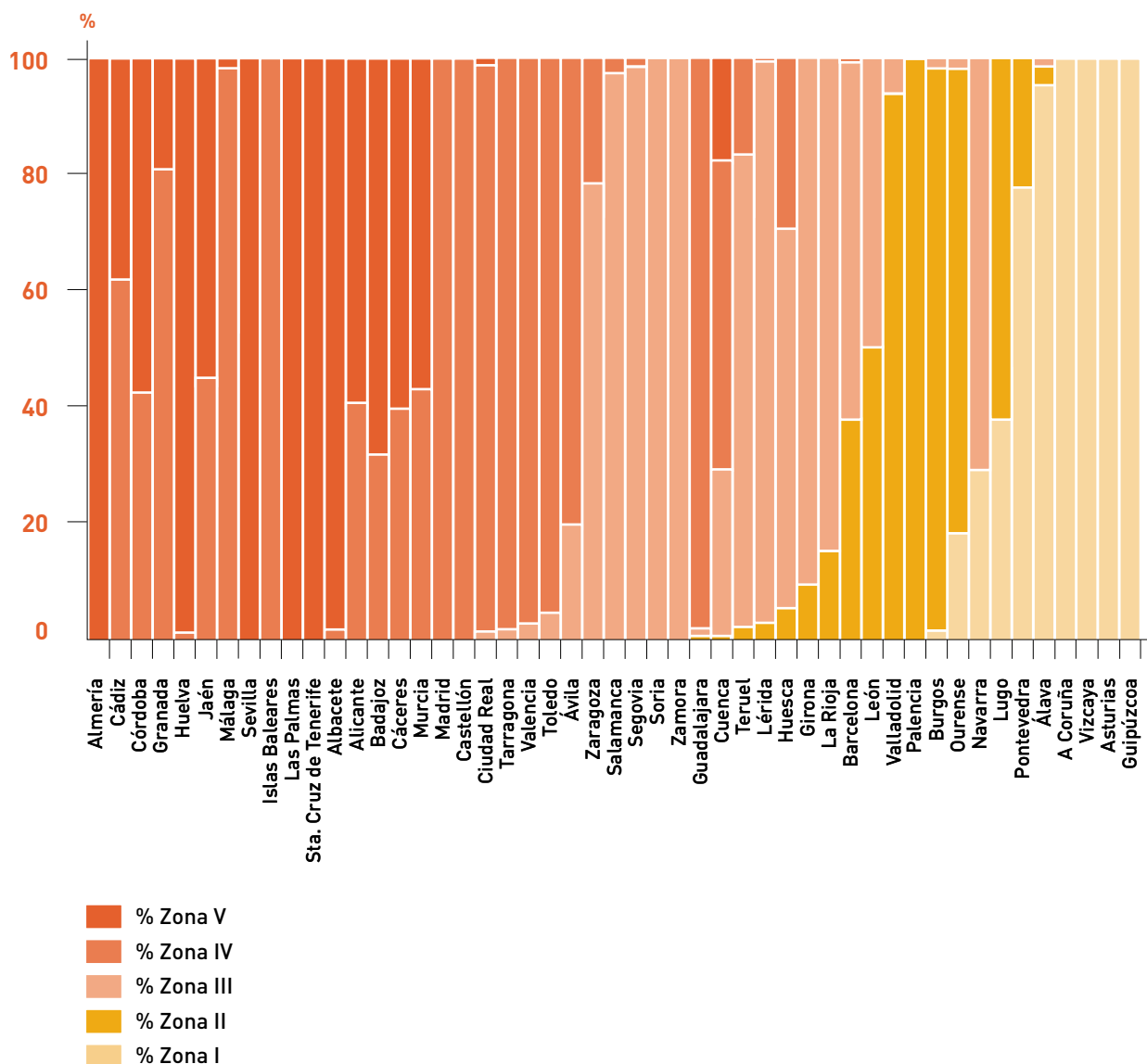
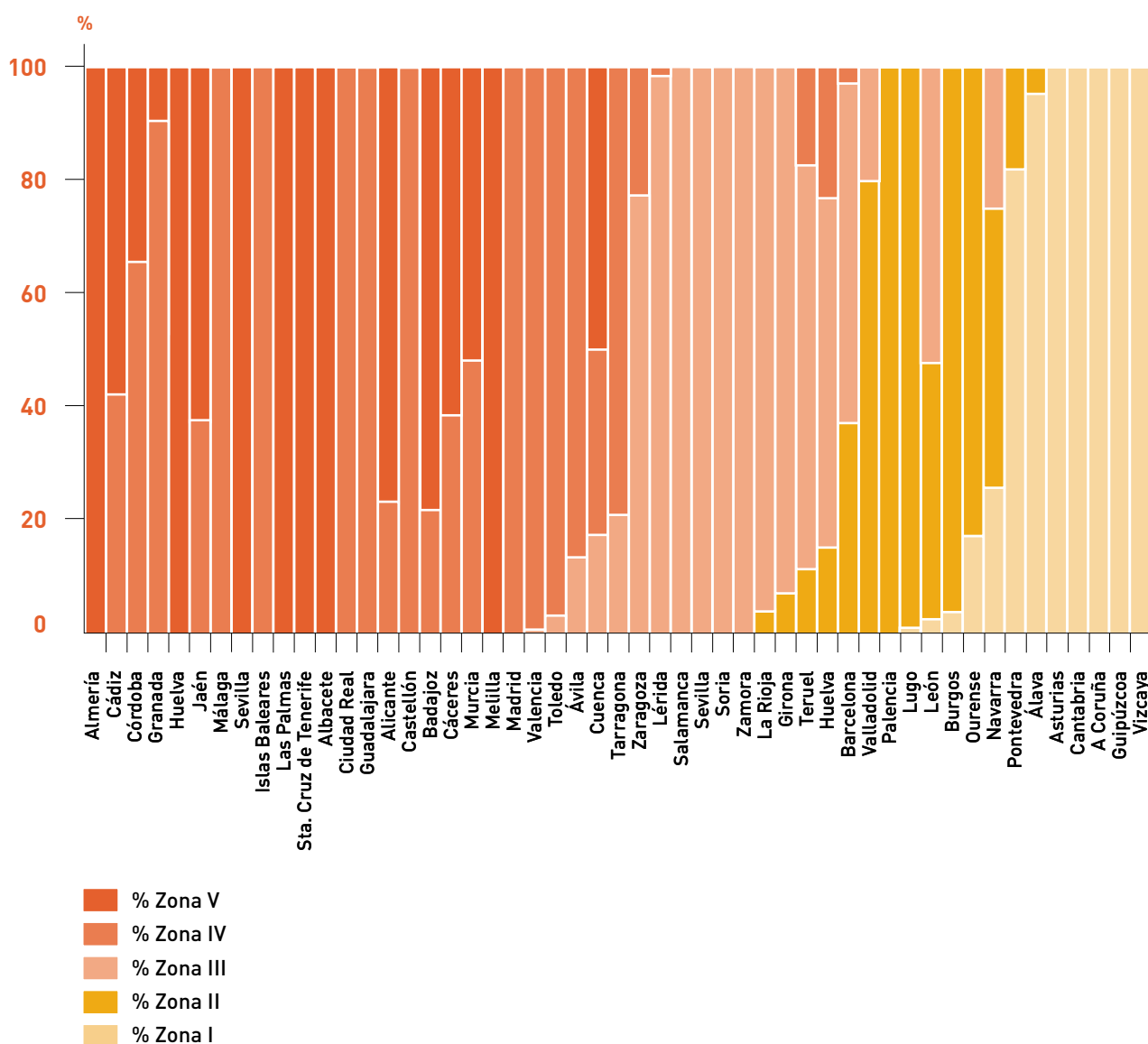
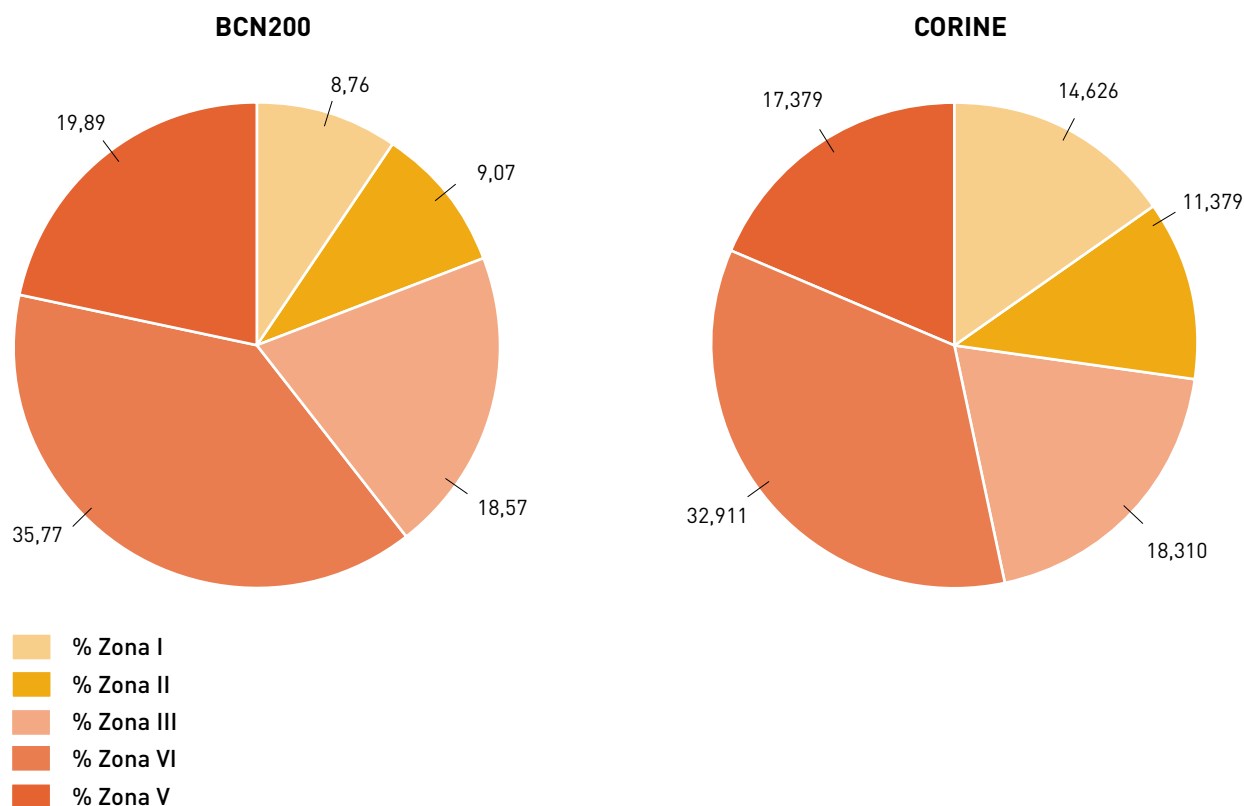


Figura 1.6.5. Distribución porcentual por zonas climáticas de la superficie industrial según CORINE



Si analizamos la distribución a nivel nacional de la superficie industrial por zonas climáticas, y comparamos los resultados obtenidos a partir de la BCN200 (izquierda) y el CORINE (derecha) se observa un patrón muy semejante: un tercio de la industria se sitúa en la Zona climática IV; en torno a un 20% se localiza en la zona V; otro 20% en la zona III mientras que el 20% restante se encuentra en las zonas I y II.

Figura 1.6.6. Distribución a nivel nacional de la superficie industrial por zonas climáticas

Si analizamos la distribución por zonas a nivel provincial, se observa como las similitudes en los valores obtenidos se mantienen, y únicamente en dos provincias existen diferencias importantes. Por un lado en Lugo, donde la BCN200 recoge un polígono industrial en la costa, incluido por tanto en la zona I, que no aparece representado en el CORINE, y por otro en Navarra, donde la superficie industrial representada en la BCN200 es sensiblemente menor a la representada en el CORINE (5%).

Por las razones expuestas a continuación se considera que la distribución porcentual de la superficie industrial a partir del análisis de la BCN200 es totalmente válida:

- Se trata de una fuente oficial.
- Los valores siguen un patrón similar a la base de datos del CORINE, otra fuente de gran prestigio en temas de ocupación del suelo.
- Los valores totales obtenidos de forma teórica en tareas previas pertenecientes a este estudio son coherentes con los resultados extraídos a partir de la BCN200.

En este estudio por tanto se utilizan los siguientes porcentajes en el cálculo de la distribución de la

superficie industrial por zonas climáticas. Todos los datos se corresponden con los obtenidos a partir de la BCN200, exceptuando el caso de Cantabria (para el cual se han tomado los datos obtenidos a partir del CORINE, dado que no aparecía representado ningún polígono industrial en la BCN200). Tampoco aparecen representadas zonas industriales ni en Melilla ni en Ceuta, pero independientemente de su localización, se corresponderán con zona climática V.

Los valores numéricos utilizados en este estudio se representan en la Tabla 1.6.3. La distribución porcentual por zonas climáticas en cada provincia se representa además mediante un mapa de gráficos de tarta para cada provincia (Figura 1.6.7).

Tabla 1.6.3. Distribución porcentual por zonas climáticas en cada provincia

Provincia	% Zona I	% Zona II	% Zona III	% Zona IV	% Zona V
Almería	0,00	0,00	0,00	0,69	99,31
Cádiz	0,00	0,00	0,00	61,35	38,65
Córdoba	0,00	0,00	0,00	41,19	58,81
Granada	0,00	0,00	0,00	80,68	19,32
Huelva	0,00	0,00	0,00	1,86	98,14
Jaén	0,00	0,00	0,00	45,08	54,92
Málaga	0,00	0,00	0,00	98,77	1,23
Sevilla	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Huesca	0,00	3,38	67,54	29,08	0,00
Teruel	0,00	2,56	82,92	14,52	0,00
Zaragoza	0,00	0,00	78,57	21,43	0,00
Asturias	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Islas Baleares	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Las Palmas	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Cantabria	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Albacete	0,00	0,00	0,00	2,06	97,94
Ciudad Real	0,00	0,00	0,74	98,76	0,50
Cuenca	0,00	0,68	26,45	56,92	15,95
Guadalajara	0,00	0,53	1,67	97,81	0,00
Toledo	0,00	0,00	3,92	96,08	0,00
Ávila	0,00	0,00	20,36	79,64	0,00
Burgos	2,22	95,92	1,86	0,00	0,00
León	0,00	48,30	51,70	0,00	0,00

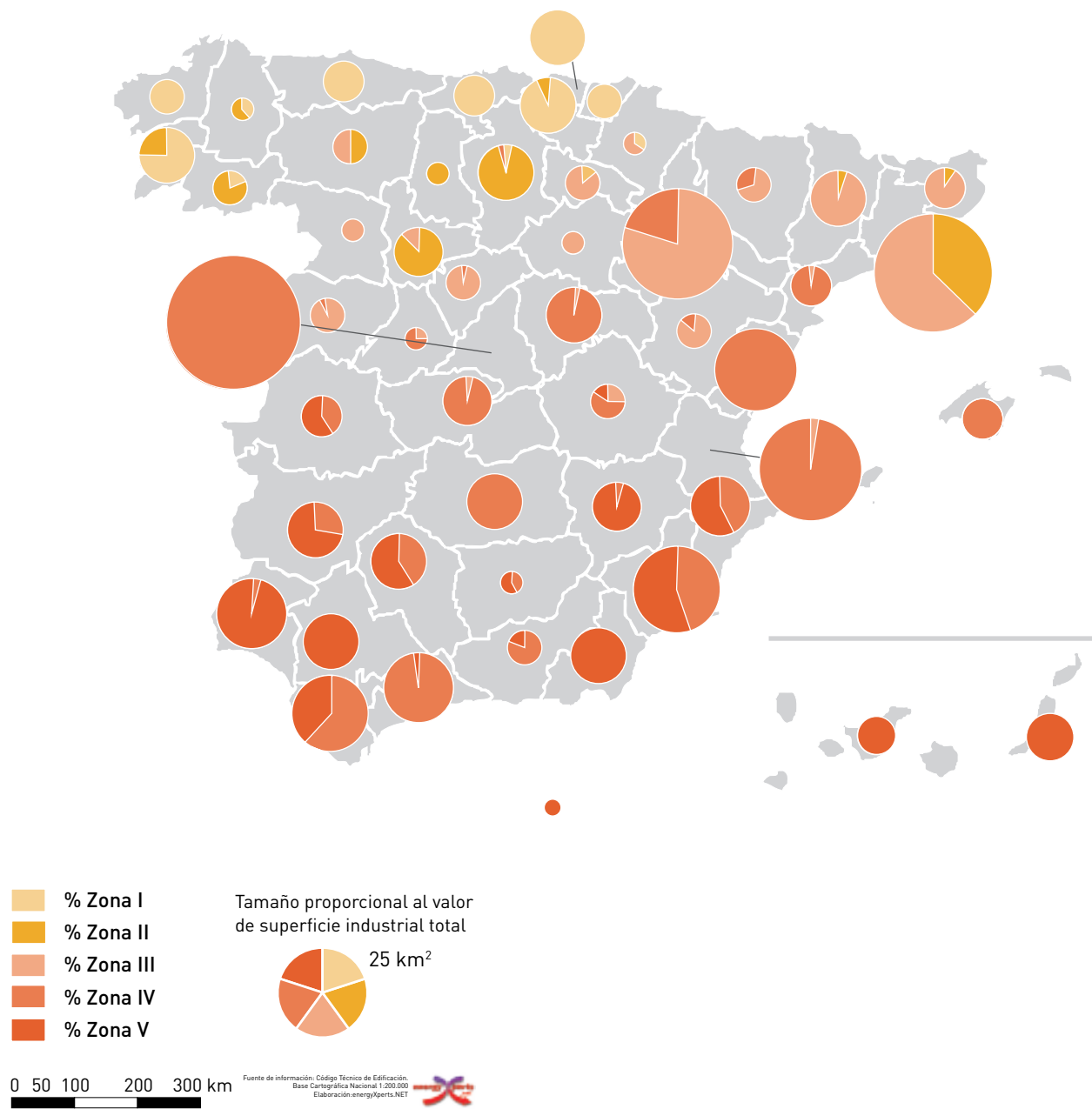
(Continuación)

Provincia	% Zona I	% Zona II	% Zona III	% Zona IV	% Zona V
Palencia	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Salamanca	0,00	0,00	95,89	4,11	0,00
Segovia	0,00	0,00	97,42	2,58	0,00
Soria	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Valladolid	0,00	88,52	11,48	0,00	0,00
Zamora	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Barcelona	0,00	37,57	61,94	0,50	0,00
Girona	0,00	7,02	92,98	0,00	0,00
Lleida	0,00	3,36	96,27	0,37	0,00
Tarragona	0,00	0,00	1,25	98,75	0,00
Alicante/Alacant	0,00	0,00	0,00	41,51	58,49
Castellón/Castelló	0,00	0,00	0,39	99,61	0,00
Valencia/València	0,00	0,00	1,54	98,46	0,00
Badajoz	0,00	0,00	0,00	27,96	72,04
Cáceres	0,00	0,00	0,00	40,45	59,55
A Coruña	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lugo	36,84	63,16	0,00	0,00	0,00
Ourense	18,56	79,54	1,90	0,00	0,00
Pontevedra	74,72	25,28	0,00	0,00	0,00
La Rioja	0,00	14,32	85,68	0,00	0,00
Madrid	0,00	0,00	0,04	99,96	0,00
Murcia	0,00	0,00	0,00	45,16	54,84
Navarra	27,99	0,00	72,01	0,00	0,00
Álava	92,43	6,62	0,95	0,00	0,00
Guipúzcoa	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[Continuación]

Provincia	% Zona I	% Zona II	% Zona III	% Zona IV	% Zona V
Vizcaya	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

Figura 1.6.7. Distribución porcentual por zonas climáticas en cada provincia



1.6.3 Cálculo del potencial por provincias

En el cálculo del potencial solar por provincias se supuso que la distribución de los locales industriales por zonas climáticas dentro de una misma provincia sigue la distribución de la superficie industrial tal y como se ha descrito en la sección interior, y que esta distribución es igual para todos los sectores industriales.

A partir de los resultados del potencial por cada zona climática dentro de la provincia, calculado según las ecuaciones 1.6.1 y 1.6.2, se obtiene el potencial total de la provincia mediante las siguientes expresiones:

$$P_p = \sum_{z=1}^V P_{zp} \quad (1.6.4)$$

$$Q_p = \sum_{z=1}^V Q_{zp} \quad (1.6.5)$$

donde:

P_{zp} Potencial solar (potencia instalada) del sector en la provincia p (parte correspondiente a zona climática z).

Q_{zp} Potencial solar (generación anual de calor útil) del sector en la provincia (parte correspondiente a zona climática z).

P_p Potencial solar total (potencia instalada) del sector en la provincia.

Q_p Potencial solar total (generación anual de calor útil) del sector en la provincia.

El número de empresas N_{zp} en cada provincia y zona climática utilizado en las ecuaciones 1.6.1 y 1.6.2 se calcula en base a los porcentajes especificados en la Tabla 1.6.3:

$$N_{zp} = r_{zp} N_p \quad (1.6.6)$$

donde:

r_{zp} Porcentaje de los locales del sector en la provincia p, situadas en zona climática z (según Tabla 1.6.3).

N_{zp} Número de locales del sector en la provincia p, situadas en la zona climática z.

N_p Número de locales total del sector en la provincia.

1.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EINSTEIN [2009]

Expert System for an Intelligent Supply of Thermal Energy in Industry. Software de cálculo para sistemas termo-energéticos industriales. Versión 1.1., con algunas adaptaciones específicas para el presente proyecto. energyXperts.NET. Disponible en www.sourceforge.net/projects/einstein

MITyC [2007]

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – E4. Plan de acción 2008-2012. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDAE, julio 2007.

Schweiger et al. [2009]

Guía de auditorías termoenergéticas EINS TEIN: Expert-system for an INtelligent Supply of Thermal Energy in Industr y (Sistema experto para el suministro inteligente de energía térmica en la industria). Disponible para descarga en www.iee-einstein.org

2 Potencial por sectores

2.1 CNAE 151. INDUSTRIA CÁRNICA

2.1.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.1.1.

Tabla 2.1.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	3.942	
Producción total	up	5.049.242	1.281
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas de carne en mataderos		
Facturación	M€	7.178	1,82
Número de empleados	-	87.936	22,3
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	4.915.712	1.247
Consumo total electricidad		3.239.569	822
Consumo energía final (gen. calor)		5.239.669	1.329
Consumo electricidad gen. frío		703.761	179
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	8.207.695	2.082
Otras superficies adyacentes		2.642.046	670
Total		10.849.741	2.752

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m ²	548	
Por € de facturación	kWh/€	0,83	
Por trabajador	kWh/trabajador	67.588	
Por unidad de producto	kWh/up	1.177	

2.1.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.1.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipót. calor residual/ recuper. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	η_conv/dist	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temp.	Consum. %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25	-	9,8		130,06	0,83	108,34		-	Manten.	Guía MTD cárnica		
Secaderos y estufaje	32	15	2,0		26,58	0,83	22,14	25	-	Manten./circulac.			
Agua caliente limpieza	60	15	54,7		727,13	0,83	605,70	30	-	Circulac.			
Escaldado y depilado	60	15	1,5	15,7	20,08	0,83	16,72	35	30	Manten./circulac.			
Esterilización cuchillos y utensilios de trabajo	82	15	3,3	34,0	43,55	0,83	36,28	35	40	Circulac.			
Cocción (inmersión en agua)	80	15	8,9	92,0	117,79	0,83	98,12	35	40	Manten./circulac.			
Cocción y ahumado (hornos aire seco)	80	15	8,9	92,0	117,79	0,83	98,12	40	-	Circulac.			
Autoclaves, hornos vapor, otros usos vapor	120	15	10,0	103,8	132,92	0,83	110,72	120	-	Manten./circulac.			
Flameado	> 600	15	1,0	10,4	13,29	0,98	13,03	300	-	Circulac.			
Total consumo de calor			1.037,7		1.329,19	0,83	1.109,17						

- Resultados de cálculo
- Suposiciones ad-hoc
- Datos calculados por diferencia
- Datos estimados en base a valores de referencia

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.1.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	17,1	23,89	91,81	85,00	0,70	131,16	Resultados Tarea 1	
Frío a temp. > 5 °C	5	10,0	13,94	53,56	85,00	0,70	76,51		
Refrigeración	-10 a +5	52,9	73,67	283,10	95,00	0,60	471,83		
Congelación	< -10	20,0	27,88	107,12	999,00	0,50	214,23		
Total consumo de frío			139,38	535,59			893,74		

- Resultados de cálculo
- Suposiciones ad-hoc
- Datos calculados por diferencia
- Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como muestra en la Figura 2.1.1. La Figura 2.1.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.1.3.

Figura 2.1.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

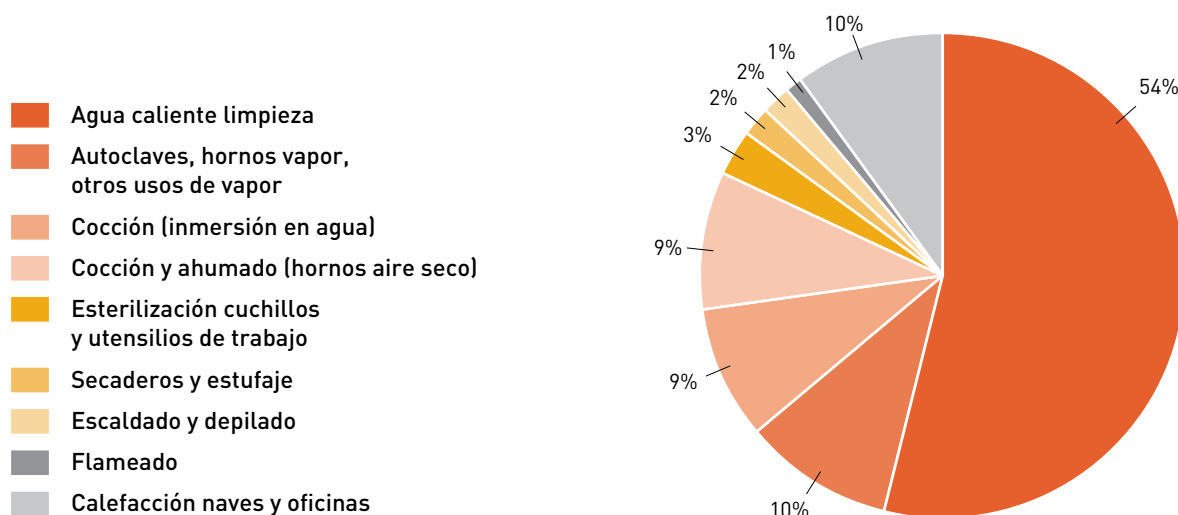


Figura 2.1.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

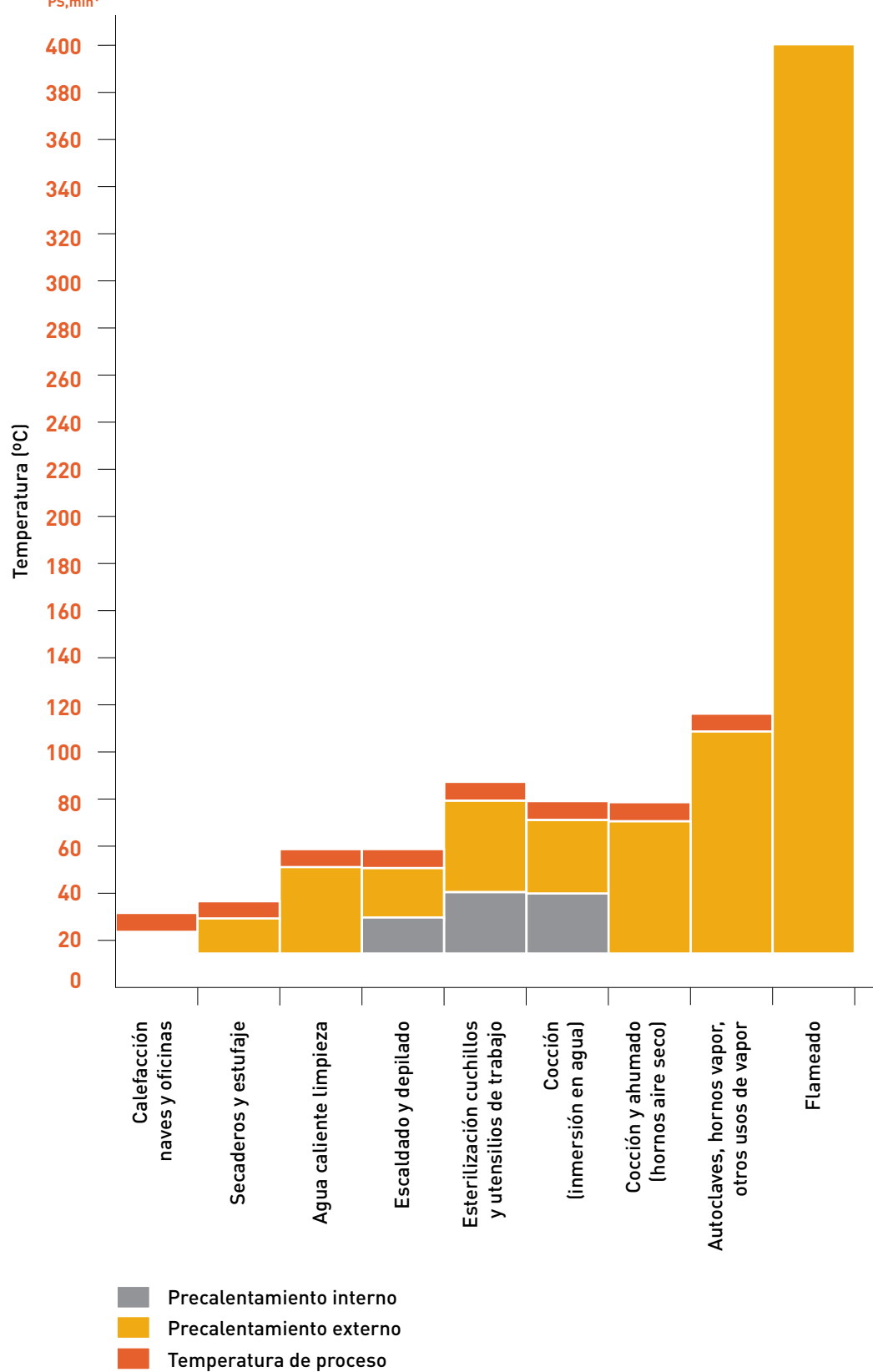
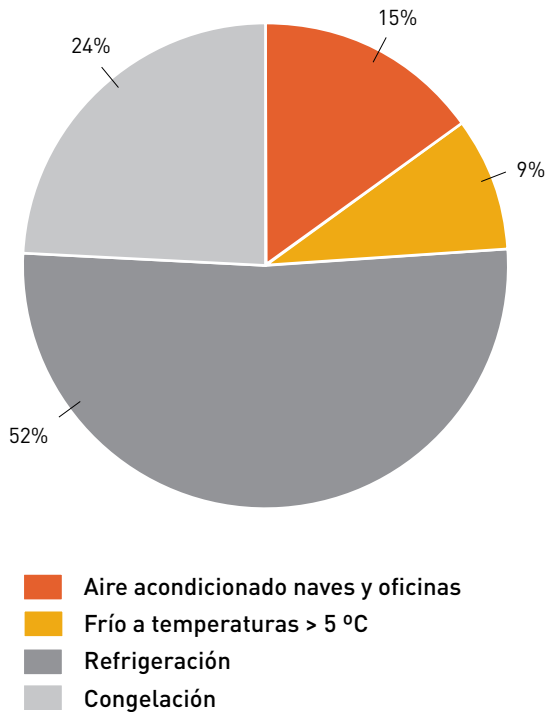


Figura 2.1.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.1.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.1.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.1.5.

Tabla 2.1.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	1.133		894	2.026	
Con recuperación de calor	MWh	857			1.753	
Reducción recuperación de calor	%	24			13	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	486	56,7%		482	27,5%
60 a 120 °C	MWh	280	32,7%		965	55,0%
120 a 250 °C	MWh	84	9,7%		83	4,7%
Total baja y media temperatura	MWh	849	99,1%		1.529	87,2%

Figura 2.1.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

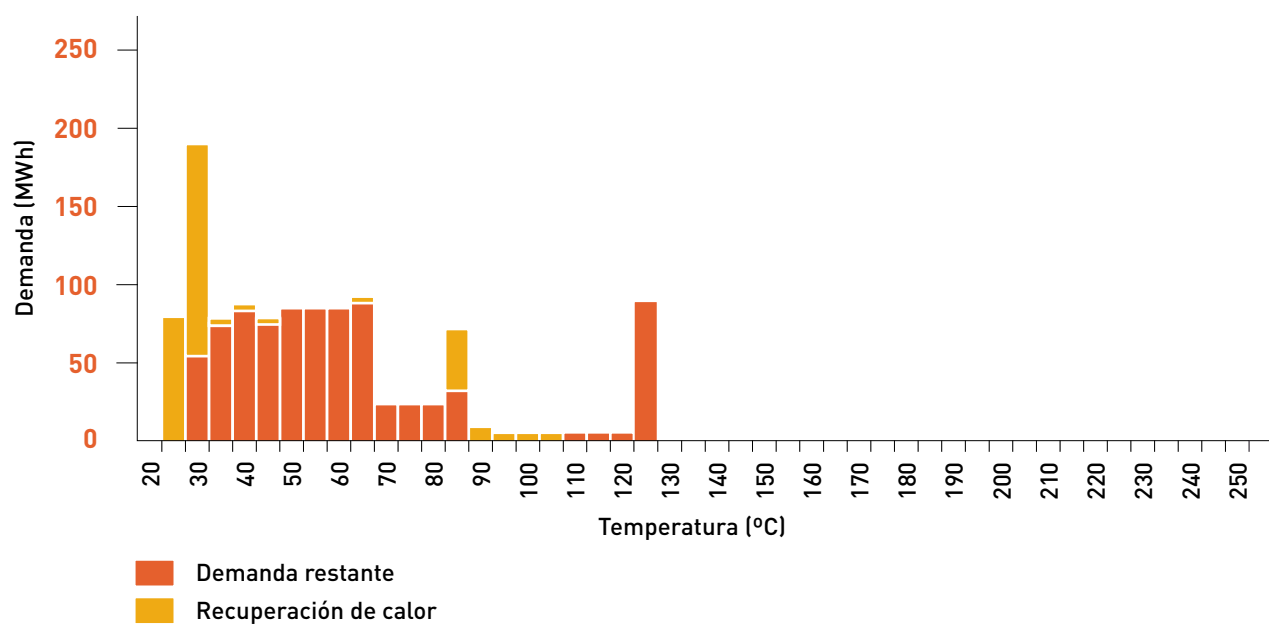
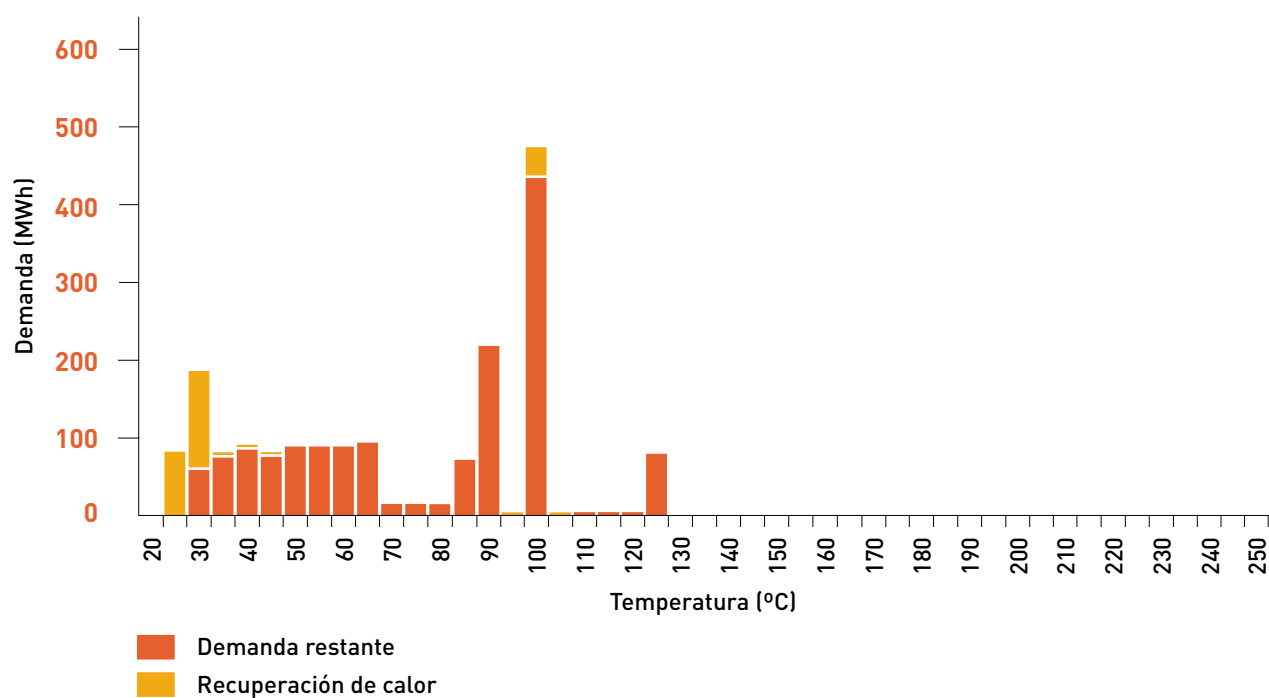


Figura 2.1.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.1.4 Potencial solar térmica

2.1.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.1.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	220,50	329,00	532,00	619,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	209,24	312,14	505,44	588,47
	kWh/kW	0,00	948,93	948,76	950,08	949,91
Temp. media (captador)	°C		57	65	74	86
Simulación 1b: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	410,52	412,45
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	428,31	474,64
	kWh/kW	-	-	-	1.043	1.151
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	69	74
Simulación 1c: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	220,50	329,00	480,98	532,54
Generación de calor útil	MWh	0,00	209,24	312,14	473,05	540,66
	kWh/kW	-	948,93	948,76	983,51	1.015,25
Temp. media (captador)	°C		57	65	72	81
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%	0,00	43,1	64,2	97,3	111,2

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,00	28,1	41,5	64,8	75,1
	Media posible	%	0,00	28,1	41,5	58,6	64,6

Figura 2.1.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

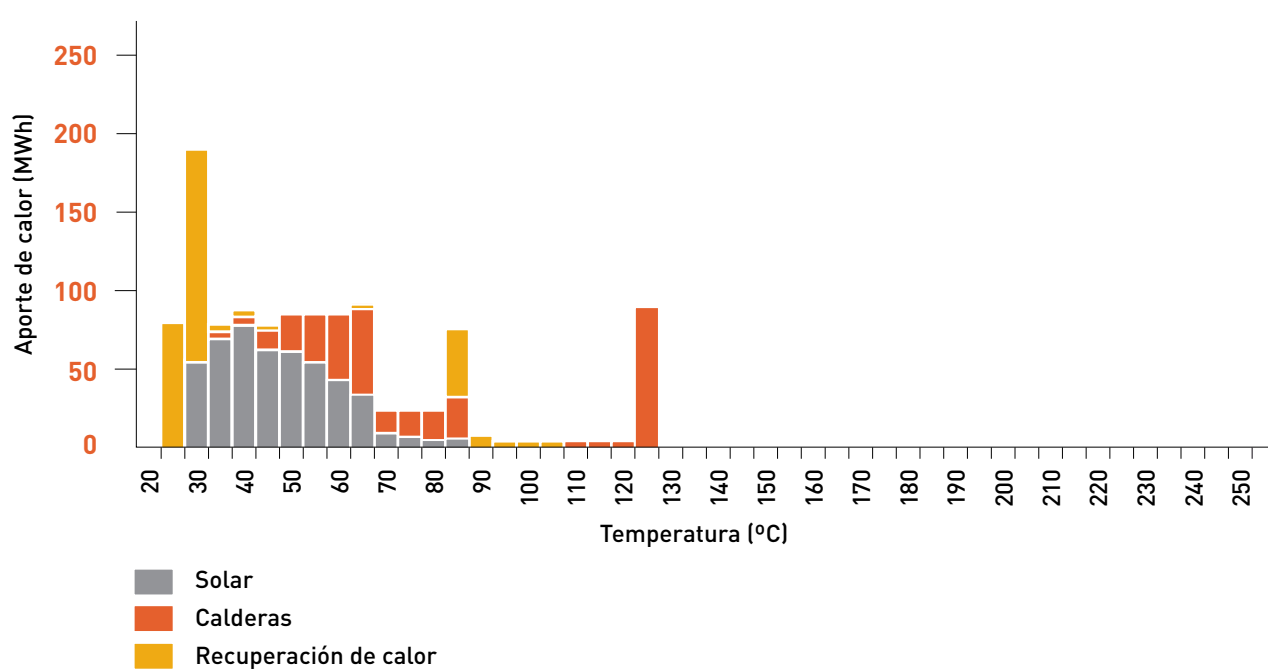


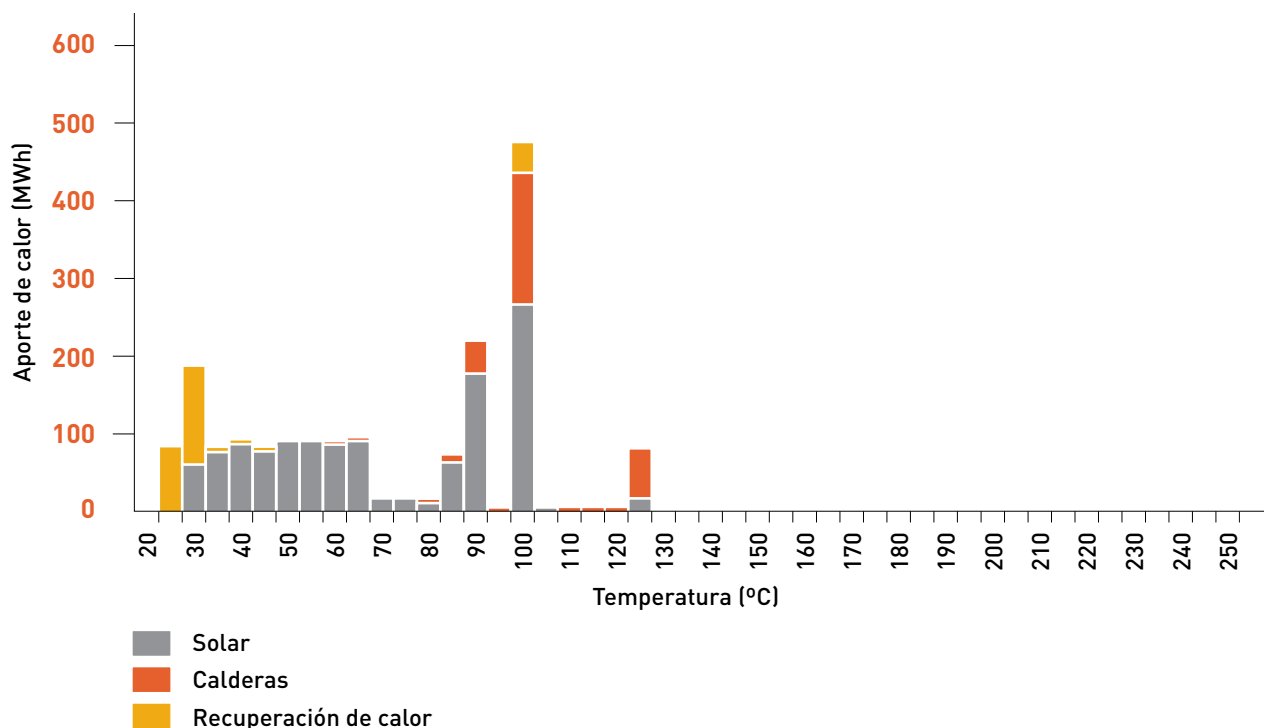
Tabla 2.1.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		806,75	931,00	946,75	1.060,50	1.074,50
Generación de calor útil	MWh		605,26	698,09	710,31	795,50	805,97
	kWh/kW		750,24	749,83	750,26	750,12	750,09
Temp. media (captador)	°C		98	114	127	140	152
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		646,09	646,09	646,09	646,09	646,09
Generación de calor útil	MWh		541,04	603,11	625,58	703,08	724,23
	kWh/kW		837,40	933,48	968,25	1.088,21	1.120,94
Temp. media (captador)	°C		89	96	107	109	122
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		739,27	811,34	820,47	886,45	894,57
Generación de calor útil	MWh		578,28	658,20	674,72	756,69	771,64
	kWh/kW		782,23	811,25	822,36	853,62	862,58
Temp. media (captador)	°C		94	107	119	127	140
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		68,1	77,5	79,4	89,1	90,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	62,4	72,0	73,3	82,1	83,2
	Media posible	%	57,2	62,8	63,5	68,6	69,2

Tabla 2.1.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		1.123,50	1.464,75	1.575,00	1.848,00	1.879,50
Generación de calor útil	MWh		842,43	1.098,33	1.181,68	1.385,15	1.409,70
	kWh/kW		749,83	749,84	750,27	749,54	750,04
Temp. media (captador)	°C		100	117	130	143	155
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		646,09	646,09	646,09	646,09	646,09
Generación de calor útil	MWh		575,34	658,20	713,99	802,11	879,69
	kWh/kW		890,50	1.018,75	1.105,09	1.241,49	1.361,56
Temp. media (captador)	°C		84	88	94	97	103
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	1.292,18	1.292,18	1.292,18	1.292,18
Generación de calor útil	MWh		-	1.030,67	1.095,48	1.235,44	1.282,50
	kWh/kW		-	797,62	847,78	956,09	992,51
Temp. media (captador)	°C		-	112	121	124	136
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		922,99	1.044,98	1.060,42	1.098,64	1.103,05
Generación de calor útil	MWh		730,26	883,71	947,32	1.074,40	1.131,13
	kWh/kW		791,19	845,67	893,35	977,94	1.025,46
Temp. media (captador)	°C		93	103	111	115	125
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		47,8	57,8	62,0	70,3	74,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	86,9	113,4	121,9	143,0	145,5
	Media posible	%	71,4	80,9	82,1	85,0	85,4

Figura 2.1.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.1.8. Fracción solar media del sector

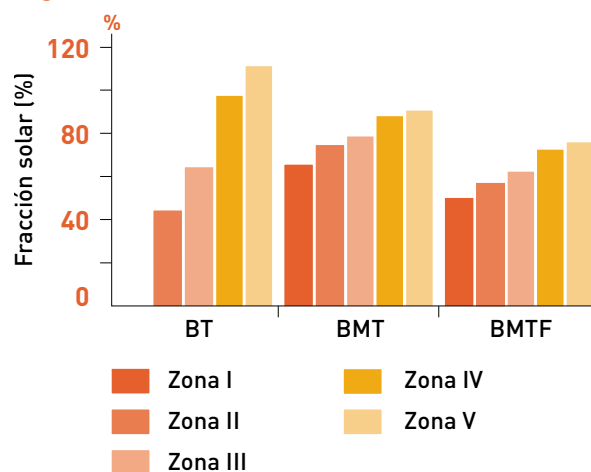


Figura 2.1.9. Grado medio de ocupación de superficie

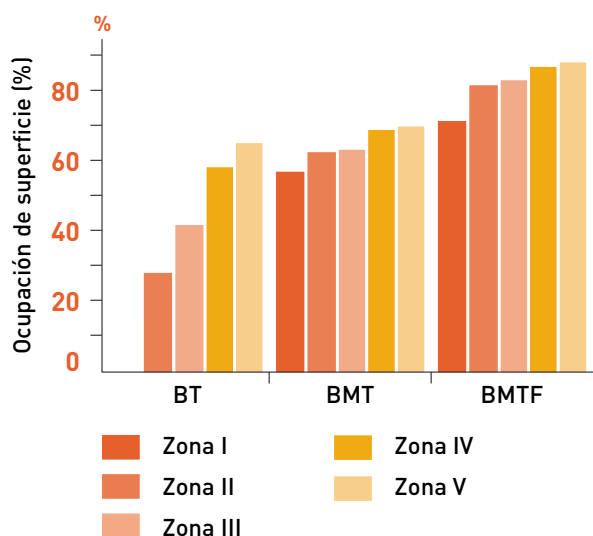
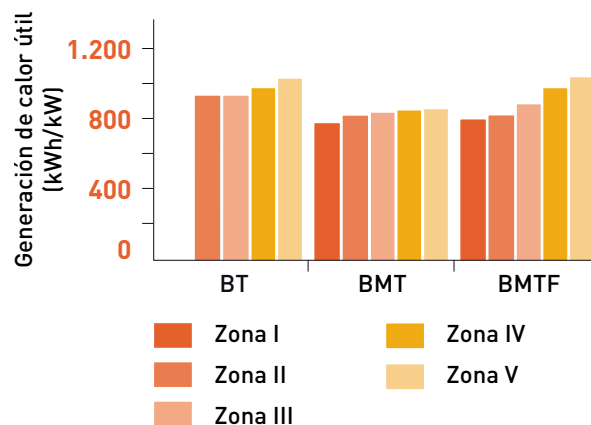


Figura 2.1.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.1.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.1.8. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	6,35	35,08	41,43	76,89	94,67	40,9	73,1	89,2
Cádiz	9,22	50,20	59,42	118,03	145,74	38,1	72,6	88,9
Córdoba	6,26	34,24	40,50	78,61	96,97	39,0	72,7	89,0
Granada	6,65	36,03	42,68	86,73	107,19	37,2	72,4	88,8
Huelva	4,07	22,50	26,57	49,38	60,80	40,8	73,1	89,2
Jaén	4,41	24,09	28,49	55,54	68,53	38,8	72,7	89,0
Málaga	13,85	74,66	88,51	183,83	227,41	36,3	72,2	88,7
Sevilla	18,08	99,85	117,93	218,71	269,25	40,9	73,1	89,2

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Huesca	1,83	9,69	11,52	29,97	38,17	27,6	67,9	85,9
Teruel	0,96	5,06	6,03	16,51	21,16	26,0	67,1	85,3
Zaragoza	8,90	46,98	55,88	148,02	189,17	27,0	67,5	85,7
Asturias	0,00	0,00	0,00	106,83	133,38	0,0	57,2	71,4
Islas Baleares	6,38	34,38	40,76	84,79	104,89	36,3	72,2	88,7
Las Palmas	3,21	17,74	20,95	38,85	47,83	40,9	73,1	89,2
Santa Cruz de Tenerife	2,79	15,44	18,23	33,81	41,62	40,9	73,1	89,2
Cantabria	0,00	0,00	0,00	37,65	47,01	0,0	57,2	71,4
Albacete	17,32	95,62	112,93	209,92	258,46	40,8	73,1	89,2
Ciudad Real	18,73	100,90	119,62	249,13	308,30	36,2	72,2	88,6
Cuenca	6,67	35,88	42,55	93,42	116,74	33,8	70,7	87,7
Guadalajara	9,54	51,39	60,93	127,59	157,98	36,0	72,1	88,6
Toledo	25,91	139,47	165,38	347,50	430,58	35,8	72,0	88,5
Ávila	1,45	7,76	9,21	20,22	25,22	33,9	71,0	87,9
Burgos	2,24	11,81	14,05	59,91	77,03	16,3	64,5	82,5
León	3,04	15,95	18,99	64,51	83,11	20,6	65,5	83,8
Palencia	0,86	4,52	5,38	22,67	29,16	16,5	64,7	82,7
Salamanca	2,54	13,34	15,88	44,99	57,93	24,9	66,5	85,0
Segovia	1,21	6,32	7,53	21,46	27,65	24,8	66,4	84,9
Soria	0,70	3,65	4,35	12,52	16,15	24,5	66,3	84,8

[Continuación]

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Valladolid	3,40	17,88	21,28	85,09	109,50	17,4	64,9	83,0
Zamora	1,17	6,13	7,30	21,03	27,12	24,5	66,3	84,8
Barcelona	31,14	163,34	194,48	633,67	816,42	21,5	65,7	84,1
Girona	3,85	20,16	24,01	70,74	91,24	23,9	66,2	84,7
Lleida	2,25	11,80	14,06	40,87	52,71	24,2	66,2	84,8
Tarragona	6,06	32,63	38,69	80,73	99,92	36,1	72,2	88,6
Alicante/ Alacant	9,46	51,77	61,23	118,89	146,66	39,0	72,7	89,0
Castellón/ Castelló	3,88	20,89	24,77	51,57	63,80	36,2	72,2	88,6
Valencia/ València	14,98	80,68	95,65	199,75	247,27	36,1	72,1	88,6
Badajoz	17,17	94,23	111,40	213,01	262,60	39,6	72,8	89,1
Cáceres	10,11	55,35	65,46	126,94	156,59	39,0	72,7	89,0
A Coruña	0,00	0,00	0,00	83,27	103,96	0,0	57,2	71,4
Lugo	0,53	2,79	3,32	21,41	27,26	10,4	61,9	78,6
Ourense	0,64	3,35	3,98	20,02	25,63	13,6	63,3	80,7
Pontevedra	0,73	3,84	4,57	70,88	89,22	4,2	59,1	74,3
La Rioja	5,20	27,22	32,42	97,80	126,11	23,3	66,0	84,5
Madrid	21,61	116,45	138,06	287,20	355,32	36,3	72,2	88,7
Murcia	13,43	73,40	86,82	169,27	208,85	38,8	72,7	89,0
Navarra	3,77	19,74	23,51	91,27	116,77	17,6	63,7	81,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,06	0,33	0,39	18,64	23,34	1,3	57,8	72,3
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	38,94	48,61	0,0	57,2	71,4
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	60,79	75,89	0,0	57,2	71,4
Ceuta	0,05	0,25	0,30	0,55	0,68	40,9	73,1	89,2
Melilla	0,04	0,24	0,28	0,52	0,64	40,9	73,1	89,2
Total nacional	332,69	1.795,01	2.127,70	5.240,84	6.558,26	29,5%	69,0%	85,8%

Tabla 2.1.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	6.447	39.602	46.049	111,1	65.769	90,8	96.389	74,0
Cádiz	9.190	56.452	65.642	102,7	100.263	89,8	144.166	71,7
Córdoba	6.277	38.560	44.837	105,5	66.928	90,1	96.855	72,4
Granada	6.586	40.459	47.046	100,0	73.511	89,4	105.041	71,0
Huelva	4.135	25.398	29.532	111,0	42.232	90,8	61.871	73,9
Jaén	4.414	27.115	31.529	105,0	47.270	90,0	68.323	72,3
Málaga	13.629	83.723	97.352	97,5	155.489	89,1	220.865	70,3

(Continuación)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Sevilla	18.352	112.731	131.082	111,2	187.082	90,8	274.239	74,0
Huesca	1.762	10.822	12.584	73,1	24.710	82,2	34.769	64,2
Teruel	919	5.647	6.567	68,5	13.537	80,8	19.020	63,1
Zaragoza	8.534	52.422	60.956	71,3	121.742	81,5	171.380	63,7
Asturias	0	0	0	0,0	83.569	68,1	105.531	47,8
Islas Baleares	6.276	38.551	44.827	97,3	71.705	89,1	101.813	70,3
Las Palmas	3.260	20.026	23.286	111,2	33.234	90,8	48.717	74,0
Santa Cruz de Tenerife	2.837	17.426	20.263	111,2	28.920	90,8	42.393	74,0
Cantabria	0	0	0	0,0	29.455	68,1	37.195	47,8
Albacete	17.571	107.939	125.510	111,0	179.521	90,8	262.988	73,9
Ciudad Real	18.417	113.132	131.549	97,2	210.658	89,0	299.137	70,2
Cuenca	6.550	40.235	46.785	90,4	78.428	86,7	111.622	68,6
Guadalajara	9.379	57.615	66.994	96,5	107.823	88,9	153.033	70,1
Toledo	25.454	156.359	181.813	96,0	293.507	88,7	416.581	69,9
Ávila	1.415	8.691	10.106	90,6	16.986	87,1	24.068	68,6
Burgos	2.127	13.068	15.195	42,5	48.323	77,3	64.860	57,6
León	2.885	17.720	20.605	54,0	52.348	78,5	71.964	59,9
Palencia	814	5.001	5.815	43,1	18.291	77,5	24.558	57,8
Salamanca	2.419	14.858	17.277	65,6	36.753	79,8	51.629	62,3
Segovia	1.146	7.040	8.186	65,1	17.518	79,7	24.603	62,2

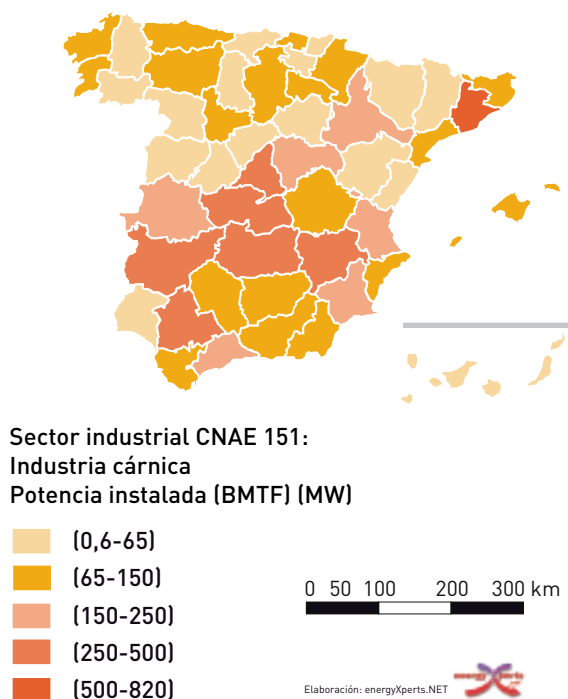
(Continuación)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Soria	661	4.063	4.724	64,2	10.211	79,4	14.337	62,0
Valladolid	3.223	19.798	23.021	45,5	68.747	77,7	92.795	58,3
Zamora	1.111	6.823	7.933	64,2	17.149	79,4	24.077	62,0
Barcelona	29.556	181.556	211.111	56,4	514.861	78,7	711.233	60,4
Girona	3.654	22.446	26.099	62,7	57.653	79,3	80.703	61,7
Lleida	2.139	13.142	15.281	63,6	33.326	79,4	46.725	61,8
Tarragona	5.956	36.585	42.540	96,9	68.245	89,0	96.887	70,2
Alicante/ Alacant	9.490	58.295	67.785	105,5	101.220	90,1	146.465	72,4
Castellón/ Castelló	3.813	23.422	27.235	97,2	43.604	89,0	61.910	70,2
Valencia/ València	14.725	90.454	105.179	96,8	168.847	88,9	239.706	70,1
Badajoz	17.288	106.199	123.488	107,4	181.639	90,3	263.957	72,9
Cáceres	10.146	62.327	72.474	105,6	108.093	90,1	156.463	72,5
A Coruña	0	0	0	0,0	65.136	68,1	82.254	47,8
Lugo	503	3.089	3.592	27,2	17.092	74,0	22.486	54,1
Ourense	603	3.702	4.305	35,5	16.076	75,8	21.390	56,0
Pontevedra	692	4.251	4.943	10,9	55.917	70,5	71.853	50,3
La Rioja	4.932	30.296	35.228	61,2	79.642	79,2	111.134	61,4
Madrid	21.256	130.574	151.830	97,3	242.891	89,1	344.874	70,3
Murcia	13.451	82.627	96.078	105,0	144.059	90,0	208.212	72,3
Navarra	3.578	21.981	25.559	46,2	73.656	76,3	100.815	58,0

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Álava	59	362	421	3,5	14.624	68,8	18.577	48,6
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	30.456	68,1	38.460	47,8
Vizcaya	0	0	0	0,0	47.549	68,1	60.045	47,8
Ceuta	46	283	329	111,2	469	90,8	688	74,0
Melilla	44	268	312	111,2	445	90,8	652	74,0
Total nacional	327.720	2.013.135	2.340.854	79,1	4.367.179	84,4	6.150.311	66,0

Figura 2.1.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.1.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitada por la demanda a baja temperatura en zonas I a III y en régimen intermedio para zona IV y V (ocupación media de la superficie disponible del 30%) y en régimen intermedio para la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 85% (calor a baja y media temperatura) y del 66% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 100 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Secaderos y estufaje.
- Agua caliente limpieza.
- Escaldado y depilado.
- Esterilización cuchillos y utensilios de trabajo.
- Cocción (inmersión en agua).
- Cocción y ahumado (hornos aire seco).

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de vapor de autoclaves y otros usos de vapor.

2.1.6 Referencias bibliográficas

MMA [2005]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cárnico. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

http://www.mapa.es/alimentacion/pags/industria/medio_ambiente/guias_mtd/sector_carnico.pdf

2.2 CNAE 152. ELABORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE PESCADOS Y PRODUCTOS A BASE DE PESCADO

2.2.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.2.1

Tabla 2.2.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	757	
Producción total	up	1.250.663	1.652
Unidad de medición producción total (up)	Tonelada de producto acabado		
Facturación	M€	7.178	9,48
Número empleados	-	22.798	30,1
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	1.141.317	1.508
Consumo total electricidad		653.412	863
Consumo energía final (gen. calor)		1.180.521	1.559
Consumo electricidad gen. frío		113.920	150
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	2.859.218	3.777
Otras superficies adyacentes		951.918	1.257
Total		3.811.136	5.035
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	340	
Por € de facturación	kWh/€	0,18	
Por trabajador	kWh/trabajador	56,779	
Por unidad de producto	kWh/up	1,035	

2.2.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.2.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp.	Temp. entra.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual / recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	η_conv/dist	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		9,8	92,50	152,83	0,83	127,31			Manten.		Análisis sector cárnica	
Esterilización cuchillos y utensilios de trabajo	82	15	7,7	72,68	120,08	0,83	100,03	35	40	Circulac.	Guía MTD sector cárnica	Análisis sector cárnica	
Limpieza con agua caliente	60	15	20,0	188,78	311,89	0,83	259,81	30	-	Circulac.		Porcentajes calculados en base al texto de la Guía MTD (informaciones cualitativas) y a los datos de producción total y de los distintos subsectores, elaborados en base a las informaciones documentadas en la Guía MTD del sector de productos del mar	
Atemperación	25	15	5,0	47,20	77,97	0,83	64,95	-	-	Circulac.			

(Continuación)

Proceso	Temp.	Temp. entra.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual / recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Cocción	90	15	30,0	283,17	467,84	0,83	389,71	40	40	Manten./circulac.	Valor promedio de las temperaturas documentadas en la Guía MTD del sector de productos del mar	Porcentajes calculados en base al texto de la Guía MTD (informaciones cualitativas) y a los datos de producción total y de los distintos subsectores, elaborados en base a las informaciones documentadas en la Guía MTD del sector de productos del mar	
Ahumado	60	15	7,5	70,79	116,96	0,98	114,62	35	-	Circulac.	Temperatura del proceso de ahumado en caliente según la Guía MTD del sector de productos del mar		
Esterilización conservas	115	15	5,0	47,20	77,97	0,83	64,95	115	-	Manten./circulac.			
Fritura	190	15	15,0	141,59	233,92	0,98	229,24	-	-	Manten./circulac.	BREF Food, Drink and Milk Industries		
Total consumo de calor				943,92	1.559,47	0,87	1.350,62						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos precisos
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.2.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío				Calor equivalente				Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	36,9	33,62	166,62	85	0,70	238,03	Resultados Tarea 1	
Refrigeración	-10 a +5	31,5	28,73	142,42	95	0,60	237,37	Porcentajes calculados en base a informaciones cualitativas de la Guía MTD del sector de productos del mar	
Congelación	< -10	31,5	28,73	142,42	999	0,50	284,84		
Total consumo de frío			91,09	451,47			760,25		

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como muestra en la Figura 2.2.1. La Figura 2.2.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.2.3.

Figura 2.2.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

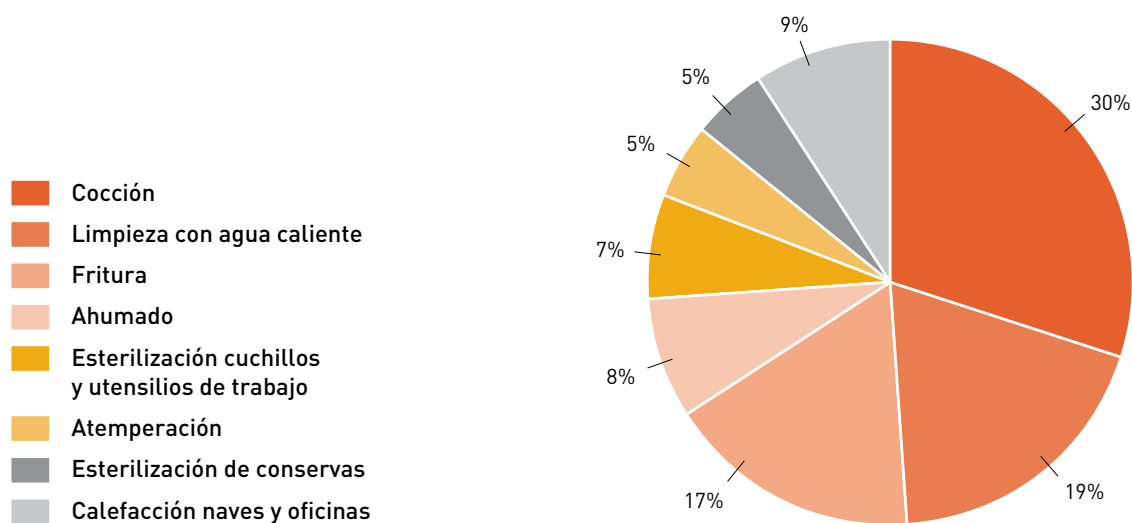


Figura 2.2.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

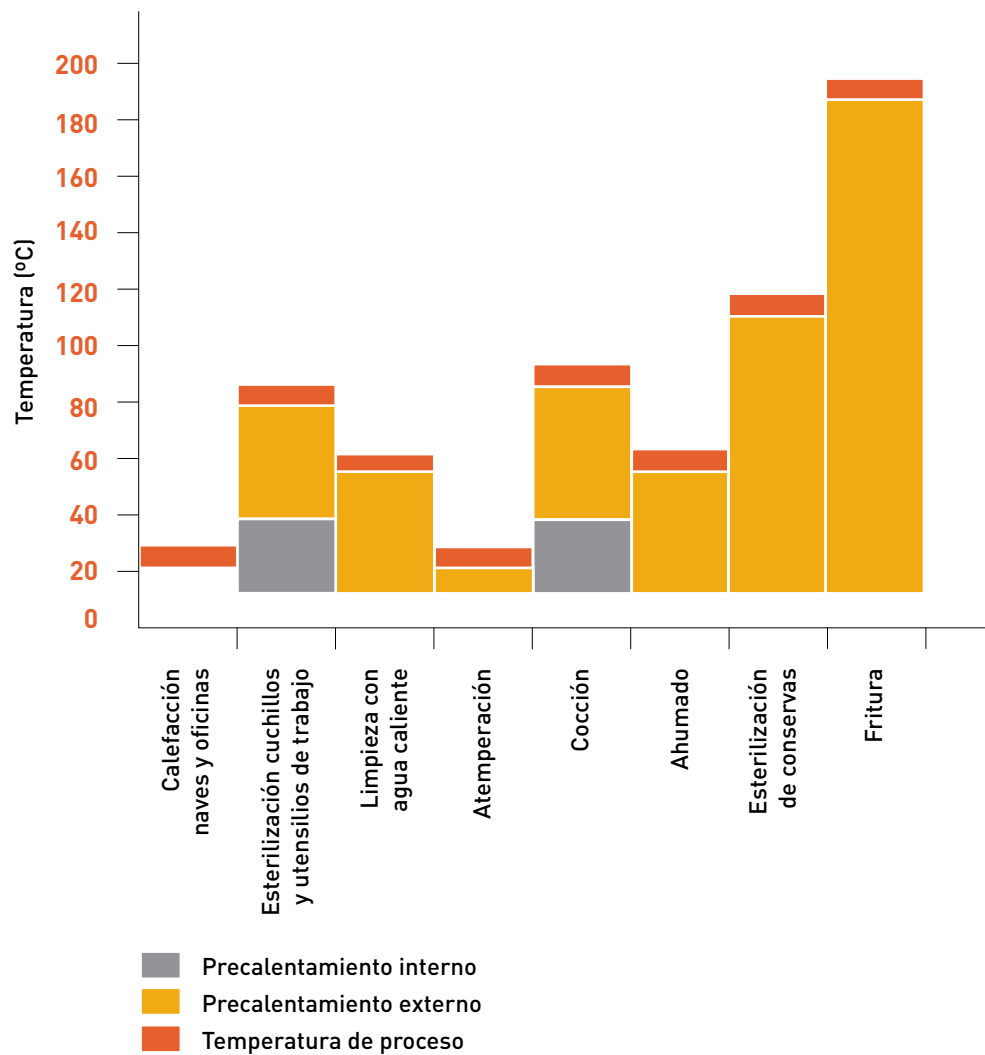
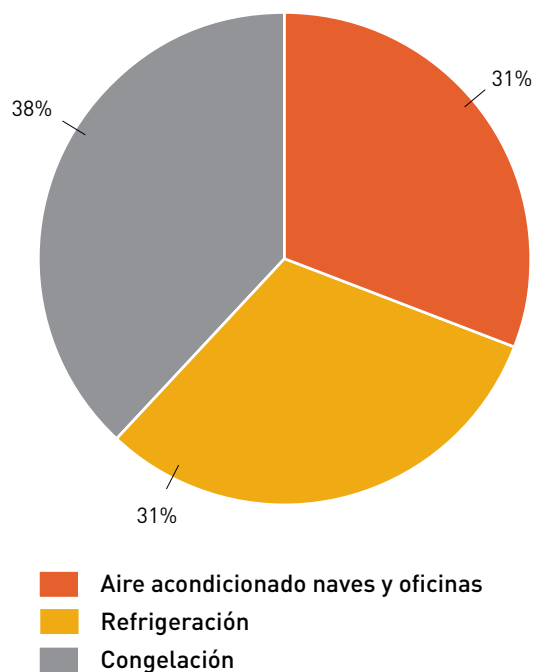


Figura 2.2.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.2.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.2.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.2.5.

Tabla 2.2.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	1.375		760	2.135	
Con recuperación de calor	MWh	1.137			1.899	
Reducción recuperación de calor	%	17			11	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	366	32,2%		363	19,1%
60 a 120 °C	MWh	502	44,2%		980	51,6%
120 a 250 °C	MWh	269	23,6%		267	14,1%
Total baja y media temperatura	MWh	1.137	100,0%		1.611	84,8%

Figura 2.2.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

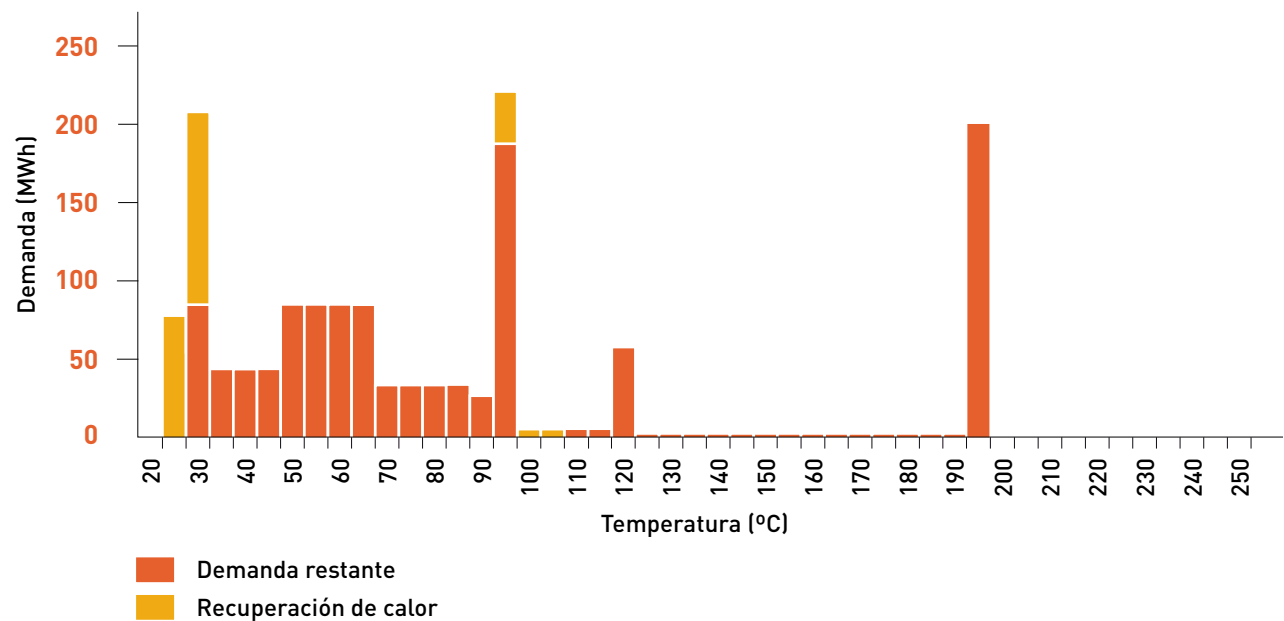
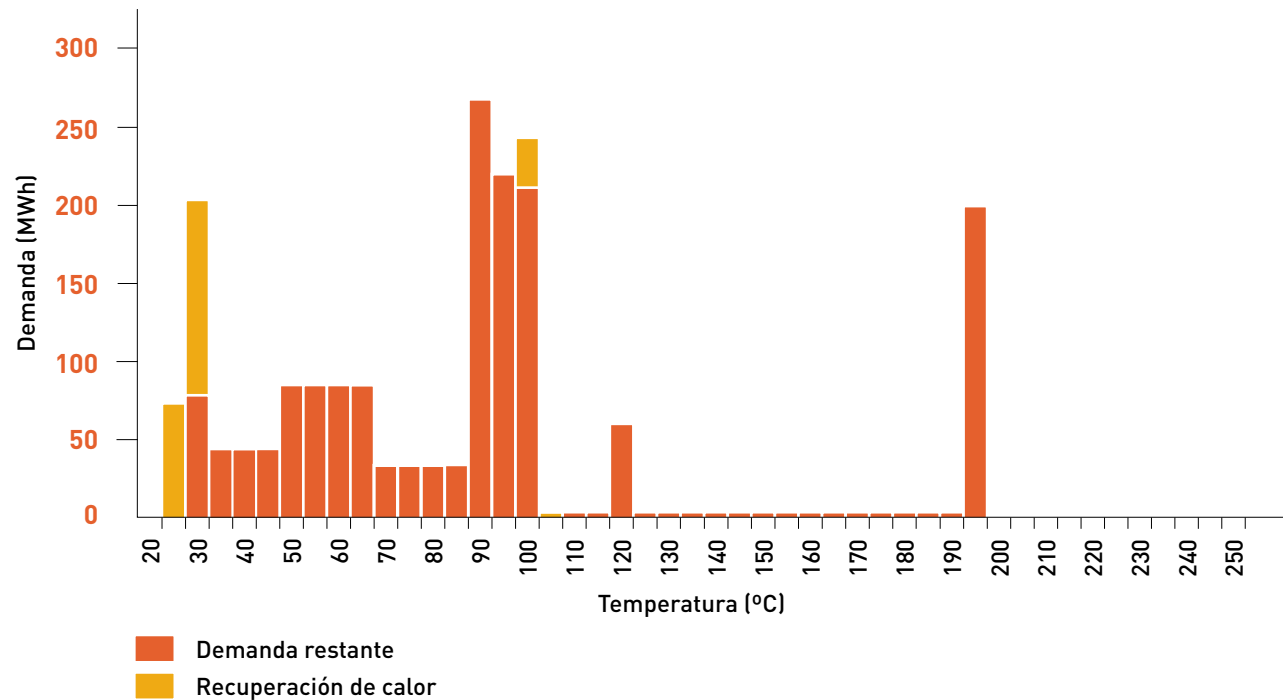


Figura 2.2.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.2.4 Potencial solar térmica

2.2.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.2.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	150,50	245,00	420,00	535,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	143,07	232,62	399,15	508,54
	kWh/kW	0,00	950,62	949,47	950,35	949,65
Temp. media (captador)	°C		56	64	74	86
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	150,50	245,00	420,00	535,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	143,07	232,62	399,15	508,54
	kWh/kW	-	950,62	949,47	950,35	949,65
Temp. media (captador)	°C		56	64	74	86
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%	0,00	39,1	63,6	109,2	139,1

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,00	10,5	16,9	28,0	35,5
	Media posible	%	0,00	10,5	16,9	28,0	35,5

Figura 2.2.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

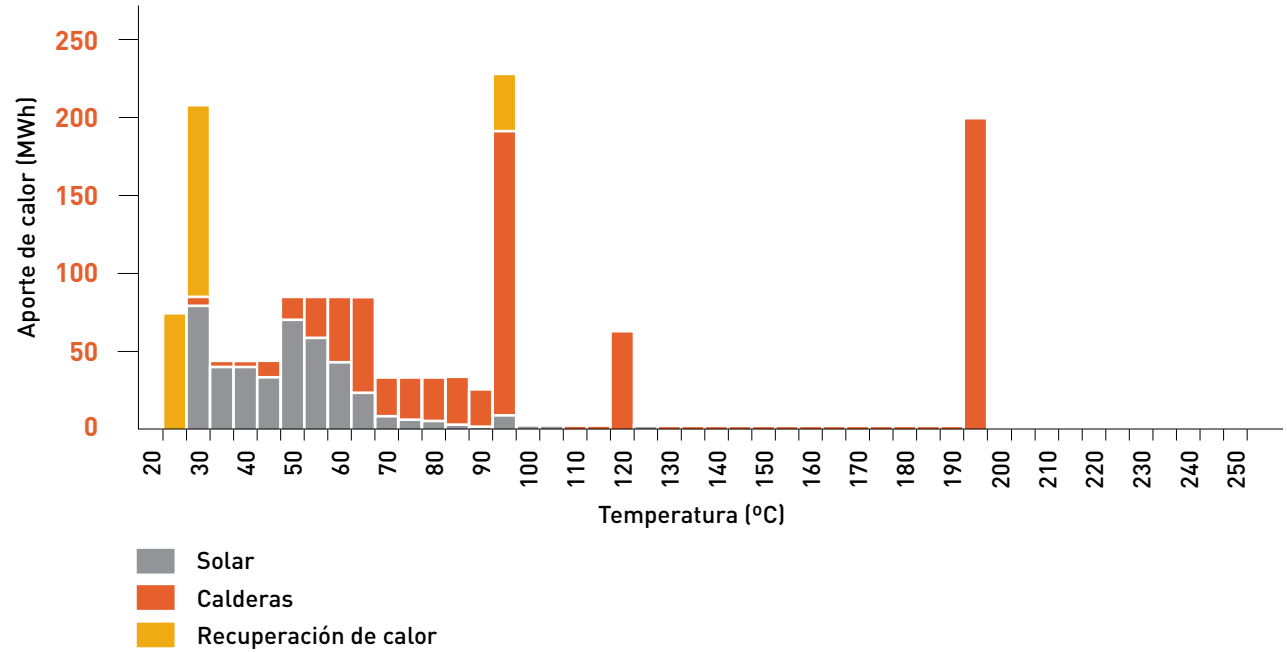


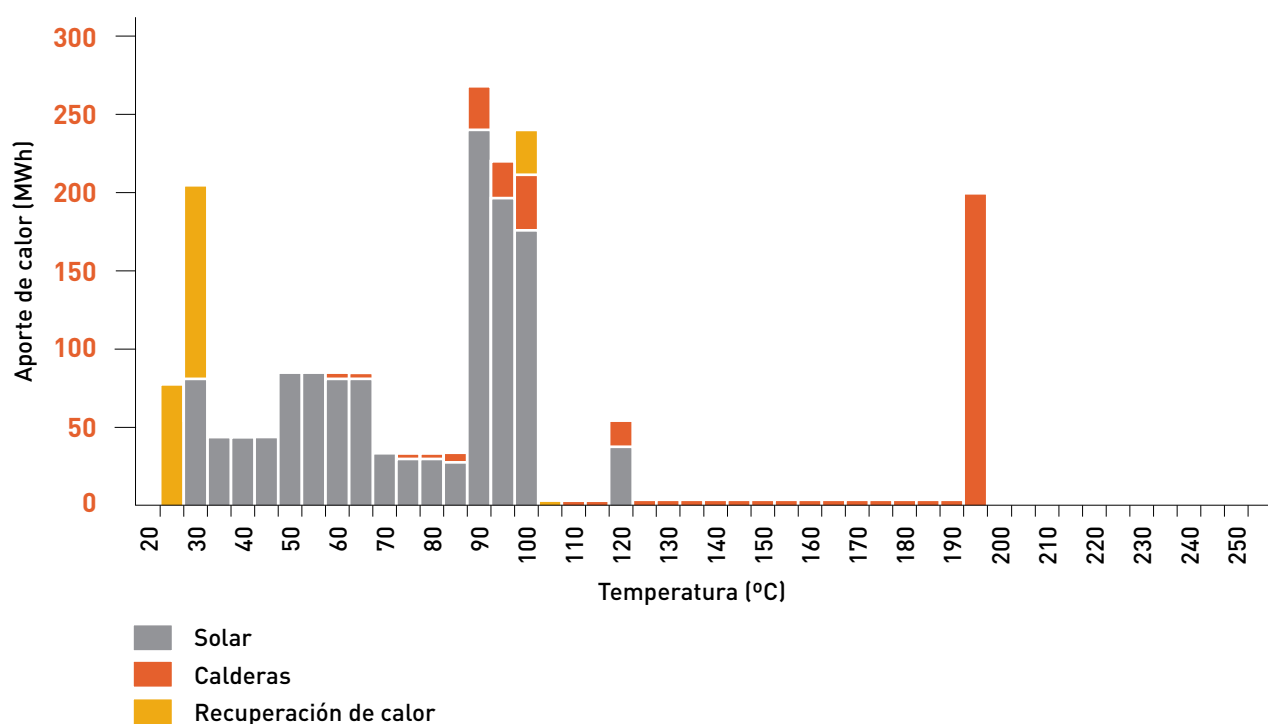
Tabla 2.2.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		770,00	950,25	995,75	1.146,25	1.169,00
Generación de calor útil	MWh		577,62	712,87	747,10	859,18	877,24
	kWh/kW		750,15	750,19	750,29	749,56	750,42
Temp. media (captador)	°C		99	116	129	141	154
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	1.181,81
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	0,00
	kWh/kW		-	-	-	-	0,00
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		770,00	950,25	995,75	1.146,25	1.169,00
Generación de calor útil	MWh		577,62	712,87	747,10	859,18	877,24
	kWh/kW		750,15	750,19	750,29	749,56	750,42
Temp. media (captador)	°C		99	116	129	141	154
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		50,8	62,7	65,7	75,6	77,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	32,6	40,2	42,1	48,5	49,5
	Media posible	%	32,6	40,2	42,1	48,5	49,5

Tabla 2.2.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	964,25	1.328,25	1.436,75	1.701,00	1.737,75
Generación de calor útil	MWh	723,13	996,16	1.077,66	1.275,73	1.303,38
	kWh/kW	749,94	749,98	750,07	749,99	750,04
Temp. media (captador)	°C	100	117	130	142	154
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	1.181,81	1.181,81	1.181,81	1.181,81
Generación de calor útil	MWh	-	936,49	996,23	1.128,71	1.173,43
	kWh/kW	-	792,42	842,97	955,07	992,91
Temp. media (captador)	°C	-	113	121	124	135
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	964,25	1.266,75	1.329,68	1.482,94	1.504,26
Generación de calor útil	MWh	723,13	971,10	1.043,46	1.213,99	1.248,80
	kWh/kW	749,94	766,61	784,75	818,63	830,18
Temp. media (captador)	°C	100	115	126	134	146
Factor limitante		Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%	44,9	60,3	64,8	75,4	77,5
Ocupación de superficie	Deseada	%	40,8	56,2	60,8	72,0
	Media posible	%	40,8	53,6	56,3	62,7

Figura 2.2.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, sólo demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.2.8. Fracción solar media del sector

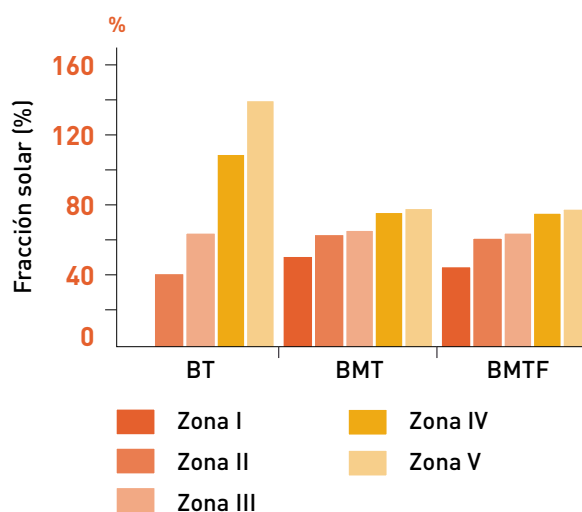
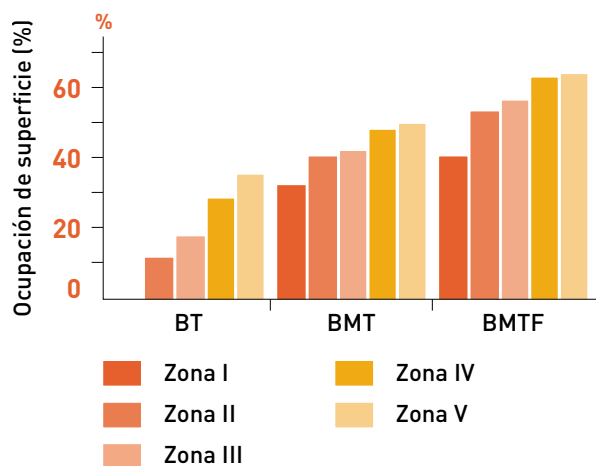
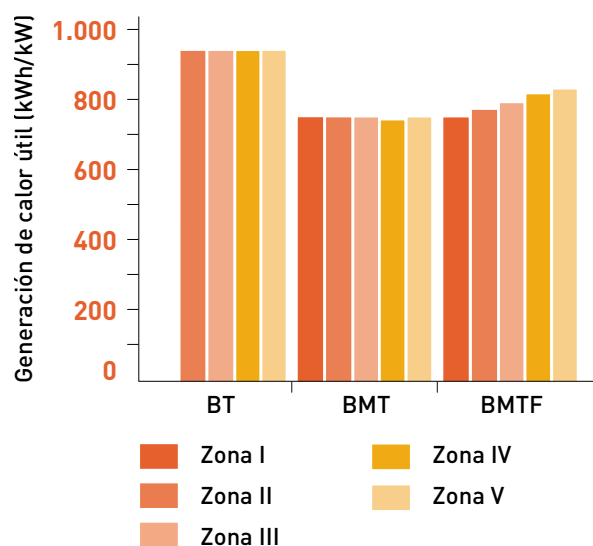


Figura 2.2.9. Grado medio de ocupación de superficie**Figura 2.2.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada**

2.2.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.2.8. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	3,71	2,41	6,12	14,35	18,36	29,1	58,2	72,4
Cádiz	4,97	3,19	8,16	21,87	28,07	25,2	56,7	70,9
Córdoba	3,47	2,24	5,71	14,60	18,72	26,5	57,2	71,4
Granada	3,48	2,22	5,71	16,03	20,60	24,0	56,2	70,4
Huelva	2,38	1,55	3,92	9,21	11,79	29,0	58,2	72,4
Jaén	2,43	1,57	4,00	10,31	13,22	26,3	57,1	71,3
Málaga	7,04	4,48	11,52	33,90	43,60	22,8	55,7	70,0
Sevilla	10,56	6,88	17,44	40,82	52,22	29,1	58,2	72,4
Huesca	0,57	0,35	0,92	3,55	4,66	16,0	49,3	63,4

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Teruel	0,29	0,18	0,47	1,93	2,56	14,7	48,0	62,1
Zaragoza	2,72	1,69	4,41	17,45	23,00	15,5	48,7	62,9
Asturias	0,00	0,00	0,00	22,97	28,77	0,0	32,6	40,8
Islas Baleares	0,84	0,53	1,37	4,05	5,21	22,8	55,7	69,9
Las Palmas	3,05	1,99	5,03	11,78	15,08	29,1	58,2	72,4
Santa Cruz de Tenerife	2,65	1,73	4,38	10,25	13,12	29,1	58,2	72,4
Cantabria	0,00	0,00	0,00	84,83	106,23	0,0	32,6	40,8
Albacete	1,80	1,17	2,96	6,97	8,91	29,0	58,2	72,4
Ciudad Real	1,69	1,07	2,76	8,17	10,51	22,7	55,6	69,9
Cuenca	0,60	0,38	0,98	3,02	3,91	21,2	53,6	67,8
Guadalajara	0,86	0,55	1,40	4,18	5,38	22,5	55,5	69,7
Toledo	2,33	1,48	3,81	11,37	14,64	22,4	55,3	69,6
Ávila	0,30	0,19	0,49	1,55	2,01	20,9	53,9	68,1
Burgos	0,38	0,23	0,61	4,17	5,53	8,3	42,9	56,2
León	0,54	0,33	0,87	4,59	6,10	11,0	45,0	58,8
Palencia	0,14	0,09	0,23	1,58	2,10	8,4	43,1	56,5
Salamanca	0,47	0,29	0,76	3,27	4,34	13,9	47,2	61,3
Segovia	0,22	0,14	0,36	1,56	2,07	13,7	47,0	61,2
Soria	0,13	0,08	0,21	0,91	1,21	13,5	46,8	60,9
Valladolid	0,58	0,36	0,93	5,96	7,92	9,0	43,5	57,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zamora	0,21	0,13	0,34	1,53	2,03	13,5	46,8	60,9
Barcelona	10,51	6,50	17,00	85,87	114,06	11,6	45,5	59,3
Girona	1,32	0,82	2,14	9,70	12,89	13,1	46,5	60,6
Lleida	0,78	0,48	1,26	5,61	7,46	13,4	46,7	60,8
Tarragona	2,45	1,55	4,00	11,86	15,26	22,7	55,6	69,8
Alicante/ Alacant	8,62	5,56	14,18	36,26	46,50	26,5	57,2	71,4
Castellón/ Castelló	3,23	2,05	5,28	15,61	20,09	22,7	55,6	69,9
Valencia/ València	12,46	7,91	20,38	60,44	77,78	22,6	55,5	69,8
Badajoz	2,73	1,77	4,49	11,15	14,29	27,4	57,5	71,7
Cáceres	1,58	1,02	2,60	6,64	8,51	26,6	57,2	71,4
A Coruña	0,00	0,00	0,00	89,42	111,98	0,0	32,6	40,8
Lugo	1,55	0,96	2,50	24,99	32,60	5,3	39,2	50,7
Ourense	1,86	1,15	3,01	23,89	31,47	6,9	41,2	53,7
Pontevedra	2,13	1,32	3,45	78,86	100,55	2,1	35,2	44,8
La Rioja	0,62	0,38	1,00	4,63	6,15	12,8	46,3	60,3
Madrid	17,89	11,36	29,25	86,38	111,10	22,8	55,7	69,9
Murcia	10,62	6,85	17,46	45,04	57,76	26,3	57,1	71,3
Navarra	0,82	0,51	1,33	7,61	9,98	9,7	42,8	55,3
Álava	0,12	0,07	0,19	12,97	16,33	0,7	33,4	42,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	26,77	33,53	0,0	32,6	40,8
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	41,80	52,34	0,0	32,6	40,8
Ceuta	0,18	0,12	0,30	0,71	0,90	29,1	58,2	72,4
Melilla	0,17	0,11	0,29	0,67	0,86	29,1	58,2	72,4
Total nacional	138,01	87,99	226,00	1.063,60	1.364,20	11,9	44,3	56,0

Tabla 2.2.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	3.521	2.550	6.071	138,9	10.487	77,2	14.929	77,5
Cádiz	4.722	3.420	8.142	120,7	15.976	76,2	22.640	76,2
Córdoba	3.297	2.387	5.684	126,8	10.667	76,5	15.139	76,7
Granada	3.309	2.396	5.705	114,9	11.710	75,9	16.571	75,8
Huelva	2.256	1.634	3.890	138,5	6.734	77,1	9.585	77,5
Jaén	2.309	1.672	3.981	125,6	7.534	76,4	10.689	76,6
Málaga	6.693	4.847	11.540	109,5	24.764	75,6	34.994	75,4
Sevilla	10.030	7.263	17.294	139,1	29.832	77,2	42.468	77,5

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Huesca	539	390	929	76,0	2.602	68,5	3.644	67,7
Teruel	275	199	474	69,6	1.420	67,1	1.986	66,2
Zaragoza	2.583	1.871	4.454	73,4	12.800	67,8	17.928	67,1
Asturias	0	0	0	0,0	17.234	50,8	21.575	44,9
Islas Baleares	797	577	1.374	109,2	2.958	75,6	4.179	75,4
Las Palmas	2.896	2.097	4.993	139,1	8.612	77,2	12.260	77,5
Santa Cruz de Tenerife	2.520	1.825	4.344	139,1	7.494	77,2	10.669	77,5
Cantabria	0	0	0	0,0	63.632	50,8	79.662	44,9
Albacete	1.705	1.234	2.939	138,5	5.090	77,1	7.245	77,5
Ciudad Real	1.606	1.163	2.769	109,0	5.965	75,5	8.428	75,3
Cuenca	571	414	985	101,4	2.208	73,1	3.114	72,8
Guadalajara	816	591	1.407	108,0	3.052	75,3	4.311	75,1
Toledo	2.213	1.602	3.815	107,4	8.305	75,2	11.730	75,0
Ávila	287	208	495	99,9	1.133	73,6	1.598	73,2
Burgos	357	258	615	38,7	3.086	62,5	4.200	60,0
León	509	369	878	51,8	3.386	64,3	4.675	62,6
Palencia	136	99	235	39,1	1.170	62,7	1.593	60,3
Salamanca	444	322	766	65,5	2.405	66,1	3.361	65,2
Segovia	210	152	362	64,8	1.146	66,0	1.601	65,1
Soria	121	87	208	63,6	668	65,7	932	64,8

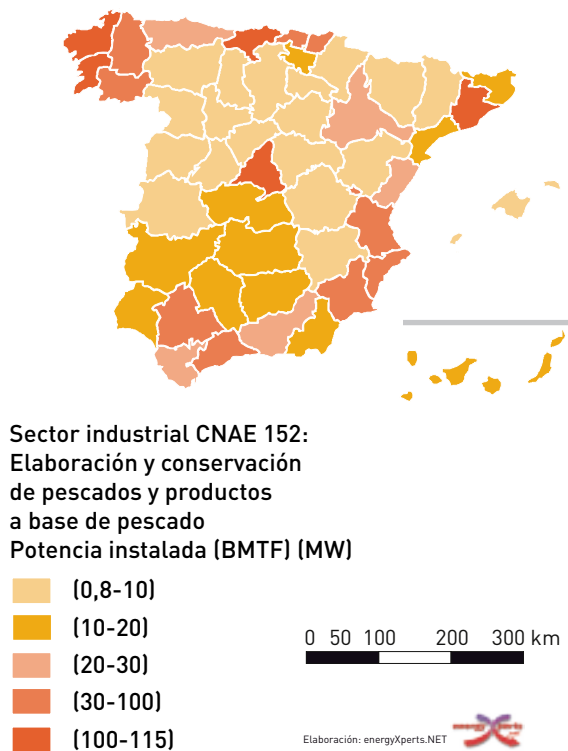
[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Valladolid	547	396	943	41,9	4.407	63,1	6 022	60,8
Zamora	202	147	349	63,6	1.121	65,7	1.566	64,8
Barcelona	9.978	7.226	17.204	54,6	63.270	64,6	87.579	63,2
Girona	1.257	910	2.167	61,9	7.131	65,5	9.943	64,5
Lleida	738	534	1.273	63,0	4.126	65,7	5.758	64,7
Tarragona	2.327	1.685	4.012	108,6	8.666	75,5	12.244	75,2
Alicante/ Alacant	8.184	5.926	14.110	126,7	26.499	76,5	37.607	76,6
Castellón/ Castelló	3.070	2.223	5.293	109,0	11.406	75,5	16.116	75,3
Valencia/ València	11.845	8.578	20.423	108,5	44.156	75,4	62.381	75,2
Badajoz	2.590	1.876	4.466	130,7	8.150	76,7	11.578	76,9
Cáceres	1.501	1.087	2.588	127,0	4.849	76,5	6.882	76,7
A Coruña	0	0	0	0,0	67.077	50,8	83.975	44,9
Lugo	1.469	1.064	2.532	24,7	18.583	58,3	24.656	54,6
Ourense	1.766	1.278	3.044	32,3	17.726	60,6	23.856	57,5
Pontevedra	2.021	1.463	3.484	9,9	58.933	53,8	75.695	48,8
La Rioja	585	424	1.009	60,1	3.407	65,3	4.742	64,1
Madrid	16.999	12.310	29.309	109,2	63.097	75,6	89.153	75,4
Murcia	10.084	7.303	17.387	125,6	32.911	76,4	46.695	76,6
Navarra	780	565	1.346	45,8	5.620	61,5	7.662	59,2
Álava	112	81	193	3,2	9.716	51,7	12.266	46,1

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	20.084	50,8	25.144	44,9
Vizcaya	0	0	0	0,0	31.355	50,8	39.255	44,9
Ceuta	174	126	300	139,1	517	77,2	736	77,5
Melilla	165	119	284	139,1	490	77,2	697	77,5
Total nacional	131.117	94.946	226.063	56,7	785.368	63,3	1.063.913	60,5

Figura 2.2.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.2.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector CNAE152, elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado, está limitada por la demanda a baja y media temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 12% a baja temperatura y del 44% a media temperatura) y en régimen intermedio si se incluye la demanda de frío, permitiendo una fracción solar del 63% (calor a baja y media temperatura) y del 61% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 130 °C, excluyendo los procesos de fritura:

- Calefacción naves y oficinas.
- Esterilización cuchillos y utensilios de trabajo.
- Limpieza con agua caliente.
- Atemperación.
- Cocción.
- Ahumado.
- Esterilización conservas.

2.2.6 Referencias bibliográficas

MITYC [2003]:

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. 2. Subsector Alimentación, Bebidas y Tabaco. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa, documentos sectoriales.

<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Estrategia/Documentos/Paginas/DocumentoSectoriales.aspx>

MMA [2005]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España de productos del mar. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

http://www.mapa.es/alimentacion/pags/industria/medio_ambiente/guias_mtd/sector_productos_mar.pdf

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, vIntegrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

2.3 CNAE 153. PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

2.3.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.3.1

Tabla 2.3.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	1.202	
Producción total	up	2.916.295	2.426
Unidad de medición producción total (up)	Tonelada de producto acabado		
Facturación	M€	7.178	5,97
Número de empleados	-	34.414	28,6
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.745.200	3.116
Consumo total electricidad		1.387.941	1.155
Consumo energía final (gen. calor)		3.828.476	3.185
Consumo electricidad gen. frío		227.122	189

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	1.284.449	1.069
Otras superficies adyacentes		451.461	376
Total		1.735.910	1.444
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	2.336	
Por € de facturación	kWh/€	0,56	
Por trabajador	kWh/trabajador	117.847	
Por unidad de producto	kWh/up	1.391	

2.3.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.3.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp.	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Calefacción naves y oficinas	25		1,7	22,05	53,51	0,83	44,57			Mantenimiento
Pasteurización	88	15	8,7	114,81	278,55	0,83	232,03	60	40	Mantenimiento/circulación. Se ha tenido en cuenta el enfriamiento posterior modelizando la recuperación de calor interna y considerando también un potencial de recuperación externo. Las respectivas temperaturas están vinculadas de forma consistente
Esterilización conservas	115	15	5,3	70,18	170,28	0,83	141,84	115	50	Mantenimiento/circulación (batch). Se ha tenido en cuenta el enfriamiento posterior aumentando la temperatura Tin del fluido de trabajo (recuperación de calor interna pero sin vincular la temperatura de salida del vapor con la de ingreso al autoclave)

(Continuación)

Proceso	Temp.	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Lavado/limpieza con agua caliente	60	15	24,0	315,06	764,41	0,83	636,75	30	-	Circulación
Concentración	75	15	8,4	110,08	267,07	0,83	222,47	50	-	Mantenimiento/circulación (batch). Se ha considerado concentración por espiración, con posibilidad de recuperación del vapor de agua que se extrae desde el zumo. La evaporación de múltiple efecto no aplica a este sector (según BREF, Food, Drink and Milk Industries)
Pelado a la llama	>1.000	15	6,0	78,83	191,25	0,98	187,42	500	-	Circulación
Pelado químico	100	15	2,2	29,15	70,73	0,83	58,92	-	-	Mantenimiento/circulación
Pelado térmico y termofísico	165	15	11,1	145,76	353,65	0,83	294,59	90	-	Circulación
Escaldado en agua caliente	88	15	10,2	133,92	324,91	0,83	270,65	-	40	Circulación: calor para calentar el agua de renovación del baño que se va con los productos/mantenimiento: para mantener la temperatura del baño o túneles/start-up: se supone que el baño no se vacía y que se vuelve a calentar el día siguiente. Recuperación de calor interna: el agua utilizada para enfriar el producto después del escaldado se puede utilizar para pre-calentar el agua de reintegro del baño. No se ha considerado la posibilidad de recuperación externa, caso que se podría hacer, porque los volúmenes de agua de reintegro y de enfriamiento no son los mismos, y parte del contenido térmico se podría utilizar en otros procesos
Escaldado por vapor de agua	115	15	10,2	133,92	324,91	0,83	270,65	80	50	Mantenimiento/circulación. Se ha tenido en cuenta el enfriamiento posterior modelizando el recupero de calor interno y considerando también un potencial de recuperación externo. Las respectivas temperaturas están vinculadas de forma consistente
Fritura	180	15	12,1	159,02	385,82	0,98	378,11	-	-	Mantenimiento/circulación
Total consumo de calor			1.312,79	3.185,09	0,86	2.738,01				

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos precisos
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
up: unidad de producto

(Continuación)

Proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas		Porcentaje del sector cárnico, según guía MTD del sector de los transformados vegetales	
Pasteurización	Valor promedio de las temperaturas documentadas en la guía MTD del sector de los transformados vegetales	Porcentaje calculado en base a los gráficos de página 111* de la guía MTD del sector de los transformados vegetales y de los datos de producción total y de los distintos subsectores elaborados en base a las informaciones documentadas en la guía MTD. El porcentaje utilizado para el proceso de limpieza y lavado es consistente con la información de página 97 "... el mayor gasto energético se realiza en el proceso de elaboración propiamente dicho (...); una parte del mismo se produce en el ... lavado (15%)". Este porcentaje se refiere al consumo total y solamente para lavado. Según el BREF Food, Drink and Milk Industries el pelado térmico consume 5 veces más vapor que el pelado químico	
Esterilización conservas	Valor indicativo estimado en base al texto de la guía MTD del sector de los transformados vegetales		
Lavado/limpieza con agua caliente			
Concentración	Valor promedio de las temperaturas documentadas en BREF, Food, Drink and Milk Industries		
Pelado a la llama	Guía MTD del sector de los transformados vegetales		
Pelado químico	Valor promedio de las temperaturas documentadas en BREF, Food, Drink and Milk Industries		
Pelado térmico y termofísico	Temperatura promedio del vapor (según guía MTD del sector de los transformados vegetales), a 7 bar		
Escaldado en agua caliente	Valor promedio de las temperaturas documentadas en la guía MTD del sector de los transformados vegetales		
Escaldado por vapor de agua	Temperatura promedio del vapor a presión (según el texto de la guía MTD del sector de los transformados vegetales), a 2 bar		
Fritura	Guía MTD del sector de los transformados vegetales		

Tabla 2.3.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente		
Proceso	Temp.	FET		UPC	Temp.	COP	UPH_eq
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh
Aire acondicionado naves y oficinas	20	8,3	6,49	47,25	85	0,70	67,50
Frío a temperatura > 5 °C	5	80,6	62,78	456,98	85	0,70	652,82
Congelación	< -10	11,0	8,61	62,64	999	0,50	125,27
Total consumo de frío			77,88	566,86	845,59		

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

(Continuación)

Frío	Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Consumo %	kWh/up
Aire acondicionado naves y oficinas	Resultados Tarea 1	
Frío a temperatura > 5 °C	Porcentaje calculado en base a los gráficos de página 111* de la guía MTD del sector de los transformados vegetales y de los datos de producción total, y de los distintos subsectores, elaborados en base a las informaciones documentadas en la guía MTD. El "enfriamiento" no se ha considerado como demanda de frío sino como disponibilidad de agua caliente para recuperación dentro de los procesos. El almacenamiento de materia prima entre 0-15°C se ha considerado como demanda de calor a T>5°C	
Congelación		

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como muestra en la Figura 2.3.1. La Figura 2.3.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.3.3.

Figura 2.3.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

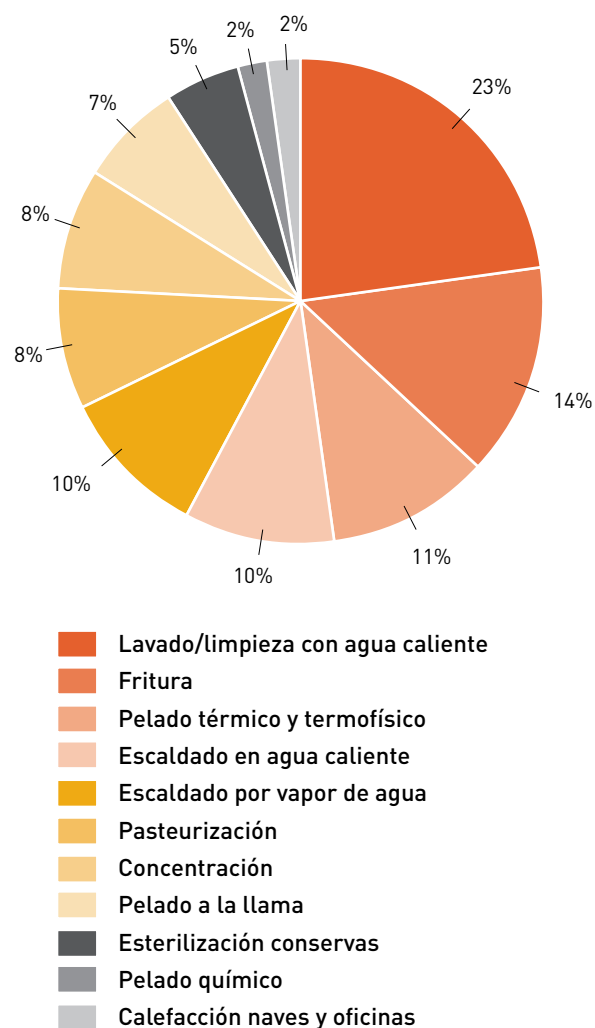


Figura 2.3.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

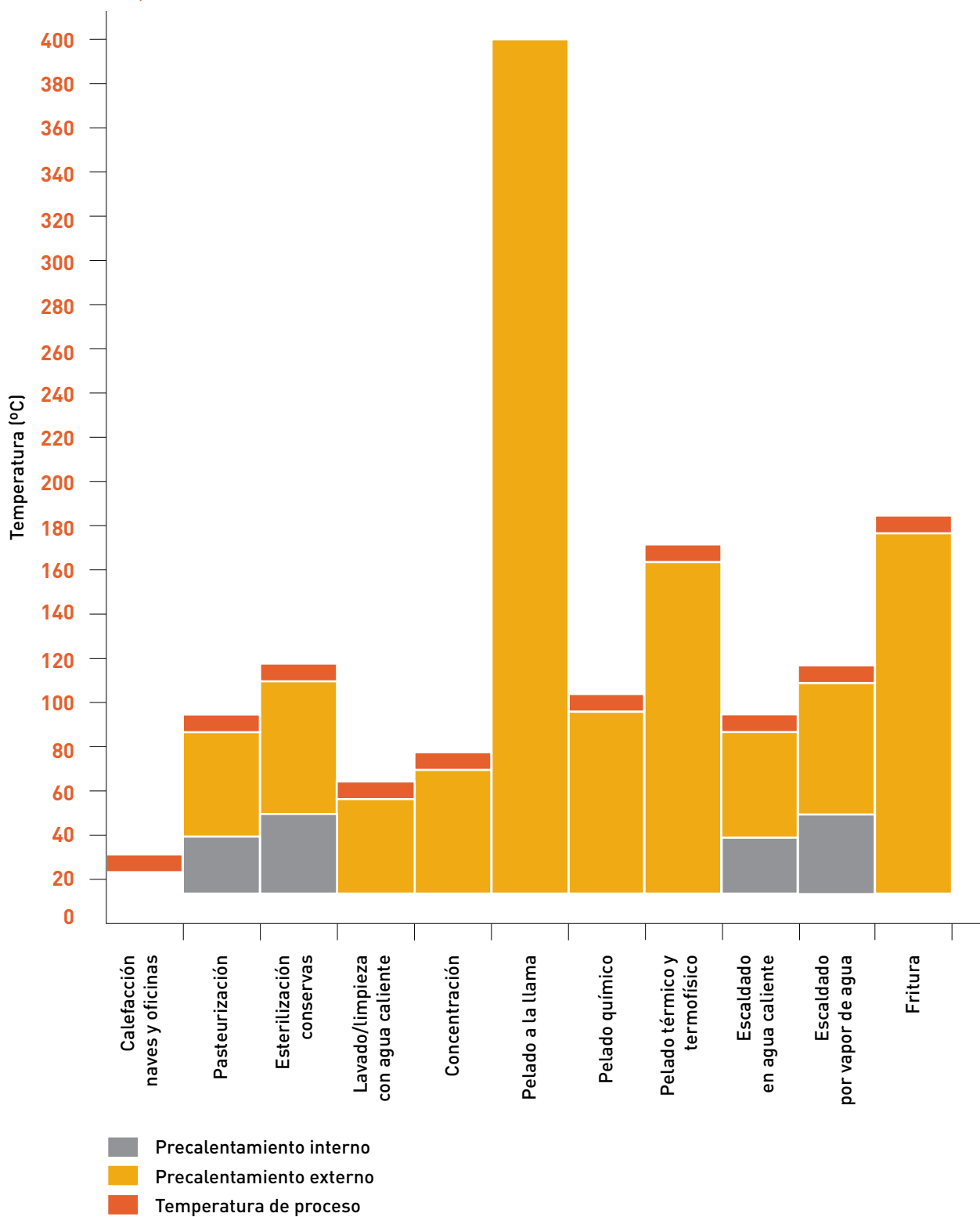
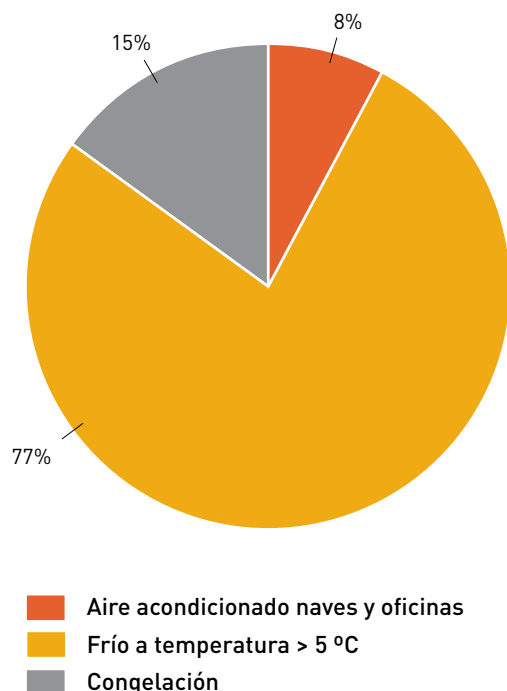


Figura 2.3.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.3.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.3.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.3.5.

Tabla 2.3.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	2.787		846	3.632	
Con recuperación de calor	MWh	2.175			3.023	
Reducción recuperación de calor	%	22			17	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	344	15,8		343	11,3
60 a 120 °C	MWh	874	40,2		1.601	52,9
120 a 250 °C	MWh	855	39,3		851	28,1
Total baja y media temperatura	MWh	2.073	95,3		2.794	92,4

Figura 2.3.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

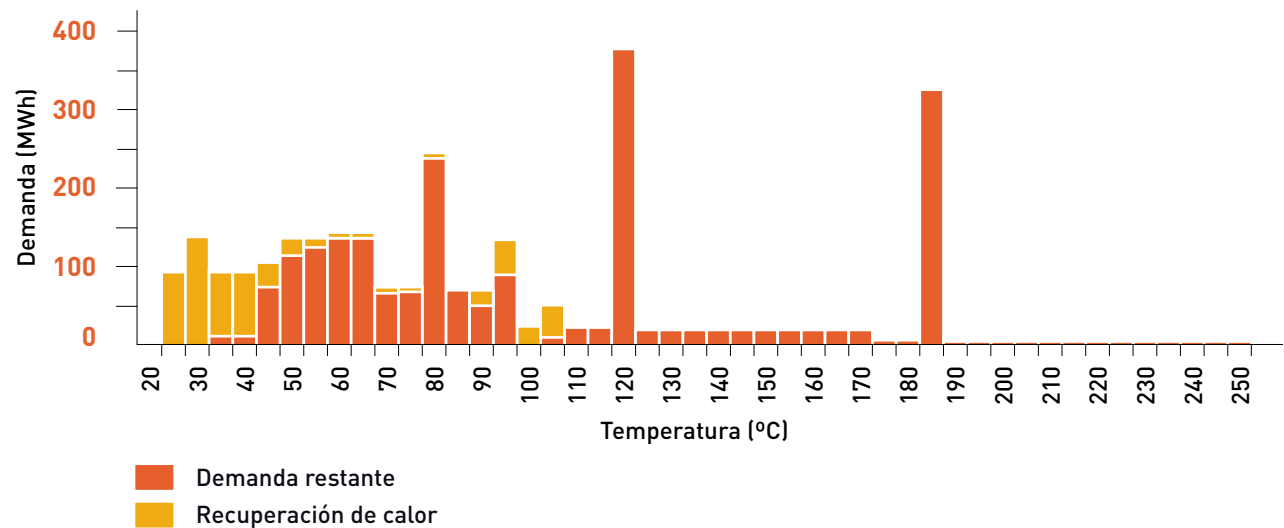
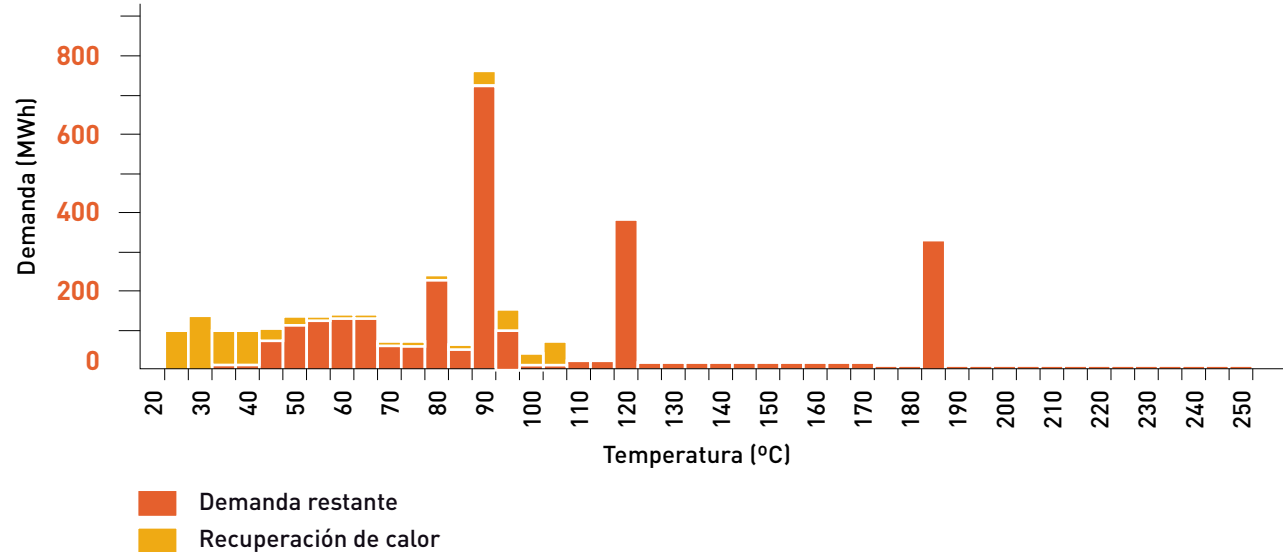


Figura 2.3.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.3.4 Potencial solar térmica

2.3.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.3.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	140,00	455,00	707,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	133,23	432,16	671,29
	kWh/kW	0,00	0,00	951,65	949,80	949,49
Temp. media (captador)	°C			64	75	87
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	201,97	206,14	208,14	215,41	216,42
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	232,60	267,46
	kWh/kW	0	0	0	1.080	1.236
Temp. media (captador)	°C				67	70
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	403,95	412,29	416,27	430,81	432,83
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	413,96	473,83
	kWh/kW	0	0	0	961	1.095
Temp. media (captador)	°C				74	78
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	140,00	343,73	380,32
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	133,23	340,34	414,80
	kWh/kW		0,00	951,65	990,14	1.090,65
Temp. media (captador)	°C			64	71	76
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%	0,0	0,0	38,7	98,9	120,5

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,00	0,00	33,6	105,6	163,3
	Media posible	%	0,00	0,00	33,6	79,8	87,9

Figura 2.3.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

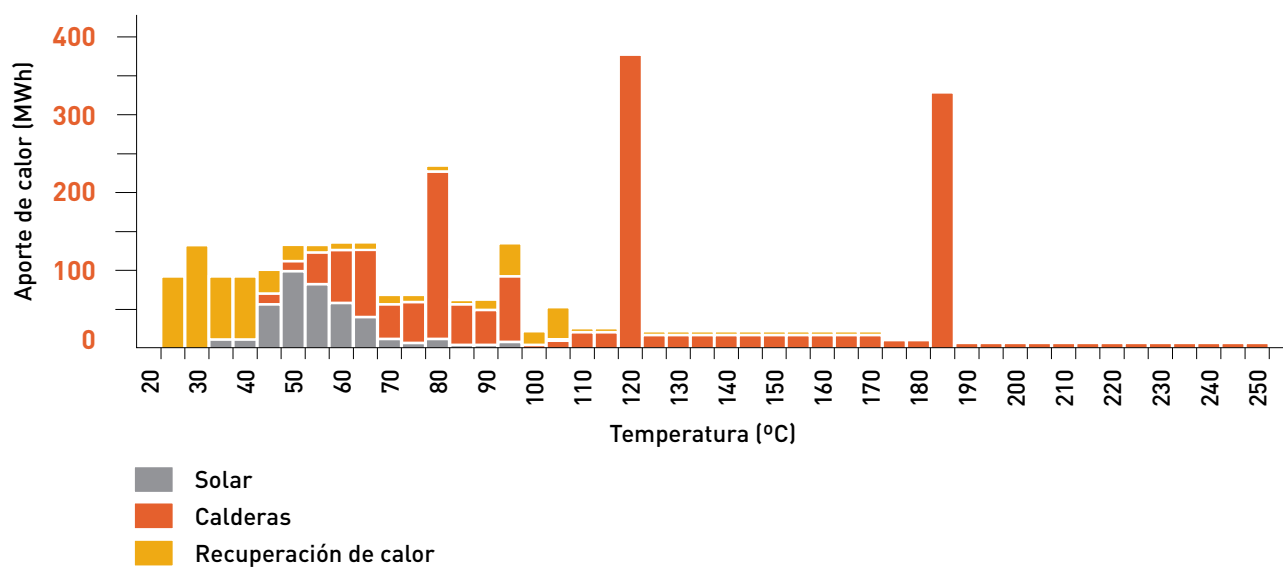


Tabla 2.3.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		1.093,75	1.475,25	1.636,25	1.697,50	1.697,50
Generación de calor útil	MWh		820,65	1.107,03	1.227,17	1.399,61	1.468,01
	kWh/kW		750,31	750,40	749,99	824,51	864,81
Temp. media (captador)	°C		100	117	131	137	147
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		339,01	339,01	339,01	339,01	339,01
Generación de calor útil	MWh		326,39	378,16	416,10	475,46	525,78
	kWh/kW		962,78	1.115,49	1.227,39	1.402,50	1.550,94
Temp. media (captador)	°C		75	77	80	81	85
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		678,02	678,02	678,02	678,02	678,02
Generación de calor útil	MWh		585,10	672,56	735,02	837,43	912,35
	kWh/kW		862,95	991,94	1.084,06	1.235,11	1.345,61
Temp. media (captador)	°C		87	91	96	97	104
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		593,84	647,25	669,79	678,36	678,36
Generación de calor útil	MWh		509,42	609,74	669,97	764,11	827,79
	kWh/kW		857,84	942,04	1.000,27	1.126,40	1.220,27
Temp. media (captador)	°C		84	89	94	96	102
Factor limitante			Intermedio	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		24,6	29,4	32,3	36,9	39,9
Ocupación de superficie	Deseada	%	161,3	217,6	241,3	250,4	250,4
	Media posible	%	87,6	95,5	98,8	100,1	100,1

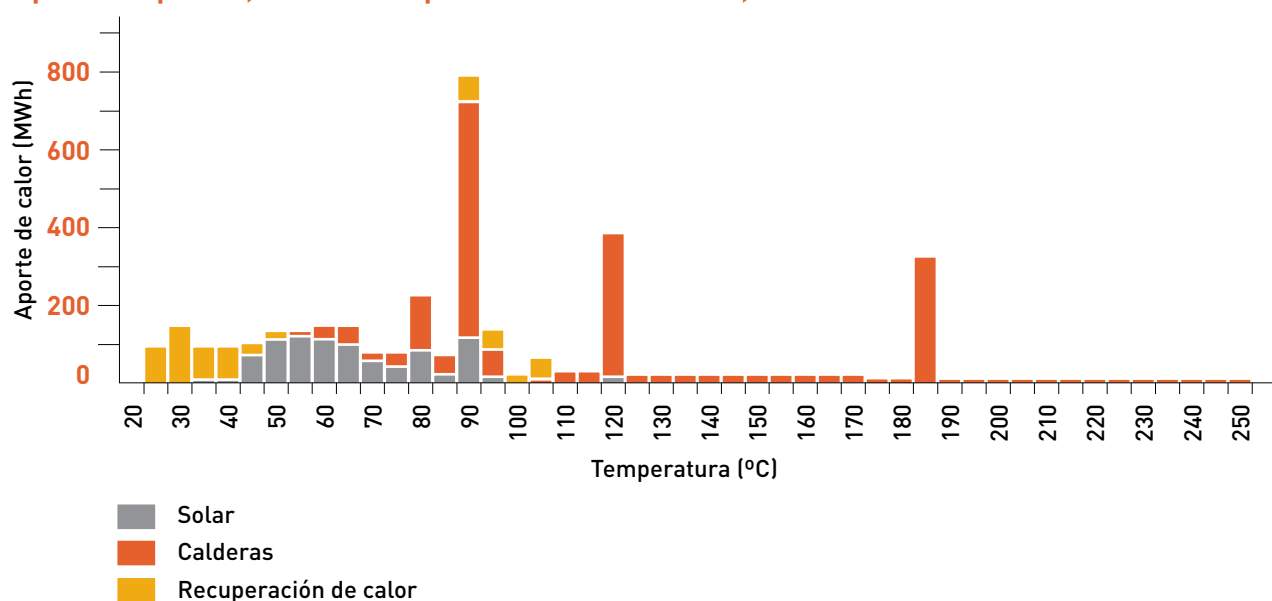
Tabla 2.3.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	1.466,50	1.697,50	1.697,50	1.697,50	1.697,50
Generación de calor útil	MWh	1.099,95	1.389,13	1.504,48	1.717,63	1.830,14
	kWh/kW	750,05	818,34	886,29	1.011,86	1.078,14
Temp. media (captador)	°C	101	111	118	120	130
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	339,01	339,01	339,01	339,01	339,01
Generación de calor útil	MWh	327,07	379,41	417,50	477,44	528,76
	kWh/kW	964,79	1.119,17	1.231,52	1.408,34	1.559,73
Temp. media (captador)	°C	74	77	80	80	84
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	678,02	678,02	678,02	678,02	678,02
Generación de calor útil	MWh	597,69	692,77	765,81	869,54	968,00
	kWh/kW	881,52	1.021,76	1.129,48	1.282,47	1.427,68
Temp. media (captador)	°C	85	88	92	93	98
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	646,02	678,36	678,36	678,36	678,36
Generación de calor útil	MWh	554,35	658,65	722,93	823,59	904,22
	kWh/kW	858,09	970,94	1.065,70	1.214,09	1.332,94
Temp. media (captador)	°C	83	87	90	91	96
Factor limitante		Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%	19,8	23,6	25,9	29,5	32,4

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Ocupación de superficie	Deseada	%	216,3	250,4	250,4	250,4	250,4
	Media posible	%	95,3	100,1	100,1	100,1	100,1

Figura 2.3.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.3.8. Fracción solar media del sector

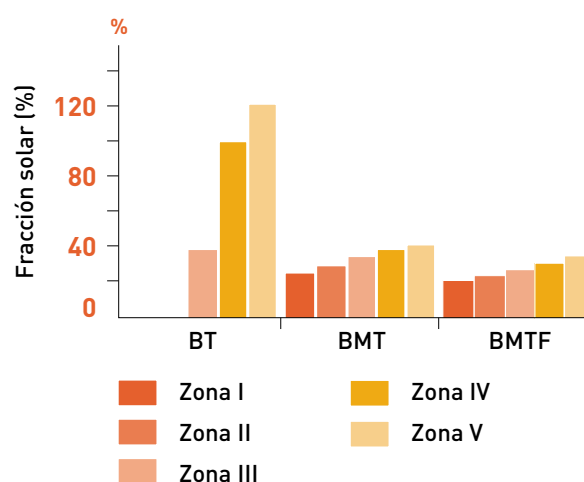
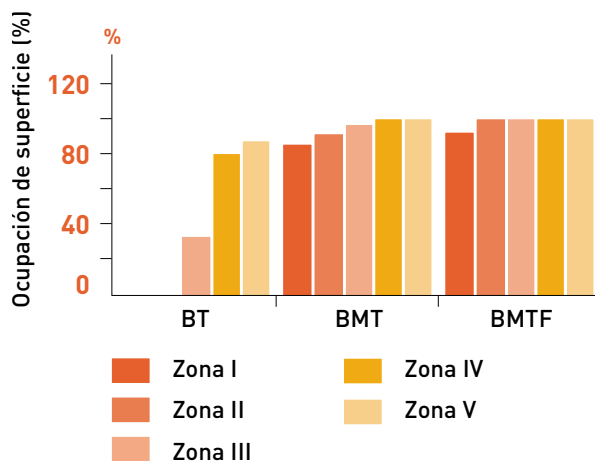
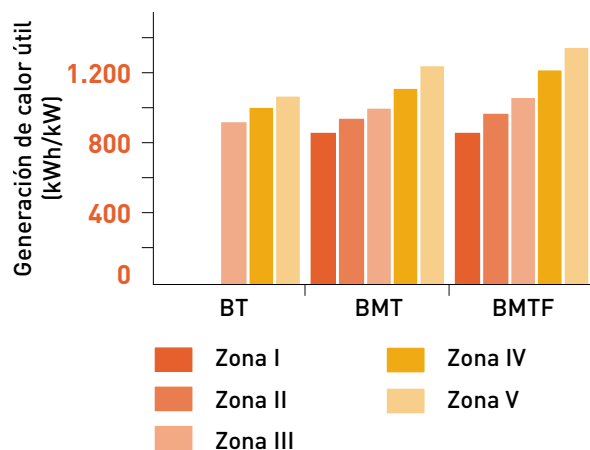


Figura 2.3.9. Grado medio de ocupación de superficie**Figura 2.3.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada**

2.3.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.3.8. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	13,22	13,22	26,25	26,25	50,4	100,1	100,1
Cádiz	0,00	18,93	18,93	40,49	40,49	46,8	100,1	100,1
Córdoba	0,00	12,91	12,91	26,92	26,92	48,0	100,1	100,1
Granada	0,00	13,59	13,59	29,80	29,80	45,6	100,1	100,1
Huelva	0,00	8,48	8,48	16,86	16,86	50,3	100,1	100,1
Jaén	0,00	9,08	9,08	19,03	19,03	47,7	100,1	100,1
Málaga	0,00	28,16	28,16	63,26	63,26	44,5	100,1	100,1
Sevilla	0,00	37,64	37,64	74,66	74,66	50,4	100,1	100,1
Huesca	0,00	1,97	1,97	7,86	7,94	24,8	99,0	100,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Teruel	0,00	0,93	0,93	4,38	4,43	21,0	98,9	100,1
Zaragoza	0,00	9,21	9,21	39,07	39,46	23,4	99,1	100,1
Asturias	0,00	0,00	0,00	10,01	10,89	0,0	87,6	95,3
Islas Baleares	0,00	4,74	4,74	10,67	10,67	44,5	100,1	100,1
Las Palmas	0,00	11,71	11,71	23,23	23,23	50,4	100,1	100,1
Santa Cruz de Tenerife	0,00	10,19	10,19	20,22	20,22	50,4	100,1	100,1
Cantabria	0,00	0,00	0,00	7,34	7,99	0,0	87,6	95,3
Albacete	0,00	7,52	7,52	14,96	14,96	50,3	100,1	100,1
Ciudad Real	0,00	7,93	7,93	17,91	17,91	44,3	100,0	100,1
Cuenca	0,00	2,60	2,60	6,82	6,84	38,0	99,7	100,1
Guadalajara	0,00	4,02	4,02	9,18	9,18	43,8	100,0	100,1
Toledo	0,00	10,87	10,87	25,03	25,04	43,4	100,0	100,1
Ávila	0,00	1,10	1,10	2,82	2,82	39,0	99,8	100,1
Burgos	0,00	0,03	0,03	8,63	9,04	0,3	95,3	99,9
León	0,00	0,88	0,88	9,38	9,66	9,1	97,2	100,1
Palencia	0,00	0,00	0,00	3,26	3,42	0,0	95,5	100,1
Salamanca	0,00	1,25	1,25	6,59	6,67	18,7	98,8	100,1
Segovia	0,00	0,58	0,58	3,14	3,18	18,3	98,8	100,1
Soria	0,00	0,33	0,33	1,84	1,86	17,6	98,8	100,1
Valladolid	0,00	0,26	0,26	12,27	12,81	2,0	95,8	100,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zamora	0,00	0,55	0,55	3,09	3,13	17,6	98,8	100,1
Barcelona	0,00	7,86	7,86	68,99	70,76	11,1	97,5	100,1
Girona	0,00	1,29	1,29	7,75	7,87	16,4	98,6	100,1
Lleida	0,00	0,78	0,78	4,48	4,54	17,1	98,7	100,1
Tarragona	0,00	3,66	3,66	8,30	8,30	44,1	100,0	100,1
Alicante/ Alacant	0,00	20,69	20,69	43,16	43,16	48,0	100,1	100,1
Castellón/ Castelló	0,00	8,34	8,34	18,81	18,82	44,4	100,0	100,1
Valencia/ València	0,00	32,12	32,12	72,93	72,95	44,1	100,0	100,1
Badajoz	0,00	34,91	34,91	71,62	71,62	48,8	100,1	100,1
Cáceres	0,00	20,51	20,51	42,72	42,72	48,0	100,1	100,1
A Coruña	0,00	0,00	0,00	8,44	9,18	0,0	87,6	95,3
Lugo	0,00	0,00	0,00	2,15	2,29	0,0	92,6	98,3
Ourense	0,00	0,01	0,01	2,01	2,12	0,3	94,1	99,2
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	7,16	7,71	0,0	89,6	96,5
La Rioja	0,00	7,23	7,23	47,19	48,02	15,1	98,3	100,1
Madrid	0,00	21,00	21,00	47,26	47,26	44,5	100,1	100,1
Murcia	0,00	72,75	72,75	152,45	152,45	47,7	100,1	100,1
Navarra	0,00	9,17	9,17	69,23	71,45	12,7	95,7	98,7
Álava	0,00	0,00	0,00	2,21	2,39	0,2	88,2	95,6

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	4,62	5,02	0,0	87,6	95,3
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	7,21	7,84	0,0	87,6	95,3
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,4	100,1	100,1
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,4	100,1	100,1
Total nacional	0,00	459,02	459,02	1.233,66	1.245,12	36,8	98,9	99,8

Tabla 2.3.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	16.031	16.031	120,4	32.016	39,9	34.969	32,3
Cádiz	0	22.034	22.034	107,3	47.082	38,1	51.023	30,6
Córdoba	0	15.246	15.246	111,6	31.814	38,7	34.571	31,2
Granada	0	15.584	15.584	103,1	34.110	37,5	36.867	30,0
Huelva	0	10.275	10.275	120,1	20.544	39,9	22.436	32,3
Jaén	0	10.695	10.695	110,8	22.417	38,6	24.347	31,1
Málaga	0	31.825	31.825	99,2	71.332	36,9	76.899	29,5
Sevilla	0	45.652	45.652	120,5	91.105	39,9	99.517	32,4

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Huesca	0	2.213	2.213	54,9	8.143	33,5	8.784	26,8
Teruel	0	1.043	1.043	46,5	4.451	32,9	4.802	26,3
Zaragoza	0	10.333	10.333	51,6	40.149	33,3	43.311	26,6
Asturias	0	0	0	0,0	8.586	24,6	9.344	19,8
Islas Baleares	0	5.354	5.354	98,9	12.021	36,9	12.956	29,5
Las Palmas	0	14.206	14.206	120,5	28.350	39,9	30.968	32,4
Santa Cruz de Tenerife	0	12.362	12.362	120,5	24.670	39,9	26.948	32,4
Cantabria	0	0	0	0,0	6.297	24,6	6.852	19,8
Albacete	0	9.115	9.115	120,1	18.229	39,9	19.907	32,3
Ciudad Real	0	8.955	8.955	98,6	20.163	36,8	21.735	29,5
Cuenca	0	2.977	2.977	85,8	7.549	36,1	8.158	28,9
Guadalajara	0	4.536	4.536	97,4	10.312	36,7	11.115	29,4
Toledo	0	12.264	12.264	96,5	28.071	36,7	30.257	29,3
Ávila	0	1.241	1.241	86,6	3.100	35,9	3.342	28,7
Burgos	0	33	33	0,7	8.120	29,4	8.772	23,5
León	0	981	981	20,0	9.123	30,9	9.850	24,8
Palencia	0	0	0	0,0	3.072	29,4	3.319	23,6
Salamanca	0	1.393	1.393	41,2	6.622	32,5	7.145	26,0
Segovia	0	650	650	40,3	3.155	32,4	3.405	26,0
Soria	0	366	366	38,7	1.838	32,3	1.984	25,9

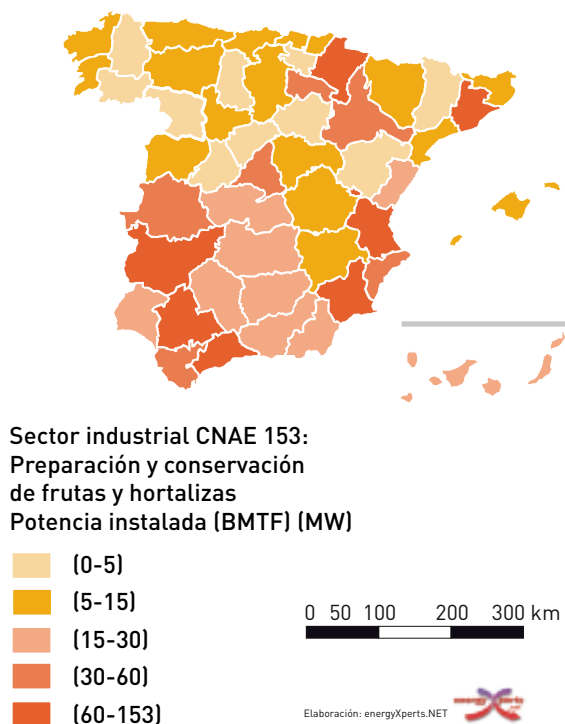
[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Valladolid	0	289	289	4,4	11.645	29,7	12.577	23,8
Zamora	0	614	614	38,7	3.087	32,3	3.332	25,9
Barcelona	0	8.783	8.783	24,5	67.572	31,3	72.941	25,0
Girona	0	1.437	1.437	36,0	7.722	32,1	8.333	25,7
Lleida	0	867	867	37,6	4.475	32,2	4.829	25,8
Tarragona	0	4.134	4.134	98,1	9.337	36,8	10.065	29,4
Alicante/ Alacant	0	24.424	24.424	111,5	50.984	38,7	55.399	31,2
Castellón/ Castelló	0	9.417	9.417	98,7	21.183	36,8	22.832	29,5
Valencia/ València	0	36.256	36.256	98,0	82.013	36,8	88.399	29,4
Badajoz	0	41.594	41.594	114,5	85.513	39,1	93.082	31,6
Cáceres	0	24.227	24.227	111,8	50.511	38,7	54.893	31,2
A Coruña	0	0	0	0,0	7.241	24,6	7.880	19,8
Lugo	0	0	0	0,0	1.965	27,6	2.128	22,2
Ourense	0	8	8	0,7	1.867	28,6	2.019	22,9
Pontevedra	0	0	0	0,0	6.305	25,8	6.847	20,8
La Rioja	0	8.081	8.081	33,2	46.818	31,9	50.526	25,5
Madrid	0	23.705	23.705	98,9	53.232	36,9	57.376	29,5
Murcia	0	85.664	85.664	110,8	179.572	38,5	195.030	31,1
Navarra	0	10.241	10.241	27,9	66.722	30,2	72.136	24,2
Álava	0	5	5	0,4	1.911	25,0	2.078	20,1

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	3.959	24,6	4.308	19,8
Vizcaya	0	0	0	0,0	6.181	24,6	6.726	19,8
Ceuta	0	0	0	120,5	0	39,9	0	32,4
Melilla	0	0	0	120,5	0	39,9	0	32,4
Total nacional	0	535.110	535.110	84,5	1.372.259	36,0	1.487.318	28,9

Figura 2.3.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.3.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector CNAE153, preparación y conservación de frutas y hortalizas, está limitada por la demanda a baja temperatura en zona I a III y en régimen medio en zonas IV y V (ocupación media de la superficie disponible del 37%) y limitado por la superficie disponible a baja y media temperatura (excepto zona I: régimen intermedio), permitiendo una fracción solar del 36% (calor a baja y media temperatura) y del 29% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra principalmente en los procesos con demandas inferiores a 100 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Pasteurización.
- Lavado/limpieza con agua caliente.
- Concentración.
- Pelado químico.
- Escaldado en agua caliente.
- Escaldado por vapor de agua.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de vapor para la esterilización de conservas.

2.3.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector de los transformados vegetales. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%C3%B1a%20Transformados%20Vegetales-1F078444C914B509.pdf>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

2.4 CNAE 154. FABRICACIÓN DE GRASAS Y ACEITES (VEGETALES Y ANIMALES)

2.4.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.4.1.

Tabla 2.4.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	1.442	
Producción total	up	2.527.600	1.753
Unidad de medición producción total (up)	Tonelada de producto acabado		
Facturación	M€	7.178	4,98
Número de empleados	-	11.479	8,0
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	2.730.404	1.893
Consumo total electricidad		622.608	432
Consumo energía final (gen. calor)		2.767.761	1.919
Consumo electricidad gen. frío		13.866	10
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	944.905	655
Otras superficies adyacentes		269.692	187
Total		1.214.596	842
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	2.290	
Por € de facturación	kWh/€	0,39	
Por trabajador	kWh/trabajador	242.323	
Por unidad de producto	kWh/up	1.101	

2.4.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.4.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Calefacción naves y oficinas	25		1,7	18,69	32,76	0,83	27,29			Mantenimiento
Secado	75	15	60,0	656,97	1.151,56	0,98	1.128,53	60	-	Mantenimiento/circulación
Agua caliente	50	15	6,8	74,64	130,83	0,83	108,98	30	-	Circulación
Neutralización (refinado químico)	92	15	0,5	5,75	10,08	0,83	8,40	-	-	Circulación (batch)
Separación del jabón	85	15	4,5	49,28	86,38	0,83	71,96	-	-	Circulación (batch)
Desgomado	70	15	0,6	6,68	11,71	0,83	9,76	-	-	Mantenimiento/circulación (batch)
Decoloración (blanqueo)	110	15	0,6	6,68	11,71	0,83	9,76	90	-	Mantenimiento/circulación (batch)
Desodorización	225	15	2,1	22,58	39,58	0,83	32,97	160	-	Mantenimiento/circulación (batch)
Hidrogenación	177	15	0,3	3,03	5,31	0,83	4,42	90	-	Mantenimiento/circulación (batch)
Precalentamiento	75	15	0,5	5,57	9,76	0,83	8,13	-	-	Circulación (batch)

(Continuación)

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)	
Cristalización	30		0,3	3,34	5,86	0,83	4,88			Mantenimiento
Esterilización (con inyección indirecta de vapor)	133	15	4,2	45,46	79,69	0,83	66,38	-	75	Mantenimiento/circulación
Cocción (con inyección indirecta de vapor)	95	15	7,6	82,83	145,19	0,83	120,95	-	-	Mantenimiento/circulación (batch)
Destilación	105	15	1,6	18,06	31,65	0,83	26,37	100	-	Mantenimiento/circulación
Evaporación (multi-efecto al vacío)	90		1,1	11,88	20,83	0,83	17,35	40		Mantenimiento
Autoclaves	140	15	6,6	72,07	126,33	0,83	105,23	115	50	Mantenimiento/circulación
Stripping (regeneración) con vapor	110	15	1,0	11,49	20,14	0,83	16,78	110	-	Start-up (para pre-calentamiento del filtro)/mantenimiento
Total consumo de calor			1.095,02	1.919,39	0,92	1.768,13				

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos precisos
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

(Continuación)

Proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas		Porcentaje calculado a partir de la superficie disponible y de una demanda para calefacción de 50 kWh/m ² a	
Secado	Temperatura máxima del aperujo alcanzable al final de un proceso de secado. Fuente: Consiglio Oleicolo Internazionale -Manuale In Materia Di Gestione Della Qualità Nell'industria Olearia: I Sansifici - T.33-1/Doc. n. 4 2006. http://www.internationaloliveoil.org/downloads/Guides/guidextrac_it.pdf	Los porcentajes se han calculado a partir de los <i>benchmarks</i> de consumo de calor para distintos procesos y/o ciclos de producción (fuente: BREFs Food, Drink and Milk Industries y Slaughterhouses and Animals By-products Industries), y de los volúmenes de producción de los productos más representativos de ese sector industrial (aceite de semillas, aceite de oliva, margarina, grasas animales y aceite de pescado), como que en general los procesos de producción de productos de origen vegetal son distintos de los de productos de origen animal. Donde no había valores de referencia, el porcentaje de consumo se ha estimado/calculado por diferencia. Por falta de información, se ha supuesto que la producción anual de aceites y grasas vegetales sea igual a la de aceites y grasas animales	Promedio de los <i>benchmarks</i> en el BREF Food, Drink and Milk Industries
Agua caliente	Temperatura promedio del agua en el batido (40°C) de aceite de oliva y en el lavado para la preparación del aceite de pescado (que se supone a 60°C)		

(Continuación)

Proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	Temperatura	Consumo %	kWh/up
Neutralización (refinado químico)	Temperatura promedio según los datos del BREF Food, Drink and Milk Industries	Los porcentajes se han calculado a partir de los <i>benchmarks</i> de consumo de calor para distintos procesos y/o ciclos de producción (fuente: BREFs Food, Drink and Milk Industries y Slaughterhouses and Animals By-products Industries), y de los volúmenes de producción de los productos más representativos de ese sector industrial (aceite de semillas, aceite de oliva, margarina, grasas animales y aceite de pescado), como que en general los procesos de producción de productos de origen vegetales son distintos de los de productos de origen animal. Donde no había valores de referencia, el porcentaje de consumo se ha estimado/calculado por diferencia. Por falta de información, se ha supuesto que la producción anual de aceites y grasas vegetales sea igual a la de aceites y grasas animales	Promedio de los <i>benchmarks</i> en el BREF Food, Drink and Milk Industries
Separación del jabón	Temperatura promedio según los datos del BREF Food, Drink and Milk Industries		Promedio de los <i>benchmarks</i> en el BREF Food, Drink and Milk Industries
Desgomado	BREF Food, Drink and Milk Industries		
Decoloración (blanqueo)	Temperatura promedio según los datos del BREF Food, Drink and Milk Industries		
Desodorización	Temperatura promedio según los datos del BREF Food, Drink and Milk Industries		Promedio de los <i>benchmarks</i> en el BREF Food, Drink and Milk Industries
Hidrogenación	Temperatura promedio según los datos del BREF Food, Drink and Milk Industries		Promedio de los <i>benchmarks</i> en el BREF Food, Drink and Milk Industries
Precalentamiento	BREF Food, Drink and Milk Industries		
Cristalización	BREF Food, Drink and Milk Industries		
Esterilización (con inyección indirecta de vapor)	BREF Slaughterhouses and Animals By products Industries		
Cocción (con inyección indirecta de vapor)	Temperatura promedio según los datos del BREF Food, Drink and Milk Industries		
Destilación	Temperatura promedio según los datos del BREF Food, Drink and Milk Industries		
Evaporación (multi-efecto al vacío)			
Autoclaves	BREF Slaughterhouses and Animals By products Industries		
Stripping (regeneración) con vapor	Temperatura indicativa de regeneración de una matriz de carbón activo en un proceso de stripping		Promedio de los <i>benchmarks</i> en el BREF Food, Drink and Milk Industries

Tabla 2.4.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	5,49	28,85	85	0,70	41,21	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			5,49	28,85				41,21	

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como muestra en la Figura 2.4.1. La Figura 2.4.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.4.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

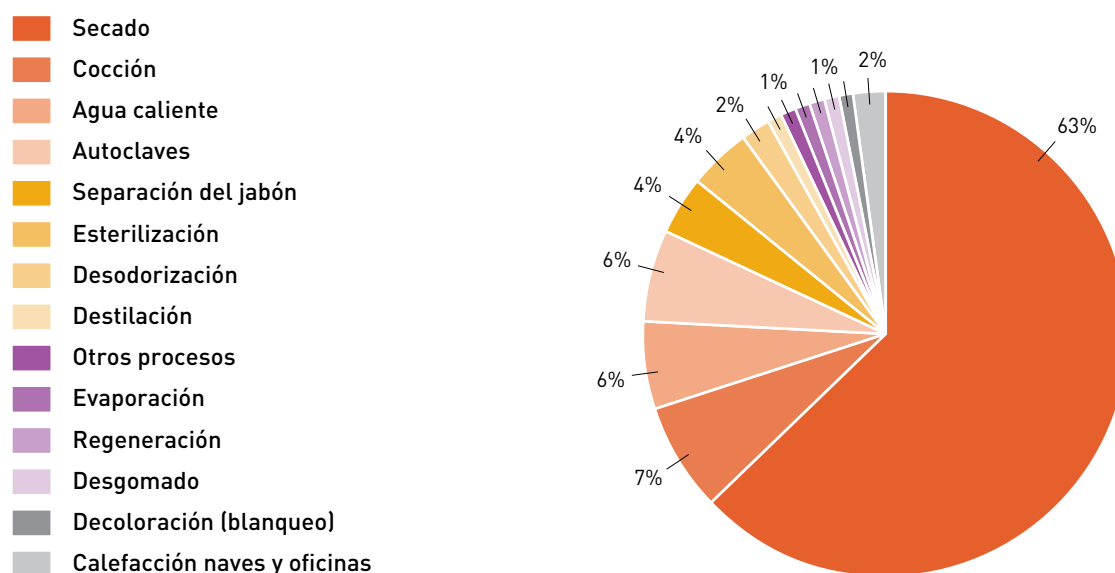
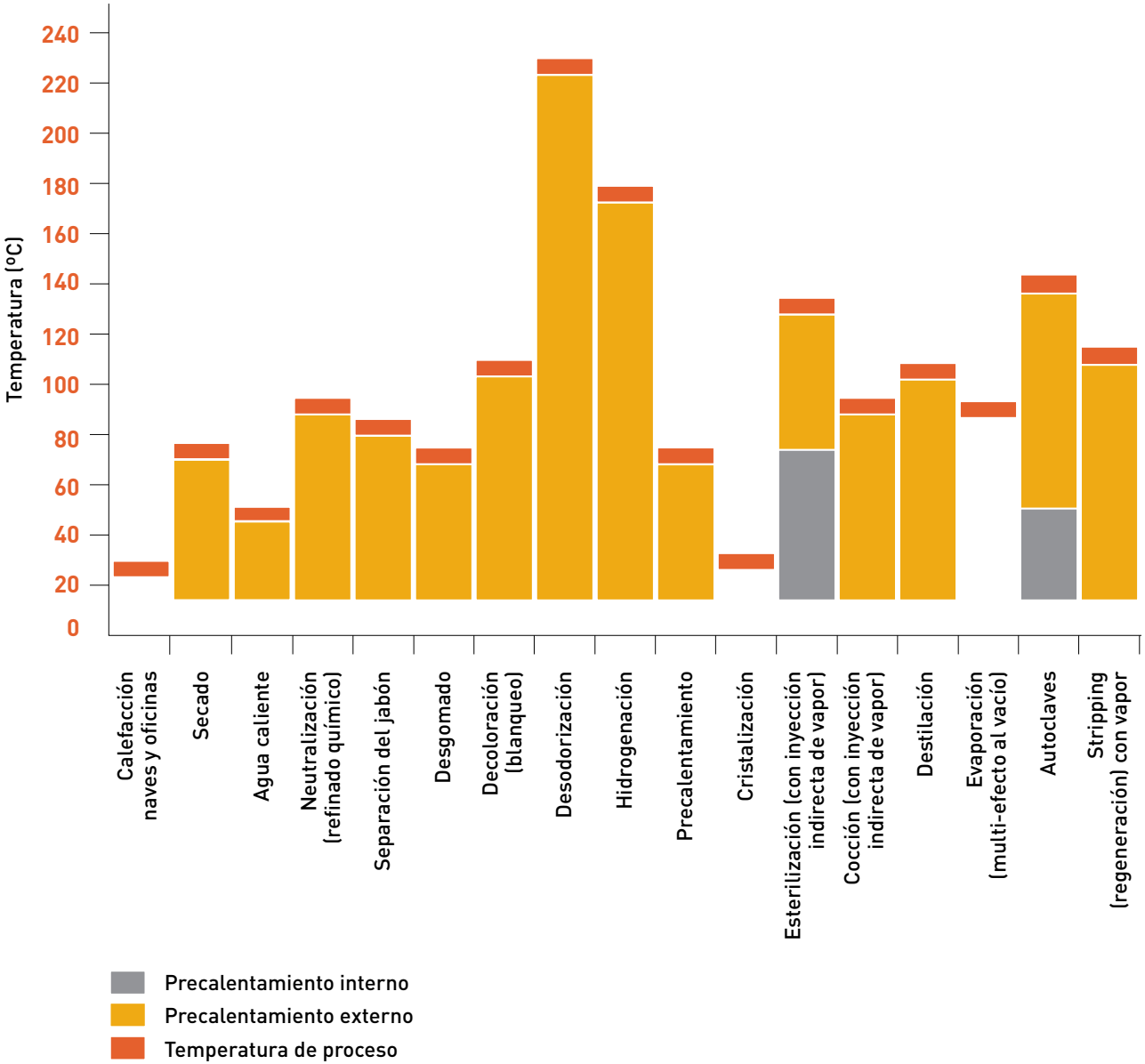


Figura 2.4.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.4.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.4.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.4.4.

Tabla 2.4.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	1.793		41	1.834	
Con recuperación de calor	MWh	1.545			1.586	
Reducción recuperación de calor	%	14			14	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	367	23,8%		367	23,1%
60 a 120 °C	MWh	992	64,2%		1.033	65,1%
120 a 250 °C	MWh	186	12,1%		186	11,7%
Total baja y media temperatura	MWh	1.545	100,0%		1.586	100,0%

Figura 2.4.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

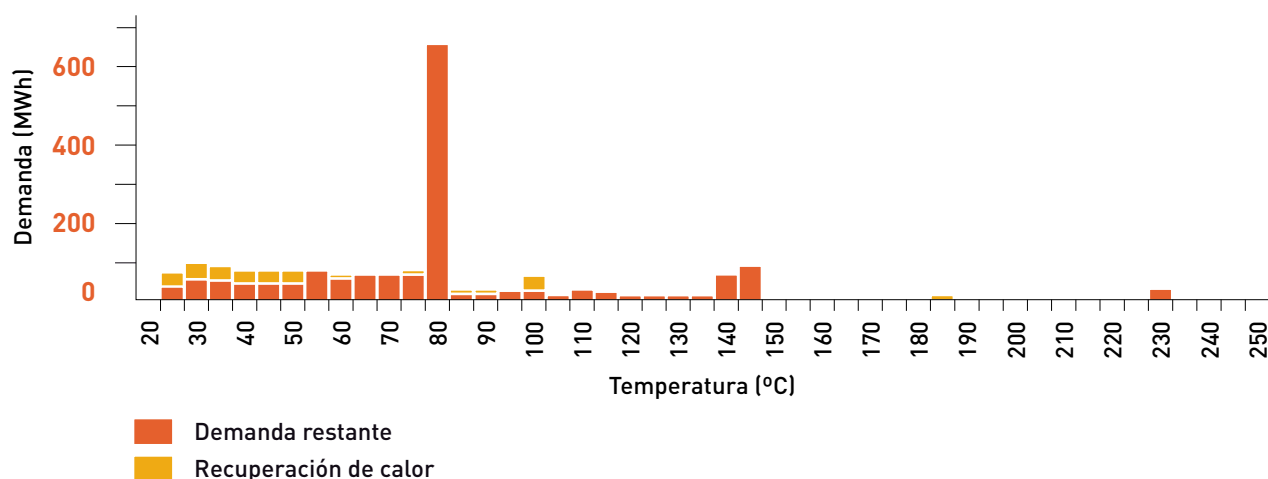
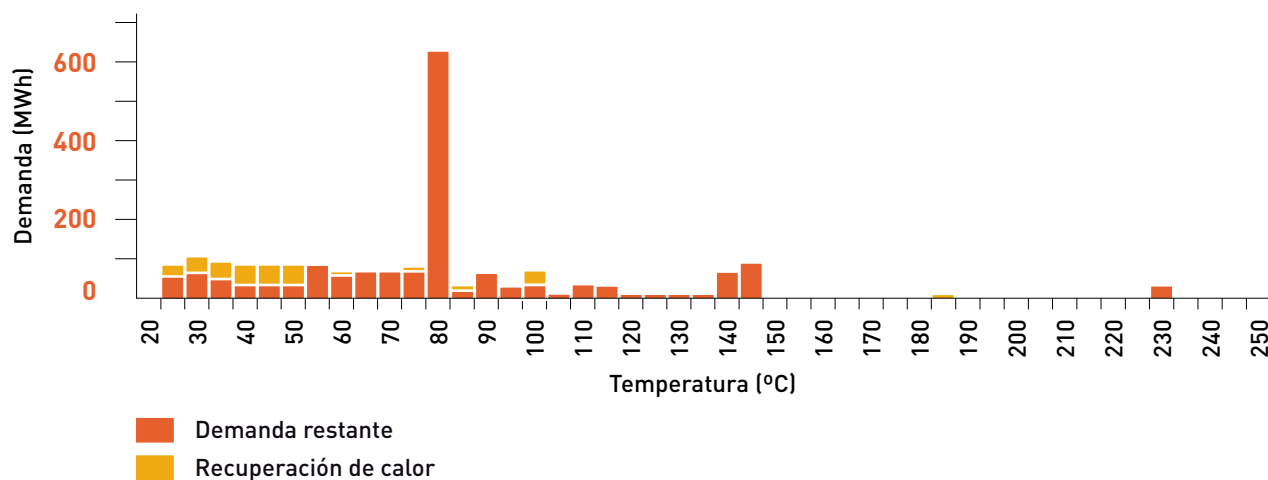


Figura 2.4.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.4.4 Potencial solar térmica

2.4.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.4.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	80,50	220,50	294,00	465,50	630,00
Generación de calor útil	MWh	76,46	209,73	279,45	441,77	631,77
	kWh/kW	949,84	951,14	950,52	949,03	1.002,81
Temp. media (captador)	°C	46	57	65	74	84
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	120,23	121,39	125,63	126,22
Generación de calor útil	MWh	-	127,85	138,34	166,60	185,89
	kWh/kW	-	1.063	1.140	1.326	1.473
Temp. media (captador)	°C	-	50	52	52	55

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	242,78	251,27	252,44
Generación de calor útil	MWh		-	-	242,44	288,04	321,84
	kWh/kW		-	-	999	1.146	1.275
Temp. media (captador)	°C		-	-	61	63	67
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		80,50	178,39	198,97	228,49	252,29
Generación de calor útil	MWh		76,46	175,34	203,90	258,56	308,13
	kWh/kW		-	982,91	1.024,78	1.131,58	1.221,35
Temp. media (captador)	°C		46	54	58	60	65
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Superficie
Fracción solar	%		20,8	47,8	55,6	70,5	84,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	34,2	91,7	121,1	185,3	249,6
	Media posible	%	34,2	74,2	82,0	90,9	99,9

Figura 2.4.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

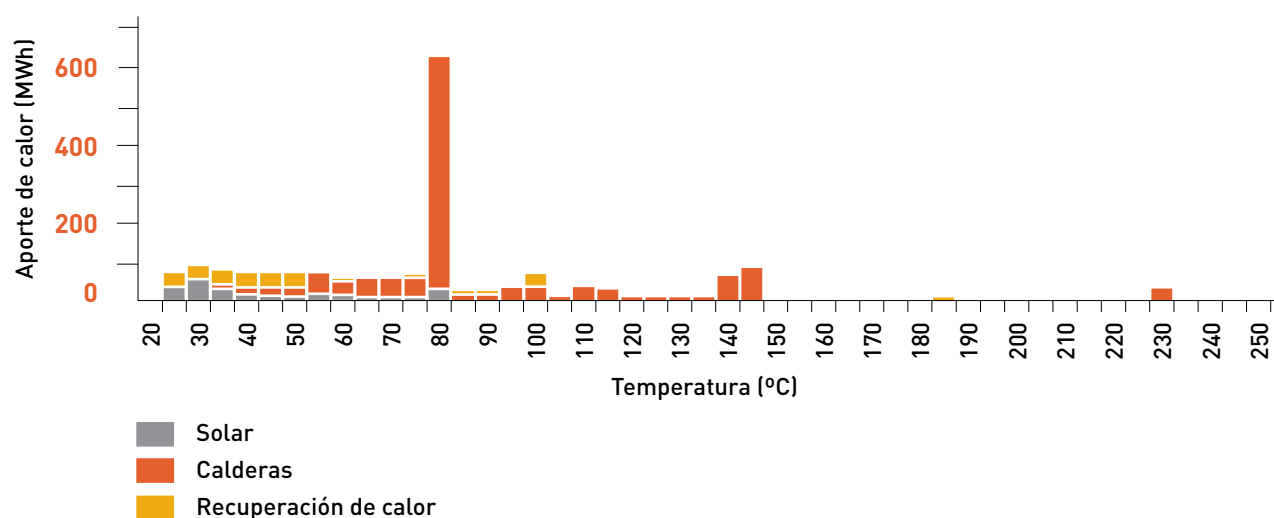


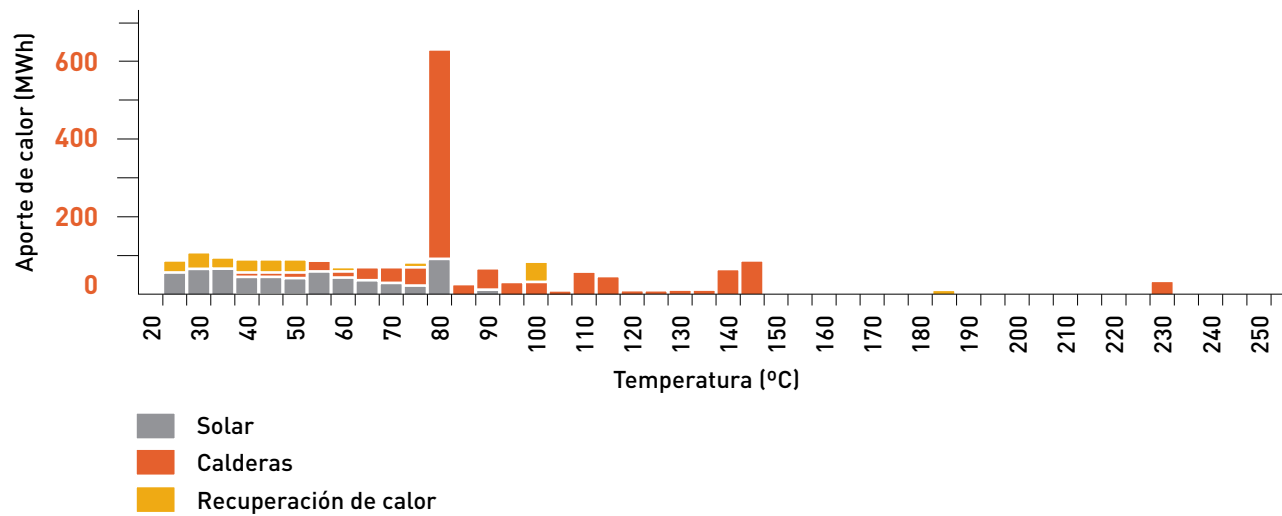
Tabla 2.4.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		988,75	988,75	988,75	988,75	988,75
Generación de calor útil	MWh		782,46	883,23	952,45	1.090,39	1.144,68
	kWh/kW		791,36	893,28	963,29	1.102,80	1.157,70
Temp. media (captador)	°C		96	102	109	110	122
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		197,72	197,72	197,72	197,72	197,72
Generación de calor útil	MWh		215,04	245,33	267,69	302,14	331,08
	kWh/kW		1.087,58	1.240,78	1.353,88	1.528,10	1.674,48
Temp. media (captador)	°C		61	63	67	67	72
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		395,45	395,45	395,45	395,45	395,45
Generación de calor útil	MWh		384,10	438,11	483,09	541,00	601,86
	kWh/kW		971,30	1.107,89	1.221,63	1.368,07	1.521,97
Temp. media (captador)	°C		74	78	81	84	88
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		395,46	395,46	395,46	395,46	395,46
Generación de calor útil	MWh		368,86	419,46	458,33	517,59	564,13
	kWh/kW		932,73	1.060,68	1.158,97	1.308,82	1.426,49
Temp. media (captador)	°C		72	75	79	81	86
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		23,9	27,2	29,7	33,5	36,5
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0
	Media posible	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 2.4.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		988,75	988,75	988,75	988,75	988,75
Generación de calor útil	MWh		788,63	892,25	964,72	1.104,89	1.162,66
	kWh/kW		797,60	902,40	975,70	1.117,46	1.175,89
Temp. media (captador)	°C		95	101	108	109	120
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		197,72	197,72	197,72	197,72	197,72
Generación de calor útil	MWh		215,16	245,52	267,95	302,36	331,30
	kWh/kW		1.088,21	1.241,72	1.355,17	1 529,22	1.675,56
Temp. media (captador)	°C		60	63	66	67	72
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		395,45	395,45	395,45	395,45	395,45
Generación de calor útil	MWh		384,61	438,93	483,80	542,21	603,42
	kWh/kW		972,61	1.109,97	1.223,43	1.371,13	1.525,92
Temp. media (captador)	°C		74	78	81	84	87
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		395,46	395,46	395,46	395,46	395,46
Generación de calor útil	MWh		370,01	421,16	460,47	520,25	567,42
	kWh/kW		935,63	1.064,98	1.164,38	1.315,53	1.434,82
Temp. media (captador)	°C		71	75	79	80	85
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		23,3	26,6	29,0	32,8	35,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0
	Media posible	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Figura 2.4.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.4.7. Fracción solar media del sector

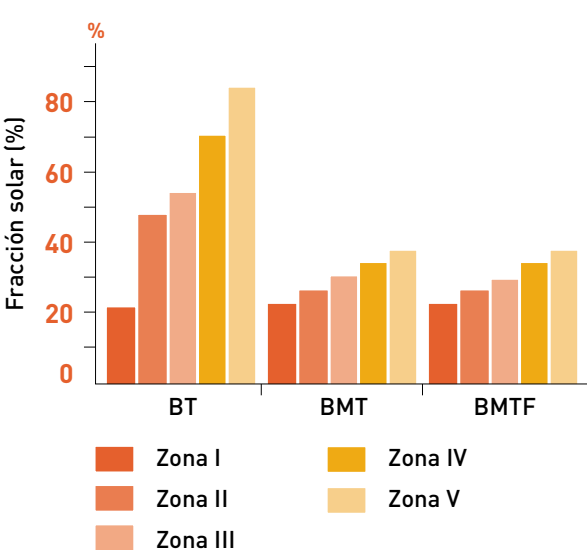


Figura 2.4.8. Grado medio de ocupación de superficie

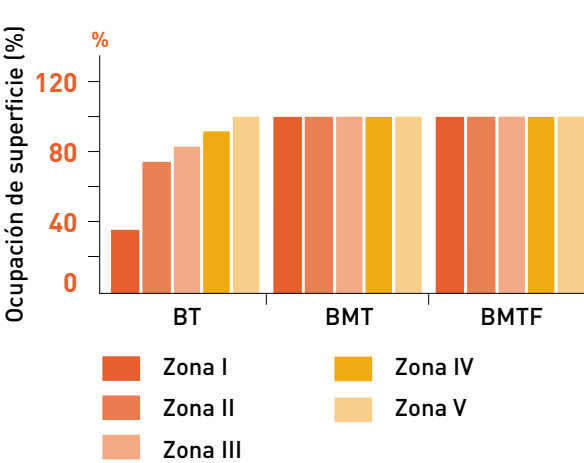
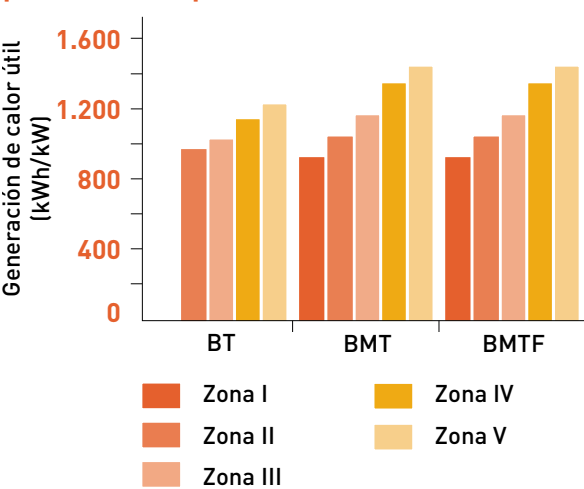


Figura 2.4.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.4.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.4.8. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	20,57	20,57	35,89	35,89	57,3	100,0	100,0
Cádiz	0,00	29,49	29,49	55,37	55,37	53,3	100,0	100,0
Córdoba	0,00	20,11	20,11	36,81	36,81	54,6	100,0	100,0
Granada	0,00	21,18	21,18	40,75	40,75	52,0	100,0	100,0
Huelva	0,00	13,20	13,20	23,05	23,05	57,2	100,0	100,0
Jaén	0,00	14,14	14,14	26,02	26,02	54,4	100,0	100,0
Málaga	0,00	43,91	43,91	86,50	86,50	50,8	100,0	100,0
Sevilla	0,00	58,56	58,56	102,08	102,08	57,4	100,0	100,0
Huesca	0,00	2,51	2,51	5,58	5,58	45,0	100,0	100,0
Teruel	0,00	1,36	1,36	3,11	3,11	43,9	100,0	100,0
Zaragoza	0,00	12,34	12,34	27,70	27,70	44,5	100,0	100,0
Asturias	0,00	0,15	0,15	0,89	0,89	17,0	100,0	100,0
Islas Baleares	0,00	3,82	3,82	7,54	7,54	50,7	100,0	100,0
Las Palmas	0,00	0,82	0,82	1,42	1,42	57,4	100,0	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,71	0,71	1,24	1,24	57,4	100,0	100,0
Cantabria	0,00	0,23	0,23	1,33	1,33	17,0	100,0	100,0
Albacete	0,00	1,44	1,44	2,51	2,51	57,2	100,0	100,0
Ciudad Real	0,00	1,52	1,52	3,01	3,01	50,7	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Cuenca	0,00	0,57	0,57	1,15	1,15	49,6	100,0	100,0
Guadalajara	0,00	0,78	0,78	1,54	1,54	50,5	100,0	100,0
Toledo	0,00	2,12	2,12	4,21	4,21	50,4	100,0	100,0
Ávila	0,00	2,49	2,49	5,07	5,07	49,1	100,0	100,0
Burgos	0,00	6,23	6,23	16,26	16,26	38,3	100,0	100,0
León	0,00	7,09	7,09	17,35	17,35	40,9	100,0	100,0
Palencia	0,00	2,38	2,38	6,14	6,14	38,7	100,0	100,0
Salamanca	0,00	5,17	5,17	11,98	11,98	43,2	100,0	100,0
Segovia	0,00	2,46	2,46	5,72	5,72	43,1	100,0	100,0
Soria	0,00	1,43	1,43	3,35	3,35	42,9	100,0	100,0
Valladolid	0,00	9,02	9,02	23,02	23,02	39,2	100,0	100,0
Zamora	0,00	2,41	2,41	5,62	5,62	42,9	100,0	100,0
Barcelona	0,00	26,25	26,25	63,51	63,51	41,3	100,0	100,0
Girona	0,00	3,01	3,01	7,06	7,06	42,6	100,0	100,0
Lleida	0,00	1,74	1,74	4,08	4,08	42,8	100,0	100,0
Tarragona	0,00	3,77	3,77	7,45	7,45	50,6	100,0	100,0
Alicante/ Alacant	0,00	9,14	9,14	16,75	16,75	54,6	100,0	100,0
Castellón/ Castelló	0,00	3,70	3,70	7,30	7,30	50,7	100,0	100,0
Valencia/ València	0,00	14,31	14,31	28,31	28,31	50,6	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Badajoz	0,00	18,51	18,51	33,35	33,35	55,5	100,0	100,0
Cáceres	0,00	10,88	10,88	19,90	19,90	54,7	100,0	100,0
A Coruña	0,00	0,36	0,36	2,13	2,13	17,0	100,0	100,0
Lugo	0,00	0,16	0,16	0,51	0,51	30,7	100,0	100,0
Ourense	0,00	0,16	0,16	0,47	0,47	34,7	100,0	100,0
Pontevedra	0,00	0,40	0,40	1,77	1,77	22,5	100,0	100,0
La Rioja	0,00	4,31	4,31	10,21	10,21	42,3	100,0	100,0
Madrid	0,00	7,65	7,65	15,09	15,09	50,7	100,0	100,0
Murcia	0,00	6,99	6,99	12,87	12,87	54,3	100,0	100,0
Navarra	0,00	2,53	2,53	7,10	7,10	35,6	100,0	100,0
Álava	0,00	0,08	0,08	0,42	0,42	18,6	100,0	100,0
Guipúzcoa	0,00	0,15	0,15	0,88	0,88	17,0	100,0	100,0
Vizcaya	0,00	0,23	0,23	1,37	1,37	17,0	100,0	100,0
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,4	100,0	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,4	100,0	100,0
Total nacional	0,00	402,55	402,55	802,76	802,76	50,1	100,0	100,0

Tabla 2.4.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	27.935	27.935	83,9	51.172	36,5	51.470	35,8
Cádiz	0	38.883	38.883	75,7	74.985	34,7	75.392	33,9
Córdoba	0	26.784	26.784	78,4	50.731	35,3	51.013	34,5
Granada	0	27.629	27.629	73,1	54.260	34,1	54.547	33,4
Huelva	0	17.908	17.908	83,7	32.834	36,5	33.026	35,7
Jaén	0	18.804	18.804	77,9	35.738	35,2	35.936	34,4
Málaga	0	56.688	56.688	70,6	113.339	33,5	113.921	32,8
Sevilla	0	79.541	79.541	84,0	145.622	36,5	146.473	35,8
Huesca	0	3.086	3.086	59,6	6.688	30,7	6.720	30,0
Teruel	0	1.659	1.659	57,5	3.662	30,2	3.679	29,5
Zaragoza	0	15.105	15.105	58,8	32.997	30,5	33.155	29,8
Asturias	0	172	172	20,8	828	23,9	830	23,3
Islas Baleares	0	4.932	4.932	70,5	9.874	33,5	9.924	32,8
Las Palmas	0	1.109	1.109	84,0	2.031	36,5	2.043	35,8
Santa Cruz de Tenerife	0	965	965	84,0	1.767	36,5	1.778	35,8
Cantabria	0	257	257	20,8	1.242	23,9	1.246	23,3
Albacete	0	1.953	1.953	83,7	3.581	36,5	3.601	35,7
Ciudad Real	0	1.967	1.967	70,4	3.937	33,5	3.958	32,8
Cuenca	0	731	731	68,5	1.479	32,9	1.487	32,2

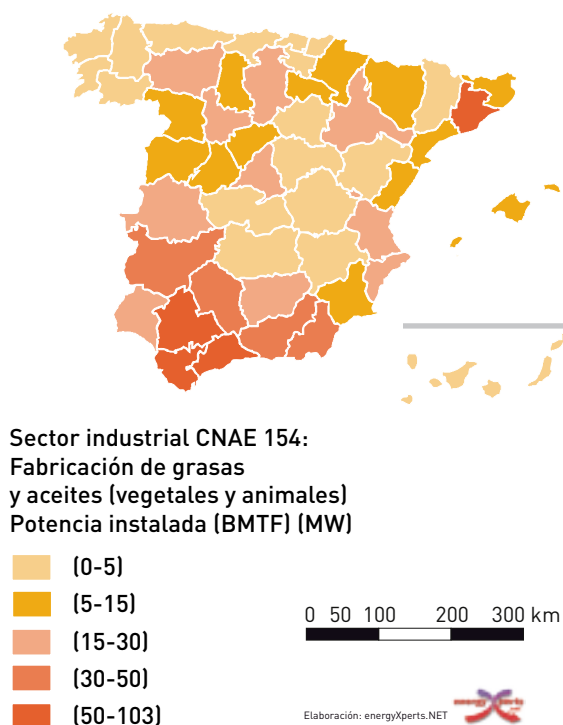
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guadalajara	0	1.004	1.004	70,1	2.014	33,4	2.024	32,7
Toledo	0	2.729	2.729	69,9	5.483	33,4	5.511	32,7
Ávila	0	3.174	3.174	67,4	6.486	32,7	6.519	32,0
Burgos	0	7.143	7.143	47,3	17.235	27,1	17.305	26,5
León	0	8.343	8.343	51,8	19.290	28,5	19.374	27,8
Palencia	0	2.723	2.723	47,8	6.515	27,2	6.542	26,6
Salamanca	0	6.245	6.245	56,2	13.959	29,8	14.024	29,2
Segovia	0	2.970	2.970	55,9	6.653	29,8	6.684	29,1
Soria	0	1.725	1.725	55,6	3.877	29,7	3.895	29,0
Valladolid	0	10.398	10.398	48,7	24.677	27,4	24.779	26,8
Zamora	0	2.897	2.897	55,6	6.511	29,7	6.541	29,0
Barcelona	0	31.064	31.064	52,7	71.303	28,7	71.621	28,1
Girona	0	3.605	3.605	55,0	8.136	29,5	8.174	28,9
Lleida	0	2.094	2.094	55,4	4.714	29,6	4.736	29,0
Tarragona	0	4.859	4.859	70,3	9.739	33,5	9.788	32,8
Alicante/ Alacant	0	12.180	12.180	78,4	23.076	35,3	23.204	34,5
Castellón/ Castelló	0	4.770	4.770	70,4	9.553	33,5	9.602	32,8
Valencia/ València	0	18.450	18.450	70,2	36.989	33,4	37.179	32,7
Badajoz	0	24.819	24.819	80,2	46.482	35,7	46.745	34,9
Cáceres	0	14.494	14.494	78,5	27.436	35,3	27.589	34,6

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
A Coruña	0	412	412	20,8	1.986	23,9	1.992	23,3
Lugo	0	181	181	37,9	521	25,9	523	25,4
Ourense	0	188	188	42,9	490	26,6	492	26,0
Pontevedra	0	453	453	27,6	1.704	24,7	1.710	24,1
La Rioja	0	5.157	5.157	54,4	11.685	29,3	11.739	28,7
Madrid	0	9.864	9.864	70,5	19.746	33,5	19.848	32,8
Murcia	0	9.299	9.299	77,9	17.674	35,2	17.772	34,4
Navarra	0	3.020	3.020	45,8	7.779	28,0	7.813	27,4
Álava	0	89	89	23,0	393	24,1	394	23,6
Guipúzcoa	0	170	170	20,8	818	23,9	820	23,3
Vizcaya	0	265	265	20,8	1.277	23,9	1.281	23,3
Ceuta	0	0	0	84,0	0	36,5	0	35,8
Melilla	0	0	0	84,0	0	36,5	0	35,8
Total nacional	0	520.890	520.890	69,9	1.040.969	33,2	1.046.418	32,5

Figura 2.4.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.4.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector CNAE 154, fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales), está limitada por la demanda (zona I), en régimen intermedio (zonas II a IV) y por la superficie (zona V) a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 50%) y limitado por la superficie para la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 33% (calor a baja y media temperatura) y también del 33% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 90 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Secado.
- Agua caliente.
- Neutralización (refinado químico).
- Separación del jabón.
- Desgomado.
- Precalentamiento.
- Cristalización.
- Evaporación (multi-efecto al vacío).

Incluyendo en el precalentamiento para los procesos de:

- Autoclaves.
- Stripping (regeneración) con vapor.
- Destilación.
- Cocción (con inyección indirecta de vapor).
- Desodorización.
- Hidrogenación.
- Decoloración (blanqueo).

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de vapor de autoclaves, para el stripping y para la cocción con vapor.

2.4.6 Referencias bibliográficas

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

IPPC [2005]:

Reference Document on Best Available Techniques in Slaughterhouses and Animals By-products Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/sa_bref_0505.pdf

TTZ:

Reutilización de los subproductos de la aceituna y el aceite de oliva. Gritten by Technologie-Transfer-Zentrum (TTZ) and translated into Spanish by CIN-DOC-CSIC, in the framework of the V FP EU Project (contract n. FOOD-CT-2004-505524) TDC-OLIVE.

<http://www.asajasev.es/asp/files/Reutilizaci%C3%B3n%20de%20los%20subproductos%20de%20la%20producci%C3%B3n%20de%20las%20aceitunas%20y%20del%20aceite%20de%20oliva.pdf>

COI [2006]:

Manuale in materia di gestione della qualità nell'industria olearia: I S ansifici - T.33-1/Doc. n. 4 2006, Consiglio Oleicolo Internazionale.

http://www.internationaloliveoil.org/downloads/Guides/guidextrac_it.pdf

MERCASA:

www.mercasa.es/nueva/alimentacion_08/pdfs/pag_302-309_Oleaginosas.pdf

WIKIPEDIA:

http://en.wikipedia.org/wiki/Vegetable_fats_and_oils

[This page was last modified on 24 February 2010 at 00:22].

http://es.wikipedia.org/wiki/Aceite_de_oliva

[Esta página fue modificada por última vez el 26 febrero 2010 a las 18:01].

aceiteoliva.com:

<http://www.aceiteoliva.com>

IFFO:

<http://www.ifo.net/default.asp?fname=1&sWebIdiomas=2&url=270>

2.5 CNAE 155. INDUSTRIAS LÁCTEAS

2.5.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.5.1.

Tabla 2.5.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	1.190	
Producción total	up	6.344.100	5.331
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas de producto acabado		
Facturación	M€	7.178	6,03
Número de empleados	-	25.941	21,8
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.708.748	3.117
Consumo total electricidad		1.502.373	1.262
Consumo energía final (gen. calor)		3.798.891	3.192
Consumo electricidad gen. frío		518.011	435
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

[Continuación]

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	4.565.697	3.837
Otras superficies adyacentes		1.576.458	1.325
Total		6.142.155	5.161
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	703	
Por € de facturación	kWh/€	0,60	
Por trabajador	kWh/trabajador	166.412	
Por unidad de producto	kWh/up	680	

2.5.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.5.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entra.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual/ recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	η_conv/dist	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		9,8	58,59	312,37	0,83	260,20			Manten.			
Agua caliente limpieza	60	15	13,5	80,58	429,58	0,83	357,84	30,0	-	Circulac.		Porcentajes supuestos en base a las temperaturas de proceso y a las cantidades de leche procesadas según Guía MTD sector lácteo. Supuesta recuperación interna de calor igual a 80% (Guía MTD sector lácteo)	
Termización/higienización	65	6	8,1	48,57	258,94	0,83	215,70	33,0	35,5	Manten./circulac.	Guía MTD sector lácteo		
Desnatado	55	6	16,7	100,12	533,78	0,83	444,64	28,0	30,5	Manten./circulac.	Guía MTD sector lácteo		
Pasteurización	78	6	10,1	60,32	321,59	0,83	267,88	40,0	42,0	Manten./circulac.	Guía MTD sector lácteo		
Tratamiento UHT	145	6	28,0	167,45	892,72	0,83	743,63	60,0	75,0	Manten./circulac.	Guía MTD sector lácteo		
Esterilización	115	6	2,7	16,35	87,15	0,83	72,60	55,0	60,0	Manten./circulac.	Guía MTD sector lácteo		
Deshidratación	250	18	6,6	39,48	210,45	0,98	206,24	120,0	120,0	Manten./circulac.	Guía MTD sector lácteo		
Fermentación del yogur	43	6	2,5	14,68	78,25	0,83	65,18	-	-	Manten./circulac.	Guía MTD sector lácteo		

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entra.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual/ recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{conv/dist}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Coagulación del queso	32	6	1,6	9,73	51,87	0,83	43,21	-	-	Manten./circulac.	Guía MTD sector lácteo		
Fusión del queso	75	20	0,5	2,94	15,65	0,83	13,04	-	-	Manten./circulac.			
Total consumo de calor			584,60	3.192,35	0,84	2.690,16							

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Suposiciones ad-hoc

$\eta_{conv/dist}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.5.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	13,0	10,66	170,44	85	0,70	243,48	Resultados Tarea 1	
Refrigeración	-10 a +5	87,0	71,04	1.136,25	95	0,60	1.893,75	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			81,70	1.306,69	2.137,23				

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como muestra en la Figura 2.5.1. La Figura 2.5.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.5.3.

Figura 2.5.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

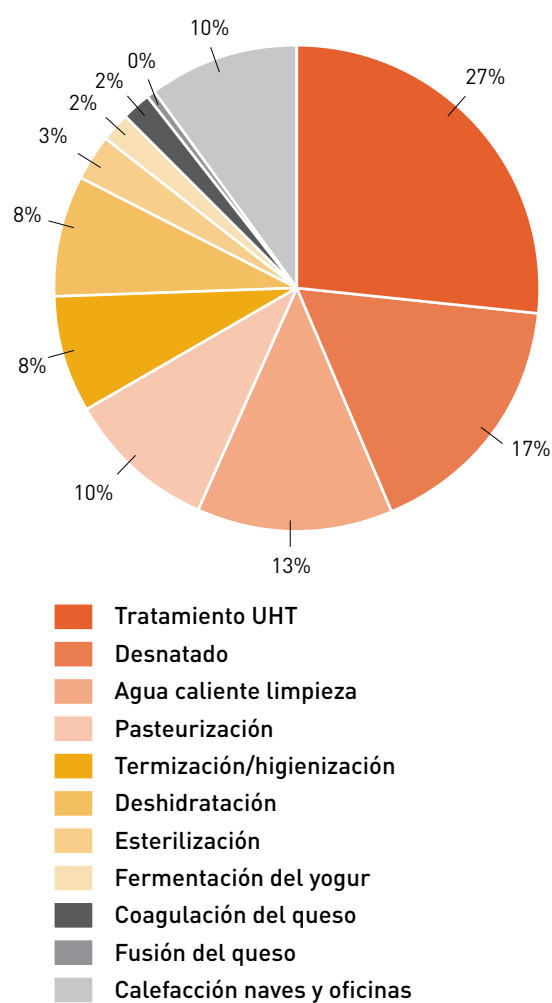


Figura 2.5.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

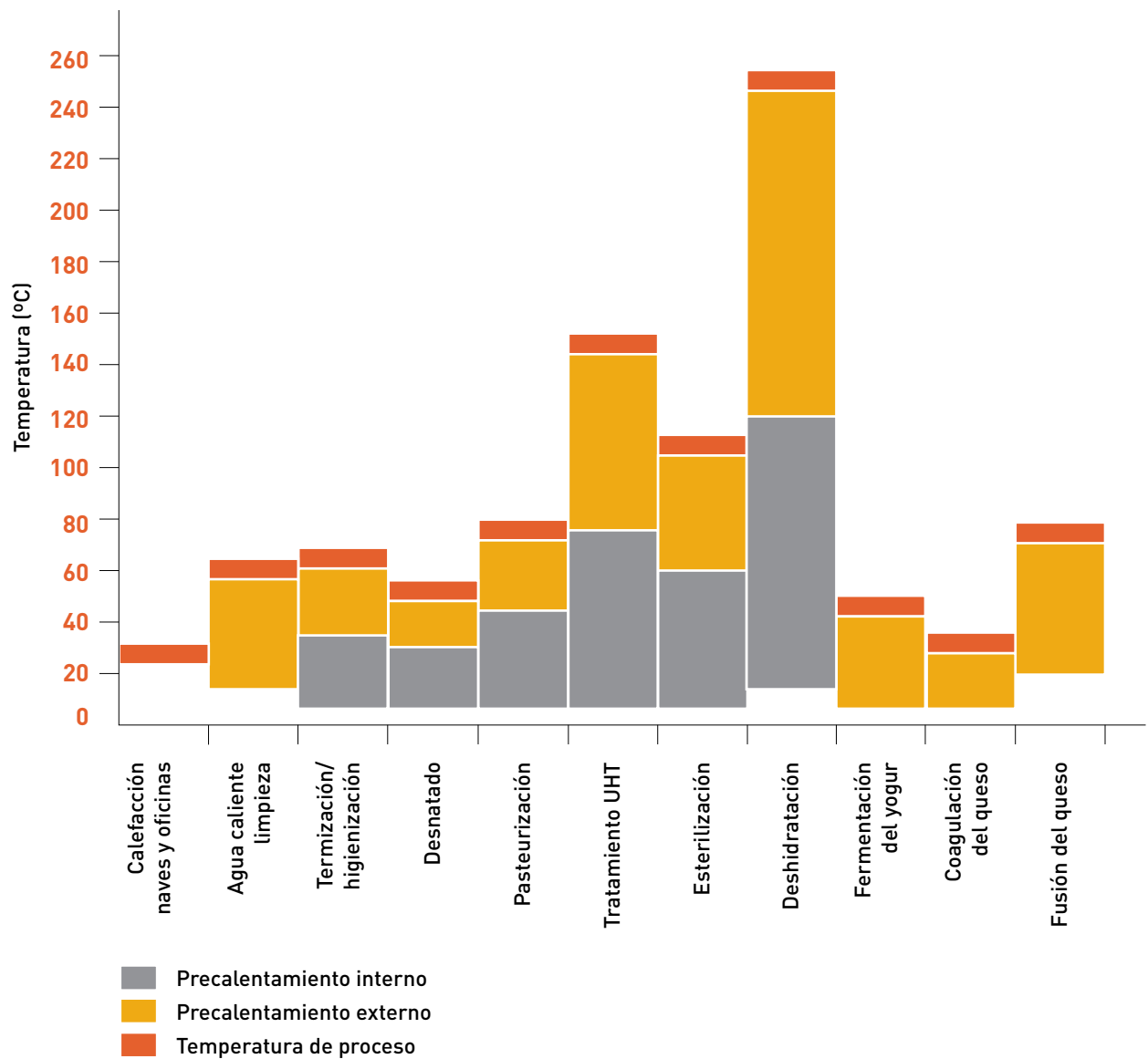
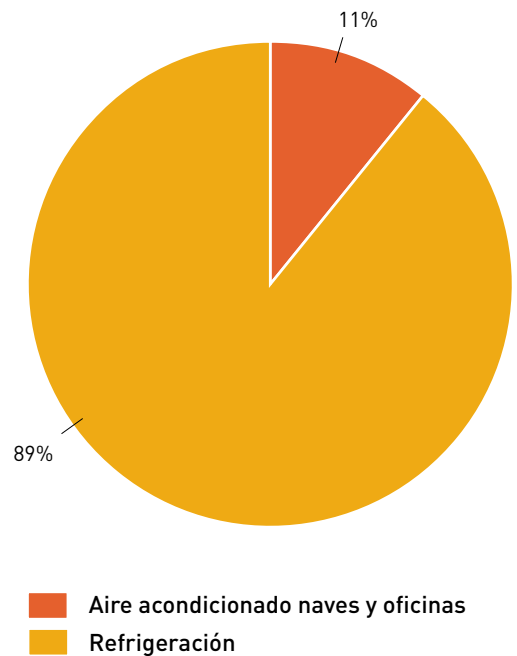


Figura 2.5.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.5.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.5.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.5.5.

Tabla 2.5.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	2.752		2.137	4.889	
Con recuperación de calor	MWh	2.348			4.489	
Reducción recuperación de calor	%	15			8	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	524	22,3%		519	11,6%
60 a 120 °C	MWh	924	39,3%		3 079	68,6%
120 a 250 °C	MWh	884	37,6%		875	19,5%
Total baja y media temperatura	MWh	2.332	99,3%		4.473	99,6%

Figura 2.5.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

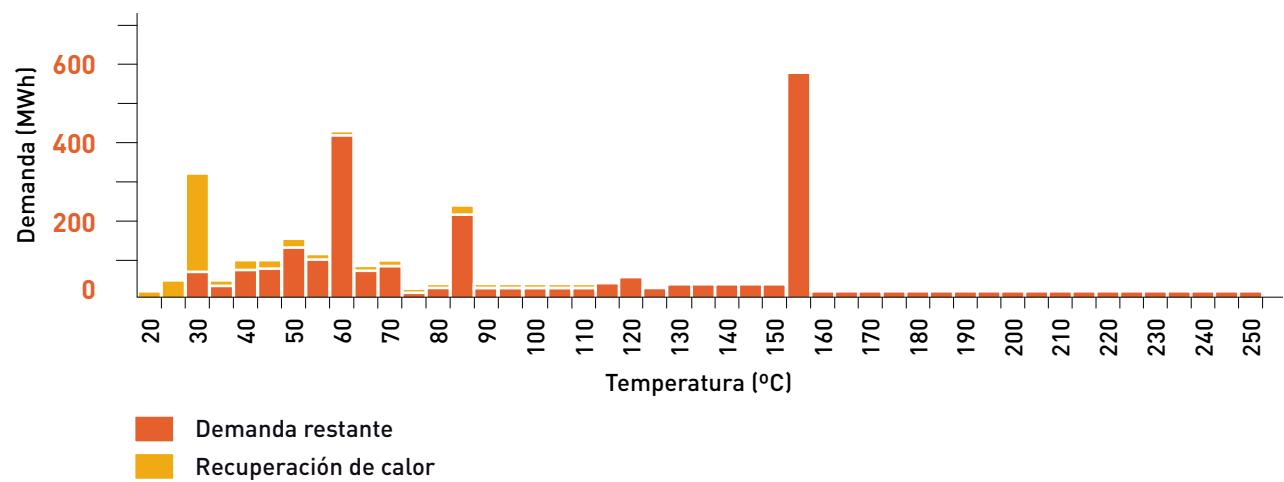
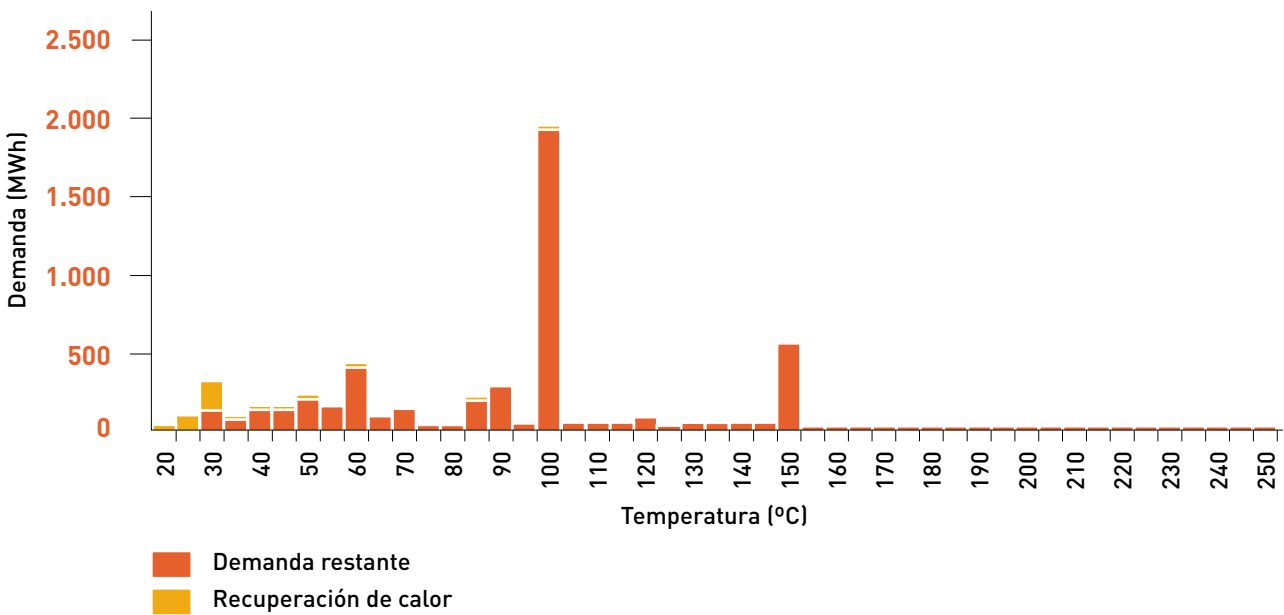


Figura 2.5.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.5.4 Potencial solar térmica

2.5.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.5.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	80,50	392,00	584,50	927,50	1.095,50
Generación de calor útil	MWh	76,41	372,46	555,45	881,79	1.039,63
	kWh/kW	949,23	950,15	950,30	950,72	949,00
Temp. media (captador)	°C	48	61	68	77	89
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	769,86	773,47
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	789,37	872,05
	kWh/kW	-	-	-	1.025	1.127
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	73	79
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	80,50	392,00	584,50	861,29	960,25
Generación de calor útil	MWh	76,41	372,46	555,45	842,97	969,25
	kWh/kW	-	950,15	950,30	978,73	1.009,37
Temp. media (captador)	°C	48	61	68	76	85
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%	14,6	71,0	105,9	160,8	184,9

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	5,6	26,6	39,3	60,2	70,8
	Media posible	%	5,6	26,6	39,3	55,9	62,1

Figura 2.5.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

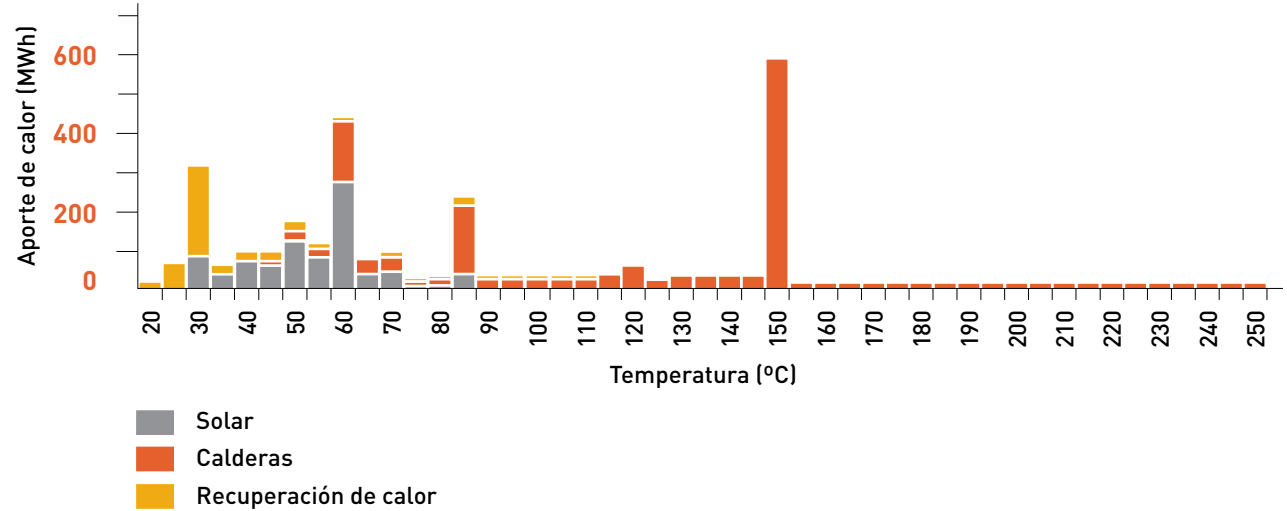


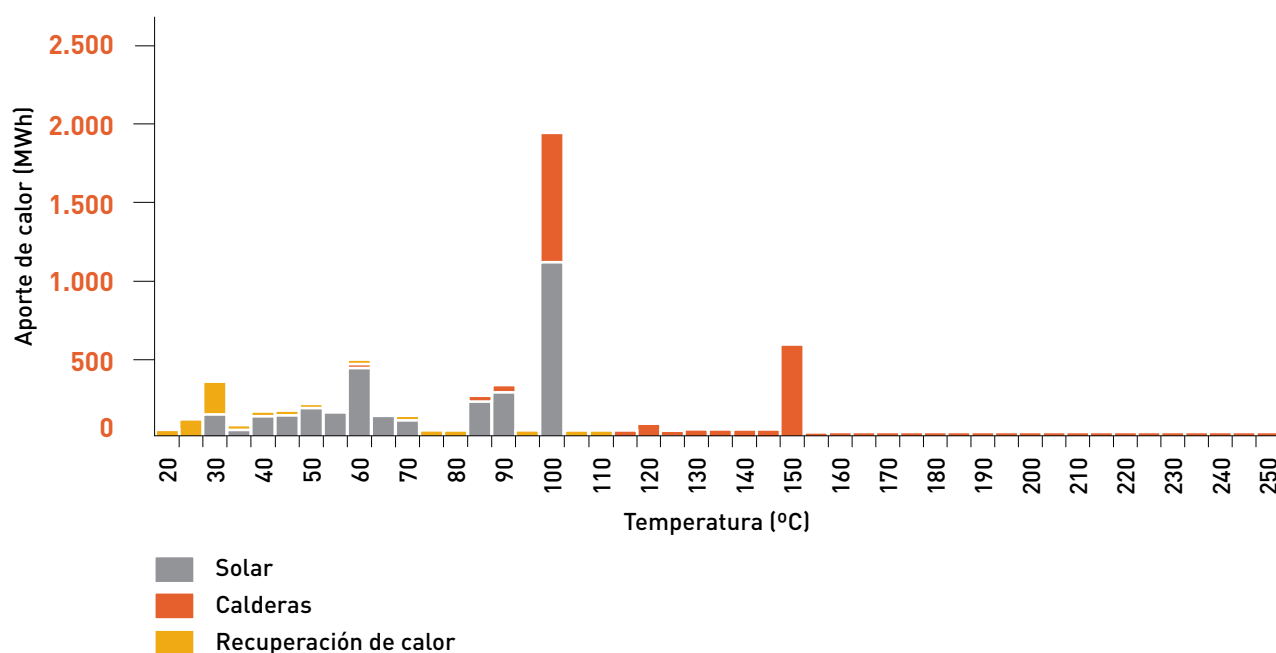
Tabla 2.5.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	1.470,00	1.786,75	1.991,50	2.322,25	2.514,75
Generación de calor útil	MWh	1.102,04	1.340,22	1.493,41	1.741,92	1.885,61
	kWh/kW	749,69	750,09	749,89	750,10	749,82
Temp. media (captador)	°C	101	119	133	148	163
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	1.211,61	1.211,61	1.211,61	1.211,61	1.211,61
Generación de calor útil	MWh	996,93	1.121,83	1 175,04	1.318,79	1.415,25
	kWh/kW	822,81	925,90	969,81	1.088,46	1.168,07
Temp. media (captador)	°C	93	100	111	114	125
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	2.423,23
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	1.871,48
	kWh/kW	-	-	-	-	772,31
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	161
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	1.361,48	1.545,19	1.663,95	1.855,78	1.927,16
Generación de calor útil	MWh	1.057,90	1.248,50	1.359,69	1.564,21	1.681,84
	kWh/kW	777,02	807,99	817,15	842,88	872,70
Temp. media (captador)	°C	98	111	124	133	146
Factor limitante		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%	45,4	53,5	58,3	67,1	72,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	60,7	73,7	82,2	95,8
	Media posible	%	56,2	63,8	68,7	79,5

Tabla 2.5.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		2.439,50	3.591,00	3.986,50	4.915,75	5.157,25
Generación de calor útil	MWh		1.829,04	2.692,17	2.989,91	3.686,03	3.867,27
	kWh/kW		749,76	749,70	750,01	749,84	749,87
Temp. media (captador)	°C		104	122	136	149	163
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.211,61	1.211,61	1.211,61	1.211,61	1.211,61
Generación de calor útil	MWh		1.087,68	1.256,27	1.392,18	1.577,73	1.768,45
	kWh/kW		897,71	1.036,86	1.149,03	1.302,17	1.459,58
Temp. media (captador)	°C		86	90	94	96	99
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		2.423,23	2.423,23	2.423,23	2.423,23	2.423,23
Generación de calor útil	MWh		1.821,39	2.132,88	2.328,70	2.681,88	2.884,56
	kWh/kW		751,64	880,18	960,99	1.106,74	1.190,38
Temp. media (captador)	°C		104	108	114	115	126
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.916,63	2.077,84	2.133,21	2.263,30	2.297,11
Generación de calor útil	MWh		1.514,30	1.843,00	2.027,93	2.358,72	2.553,37
	kWh/kW		790,09	886,98	950,65	1.042,16	1.111,56
Temp. media (captador)	°C		97	102	109	112	120
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		33,9	41,2	45,3	52,7	57,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	100,7	148,2	164,5	202,9	212,8
	Media posible	%	79,1	85,7	88,0	93,4	94,8

Figura 2.5.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.5.8. Fracción solar media del sector

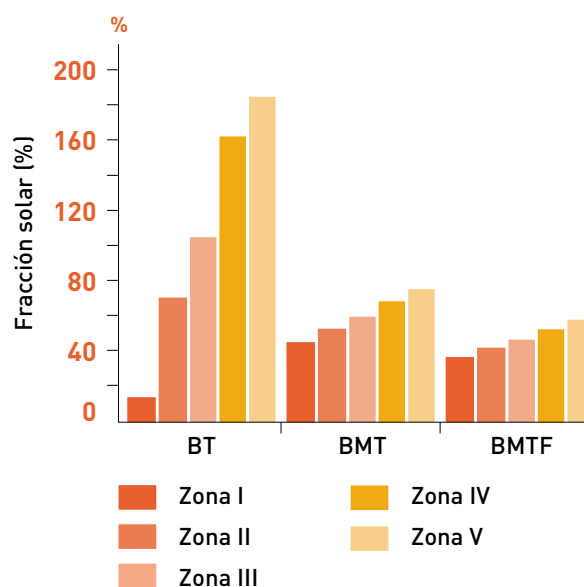


Figura 2.5.9. Grado medio de ocupación de superficie

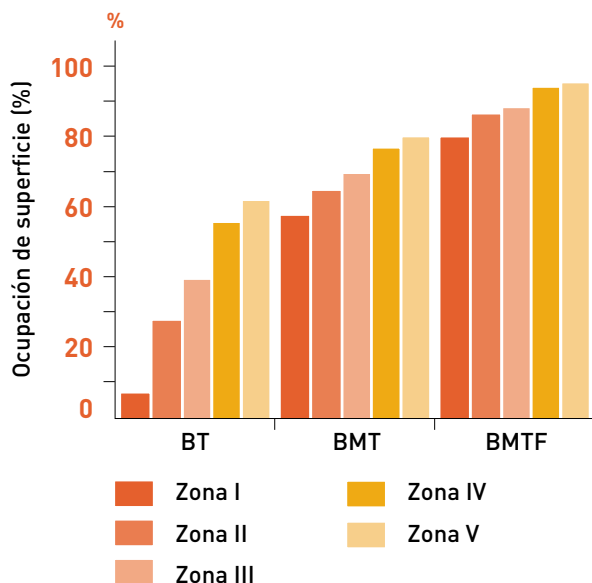
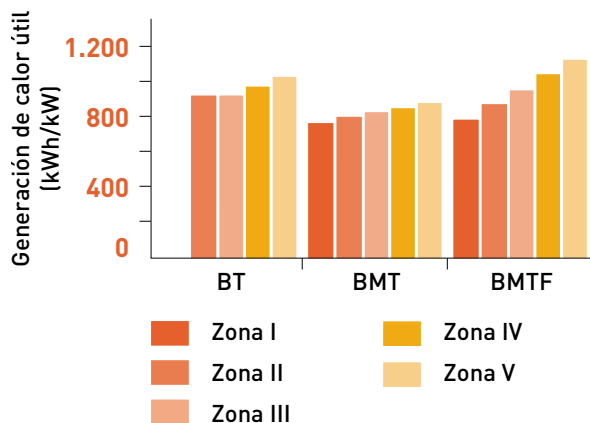


Figura 2.5.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.5.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.5.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	14,33	14,33	32,00	38,15	35,6	79,5	94,8
Cádiz	0,00	20,43	20,43	48,26	58,33	32,9	77,7	93,9
Córdoba	0,00	13,95	13,95	32,33	38,90	33,8	78,3	94,2
Granada	0,00	14,64	14,64	35,26	42,80	32,0	77,2	93,7
Huelva	0,00	9,19	9,19	20,54	24,50	35,6	79,5	94,8
Jaén	0,00	9,81	9,81	22,82	27,48	33,6	78,2	94,2
Málaga	0,00	30,29	30,29	74,32	90,61	31,2	76,6	93,4
Sevilla	0,00	40,79	40,79	91,04	108,52	35,6	79,5	94,8

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Huesca	0,41	3,72	4,13	12,37	15,62	25,2	72,6	91,3
Teruel	0,28	1,89	2,16	6,79	8,64	24,1	71,9	91,0
Zaragoza	2,29	17,76	20,05	61,09	77,33	24,9	72,4	91,2
Asturias	1,19	6,08	7,27	143,87	202,45	3,2	56,6	79,5
Islas Baleares	0,00	31,19	31,19	76,63	93,45	31,2	76,6	93,4
Las Palmas	0,00	63,55	63,55	141,83	169,06	35,6	79,5	94,8
Santa Cruz de Tenerife	0,00	55,30	55,30	123,42	147,11	35,6	79,5	94,8
Cantabria	0,52	2,65	3,16	62,55	88,02	3,2	56,6	79,5
Albacete	0,00	30,54	30,54	68,29	81,44	35,5	79,5	94,8
Ciudad Real	0,03	31,99	32,02	78,74	96,05	31,1	76,6	93,4
Cuenca	0,36	11,08	11,44	29,48	36,27	29,7	75,6	92,9
Guadalajara	0,04	16,27	16,31	40,29	49,20	31,0	76,4	93,3
Toledo	0,19	44,08	44,27	109,73	134,07	30,9	76,4	93,3
Ávila	0,14	5,87	6,01	15,50	19,08	29,5	75,5	92,8
Burgos	1,49	7,83	9,32	42,37	56,90	15,5	65,5	87,4
León	2,01	10,52	12,53	47,12	61,69	19,5	68,5	89,1
Palencia	0,57	2,98	3,55	16,02	21,52	15,7	65,5	87,5
Salamanca	1,58	8,89	10,47	33,87	43,26	23,5	71,5	90,8
Segovia	0,77	4,20	4,96	16,15	20,64	23,4	71,4	90,7
Soria	0,46	2,41	2,87	9,42	12,05	23,2	71,3	90,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Valladolid	2,24	11,80	14,04	60,59	80,90	16,5	66,2	87,9
Zamora	0,77	4,04	4,81	15,81	20,24	23,2	71,3	90,7
Barcelona	8,86	46,91	55,77	202,56	263,77	20,4	69,2	89,5
Girona	1,10	5,78	6,89	23,03	29,58	22,6	70,9	90,4
Lleida	0,64	3,39	4,03	13,34	17,09	23,0	71,1	90,6
Tarragona	0,01	10,95	10,97	27,01	32,97	31,1	76,5	93,4
Alicante/ Alacant	0,00	25,47	25,47	59,04	71,03	33,8	78,3	94,2
Castellón/ Castelló	0,00	10,23	10,23	25,16	30,69	31,1	76,6	93,4
Valencia/ València	0,07	39,46	39,53	97,45	118,93	31,1	76,5	93,4
Badajoz	0,00	53,64	53,64	122,77	147,26	34,4	78,7	94,4
Cáceres	0,00	31,48	31,48	72,89	87,68	33,8	78,3	94,2
A Coruña	0,51	2,58	3,09	61,12	86,00	3,2	56,6	79,5
Lugo	0,42	2,21	2,63	16,05	21,90	11,1	62,2	84,6
Ourense	0,47	2,47	2,94	15,11	20,43	13,5	64,0	86,1
Pontevedra	0,83	4,32	5,15	52,48	72,91	6,3	58,8	81,5
La Rioja	0,64	3,37	4,02	13,70	17,65	22,1	70,5	90,2
Madrid	0,00	51,98	51,98	127,71	155,75	31,2	76,6	93,4
Murcia	0,00	37,38	37,38	86,94	104,69	33,6	78,2	94,2
Navarra	3,42	17,87	21,28	87,46	114,62	17,6	67,2	87,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,27	1,38	1,65	24,94	34,94	4,2	57,3	80,1
Guipúzcoa	0,43	2,20	2,62	51,91	73,05	3,2	56,6	79,5
Vizcaya	0,67	3,43	4,10	81,05	114,05	3,2	56,6	79,5
Ceuta	0,00	1,22	1,22	2,72	3,25	35,6	79,5	94,8
Melilla	0,00	1,16	1,16	2,58	3,08	35,6	79,5	94,8
Total nacional	33,66	886,96	920,61	2.835,51	3.585,60	23,4	71,1	89,7

Tabla 2.5.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	16.085	16.085	184,7	27.922	72,1	42.389	57,0
Cádiz	0	22.849	22.849	170,1	41.244	69,0	62.364	54,4
Córdoba	0	15.626	15.626	174,9	27.827	70,0	42.134	55,3
Granada	0	16.356	16.356	165,4	29.925	68,0	45.188	53,6
Huelva	0	10.315	10.315	184,4	17.918	72,0	27.201	57,0
Jaén	0	10.986	10.986	174,0	19.613	69,8	29.690	55,1
Málaga	0	33.806	33.806	161,1	62.672	67,1	94.513	52,8

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Sevilla	0	45.788	45.788	184,9	79.451	72,1	120.623	57,1
Huesca	389	4.150	4.539	120,7	10.152	60,7	15.190	47,3
Teruel	263	2.105	2.368	113,0	5.542	59,5	8.278	46,3
Zaragoza	2.177	19.808	21.985	117,7	50.005	60,2	74.777	46,9
Asturias	1.129	6.934	8.063	14,6	111.632	45,4	159.793	33,9
Islas Baleares	0	34.808	34.808	160,8	64.588	67,1	97.395	52,7
Las Palmas	0	71.333	71.333	184,9	123.777	72,1	187.917	57,1
Santa Cruz de Tenerife	0	62.073	62.073	184,9	107.709	72,1	163.524	57,1
Cantabria	491	3.015	3.506	14,6	48.536	45,4	69.475	33,9
Albacete	0	34.281	34.281	184,4	59.559	72,0	90.411	57,0
Ciudad Real	24	35.697	35.721	160,5	66.362	67,0	100.066	52,7
Cuenca	339	12.376	12.715	149,5	24.765	65,5	37.289	51,4
Guadalajara	34	18.157	18.191	159,4	33.938	66,9	51.163	52,5
Toledo	181	49.186	49.367	158,6	92.370	66,7	139.235	52,4
Ávila	135	6.549	6.684	149,6	12.974	65,3	19.525	51,2
Burgos	1.412	8.675	10.087	70,4	34.044	53,4	50.236	41,1
León	1.906	11.707	13.613	89,1	38.064	56,0	56.503	43,3
Palencia	538	3.304	3.842	71,0	12.880	53,5	19.013	41,2
Salamanca	1.500	9.913	11.414	108,2	27.527	58,7	41.077	45,6
Segovia	728	4.680	5.408	107,4	13.115	58,5	19.566	45,5

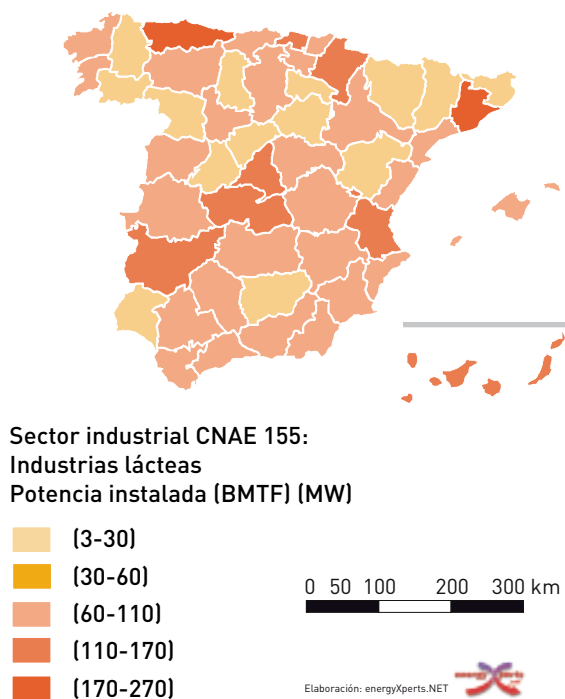
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Soria	437	2.684	3.121	105,9	7.639	58,3	11.394	45,3
Valladolid	2.130	13.082	15.212	75,0	48.763	54,1	72.075	41,7
Zamora	734	4.507	5.241	105,9	12.829	58,3	19.134	45,3
Barcelona	8.416	52.217	60.633	93,1	163.832	56,6	243.474	43,8
Girona	1.049	6.446	7.495	103,5	18.674	58,0	27.833	45,0
Lleida	611	3.778	4.389	105,0	10.819	58,2	16.131	45,2
Tarragona	14	12.220	12.234	160,1	22.761	67,0	34.318	52,6
Alicante/ Alacant	0	28.525	28.525	174,9	50.808	70,0	76.929	55,3
Castellón/ Castelló	4	11.414	11.419	160,6	21.206	67,0	31.975	52,7
Valencia/ València	63	44.035	44.098	159,9	82.093	66,9	123.772	52,6
Badajoz	0	60.118	60.118	178,1	106.143	70,7	160.857	55,9
Cáceres	0	35.257	35.257	175,1	62.755	70,1	95.025	55,3
A Coruña	480	2.946	3.425	14,6	47.423	45,4	67.883	33,9
Lugo	399	2.451	2.850	50,2	12.748	50,5	18.629	38,5
Ourense	447	2.744	3.191	61,2	12.079	52,1	17.748	39,9
Pontevedra	787	4.837	5.625	28,8	41.128	47,4	59.397	35,7
La Rioja	612	3.759	4.371	100,9	11.097	57,6	16.529	44,7
Madrid	2	58.002	58.004	160,8	107.641	67,1	162.315	52,7
Murcia	0	41.852	41.852	174,0	74.725	69,8	113.114	55,1
Navarra	3.248	19.950	23.198	80,4	70.207	54,7	103.733	42,1

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Álava	255	1.565	1.819	19,2	19.417	46,0	27.875	34,4
Guipúzcoa	407	2.502	2.910	14,6	40.283	45,4	57.662	33,9
Vizcaya	636	3.907	4.543	14,6	62.890	45,4	90.022	33,9
Ceuta	0	1.370	1.370	184,9	2.377	72,1	3.609	57,1
Melilla	0	1.298	1.298	184,9	2.253	72,1	3.420	57,1
Total nacional	31.977	992.027	1.024.005	117,7	2.356.696	60,9	3.519.387	47,4

Figura 2.5.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.5.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitada por la demanda a baja temperatura en zonas I – III y en régimen intermedio en zonas IV y V (ocupación media de la superficie disponible del 23%); para la demanda total a baja y media temperatura el sector está en régimen intermedio (excepto demanda BMTF en zonas IV y V, donde hay limitación de superficie), permitiendo una fracción solar del 61% (calor a baja y media temperatura) y del 47% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 100 °C, con una aportación importante para la generación de frío:

- Calefacción naves y oficinas.
- Agua caliente limpieza.
- Termización/higienización.
- Desnatado.
- Pasteurización.
- Esterilización.
- Fermentación del yogur.
- Coagulación del queso.
- Fusión del queso.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de

las demandas para el precalentamiento en el proceso de secado (deshidratación) y de tratamiento UHT.

2.5.6 Referencias bibliográficas

MITYC [2003]:

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. 2. Subsector Alimentación, Bebidas y Tabaco. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa, Documentos sectoriales

<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Estrategia/Documentos/Paginas/DocumentoSectoriales.aspx>

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector lácteo. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

2.6 CNAE 156. MOLINERÍA, ALMIDONES Y PRODUCTOS AMILÁCEOS

2.6.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.6.1.

Tabla 2.6.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	488	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	7.178	14,71
Número de empleados	-	6.857	14,1
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	2.077.489	4.257
Consumo total electricidad		572.235	1.173
Consumo energía final (gen. calor)		2.111.823	4.328
Consumo electricidad gen. frío		113.870	233

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	1.129.479	2.315
Otras superficies adyacentes		349.498	716
Total		1.478.977	3.031
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	1.505	
Por € de facturación	kWh/€	0,31	
Por trabajador	kWh/trabajador	324.587	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.6.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.6.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual/recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		2,7	0,01	115,73	0,83	96,40			Manten./circulac.		50 kWh/a.m ²	
Secado de almidón	70	15	58,4	0,17	2.527,07	0,83	2.105,05	35	35	Manten./circulac.	Supuesto secado al vacío (0,3 bar)		
Agua caliente limpieza	60	15	38,9	0,11	1.684,71	0,83	1.403,37	30	-	Manten./circulac.			
Total consumo de calor			0,29	4.327,51	0,83	3.604,81							

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.6.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	14,6		101,99	85,00	0,70	145,70	Resultados Tarea 1	
Frío a temperaturas > 5 °C	6	85,4		598,03	85,00	0,70	854,33		
Total consumo de frío		-		700,02			1.000,03		

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como muestra en la Figura 2.6.1. La Figura 2.6.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.6.3.

Figura 2.6.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

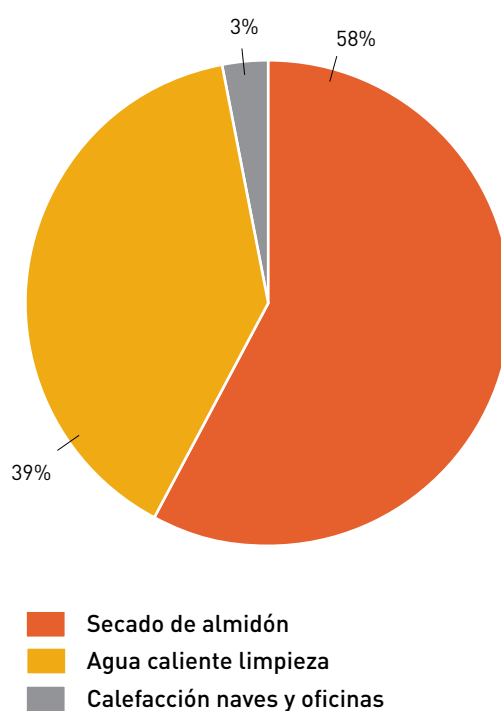


Figura 2.6.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

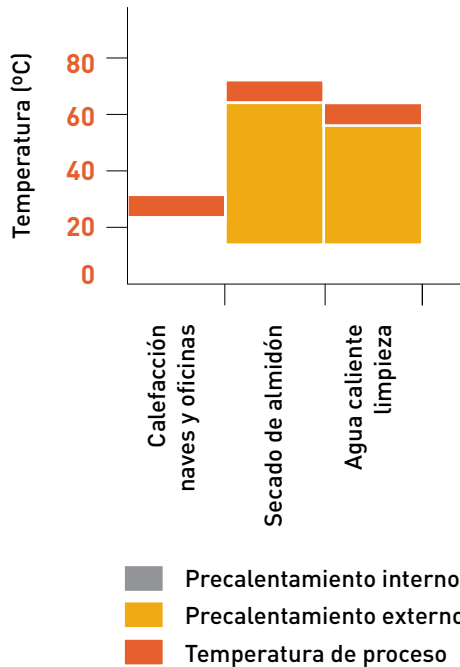
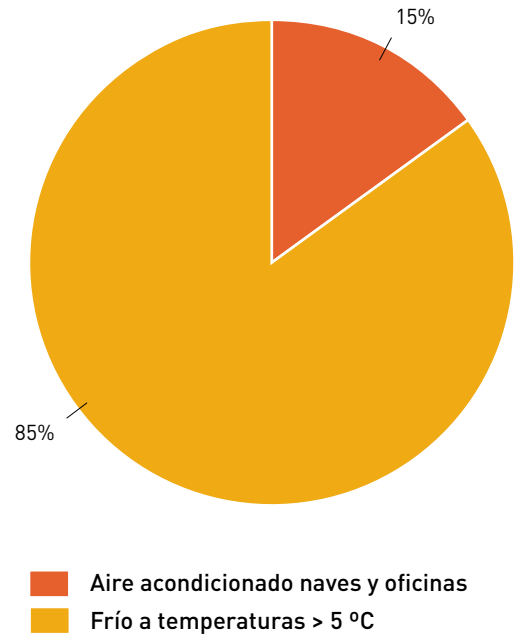


Figura 2.6.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.6.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.6.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.6.5.

Tabla 2.6.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	3.676		1.002	4.678	
Con recuperación de calor	MWh	3.308			4.312	
Reducción recuperación de calor	%	10			8	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	936	28,3%		932	21,6%
60 a 120 °C	MWh	2.373	71,7%		3.380	78,4%
120 a 250 °C	MWh	0	0,0%		0	0,0%
Total baja y media temperatura	MWh	3.308	100,0%		4.312	100,0%

Figura 2.6.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

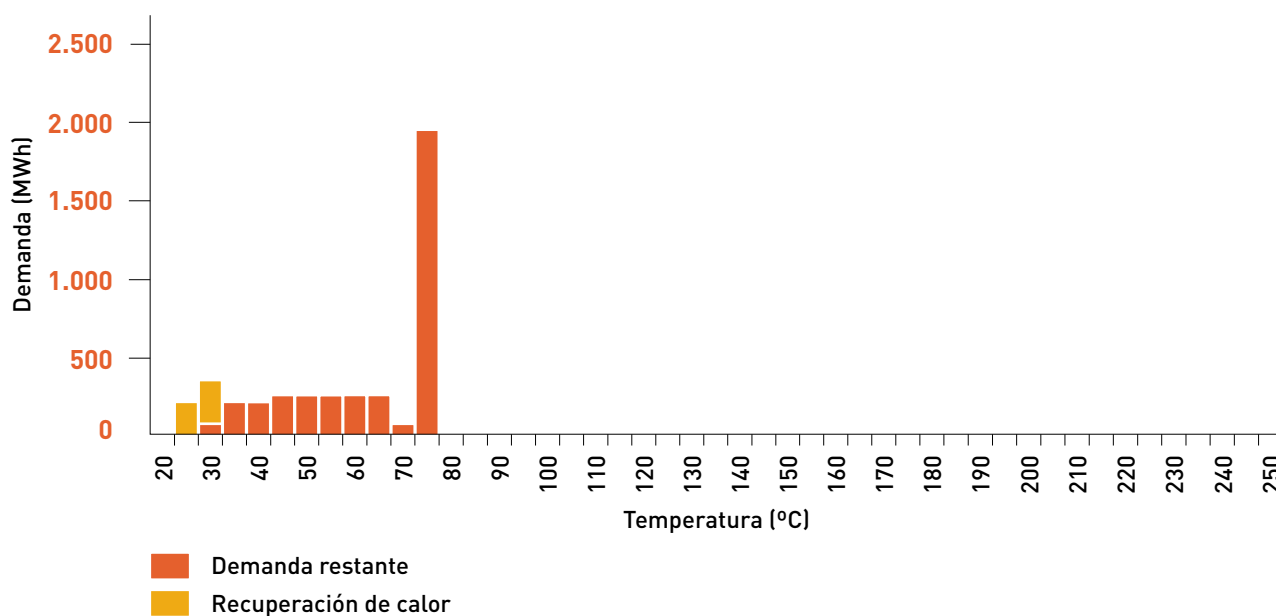
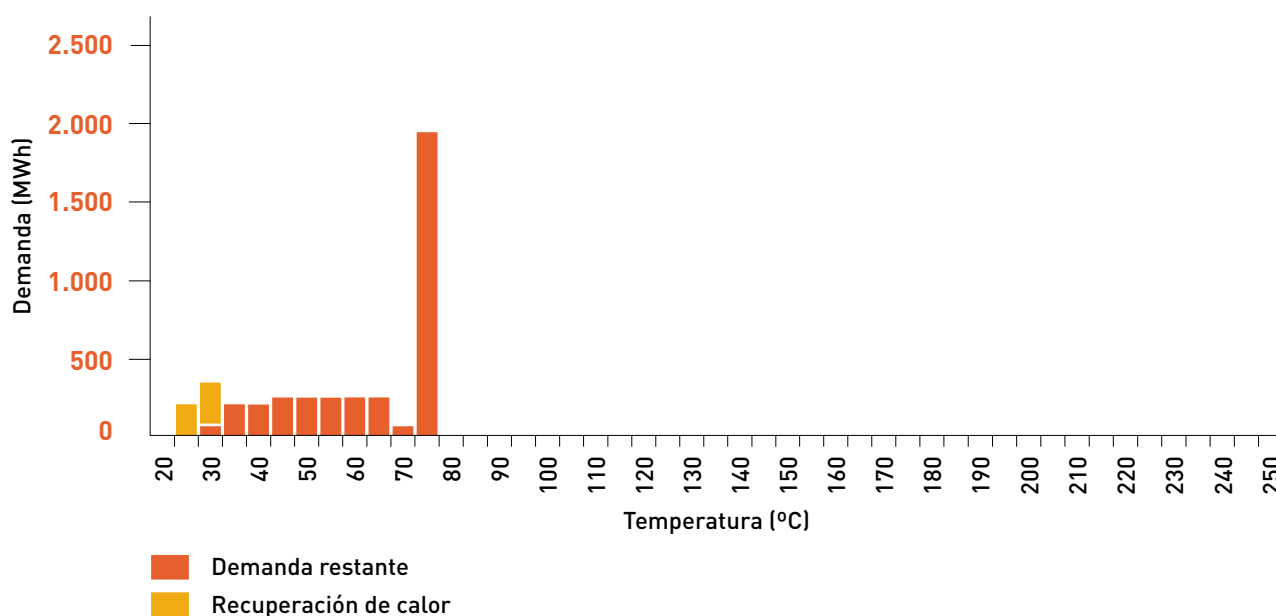


Figura 2.6.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.6.4 Potencial solar térmica

2.6.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.6.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	476,00	714,00	1.323,00	2.152,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	451,85	678,76	1.257,04	2.045,41
	kWh/kW	0,00	949,27	950,64	950,14	950,25
Temp. media (captador)	°C		58	65	75	88
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	432,60	436,78	452,04	454,16
Generación de calor útil	MWh	-	417,33	455,08	548,72	617,69
	kWh/kW	-	965	1.042	1.214	1.360
Temp. media (captador)	°C	-	57	59	60	63
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	904,08	908,32
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	943,57	1.077,23
	kWh/kW	-	-	-	1.044	1.186
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	70	73
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	457,77	597,57	772,87	891,76
Generación de calor útil	MWh	0,00	437,35	584,81	821,62	1.019,77
	kWh/kW	-	955,39	978,65	1.063,07	1.143,55
Temp. media (captador)	°C		58	63	66	71
Factor limitante		Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Superficie
Fracción solar	%	0,0	46,7	62,5	87,8	109,0

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	55,0	81,7	146,3	237,0
	Media posible	%	0,0	52,9	68,4	85,5	98,2

Figura 2.6.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

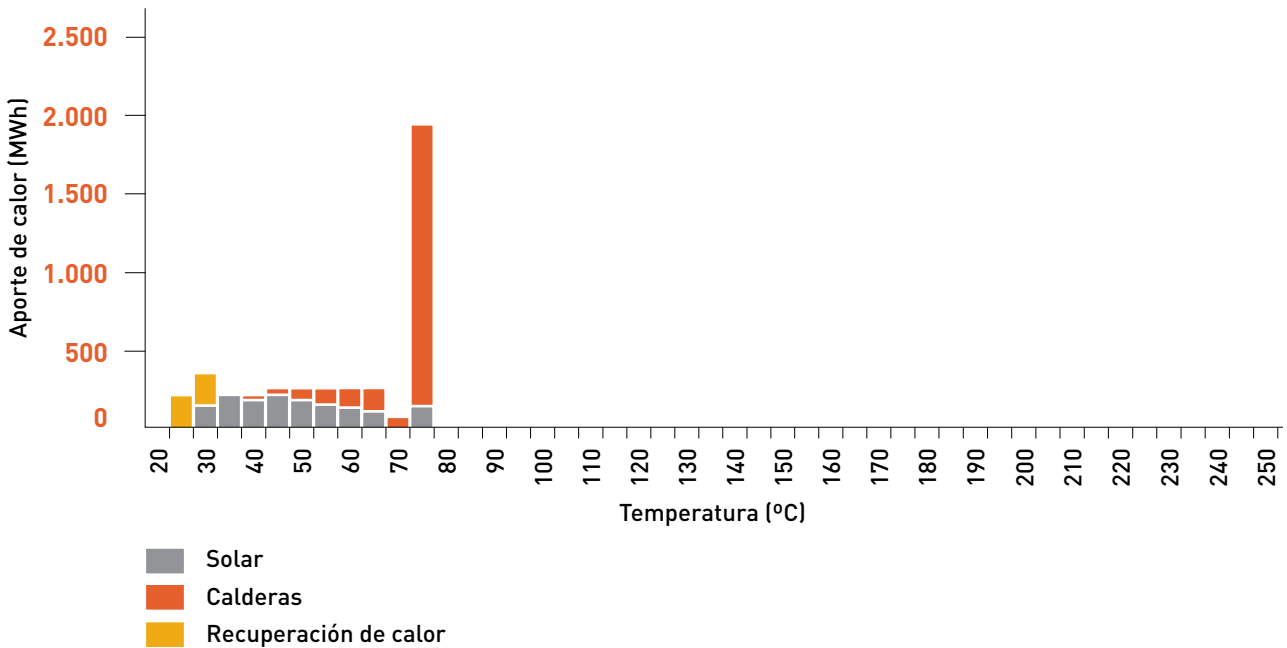


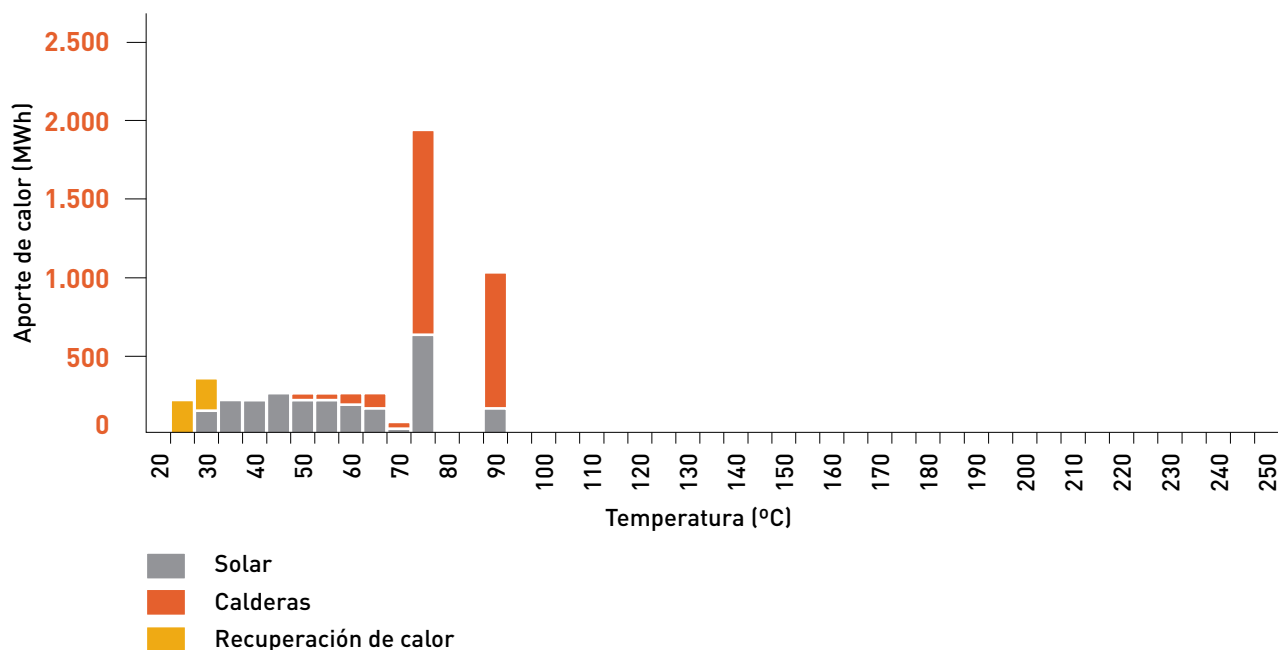
Tabla 2.6.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		3.066,00	3.559,50	3.559,50	3.559,50	3.559,50
Generación de calor útil	MWh		2.300,08	2.723,12	2.733,30	3.096,30	3.113,74
	kWh/kW		750,19	765,03	767,89	869,87	874,77
Temp. media (captador)	°C		101	116	129	131	145
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		711,43	711,43	711,43	711,43	711,43
Generación de calor útil	MWh		731,61	838,45	921,60	1.039,44	1.152,22
	kWh/kW		1.028,36	1.178,54	1.295,42	1.461,06	1.619,59
Temp. media (captador)	°C		69	72	74	76	79
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		1.422,86	1.422,86	1.422,86	1.422,86	1.422,86
Generación de calor útil	MWh		1.330,33	1.515,13	1.676,44	1.892,57	2.084,94
	kWh/kW		934,97	1.064,85	1.178,22	1.330,12	1.465,32
Temp. media (captador)	°C		80	85	88	90	95
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.354,10	1.423,19	1.423,19	1.423,19	1.423,19
Generación de calor útil	MWh		1.214,63	1.400,04	1.507,37	1.702,78	1.837,23
	kWh/kW		897,00	983,74	1.059,15	1.196,45	1.290,93
Temp. media (captador)	°C		78	84	88	90	95
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		36,7	42,3	45,6	51,5	55,5
Ocupación de superficie	Deseada	%	215,5	250,2	250,2	250,2	250,2
	Media posible	%	95,2	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 2.6.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		3.559,50	3.559,50	3.559,50	3.559,50	3.559,50
Generación de calor útil	MWh		2.715,86	3.052,45	3.198,57	3.682,55	3.757,69
	kWh/kW		762,99	857,55	898,60	1.034,57	1.055,68
Temp. media (captador)	°C		100	108	117	118	131
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		711,43	711,43	711,43	711,43	711,43
Generación de calor útil	MWh		732,91	841,14	925,23	1.042,73	1.156,77
	kWh/kW		1.030,20	1.182,33	1.300,52	1.465,68	1.625,98
Temp. media (captador)	°C		69	71	74	75	79
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		1.422,86	1.422,86	1.422,86	1.422,86	1.422,86
Generación de calor útil	MWh		1.341,36	1.535,24	1.704,16	1.922,06	2.133,26
	kWh/kW		942,72	1.078,98	1.197,70	1.350,84	1.499,28
Temp. media (captador)	°C		79	83	86	88	92
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.423,19	1.423,19	1.423,19	1.423,19	1.423,19
Generación de calor útil	MWh		1.278,24	1.456,13	1.586,23	1.799,21	1.950,56
	kWh/kW		898,15	1.023,14	1.114,56	1.264,21	1.370,55
Temp. media (captador)	°C		78	82	85	87	92
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		29,6	33,8	36,8	41,7	45,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,2	250,2	250,2	250,2	250,2
	Media posible	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Figura 2.6.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.6.8. Fracción solar media del sector

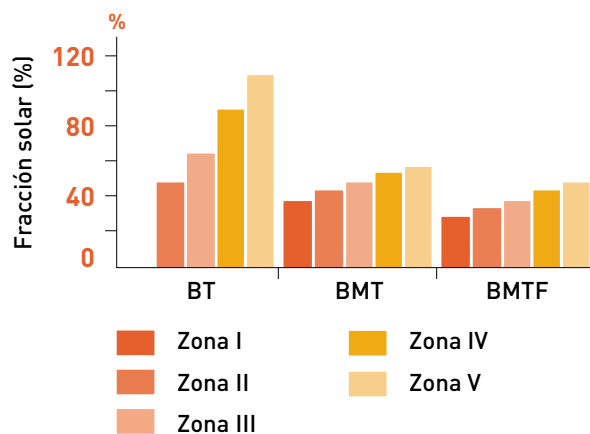


Figura 2.6.9. Grado medio de ocupación de superficie

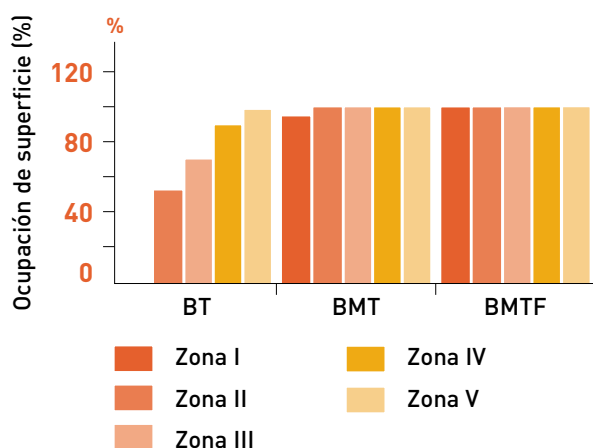
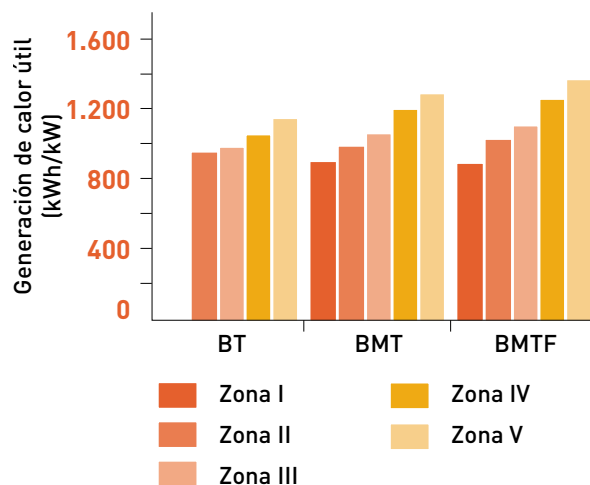


Figura 2.6.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.6.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.6.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	5,47	5,47	9,71	9,71	56,3	100,0	100,0
Cádiz	0,00	7,64	7,64	14,98	14,98	51,0	100,0	100,0
Córdoba	0,00	5,25	5,25	9,96	9,96	52,8	100,0	100,0
Granada	0,00	5,44	5,44	11,02	11,02	49,3	100,0	100,0
Huelva	0,00	3,50	3,50	6,24	6,24	56,2	100,0	100,0
Jaén	0,00	3,69	3,69	7,04	7,04	52,4	100,0	100,0
Málaga	0,00	11,17	11,17	23,40	23,40	47,8	100,0	100,0
Sevilla	0,00	15,56	15,56	27,62	27,62	56,4	100,0	100,0
Huesca	0,00	2,79	2,79	7,17	7,17	39,0	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Teruel	0,00	1,49	1,49	3,99	3,99	37,3	100,0	100,0
Zaragoza	0,00	13,64	13,64	35,61	35,61	38,3	100,0	100,0
Asturias	0,00	0,00	0,00	28,87	30,34	0,0	95,2	100,0
Islas Baleares	0,00	6,62	6,62	13,90	13,90	47,6	100,0	100,0
Las Palmas	0,00	20,57	20,57	36,50	36,50	56,4	100,0	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	17,90	17,90	31,76	31,76	56,4	100,0	100,0
Cantabria	0,00	0,00	0,00	14,43	15,17	0,0	95,2	100,0
Albacete	0,00	17,38	17,38	30,95	30,95	56,2	100,0	100,0
Ciudad Real	0,00	17,63	17,63	37,05	37,05	47,6	100,0	100,0
Cuenca	0,00	6,48	6,48	14,16	14,16	45,8	100,0	100,0
Guadalajara	0,00	8,99	8,99	19,00	19,00	47,3	100,0	100,0
Toledo	0,00	24,43	24,43	51,80	51,80	47,2	100,0	100,0
Ávila	0,00	2,21	2,21	4,89	4,89	45,2	100,0	100,0
Burgos	0,00	4,25	4,25	15,64	15,66	27,1	99,9	100,0
León	0,00	5,32	5,32	16,71	16,71	31,8	100,0	100,0
Palencia	0,00	1,63	1,63	5,91	5,91	27,6	100,0	100,0
Salamanca	0,00	4,18	4,18	11,54	11,54	36,3	100,0	100,0
Segovia	0,00	1,99	1,99	5,51	5,51	36,1	100,0	100,0
Soria	0,00	1,15	1,15	3,22	3,22	35,8	100,0	100,0
Valladolid	0,00	6,32	6,32	22,17	22,17	28,5	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zamora	0,00	1,94	1,94	5,41	5,41	35,8	100,0	100,0
Barcelona	0,00	27,87	27,87	85,07	85,07	32,8	100,0	100,0
Girona	0,00	3,33	3,33	9,46	9,46	35,2	100,0	100,0
Lleida	0,00	1,94	1,94	5,46	5,46	35,5	100,0	100,0
Tarragona	0,00	4,74	4,74	9,98	9,98	47,5	100,0	100,0
Alicante/ Alacant	0,00	16,84	16,84	31,94	31,94	52,7	100,0	100,0
Castellón/ Castelló	0,00	6,63	6,63	13,93	13,93	47,6	100,0	100,0
Valencia/ València	0,00	25,62	25,62	53,99	53,99	47,5	100,0	100,0
Badajoz	0,00	12,81	12,81	23,75	23,75	53,9	100,0	100,0
Cáceres	0,00	7,48	7,48	14,17	14,17	52,8	100,0	100,0
A Coruña	0,00	0,00	0,00	32,00	33,63	0,0	95,2	100,0
Lugo	0,00	1,41	1,41	7,97	8,12	17,4	98,2	100,0
Ourense	0,00	1,69	1,69	7,39	7,46	22,6	99,1	100,0
Pontevedra	0,00	1,95	1,95	26,89	27,90	7,0	96,4	100,0
La Rioja	0,00	3,94	3,94	11,38	11,38	34,6	100,0	100,0
Madrid	0,00	6,62	6,62	13,90	13,90	47,6	100,0	100,0
Murcia	0,00	13,25	13,25	25,28	25,28	52,4	100,0	100,0
Navarra	0,00	4,23	4,23	16,21	16,43	25,8	98,7	100,0
Álava	0,00	0,04	0,04	1,70	1,78	2,2	95,5	100,0
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	3,57	3,75	0,0	95,2	100,0

[Continuación]

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	5,57	5,85	0,0	95,2	100,0
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,4	100,0	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,4	100,0	100,0
Total nacional	0,00	365,04	365,04	925,78	931,63	39,2	99,4	100,0

Tabla 2.6.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	6.949	6.949	108,8	12.530	55,5	13.302	45,2
Cádiz	0	9.454	9.454	96,0	18.470	53,0	19.554	43,1
Córdoba	0	6.566	6.566	100,3	12.470	53,9	13.215	43,8
Granada	0	6.661	6.661	91,9	13.392	52,3	14.164	42,4
Huelva	0	4.453	4.453	108,6	8.041	55,5	8.536	45,2
Jaén	0	4.603	4.603	99,4	8.788	53,7	9.311	43,7
Málaga	0	13.551	13.551	88,1	28.028	51,5	29.617	41,8
Sevilla	0	19.790	19.790	109,0	35.654	55,5	37.853	45,2
Huesca	0	3.267	3.267	69,3	7.860	47,2	8.279	38,1

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Teruel	0	1.727	1.727	65,8	4.303	46,3	4.530	37,4
Zaragoza	0	15.902	15.902	67,9	38.762	46,8	40.829	37,8
Asturias	0	0	0	0,0	25.892	36,7	27.248	29,6
Islas Baleares	0	8.027	8.027	87,8	16.637	51,5	17.579	41,7
Las Palmas	0	26.153	26.153	109,0	47.118	55,5	50.024	45,2
Santa Cruz de Tenerife	0	22.758	22.758	109,0	41.001	55,5	43.530	45,2
Cantabria	0	0	0	0,0	12.946	36,7	13.624	29,6
Albacete	0	22.088	22.088	108,6	39.895	55,4	42.352	45,2
Ciudad Real	0	21.368	21.368	87,7	44.306	51,4	46.815	41,7
Cuenca	0	7.838	7.838	84,2	16.617	50,5	17.554	40,9
Guadalajara	0	10.887	10.887	87,2	22.664	51,3	23.944	41,6
Toledo	0	29.568	29.568	86,8	61.700	51,2	65.185	41,5
Ávila	0	2.655	2.655	82,7	5.709	50,3	6.027	40,7
Burgos	0	4.736	4.736	46,0	15.383	42,3	16.007	33,7
León	0	6.030	6.030	54,9	17.090	44,0	17.887	35,3
Palencia	0	1.818	1.818	46,7	5.819	42,3	6.052	33,8
Salamanca	0	4.819	4.819	63,5	12.284	45,8	12.929	37,0
Segovia	0	2.287	2.287	63,2	5.854	45,7	6.161	36,9
Soria	0	1.324	1.324	62,5	3.412	45,6	3.590	36,8
Valladolid	0	7.075	7.075	48,6	21.998	42,7	22.912	34,1

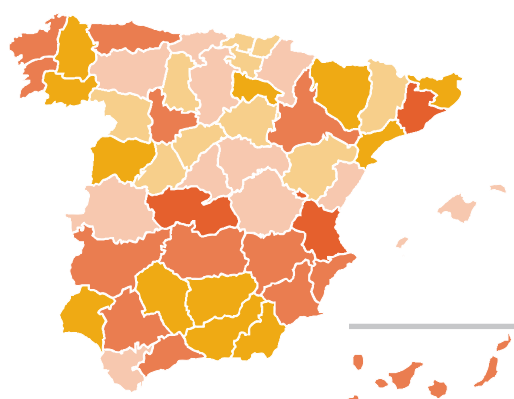
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Zamora	0	2.223	2.223	62,5	5.729	45,6	6.029	36,8
Barcelona	0	31.716	31.716	56,7	87.751	44,4	91.959	35,7
Girona	0	3.819	3.819	61,4	9.970	45,3	10.484	36,6
Lleida	0	2.228	2.228	62,1	5.773	45,5	6.073	36,7
Tarragona	0	5.742	5.742	87,5	11.926	51,4	12.601	41,7
Alicante/ Alacant	0	21.043	21.043	100,2	39.985	53,8	42.371	43,8
Castellón/ Castelló	0	8.031	8.031	87,7	16.654	51,4	17.597	41,7
Valencia/ València	0	31.032	31.032	87,4	64.486	51,4	68.134	41,7
Badajoz	0	16.095	16.095	103,1	30.036	54,4	31.848	44,3
Cáceres	0	9.355	9.355	100,4	17.751	53,9	18.811	43,8
A Coruña	0	0	0	0,0	28.706	36,7	30.209	29,6
Lugo	0	1.575	1.575	29,5	7.596	40,3	7.932	32,3
Ourense	0	1.881	1.881	38,4	7.167	41,3	7.470	33,1
Pontevedra	0	2.168	2.168	11,8	24.730	38,1	25.939	30,7
La Rioja	0	4.506	4.506	60,2	11.927	45,1	12.531	36,4
Madrid	0	8.026	8.026	87,8	16.636	51,5	17.578	41,7
Murcia	0	16.526	16.526	99,4	31.558	53,7	33.436	43,7
Navarra	0	4.862	4.862	45,0	16.459	43,1	17.320	34,8
Álava	0	43	43	3,7	1.538	37,2	1.617	30,0
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	3.198	36,7	3.365	29,6

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Vizcaya	0	0	0	0,0	4.993	36,7	5.254	29,6
Ceuta	0	0	0	109,0	0	55,5	0	45,2
Melilla	0	0	0	109,0	0	55,5	0	45,2
Total nacional	0	443.229	443.229	72,4	1.049.189	48,4	1.107.168	39,2

Figura 2.6.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



Sector industrial CNAE 156:
Molinería, almidones
y productos amiláceos
Potencia instalada (BMTF) (MW)

- (0-6)
- (6-12)
- (12-20)
- (20-40)
- (40-85)

0 50 100 200 300 km

Elaboración: energyXperts.NET

2.6.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector a baja temperatura está limitada por la demanda en zona I, en régimen intermedio en zonas II, III y IV y limitada por la superficie disponible en zona

V (ocupación media de la superficie disponible del 39%). El potencial para la demanda total a baja y media temperatura está limitado por la superficie, permitiendo una fracción solar del 48% (calor a baja y media temperatura) y del 39% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar puede cubrir la práctica totalidad de los procesos con demandas inferiores a 70 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Secado de almidón (precalentamiento).
- Agua caliente limpieza.

Y una parte de la demanda para secado de almidón (recirculación) y generación de frío.

2.6.6 Referencias bibliográficas

MITYC [2003]:

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. 2. Subsector Alimentación, Bebidas y Tabaco. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa, Documentos sectoriales

<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Estrategia/Documentos/Paginas/DocumentoSectoriales.aspx>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

2.7 CNAE 157. PRODUCTOS PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

2.7.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.7.1.

Tabla 2.7.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	938	
Producción total	up	18.936.000	20.188
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas		
Facturación	M€	7,178	7,65
Número de empleados	-	14.067	15,0
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	2.400.495	2.559
Consumo total electricidad		1.087.078	1.159
Consumo energía final (gen. calor)		2.465.720	2.629
Consumo electricidad gen. frío		216.479	231
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	2.159.142	2.302
Otras superficies adyacentes		655.881	699
Total		2.815.023	3.001

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m ²	953	
Por € de facturación	kWh/€	0,37	
Por trabajador	kWh/trabajador	190.673	
Por unidad de producto	kWh/up	142	

2.7.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.7.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual/recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		5,3	0,02	138,11	0,83	115,05			Manten.		60 kWh/a.m ²	
Cocción	140		16,0	0,05	420,59	0,83	350,35			Manten.			
Hervido	100		16,0	0,05	420,59	0,83	350,35			Manten.	BREF Food, Drink and Milk Industries		
Esterilización	120		10,7	0,04	280,39	0,83	233,57			Manten.	BREF Food, Drink and Milk Industries		
Deshidratación	135	18	40,1	0,14	1.053,57	0,98	1.032,49	50	54	Circulac.	Fuente: BREF Food, Drink and Milk Industries TinR calculada considerando ToutR 90°C (BREF Food, Drink and Milk Industries) y 50% de recup. calor		
Agua caliente limpieza	60	15	12,0	0,04	315,44	0,83	262,76	30	-	Circulac.			
Total consumo de calor			130,21	2.628,70	0,89	2.344,58							

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.7.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	14,6	1,67	101,31	85	0,70	144,73	Resultados Tarea 1	
Refrigeración	0	85,4	9,76	591,06	95	0,60	985,09		
Total consumo de frío			11,43	692,36			1.129,82		

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como muestra en la Figura 2.7.1. La Figura 2.7.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.7.3.

Figura 2.7.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

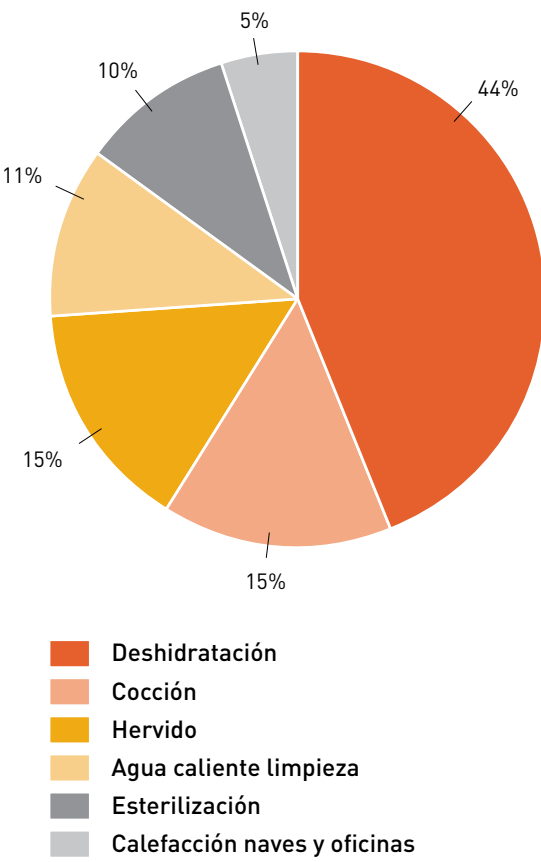


Figura 2.7.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

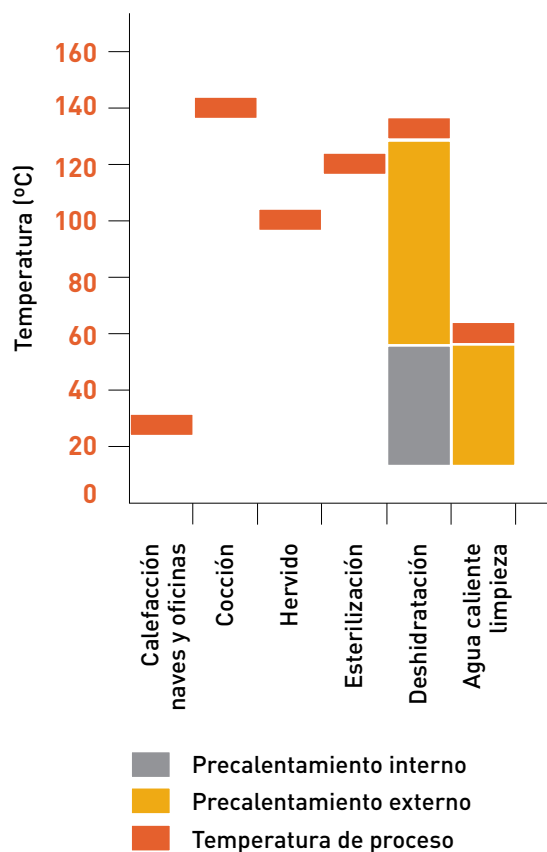
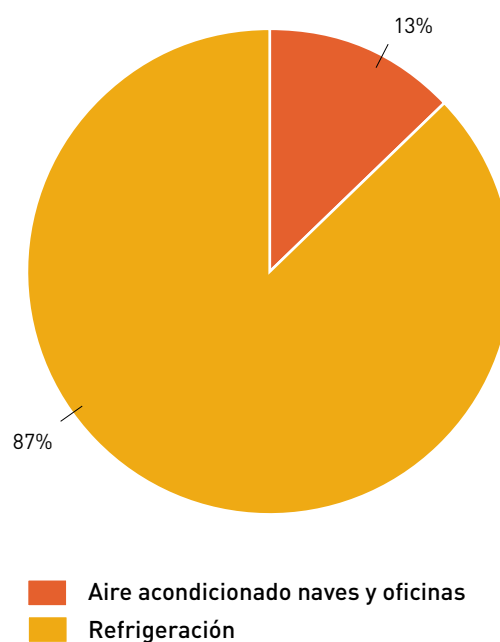


Figura 2.7.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.7.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.7.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.7.5.

Tabla 2.7.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	2.397		1.126	3.522	
Con recuperación de calor	MWh	2.160			3.287	
Reducción recuperación de calor	%	10			7	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	90	4,1%		89	2,7%
60 a 120 °C	MWh	1.148	53,1%		2.283	69,5%
120 a 250 °C	MWh	923	42,7%		915	27,8%
Total baja y media temperatura	MWh	2.160	100,0%		3.287	100,0%

Figura 2.7.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

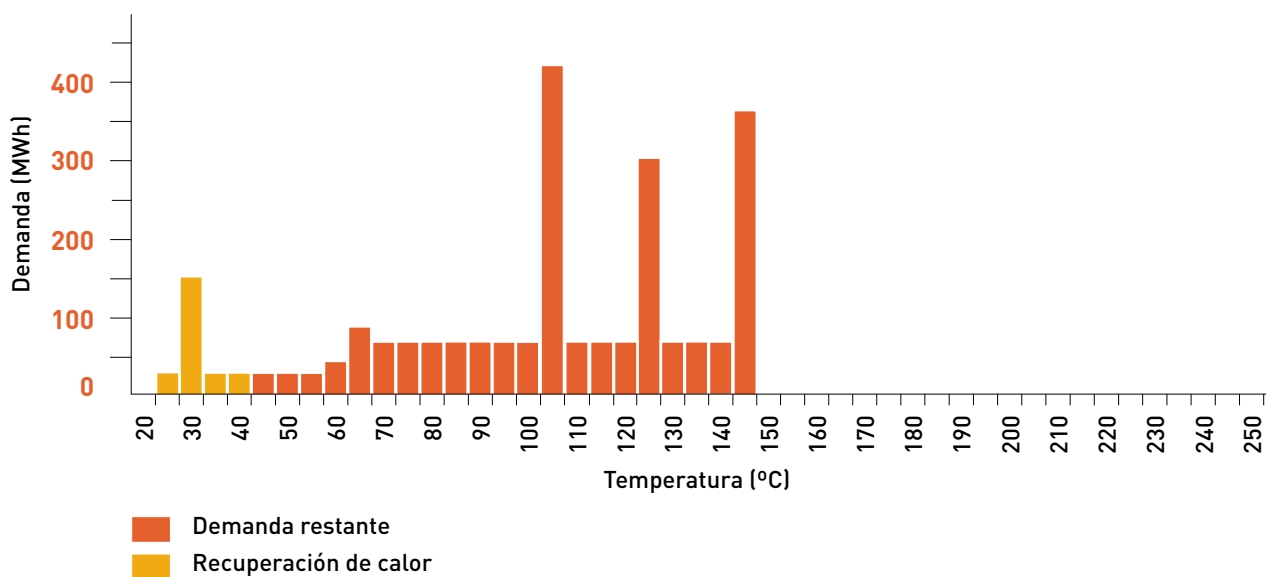
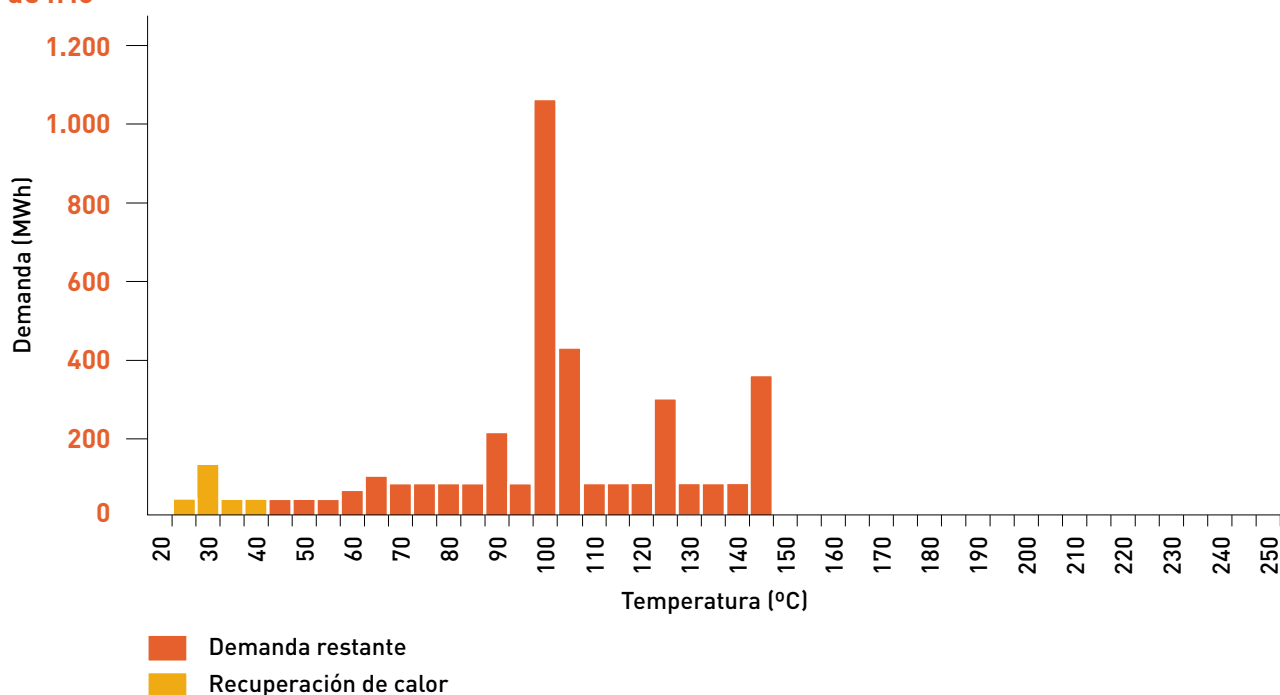


Figura 2.7.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.7.4 Potencial solar térmica

2.7.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.7.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	154,00	318,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	146,29	301,93
	kWh/kW	0,00	0,00	0,00	949,91	947,98
Temp. media (captador)	°C				74	87
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	0,00	0,00	154,00	318,50
Generación de calor útil	MWh		0,00	0,00	0,00	146,29	301,93
	kWh/kW		-	0,00	0,00	949,91	947,98
Temp. media (captador)	°C					74	87
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	0,0	0,0	163,4	337,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	0,0	17,2	35,4
	Media posible	%	0,0	0,0	0,0	17,2	35,4

Figura 2.7.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

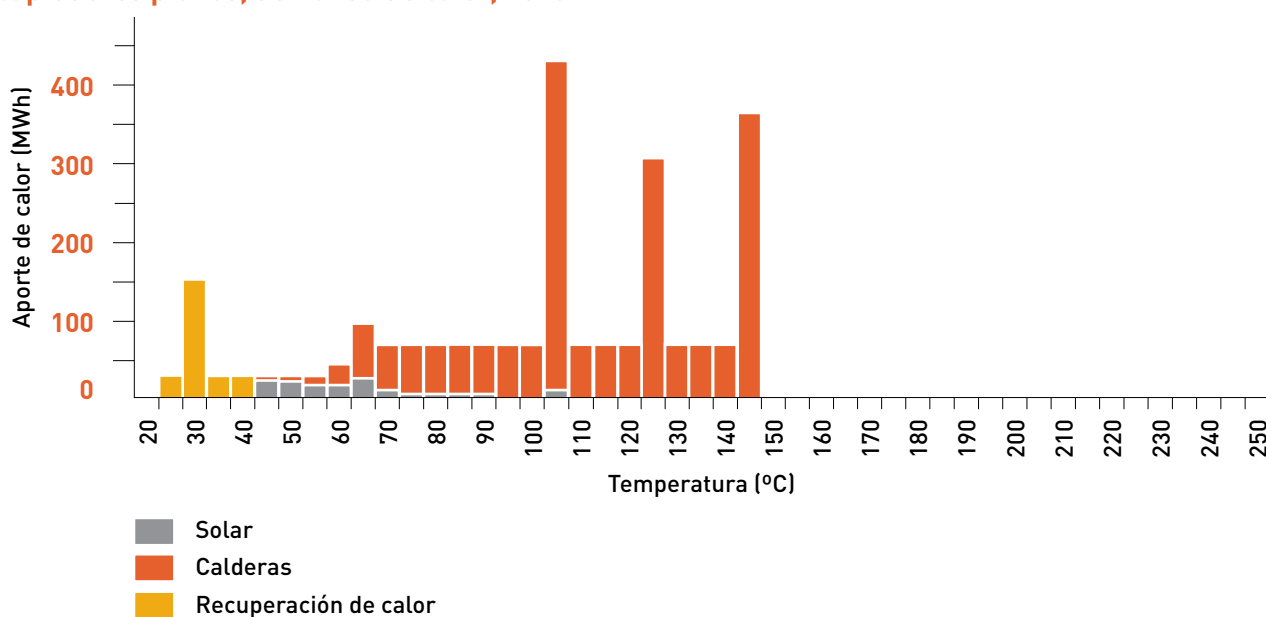


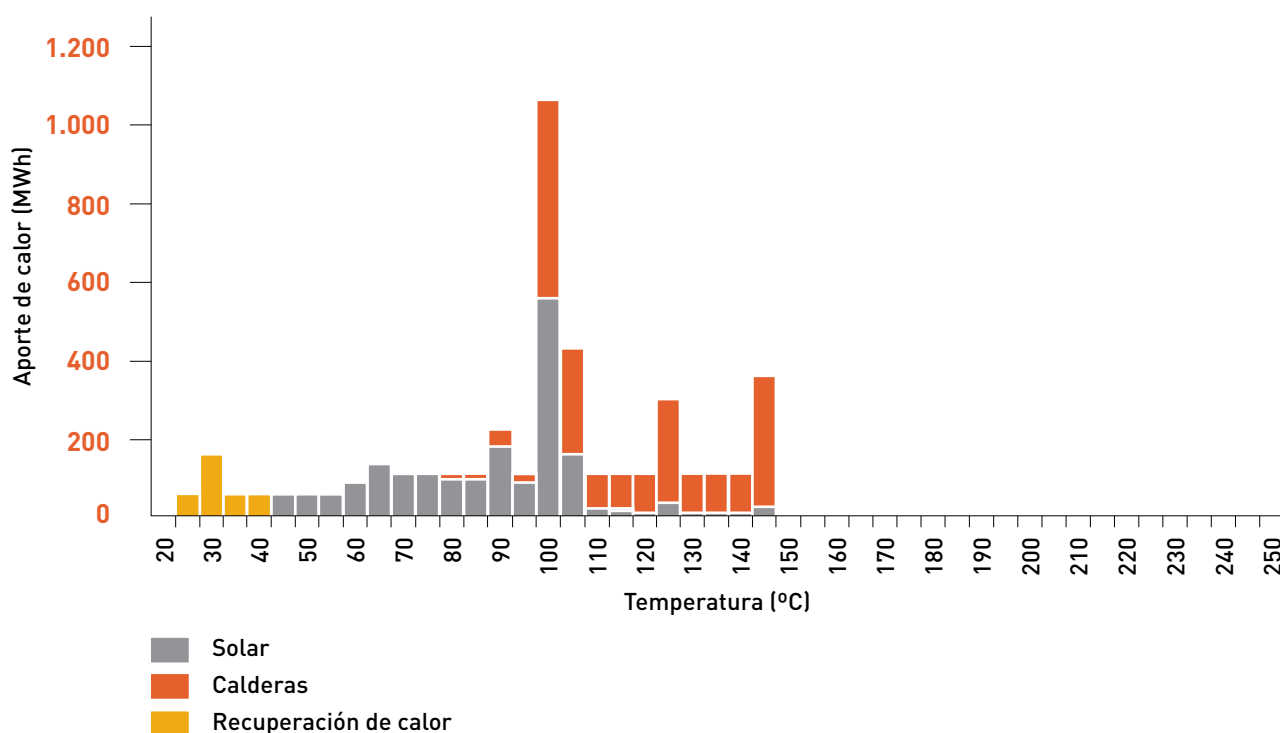
Tabla 2.7.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		600,25	1.111,25	1.543,50	2.094,75	2.348,50
Generación de calor útil	MWh		450,06	833,69	1.158,29	1.571,63	1.761,87
	kWh/kW		749,78	750,23	750,43	750,27	750,21
Temp. media (captador)	°C		100	118	133	146	160
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	704,48	704,48	704,48	704,48
Generación de calor útil	MWh		-	593,41	660,00	751,98	841,66
	kWh/kW		-	842,34	936,86	1.067,42	1.194,72
Temp. media (captador)	°C		-	107	112	114	118
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	1.408,96	1.408,96	1.408,96
Generación de calor útil	MWh		-	-	1.093,48	1.247,54	1.375,89
	kWh/kW		-	-	776,09	885,43	976,53
Temp. media (captador)	°C		-	-	130	132	139
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		600,25	940,41	1.131,92	1.209,09	1.244,62
Generación de calor útil	MWh		450,06	732,78	920,49	1.084,78	1.205,55
	kWh/kW		749,78	779,21	813,22	897,18	968,61
Temp. media (captador)	°C		100	113	123	126	133
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		20,8	33,9	42,6	50,2	55,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	42,6	78,9	109,5	148,7	166,7
	Media posible	%	42,6	66,7	80,3	85,8	88,3

Tabla 2.7.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		782,25	1.911,00	2.584,75	3.482,50	3.524,50
Generación de calor útil	MWh		586,34	1.433,08	1.938,64	2.611,67	2.747,00
	kWh/kW		749,56	749,91	750,03	749,94	779,40
Temp. media (captador)	°C		100	119	134	146	157
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		704,48	704,48	704,48	704,48	704,48
Generación de calor útil	MWh		537,56	628,02	708,09	805,72	917,85
	kWh/kW		763,06	891,47	1.005,12	1.143,70	1.302,87
Temp. media (captador)	°C		99	102	105	107	109
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	1.408,96	1.408,96	1.408,96	1.408,96
Generación de calor útil	MWh		-	1.127,52	1.275,41	1.469,65	1.647,44
	kWh/kW		-	800,25	905,21	1.043,07	1.169,26
Temp. media (captador)	°C		-	113	116	118	122
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		749,59	1.183,37	1.277,69	1.403,38	1.409,26
Generación de calor útil	MWh		565,85	960,51	1.129,99	1.350,68	1.494,95
	kWh/kW		754,89	811,68	884,40	962,45	1.060,81
Temp. media (captador)	°C		100	109	114	117	122
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		17,2	29,2	34,4	41,1	45,5
Ocupación de superficie	Deseada	%	55,5	135,6	183,5	247,2	250,1
	Media posible	%	53,2	84,0	90,7	99,6	100,0

Figura 2.7.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.7.8. Fracción solar media del sector

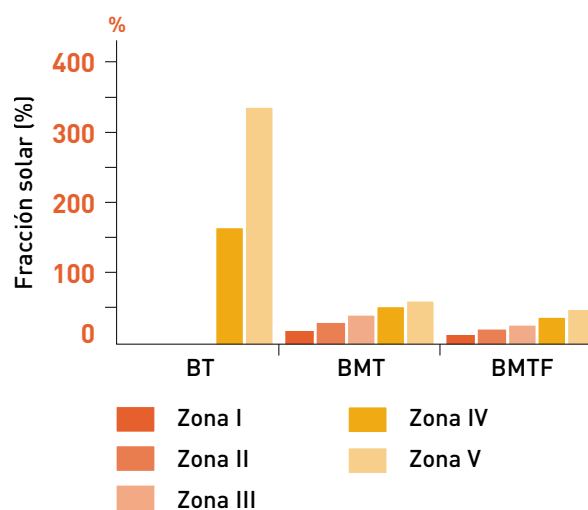
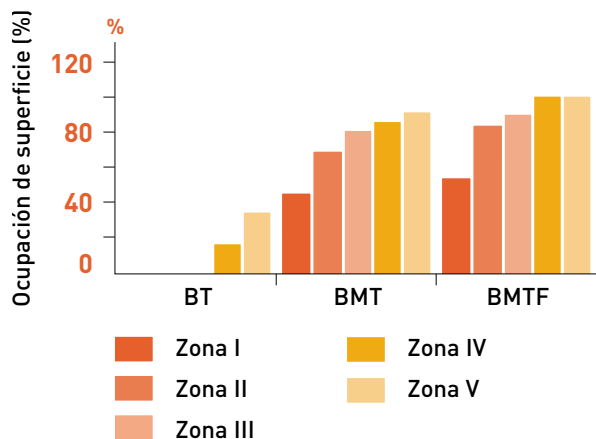
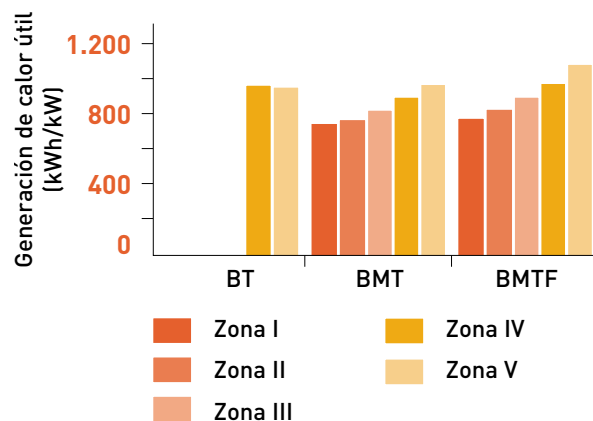


Figura 2.7.9. Grado medio de ocupación de superficie**Figura 2.7.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada**

2.7.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.7.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	3,16	3,16	13,76	15,59	20,3	88,3	100,0
Cádiz	0,00	3,30	3,30	20,86	23,98	13,7	86,8	99,8
Córdoba	0,00	2,54	2,54	13,95	15,96	15,9	87,3	99,8
Granada	0,00	2,06	2,06	15,27	17,64	11,7	86,3	99,7
Huelva	0,00	2,01	2,01	8,84	10,01	20,1	88,3	100,0
Jaén	0,00	1,75	1,75	9,85	11,28	15,5	87,2	99,8
Málaga	0,00	3,65	3,65	32,24	37,41	9,7	85,8	99,6
Sevilla	0,00	9,01	9,01	39,15	44,33	20,3	88,3	100,0
Huesca	0,00	0,60	0,60	17,51	20,00	2,8	81,5	93,1
Teruel	0,00	0,17	0,17	9,68	11,00	1,4	80,8	91,8

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zaragoza	0,00	2,19	2,19	87,03	98,86	2,1	81,5	92,6
Asturias	0,00	0,00	0,00	12,75	15,93	0,0	42,6	53,2
Islas Baleares	0,00	1,21	1,21	10,82	12,56	9,6	85,8	99,6
Las Palmas	0,00	2,74	2,74	11,91	13,48	20,3	88,3	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	2,38	2,38	10,36	11,73	20,3	88,3	100,0
Cantabria	0,00	0,00	0,00	13,43	16,77	0,0	42,6	53,2
Albacete	0,00	8,72	8,72	38,28	43,37	20,1	88,3	100,0
Ciudad Real	0,00	4,97	4,97	44,53	51,67	9,6	85,8	99,5
Cuenca	0,00	1,73	1,73	16,79	19,28	8,7	84,6	97,2
Guadalajara	0,00	2,50	2,50	22,79	26,45	9,4	85,6	99,4
Toledo	0,00	6,69	6,69	62,13	72,04	9,2	85,6	99,3
Ávila	0,00	0,87	0,87	9,60	11,08	7,6	84,7	97,8
Burgos	0,00	0,00	0,00	24,15	30,31	0,0	66,5	83,4
León	0,00	0,00	0,00	28,60	33,90	0,0	73,8	87,4
Palencia	0,00	0,00	0,00	9,16	11,53	0,0	66,7	84,0
Salamanca	0,00	0,11	0,11	21,56	24,37	0,4	80,6	91,0
Segovia	0,00	0,03	0,03	10,29	11,62	0,2	80,5	90,9
Soria	0,00	0,00	0,00	6,00	6,78	0,0	80,3	90,7
Valladolid	0,00	0,00	0,00	35,13	43,59	0,0	68,3	84,8
Zamora	0,00	0,00	0,00	10,08	11,38	0,0	80,3	90,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Barcelona	0,00	0,12	0,12	189,89	222,58	0,0	75,3	88,2
Girona	0,00	0,00	0,00	22,27	25,31	0,0	79,4	90,2
Lleida	0,00	0,01	0,01	12,94	14,66	0,0	79,9	90,5
Tarragona	0,00	2,80	2,80	25,39	29,46	9,5	85,7	99,5
Alicante/ Alacant	0,00	3,68	3,68	20,24	23,15	15,9	87,3	99,8
Castellón/ Castelló	0,00	0,97	0,97	8,67	10,06	9,5	85,8	99,6
Valencia/ València	0,00	3,70	3,70	33,60	38,98	9,4	85,7	99,5
Badajoz	0,00	17,10	17,10	86,49	98,60	17,3	87,6	99,9
Cáceres	0,00	9,41	9,41	51,41	58,79	16,0	87,3	99,9
A Coruña	0,00	0,00	0,00	24,60	30,72	0,0	42,6	53,2
Lugo	0,00	0,00	0,00	8,06	10,12	0,0	57,9	72,6
Ourense	0,00	0,00	0,00	8,00	10,04	0,0	62,5	78,4
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	23,33	29,21	0,0	48,7	61,0
La Rioja	0,00	0,00	0,00	3,71	4,24	0,0	78,4	89,7
Madrid	0,00	6,80	6,80	60,85	70,63	9,6	85,8	99,6
Murcia	0,00	10,49	10,49	59,08	67,64	15,5	87,2	99,8
Navarra	0,00	0,00	0,00	43,98	50,55	0,0	69,8	80,2
Álava	0,00	0,00	0,00	1,98	2,47	0,0	44,6	55,6
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	3,98	4,97	0,0	42,6	53,2
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	6,21	7,76	0,0	42,6	53,2

[Continuación]

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,3	88,3	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,3	88,3	100,0
Total nacional	0,00	117,44	117,44	1.361,18	1.583,82	6,7	77,1	89,7

Tabla 2.7.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	3.328	3.328	336,0	13.325	55,8	16.524	45,4
Cádiz	0	3.522	3.522	230,6	19.305	52,4	23.997	42,8
Córdoba	0	2.698	2.698	265,6	13.112	53,5	16.285	43,7
Granada	0	2.214	2.214	197,0	13.915	51,3	17.311	41,9
Huelva	0	2.124	2.124	334,0	8.548	55,7	10.601	45,4
Jaén	0	1.858	1.858	258,9	9.230	53,3	11.466	43,5
Málaga	0	3.950	3.950	165,5	28.955	50,3	36.050	41,1
Sevilla	0	9.498	9.498	337,2	37.924	55,8	47.027	45,5
Huesca	0	649	649	47,5	14.674	44,5	18.130	36,2
Teruel	0	181	181	23,7	7.987	43,5	9.842	35,2

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Zaragoza	0	2.376	2.376	35,0	72.423	44,3	89.215	35,8
Asturias	0	0	0	0,0	9.563	20,8	12.024	17,2
Islas Baleares	0	1.309	1.309	163,4	9.706	50,2	12.085	41,1
Las Palmas	0	2.889	2.889	337,2	11.535	55,8	14.304	45,5
Santa Cruz de Tenerife	0	2.514	2.514	337,2	10.037	55,8	12.447	45,5
Cantabria	0	0	0	0,0	10.067	20,8	12.657	17,2
Albacete	0	9.194	9.194	333,6	37.028	55,7	45.920	45,4
Ciudad Real	0	5.378	5.378	163,0	39.942	50,2	49.727	41,1
Cuenca	0	1.850	1.850	146,8	14.897	49,0	18.479	39,9
Guadalajara	0	2.703	2.703	159,8	20.405	50,0	25.407	40,9
Toledo	0	7.240	7.240	157,0	55.548	49,9	69.132	40,8
Ávila	0	937	937	130,1	8.457	48,7	10.504	39,7
Burgos	0	0	0	0,0	18.825	33,8	24.624	29,0
León	0	0	0	0,0	22.833	38,4	28.840	31,9
Palencia	0	0	0	0,0	7.137	33,9	9.355	29,2
Salamanca	0	114	114	6,7	17.613	42,9	21.637	34,7
Segovia	0	34	34	4,2	8.388	42,8	10.301	34,5
Soria	0	0	0	0,0	4.882	42,6	5.994	34,4
Valladolid	0	0	0	0,0	27.532	34,9	35.768	29,8
Zamora	0	0	0	0,0	8.199	42,6	10.065	34,4

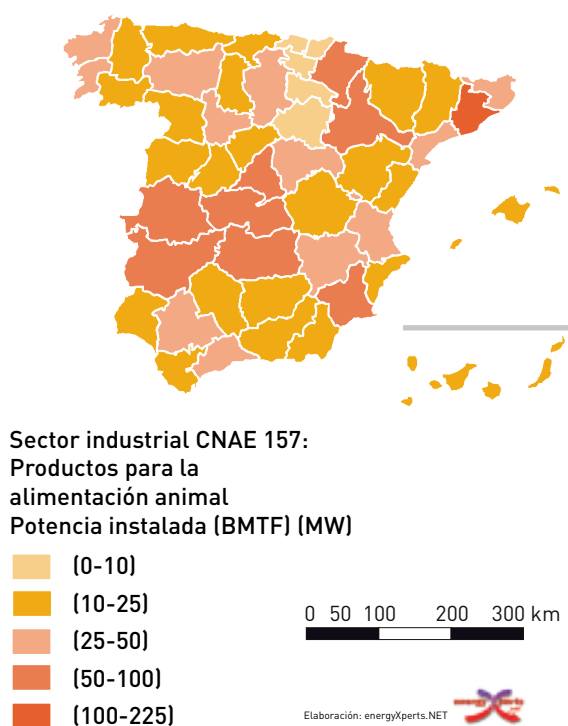
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Barcelona	0	130	130	0,8	152.361	39,4	191.154	32,5
Girona	0	0	0	0,0	18.069	42,0	22.267	34,0
Lleida	0	6	6	0,6	10.517	42,4	12.935	34,2
Tarragona	0	3.035	3.035	161,3	22.751	50,1	28.323	41,0
Alicante/ Alacant	0	3.906	3.906	265,1	19.014	53,5	23.616	43,7
Castellón/ Castelló	0	1.045	1.045	162,7	7.778	50,2	9.684	41,1
Valencia/ València	0	4.006	4.006	160,9	30.103	50,1	37.475	41,0
Badajoz	0	18.102	18.102	288,6	82.084	54,3	101.896	44,3
Cáceres	0	9.986	9.986	266,9	48.336	53,6	60.033	43,7
A Coruña	0	0	0	0,0	18.442	20,8	23.188	17,2
Lugo	0	0	0	0,0	6.217	29,1	8.061	24,8
Ourense	0	0	0	0,0	6.214	31,7	8.091	27,1
Pontevedra	0	0	0	0,0	17.727	24,1	22.625	20,2
La Rioja	0	0	0	0,0	2.998	41,4	3.710	33,6
Madrid	0	7.359	7.359	163,3	54.590	50,2	67.971	41,1
Murcia	0	11.140	11.140	258,7	55.353	53,3	68.760	43,5
Navarra	0	0	0	0,0	35.288	36,5	43.486	29,6
Álava	0	0	0	0,0	1.491	21,9	1.882	18,2
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	2.984	20,8	3.752	17,2
Vizcaya	0	0	0	0,0	4.659	20,8	5.857	17,2

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Ceuta	0	0	0	337,2	0	55,8	0	45,5
Melilla	0	0	0	337,2	0	55,8	0	45,5
Total nacional	0	125.277	125.277	111,7	1.178.967	43,6	1.470.482	35,7

Figura 2.7.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.7.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitada por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 7%) y en régimen intermedio para la demanda total a baja y media temperatura (excepto zona I, BMT

–sin frío: limitación por la demanda; zonas IV y V, BMTF– incluyendo frío: limitación por la superficie), permitiendo una fracción solar del 44% (calor a baja y media temperatura) y del 36% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 100 °C, incluida la generación de frío:

- Calefacción naves y oficinas.
- Hervido.
- Deshidratación (precalentamiento).
- Agua caliente limpieza.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de procesos a temperaturas superiores:

- Cocción.
- Esterilización.
- Deshidratación (recirculación).

2.7.6 Referencias bibliográficas

MITYC [2003]:

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. 2. Subsector Alimentación, Bebidas y Tabaco. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa, Documentos sectoriales

<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Estrategia/Documentos/Paginas/DocumentoSectoriales.aspx>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

EC [2002]:

El uso de proteínas animales en la alimentación de los animales de granja (actualización de 10.10.2002).

European Commission (EC)

http://ec.europa.eu/food/fs/bse/bse47_es.pdf

WIKIPEDIA:

http://en.wikipedia.org/wiki/Compound_feed

http://en.wikipedia.org/wiki/Equine_nutrition#Mixes_and_Pellets

2.8 CNAE 1581, 1582. PAN, GALLETAS Y PRODUCTOS DE PANADERÍA Y PASTELERÍA

2.8.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.8.1.

Tabla 2.8.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	9.160	
Producción total	up	9.562.427	1.044
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas de producto acabado		
Facturación	M€	7.178	0,78
Número de empleados	-	79.592	8,7
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	2.613.480	285
Consumo total electricidad		1.684.490	184
Consumo energía final (gen. calor)		2.714.549	296
Consumo electricidad gen. frío		111.447	12
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	7.586.132	828
Otras superficies adyacentes		2.267.704	248
Total		9.853.836	1.076
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	287	
Por € de facturación	kWh/€	0,39	
Por trabajador	kWh/trabajador	35.506	
Por unidad de producto	kWh/up	296	

2.8.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.8.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{conv/dist}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		14,0	39,7	41,41	0,83	34,49			Manten.		50 kWh/a.m²	
Agua caliente limpieza	60	15	20,0	56,8	59,27	0,83	49,37	30	-	Circulac.			
Fermentación	28		8,8	24,9	25,96	0,83	21,62			Manten.	BREF Food, Drink and Milk Industries		
Reposo	33		5,8	16,6	17,30	0,83	14,41			Manten.	BREF Food, Drink and Milk Industries		
Hornos de pan	230	20	36,5	103,6	108,20	0,98	106,03	170	-	Manten./circulac.	BREF Food, Drink and Milk Industries	Porcentajes calculados en base al consumo específico por unidad de producto en BREF Food, Drink and Milk Industries, y en base a volúmenes de producción según MITYC [2003]	
Hornos de pastelería	180	20	14,9	42,4	44,21	0,98	43,33	120	-	Manten./circulac.			
Total consumo de calor			283,89		296,35	0,91	269,26						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{conv/dist}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.8.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	11,66	36,50	85	0,70	52,14	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			11,66	36,50				52,14	

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.8.1. La Figura 2.8.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.8.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

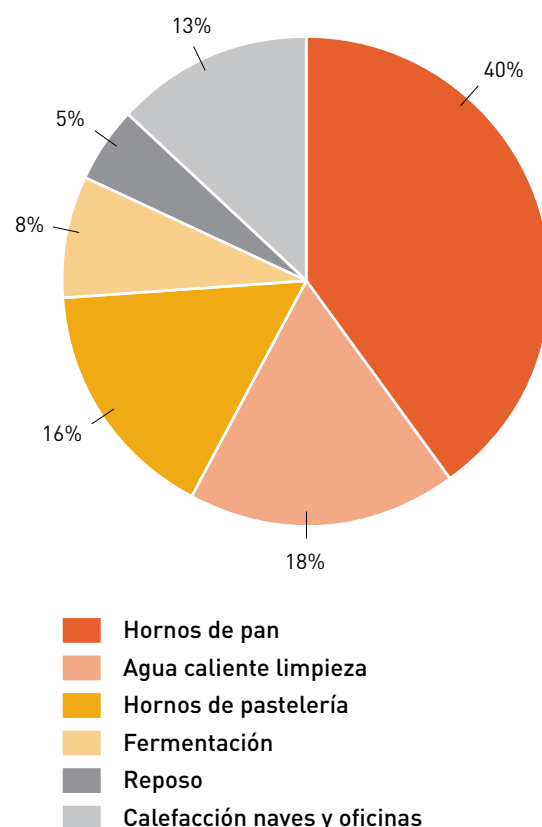
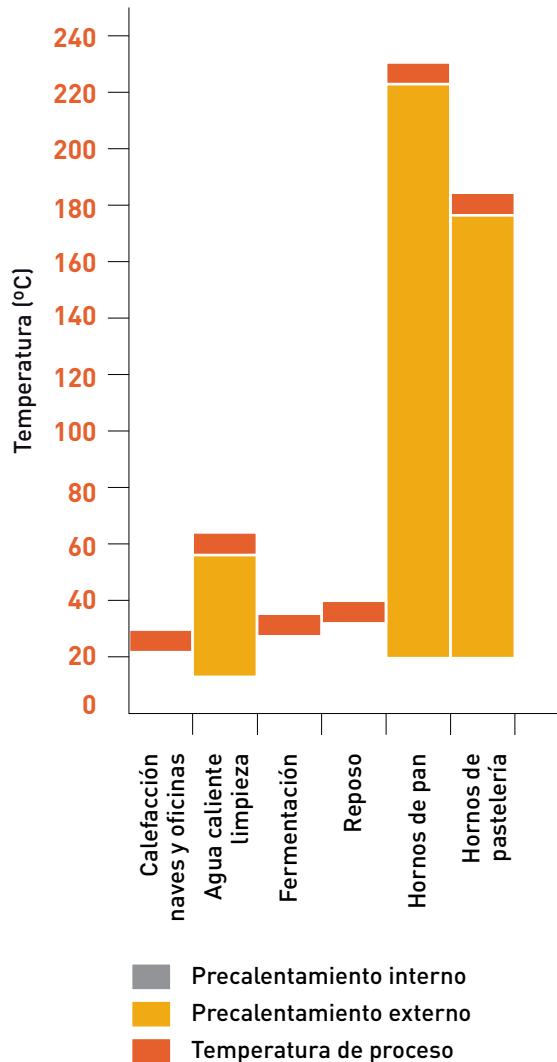


Figura 2.8.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.8.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.8.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.8.4.

Tabla 2.8.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	274		53	327	
Con recuperación de calor	MWh	258			311	
Reducción recuperación de calor	%	6			5	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	101	39,1%		103	33,0%
60 a 120 °C	MWh	16	6,2%		67	21,7%

(Continuación)

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
120 a 250 °C	MWh	141	54,7%		141	45,4%
Total baja y media temperatura	MWh	258	100,0%		311	100,0%

Figura 2.8.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

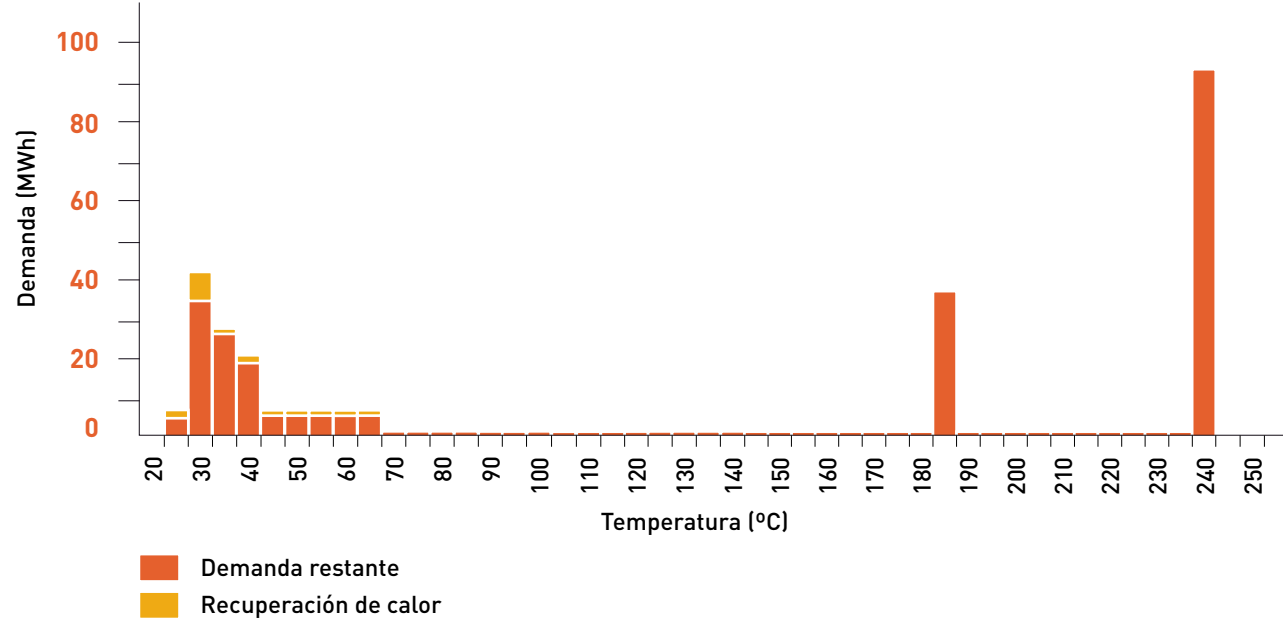
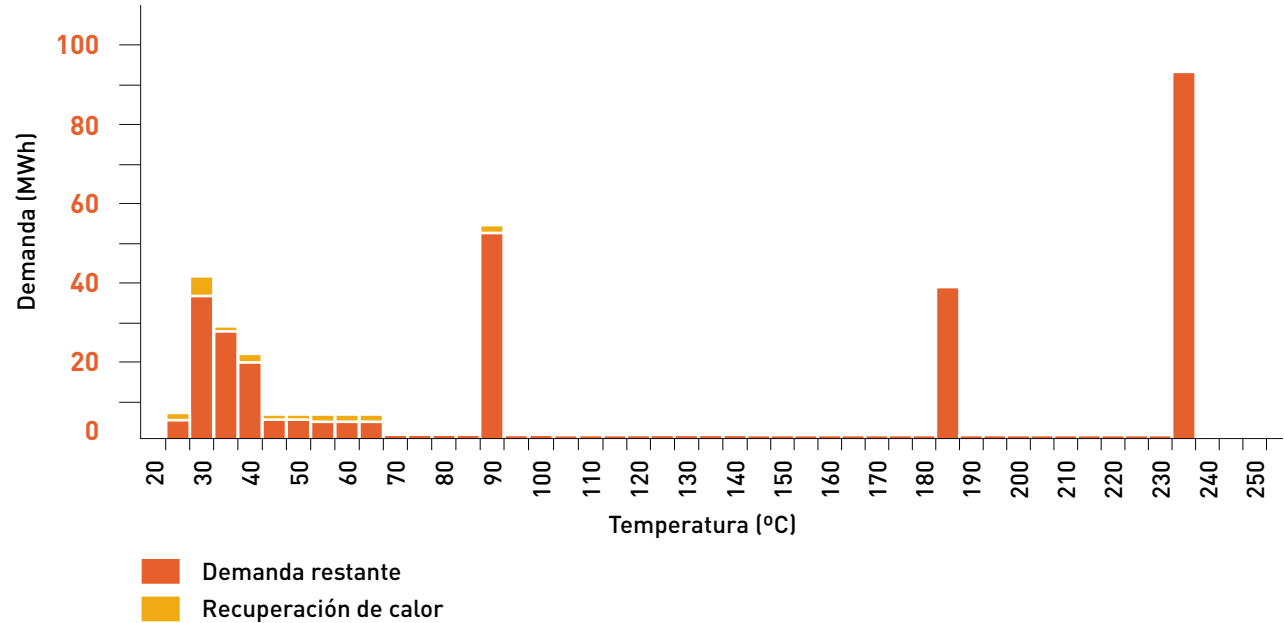


Figura 2.8.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.8.4 Potencial solar térmica

2.8.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.8.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	56,00	70,00	94,50	101,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	53,16	66,01	90,18	96,12
	kWh/kW	0,00	949,33	942,99	954,29	946,97
Temp. media (captador)	°C		55	62	70	82
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	56,00	70,00	94,50	101,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	53,16	66,01	90,18	96,12
	kWh/kW	-	949,33	942,99	954,29	946,97
Temp. media (captador)	°C		55	62	70	82
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%	0,0	52,7	65,4	89,3	95,2

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	18,2	22,6	29,4	31,5
	Media posible	%	0,0	18,2	22,6	29,4	31,5

Figura 2.8.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

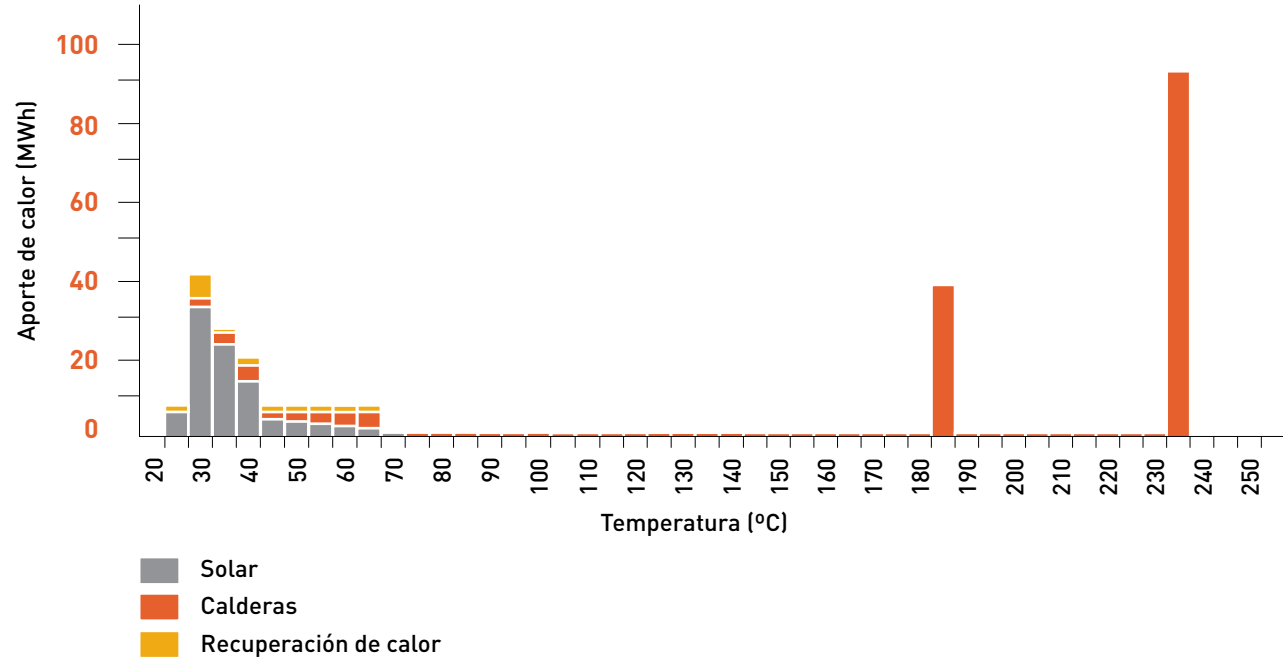


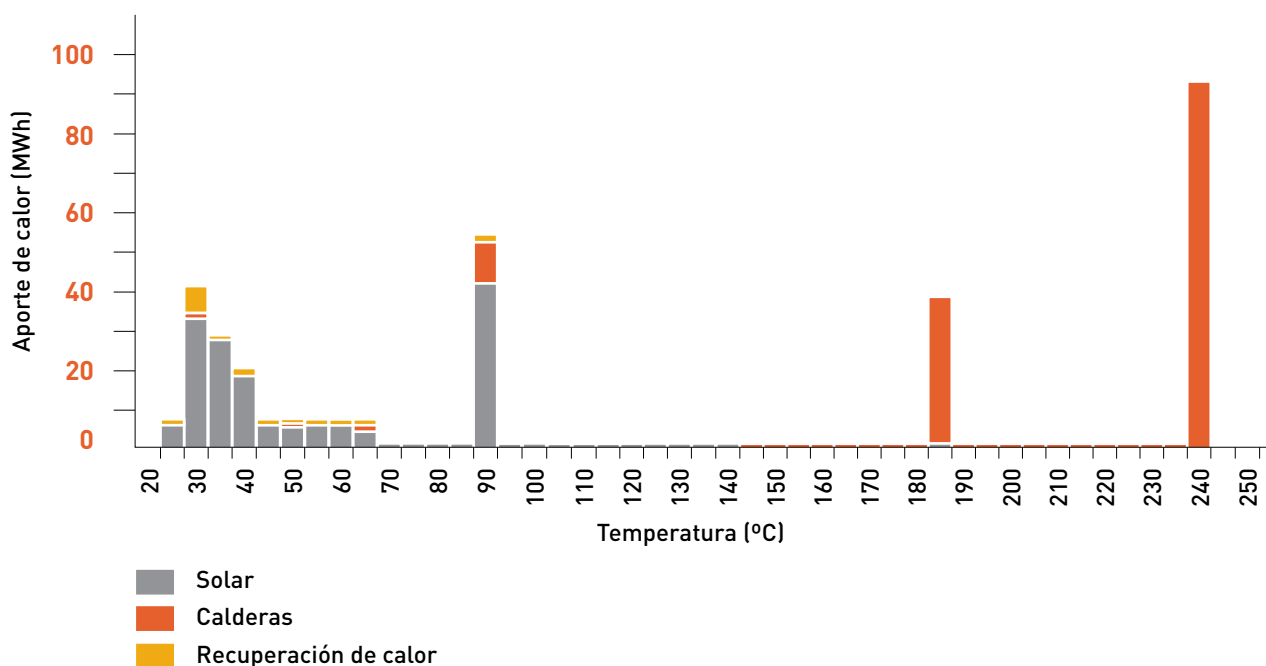
Tabla 2.8.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		126,00	140,00	141,75	154,00	159,25
Generación de calor útil	MWh		94,48	105,45	106,79	116,29	119,30
	kWh/kW		749,82	753,21	753,36	755,11	749,16
Temp. media (captador)	°C		91	107	119	132	145
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		126,00	140,00	141,75	154,00	159,25
Generación de calor útil	MWh		94,48	105,45	106,79	116,29	119,30
	kWh/kW		749,82	753,21	753,36	755,11	749,16
Temp. media (captador)	°C		91	107	119	132	145
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar		%	36,6	40,9	41,4	45,1	46,3
Ocupación de superficie	Deseada	%	24,9	27,7	28,1	30,5	31,5
	Media posible	%	24,9	27,7	28,1	30,5	31,5

Tabla 2.8.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		152,25	183,75	190,75	215,25	220,50
Generación de calor útil	MWh		113,96	138,24	143,36	160,87	165,47
	kWh/kW		748,52	752,30	751,55	747,35	750,42
Temp. media (captador)	°C		93	109	120	133	144
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		152,25	183,75	190,75	215,25	220,50
Generación de calor útil	MWh		113,96	138,24	143,36	160,87	165,47
	kWh/kW		748,52	752,30	751,55	747,35	750,42
Temp. media (captador)	°C		93	109	120	133	144
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar		%	36,6	44,4	46,1	51,7	53,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	30,1	36,4	37,8	42,6	43,7
	Media posible	%	30,1	36,4	37,8	42,6	43,7

Figura 2.8.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.8.7. Fracción solar media del sector

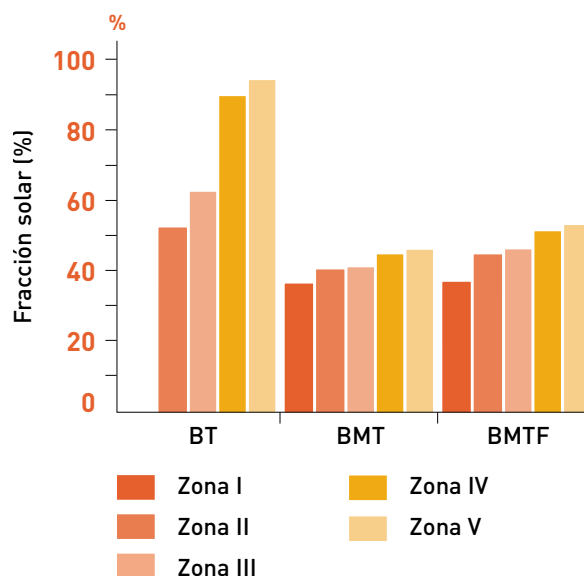


Figura 2.8.8. Grado medio de ocupación de superficie

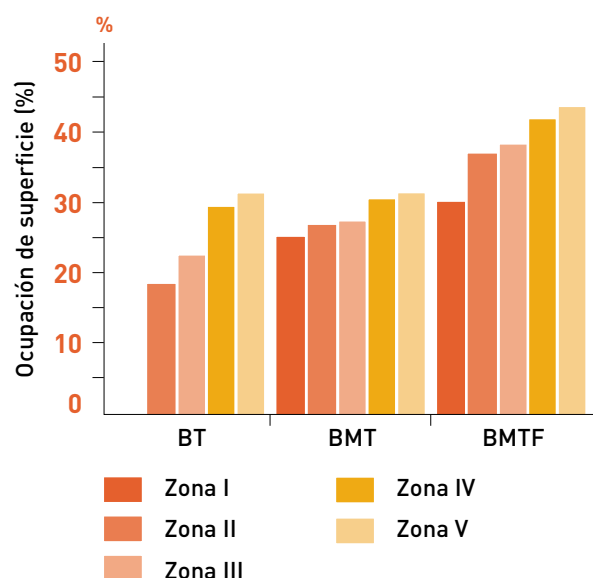
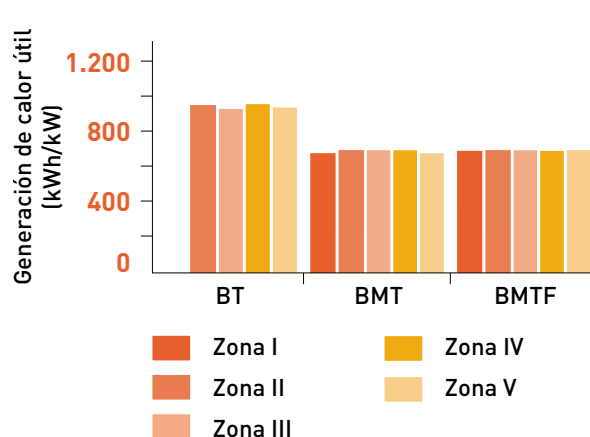


Figura 2.8.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.8.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.8.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	13,04	8,49	21,54	36,61	50,19	25,8	39,3	51,4
Cádiz	19,28	12,37	31,65	55,56	76,50	24,7	38,5	50,7
Córdoba	13,01	8,39	21,39	37,14	51,07	25,1	38,8	50,9
Granada	13,99	8,93	22,93	40,67	56,09	24,3	38,3	50,4
Huelva	8,37	5,45	13,82	23,51	32,23	25,8	39,3	51,4
Jaén	9,17	5,91	15,07	26,23	36,07	25,0	38,7	50,9
Málaga	29,31	18,62	47,93	85,90	118,63	24,0	38,1	50,2
Sevilla	37,12	24,17	61,29	104,15	142,77	25,9	39,3	51,4

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Huesca	2,58	1,61	4,18	8,78	11,81	19,7	35,3	45,7
Teruel	1,37	0,85	2,22	4,83	6,47	18,8	34,8	44,8
Zaragoza	12,57	7,82	20,38	43,35	58,21	19,3	35,1	45,3
Asturias	0,00	0,00	0,00	36,24	43,79	0,0	24,9	30,1
Islas Baleares	14,22	9,03	23,25	41,69	57,58	24,0	38,1	50,2
Las Palmas	15,19	9,89	25,08	42,62	58,43	25,9	39,3	51,4
Santa Cruz de Tenerife	13,22	8,61	21,83	37,09	50,84	25,9	39,3	51,4
Cantabria	0,00	0,00	0,00	20,08	24,27	0,0	24,9	30,1
Albacete	12,21	7,95	20,16	34,30	47,02	25,8	39,3	51,4
Ciudad Real	13,61	8,64	22,25	39,95	55,16	23,9	38,0	50,1
Cuenca	4,90	3,11	8,01	15,00	20,51	22,6	37,2	48,7
Guadalajara	6,94	4,41	11,35	20,46	28,23	23,8	38,0	50,0
Toledo	18,86	11,97	30,84	55,71	76,84	23,7	37,9	49,9
Ávila	2,48	1,57	4,04	7,54	10,34	22,8	37,3	48,9
Burgos	4,88	3,03	7,91	22,05	28,69	14,3	32,6	41,2
León	5,98	3,70	9,68	23,85	31,43	16,4	33,6	42,8
Palencia	1,88	1,16	3,04	8,35	10,87	14,6	32,8	41,4
Salamanca	4,64	2,87	7,50	16,70	22,27	18,3	34,5	44,3
Segovia	2,20	1,36	3,56	7,96	10,61	18,2	34,4	44,2
Soria	1,28	0,79	2,06	4,65	6,19	18,1	34,3	44,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Valladolid	7,23	4,49	11,71	31,37	40,96	15,0	33,0	41,7
Zamora	2,14	1,32	3,47	7,80	10,39	18,1	34,3	44,0
Barcelona	38,84	24,02	62,86	151,40	200,01	16,8	33,8	43,1
Girona	4,60	2,84	7,43	16,94	22,52	17,8	34,2	43,8
Lleida	2,68	1,65	4,33	9,79	13,03	18,0	34,3	44,0
Tarragona	6,62	4,20	10,82	19,45	26,85	23,9	38,0	50,1
Alicante/ Alacant	17,77	11,46	29,23	50,77	69,80	25,1	38,8	50,9
Castellón/ Castelló	7,42	4,71	12,13	21,77	30,06	24,0	38,0	50,2
Valencia/ València	28,68	18,21	46,89	84,33	116,41	23,9	38,0	50,1
Badajoz	17,00	11,00	28,01	48,29	66,33	25,3	39,0	51,1
Cáceres	10,06	6,49	16,54	28,71	39,47	25,1	38,8	50,9
A Coruña	0,00	0,00	0,00	60,81	73,48	0,0	24,9	30,1
Lugo	2,39	1,48	3,87	16,05	20,39	9,2	29,9	37,3
Ourense	2,85	1,77	4,62	15,11	19,46	11,9	31,4	39,4
Pontevedra	3,29	2,04	5,33	52,32	64,60	3,7	26,9	33,0
La Rioja	4,69	2,89	7,58	17,50	23,24	17,6	34,1	43,6
Madrid	37,49	23,81	61,29	109,94	151,83	24,0	38,1	50,2
Murcia	25,46	16,40	41,86	72,83	100,17	25,0	38,7	50,9
Navarra	5,13	3,16	8,29	24,84	32,32	13,0	31,7	40,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,18	0,11	0,28	8,81	10,72	1,1	25,6	31,0
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	18,34	22,16	0,0	24,9	30,1
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	28,63	34,60	0,0	24,9	30,1
Ceuta	0,81	0,53	1,34	2,27	3,12	25,9	39,3	51,4
Melilla	0,77	0,50	1,27	2,15	2,95	25,9	39,3	51,4
Total nacional	508,35	323,78	832,13	1.801,20	2.417,99	19,0	35,3	45,7

Tabla 2.8.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	12.353	8.946	21.299	95,2	26.444	46,3	36.675	53,2
Cádiz	18.342	13.282	31.624	91,6	40.166	45,5	55.621	52,3
Córdoba	12.353	8.946	21.299	92,8	26.845	45,8	37.193	52,6
Granada	13.332	9.654	22.986	90,5	29.415	45,3	40.712	52,0
Huelva	7.928	5.741	13.670	95,1	16.979	46,2	23.548	53,1
Jaén	8.710	6.307	15.017	92,6	18.955	45,7	26.260	52,5
Málaga	27.967	20.252	48.219	89,4	62.147	45,1	85.975	51,7

[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Sevilla	35.150	25.453	60.603	95,2	75.222	46,3	104.329	53,2
Huesca	2.441	1.768	4.209	71,9	6.348	42,5	8.595	47,6
Teruel	1.296	939	2.235	68,5	3.493	41,9	4.709	46,8
Zaragoza	11.890	8.610	20.499	70,5	31.336	42,2	42.361	47,3
Asturias	0	0	0	0,0	27.176	36,6	32.781	36,6
Islas Baleares	13.567	9.825	23.392	89,3	30.164	45,1	41.728	51,7
Las Palmas	14.384	10.416	24.801	95,2	30.783	46,3	42.695	53,2
Santa Cruz de Tenerife	12.517	9.064	21.581	95,2	26.787	46,3	37.153	53,2
Cantabria	0	0	0	0,0	15.060	36,6	18.166	36,6
Albacete	11.567	8.376	19.944	95,1	24.773	46,2	34.357	53,1
Ciudad Real	12.986	9.404	22.389	89,2	28.905	45,1	39.979	51,7
Cuenca	4.656	3.372	8.028	83,7	10.850	44,3	14.902	50,4
Guadalajara	6.625	4.798	11.423	88,7	14.801	45,0	20.461	51,6
Toledo	17.996	13.032	31.028	88,4	40.306	44,9	55.698	51,5
Ávila	2.358	1.707	4.065	84,5	5.453	44,3	7.501	50,6
Burgos	4.630	3.353	7.982	51,7	16.085	40,8	21.062	44,3
León	5.657	4.097	9.754	59,2	17.312	41,2	22.978	45,3
Palencia	1.780	1.289	3.069	52,7	6.088	40,9	7.980	44,4
Salamanca	4.376	3.169	7.544	66,4	12.068	41,6	16.222	46,3
Segovia	2.078	1.505	3.583	66,0	5.755	41,5	7.732	46,2

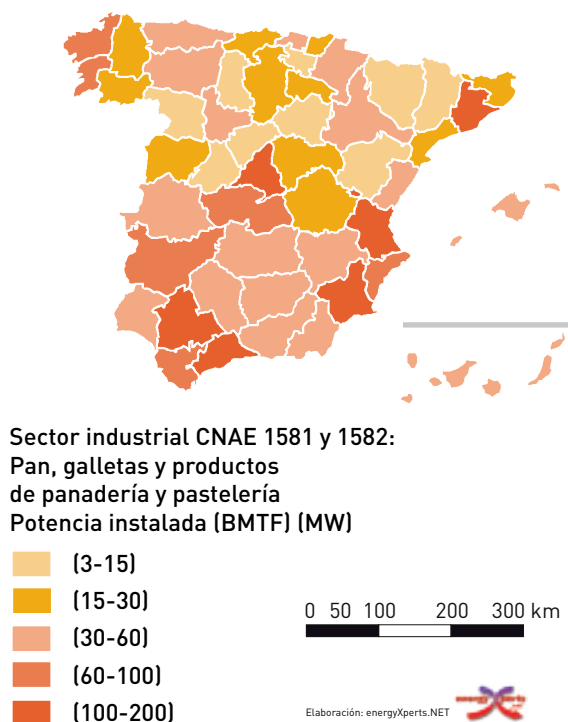
[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Soria	1.204	872	2.075	65,4	3.357	41,4	4.507	46,1
Valladolid	6.856	4.965	11.821	54,1	22.847	40,9	30.034	44,6
Zamora	2.021	1.464	3.485	65,4	5.638	41,4	7.569	46,1
Barcelona	36.708	26.582	63.290	60,7	109.779	41,2	146.108	45,5
Girona	4.336	3.140	7.475	64,5	12.250	41,4	16.418	46,0
Lleida	2.524	1.828	4.352	65,0	7.077	41,4	9.494	46,0
Tarragona	6.315	4.573	10.888	89,0	14.072	45,0	19.461	51,6
Alicante/ Alacant	16.883	12.225	29.108	92,8	36.691	45,8	50.835	52,6
Castellón/ Castelló	7.080	5.127	12.206	89,2	15.752	45,1	21.788	51,7
Valencia/ València	27.364	19.815	47.180	89,0	61.013	45,0	84.367	51,6
Badajoz	16.136	11.685	27.821	93,6	34.891	45,9	48.357	52,8
Cáceres	9.550	6.916	16.466	92,8	20.748	45,8	28.746	52,6
A Coruña	0	0	0	0,0	45.596	36,6	54.999	36,6
Lugo	2.268	1.643	3.911	33,3	11.811	39,3	15.059	41,5
Ourense	2.702	1.957	4.659	43,1	11.069	40,1	14.321	43,0
Pontevedra	3.121	2.260	5.381	13,3	38.931	37,7	48.077	38,6
La Rioja	4.423	3.203	7.625	63,6	12.667	41,3	16.948	45,8
Madrid	35.772	25.904	61.675	89,3	79.536	45,1	110.026	51,7
Murcia	24.188	17.515	41.703	92,6	52.641	45,7	72.926	52,5
Navarra	4.834	3.500	8.334	47,1	18.120	40,1	23.694	43,4

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Álava	166	120	287	4,1	6.592	37,0	8.011	37,2
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	13.753	36,6	16.589	36,6
Vizcaya	0	0	0	0,0	21.471	36,6	25.899	36,6
Ceuta	767	556	1.323	95,2	1.642	46,3	2.277	53,2
Melilla	727	527	1.254	95,2	1.556	46,3	2.159	53,2
Total nacional	482.887	349.677	832.564	70,1	1.309.216	43,1	1.766.042	48,2

Figura 2.8.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.8.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda tanto a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 1%) y como para la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 43% (calor a baja y media temperatura) y del 48% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 60 °C y a la generación de frío para aire acondicionado:

- Calefacción naves y oficinas.
- Agua caliente limpieza.
- Fermentación.
- Reposo.

2.8.6 Referencias bibliográficas

MITYC [2003]:

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. 2. Subsector Alimentación, Bebidas y Tabaco. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa, Documentos sectoriales

<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Estrategia/Documentos/Paginas/DocumentoSectoriales.aspx>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

2.9 CNAE 1583, 1584. INDUSTRIA DEL AZÚCAR, CACAO Y CHOCOLATE

2.9.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.9.1.

Tabla 2.9.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	739	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	7.178	9,71
Número de empleados	-	17.114	23,2
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	2.083.760	2.820
Consumo total electricidad		594.333	804
Consumo energía final (gen. calor)		2.119.420	2.868
Consumo electricidad gen. frío		18.796	25
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	1.276.248	1.727
Otras superficies adyacentes		422.946	572
Total		1.699.194	2.299

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m ²	1.258	
Por € de facturación	kWh/€	0,30	
Por trabajador	kWh/trabajador	124.938	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.9.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.9.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temp.	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25	15	3,0	0,009	86,35	0,88	76,16			Manten.		50 kWh/a.m ²	
Lavado	50	15	7,6	0,022	217,10	0,83	180,85	30	-	Circulación			
Secado	100	15	25,7	0,076	736,30	0,83	613,34	50	50	Manten./circulación			
Evaporación	100	15	25,0	0,074	715,98	0,83	596,41	50	50	Manten./circulación			
Cristalización	30	15	1,6	0,005	46,19	0,83	38,48	-	-	Circulación			
Torrefacción	120	15	5,3	0,016	151,97	0,83	126,59	60	60	Circulación			
Procesos a temperatura baja	80	15	24,5	0,072	702,12	0,83	584,87	40	40	Circulación			
Otros procesos	200	15	7,4	0,022	211,97	0,83	176,57	-	100	Manten./circulación			
Total consumo de calor			0,30	2.867,98	0,83	2.393,26							

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.9.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/€	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	0,003	76,30	85	0,70	109,00	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			0,003	76,30			109,00		

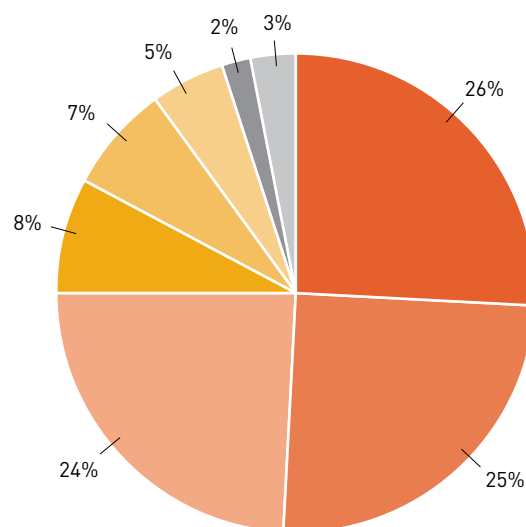
- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.9.1. La Figura 2.9.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

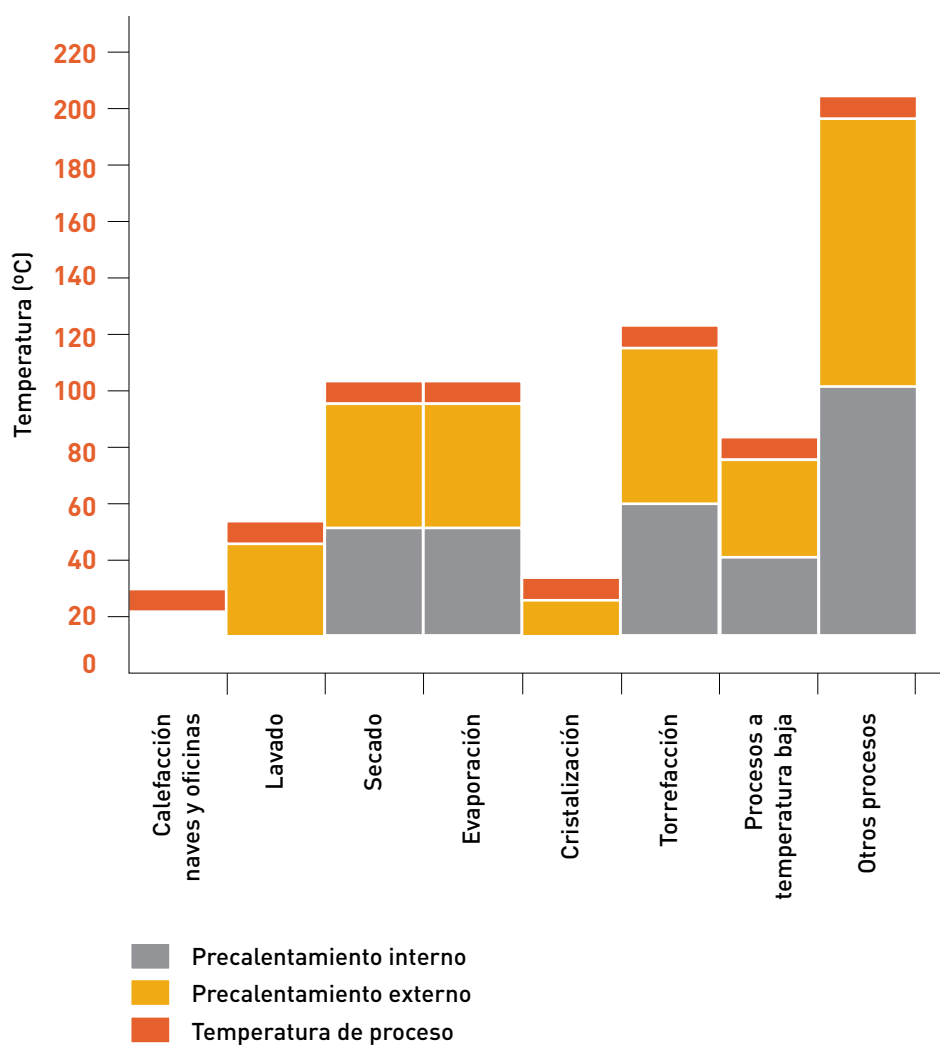
El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.9.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector



- Secado
- Evaporación
- Procesos a temperatura baja
- Lavado
- Otros procesos
- Torrefacción
- Cristalización
- Calefacción naves y oficinas

Figura 2.9.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.9.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.9.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.9.4.

Tabla 2.9.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	2.425		126	2.551	
Con recuperación de calor	MWh	2.230			2.355	
Reducción recuperación de calor	%	8			8	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	253	11,3%		254	10,8%
60 a 120 °C	MWh	1.786	80,1%		1.908	81,0%
120 a 250 °C	MWh	191	8,6%		193	8,2%
Total baja y media temperatura	MWh	2.230	100,0%		2.355	100,0%

Figura 2.9.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

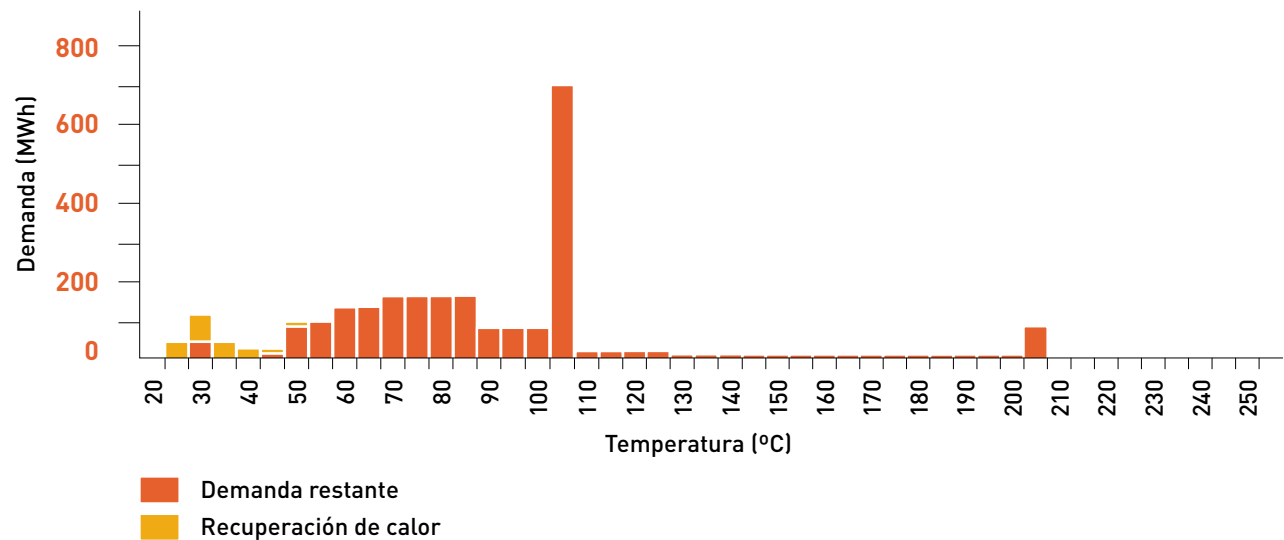
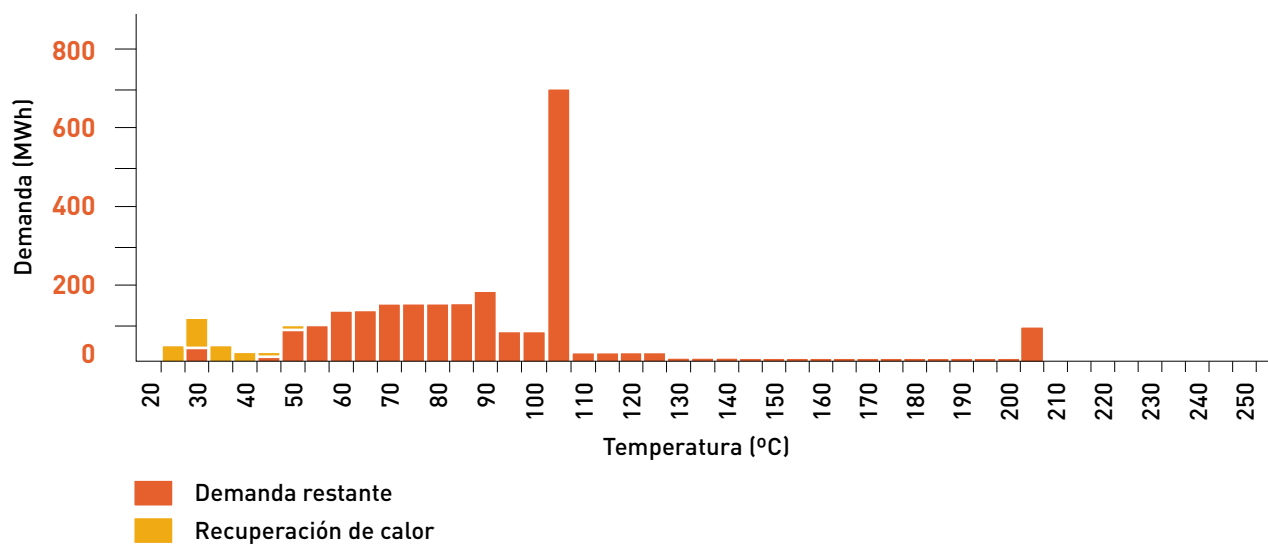


Figura 2.9.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.9.4 Potencial solar térmica

2.9.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.9.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	136,50	406,00	724,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	129,44	385,64	688,03
	kWh/kW	0,00	0,00	948,25	949,86	949,66
Temp. media (captador)	°C			63	75	87
Simulación 1b: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	342,96	344,56
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	336,83	388,97
	kWh/kW	-	-	-	982,14	1.128,87
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	73	76

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	689,13
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	664,90
	kWh/kW		-	-	-	-	964,84
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	86
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	0,00	136,50	379,52	549,36
Generación de calor útil	MWh		0,00	0,00	129,44	365,14	552,25
	kWh/kW		-	0,00	948,25	962,11	1.005,25
Temp. media (captador)	°C				63	74	82
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		0,0	0,0	51,3	144,6	218,7
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	20,6	59,2	105,1
	Media posible	%	0,0	0,0	20,6	55,3	79,7

Figura 2.9.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

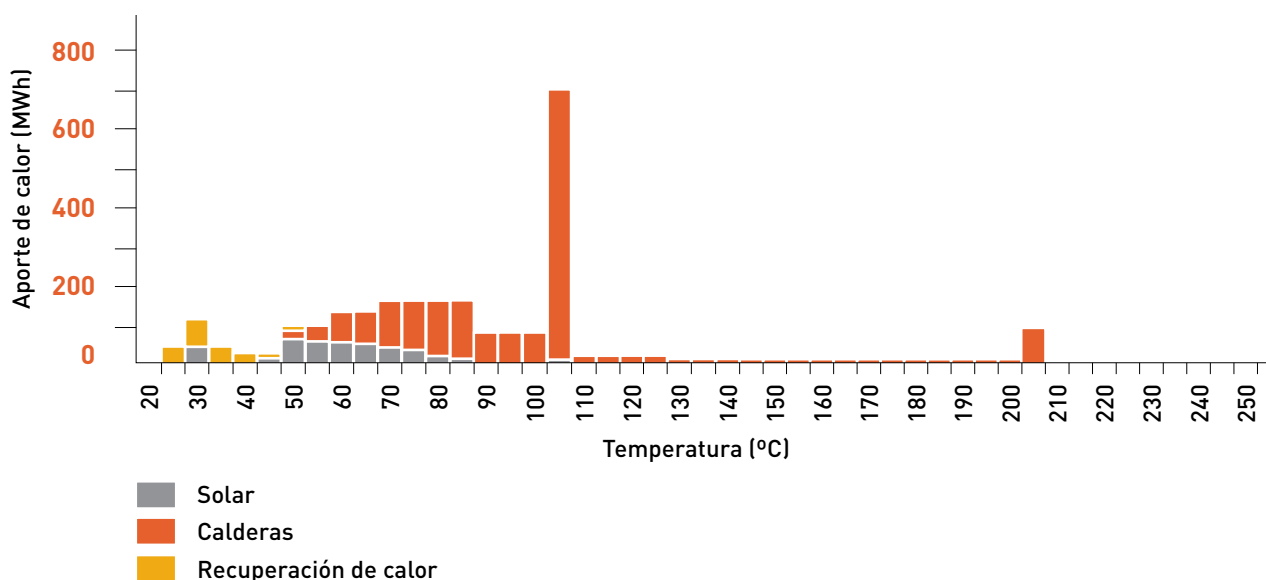


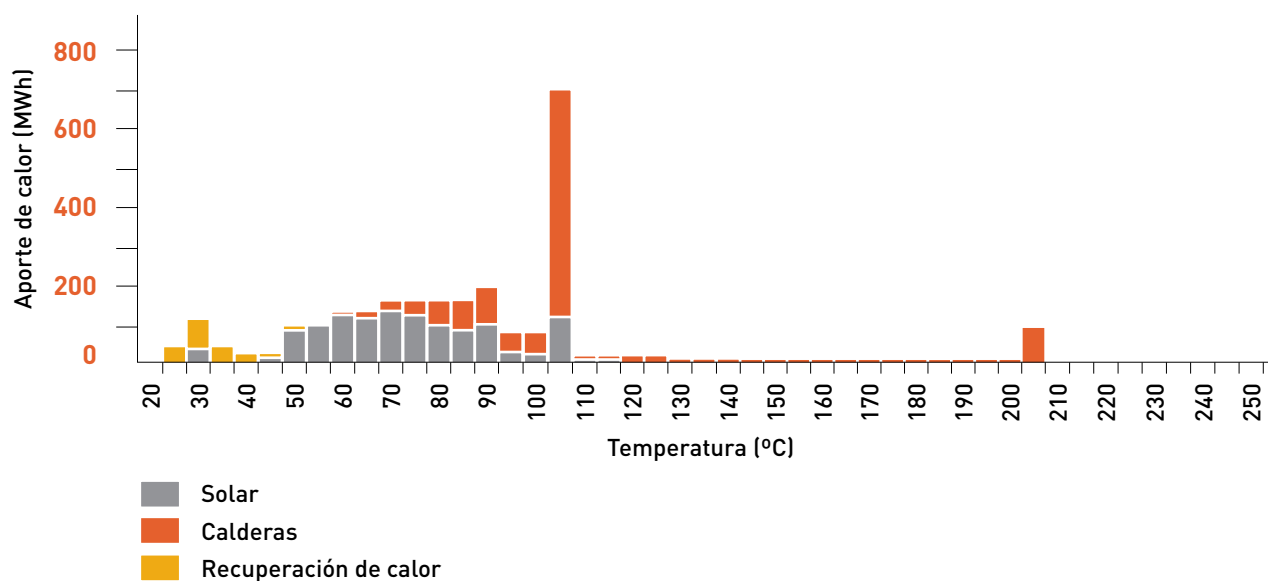
Tabla 2.9.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		1.270,50	1.848,00	2.065,00	2.509,50	2.558,50
Generación de calor útil	MWh		952,89	1.385,08	1.549,37	1.881,85	1.919,57
	kWh/kW		750,01	749,50	750,30	749,89	750,27
Temp. media (captador)	°C		101	119	132	144	157
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		539,75	539,75	539,75	539,75	539,75
Generación de calor útil	MWh		484,14	560,17	619,07	706,96	782,15
	kWh/kW		896,97	1.037,84	1.146,95	1.309,80	1.449,09
Temp. media (captador)	°C		83	86	89	90	95
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		1.079,50	1.079,50	1.079,50	1.079,50	1.079,50
Generación de calor útil	MWh		843,27	973,03	1.068,77	1.212,51	1.336,32
	kWh/kW		781,17	901,37	990,06	1.123,21	1.237,91
Temp. media (captador)	°C		97,22	101,59	107,03	108,98	115,63
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		879,54	960,39	990,77	1.053,00	1.059,86
Generación de calor útil	MWh		707,78	857,32	947,18	1.093,89	1.185,22
	kWh/kW		804,71	892,67	956,00	1.038,82	1.118,28
Temp. media (captador)	°C		92	97	103	106	113
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		31,7	38,4	42,5	49,1	53,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	117,7	171,2	191,3	232,5	237,0
	Media posible	%	81,5	89,0	91,8	97,5	98,2

Tabla 2.9.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		1.342,25	1.968,75	2.192,75	2.660,00	2.700,25
Generación de calor útil	MWh		1.006,77	1.476,05	1.645,48	1.994,04	2.033,21
	kWh/kW		750,06	749,74	750,42	749,64	752,97
Temp. media (captador)	°C		101	119	132	144	156
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		539,75	539,75	539,75	539,75	539,75
Generación de calor útil	MWh		485,92	562,69	622,32	710,94	787,48
	kWh/kW		900,26	1.042,51	1.152,97	1.317,17	1.458,97
Temp. media (captador)	°C		82	85	89	89	94
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		1.079,50	1.079,50	1.079,50	1.079,50	1.079,50
Generación de calor útil	MWh		853,28	986,20	1.085,48	1.233,18	1.361,49
	kWh/kW		790,44	913,57	1.005,54	1.142,36	1.261,22
Temp. media (captador)	°C		96	100	105	107	113
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		889,59	977,30	1.008,66	1.074,07	1.079,71
Generación de calor útil	MWh		720,48	876,91	969,35	1.120,36	1.214,44
	kWh/kW		809,90	897,27	961,03	1.043,09	1.124,79
Temp. media (captador)	°C		91	97	102	105	111
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		30,6	37,2	41,2	47,6	51,6
Ocupación de superficie	Deseada	%	124,3	182,4	203,1	246,4	250,1
	Media posible	%	82,4	90,5	93,4	99,5	100,0

Figura 2.9.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.9.7. Fracción solar media del sector

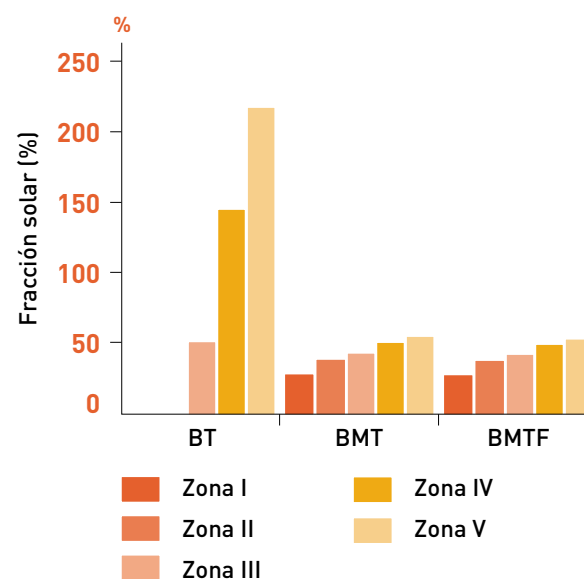
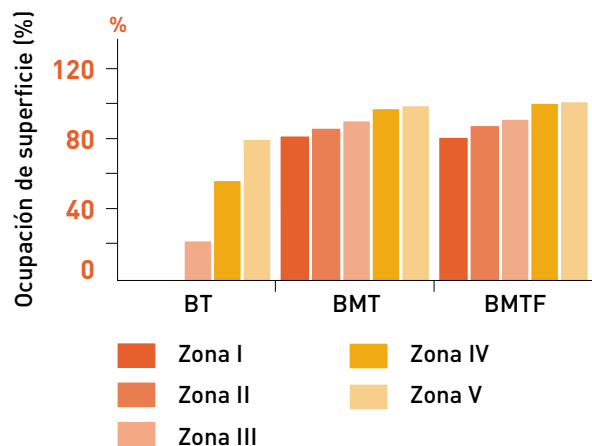
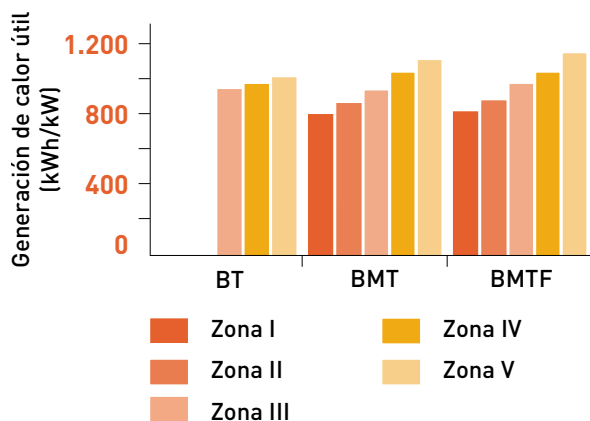


Figura 2.9.8. Grado medio de ocupación de superficie**Figura 2.9.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada**

2.9.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.9.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	9,05	9,05	19,46	19,83	45,7	98,2	100,0
Cádiz	0,00	11,19	11,19	29,90	30,49	36,6	97,8	99,7
Córdoba	0,00	8,05	8,05	19,91	20,29	39,6	97,9	99,8
Granada	0,00	7,59	7,59	21,98	22,41	33,7	97,7	99,6
Huelva	0,00	5,79	5,79	12,50	12,73	45,5	98,2	100,0
Jaén	0,00	5,61	5,61	14,07	14,34	39,0	97,9	99,8
Málaga	0,00	14,82	14,82	46,60	47,53	31,0	97,6	99,5
Sevilla	0,00	25,80	25,80	55,35	56,39	45,8	98,2	100,0
Huesca	0,06	0,79	0,85	4,85	4,94	17,2	94,3	96,0
Teruel	0,04	0,35	0,39	2,68	2,73	14,6	93,7	95,4

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zaragoza	0,36	3,58	3,93	24,00	24,44	16,2	94,1	95,8
Asturias	0,00	0,00	0,00	20,96	21,20	0,0	81,5	82,4
Islas Baleares	0,00	7,15	7,15	22,62	23,08	30,8	97,5	99,5
Las Palmas	0,00	10,56	10,56	22,65	23,08	45,8	98,2	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	9,19	9,19	19,71	20,08	45,8	98,2	100,0
Cantabria	0,00	0,00	0,00	11,61	11,75	0,0	81,5	82,4
Albacete	0,00	8,44	8,44	18,24	18,58	45,5	98,2	100,0
Ciudad Real	0,00	6,84	6,84	21,68	22,12	30,8	97,5	99,5
Cuenca	0,04	2,32	2,36	8,17	8,33	28,1	96,4	98,3
Guadalajara	0,00	3,46	3,46	11,11	11,33	30,4	97,4	99,4
Toledo	0,02	9,32	9,35	30,26	30,86	30,1	97,4	99,3
Ávila	0,02	1,13	1,14	4,11	4,19	27,0	96,7	98,5
Burgos	0,00	0,02	0,03	12,14	12,36	0,2	88,9	90,4
León	0,13	0,70	0,83	13,21	13,44	6,3	91,1	92,7
Palencia	0,00	0,00	0,00	4,59	4,67	0,0	89,0	90,5
Salamanca	0,17	1,02	1,19	9,29	9,46	12,9	93,3	95,0
Segovia	0,08	0,47	0,56	4,43	4,51	12,6	93,3	94,9
Soria	0,05	0,26	0,31	2,59	2,63	12,1	93,2	94,8
Valladolid	0,04	0,21	0,24	17,28	17,58	1,4	89,4	91,0
Zamora	0,08	0,44	0,52	4,35	4,42	12,1	93,2	94,8

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Barcelona	1,01	5,44	6,45	83,93	85,43	7,7	91,6	93,2
Girona	0,17	0,88	1,05	9,43	9,60	11,3	92,9	94,5
Lleida	0,10	0,54	0,64	5,45	5,55	11,8	93,0	94,7
Tarragona	0,00	3,31	3,31	10,56	10,77	30,6	97,5	99,4
Alicante/ Alacant	0,00	11,00	11,00	27,21	27,74	39,6	97,9	99,8
Castellón/ Castelló	0,00	3,73	3,73	11,82	12,05	30,8	97,5	99,5
Valencia/ València	0,01	14,33	14,34	45,78	46,69	30,6	97,5	99,4
Badajoz	0,00	10,95	10,95	25,81	26,30	41,6	98,0	99,9
Cáceres	0,00	6,24	6,24	15,38	15,68	39,7	97,9	99,8
A Coruña	0,00	0,00	0,00	35,16	35,56	0,0	81,5	82,4
Lugo	0,00	0,00	0,00	8,98	9,12	0,0	86,2	87,5
Ourense	0,00	0,02	0,02	8,39	8,52	0,2	87,7	89,1
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	29,84	30,23	0,0	83,4	84,5
La Rioja	0,16	0,84	1,00	9,73	9,91	10,4	92,6	94,2
Madrid	0,00	18,85	18,85	59,66	60,85	30,8	97,5	99,5
Murcia	0,00	15,57	15,57	39,07	39,82	39,0	97,9	99,8
Navarra	0,20	1,05	1,25	13,97	14,19	8,7	89,9	91,3
Álava	0,00	0,01	0,01	5,07	5,14	0,1	82,1	83,1
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	10,60	10,73	0,0	81,5	82,4

[Continuación]

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	16,56	16,75	0,0	81,5	82,4
Ceuta	0,00	0,56	0,56	1,21	1,23	45,8	98,2	100,0
Melilla	0,00	0,53	0,53	1,15	1,17	45,8	98,2	100,0
Total nacional	2,77	248,00	250,78	985,04	1.002,80	24,0	93,8	95,5

Tabla 2.9.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	10.117	10.117	218,1	21.752	53,1	22.288	51,5
Cádiz	0	12.391	12.391	173,2	31.985	50,6	32.765	49,1
Córdoba	0	8.949	8.949	188,1	21.614	51,5	22.143	49,9
Granada	0	8.366	8.366	158,9	23.172	49,8	23.735	48,3
Huelva	0	6.472	6.472	217,3	13.958	53,1	14.302	51,5
Jaén	0	6.229	6.229	185,3	15.230	51,3	15.602	49,8
Málaga	0	16.260	16.260	145,5	48.457	49,1	49.630	47,6
Sevilla	0	28.841	28.841	218,7	61.898	53,2	63.425	51,6
Huesca	59	871	930	76,7	4.738	44,3	4.850	42,9

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Teruel	40	389	429	63,5	2.585	43,3	2.646	42,0
Zaragoza	340	3.953	4.292	71,3	23.341	43,9	23.892	42,5
Asturias	0	0	0	0,0	16.864	31,7	17.166	30,6
Islas Baleares	0	7.845	7.845	144,6	23.503	49,1	24.071	47,6
Las Palmas	0	11.803	11.803	218,7	25.331	53,2	25.955	51,6
Santa Cruz de Tenerife	0	10.271	10.271	218,7	22.043	53,2	22.586	51,6
Cantabria	0	0	0	0,0	9.345	31,7	9.513	30,6
Albacete	0	9.437	9.437	217,1	20.363	53,1	20.865	51,5
Ciudad Real	3	7.502	7.505	144,3	22.519	49,0	23.064	47,5
Cuenca	38	2.561	2.599	130,7	8.407	47,9	8.609	46,4
Guadalajara	3	3.792	3.795	142,3	11.515	48,9	11.793	47,4
Toledo	20	10.230	10.250	140,9	31.340	48,8	32.098	47,3
Ávila	15	1.238	1.253	125,6	4.202	47,7	4.304	46,3
Burgos	4	26	31	1,0	10.833	38,4	11.080	37,2
León	127	777	904	26,5	12.210	40,5	12.492	39,3
Palencia	0	0	0	0,0	4.099	38,4	4.193	37,2
Salamanca	162	1.135	1.297	55,1	8.890	42,7	9.098	41,4
Segovia	79	525	603	53,7	4.235	42,6	4.334	41,3
Soria	47	290	337	51,3	2.467	42,5	2.524	41,2
Valladolid	37	229	266	5,9	15.548	38,9	15.904	37,7

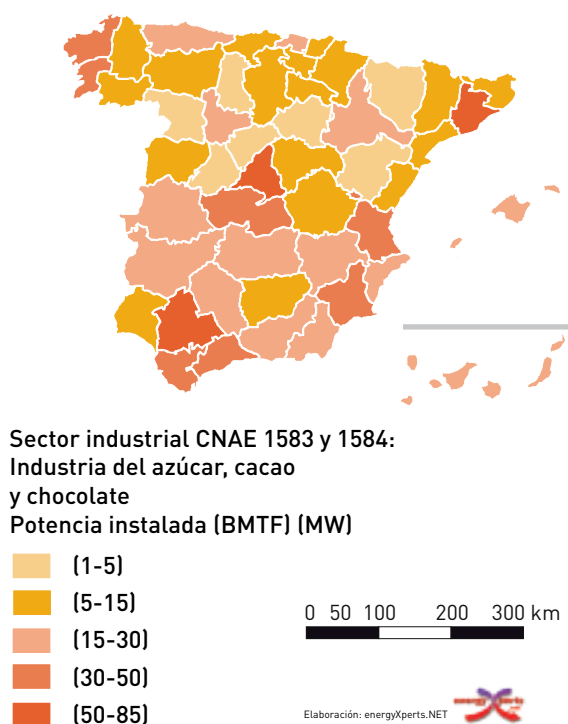
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Zamora	79	487	566	51,3	4.142	42,5	4.239	41,2
Barcelona	960	6.051	7.010	32,5	78.173	41,0	79.988	39,7
Girona	160	984	1.145	47,7	8.947	42,2	9.157	40,9
Lleida	96	596	691	49,9	5.186	42,4	5.307	41,1
Tarragona	2	3.632	3.634	143,4	10.958	49,0	11.223	47,5
Alicante/ Alacant	0	12.218	12.218	187,9	29.537	51,5	30.259	49,9
Castellón/ Castelló	1	4.087	4.088	144,2	12.270	49,0	12.567	47,5
Valencia/ València	12	15.719	15.731	143,1	47.500	49,0	48.650	47,5
Badajoz	0	12.197	12.197	198,0	28.292	52,0	28.986	50,5
Cáceres	0	6.936	6.936	188,7	16.712	51,5	17.121	50,0
A Coruña	0	0	0	0,0	28.293	31,7	28.801	30,6
Lugo	0	0	0	0,0	7.739	36,0	7.904	34,8
Ourense	3	19	22	1,0	7.368	37,3	7.531	36,1
Pontevedra	0	0	0	0,0	24.722	33,4	25.201	32,3
La Rioja	153	939	1.092	43,9	9.196	41,9	9.411	40,6
Madrid	0	20.681	20.681	144,5	61.970	49,1	63.470	47,6
Murcia	0	17.293	17.293	185,2	42.292	51,3	43.327	49,8
Navarra	190	1.164	1.354	36,9	12.783	39,5	13.067	38,2
Álava	1	6	7	0,5	4.124	32,3	4.200	31,1
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	8.534	31,7	8.687	30,6

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Vizcaya	0	0	0	0,0	13.323	31,7	13.562	30,6
Ceuta	0	630	630	218,7	1.351	53,2	1.384	51,6
Melilla	0	597	597	218,7	1.281	53,2	1.312	51,6
Total nacional	2.630	274.731	277.361	112,7	987.140	45,4	1.010.283	44,0

Figura 2.9.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.9.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura en zonas I, II y III y en régimen intermedio en zonas IV y V (ocupación media de la superficie disponible del 24%). Para la demanda total a baja y media temperatura el sector está en régimen intermedio para zonas I a III (excepto zona III incluyendo demanda de frío: limitación por superficie) y con el potencial limitado por la superficie en zonas IV y V, permitiendo una fracción solar del 45% (calor a baja y media temperatura) y del 44% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 110 °C, incluido la generación de frío:

- Calefacción naves y oficinas.
- Lavado.
- Secado.
- Evaporación.
- Cristalización.
- Procesos a temperatura baja.

2.9.6 Referencias bibliográficas

MMA:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector azucarero. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

THEOBROMA:

<http://www.theobroma-cacao.de/wissen/herstellung/schokoladeherstellung/>

2.10 CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. OTROS PRODUCTOS ALIMENTICIOS DIVERSOS

2.10.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.10.1.

Tabla 2.10.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	1.556	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	7.178	4,61
Número de empleados	-	25.976	16,7
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	2.370.169	1.524
Consumo total electricidad		733.255	471
Consumo energía final (gen. calor)		2.414.164	1.552
Consumo electricidad gen. frío		29.954	19
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	2.037.264	1.310
Otras superficies adyacentes		632.379	407
Total		2.669.643	1.716
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	916	
Por € de facturación	kWh/€	0,34	
Por trabajador	kWh/trabajador	94.090	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.10.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.10.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{conv}/dist$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temp.	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25	-	4,2		65,48	0,83	54,55			Mantenimiento	Fuente: BREF Food, Drink and Milk Industries para pastas alimenticias y elaboración de café. En general, para caracterizar la empresa tipo de este sector, se han elegido los procesos más relevantes de los sub-sectores de la industria de la alimentación ya analizados en este estudio de potencial, con los respectivos niveles de temperatura		
Secado	80	15	10,4		161,37	0,83	134,42	40	40	Mantenimiento/circulación			
Agua caliente	60	15	10,4		161,37	0,83	134,42	30	-	Circulación			
Concentración/evaporación (al vacío)	90	-	10,4		161,37	0,83	134,42	40	-	Mantenimiento			
Deshidratación y secado a alta temperatura	250	15	10,4		161,37	0,98	158,14	125	125	Mantenimiento/circulación			
Tostadura	210	15	10,4		161,37	0,98	158,14	105	105	Circulación			
Cocción (inmersión en agua)	80	15	10,4		161,37	0,83	134,42	35	40	Mantenimiento/circulación			
Pasteurización	78	15	10,4%		161,37	0,83	134,42	18	63	Mantenimiento/circulación			

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{conv/dist}$	MWh	Tout [°C]	TinR [°C]		Temp.	Consumo %	kWh/up
Autoclaves y hornos vapor	120	15	10,4		161,37	0,83	134,42	120	-	Mantenimiento/circulación	Fuente: BREF Food, Drink and Milk Industries para pastas alimenticias y elaboración de café. En general, para caracterizar la empresa tipo de este sector, se han elegido los procesos más relevantes de los sub-sectores de la industria de la alimentación ya analizados en este estudio de potencial, con los respectivos niveles de temperatura		
Otros usos vapor	120	15	10,4		161,37	0,83	134,42	-	-	Mantenimiento/circulación			
Stripping (regeneración)	110	15	2,2		34,14	0,83	28,44	110	-	Start-up (para precalentam. del filtro)/ mantenimiento			
Total consumo de calor			-		1.551,93	0,86	1.340,20						

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Suposiciones ad-hoc

$\eta_{conv/dist}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.10.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0		57,77	85	0,70	82,52	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			-	57,77	82,52				

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.10.1. La Figura 2.10.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.10.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

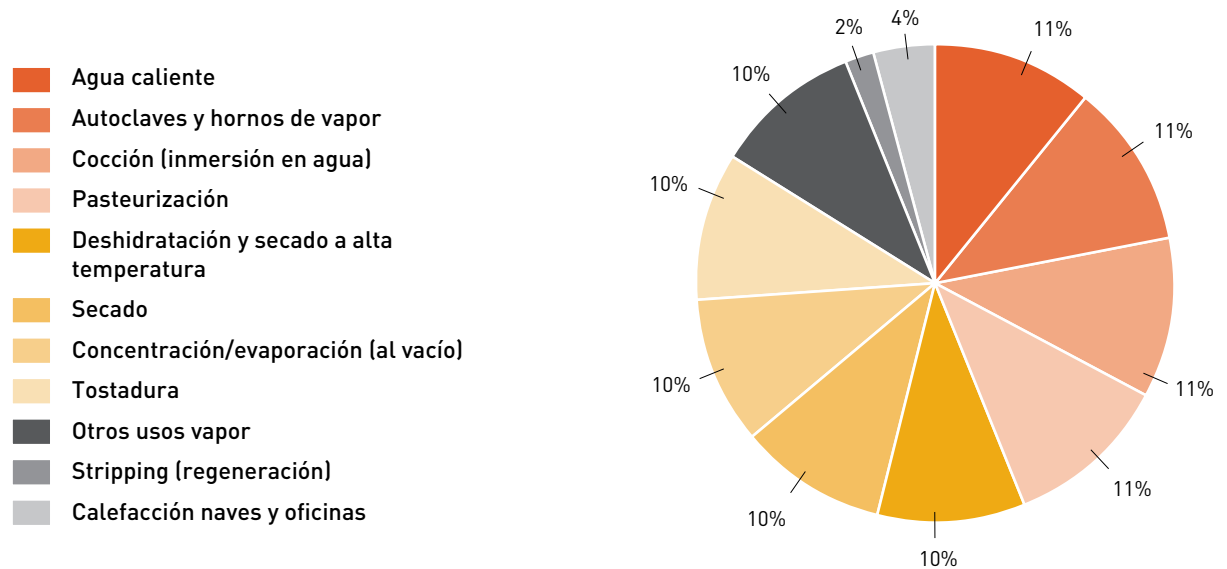
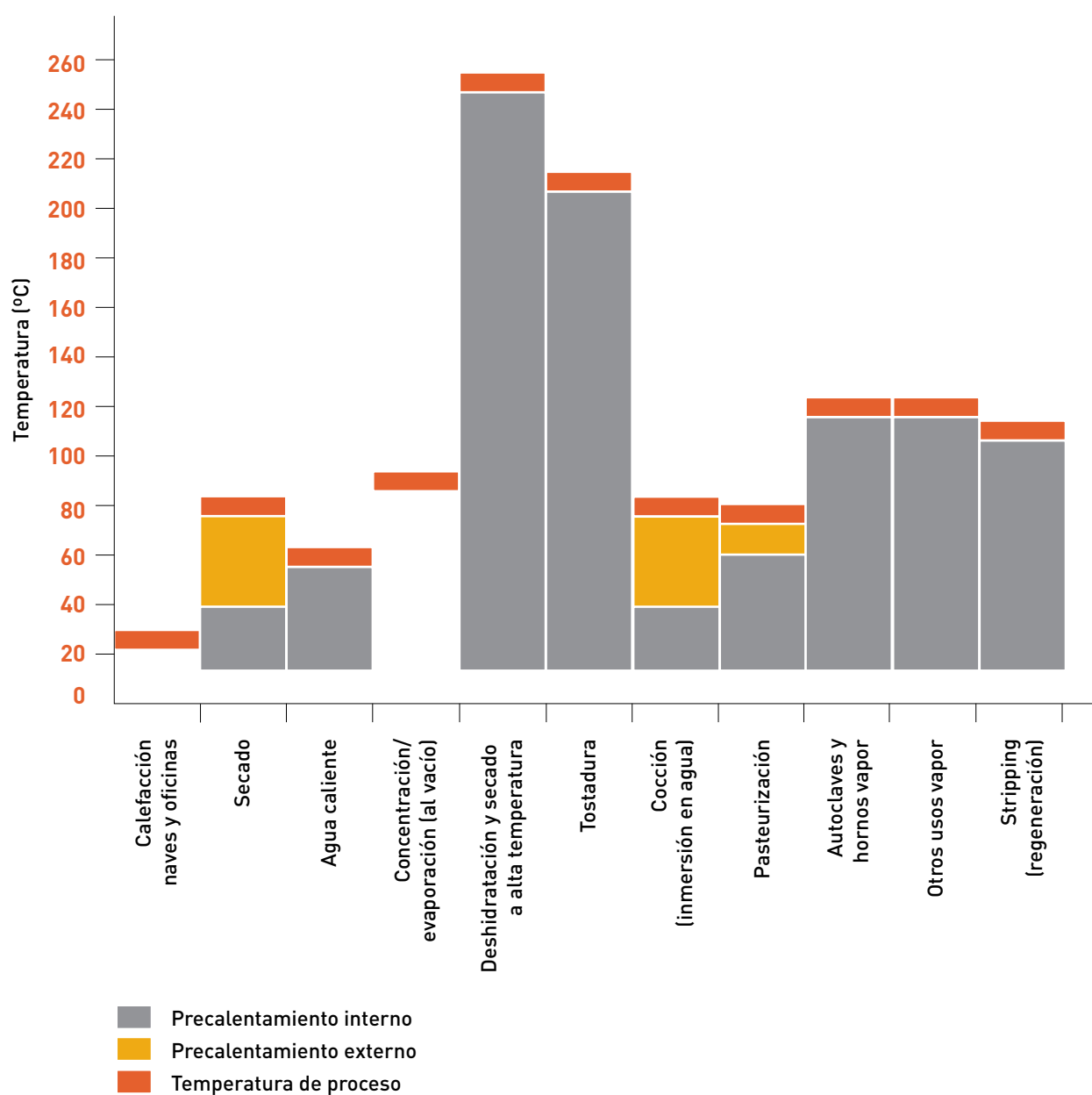


Figura 2.10.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.10.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.10.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.10.4

Tabla 2.10.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	1.375		75	1.450	
Con recuperación de calor	MWh	1.131			1.208	
Reducción recuperación de calor	%	18			17	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	120	10,6%		119	9,9%
60 a 120 °C	MWh	460	40,7%		541	44,8%
120 a 250 °C	MWh	464	41,0%		461	38,1%
Total baja y media temperatura	MWh	1.044	92,3%		1.121	92,8%

Figura 2.10.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

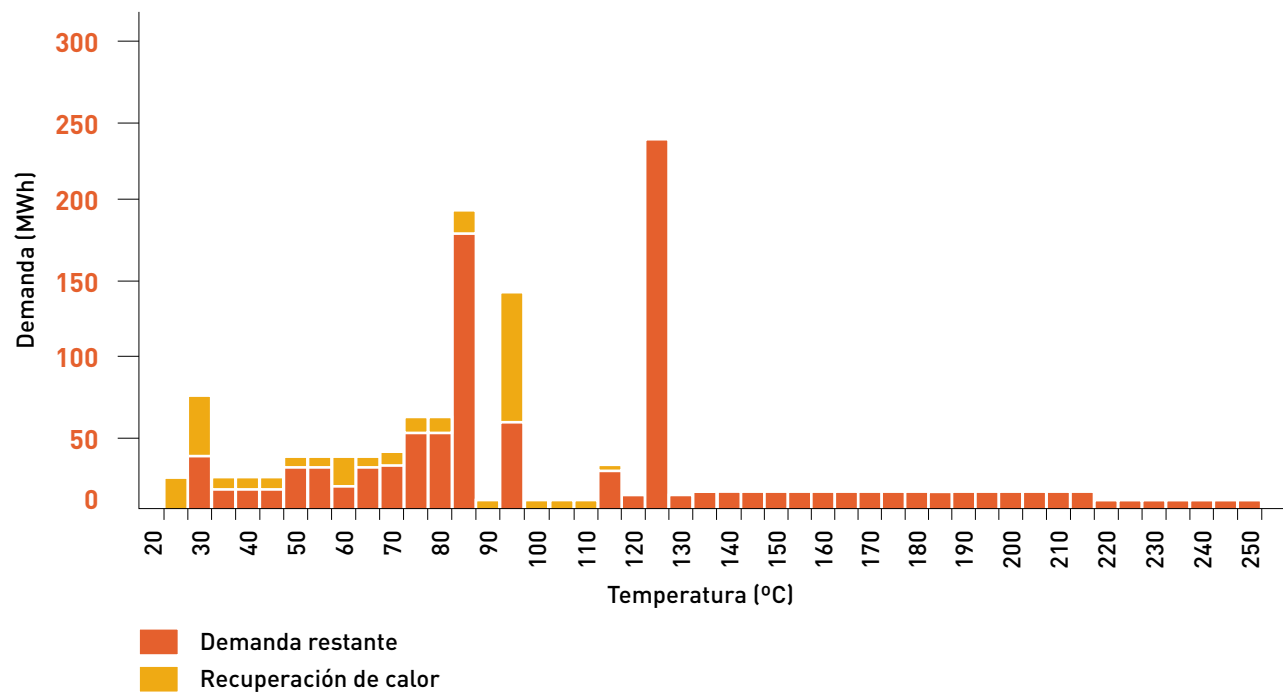
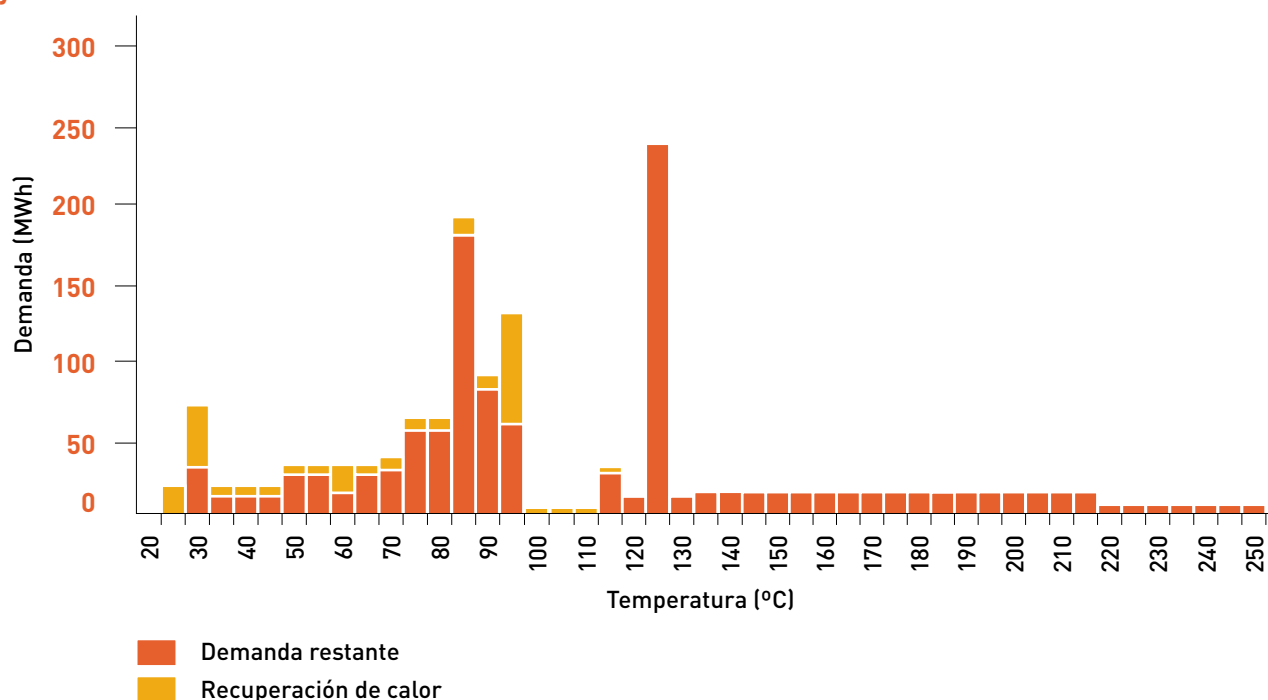


Figura 2.10.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.10.4 Potencial solar térmica

2.10.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.10.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	49,00	80,50	147,00	248,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	46,74	76,36	139,46	236,08
	kWh/kW	0,00	953,92	948,61	948,73	950,04
Temp. media (captador)	°C		55	63	73	86
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	49,00	80,50	147,00	248,50
Generación de calor útil	MWh		0,00	46,74	76,36	139,46	236,08
	kWh/kW		-	953,92	948,61	948,73	950,04
Temp. media (captador)	°C			55	63	73	86
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	38,9	63,5	116,0	196,4
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	10,0	16,3	28,7	48,3
	Media posible	%	0,0	10,0	16,3	28,7	48,3

Figura 2.10.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

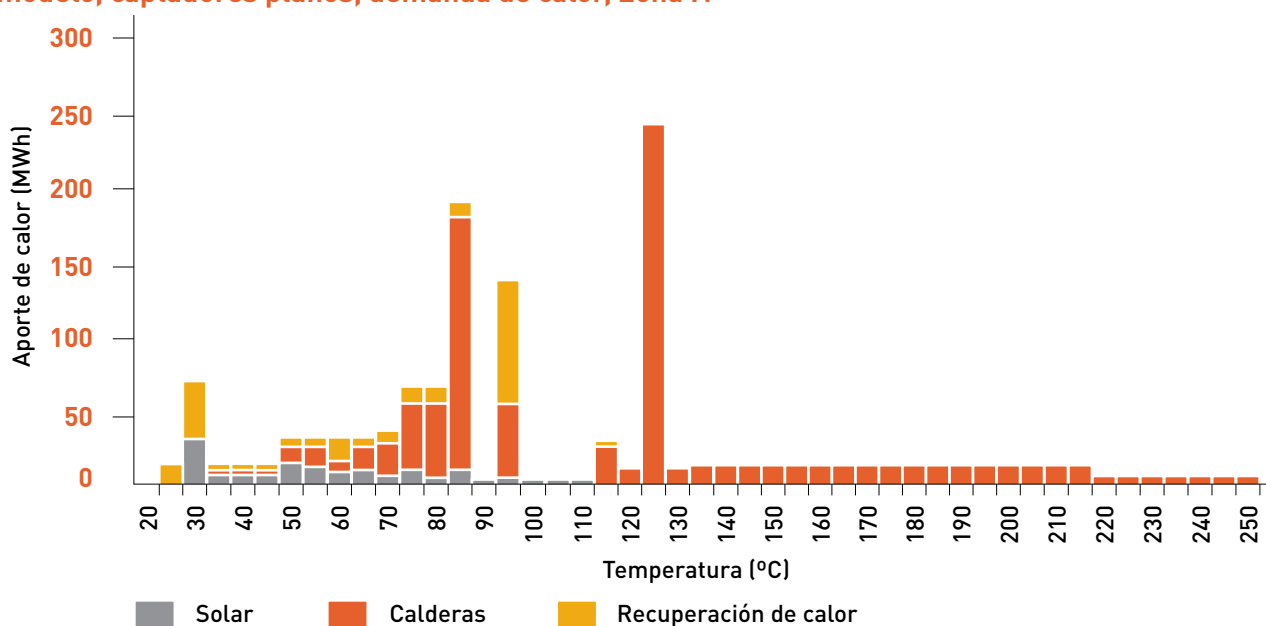


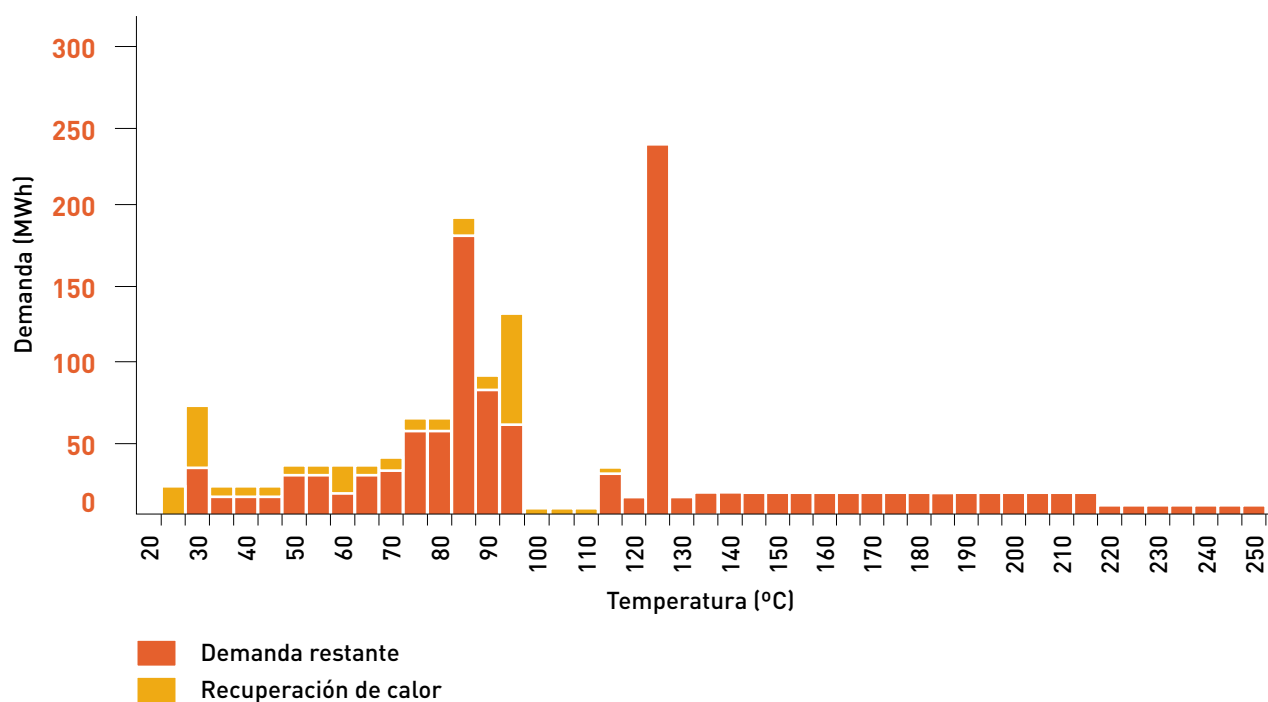
Tabla 2.10.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		430,50	647,50	771,75	967,75	1.043,00
Generación de calor útil	MWh		322,76	485,57	578,74	725,83	782,49
	kWh/kW		749,73	749,91	749,91	750,02	750,23
Temp. media (captador)	°C		99	116	131	143	157
Simulación 2b: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		402,86	402,86	402,86	402,86	402,86
Generación de calor útil	MWh		307,74	353,52	388,51	445,31	484,19
	kWh/kW		763,90	877,54	964,40	1.105,39	1.201,89
Temp. media (captador)	°C		97	102	107	108	116
Simulación 2c: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	805,71	805,71
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	669,34	717,39
	kWh/kW		-	-	-	830,75	890,38
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	135,49	144,94
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		418,89	544,75	616,81	659,20	669,73
Generación de calor útil	MWh		316,45	430,11	498,85	583,16	628,56
	kWh/kW		755,45	789,55	808,75	884,65	938,52
Temp. media (captador)	°C		98	110	121	125	135
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		30,3	41,2	47,8	55,9	60,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	53,4	80,4	95,8	120,1	129,5
	Media posible	%	52,0	67,6	76,6	81,8	83,1

Tabla 2.10.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		463,75	715,75	845,25	1.060,50	1.135,75
Generación de calor útil	MWh		347,77	537,11	633,73	795,43	851,53
	kWh/kW		749,90	750,42	749,76	750,05	749,75
Temp. media (captador)	°C		99	117	131	143	156
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		402,86	402,86	402,86	402,86	402,86
Generación de calor útil	MWh		312,66	361,65	399,37	456,17	500,60
	kWh/kW		776,12	897,72	991,34	1.132,34	1.242,64
Temp. media (captador)	°C		96	100	104	106	112
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	805,71	805,71	805,71
Generación de calor útil	MWh		-	-	619,28	704,30	756,13
	kWh/kW		-	-	768,61	874,14	938,46
Temp. media (captador)	°C		-	-	129	131	140
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		438,17	584,33	642,05	672,18	682,72
Generación de calor útil	MWh		333,02	463,42	528,94	612,84	662,16
	kWh/kW		760,02	793,07	823,83	911,72	969,89
Temp. media (captador)	°C		97	110	119	122	131
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		29,7	41,3	47,2	54,7	59,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	57,6	88,8	104,9	131,6	141,0
	Media posible	%	54,4	72,5	79,7	83,4	84,7

Figura 2.10.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, solo demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.10.7. Fracción solar media del sector

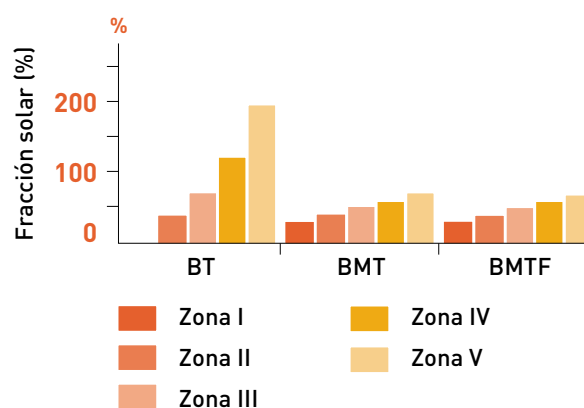


Figura 2.10.8. Grado medio de ocupación de superficie

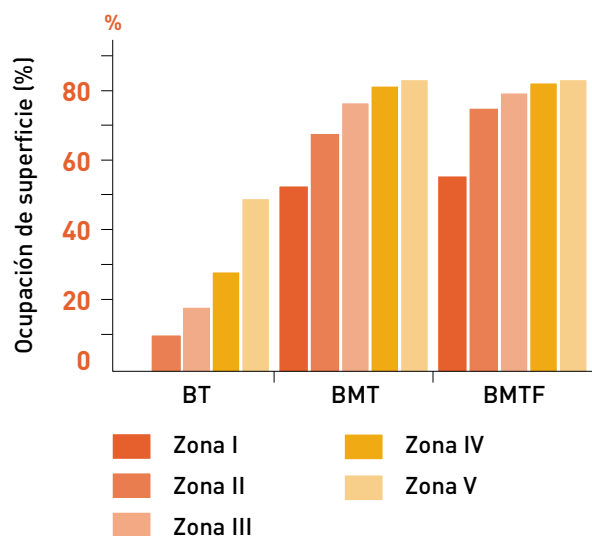
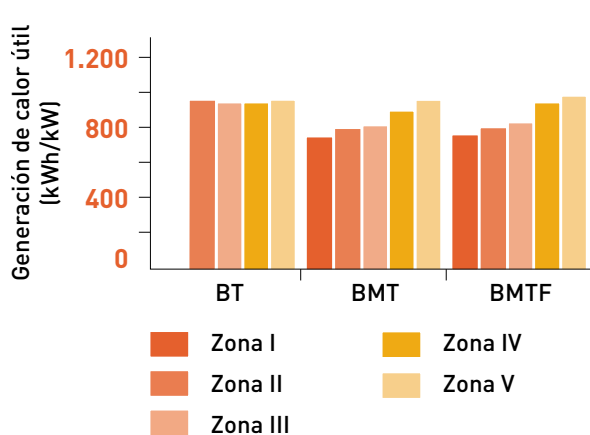


Figura 2.10.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.10.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.10.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	1,50	8,26	9,76	29,02	29,58	30,5	86,0	87,6
Cádiz	1,73	9,46	11,20	44,31	45,17	22,7	84,5	86,1
Córdoba	1,28	7,02	8,30	29,56	30,14	25,3	85,0	86,6
Granada	1,14	6,20	7,34	32,50	33,14	20,3	84,1	85,7
Huelva	0,96	5,28	6,24	18,64	19,00	30,4	86,0	87,6
Jaén	0,89	4,86	5,75	20,88	21,29	24,8	84,9	86,5
Málaga	2,16	11,63	13,78	68,77	70,12	17,9	83,6	85,2
Sevilla	4,27	23,57	27,83	82,56	84,15	30,6	86,0	87,6
Huesca	0,16	0,82	0,98	7,09	7,34	11,9	79,1	81,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Teruel	0,08	0,41	0,49	3,91	4,06	10,7	78,3	81,3
Zaragoza	0,74	3,93	4,67	35,16	36,42	11,4	78,9	81,7
Asturias	0,00	0,00	0,00	23,43	24,51	0,0	52,0	54,4
Islas Baleares	1,04	5,59	6,63	33,38	34,04	17,8	83,6	85,2
Las Palmas	1,75	9,64	11,39	33,78	34,44	30,6	86,0	87,6
Santa Cruz de Tenerife	1,52	8,39	9,91	29,40	29,97	30,6	86,0	87,6
Cantabria	0,00	0,00	0,00	12,99	13,58	0,0	52,0	54,4
Albacete	1,39	7,70	9,09	27,19	27,72	30,4	86,0	87,6
Ciudad Real	1,00	5,36	6,36	31,99	32,62	17,8	83,6	85,2
Cuenca	0,38	2,02	2,40	12,04	12,34	17,6	82,3	84,4
Guadalajara	0,51	2,72	3,22	16,38	16,71	17,6	83,4	85,1
Toledo	1,37	7,36	8,73	44,64	45,55	17,5	83,4	85,0
Ávila	0,17	0,93	1,10	6,06	6,20	16,1	82,4	84,3
Burgos	0,82	0,54	1,35	16,27	17,42	7,8	70,1	74,9
León	0,62	1,24	1,86	18,55	19,57	8,8	74,1	78,1
Palencia	0,32	0,20	0,52	6,16	6,61	8,0	70,4	75,3
Salamanca	0,26	1,34	1,59	13,58	14,12	9,9	77,9	81,0
Segovia	0,12	0,63	0,75	6,48	6,74	9,8	77,8	80,9
Soria	0,07	0,36	0,43	3,78	3,94	9,6	77,6	80,8
Valladolid	1,11	0,94	2,06	23,43	25,02	8,2	71,2	75,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zamora	0,12	0,61	0,72	6,35	6,61	9,6	77,6	80,8
Barcelona	3,57	8,78	12,34	118,97	125,11	9,0	74,9	78,7
Girona	0,28	1,25	1,53	13,70	14,29	9,5	77,1	80,4
Lleida	0,15	0,74	0,90	7,94	8,27	9,6	77,4	80,6
Tarragona	0,48	2,60	3,08	15,58	15,89	17,7	83,5	85,2
Alicante/ Alacant	1,75	9,58	11,32	40,41	41,19	25,3	85,0	86,6
Castellón/ Castelló	0,54	2,92	3,46	17,43	17,78	17,8	83,6	85,2
Valencia/ València	2,09	11,25	13,34	67,54	68,89	17,7	83,5	85,1
Badajoz	1,77	9,71	11,47	38,38	39,12	27,0	85,3	86,9
Cáceres	0,99	5,44	6,44	22,85	23,29	25,4	85,0	86,6
A Coruña	0,00	0,00	0,00	39,32	41,13	0,0	52,0	54,4
Lugo	0,41	0,25	0,66	11,35	12,07	5,0	63,6	67,6
Ourense	0,47	0,32	0,79	10,95	11,69	6,5	67,1	71,5
Pontevedra	0,56	0,35	0,91	35,17	37,07	2,0	56,6	59,7
La Rioja	0,32	1,23	1,54	14,06	14,69	9,4	76,6	80,0
Madrid	2,74	14,75	17,49	88,02	89,75	17,8	83,6	85,2
Murcia	2,46	13,50	15,96	57,99	59,12	24,8	84,9	86,5
Navarra	0,28	1,45	1,73	19,19	19,99	6,9	70,5	73,4
Álava	0,03	0,02	0,05	5,78	6,05	0,6	53,5	56,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	11,86	12,41	0,0	52,0	54,4
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	18,51	19,37	0,0	52,0	54,4
Ceuta	0,09	0,51	0,61	1,80	1,84	30,6	86,0	87,6
Melilla	0,09	0,49	0,58	1,71	1,74	30,6	86,0	87,6
Total nacional	46,51	222,13	268,64	1.396,79	1.438,86	16,0	77,2	79,5

Tabla 2.10.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	1.421	8.729	10.150	195,8	27.087	60,2	28.535	59,0
Cádiz	1.646	10.113	11.759	147,1	39.953	57,5	42.028	56,4
Córdoba	1.215	7.465	8.680	163,3	26.969	58,4	28.384	57,2
Granada	1.084	6.657	7.740	131,5	28.975	56,7	30.465	55,5
Huelva	908	5.579	6.488	194,9	17.382	60,1	18.311	59,0
Jaén	843	5.175	6.018	160,1	19.007	58,3	20.002	57,1
Málaga	2.046	12.568	14.614	117,0	60.652	55,9	63.742	54,7
Sevilla	4.053	24.897	28.950	196,4	77.078	60,2	81.199	59,1

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Huesca	156	901	1.056	77,9	5.874	49,9	6.213	49,1
Teruel	78	455	533	70,5	3.200	48,8	3.389	48,1
Zaragoza	705	4.329	5.034	74,8	28.949	49,5	30.629	48,8
Asturias	0	0	0	0,0	17.704	30,3	18.631	29,7
Islas Baleares	985	6.051	7.036	116,0	29.420	55,9	30.917	54,7
Las Palmas	1.659	10.189	11.847	196,4	31.543	60,2	33.229	59,1
Santa Cruz de Tenerife	1.443	8.866	10.309	196,4	27.448	60,2	28.916	59,1
Cantabria	0	0	0	0,0	9.811	30,3	10.324	29,7
Albacete	1.324	8.134	9.459	194,7	25.360	60,1	26.714	59,0
Ciudad Real	944	5.802	6.746	116,0	28.186	55,8	29.623	54,6
Cuenca	359	2.184	2.542	114,4	10.480	54,3	11.043	53,3
Guadalajara	482	2.939	3.421	114,7	14.407	55,7	15.144	54,5
Toledo	1.297	7.967	9.264	113,9	39.214	55,5	41.223	54,4
Ávila	164	1.010	1.174	105,3	5.249	54,2	5.525	53,1
Burgos	779	596	1.375	38,5	12.749	41,1	13.727	41,2
León	591	1.378	1.968	51,6	14.771	44,6	15.774	44,3
Palencia	304	220	525	38,9	4.829	41,2	5.203	41,3
Salamanca	242	1.487	1.729	65,7	11.000	48,1	11.658	47,5
Segovia	114	701	816	64,9	5.239	48,0	5.554	47,4
Soria	65	402	467	63,5	3.050	47,8	3.234	47,2

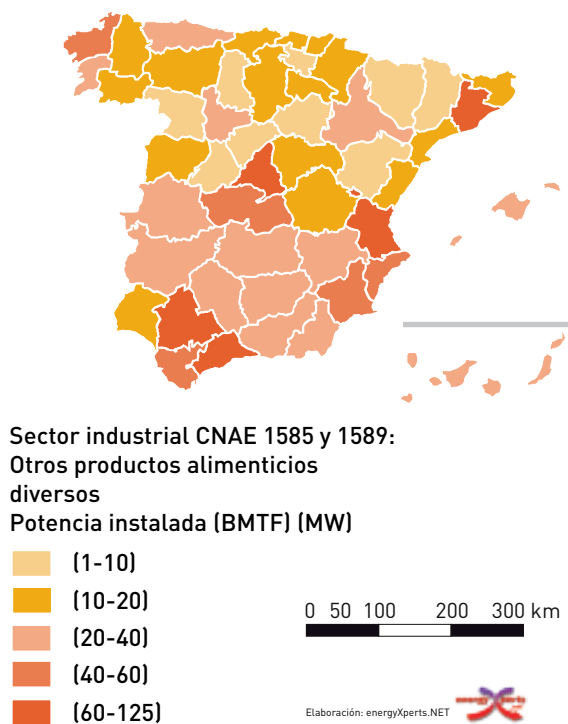
[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Valladolid	1.061	1.048	2.110	41,7	18.430	42,0	19.816	42,0
Zamora	110	674	784	63,5	5.122	47,8	5.431	47,2
Barcelona	3.394	9.767	13.161	54,5	95.063	45,4	101.348	45,0
Girona	264	1.394	1.659	61,8	11.031	47,3	11.708	46,8
Lleida	145	829	974	62,9	6.404	47,6	6.794	47,0
Tarragona	457	2.810	3.267	115,3	13.714	55,8	14.414	54,6
Alicante/ Alacant	1.659	10.188	11.847	163,0	36.856	58,4	38.789	57,2
Castellón/ Castelló	514	3.155	3.669	115,8	15.359	55,8	16.141	54,6
Valencia/ València	1.981	12.169	14.150	115,2	59.449	55,7	62.483	54,5
Badajoz	1.677	10.300	11.976	173,9	35.279	59,0	37.141	57,8
Cáceres	942	5.789	6.732	163,8	20.852	58,5	21.946	57,3
A Coruña	0	0	0	0,0	29.702	30,3	31.258	29,7
Lugo	388	281	669	24,6	8.795	37,2	9.409	37,0
Ourense	453	351	804	32,1	8.540	39,3	9.167	39,3
Pontevedra	534	386	920	9,8	26.875	33,1	28.495	32,6
La Rioja	301	1.365	1.667	60,0	11.301	46,8	12.007	46,3
Madrid	2.597	15.952	18.549	116,0	77.571	55,9	81.520	54,7
Murcia	2.339	14.367	16.706	160,1	52.783	58,2	55.546	57,1
Navarra	263	1.613	1.875	45,7	15.271	42,9	16.168	42,3
Álava	26	26	51	3,2	4.381	31,2	4.620	30,6

[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	8.959	30,3	9.428	29,7
Vizcaya	0	0	0	0,0	13.987	30,3	14.719	29,7
Ceuta	88	543	632	196,4	1.683	60,2	1.772	59,1
Melilla	84	515	599	196,4	1.595	60,2	1.680	59,1
Total nacional	44.184	238.319	282.502	102,7	1.204.584	50,4	1.271.136	49,5

Figura 2.10.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.10.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 16%) y en régimen intermedio para la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 50% (calor a baja y media temperatura) e igualmente del 50% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 130 °C, incluyendo la generación de frío:

- Calefacción naves y oficinas.
- Secado.
- Agua caliente.
- Concentración/evaporación (al vacío).
- Cocción (inmersión en agua).
- Pasteurización.
- Autoclaves y hornos vapor.
- Otros usos de vapor.
- Stripping (regeneración).

2.10.6 Referencias bibliográficas

En general, para caracterizar la empresa tipo de este sector, se han elegido los procesos más relevantes

de los sub-sectores de la industria de la alimentación ya analizados en este estudio de potencial.

Para pastas alimenticias y elaboración de café, la fuente de información fue:

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission
http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

2.11 CNAE 159. BEBIDAS

2.11.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.11.1.

Tabla 2.11.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	3.893	
Producción total	up	148.894.690	38.247
Unidad de medición producción total (up)	hl de producto acabado (las t de malta no están incluidas)		
Facturación	M€	7.178	1,84
Número de empleados	-	51.723	13,3
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.068.845	788
Consumo total electricidad		2.111.353	542
Consumo energía final (gen. calor)		3.195.526	821
Consumo electricidad gen. frío		954.825	245
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	7.502.281	1.927
Otras superficies adyacentes		2.336.963	600
Total		9.839.245	2.527

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m ²	422	
Por € de facturación	kWh/€	0,58	
Por trabajador	kWh/trabajador	80.242	
Por unidad de producto	kWh/up	28	

2.11.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.11.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Calefacción naves y oficinas	25		11,7	2,52	96,36	0,83	80,26			Mantenimiento
Germinación del grano de cebada	30	15	4,1	0,88	33,48	0,83	27,89	40	-	Circulación
Secado del grano germinado	80	15	8,7	1,86	71,08	0,83	59,21	65	-	Circulación
Maceración	75	15	9,3	1,99	76,06	0,83	63,36	-	-	Mantenimiento/circulación. Con este método –la maceración por infusión– se va proporcionando calor progresivamente a la mezcla en agitación, hasta alcanzar las temperaturas seleccionadas de un modo escalonado. Es decir, cuando se alcanza cada uno de los niveles de temperatura programados se realiza un estacionamiento temporal o reposo térmico
Cocción	108	15	14,7	3,16	120,87	0,83	100,68	80	-	Mantenimiento/circulación
Destilación	100	15	15,6	3,34	127,76	0,83	106,42	100	-	Mantenimiento (para ebullición y evaporación)/circulación
Pasteurización	66	15	11,4	2,45	93,84	0,83	78,17	50	30	Mantenimiento/circulación
Agua caliente de servicio y proceso	60	15	7,8	1,68	64,33	0,83	53,59	30	-	Circulación
Lavado de botellas	62	15	14,6	3,13	119,87	0,83	99,85	45	-	Start-up/mantenimiento/circulación

(Continuación)

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Lavado y esterilización de barriles	95	15	2,1	0,45	17,20	0,83	14,33	75	35	Mantenimiento/circulación
Total consumo de calor			21.46	820.84	0.83	683.76				

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

(Continuación)

Proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas		Porcentaje calculado a partir de la superficie disponible y de una demanda para calefacción de 50 kWh/m².a	
Germinación del grano de cebada	Guía MTD sector cervecero. Aire húmedo entre 10 y 30 °C, considerado tanto como consumo de calor y consumo de frío	Porcentajes calculados en base a suposiciones ad hoc y a los datos de consumo final de combustibles y de electricidad de los distintos subsectores (malta, cerveza, vino, bebidas alcohólicas y analcohólicas), elaborados en base a las informaciones documentadas en el documento sectorial del Ministerio de Industria para el subsector alimentación, bebidas y tabaco. Solo para los procesos del sector cervecero los porcentajes de consumo de cada proceso se han calculado a partir del promedio de los <i>benchmarks</i> documentados en el BREF Food, Drink and Milk Industries (Tabla 3.77)	
Secado del grano germinado	Promedio calculado a partir de las distintas temperaturas de secado y tostado según el BREF Food, Drink and Milk Industries		
Maceración	Promedio calculado a partir del rango de temperatura de la maceración por infusión según la guía MTD sector cervecero		
Cocción	Promedio calculado a partir del rango de temperatura de la cocción a baja presión según la guía MTD sector cervecero		
Destilación	Temperatura de ebullición de agua. La del alcohol es inferior, aprox. 78°C		
Pasteurización	Promedio calculado a partir de las temperaturas de pasteurización de tipo flash en túneles según la guía MTD sector cervecero		
Agua caliente de servicio y proceso			
Lavado de botellas	Promedio calculado a partir del rango de temperaturas según la guía MTD sector cervecero		
Lavado y esterilización de barriles	Promedio calculado a partir del rango de temperatura para lavado y esterilización de barriles según la guía MTD sector cervecero		

Tabla 2.11.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	11,6	0,74	84,99	85,00	0,70	121,41	Resultados Tarea 1	
Frío a temperaturas >5 °C	5	64,1	4,11	471,72	85,00	0,70	673,89		
Refrigeración	-10 a +5	24,3	1,56	179,09	95,00	0,60	298,48		
Total consumo de frío			6,41	735,8				1.093,8	

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.11.1. La Figura 2.11.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.11.3.

Figura 2.11.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

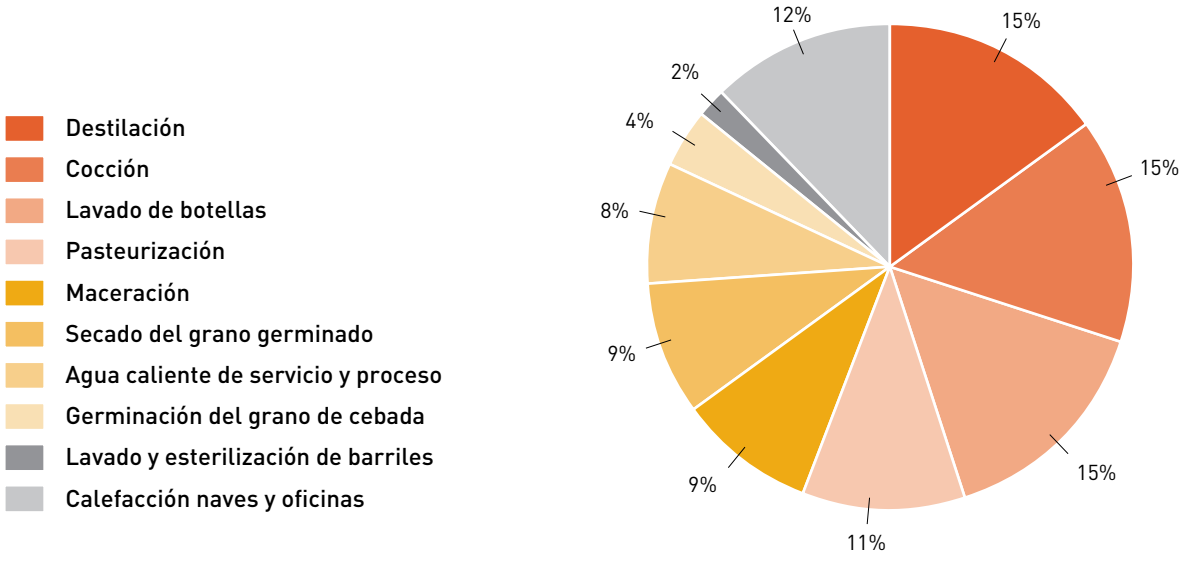


Figura 2.11.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

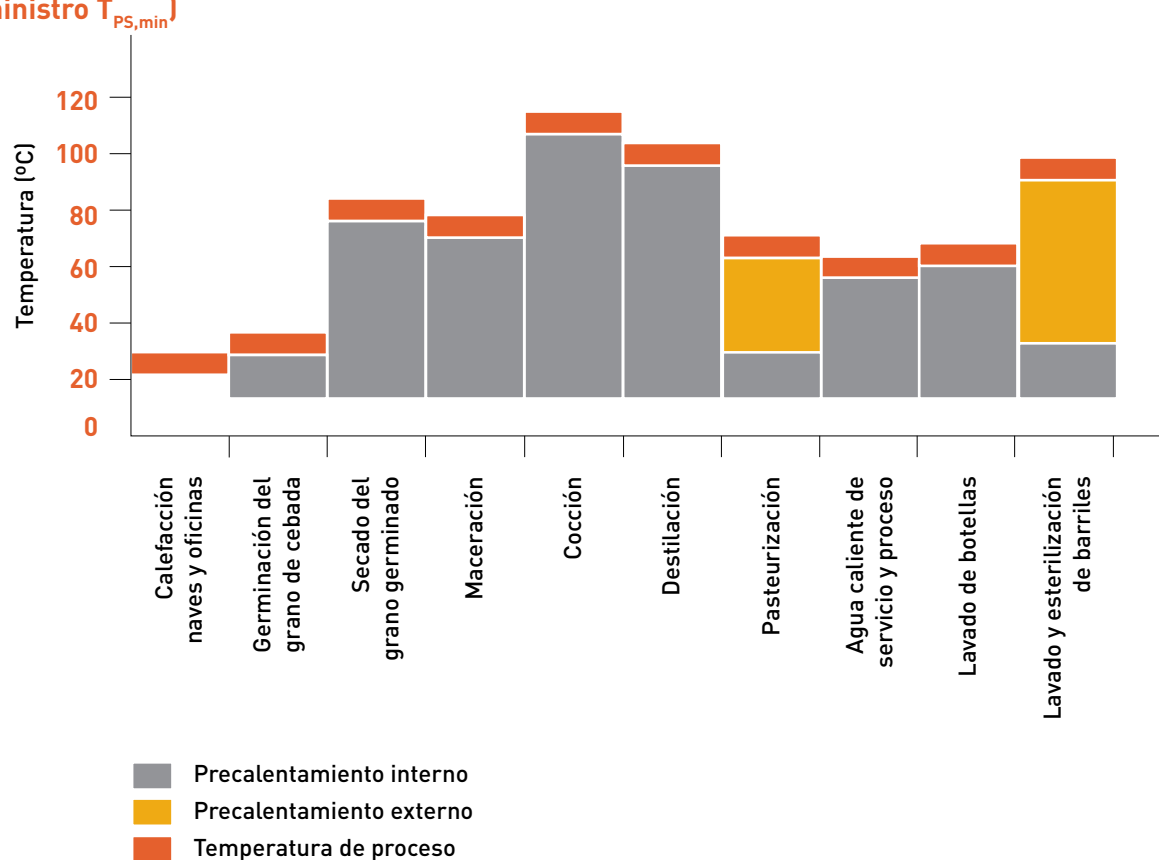
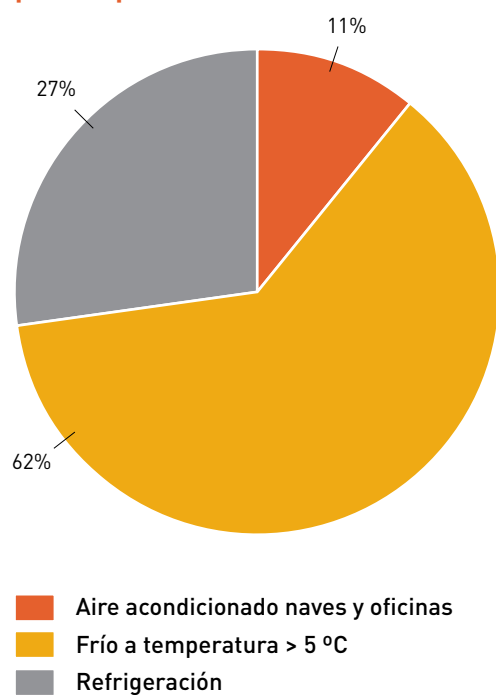


Figura 2.11.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.11.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.11.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.11.5.

Tabla 2.11.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	700		1.094	1.794	
Con recuperación de calor	MWh	538			1.635	
Reducción recuperación de calor	%	23			9	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	134	24,8%		132	8,1%
60 a 120 °C	MWh	405	75,2%		1.503	91,9%
120 a 250 °C	MWh	0	0,0%		0	0,0%
Total baja y media temperatura	MWh	538	100,0%		1.635	100,0%

Figura 2.11.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

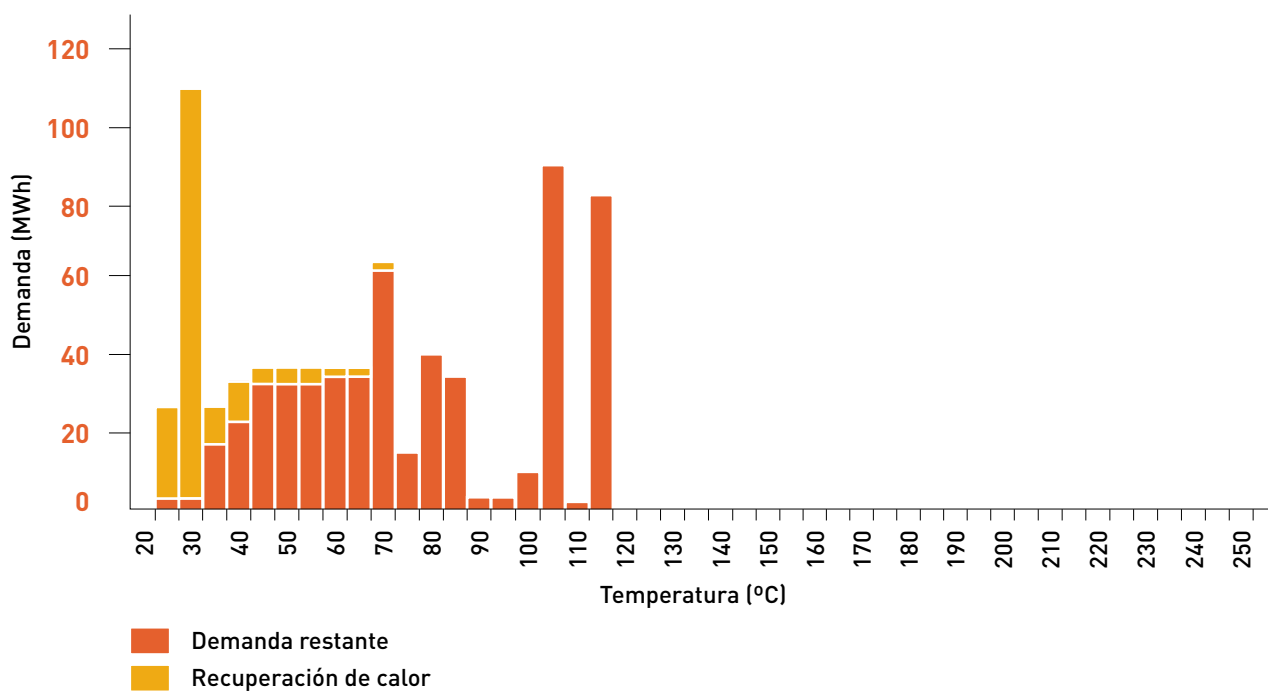
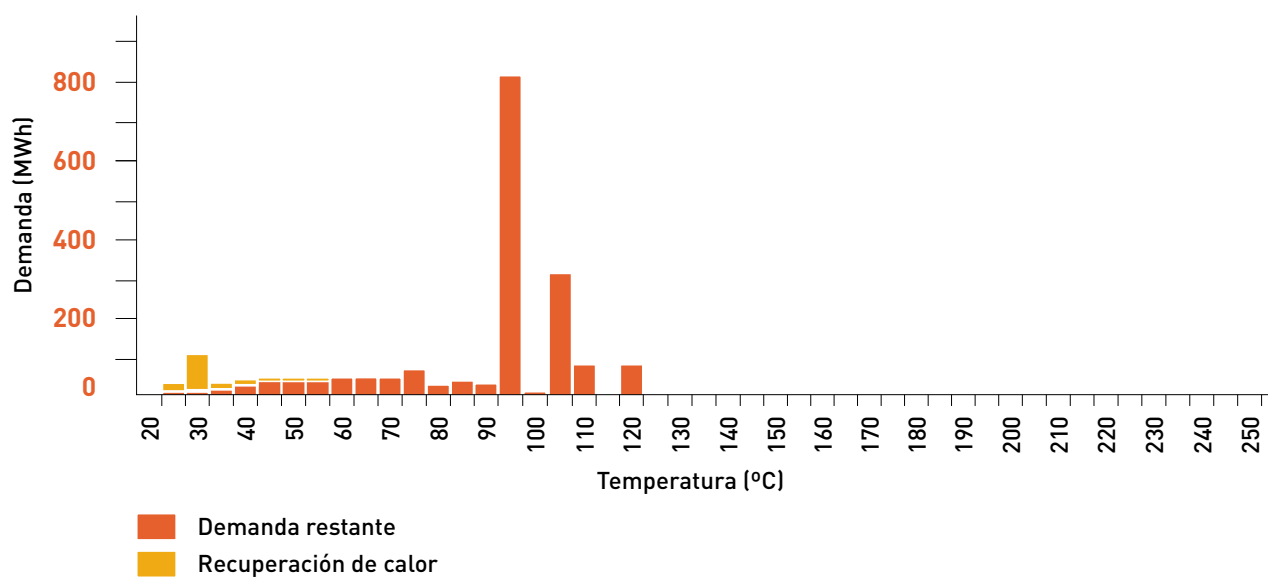


Figura 2.11.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.11.4 Potencial solar térmica

2.11.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.11.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	24,50	119,00	210,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	23,25	112,99	199,47
	kWh/kW	0,00	0,00	948,81	949,47	949,85
Temp. media (captador)	°C			62	71	83
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	0,00	24,50	119,00	210,00
Generación de calor útil	MWh		0,00	0,00	23,25	112,99	199,47
	kWh/kW		-	0,00	948,81	949,47	949,85
Temp. media (captador)	°C				62	71	83
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	0,0	17,4	84,6	149,4
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	3,4	15,8	27,7
	Media posible	%	0,0	0,0	3,4	15,8	27,7

Figura 2.11.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

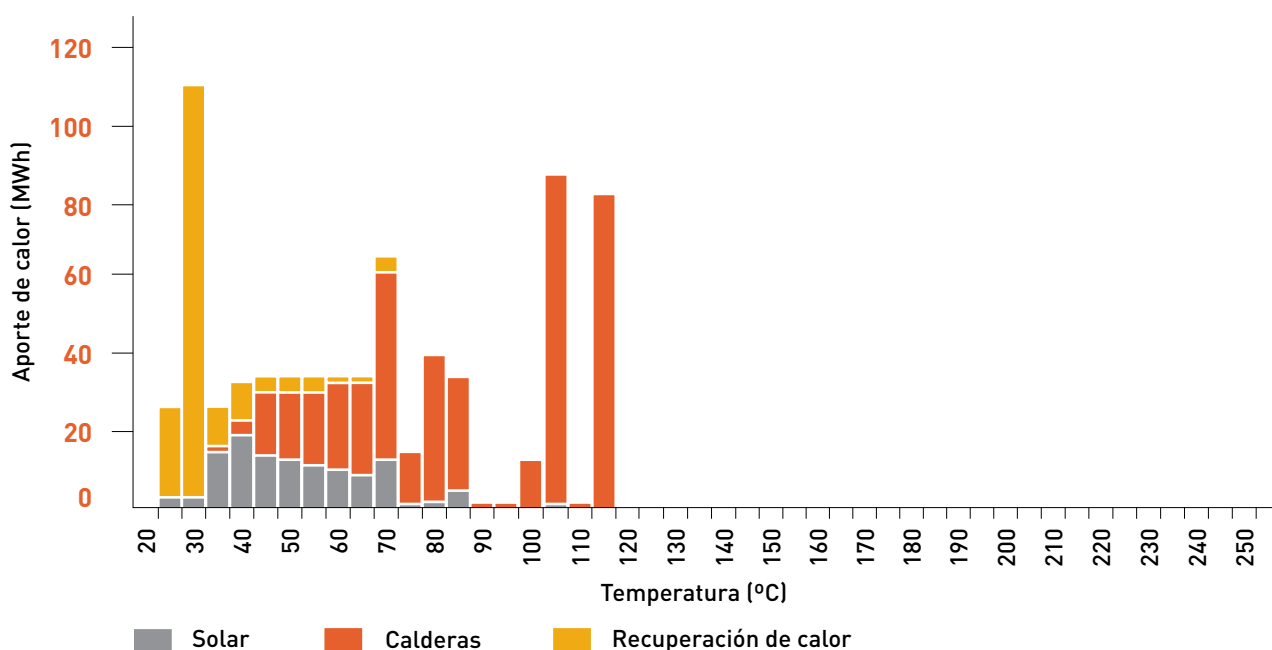


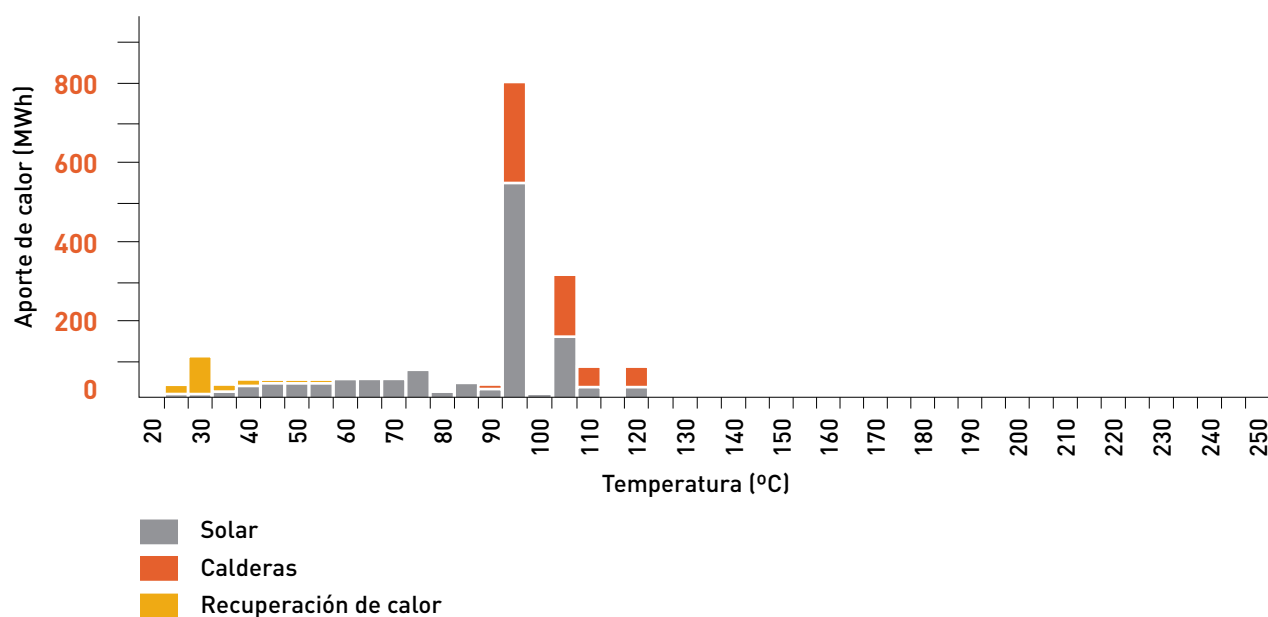
Tabla 2.11.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		353,50	483,00	532,00	635,25	649,25
Generación de calor útil	MWh		265,30	362,21	399,35	476,65	487,39
	kWh/kW		750,49	749,92	750,66	750,34	750,70
Temp. media (captador)	°C		97	114	127	139	151
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	593,29	593,29
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	467,43	478,18
	kWh/kW		-	-	-	787,86	805,98
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	136	147
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		353,50	483,00	532,00	617,63	625,75
Generación de calor útil	MWh		265,30	362,21	399,35	472,78	483,52
	kWh/kW		750,49	749,92	750,66	765,48	772,71
Temp. media (captador)	°C		97	114	127	138	149
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		49,3	67,3	74,2	87,8	89,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	29,8	40,7	44,8	53,5	54,7
	Media posible	%	29,8	40,7	44,8	52,1	52,7

Tabla 2.11.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		558,25	1.204,00	1.513,75	1.930,25	1.968,75
Generación de calor útil	MWh		418,80	903,07	1.134,71	1.447,94	1.475,89
	kWh/kW		750,20	750,06	749,60	750,13	749,66
Temp. media (captador)	°C		98	117	130	141	152
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	593,29	593,29	593,29	593,29
Generación de calor útil	MWh		-	507,63	568,52	645,36	718,43
	kWh/kW		-	855,62	958,24	1.087,77	1.210,93
Temp. media (captador)	°C		-	103	107	109	113
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	1.186,58	1.186,58	1.186,58	1.186,58
Generación de calor útil	MWh		-	893,26	988,08	1.137,02	1.226,63
	kWh/kW		-	752,80	832,71	958,23	1.033,75
Temp. media (captador)	°C		-	116	122	122	130
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		558,25	939,84	983,20	1.041,51	1.046,90
Generación de calor útil	MWh		418,80	732,67	832,39	974,05	1.048,08
	kWh/kW		750,20	779,57	846,61	935,23	1.001,13
Temp. media (captador)	°C		98	111	117	119	126
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		25,6	44,8	50,9	59,6	64,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	47,0	101,5	127,6	162,7	165,9
	Media posible	%	47,0	79,2	82,9	87,8	88,2

Figura 2.11.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.11.8. Fracción solar media del sector

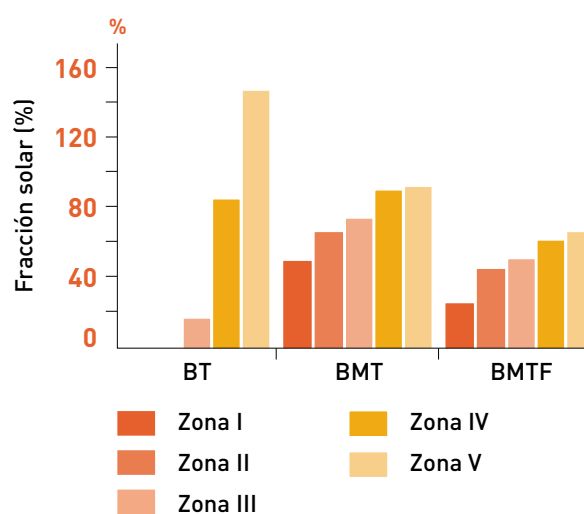


Figura 2.11.9. Grado medio de ocupación de superficie

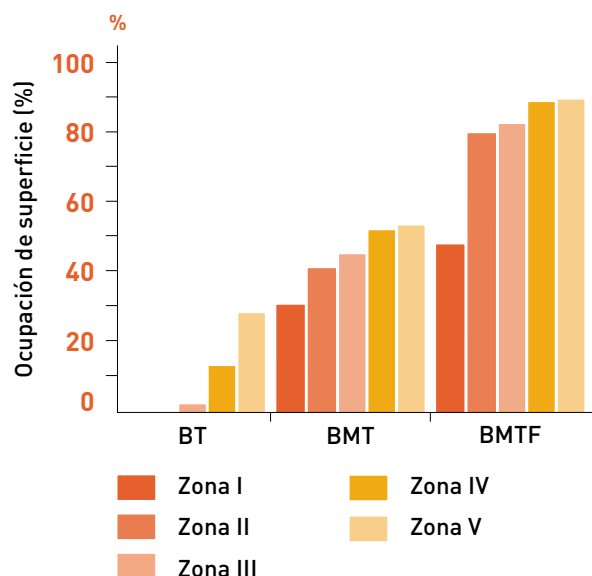
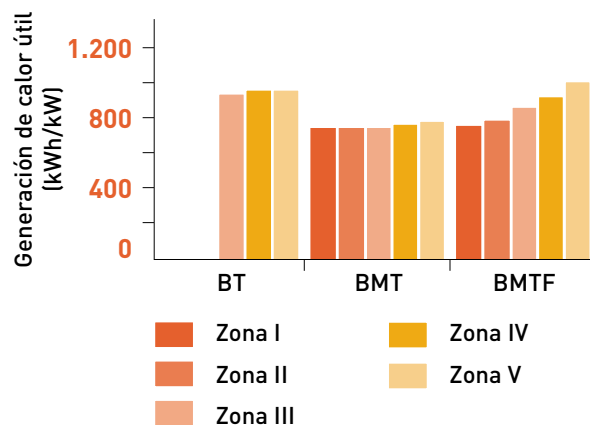


Figura 2.11.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.11.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.11.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	1,30	7,20	8,51	27,96	46,70	17,5	54,4	89,9
Cádiz	1,48	8,09	9,57	42,76	71,77	12,8	53,6	89,2
Córdoba	1,10	6,04	7,15	28,51	47,78	14,4	53,8	89,4
Granada	0,97	5,24	6,21	31,38	52,76	11,3	53,3	89,0
Huelva	0,83	4,60	5,43	17,96	29,99	17,4	54,4	89,9
Jaén	0,76	4,18	4,94	20,14	33,76	14,1	53,8	89,4
Málaga	1,80	9,72	11,52	66,44	111,88	9,9	53,0	88,8
Sevilla	3,72	20,55	24,27	79,54	132,82	17,6	54,4	89,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Huesca	0,20	1,09	1,29	15,87	28,52	4,2	47,2	84,6
Teruel	0,08	0,44	0,53	8,65	15,76	3,1	46,1	83,8
Zaragoza	0,89	4,73	5,61	78,11	141,23	3,7	46,8	84,3
Asturias	0,00	0,00	0,00	40,02	63,21	0,0	29,8	47,0
Islas Baleares	1,98	10,68	12,66	73,73	124,16	9,8	53,0	88,8
Las Palmas	2,87	15,83	18,70	61,29	102,34	17,6	54,4	89,9
Santa Cruz de Tenerife	2,49	13,78	16,27	53,33	89,06	17,6	54,4	89,9
Cantabria	0,00	0,00	0,00	7,80	12,32	0,0	29,8	47,0
Albacete	3,94	21,78	25,72	85,06	142,06	17,4	54,4	89,9
Ciudad Real	2,69	14,51	17,21	100,28	168,98	9,8	53,0	88,7
Cuenca	0,93	5,06	5,99	36,96	63,63	8,9	51,1	87,4
Guadalajara	1,36	7,32	8,68	51,29	86,55	9,6	52,8	88,6
Toledo	3,66	19,69	23,35	139,58	235,84	9,5	52,7	88,5
Ávila	0,47	2,54	3,01	20,34	34,85	8,2	51,4	87,6
Burgos	0,01	0,04	0,04	52,10	100,96	0,0	40,5	78,6
León	0,20	1,07	1,28	58,78	111,24	1,0	43,0	81,2
Palencia	0,00	0,00	0,00	19,76	38,44	0,0	40,7	79,2
Salamanca	0,32	1,67	1,98	42,77	78,68	2,3	45,4	83,3
Segovia	0,14	0,75	0,90	20,37	37,54	2,2	45,3	83,2
Soria	0,08	0,40	0,48	11,86	21,91	2,0	45,1	83,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Valladolid	0,06	0,32	0,38	74,92	144,85	0,2	41,2	79,7
Zamora	0,13	0,67	0,80	19,92	36,80	2,0	45,1	83,1
Barcelona	1,30	6,79	8,08	301,97	568,04	1,3	43,5	81,7
Girona	0,21	1,09	1,30	34,54	64,03	1,8	44,8	82,8
Lleida	0,13	0,66	0,79	20,02	37,03	1,9	44,9	83,0
Tarragona	1,14	6,12	7,26	42,61	71,84	9,7	52,9	88,7
Alicante/ Alacant	2,24	12,30	14,54	58,12	97,39	14,3	53,8	89,4
Castellón/ Castelló	0,67	3,63	4,30	25,11	42,30	9,7	53,0	88,7
Valencia/ València	2,59	13,94	16,52	97,20	163,89	9,7	52,9	88,7
Badajoz	3,09	16,99	20,08	74,89	125,35	15,4	54,0	89,6
Cáceres	1,73	9,49	11,22	44,60	74,72	14,4	53,8	89,4
A Coruña	0,00	0,00	0,00	85,07	134,35	0,0	29,8	47,0
Lugo	0,00	0,00	0,00	25,28	46,42	0,0	36,7	67,4
Ourense	0,00	0,02	0,02	24,54	46,42	0,0	38,8	73,3
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	77,10	130,70	0,0	32,6	55,2
La Rioja	1,51	7,88	9,39	269,21	500,82	1,7	44,4	82,5
Madrid	2,30	12,40	14,70	85,62	144,19	9,8	53,0	88,8
Murcia	2,56	14,05	16,62	67,73	113,52	14,0	53,8	89,4
Navarra	0,40	2,07	2,47	77,30	138,55	1,4	40,8	73,0
Álava	0,00	0,02	0,02	34,79	56,19	0,0	30,7	49,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	71,16	112,38	0,0	29,8	47,0
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	111,10	175,44	0,0	29,8	47,0
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,6	54,4	89,9
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,6	54,4	89,9
Total nacional	54,34	295,44	349,78	3.015,45	5.249,95	5,6	44,7	77,4

Tabla 2.11.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	1.238	7.608	8.846	148,9	21.504	89,8	46.597	64,1
Cádiz	1.406	8.640	10.046	109,6	32.726	88,6	68.800	61,3
Córdoba	1.047	6.429	7.475	122,7	21.858	89,0	46.426	62,3
Granada	917	5.633	6.550	97,1	23.980	88,2	49.912	60,5
Huelva	791	4.861	5.653	148,2	13.808	89,8	29.903	64,0
Jaén	725	4.451	5.175	120,2	15.436	88,9	32.722	62,1
Málaga	1.712	10.514	12.226	85,4	50.695	87,8	104.514	59,6
Sevilla	3.533	21.702	25.235	149,4	61.171	89,8	132.593	64,1

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Huesca	194	1.191	1.385	36,4	11.967	77,9	24.827	53,2
Teruel	79	488	567	26,7	6.503	76,0	13.520	52,0
Zaragoza	843	5.177	6.020	31,8	58.826	77,1	122.268	52,8
Asturias	0	0	0	0,0	30.038	49,3	47.418	25,6
Islas Baleares	1.882	11.561	13.443	84,6	56.251	87,8	115.893	59,6
Las Palmas	2.722	16.722	19.444	149,4	47.134	89,8	102.168	64,1
Santa Cruz de Tenerife	2.369	14.551	16.920	149,4	41.016	89,8	88.906	64,1
Cantabria	0	0	0	0,0	5.855	49,3	9.242	25,6
Albacete	3.745	23.007	26.753	148,0	65.405	89,8	141.630	64,0
Ciudad Real	2.557	15.708	18.265	84,4	76.506	87,7	157.677	59,6
Cuenca	886	5.445	6.331	76,6	28.122	84,4	58.603	57,9
Guadalajara	1.290	7.922	9.211	83,1	39.120	87,5	80.605	59,4
Toledo	3.471	21.323	24.795	82,0	106.433	87,3	219.366	59,3
Ávila	448	2.752	3.200	70,9	15.469	85,0	31.936	57,8
Burgos	7	40	47	0,3	39.073	67,0	78.801	44,5
León	194	1.194	1.389	9,0	44.080	70,8	90.632	48,0
Palencia	0	0	0	0,0	14.817	67,3	29.970	44,8
Salamanca	301	1.848	2.149	20,2	32.102	74,7	66.875	51,3
Segovia	136	837	974	19,1	15.286	74,5	31.851	51,1
Soria	73	445	518	17,4	8.897	74,2	18.544	50,9

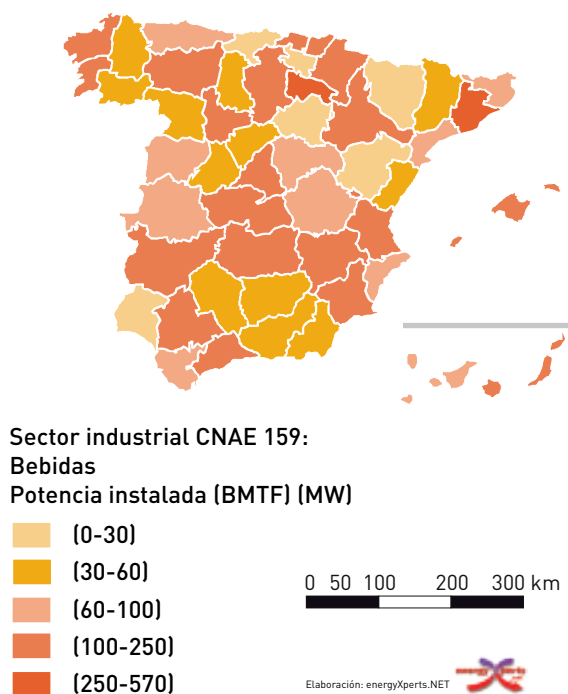
[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Valladolid	57	352	409	2,0	56.181	68,1	114.074	45,5
Zamora	122	748	870	17,4	14.940	74,2	31.141	50,9
Barcelona	1.229	7.552	8.782	11,2	226.484	71,6	467.121	48,7
Girona	198	1.214	1.411	16,2	25.903	73,7	53.890	50,5
Lleida	120	739	859	17,1	15.015	74,0	31.266	50,8
Tarragona	1.079	6.627	7.706	83,8	32.506	87,6	66.979	59,5
Alicante/ Alacant	2.130	13.082	15.212	122,5	44.553	89,0	94.614	62,2
Castellón/ Castelló	639	3.927	4.567	84,4	19.156	87,8	39.469	59,6
Valencia/ València	2.456	15.088	17.544	83,6	74.139	87,6	152.769	59,5
Badajoz	2.935	18.029	20.964	131,3	57.469	89,2	122.873	62,9
Cáceres	1.643	10.092	11.735	123,2	34.187	89,0	72.640	62,3
A Coruña	0	0	0	0,0	63.846	49,3	100.787	25,6
Lugo	0	0	0	0,0	18.964	60,6	35.838	37,8
Ourense	3	20	24	0,3	18.406	64,1	36.089	41,4
Pontevedra	0	0	0	0,0	57.850	53,8	99.442	30,5
La Rioja	1.429	8.776	10.205	14,9	201.895	73,2	419.183	50,1
Madrid	2.185	13.421	15.606	84,6	65.320	87,8	134.577	59,6
Murcia	2.435	14.958	17.393	120,1	51.900	88,9	110.014	62,1
Navarra	376	2.307	2.682	12,5	57.979	67,2	114.830	43,8
Álava	3	18	21	0,2	26.107	50,7	42.414	27,1

[Continuación]

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	53.405	49,3	84.305	25,6
Vizcaya	0	0	0	0,0	83.377	49,3	131.619	25,6
Ceuta	0	0	0	149,4	0	89,8	0	64,1
Melilla	0	0	0	149,4	0	89,8	0	64,1
Total nacional	51.605	317.002	368.606	48,0	2.283.658	73,8	4.598.131	48,9

Figura 2.11.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.11.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector CNAE 159, Bebidas, está limitado por la demanda a

baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 6%), limitado por la demanda (zonas I a III) y en régimen intermedio (zonas IV y V) para la demanda total a baja y media temperatura y en régimen intermedio (excepto zona I: limitación por demanda) a baja y media temperatura incluyendo frío, permitiendo una fracción solar del 74% (calor a baja y media temperatura) y del 49% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar cubre las demandas de todos los procesos:

- Calefacción naves y oficinas.
- Germinación del grano de cebada.
- Secado del grano germinado.
- Maceración.
- Cocción.
- Destilación.
- Pasteurización.
- Agua caliente de servicio y proceso.
- Lavado de botellas.
- Lavado y esterilización de barriles.

Cabe destacar que el sector es muy heterogéneo ya que incluye la producción de diversos tipos de bebidas con procesos muy diversos (vino, cerveza) y la producción de productos intermedios como la malta. Especialmente este último sub-sector es muy intenso en demanda de calor y el potencial solar está limitado por la superficie disponible (ver casos analizados en el marco del proyecto POSHIP [Schweiger et al. 2001]).

2.11.6 Referencias bibliográficas

MITYC [2003]:

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. 2. Subsector Alimentación, Bebidas y Tabaco. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa, Documentos sectoriales

<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Estrategia/Documentos/Paginas/DocumentoSectoriales.aspx>

MMA [2005]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%C3%B1a%20Sector%20Cerve-cero-A2401D26BE1CD61C.pdf>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, Integrated

Pollution Prevention and Control, European Commission

http://ftp.jrc.es/eippcb/doc/fdm_bref_0806.pdf

Schweiger *et al.* [2001]:

POSHIP. The potential of solar heat for industrial processes. Final Report.

http://www.energyxperts.net/docs/POSHIP_FinalReport.zip

2.12 CNAE 173. ACABADO DE TEXTILES

2.12.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.12.1.

Tabla 2.12.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	649	
Producción total	up	486.000	749
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas de productos textiles		
Facturación	M€	9.537	14,69
Número de empleados	-	9.997	15,4
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	2.406.554	3.708
Consumo total electricidad		389.804	601
Consumo energía final (gen. calor)		2.434.620	3.751
Consumo electricidad gen. frío		12.050	19

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	821.417	1.266
Otras superficies adyacentes		245.322	378
Total		1.066.739	1.644
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	2.294	
Por € de facturación	kWh/€	0,26	
Por trabajador	kWh/trabajador	244.740	
Por unidad de producto	kWh/up	5.034	

2.12.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.12.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual/recup. de calor interna		Tipo de proceso
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Calefacción naves y oficinas	25		1,7	84,51	63,28	0,83	52,72			Mantenimiento
Pretratamiento (blanqueo, mercerizado, desgomado...)	95	40	6,0	300,57	225,08	0,83	187,49	-	-	Mantenimiento/circulación
Chamuscado	>1.000		1,2	57,94	43,39	0,98	42,52			Mantenimiento
Tintura continua a temp.>100°C	120	40	3,8	187,86	140,68	0,83	117,18	-	-	Mantenimiento/circulación/start-up. Circulación para el reintegro del agua absorbida por los tejidos; mantenimiento para mantener el baño caliente; start-up porque en la modalidad continua el baño se cambia sólo cuando se cambia tintura
Tintura continua a temp.<100°C	80	40	3,8	187,86	140,68	0,83	117,18	-	-	

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Tintura discontinua a temp. >100°C	130	40	3,8	187,86	140,68	0,83	117,18	-	-	Mantenimiento/circulación
Tintura discontinua a temp. <100°C	80	40	3,8	187,86	140,68	0,83	117,18	-	-	Mantenimiento/circulación
Fijación a 150°C	150	15	6,0	300,57	225,08	0,98	220,58	75	75	Circulación
Fijación a 100°C	100	15	6,0	300,57	225,08	0,83	187,49	-	-	Circulación
Fijación a alta temperatura	210	15	6,0	300,57	225,08	0,98	220,58	105	105	Mantenimiento/circulación. Precalentamiento del agua y calor latente de evaporación
Lavado con agua a baja temperatura	40	15	7,5	375,71	281,35	0,83	234,37	20	25	Mantenimiento/circulación
Lavado con agua a alta temperatura	90	15	7,5	375,71	281,35	0,83	234,37	20	50	Mantenimiento/circulación
Secado a baja temperatura	100	15	15,0	751,43	562,70	0,83	468,73	50	50	Mantenimiento/circulación. Se supone que haya recirculación de aire húmedo
Secado a alta temperatura	150	15	15,0	751,43	562,70	0,98	551,45	75	75	
Baño de acabado a baja temperatura	40	20	6,0	300,57	225,08	0,83	187,49	-	-	Mantenimiento/circulación
Baño de acabado a alta temperatura	80	40	6,0	300,57	225,08	0,83	187,49	-	-	Mantenimiento/circulación
Laminado con llama	180		1,2	57,94	43,39	0,98	42,52			Mantenimiento
Total consumo de calor			5.009,51	3.751,34	0.88	3.286,51				

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

(Continuación)

Proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas		50 kWh/a.m²	
Pretratamiento (blanqueo, mercerizado, desgomado...)	Promedio estimado a partir de las temperaturas de algunos procesos de mercerizado, blanqueo, desgomado según la Guía MTD sector textil	Los porcentajes de consumo de los procesos se han estimado a partir de los <i>benchmarks</i> de la Tabla 3.37 en la Guía MTD sector textil y de los datos de casos de estudio elaborados en el proyecto POSHIP - The Potential of Solar Heat for Industrial Processes (Project No. NNE5- 1999-0308.). En particular se ha supuesto que el consumo de los procesos mojados (tinturas, lavados, acabados...) sea de la misma magnitud del consumo debido a secado y termofijación. A partir de esta hipótesis y de los <i>benchmarks</i> de literatura, se han estimado los ratios para los distintos procesos	
Chamuscado			
Tintura continua a temp.>100°C	Promedio estimado a partir de las temperaturas de algunos procesos de tintura de tipo continuo según la Guía MTD sector textil y el BREF Textiles industry		
Tintura continua a temp.<100°C			
Tintura discontinua a temp.>100°C			
Tintura discontinua a temp.<100°C	Promedio estimado a partir de las temperaturas de algunos procesos de tintura de tipo discontinuo según la Guía MTD sector textil y el BREF Textiles industry		
Fijación a 150°C	Promedio estimado a partir de las temperaturas de algunos procesos de termofijación según la Guía MTD sector textil y el BREF Textiles industry		
Fijación a 100°C			
Fijación a alta temperatura			
Lavado con agua a baja temperatura	Promedio estimado a partir de las temperaturas de lavado según la Guía MTD sector textil y el BREF Textiles industry		
Lavado con agua a alta temperatura			
Secado a baja temperatura	Promedio estimado a partir de las temperaturas de algunos procesos de secado según la Guía MTD sector textil y el BREF Textiles industry		
Secado a alta temperatura			
Baño de acabado a baja temperatura	Promedio estimado a partir de las temperaturas de algunos baños de acabado según la Guía MTD sector textil y el BREF Textiles industry		
Baño de acabado a alta temperatura			
Laminado con llama			

2.12.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	24,79	55,70	85	0,70	79,57	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			24,79	55,70				79,57	

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.12.1. La Figura 2.12.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.12.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

- Secado a alta temperatura
- Secado a baja temperatura
- Lavado con agua a baja temperatura
- Lavado con agua a alta temperatura
- Fijación a 150 °C
- Fijación a alta temperatura
- Pretratamiento (blanqueo, mercerizado, desgomado...)
- Fijación a 100 °C
- Baño de acabado a baja temperatura
- Baño de acabado a alta temperatura
- Tintura continua a temp. > 100 °C
- Tintura continua a temp. < 100 °C
- Tintura discontinua a temp. > 100 °C
- Tintura discontinua a temp. < 100 °C
- Chamuscado
- Laminado con llama
- Calefacción naves y oficinas

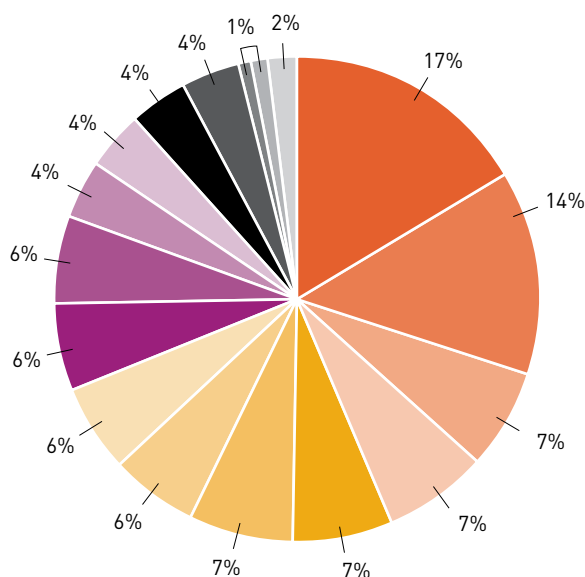
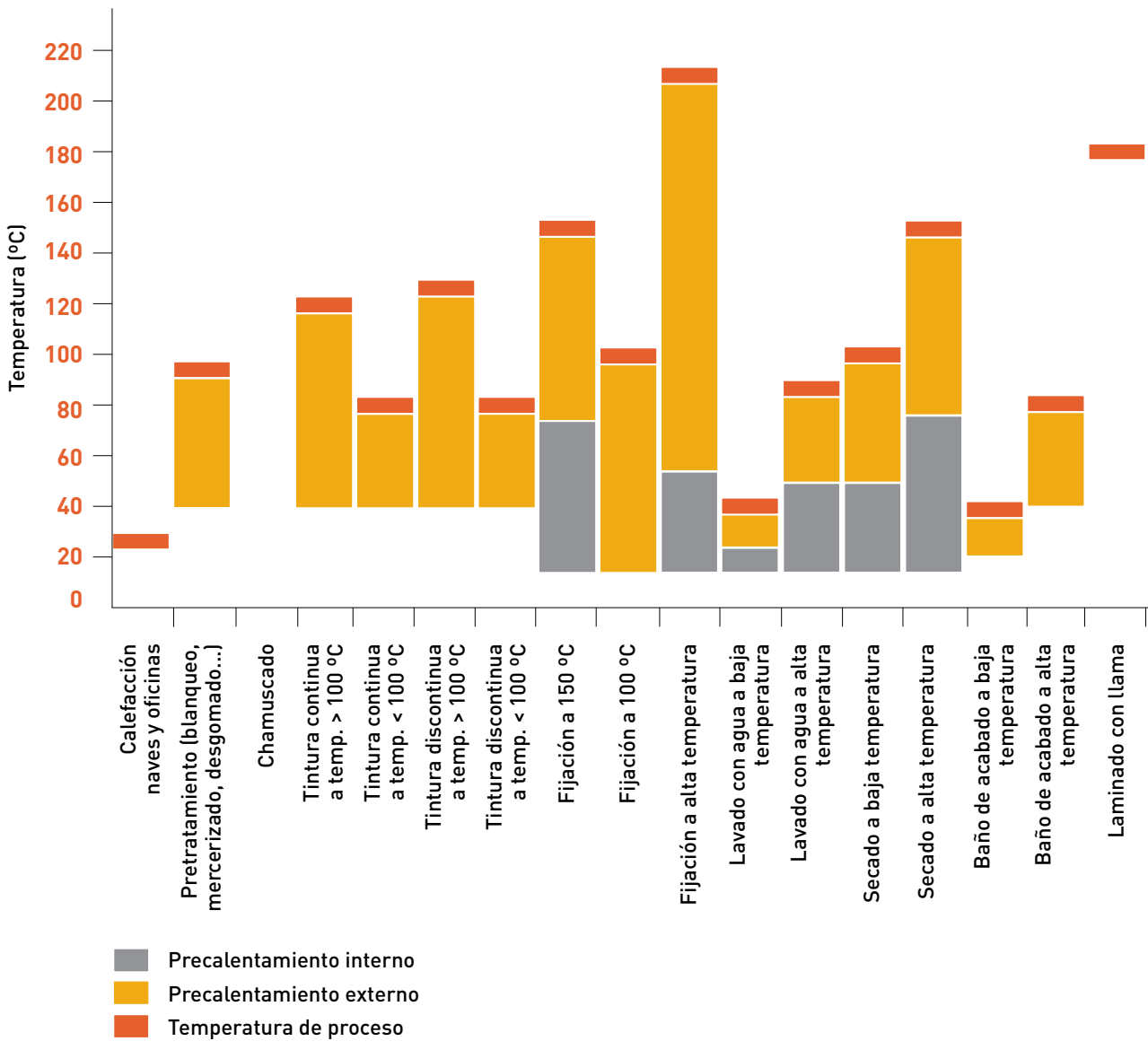


Figura 2.12.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.12.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.12.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.12.4.

Tabla 2.12.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	3.354		80	3.433	
Con recuperación de calor	MWh	3.141			3.221	
Reducción recuperación de calor	%	6			6	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	368	11,7%		367	11,4%
60 a 120 °C	MWh	1.723	54,9%		1.804	56,0%
120 a 250 °C	MWh	1.007	32,1%		1.006	31,2%
Total baja y media temperatura	MWh	3.098	98,6%		3.177	98,7%

Figura 2.12.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

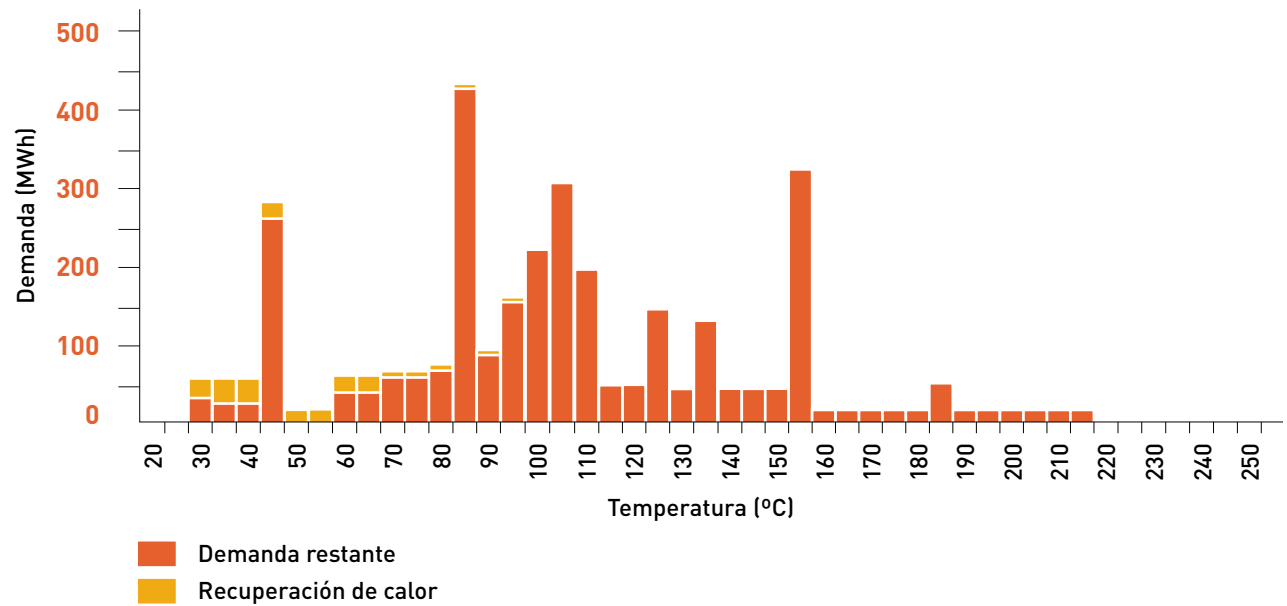
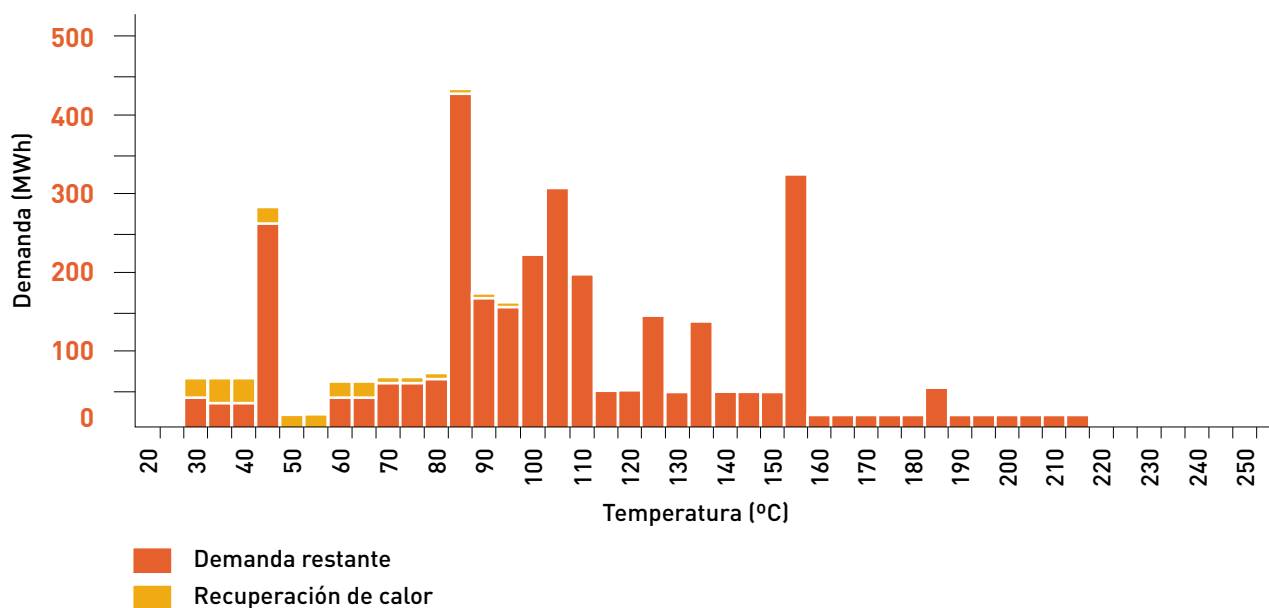


Figura 2.12.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.12.4 Potencial solar térmica

2.12.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.12.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	150,50	252,00	462,00	686,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	142,84	239,21	438,66	651,12
	kWh/kW	0,00	949,08	949,25	949,49	949,15
Temp. media (captador)	°C		58	65	74	87
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	236,88	245,16	246,31
Generación de calor útil	MWh	-	-	227,52	274,45	310,51
	kWh/kW	-	-	960,48	1.119,46	1.260,65
Temp. media (captador)	°C	-	-	64	65	69

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	492,62
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	519,73
	kWh/kW		-	-	-	-	1.055,03
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	81
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	150,50	245,65	370,93	416,24
Generación de calor útil	MWh		0,00	142,84	234,30	369,69	450,25
	kWh/kW		-	949,08	953,80	996,67	1.081,70
Temp. media (captador)	°C			58	65	70	77
Factor limitante			Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		0,0	38,9	63,7	100,6	122,5
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	32,1	53,2	94,2	139,3
	Media posible	%	0,0	32,1	51,9	75,6	84,5

Figura 2.12.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

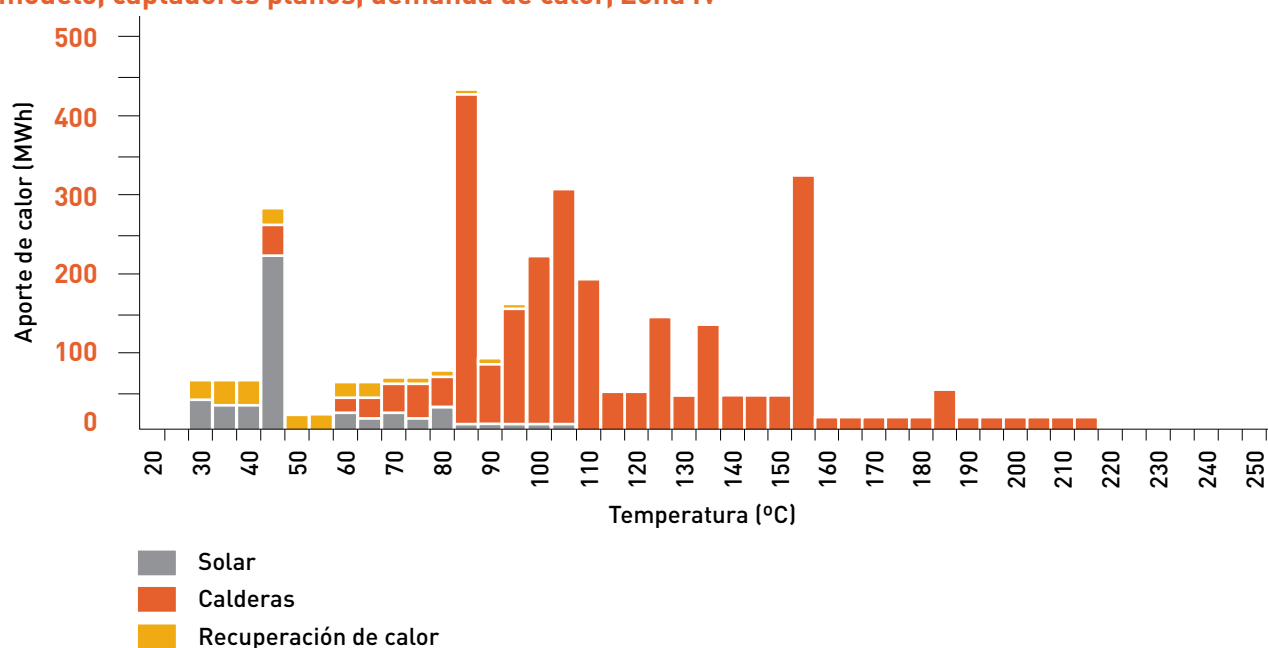


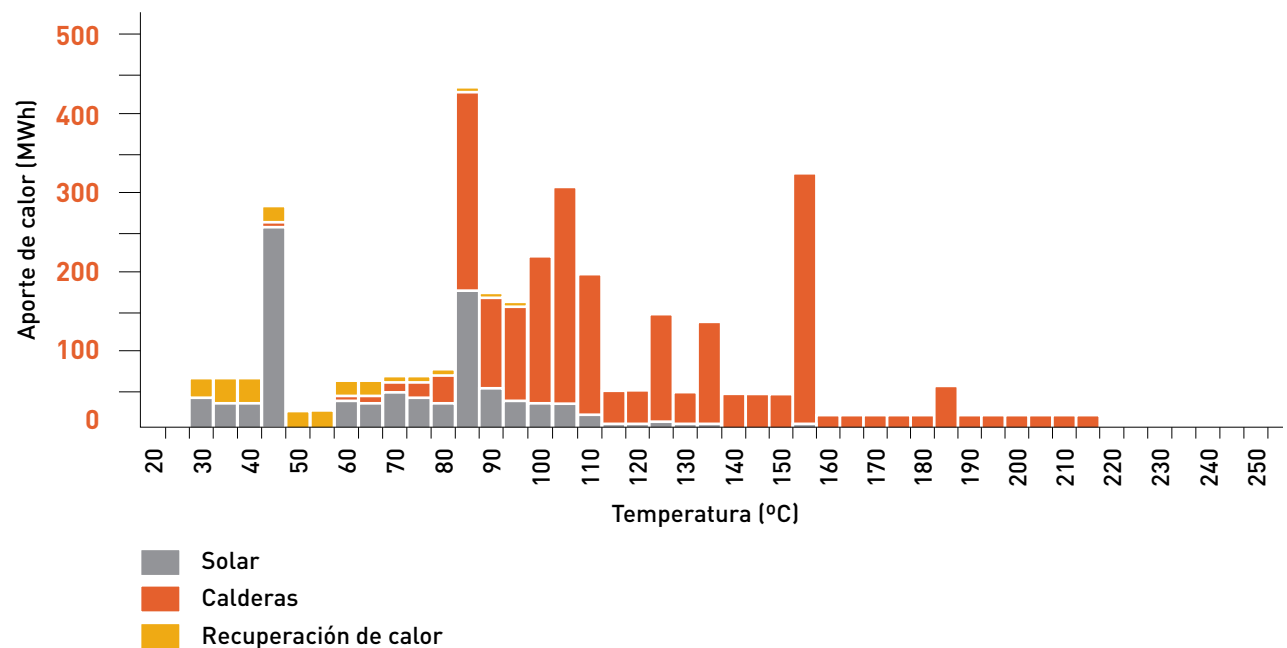
Tabla 2.12.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		1.260,00	1.930,25	1.930,25	1.930,25	1.930,25
Generación de calor útil	MWh		944,95	1.457,11	1.595,10	1.822,06	1.974,20
	kWh/kW		749,96	754,88	826,37	943,95	1.022,77
Temp. media (captador)	°C		102	119	126	127	136
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		385,84	385,84	385,84	385,84	385,84
Generación de calor útil	MWh		376,03	431,62	473,45	535,14	592,97
	kWh/kW		974,57	1.118,65	1.227,08	1.386,97	1.536,85
Temp. media (captador)	°C		75	78	82	83	88
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		771,67	771,67	771,67	771,67	771,67
Generación de calor útil	MWh		650,44	747,88	831,15	936,74	1.044,53
	kWh/kW		842,89	969,17	1.077,08	1.213,91	1.353,59
Temp. media (captador)	°C		90,42	94,40	98,40	100,72	106,01
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		677,99	771,82	771,82	771,82	771,82
Generación de calor útil	MWh		576,42	714,34	787,87	892,02	985,03
	kWh/kW		850,19	925,53	1.020,79	1.155,73	1.276,24
Temp. media (captador)	°C		85	91	95	97	103
Factor limitante			Intermedio	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		18,6	23,1	25,4	28,8	31,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	163,3	250,1	250,1	250,1	250,1
	Media posible	%	87,9	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 2.12.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		1.295,00	1.930,25	1.930,25	1.930,25	1.930,25
Generación de calor útil	MWh		971,70	1.477,90	1.618,67	1.849,57	2.005,24
	kWh/kW		750,35	765,65	838,58	958,20	1.038,85
Temp. media (captador)	°C		102	118	124	126	135
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		385,84	385,84	385,84	385,84	385,84
Generación de calor útil	MWh		376,65	432,47	474,48	536,26	594,06
	kWh/kW		976,19	1.120,85	1.229,74	1.389,85	1.539,66
Temp. media (captador)	°C		74	78	82	83	88
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		771,67	771,67	771,67	771,67	771,67
Generación de calor útil	MWh		653,20	752,03	835,72	942,28	1.051,21
	kWh/kW		846,47	974,54	1.083,00	1.221,08	1.362,25
Temp. media (captador)	°C		90	94	98	100	105
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		682,89	771,82	771,82	771,82	771,82
Generación de calor útil	MWh		581,64	719,43	793,61	898,77	992,77
	kWh/kW		851,73	932,12	1.028,23	1.164,47	1.286,27
Temp. media (captador)	°C		85	90	95	96	102
Factor limitante			Intermedio	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		18,3	22,6	25,0	28,3	31,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	167,8	250,1	250,1	250,1	250,1
	Media posible	%	88,5	100,0	100,0	100,0	100,0

Figura 2.12.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.12.7. Fracción solar media del sector

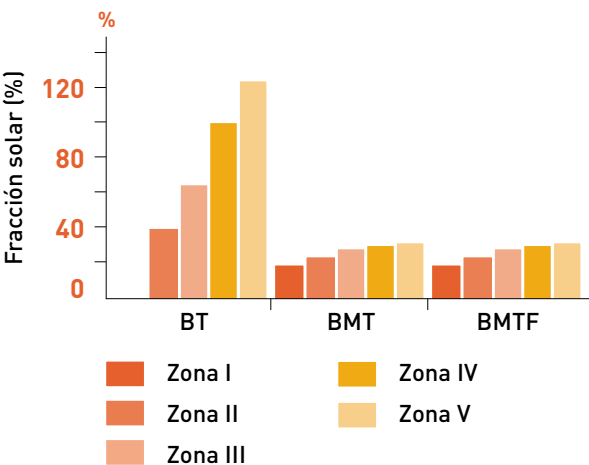


Figura 2.12.8. Grado medio de ocupación de superficie

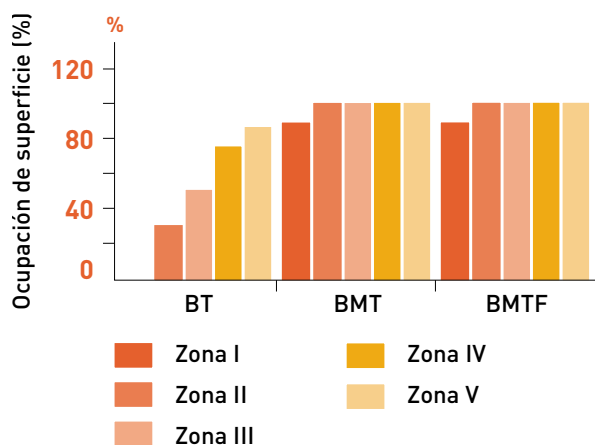
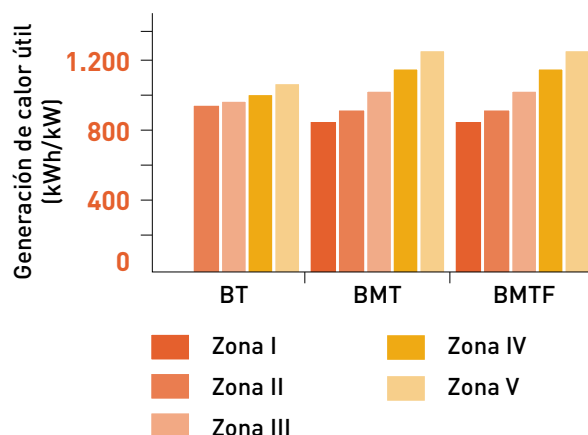


Figura 2.12.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.12.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.12.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	1,71	1,71	3,53	3,53	48,5	100,0	100,0
Cádiz	0,00	2,43	2,43	5,45	5,45	44,6	100,0	100,0
Córdoba	0,00	1,66	1,66	3,62	3,62	45,9	100,0	100,0
Granada	0,00	1,74	1,74	4,01	4,01	43,4	100,0	100,0
Huelva	0,00	1,10	1,10	2,27	2,27	48,4	100,0	100,0
Jaén	0,00	1,17	1,17	2,56	2,56	45,6	100,0	100,0
Málaga	0,00	3,60	3,60	8,52	8,52	42,2	100,0	100,0
Sevilla	0,00	4,87	4,87	10,05	10,05	48,5	100,0	100,0
Huesca	0,00	0,62	0,62	1,98	1,98	31,1	100,0	100,0
Teruel	0,00	0,32	0,32	1,10	1,10	29,0	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zaragoza	0,00	2,98	2,98	9,81	9,81	30,3	100,0	100,0
Asturias	0,00	0,00	0,00	8,94	9,00	0,0	87,9	88,5
Islas Baleares	0,00	5,43	5,43	12,89	12,89	42,2	100,0	100,0
Las Palmas	0,00	2,99	2,99	6,17	6,17	48,5	100,0	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	2,60	2,60	5,37	5,37	48,5	100,0	100,0
Cantabria	0,00	0,00	0,00	2,98	3,00	0,0	87,9	88,5
Albacete	0,00	0,80	0,80	1,65	1,65	48,4	100,0	100,0
Ciudad Real	0,00	0,83	0,83	1,97	1,97	42,1	100,0	100,0
Cuenca	0,00	0,29	0,29	0,75	0,75	39,0	100,0	100,0
Guadalajara	0,00	0,42	0,42	1,01	1,01	41,8	100,0	100,0
Toledo	0,00	1,15	1,15	2,76	2,76	41,6	100,0	100,0
Ávila	0,00	0,57	0,57	1,46	1,46	39,1	100,0	100,0
Burgos	0,00	0,77	0,77	4,66	4,66	16,6	99,7	99,8
León	0,00	1,10	1,10	4,98	4,98	22,1	100,0	100,0
Palencia	0,00	0,29	0,29	1,76	1,76	16,7	100,0	100,0
Salamanca	0,00	0,95	0,95	3,44	3,44	27,7	100,0	100,0
Segovia	0,00	0,45	0,45	1,64	1,64	27,5	100,0	100,0
Soria	0,00	0,26	0,26	0,96	0,96	27,1	100,0	100,0
Valladolid	0,00	1,18	1,18	6,61	6,61	17,9	100,0	100,0
Zamora	0,00	0,44	0,44	1,61	1,61	27,1	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Barcelona	0,00	55,11	55,11	236,63	236,63	23,3	100,0	100,0
Girona	0,00	6,94	6,94	26,31	26,31	26,4	100,0	100,0
Lleida	0,00	4,07	4,07	15,19	15,19	26,8	100,0	100,0
Tarragona	0,00	11,65	11,65	27,76	27,76	42,0	100,0	100,0
Alicante/ Alacant	0,00	17,81	17,81	38,84	38,84	45,9	100,0	100,0
Castellón/ Castelló	0,00	7,13	7,13	16,93	16,93	42,1	100,0	100,0
Valencia/ València	0,00	27,52	27,52	65,64	65,64	41,9	100,0	100,0
Badajoz	0,00	0,79	0,79	1,70	1,70	46,7	100,0	100,0
Cáceres	0,00	0,47	0,47	1,01	1,01	45,9	100,0	100,0
A Coruña	0,00	0,00	0,00	8,58	8,64	0,0	87,9	88,5
Lugo	0,00	0,25	0,25	2,25	2,26	10,6	95,5	95,8
Ourense	0,00	0,30	0,30	2,12	2,12	13,8	97,8	97,9
Pontevedra	0,00	0,34	0,34	7,36	7,40	4,2	90,9	91,4
La Rioja	0,00	0,52	0,52	2,03	2,03	25,6	100,0	100,0
Madrid	0,00	16,58	16,58	39,34	39,34	42,2	100,0	100,0
Murcia	0,00	4,64	4,64	10,17	10,17	45,6	100,0	100,0
Navarra	0,00	1,32	1,32	6,55	6,56	19,5	96,6	96,8
Álava	0,00	0,03	0,03	1,70	1,71	1,4	88,8	89,4
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	3,53	3,56	0,0	87,9	88,5
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	5,51	5,55	0,0	87,9	88,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,5	100,0	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,5	100,0	100,0
Total nacional	0,00	198,21	198,21	643,66	643,95	30,5	99,2	99,2

Tabla 2.12.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	2.059	2.059	122,3	4.507	31,8	4.542	31,2
Cádiz	0	2.831	2.831	109,0	6.554	30,0	6.604	29,4
Córdoba	0	1.958	1.958	113,4	4.446	30,6	4.480	30,0
Granada	0	2.002	2.002	104,8	4.730	29,4	4.766	28,9
Huelva	0	1.320	1.320	122,1	2.891	31,7	2.914	31,2
Jaén	0	1.374	1.374	112,6	3.130	30,4	3.154	29,9
Málaga	0	4.090	4.090	100,8	9.855	28,8	9.929	28,3
Sevilla	0	5.863	5.863	122,5	12.826	31,8	12.927	31,2
Huesca	0	692	692	73,6	2.087	26,3	2.103	25,9
Teruel	0	359	359	68,4	1.142	25,9	1.151	25,4

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Zaragoza	0	3.347	3.347	71,6	10.299	26,2	10.375	25,7
Asturias	0	0	0	0,0	7.598	18,6	7.667	18,3
Islas Baleares	0	6.173	6.173	100,6	14.894	28,8	15.007	28,3
Las Palmas	0	3.597	3.597	122,5	7.869	31,8	7.930	31,2
Santa Cruz de Tenerife	0	3.130	3.130	122,5	6.847	31,8	6.901	31,2
Cantabria	0	0	0	0,0	2.533	18,6	2.556	18,3
Albacete	0	957	957	122,0	2.098	31,7	2.114	31,2
Ciudad Real	0	943	943	100,4	2.278	28,8	2.295	28,3
Cuenca	0	337	337	93,9	857	28,3	864	27,8
Guadalajara	0	480	480	99,6	1.165	28,7	1.174	28,2
Toledo	0	1.301	1.301	99,1	3.171	28,7	3.195	28,2
Ávila	0	646	646	93,1	1.643	28,1	1.655	27,6
Burgos	0	855	855	38,5	4.310	23,0	4.341	22,6
León	0	1.227	1.227	51,7	4.856	24,3	4.891	23,8
Palencia	0	326	326	38,9	1.632	23,1	1.643	22,6
Salamanca	0	1.069	1.069	65,2	3.529	25,6	3.555	25,1
Segovia	0	506	506	64,7	1.682	25,5	1.694	25,1
Soria	0	291	291	63,7	980	25,4	987	25,0
Valladolid	0	1.313	1.313	41,7	6.188	23,3	6.232	22,9
Zamora	0	490	490	63,7	1.646	25,4	1.658	25,0

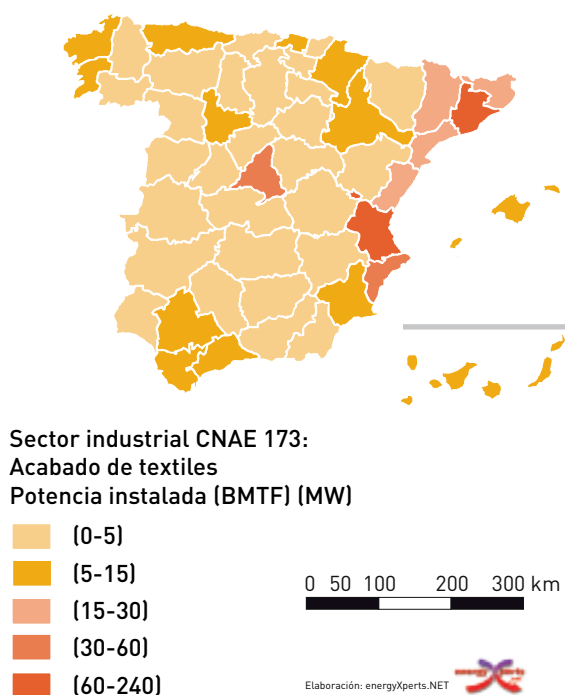
(Continuación)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Barcelona	0	61.504	61.504	54,6%	233.238	24,6	234.925	24,1
Girona	0	7.769	7.769	62,0%	26.686	25,3	26.880	24,8
Lleida	0	4.561	4.561	63,0%	15.465	25,4	15.578	24,9
Tarragona	0	13.238	13.238	100,1%	32.042	28,8	32.284	28,2
Alicante/ Alacant	0	20.973	20.973	113,4%	47.622	30,6	47.991	30,0
Castellón/ Castelló	0	8.098	8.098	100,4%	19.558	28,8	19.707	28,3
Valencia/ València	0	31.265	31.265	100,0%	75.728	28,7	76.301	28,2
Badajoz	0	942	942	116,3%	2.111	31,0	2.128	30,4
Cáceres	0	549	549	113,6%	1.244	30,6	1.254	30,0
A Coruña	0	0	0	0,0%	7.291	18,6	7.358	18,3
Lugo	0	275	275	24,5%	2.026	21,4	2.041	21,0
Ourense	0	331	331	32,1%	1.936	22,3	1.950	21,9
Pontevedra	0	379	379	9,8%	6.414	19,7	6.468	19,4
La Rioja	0	583	583	60,2%	2.049	25,1	2.064	24,6
Madrid	0	18.840	18.840	100,5%	45.463	28,8	45.808	28,3
Murcia	0	5.456	5.456	112,6%	12.431	30,4	12.527	29,9
Navarra	0	1.483	1.483	45,9%	6.404	23,5	6.453	23,1
Álava	0	29	29	3,2%	1.454	19,0	1.467	18,7
Guipúzcoa	0	0	0	0,0%	3.003	18,6	3.030	18,3
Vizcaya	0	0	0	0,0%	4.688	18,6	4.731	18,3

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Ceuta	0	0	0	122,5	0	31,8	0	31,2
Melilla	0	0	0	122,5	0	31,8	0	31,2
Total nacional	0	225.810	225.810	73,0	685.098	26,3	690.249	25,8

Figura 2.12.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.12.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector a baja temperatura está limitado por la demanda (zonas I a III) y en régimen intermedio en zonas IV y V (ocupación media de la superficie disponible del 31%). El potencial solar para la demanda total

a baja y media temperatura está limitado por la superficie en zonas II a V, y en régimen intermedio en zona I, permitiendo una fracción solar del 26% (calor a baja y media temperatura) e igualmente del 26% (incluyendo la demanda de frío).

La aportación solar puede cubrir la mayor parte de la demanda los procesos con demandas inferiores a 90 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Pretratamiento (blanqueo, mercerizado, desgomado ...).
- Chamuscado.
- Tintura continua a temp.<100°C.
- Tintura discontinua a temp.<100°C.
- Lavado con agua a baja temperatura.
- Lavado con agua a alta temperatura.
- Baño de acabado a baja temperatura.
- Baño de acabado a alta temperatura.
- Secado a baja temperatura (precalentamiento).

Igualmente se cubre una parte de las demandas de procesos con temperaturas inferiores a 120 °C:

- Secado a baja temperatura (recirculación).
- Secado a alta temperatura (precalentamiento).
- Fijación a 150°C (precalentamiento).
- Fijación a 100°C.
- Tintura discontinua a temp.>100°C.
- Tintura continua a temp.>100°C.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir demandas de procesos a temperaturas superiores.

2.12.6 Referencias bibliográficas

MITYC [2003]:

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. 2. Subsector Textil, Cuero y Calzado. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa, Documentos sectoriales

<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Estrategia/Documentos/Paginas/DocumentoSectoriales.aspx>

MMA [2004]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector textil. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2003]:

Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

H. Schweiger *et al.*[2001]:

The Potential of Solar Heat for Industrial Processes. POSHIP project funded by the European Commission - Directorate General for Energy and Transport, Programme ENERGIE (5th Framework Programme for Energy, Environment and Sustainable Development), Project No. NNE5-1999-0308. http://energyxperts.net/docs/POSHIP_FinalReport.zip

2.13 CNAE 20. INDUSTRIA DE LA MADERA Y DEL CORCHO, EXCEPTO MUEBLES, CESTERÍA Y ESPARTERÍA

2.13.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.13.1.

Tabla 2.13.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	10.941	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	6.470	0,59
Número de empleados	-	92.835	8,5
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.130.159	286
Consumo total electricidad		2.285.882	209
Consumo energía final (gen. calor)		3.294.743	301
Consumo electricidad gen. frío		158.355	14

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	10.795.397	987
Otras superficies adyacentes		2.980.794	272
Total		13.776.191	1.259
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	251	
Por € de facturación	kWh/€	0,53	
Por trabajador	kWh/trabajador	37.196	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.13.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.13.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{\text{conv}}/\text{dist}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		16,38	0,083	49,33	0,88	43,51			Manten.		50 kWh/a.m ²	
Secado	45	15	31,0	0,158	93,35	0,98	91,49	25	-	Manten./circulación	http://www.rtt.at/pages/holz/holzwissensite.html#trocknung%20v%20holz		
Impregnación	45	15	12,0	0,061	36,14	0,83	30,10	-	-	Circulación	http://www.agrosolar.net/prod/Machbarkeitsstudie.pdf		
Recubrimiento	120	15	7,0	0,036	21,08	0,83	17,56	60	60	Circulación	Herstellung von Dekorativen Schichtstoffplatten		

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{conv/dist}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Baños calientes a baja temperatura	70		5,5	0,028	16,56	0,83	13,80			Manten.	Holzwerkstoff – Spanplattenherstellung		
Baños calientes a alta temperatura	100		17,6	0,090	53,05	0,83	44,19			Manten.	Wasser, intelligent nutzen – nachhaltig schützen, Sektkorkproduktion		
Secado a alta temperatura	450	15	7,5	0,038	22,59	0,98	22,13	225	225	Manten./ circulación	Holzwerkstoff – Spanplattenherstellung		
Otros procesos	200	15	3,0	0,015	9,03	0,83	7,53	-	100	Manten./ circulación			
Total consumo de calor				0,51	301,14	0,90	270,31						

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Suposiciones ad-hoc

$\eta_{conv/dist}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.13.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/€	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	0,024	43,42	85	0,70	62,03	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			0,024	43,42			62,03		

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.13.1. La Figura 2.13.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.13.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

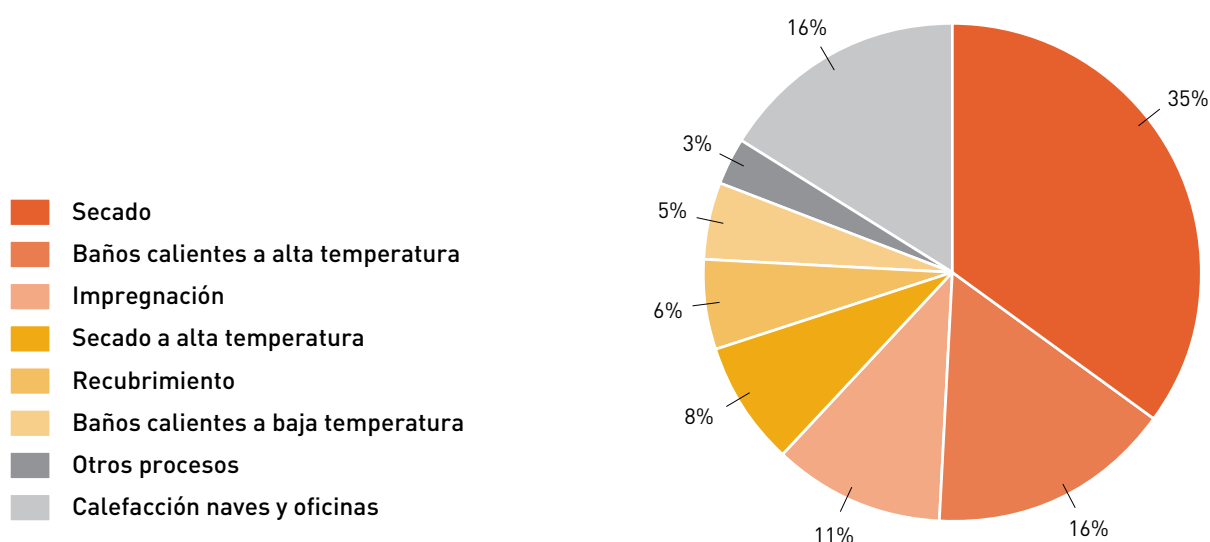
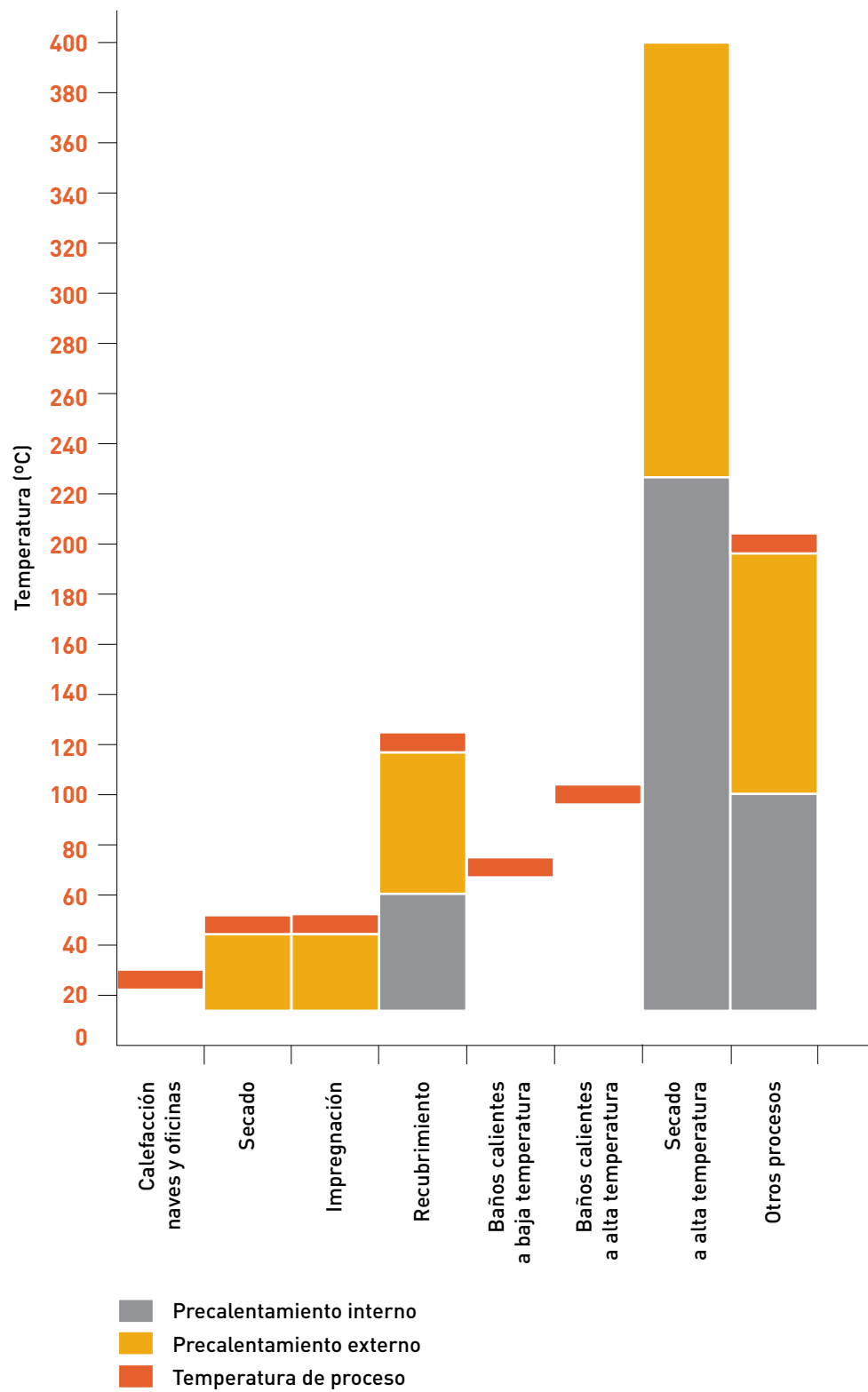


Figura 2.13.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.13.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.13.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.13.4.

Tabla 2.13.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	276		62	338	
Con recuperación de calor	MWh	258			320	
Reducción recuperación de calor	%	6			5	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	155	60,1%		155	48,3%
60 a 120 °C	MWh	73	28,3%		136	42,4%
120 a 250 °C	MWh	8	3,1%		8	2,5%
Total baja y media temperatura	MWh	236	91,5%		298	93,2%

Figura 2.13.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

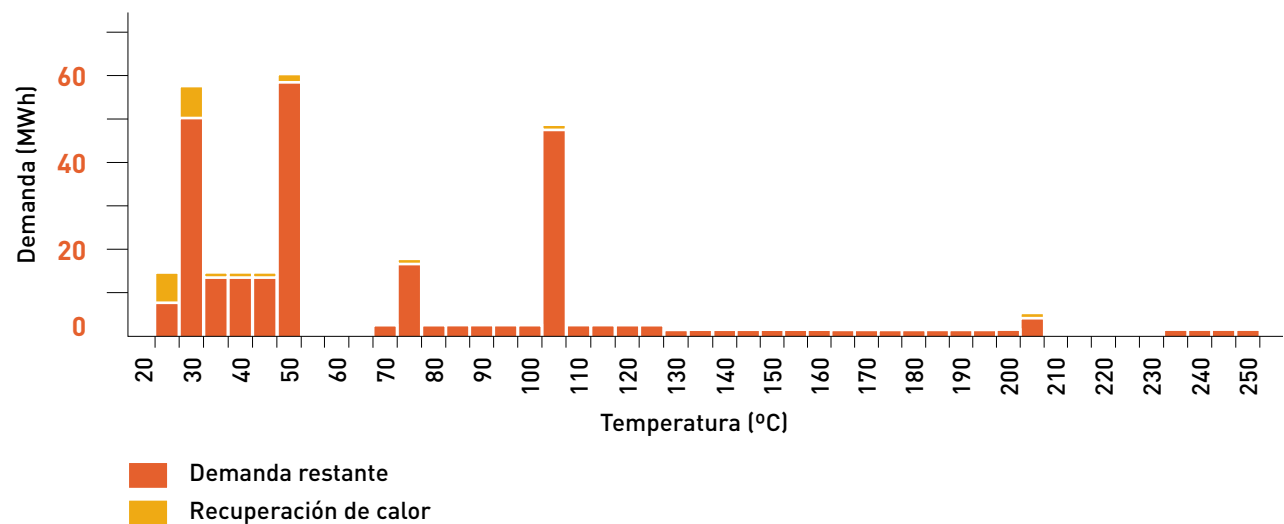
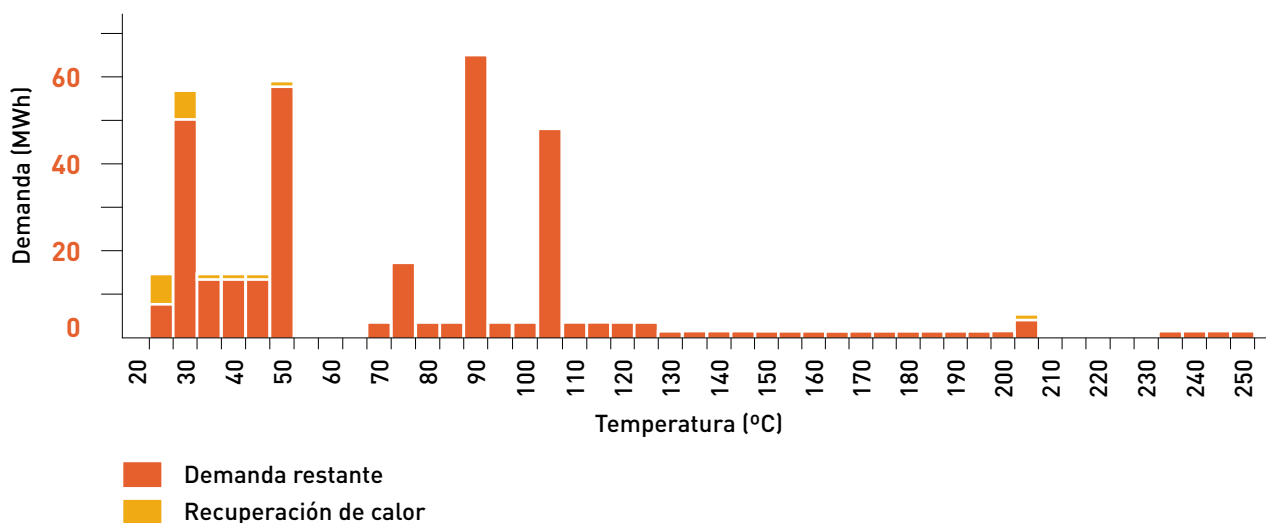


Figura 2.13.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.13.4 Potencial solar térmica

2.13.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.13.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	17,50	73,50	98,00	140,00	154,00
Generación de calor útil	MWh	16,66	70,21	93,28	132,86	146,41
	kWh/kW	951,94	955,19	951,85	949,01	950,69
Temp. media (captador)	°C	44	56	63	72	83
Simulación 1b: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		17,50	73,50	98,00	140,00	154,00
Generación de calor útil	MWh		16,66	70,21	93,28	132,86	146,41
	kWh/kW		-	955,19	951,85	949,01	950,69
Temp. media (captador)	°C		44	56	63	72	83
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		10,7	45,3	60,1	85,7	94,4
Ocupación de superficie	Deseada	%	5,0	20,4	27,0	37,3	40,8
	Media posible	%	5,0	20,4	27,0	37,3	40,8

Figura 2.13.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

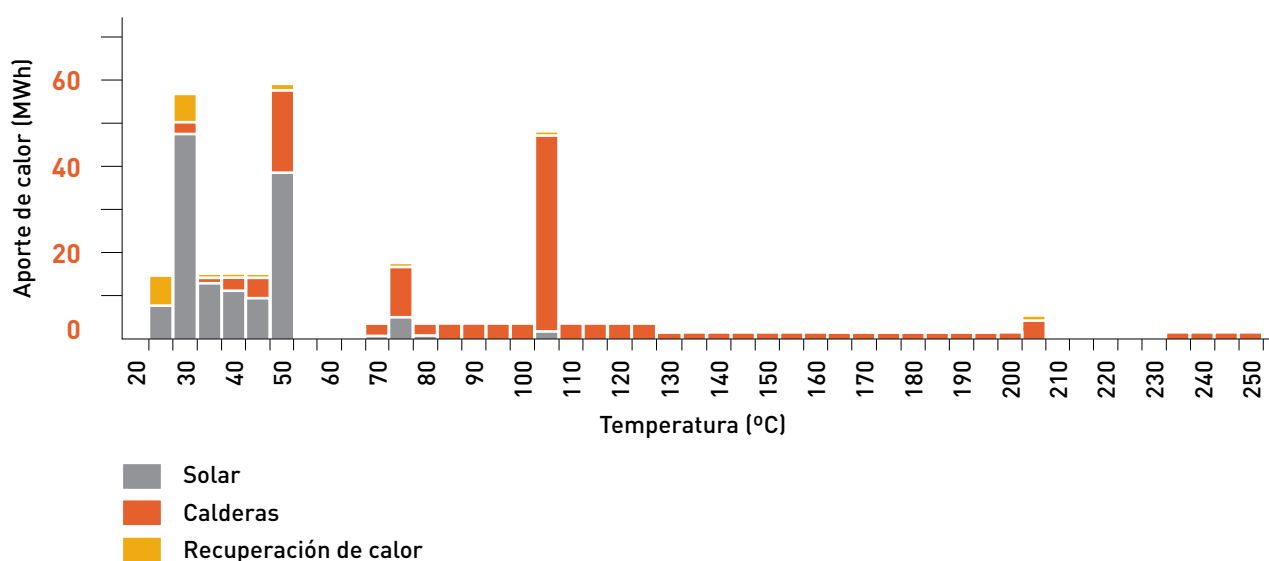


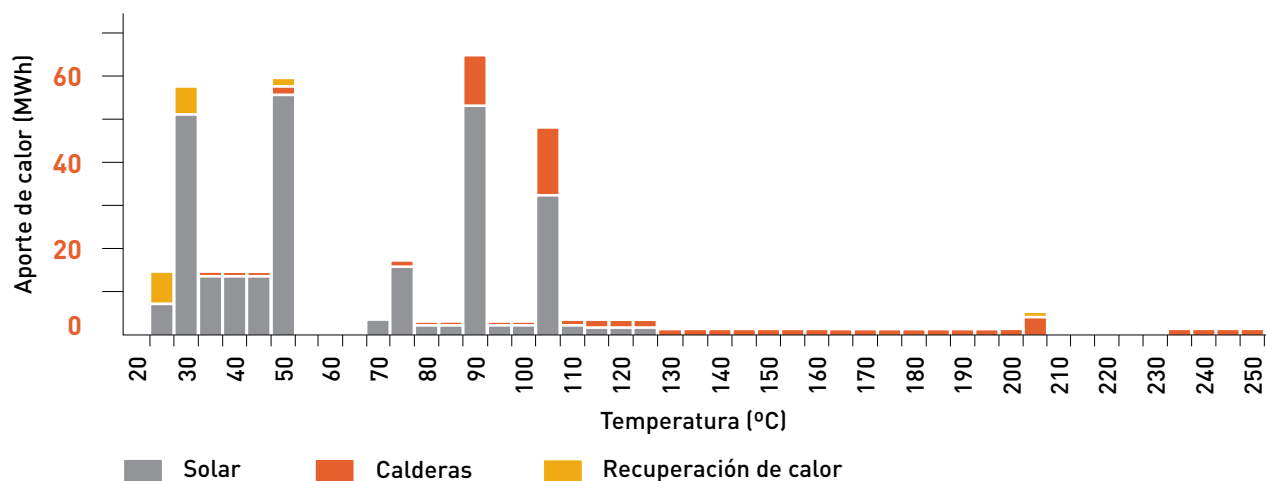
Tabla 2.13.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada		kW	204,75	241,50	252,00	283,50	287,00
Generación de calor útil		MWh	153,37	181,17	189,05	212,62	215,20
		kWh/kW	749,07	750,17	750,18	749,97	749,83
Temp. media (captador)		°C	95	111	124	137	150
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada		kW	204,75	241,50	252,00	283,50	287,00
Generación de calor útil		MWh	153,37	181,17	189,05	212,62	215,20
		kWh/kW	749,07	750,17	750,18	749,97	749,83
Temp. media (captador)		°C	95	111	124	137	150
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar		%	65,0	76,7	80,1	90,1	91,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	34,6	40,9	42,6	48,0	48,6
	Media posible	%	34,6	40,9	42,6	48,0	48,6

Tabla 2.13.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		234,50	294,00	311,50	355,25	360,50
Generación de calor útil	MWh		175,67	220,56	233,42	266,27	270,34
	kWh/kW		749,14	750,20	749,33	749,52	749,90
Temp. media (captador)	°C		95	112	124	137	149
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	295,57	295,57	295,57
Generación de calor útil	MWh		-	-	229,25	253,15	259,19
	kWh/kW		-	-	775,60	856,46	876,91
Temp. media (captador)	°C		-	-	122	127	139
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		234,50	294,00	304,81	330,19	333,23
Generación de calor útil	MWh		175,67	220,56	231,66	260,76	265,66
	kWh/kW		749,14	750,20	760,03	789,73	797,22
Temp. media (captador)	°C		95	112	123	133	145
Factor limitante			Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		58,9	74,0	77,7	87,4	89,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	39,7	49,7	52,7	60,1	61,0
	Media posible	%	39,7	49,7	51,6	55,9	56,4

Figura 2.13.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.13.7. Fracción solar media del sector

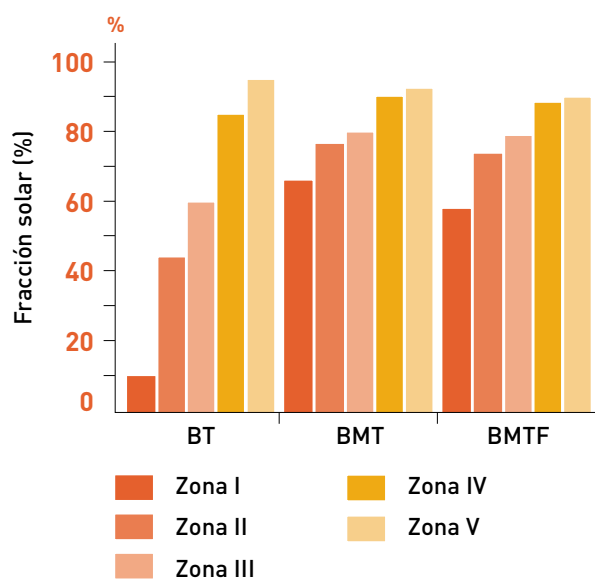


Figura 2.13.8. Grado medio de ocupación de superficie

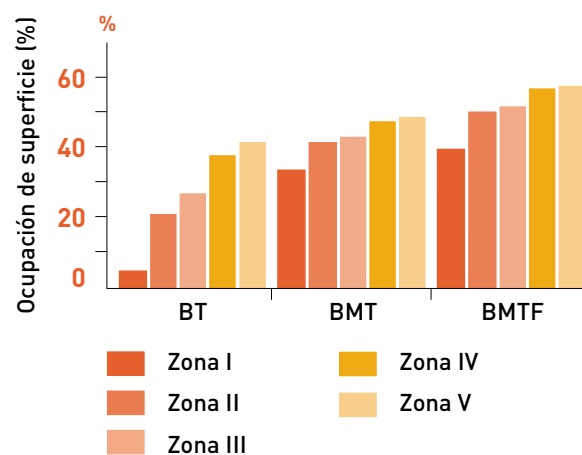
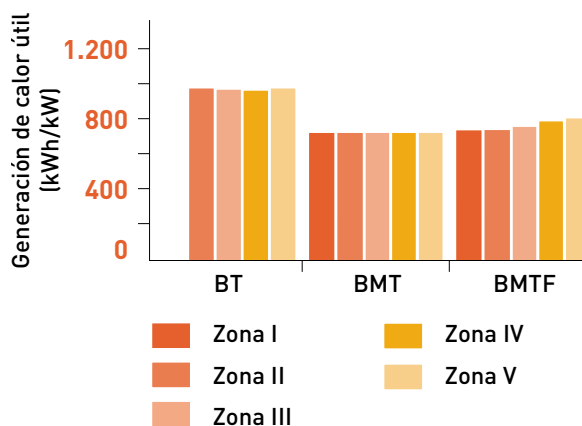


Figura 2.13.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.13.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.13.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	13,95	9,08	23,04	46,27	53,49	33,5	58,6	66,4
Cádiz	20,34	13,05	33,39	71,00	82,22	31,6	58,0	65,8
Córdoba	13,78	8,89	22,67	47,29	54,73	32,2	58,2	66,0
Granada	14,69	9,38	24,07	52,17	60,44	31,0	57,7	65,6
Huelva	8,95	5,83	14,78	29,71	34,35	33,4	58,6	66,4
Jaén	9,71	6,25	15,96	33,41	38,68	32,1	58,1	66,0
Málaga	30,63	19,46	50,09	110,57	128,15	30,4	57,5	65,4
Sevilla	39,71	25,86	65,57	131,59	152,15	33,5	58,6	66,5
Huesca	4,15	2,59	6,75	17,65	20,99	24,0	52,1	60,8
Teruel	2,19	1,36	3,55	9,67	11,56	22,7	51,1	59,9
Zaragoza	20,19	12,56	32,74	87,01	103,76	23,5	51,7	60,4
Asturias	5,77	0,00	5,77	68,51	78,32	5,0	37,1	42,2
Islas Baleares	41,23	26,19	67,43	149,03	172,74	30,3	57,5	65,4
Las Palmas	25,38	16,52	41,90	84,09	97,23	33,5	58,6	66,5
Santa Cruz de Tenerife	22,08	14,38	36,46	73,18	84,61	33,5	58,6	66,5
Cantabria	4,36	0,00	4,36	51,77	59,19	5,0	37,1	42,2
Albacete	16,97	11,05	28,02	56,35	65,15	33,4	58,6	66,4
Ciudad Real	18,47	11,73	30,21	66,83	77,48	30,3	57,5	65,4

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Cuenca	6,60	4,19	10,79	24,80	29,01	28,4	55,7	63,8
Guadalajara	9,42	5,98	15,40	34,20	39,67	30,1	57,3	65,3
Toledo	25,57	16,23	41,80	93,11	108,06	30,0	57,2	65,2
Ávila	3,74	2,37	6,11	14,08	16,44	28,6	56,0	64,1
Burgos	6,67	4,10	10,77	38,87	47,06	16,2	46,4	55,2
León	8,40	5,19	13,59	42,70	51,55	19,1	48,4	57,3
Palencia	2,53	1,57	4,11	14,72	17,84	16,3	46,5	55,4
Salamanca	6,71	4,15	10,85	30,36	36,45	22,0	50,4	59,3
Segovia	3,18	1,97	5,15	14,47	17,38	21,8	50,3	59,2
Soria	1,84	1,14	2,98	8,43	10,14	21,6	50,1	59,0
Valladolid	9,86	6,12	15,98	55,49	67,20	16,9	46,9	55,8
Zamora	3,09	1,91	5,00	14,16	17,03	21,6	50,1	59,0
Barcelona	95,33	58,95	154,28	472,26	569,51	19,7	48,8	57,7
Girona	11,47	7,08	18,55	53,29	64,13	21,2	49,8	58,8
Lleida	6,69	4,13	10,82	30,83	37,09	21,4	50,0	58,9
Tarragona	17,53	11,13	28,66	63,50	73,63	30,2	57,4	65,3
Alicante/ Alacant	49,75	32,09	81,84	170,74	197,61	32,2	58,2	66,0
Castellón/ Castelló	20,47	13,00	33,47	74,03	85,82	30,3	57,5	65,4
Valencia/ València	79,08	50,21	129,30	286,65	332,42	30,2	57,4	65,3

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Badajoz	23,52	15,22	38,74	79,80	92,32	32,6	58,3	66,2
Cáceres	13,87	8,95	22,82	47,55	55,03	32,2	58,2	66,0
A Coruña	10,30	0,00	10,30	122,27	139,78	5,0	37,1	42,2
Lugo	4,74	2,38	7,12	33,09	39,36	12,2	43,1	50,5
Ourense	4,99	2,84	7,83	31,38	37,69	14,3	44,9	53,0
Pontevedra	11,65	3,27	14,92	106,34	123,68	7,8	39,5	45,5
La Rioja	8,56	5,28	13,84	40,37	48,61	20,8	49,6	58,5
Madrid	71,28	45,28	116,56	257,65	298,65	30,3	57,5	65,4
Murcia	34,37	22,14	56,51	118,30	136,93	32,1	58,1	66,0
Navarra	14,23	7,84	22,07	76,29	90,69	16,9	46,5	54,3
Álava	2,31	0,25	2,55	24,89	28,61	5,9	37,9	43,2
Guipúzcoa	4,35	0,00	4,35	51,61	59,01	5,0	37,1	42,2
Vizcaya	6,79	0,00	6,79	80,58	92,12	5,0	37,1	42,2
Ceuta	0,12	0,08	0,19	0,38	0,44	33,5	58,6	66,5
Melilla	0,11	0,07	0,18	0,36	0,42	33,5	58,6	66,5
Total nacional	891,68	539,27	1.430,96	3.793,69	4.436,62	23,4	51,6	59,3

Tabla 2.13.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	13.265	9.606	22.871	94,3	33.636	91,2	41.520	89,1
Cádiz	19.313	13.986	33.299	89,0	51.509	90,5	63.332	88,1
Córdoba	13.095	9.483	22.578	90,8	34.332	90,7	42.268	88,4
Granada	13.945	10.098	24.043	87,4	37.820	90,3	46.443	87,8
Huelva	8.510	6.163	14.673	94,2	21.600	91,1	26.661	89,0
Jaén	9.221	6.678	15.899	90,5	24.255	90,7	29.854	88,3
Málaga	29.065	21.047	50.113	85,8	80.106	90,1	98.252	87,5
Sevilla	37.751	27.337	65.088	94,4	95.673	91,2	118.104	89,1
Huesca	3.950	2.860	6.811	67,1	12.810	82,9	15.699	80,4
Teruel	2.083	1.509	3.592	63,5	7.016	81,5	8.597	79,0
Zaragoza	19.199	13.902	33.101	65,6	63.134	82,2	77.382	79,8
Asturias	5.495	0	5.495	10,7	50.593	65,0	57.950	58,9
Islas Baleares	39.132	28.337	67.470	85,7	107.971	90,1	132.417	87,4
Las Palmas	24.125	17.470	41.594	94,4	61.139	91,2	75.473	89,1
Santa Cruz de Tenerife	20.993	15.202	36.195	94,4	53.202	91,2	65.676	89,1
Cantabria	4.153	0	4.153	10,7	38.235	65,0	43.794	58,9
Albacete	16.137	11.685	27.823	94,2	40.964	91,1	50.562	89,0
Ciudad Real	17.533	12.696	30.229	85,5	48.420	90,0	59.385	87,4
Cuenca	6.270	4.540	10.810	80,0	17.991	87,5	22.083	85,0

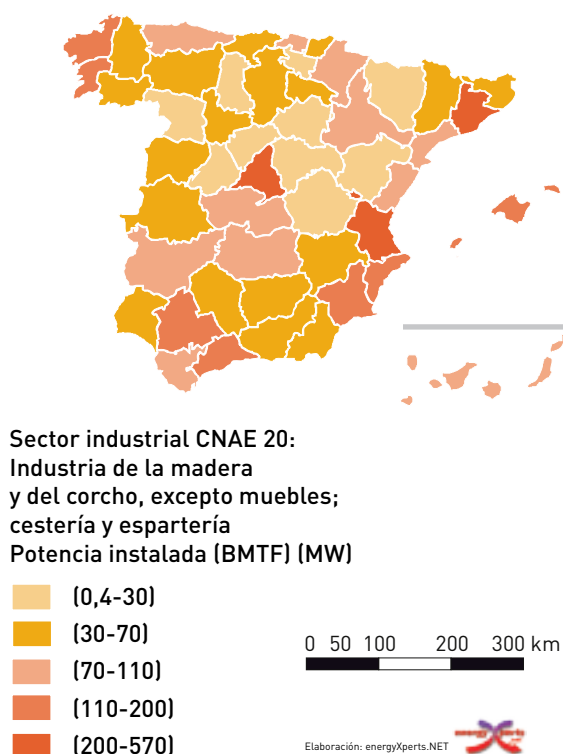
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guadalajara	8.938	6.473	15.411	85,0	24.782	89,8	30.391	87,2
Toledo	24.270	17.575	41.845	84,7	67.461	89,7	82.732	87,1
Ávila	3.555	2.574	6.129	80,5	10.206	88,0	12.515	85,5
Burgos	6.366	4.567	10.933	44,8	28.447	76,6	34.598	73,7
León	8.003	5.795	13.798	53,0	31.117	78,5	38.015	75,9
Palencia	2.421	1.753	4.174	45,3	10.772	76,7	13.114	74,0
Salamanca	6.384	4.623	11.006	61,2	22.035	80,5	27.004	78,1
Segovia	3.029	2.193	5.222	60,8	10.502	80,3	12.870	77,9
Soria	1.752	1.269	3.021	60,1	6.121	80,1	7.502	77,7
Valladolid	9.416	6.818	16.234	47,0	40.570	77,1	49.431	74,4
Zamora	2.942	2.130	5.073	60,1	10.280	80,1	12.598	77,7
Barcelona	90.833	65.775	156.608	54,7	343.841	78,9	420.354	76,3
Girona	10.917	7.906	18.823	59,1	38.707	79,9	47.413	77,4
Lleida	6.370	4.613	10.983	59,7	22.389	80,0	27.431	77,6
Tarragona	16.634	12.046	28.680	85,3	46.004	89,9	56.419	87,3
Alicante/ Alacant	47.268	34.229	81.497	90,8	123.955	90,7	152.606	88,4
Castellón/ Castelló	19.424	14.066	33.490	85,6	53.634	90,0	65.777	87,4
Valencia/ València	75.053	54.349	129.401	85,3	207.677	89,9	254.695	87,3
Badajoz	22.353	16.187	38.540	92,0	57.959	90,9	71.418	88,6
Cáceres	13.177	9.542	22.718	90,9	34.523	90,7	42.506	88,4

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
A Coruña	9.808	0	9.808	10,7	90.296	65,0	103.425	58,9
Lugo	4.526	2.646	7.172	32,5	24.286	72,4	28.989	68,4
Ourense	4.766	3.159	7.925	39,1	22.996	74,6	27.732	71,2
Pontevedra	11.106	3.641	14.747	19,5	78.330	68,0	91.331	62,7
La Rioja	8.147	5.900	14.047	58,0	29.338	79,6	35.920	77,1
Madrid	67.648	48.987	116.635	85,7	186.665	90,1	228.928	87,4
Murcia	32.646	23.640	56.287	90,5	85.874	90,7	105.698	88,3
Navarra	13.547	8.762	22.309	46,3	55.610	75,9	67.080	72,4
Álava	2.197	274	2.471	13,5	18.365	65,9	21.155	60,1
Guipúzcoa	4.140	0	4.140	10,7	38.117	65,0	43.659	58,9
Vizcaya	6.464	0	6.464	10,7	59.509	65,0	68.161	58,9
Ceuta	110	79	189	94,4	278	91,2	343	89,1
Melilla	104	75	179	94,4	264	91,2	326	89,1
Total nacional	847.552	584.244	1.431.796	65,2	2.761.315	82,7	3.357.587	79,6

Figura 2.13.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.13.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 23%), y también limitado por la demanda total a baja y media temperatura (excepto zonas III a V, incluyendo la demanda de frío: régimen intermedio), permitiendo una fracción solar del 83% (calor a baja y media temperatura) y del 80% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 130 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Secado.
- Impregnación.
- Recubrimiento.
- Baños calientes a baja temperatura.
- Baños calientes a alta temperatura.

2.13.6 Referencias bibliográficas

MITYC [2003]:

Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. 2. Subsector madera, corcho y muebles. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo industrial y de la pequeña y mediana empresa, Documentos sectoriales

<http://www.mityc.es/energia/development/EficienciaEnergetica/Estrategia/Documentos/Paginas/DocumentoSectoriales.aspx>

T.Rysse, J.Schulz, R. Worm [2009]:

Energieeffizienz - Die in telligente Energiequelle. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Referat Öffentlichkeitsarbeit.

http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_energieeffizienz_tipps_bf.pdf

K.E.Schmidt, W.Hross [2001]:

Umweltschutz in der Holzverarbeitung. Tischler-Innung Berlin.

http://www.laws.de/LAWSCMS/images/stories/LAWS/ratgeber%20umwelt_ak3_ende.pdf

Fachgruppe Dekorative Schichtstoffplatten [2007]: *Herstellung von Dekorativen Schichtstoffplatten.* Fachverband Bau-, Möbel- und Industriealbezeuge aus Kunststoff im Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V.

http://www.laminate-info.biz/pdf/070112_Herstellung%20von%20Dekorativen%20Schichtstoffplatten.pdf

U.Jacob [2008]:

Wasser, in telligent nutzen - nachhaltig schützen. Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU.

<http://www.dbu.de/phpTemplates/publikationen/pdf/21040802485408ee.pdf>

D.Plugge [2006]:

Holzwerkstoff - Spanplattenherstellung. Nolte Holding KG a.A.

http://www.holzwirtschaft.org/exkursionen/sueddeutschland_2006/referate/2006_05_29_175219_plugge_spanplattenherstellung_nolte.pdf

M.Gämperli [2002]:

Materialbericht Sperrholz im Außenraum. HSR Landschaftsarchitektur. <http://technikseiten.hsr.ch/fileadmin/technikseiten/Bibliotheken/Materialberichte/holz/sperrholz.PDF>

Korkindustrie Trier [2009]:

Sektkorkproduktion. Korkindustrie Trier.

2.14 CNAE 211. FABRICACIÓN DE PASTA PAPELERA, PAPEL Y CARTÓN

2.14.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.14.1.

Tabla 2.14.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	268	
Producción total	up	6.852.000	25.567
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas de producto acabado		
Facturación	M€	8.662	32,32
Número de empleados	-	14.178	52,9
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	16.884.335	63.001
Consumo total electricidad		3.964.706	14.794
Consumo energía final (gen. calor)		17.994.453	67.143
Consumo electricidad gen. frío		15.138	56
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	1.025.031	3.825
Otras superficies adyacentes		384.547	1.435
Total		1.409.578	5.260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m ²	12.777	
Por € de facturación	kWh/€	2,08	
Por trabajador	kWh/trabajador	1.270.249	
Por unidad de producto	kWh/up	2.628	

2.14.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.14.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/t	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Baños calientes	53		10,9	0,29	7.311,20	0,83	6.090,23			Manten.		ppm_bref_1201.pdf (p. 88)	
Cocción	160	15	12,1	0,32	8.102,67	0,83	6.749,52	50	80	Manten./circulac.	ppm_bref_1201.pdf (p. 53)	ppm_bref_1201.pdf (p. 88)	
Deslignificación de oxígeno	100		2,7	0,07	1.800,59	0,83	1.499,89			Manten.	ppm_bref_1201.pdf (p. 55)	ppm_bref_1201.pdf (p. 88)	
Postcombustión de cal	950	15	8,7	0,23	5.851,93	0,98	5.734,89	-	475	Circulac.	ppm_bref_1201.pdf (p. 76)	ppm_bref_1201.pdf (p. 88)	
Recuperación de productos químicos	500	15	12,8	0,34	8.576,48	0,83	7.144,21	-	250	Circulac.		ppm_bref_1201.pdf (p. 88)	
Secado	130	15	47,6	1,25	31.961,76	0,83	26.624,15	85	60	Manten./circulac.	ppm_bref_1201.pdf (p. 349)	ppm_bref_1201.pdf (p. 372)	
Otros procesos	200	15	5,0	0,13	3.347,61	0,83	2.788,56	-	100	Manten./circulac.			
Calefacción naves y oficinas	25		0,3	0,01	191,24	0,88	168,67			Manten.		50 kWh/m ²	
Total consumo de calor			2,63	67.143,48	0,85	56.800,12							

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos precisos
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.14.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	2,21	169,46	85	0,70	242,09	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			2,21	169,46				242,09	

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.14.1. La Figura 2.14.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.14.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

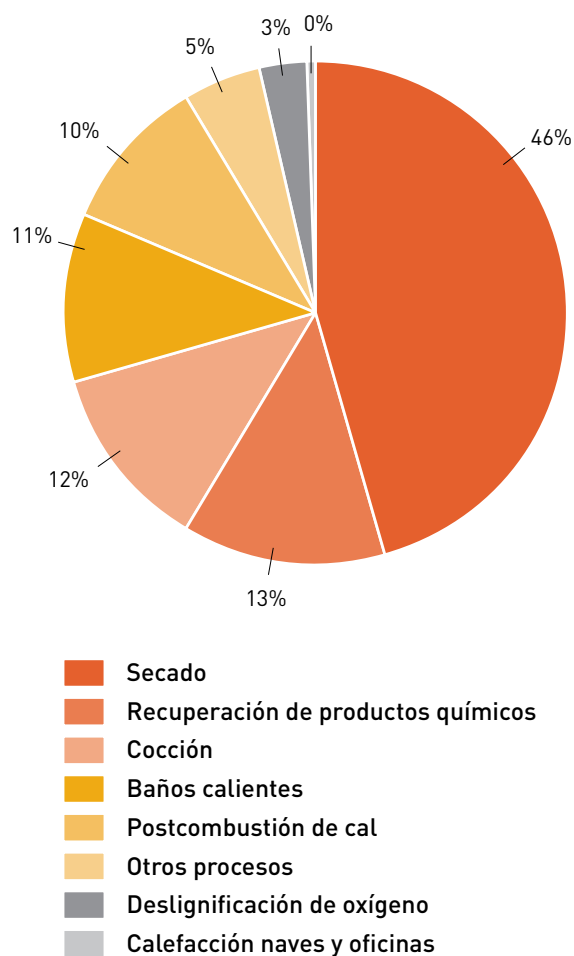
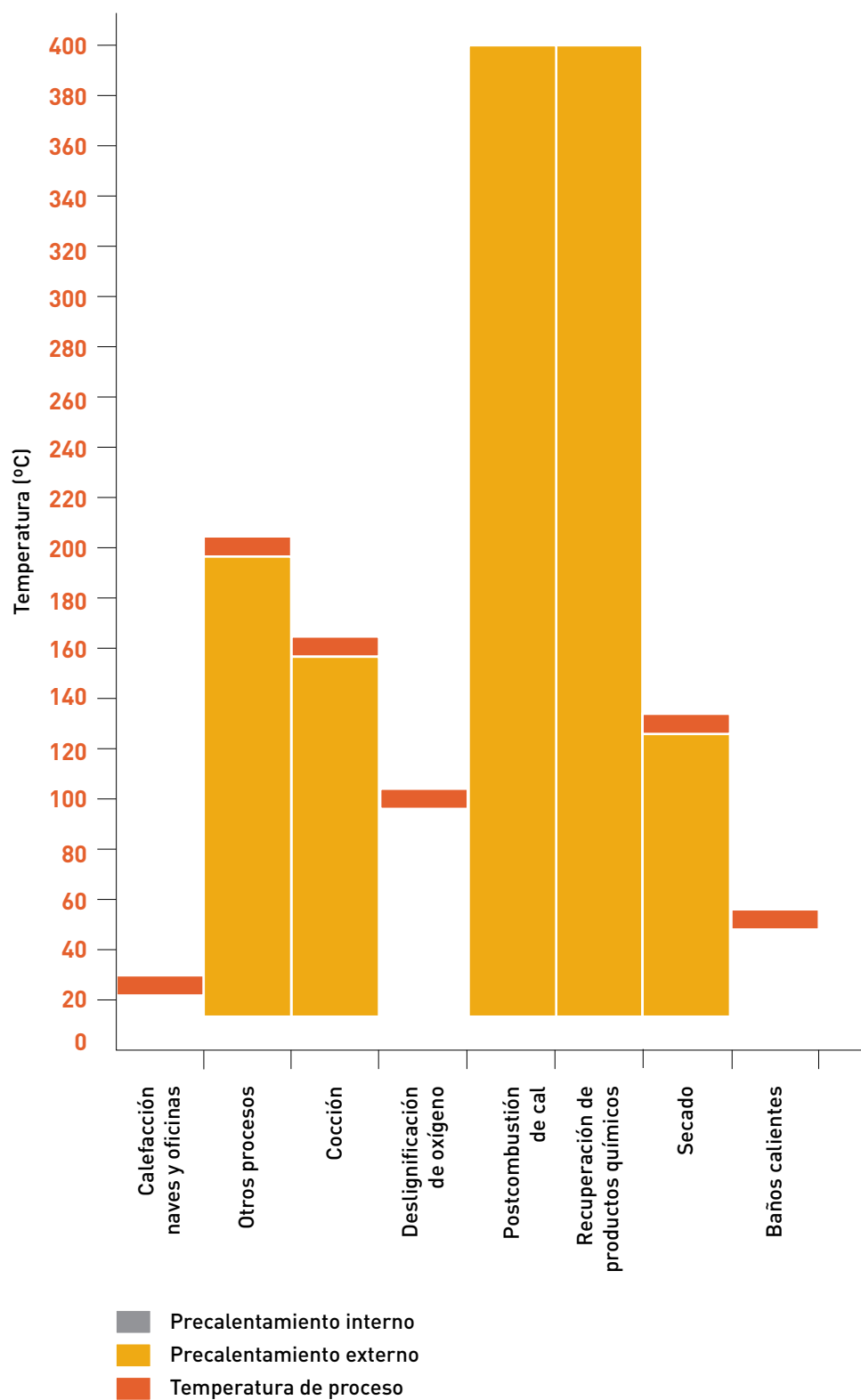


Figura 2.14.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.14.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.14.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.14.4.

Tabla 2.14.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	59.123		242	59.366	
Con recuperación de calor	MWh	54.860			55.103	
Reducción recuperación de calor	%	7			7	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	4.025	7,3%		4.024	7,3%
60 a 120 °C	MWh	11.149	20,3%		11.399	20,7%
120 a 250 °C	MWh	26.281	47,9%		26.277	47,7%
Total baja y media temperatura	MWh	41.455	75,6%		41.700	75,7%

Figura 2.14.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

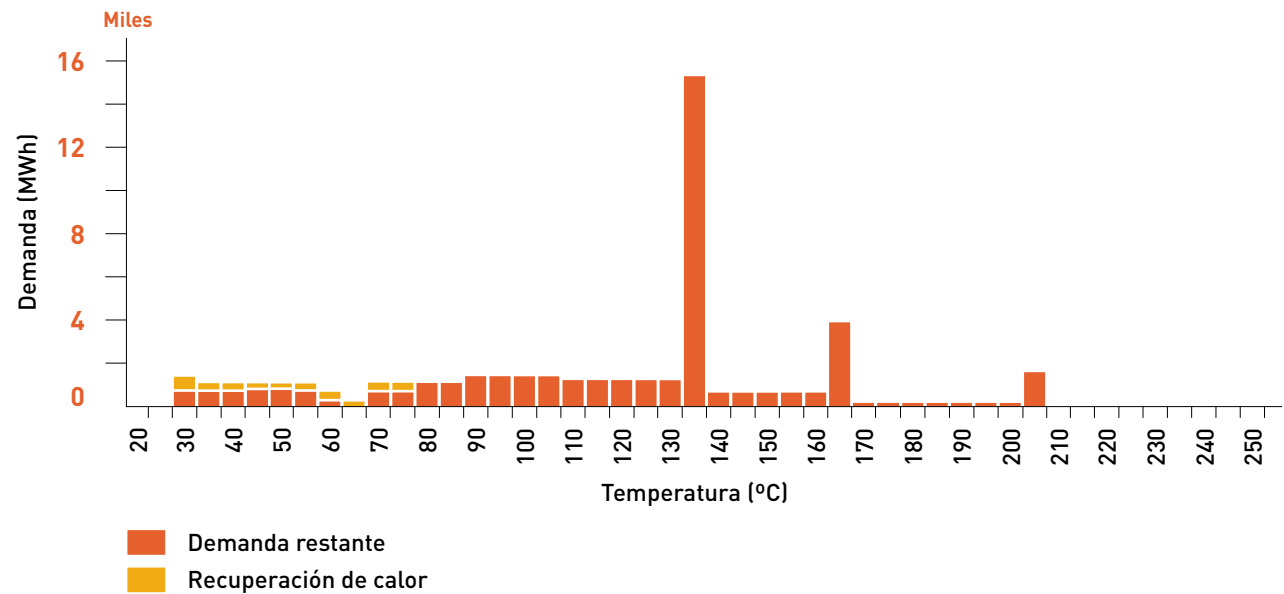
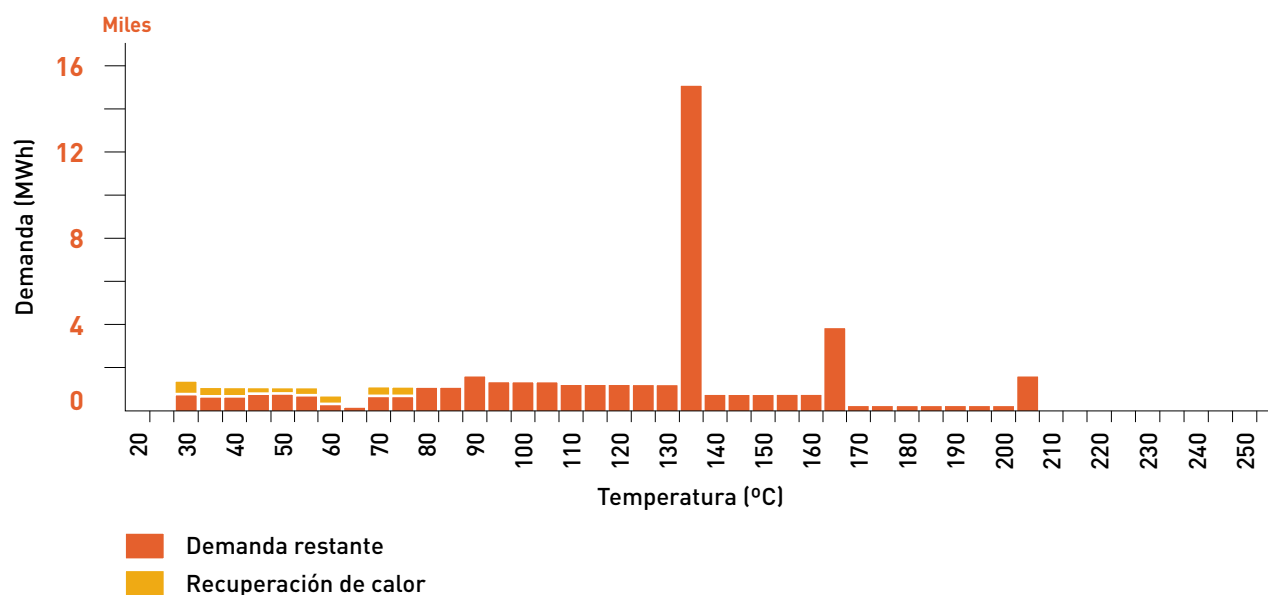


Figura 2.14.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.14.4 Potencial solar térmica

2.14.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.14.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	770,00	2.817,50	3.479,00	3.923,50	3.941,00
Generación de calor útil	MWh	731,60	2.676,71	3.305,71	4.147,88	4.634,22
	kWh/kW	950,13	950,03	950,19	1.057,19	1.175,90
Temp. media (captador)	°C	50	62	69	72	78
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	735,57	750,76	758,01	784,50	788,18
Generación de calor útil	MWh	701,99	850,15	929,92	1.128,44	1.267,08
	kWh/kW	954	1.132	1.227	1.438	1.608
Temp. media (captador)	°C	50	51	52	53	55

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	1.501,52	1.516,03	1.568,99	1.576,35
Generación de calor útil	MWh		-	1.579,43	1.729,97	2.095,38	2.354,72
	kWh/kW		-	1.052	1.141	1.335	1.494
Temp. media (captador)	°C		-	56	57	58	61
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		755,54	1.370,44	1.472,48	1.569,14	1.576,37
Generación de calor útil	MWh		719,16	1.426,75	1.614,56	1.976,61	2.217,04
	kWh/kW		951,85	1.041,09	1.096,49	1.259,68	1.406,42
Temp. media (captador)	°C		50	55	57	58	61
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		17,9	35,4	40,1	49,1	55,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	52,3	187,6	229,5	250,1	250,0
	Media posible	%	51,4	91,3	97,1	100,0	100,0

Figura 2.14.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

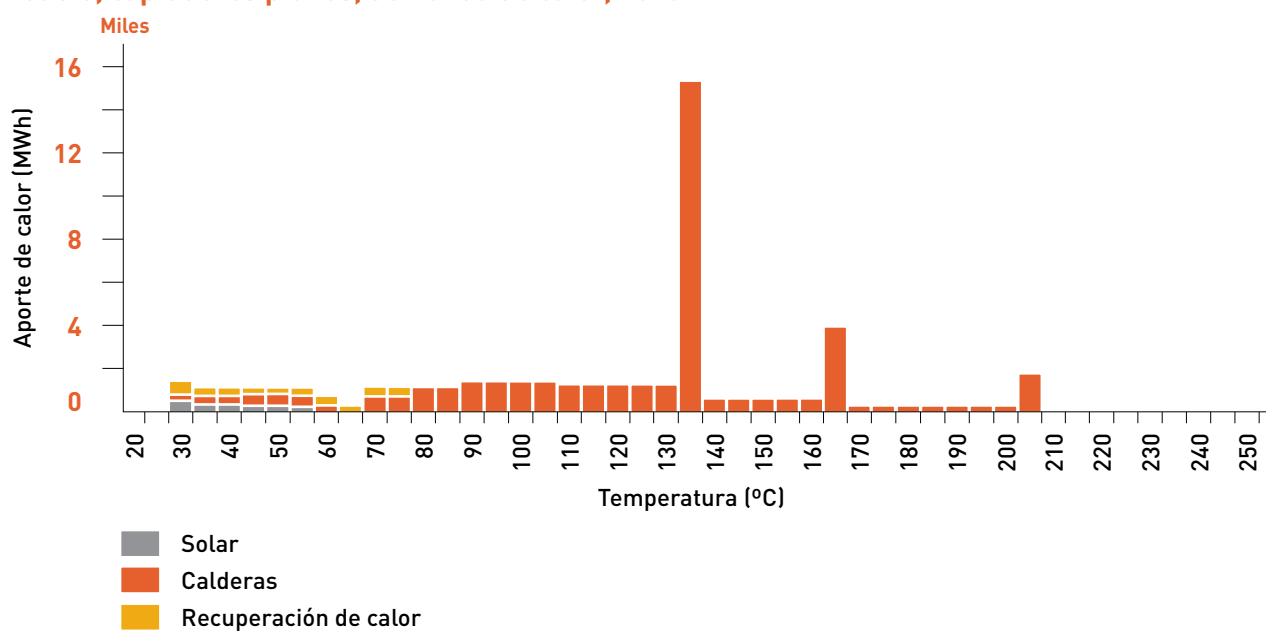


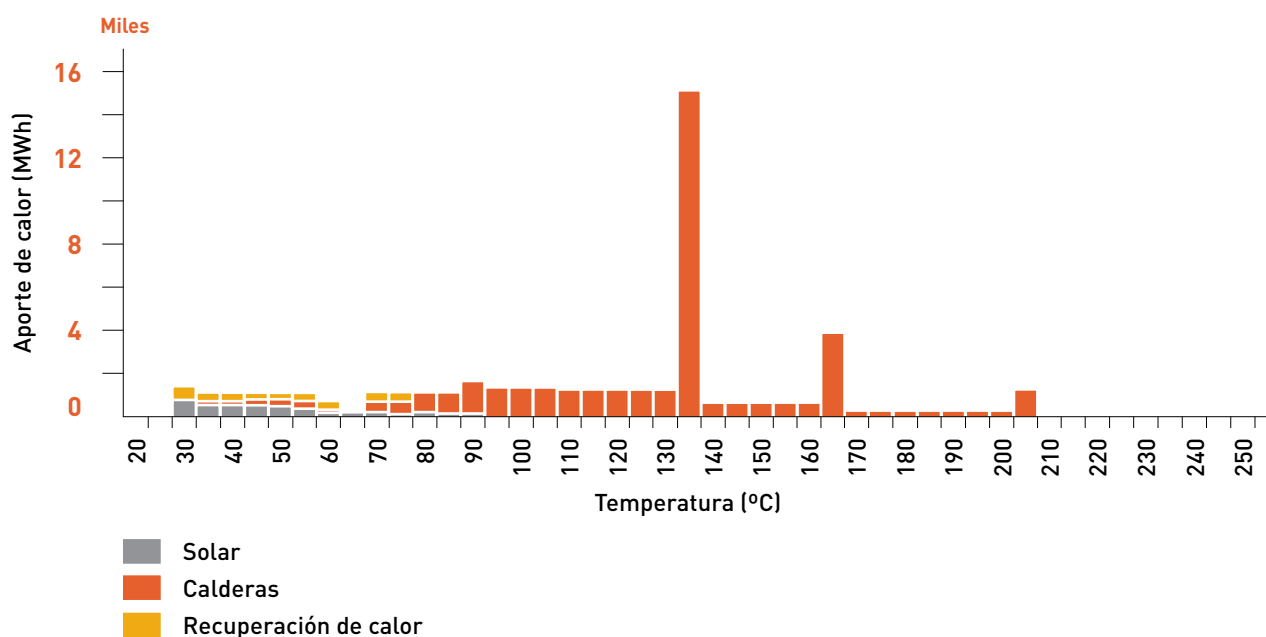
Tabla 2.14.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		6.177,50	6.177,50	6.177,50	6.177,50	6.177,50
Generación de calor útil	MWh		5.619,55	6.453,45	7.100,60	8.015,49	8.905,48
	kWh/kW		909,68	1.044,67	1.149,43	1.297,53	1.441,60
Temp. media (captador)	°C		88	92	96	99	104
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.234,65	1.234,65	1.234,65	1.234,65	1.234,65
Generación de calor útil	MWh		1.462,10	1.686,86	1.846,55	2.097,74	2.301,82
	kWh/kW		1.184,22	1.366,26	1.495,60	1.699,05	1.864,35
Temp. media (captador)	°C		56	58	59	60	63
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		2.469,31	2.469,31	2.469,31	2.469,31	2.469,31
Generación de calor útil	MWh		2.752,29	3.166,34	3.449,64	3.909,68	4.286,74
	kWh/kW		1.114,60	1.282,28	1.397,01	1.583,31	1.736,01
Temp. media (captador)	°C		64	66	69	71	75
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		2.469,90	2.469,90	2.469,90	2.469,90	2.469,90
Generación de calor útil	MWh		2.611,83	3.005,15	3.287,48	3.723,48	4.099,70
	kWh/kW		1.057,46	1.216,71	1.331,02	1.507,54	1.659,87
Temp. media (captador)	°C		64	66	69	70	74
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		6,3	7,2	7,9	9,0	9,9
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,2	250,2	250,2	250,2	250,2
	Media posible	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 2.14.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		6.177,50	6.177,50	6.177,50	6.177,50	6.177,50
Generación de calor útil	MWh		5.622,95	6.459,32	7.109,13	8.023,28	8.921,24
	kWh/kW		910,23	1.045,62	1.150,81	1.298,79	1.444,15
Temp. media (captador)	°C		88	91	96	99	104
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.234,65	1.234,65	1.234,65	1.234,65	1.234,65
Generación de calor útil	MWh		1.462,09	1.686,83	1.846,52	2.097,71	2.301,81
	kWh/kW		1.184,21	1.366,24	1.495,58	1.699,03	1.864,34
Temp. media (captador)	°C		56	58	59	60	63
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		2.469,31	2.469,31	2.469,31	2.469,31	2.469,31
Generación de calor útil	MWh		2.752,19	3.166,22	3.449,67	3.910,00	4.286,74
	kWh/kW		1.114,56	1.282,23	1.397,02	1.583,44	1.736,01
Temp. media (captador)	°C		64	66	70	71	75
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		2.469,90	2.469,90	2.469,90	2.469,90	2.469,90
Generación de calor útil	MWh		2.612,25	3.005,91	3.288,67	3.724,70	4.101,90
	kWh/kW		1.057,64	1.217,02	1.331,50	1.508,04	1.660,76
Temp. media (captador)	°C		64	66	69	70	74
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		6,3	7,2	7,9	8,9	9,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,2	250,2	250,2	250,2	250,2
	Media posible	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Figura 2.14.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.14.7. Fracción solar media del sector

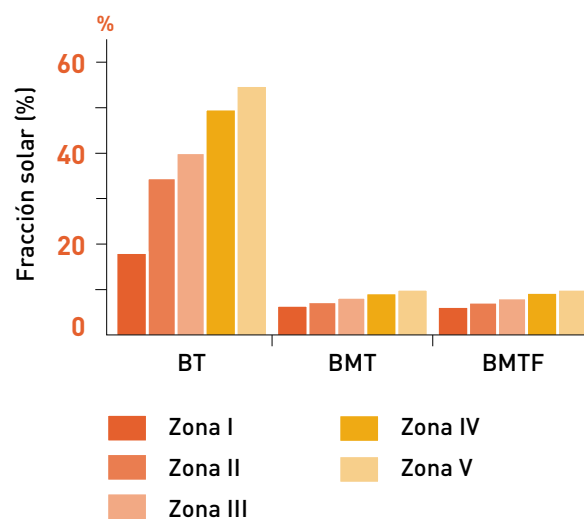


Figura 2.14.8. Grado medio de ocupación de superficie

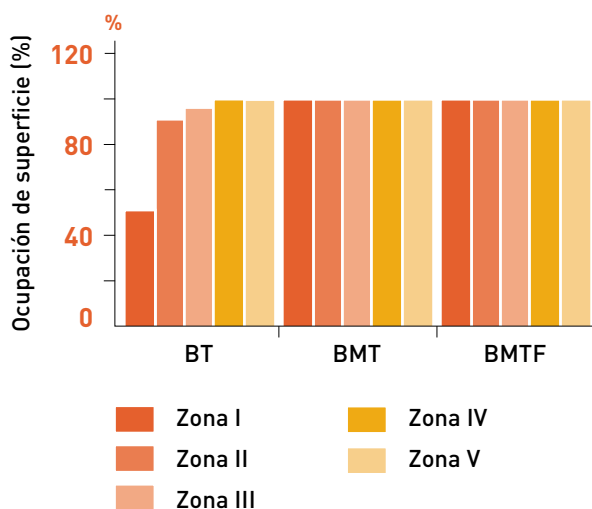
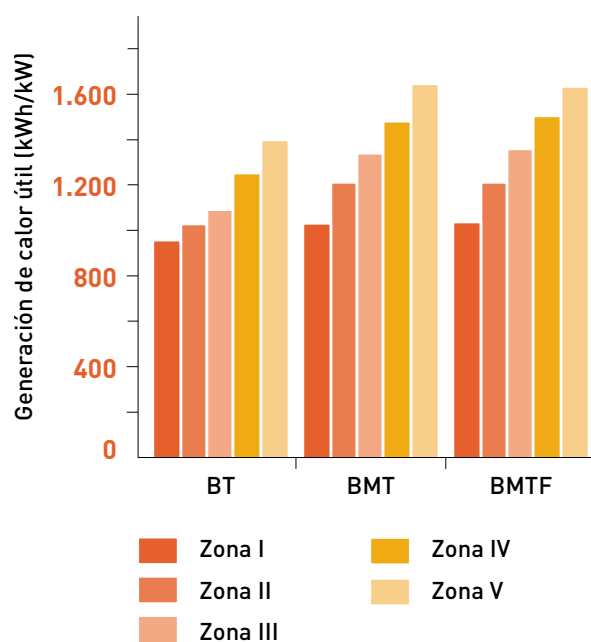


Figura 2.14.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.14.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.14.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	3,76	3,76	6,55	6,55	57,4	100,0	100,0
Cádiz	0,00	5,69	5,69	10,10	10,10	56,4	100,0	100,0
Córdoba	0,00	3,81	3,81	6,72	6,72	56,7	100,0	100,0
Granada	0,00	4,17	4,17	7,43	7,43	56,1	100,0	100,0
Huelva	0,00	2,41	2,41	4,21	4,21	57,4	100,0	100,0
Jaén	0,00	2,69	2,69	4,75	4,75	56,7	100,0	100,0
Málaga	0,00	8,80	8,80	15,78	15,78	55,8	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Sevilla	0,00	10,69	10,69	18,62	18,62	57,4	100,0	100,0
Huesca	0,00	2,75	2,75	5,28	5,28	52,1	100,0	100,0
Teruel	0,00	1,51	1,51	2,94	2,94	51,4	100,0	100,0
Zaragoza	0,00	13,59	13,59	26,21	26,21	51,9	100,0	100,0
Asturias	0,00	0,67	0,67	2,65	2,65	25,5	100,0	100,0
Islas Baleares	0,00	4,43	4,43	7,94	7,94	55,7	100,0	100,0
Las Palmas	0,00	4,88	4,88	8,50	8,50	57,4	100,0	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	4,24	4,24	7,39	7,39	57,4	100,0	100,0
Cantabria	0,00	2,70	2,70	10,59	10,59	25,5	100,0	100,0
Albacete	0,00	3,69	3,69	6,43	6,43	57,4	100,0	100,0
Ciudad Real	0,00	4,29	4,29	7,70	7,70	55,7	100,0	100,0
Cuenca	0,00	1,61	1,61	2,94	2,94	54,6	100,0	100,0
Guadalajara	0,00	2,19	2,19	3,95	3,95	55,6	100,0	100,0
Toledo	0,00	5,98	5,98	10,76	10,76	55,5	100,0	100,0
Ávila	0,00	1,56	1,56	2,84	2,84	54,7	100,0	100,0
Burgos	0,00	4,30	4,30	9,11	9,11	47,2	100,0	100,0
León	0,00	4,79	4,79	9,72	9,72	49,3	100,0	100,0
Palencia	0,00	1,64	1,64	3,44	3,44	47,6	100,0	100,0
Salamanca	0,00	3,42	3,42	6,71	6,71	51,0	100,0	100,0
Segovia	0,00	1,63	1,63	3,21	3,21	50,9	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Soria	0,00	0,95	0,95	1,87	1,87	50,8	100,0	100,0
Valladolid	0,00	6,19	6,19	12,90	12,90	48,0	100,0	100,0
Zamora	0,00	1,60	1,60	3,15	3,15	50,8	100,0	100,0
Barcelona	0,00	111,81	111,81	225,34	225,34	49,6	100,0	100,0
Girona	0,00	12,67	12,67	25,06	25,06	50,6	100,0	100,0
Lleida	0,00	7,33	7,33	14,47	14,47	50,7	100,0	100,0
Tarragona	0,00	14,72	14,72	26,44	26,44	55,7	100,0	100,0
Alicante/ Alacant	0,00	20,17	20,17	35,58	35,58	56,7	100,0	100,0
Castellón/ Castelló	0,00	8,64	8,64	15,51	15,51	55,7	100,0	100,0
Valencia/ València	0,00	33,47	33,47	60,14	60,14	55,7	100,0	100,0
Badajoz	0,00	0,94	0,94	1,66	1,66	56,9	100,0	100,0
Cáceres	0,00	0,56	0,56	0,99	0,99	56,7	100,0	100,0
A Coruña	0,00	2,06	2,06	8,09	8,09	25,5	100,0	100,0
Lugo	0,00	0,77	0,77	1,95	1,95	39,5	100,0	100,0
Ourense	0,00	0,78	0,78	1,79	1,79	43,6	100,0	100,0
Pontevedra	0,00	2,08	2,08	6,71	6,71	31,1	100,0	100,0
La Rioja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,3	100,0	100,0
Madrid	0,00	48,70	48,70	87,39	87,39	55,7	100,0	100,0
Murcia	0,00	9,00	9,00	15,89	15,89	56,7	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Navarra	0,00	6,94	6,94	15,89	15,89	43,7	100,0	100,0
Álava	0,00	3,94	3,94	14,50	14,50	27,2	100,0	100,0
Guipúzcoa	0,00	7,78	7,78	30,53	30,53	25,5	100,0	100,0
Vizcaya	0,00	12,14	12,14	47,66	47,66	25,5	100,0	100,0
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,4	100,0	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,4	100,0	100,0
Total nacional	0,00	425,13	425,13	865,97	865,97	49,1	100,0	100,0

Tabla 2.14.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	5.873	5.873	55,0	10.861	9,9	10.867	9,8
Cádiz	0	8.463	8.463	51,4	15.821	9,3	15.828	9,3
Córdoba	0	5.759	5.759	52,6	10.726	9,5	10.731	9,5
Granada	0	6.089	6.089	50,3	11.425	9,2	11.429	9,1
Huelva	0	3.767	3.767	55,0	6.968	9,9	6.972	9,8
Jaén	0	4.052	4.052	52,4	7.553	9,5	7.556	9,4

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Málaga	0	12.647	12.647	49,2	23.818	9,0	23.825	8,9
Sevilla	0	16.716	16.716	55,1	30.910	9,9	30.927	9,8
Huesca	0	3.661	3.661	42,6	7.273	8,2	7.276	8,2
Teruel	0	1.979	1.979	41,3	3.980	8,1	3.982	8,0
Zaragoza	0	17.957	17.957	42,0	35.878	8,2	35.891	8,1
Asturias	0	771	771	17,9	2.800	6,3	2.801	6,3
Islas Baleares	0	6.358	6.358	49,1	11.977	9,0	11.981	8,9
Las Palmas	0	7.626	7.626	55,1	14.102	9,9	14.110	9,8
Santa Cruz de Tenerife	0	6.636	6.636	55,1	12.272	9,9	12.278	9,8
Cantabria	0	3.084	3.084	17,9	11.202	6,3	11.203	6,3
Albacete	0	5.759	5.759	55,0	10.654	9,9	10.659	9,8
Ciudad Real	0	6.155	6.155	49,1	11.600	9,0	11.604	8,9
Cuenca	0	2.281	2.281	47,6	4.362	8,8	4.364	8,8
Guadalajara	0	3.144	3.144	48,9	5.932	9,0	5.934	8,9
Toledo	0	8.551	8.551	48,8	16.151	8,9	16.156	8,9
Ávila	0	2.190	2.190	47,3	4.184	8,8	4.185	8,7
Burgos	0	5.220	5.220	35,1	11.076	7,2	11.079	7,2
León	0	6.000	6.000	37,9	12.407	7,6	12.411	7,6
Palencia	0	1.988	1.988	35,4	4.188	7,2	4.189	7,2
Salamanca	0	4.429	4.429	40,5	8.984	8,0	8.988	7,9

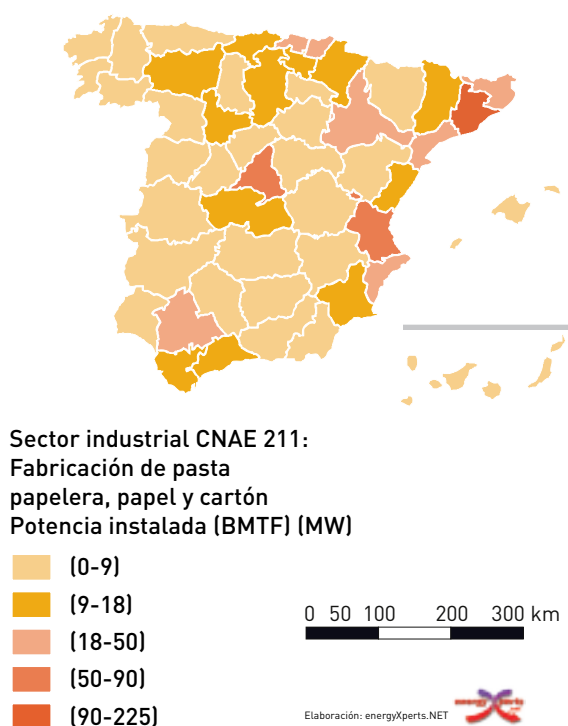
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Segovia	0	2.108	2.108	40,3	4.282	8,0	4.283	7,9
Soria	0	1.225	1.225	40,1	2.495	7,9	2.496	7,9
Valladolid	0	7.564	7.564	36,0	15.864	7,3	15.869	7,3
Zamora	0	2.058	2.058	40,1	4.190	7,9	4.192	7,9
Barcelona	0	141.031	141.031	38,4	290.453	7,7	290.547	7,6
Girona	0	16.247	16.247	39,8	33.153	7,9	33.165	7,8
Lleida	0	9.427	9.427	40,0	19.208	7,9	19.215	7,9
Tarragona	0	21.111	21.111	49,0	39.802	9,0	39.815	8,9
Alicante/ Alacant	0	30.499	30.499	52,6	56.807	9,5	56.833	9,5
Castellón/ Castelló	0	12.404	12.404	49,1	23.372	9,0	23.380	8,9
Valencia/ València	0	47.990	47.990	49,0	90.495	9,0	90.525	8,9
Badajoz	0	1.444	1.444	53,4	2.683	9,6	2.684	9,6
Cáceres	0	849	849	52,7	1.581	9,5	1.582	9,5
A Coruña	0	2.354	2.354	17,9	8.551	6,3	8.552	6,3
Lugo	0	921	921	29,0	2.260	6,9	2.260	6,9
Ourense	0	943	943	32,3	2.132	7,1	2.133	7,0
Pontevedra	0	2.439	2.439	22,3	7.363	6,5	7.364	6,5
La Rioja	0	0	0	39,4	0	7,8	0	7,8
Madrid	0	69.933	69.933	49,1	131.740	9,0	131.784	8,9
Murcia	0	13.564	13.564	52,4	25.281	9,5	25.293	9,4

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Navarra	0	8.774	8.774	33,9	19.932	7,5	19.939	7,4
Álava	0	4.548	4.548	19,2	15.526	6,4	15.529	6,3
Guipúzcoa	0	8.889	8.889	17,9	32.281	6,3	32.286	6,3
Vizcaya	0	13.877	13.877	17,9	50.398	6,3	50.406	6,3
Ceuta	0	0	0	55,1	0	9,9	0	9,8
Melilla	0	0	0	55,1	0	9,9	0	9,8
Total nacional	0	577.357	577.357	40,9	1.186.956	8,2	1.187.357	8,1

Figura 2.14.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.14.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la superficie a baja temperatura en zonas III a V y en régimen intermedio en zonas I y II (ocupación media de la superficie disponible del 49%). El potencial para la demanda total a baja y media temperatura está limitado por la superficie en todas las zonas, permitiendo una fracción solar del 8% (calor a baja y media temperatura) e igualmente del 8% (incluyendo la demanda de frío poco relevante en este sector).

Debido a la restricción de la superficie disponible, la aportación solar se limita principalmente a las demandas inferiores a 70 °C:

- Baños calientes.
- Cocción (precalentamiento).
- Secado (precalentamiento).
- Calefacción naves y oficinas.

No obstante, en casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir los procesos a temperaturas superiores, como la deslignificación de oxígeno.

2.14.6 Referencias bibliográficas

IPPC [2001]:

Reference Document on Best Available Techniques in Pulp and Paper Industry. Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

2.15 CNAE 212. FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE PAPEL Y CARTÓN

2.15.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.15.1.

Tabla 2.15.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	1.584	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	8.662	5,47
Número de empleados	-	40.092	25,3
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.955.490	2.497
Consumo total electricidad		2.230.824	1.408
Consumo energía final (gen. calor)		4.116.109	2.599
Consumo electricidad gen. frío		30.260	19
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	2.057.099	1.299
Otras superficies adyacentes		684.276	432
Total		2.741.375	1.731
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	1.513	
Por € de facturación	kWh/€	0,48	
Por trabajador	kWh/trabajador	103.421	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.15.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.15.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
Calor	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{conv/dist}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/€
Calefacción naves y oficinas	25		2	0,03	64,93	0,88	57,27			Manten.		50kWh/m ²	
Secado	130	15	39	0,41	1.016,07	0,83	846,38	35 (85)	65	Circulac.	ppm_bref_1201.pdf(p.5 3,359)	ppm_bref_1201.pdf(p.37 5)	
Recuperación de productos químicos	500	15	8	0,09	218,28	0,83	181,83	-	250	Circulac.	ppm_bref_1201.pdf	ppm_bref_1201.pdf (p. 88)	
Postcombustión	750	15	11	0,11	285,84	0,83	238,11	115 (650)	550	Circulac.			
Revestimiento	250	15	18	0,19	467,74	0,83	389,63	-	100	Circulac.			
Baños calientes	53		5	0,05	129,93	0,83	108,23			Manten.			
Otros procesos	200	15	16	0,17	415,77	0,83	346,34	-	100	Manten./circulac.			
Total consumo de calor			1,04	2.598,55	0,83	2.167,78							

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{conv/dist}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.15.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/€
	°C	%	kWh/€	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	0,023	57,31	85	0,70	81,87	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			0,023	57,31				81,87	

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.15.1. La Figura 2.15.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.15.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

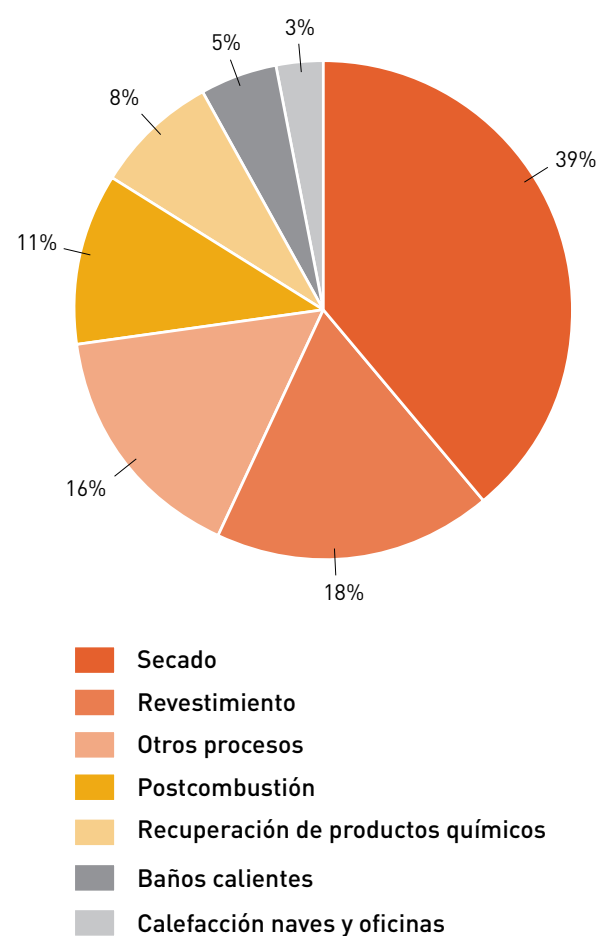
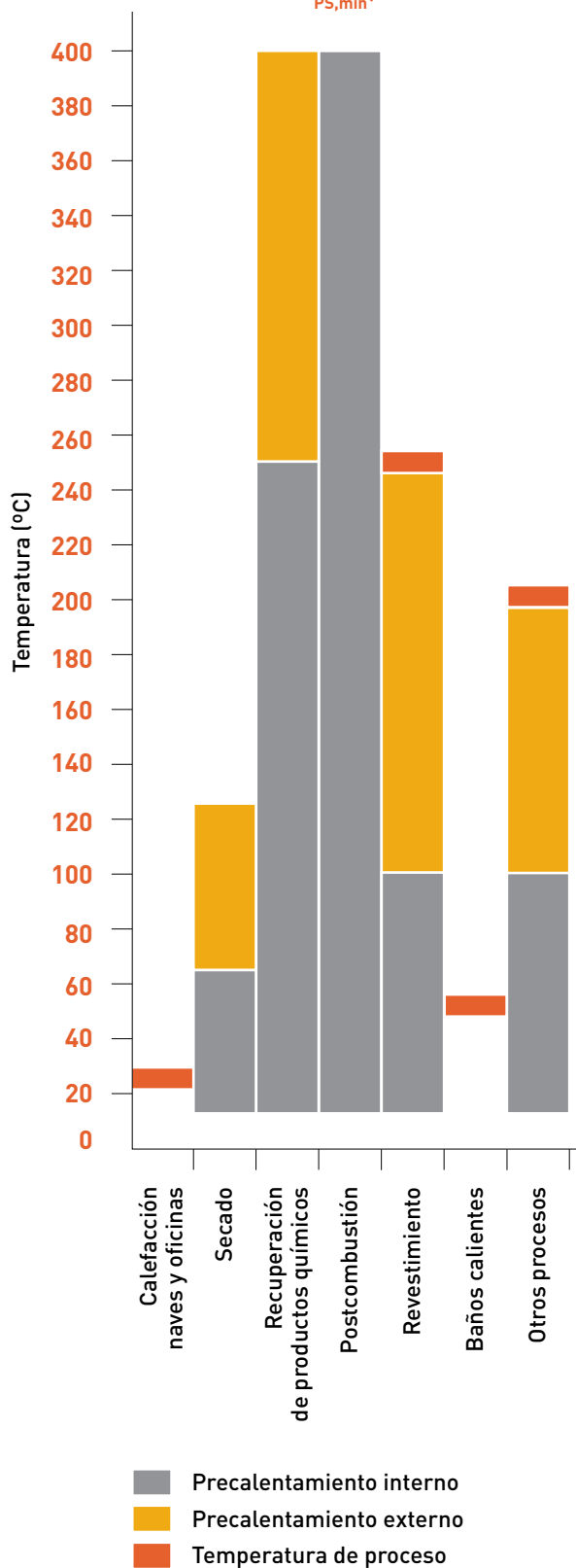


Figura 2.15.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.15.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.15.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.15.4.

Tabla 2.15.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	2.284		82	2.366	
Con recuperación de calor	MWh	2.215			2.297	
Reducción recuperación de calor	%	3			3	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	131	5,9%		131	5,7%
60 a 120 °C	MWh	328	14,8%		413	18,0%
120 a 250 °C	MWh	1.286	58,1%		1.283	55,9%
Total baja y media temperatura	MWh	1.745	78,8%		1.828	79,6%

Figura 2.15.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

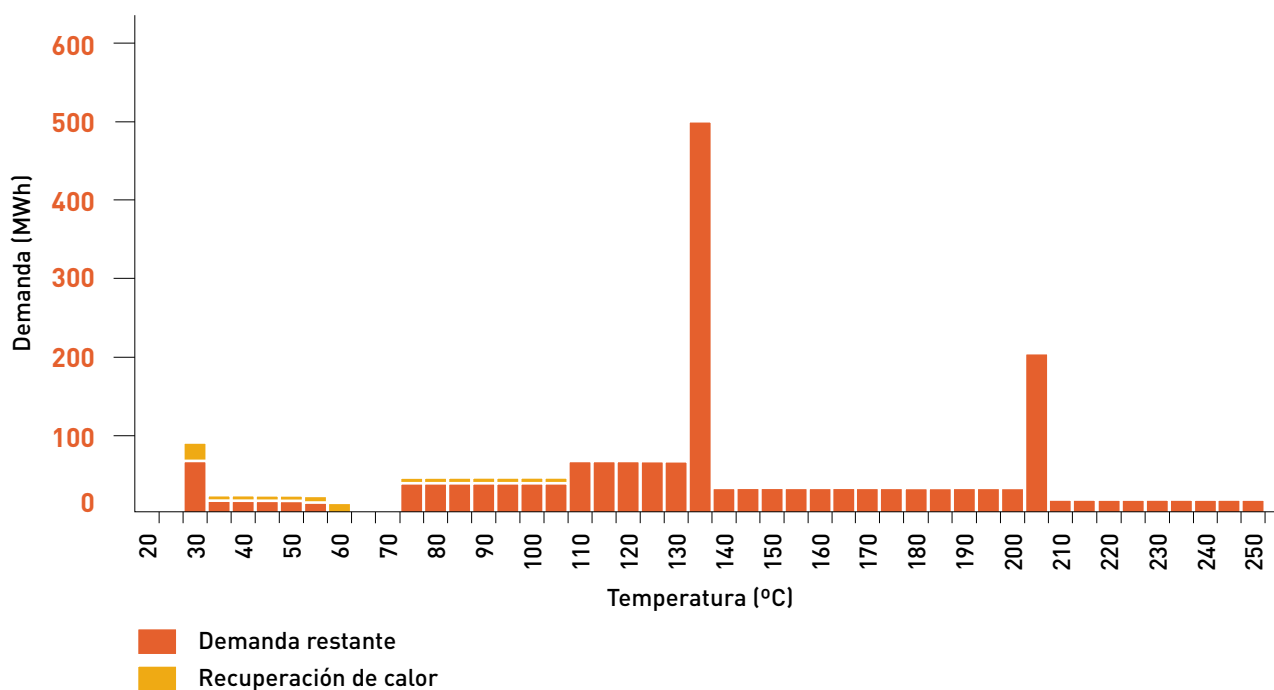
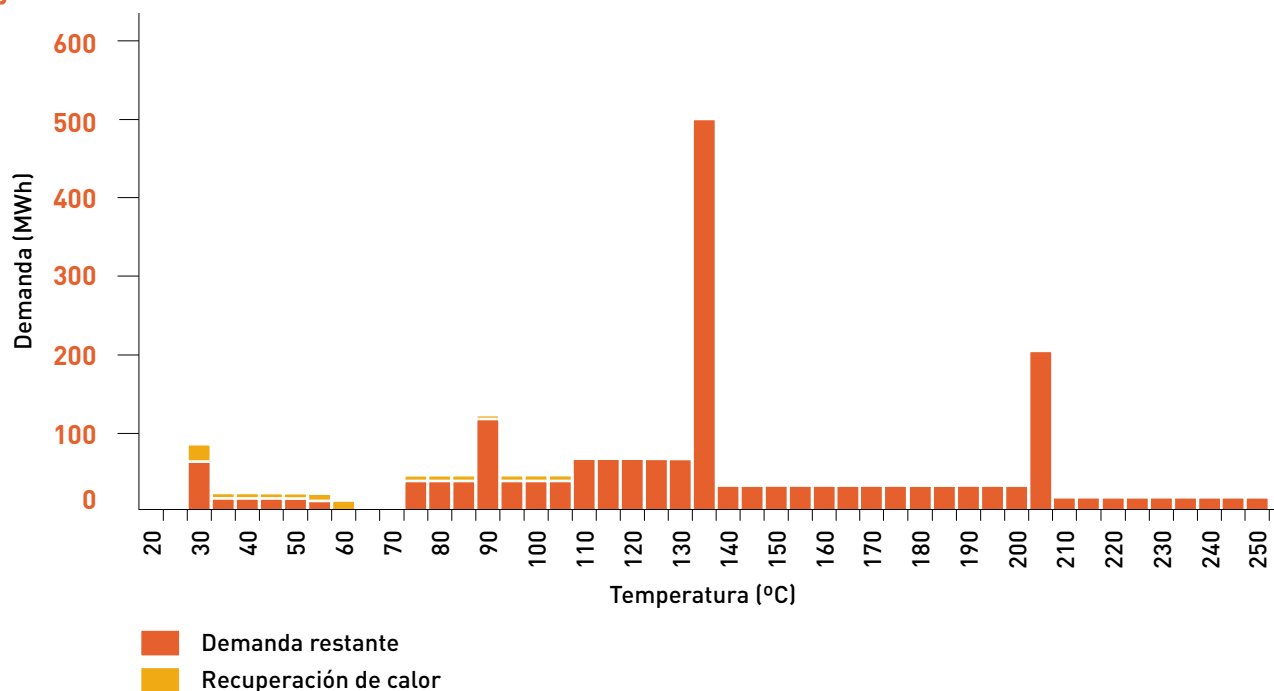


Figura 2.15.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.15.4 Potencial solar térmica

2.15.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.15.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	59,50	80,50	129,50	168,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	56,46	76,84	122,46	160,05
	kWh/kW	0,00	948,90	954,56	945,61	952,68
Temp. media (captador)	°C		54	61	71	84
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	59,50	80,50	129,50	168,00
Generación de calor útil	MWh		0,00	56,46	76,84	122,46	160,05
	kWh/kW		0,00	948,90	954,56	945,61	952,68
Temp. media (captador)	°C			54	61	71	84
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	43,0	58,6	93,3	122,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	12,0	16,1	25,1	32,4
	Media posible	%	0,0	12,0	16,1	25,1	32,4

Figura 2.15.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

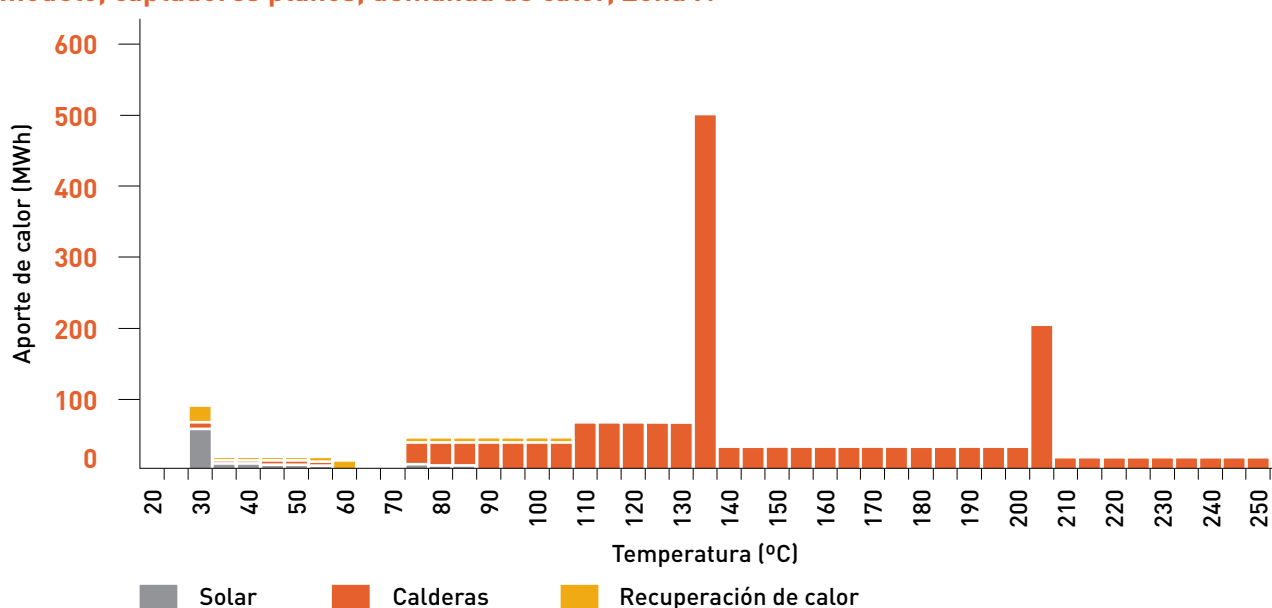


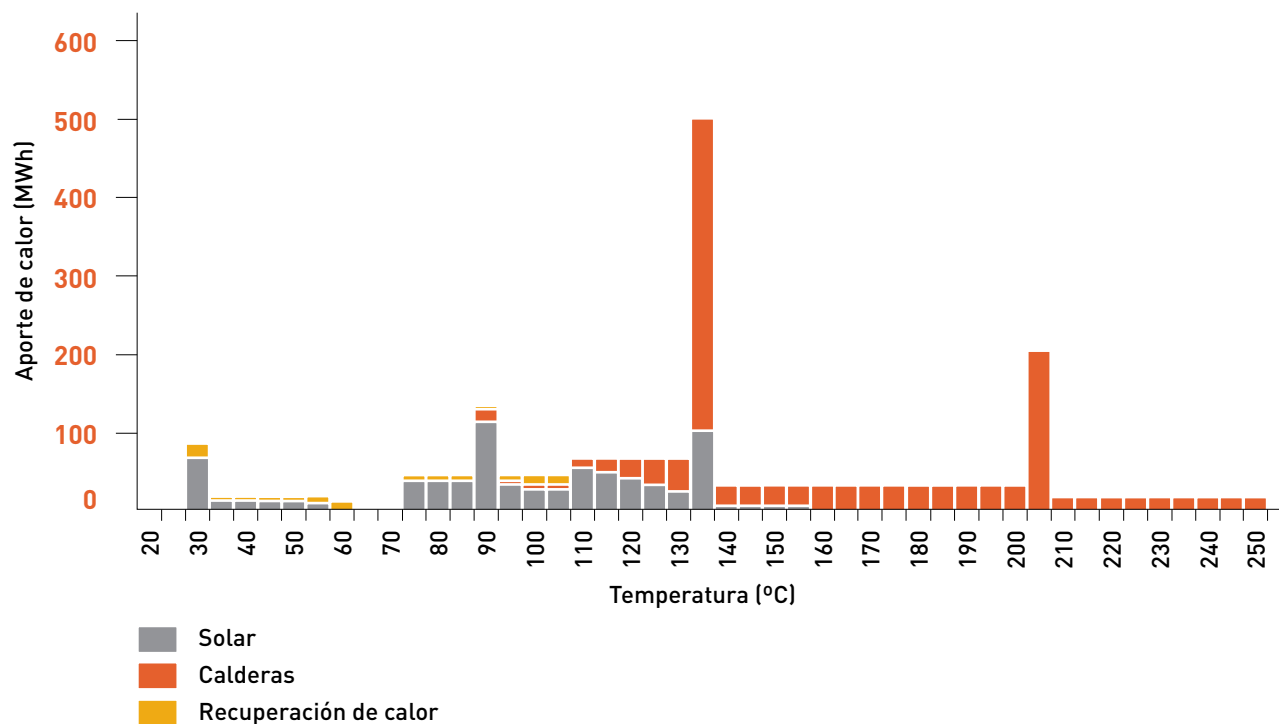
Tabla 2.15.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		273,00	430,50	661,50	1.018,50	1.295,00
Generación de calor útil	MWh		204,80	322,83	495,99	763,67	970,71
	kWh/kW		750,20	749,89	749,79	749,80	749,58
Temp. media (captador)	°C		97	115	131	145	160
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	406,26	406,26	406,26	406,26
Generación de calor útil	MWh		-	309,81	345,53	390,59	438,96
	kWh/kW		-	762,60	850,51	961,43	1.080,49
Temp. media (captador)	°C		-	114	119	122	127
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	812,52	812,52
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	650,81	741,84
	kWh/kW		-	-	-	800,98	913,01
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	140	145
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		273,00	420,32	554,30	670,73	709,44
Generación de calor útil	MWh		204,80	317,36	432,79	557,32	646,67
	kWh/kW		750,20	755,05	780,79	830,92	911,53
Temp. media (captador)	°C		97	115	126	133	140
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		11,7	18,2	24,8	31,9	37,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	33,6	53,0	81,4	125,4	159,4
	Media posible	%	33,6	51,7	68,2	82,5	87,3

Tabla 2.15.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		304,50	498,75	754,25	1.123,50	1.389,50
Generación de calor útil	MWh		228,18	373,92	565,57	842,74	1.042,24
	kWh/kW		749,35	749,71	749,84	750,10	750,08
Temp. media (captador)	°C		98	116	131	145	159
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	406,26	406,26	406,26	406,26
Generación de calor útil	MWh		-	323,03	359,69	407,40	455,19
	kWh/kW		-	795,14	885,36	1.002,81	1.120,45
Temp. media (captador)	°C		-	110	115	118	123
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	812,52	812,52
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	674,86	764,82
	kWh/kW		-	-	-	830,58	941,29
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	137	142
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		304,50	459,90	608,09	685,43	722,67
Generación de calor útil	MWh		228,18	352,55	479,10	586,03	673,61
	kWh/kW		749,35	766,56	787,87	854,99	932,12
Temp. media (captador)	°C		98	113	124	130	136
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		12,5	19,3	26,2	32,1	36,9
Ocupación de superficie	Deseada	%	37,5	61,4	92,8	138,3	171,0
	Media posible	%	37,5	56,6	74,8	84,4	88,9

Figura 2.15.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, sólo demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.15.7. Fracción solar media del sector

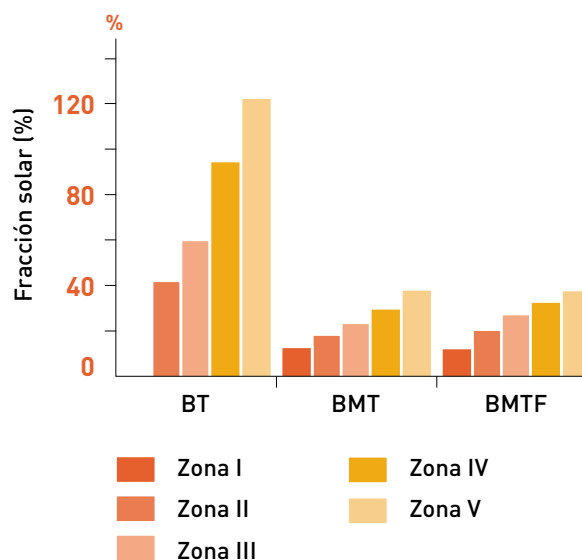


Figura 2.15.8. Grado medio de ocupación de superficie

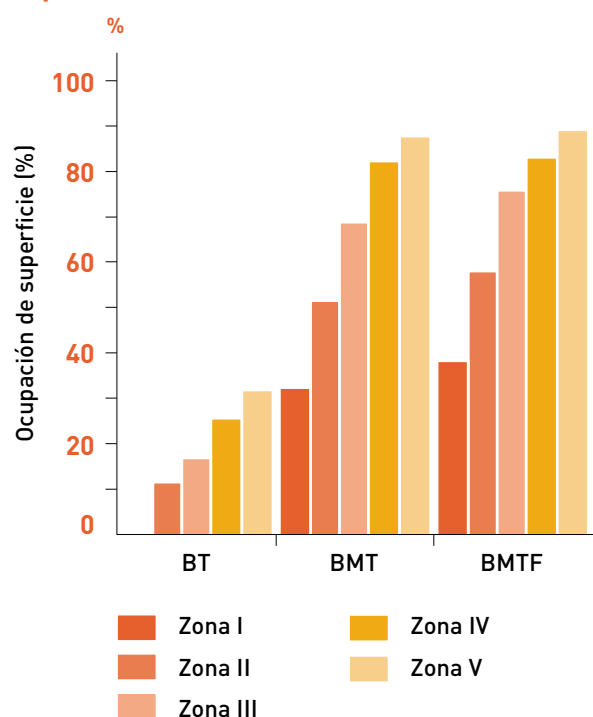
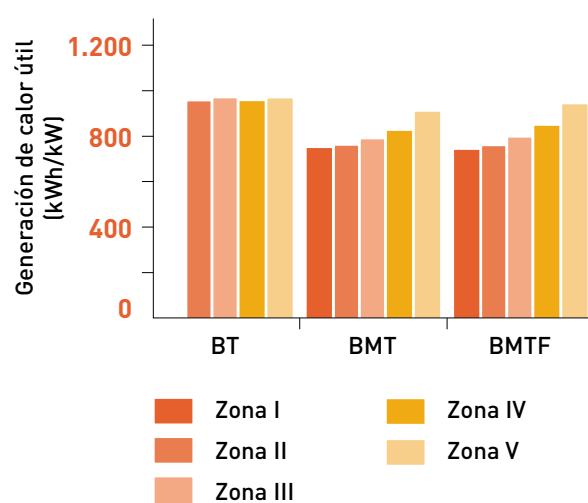


Figura 2.15.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.15.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.15.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,29	1,59	1,88	8,75	8,91	20,5	89,2	90,8
Cádiz	0,38	2,09	2,47	13,05	13,32	17,5	86,1	87,8
Córdoba	0,27	1,47	1,74	8,77	8,95	18,5	87,1	88,8
Granada	0,27	1,45	1,72	9,50	9,70	16,5	85,1	86,9
Huelva	0,18	1,02	1,21	5,61	5,72	20,4	89,1	90,8
Jaén	0,19	1,03	1,22	6,19	6,31	18,3	86,9	88,6

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Málaga	0,54	2,91	3,45	19,95	20,39	15,6	84,2	86,0
Sevilla	0,82	4,54	5,37	24,89	25,35	20,5	89,2	90,9
Huesca	0,12	0,57	0,68	4,83	5,17	11,3	73,1	78,3
Teruel	0,06	0,29	0,35	2,62	2,84	10,4	71,1	77,0
Zaragoza	0,52	2,75	3,28	23,79	25,65	10,8	72,5	78,1
Asturias	0,00	0,00	0,00	4,19	4,68	0,0	33,6	37,5
Islas Baleares	0,35	1,88	2,22	12,92	13,21	15,5	84,1	85,9
Las Palmas	0,52	2,87	3,39	15,72	16,01	20,5	89,2	90,9
Santa Cruz de Tenerife	0,45	2,50	2,95	13,68	13,93	20,5	89,2	90,9
Cantabria	0,00	0,00	0,00	3,15	3,51	0,0	33,6	37,5
Albacete	0,29	1,58	1,87	8,70	8,87	20,4	89,1	90,8
Ciudad Real	0,27	1,43	1,69	9,85	10,07	15,5	84,0	85,9
Cuenca	0,10	0,52	0,61	3,62	3,76	14,7	80,8	83,9
Guadalajara	0,14	0,73	0,86	5,03	5,15	15,4	83,7	85,6
Toledo	0,37	1,97	2,34	13,69	14,03	15,3	83,5	85,5
Ávila	0,07	0,35	0,42	2,54	2,63	14,3	81,1	83,9
Burgos	0,42	0,27	0,69	5,33	5,83	9,4	54,9	59,7
León	0,30	0,55	0,85	6,60	7,23	9,6	62,4	68,2
Palencia	0,16	0,10	0,27	2,02	2,20	9,6	55,1	59,9
Salamanca	0,11	0,56	0,67	5,19	5,67	9,8	69,9	76,3

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Segovia	0,05	0,26	0,32	2,47	2,70	9,7	69,7	76,2
Soria	0,03	0,15	0,18	1,44	1,57	9,5	69,3	75,9
Valladolid	0,57	0,46	1,02	7,82	8,56	9,6	56,7	61,8
Zamora	0,05	0,26	0,30	2,41	2,64	9,5	69,3	75,9
Barcelona	9,38	21,09	30,47	237,46	260,04	9,6	64,0	70,0
Girona	0,67	2,93	3,60	28,46	31,20	9,5	68,3	74,8
Lleida	0,36	1,74	2,10	16,58	18,18	9,5	68,9	75,4
Tarragona	0,99	5,34	6,33	36,87	37,70	15,5	83,9	85,8
Alicante/ Alacant	2,25	12,31	14,56	73,51	74,97	18,5	87,1	88,8
Castellón/ Castelló	0,83	4,49	5,33	30,98	31,66	15,5	84,0	85,9
Valencia/ València	3,22	17,34	20,56	119,86	122,60	15,4	83,9	85,8
Badajoz	0,19	1,02	1,20	5,90	6,02	19,1	87,8	89,5
Cáceres	0,11	0,59	0,69	3,50	3,57	18,5	87,2	88,9
A Coruña	0,00	0,00	0,00	6,06	6,76	0,0	33,6	37,5
Lugo	0,12	0,07	0,19	1,98	2,17	6,1	47,2	51,7
Ourense	0,14	0,09	0,23	1,97	2,16	7,8	51,4	56,1
Pontevedra	0,16	0,10	0,26	5,74	6,35	2,4	39,0	43,2
La Rioja	0,29	1,08	1,38	10,83	11,88	9,5	67,3	73,6
Madrid	6,39	34,42	40,81	237,14	242,32	15,5	84,1	85,9
Murcia	1,24	6,76	7,99	40,67	41,48	18,3	86,9	88,6

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Navarra	0,19	1,02	1,21	11,45	12,59	6,9	59,3	65,2
Álava	0,04	0,04	0,08	5,11	5,69	0,7	35,4	39,3
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	10,27	11,46	0,0	33,6	37,5
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	16,04	17,89	0,0	33,6	37,5
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,5	89,2	90,9
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,5	89,2	90,9
Total nacional	34,42	146,57	181,00	1.154,68	1.211,23	12,5	72,9	76,5

Tabla 2.15.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	275	1.690	1.965	121,8	7.943	37,0	8.274	36,8
Cádiz	364	2.234	2.598	104,4	11.225	33,9	11.756	33,9
Córdoba	255	1.568	1.823	110,2	7.691	35,0	8.039	34,9
Granada	253	1.557	1.811	98,9	8.020	32,9	8.416	33,0
Huelva	176	1.082	1.258	121,4	5.093	37,0	5.306	36,8
Jaén	179	1.097	1.275	109,1	5.405	34,8	5.652	34,7

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Málaga	510	3.132	3.642	93,7	16.545	32,0	17.396	32,1
Sevilla	784	4.813	5.597	122,0	22.612	37,1	23.554	36,9
Huesca	110	627	737	68,1	3.833	26,7	4.169	27,7
Teruel	56	325	381	63,2	2.057	25,7	2.257	26,9
Zaragoza	496	3.050	3.546	66,0	18.811	26,3	20.552	27,5
Asturias	0	0	0	0,0	3.147	11,7	3.506	12,5
Islas Baleares	329	2.022	2.352	93,3	10.703	31,9	11.255	32,1
Las Palmas	495	3.039	3.534	122,0	14.277	37,1	14.872	36,9
Santa Cruz de Tenerife	430	2.644	3.075	122,0	12.424	37,1	12.942	36,9
Cantabria	0	0	0	0,0	2.360	11,7	2.629	12,5
Albacete	273	1.677	1.950	121,4	7.894	37,0	8.224	36,8
Ciudad Real	251	1.541	1.792	93,2	8.159	31,9	8.582	32,0
Cuenca	92	557	649	88,4	3.007	30,8	3.192	31,2
Guadalajara	129	783	912	92,5	4.162	31,8	4.380	31,9
Toledo	346	2.126	2.472	92,0	11.318	31,7	11.921	31,8
Ávila	62	381	443	86,3	2.084	30,5	2.210	30,9
Burgos	397	301	698	42,4	3.981	18,2	4.422	19,3
León	286	611	898	51,1	5.052	21,6	5.601	22,9
Palencia	155	112	268	43,0	1.505	18,2	1.672	19,3
Salamanca	102	626	728	60,0	4.051	25,1	4.472	26,5

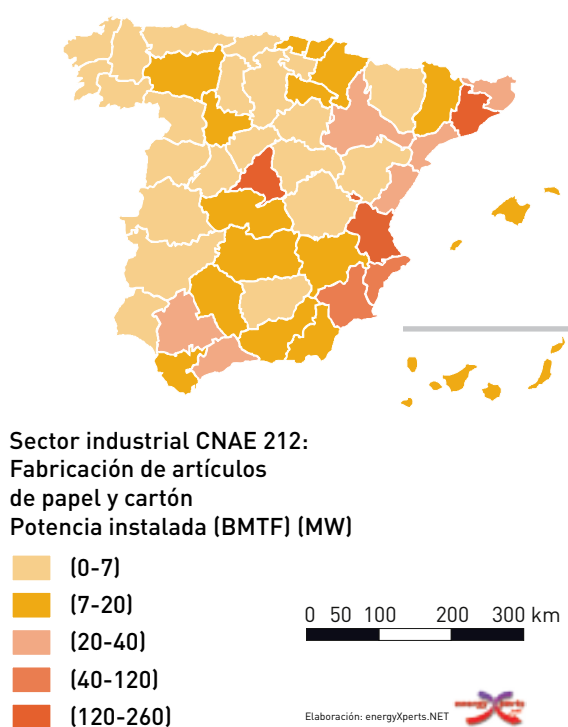
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Segovia	48	296	345	59,5	1.926	25,0	2.128	26,4
Soria	28	171	198	58,6	1.118	24,8	1.237	26,2
Valladolid	537	508	1.045	44,8	5.876	18,9	6.524	20,1
Zamora	47	287	333	58,6	1.877	24,8	2.078	26,2
Barcelona	8.915	23.567	32.482	52,9	182.526	22,4	202.199	23,6
Girona	640	3.284	3.924	57,5	22.101	24,3	24.470	25,7
Lleida	346	1.947	2.293	58,2	12.899	24,6	14.277	26,0
Tarragona	937	5.756	6.693	92,9	30.516	31,9	32.104	32,0
Alicante/ Alacant	2.137	13.126	15.263	110,1	64.410	34,9	67.335	34,9
Castellón/ Castelló	789	4.844	5.633	93,2	25.650	31,9	26.976	32,0
Valencia/ València	3.044	18.701	21.745	92,8	99.192	31,8	104.368	32,0
Badajoz	176	1.083	1.259	114,0	5.235	35,6	5.466	35,5
Cáceres	102	626	728	110,4	3.067	35,0	3.206	34,9
A Coruña	0	0	0	0,0	4.546	11,7	5.065	12,5
Lugo	111	80	191	27,2	1.478	15,8	1.643	16,8
Ourense	129	99	228	35,3	1.470	17,1	1.634	18,2
Pontevedra	152	110	263	10,9	4.295	13,4	4.781	14,2
La Rioja	280	1.210	1.491	56,3	8.394	23,9	9.296	25,2
Madrid	6.041	37.107	43.148	93,3	196.385	31,9	206.506	32,1
Murcia	1.173	7.207	8.380	109,0	35.515	34,7	37.140	34,7

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Navarra	186	1.142	1.328	42,2	8.858	21,1	9.815	22,4
Álava	41	39	80	3,4	3.834	12,3	4.269	13,1
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	7.708	11,7	8.587	12,5
Vizcaya	0	0	0	0,0	12.033	11,7	13.407	12,5
Ceuta	0	0	0	122,0	0	37,1	0	36,9
Melilla	0	0	0	122,0	0	37,1	0	36,9
Total nacional	32.665	158.787	191.451	73,6	944.267	27,3	1.009.762	27,9

Figura 2.15.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.15.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 12%) y en régimen intermedio para la demanda total a baja y media temperatura (excepto zona I: limitación por la demanda), permitiendo una fracción solar del 27% (calor a baja y media temperatura) y del 28% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar puede cubrir la mayor parte de la demanda de los procesos con temperaturas inferiores a 120 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Secado (precalentamiento).
- Baños calientes.

Adicionalmente se puede cubrir parte de la demanda de procesos hasta 140 °C:

- Secado (recirculación).
- Revestimiento.

2.15.6 Referencias bibliográficas

IPPC [2001]:

Reference Document on Best Available Techniques in Pulp and Paper Industry. Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

WPV:

<http://www.wpv-ev.de/wpv-broschure%20a4-web.pdf>

FKN:

http://www.getraenkekarton.de/01_seiten/page.php?id=79

2.16 CNAE 2411. FABRICACIÓN DE GASES INDUSTRIALES

2.16.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.16.1.

Tabla 2.16.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	56	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	101,28
Número de empleados	-	1.663	29,6
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	1.611.935	28.708
Consumo total electricidad		374.636	6.672
Consumo energía final (gen. calor)		1.638.909	29.188
Consumo electricidad gen. frío		58.855	1.048
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	180.579	3.216
Otras superficies adyacentes		62.818	1.119
Total		243.397	4.335
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	6.975	
Por € de facturación	kWh/€	0,30	
Por trabajador	kWh/trabajador	1.020.813	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.16.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.16.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		0,7		192,96	0,83	160,74			Manten.		60 kWh/a.m ²	
Electrólisis con vapor a alta temperatura	950	20	2,3		671,33	0,98	657,90	-	-	Circulación			
Reformación de vapor (steam reforming)	800	80	9,5		2.772,86	0,98	2.717,41	-	440	Circulación			
Hidrólisis de carburo de calcio	>1.000		19,0		5.545,73	0,98	5.434,81			Manten.			
Cracking de metano	>1.000	20	22,5		6.567,31	0,98	6.435,96	-	735	Manten./circulación			
Regeneración de membrana	140	22	20,0		5.837,61	0,83	4.862,73	40	-	Circulación			
Desorción lecho adsorbente	100	20	26,0		7.588,89	0,83	6.321,55	50	-	Circulación			
Total consumo de calor				29.176,69	0,91	26.591,10							

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.16.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	4,5		142,12	85	0,70	203,03	Resultados Tarea 1	
Destilación fraccionada de aire	-190	95,5		3.002,43	999	0,50	6.004,86		
Total consumo de frío				3.144,55	6.207,88				

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.16.1. La Figura 2.16.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.16.3.

Figura 2.16.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

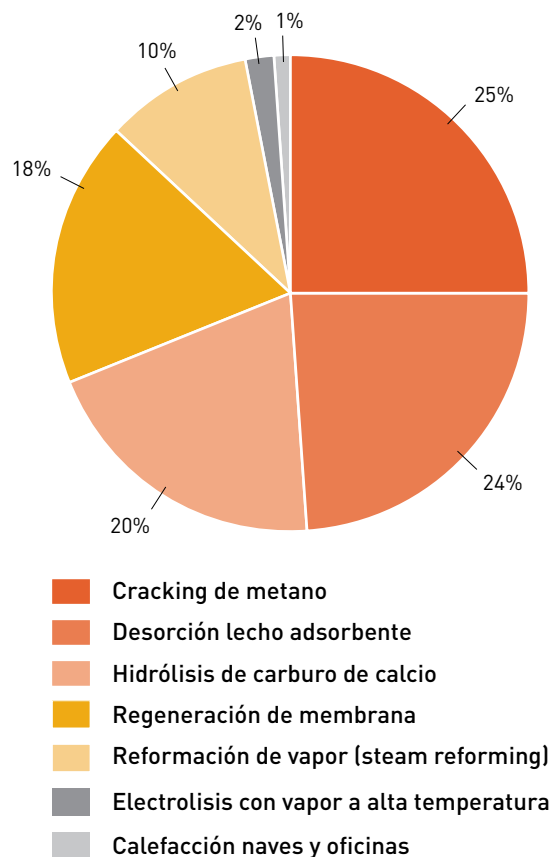


Figura 2.16.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

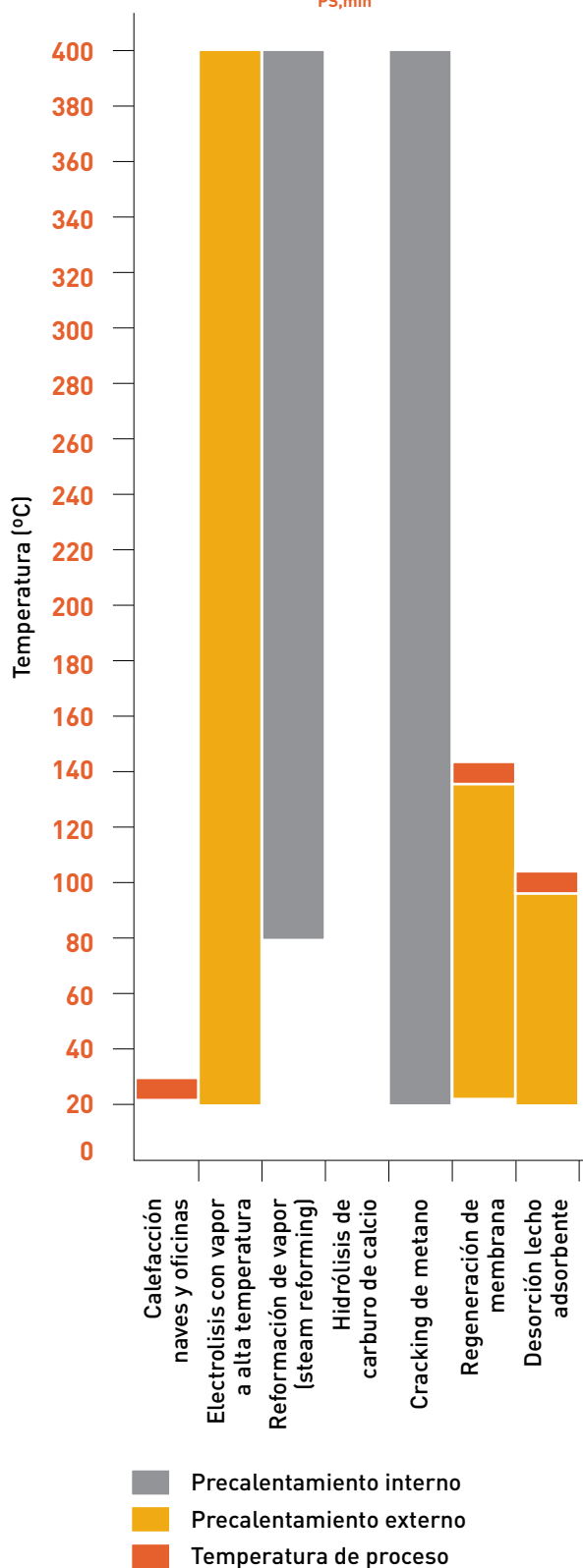
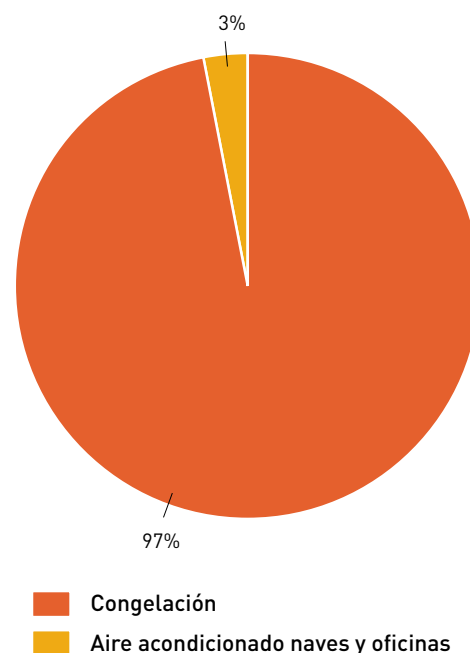


Figura 2.16.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.16.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.16.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.16.5.

Tabla 2.16.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	27.074		6.186	33.260	
Con recuperación de calor	MWh	25.933			32.124	
Reducción recuperación de calor	%	4			3	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	2.633	10,2%		2.622	8,2%
60 a 120 °C	MWh	6.583	25,4%		6.763	21,1%
120 a 250 °C	MWh	1.352	5,2%		1.347	4,2%
Total baja y media temperatura	MWh	10.568	40,8%		10.732	33,4%

Figura 2.16.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

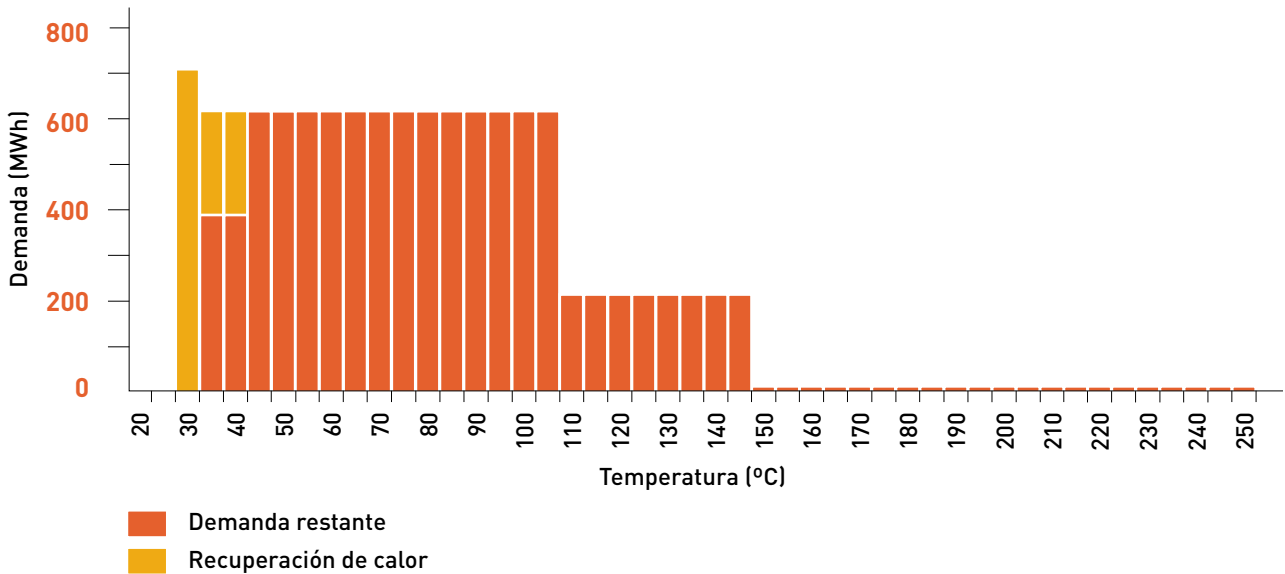
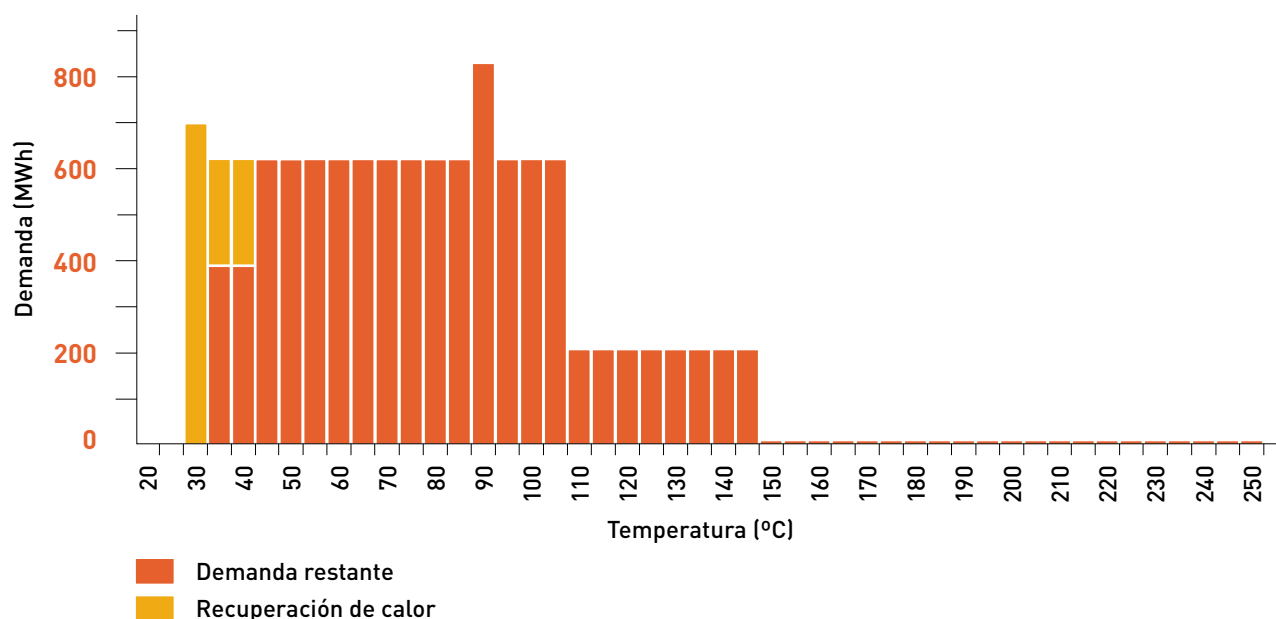


Figura 2.16.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.16.4 Potencial solar térmica

2.16.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.16.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	122,50	1.445,50	2.387,00	3.234,00	3.248,00
Generación de calor útil	MWh	116,26	1.373,21	2.268,06	3.339,23	3.756,44
	kWh/kW	949,04	949,99	950,17	1.032,54	1.156,54
Temp. media (captador)	°C	50	61	69	74	79
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	618,74	624,72	646,55	649,58
Generación de calor útil	MWh	-	623,34	686,50	833,87	946,64
	kWh/kW	-	1.007	1.099	1.290	1.457
Temp. media (captador)	°C	-	58	60	60	63

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	1.237,49	1.249,45	1.293,10	1.299,16
Generación de calor útil	MWh		-	1.194,20	1.309,87	1.588,51	1.799,94
	kWh/kW		-	965	1.048	1.228	1.385
Temp. media (captador)	°C		-	60	63	63	66
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		122,50	1.006,74	1.146,32	1.293,27	1.299,18
Generación de calor útil	MWh		116,26	979,50	1.182,20	1.516,66	1.715,46
	kWh/kW		-	972,94	1.031,30	1.172,73	1.320,42
Temp. media (captador)	°C		50	59	62	63	67
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		4,4	37,2	44,9	57,6	65,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	10,1	116,8	191,0	250,1	250,0
	Media posible	%	10,1	81,4	91,7	100,0	100,0

Figura 2.16.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

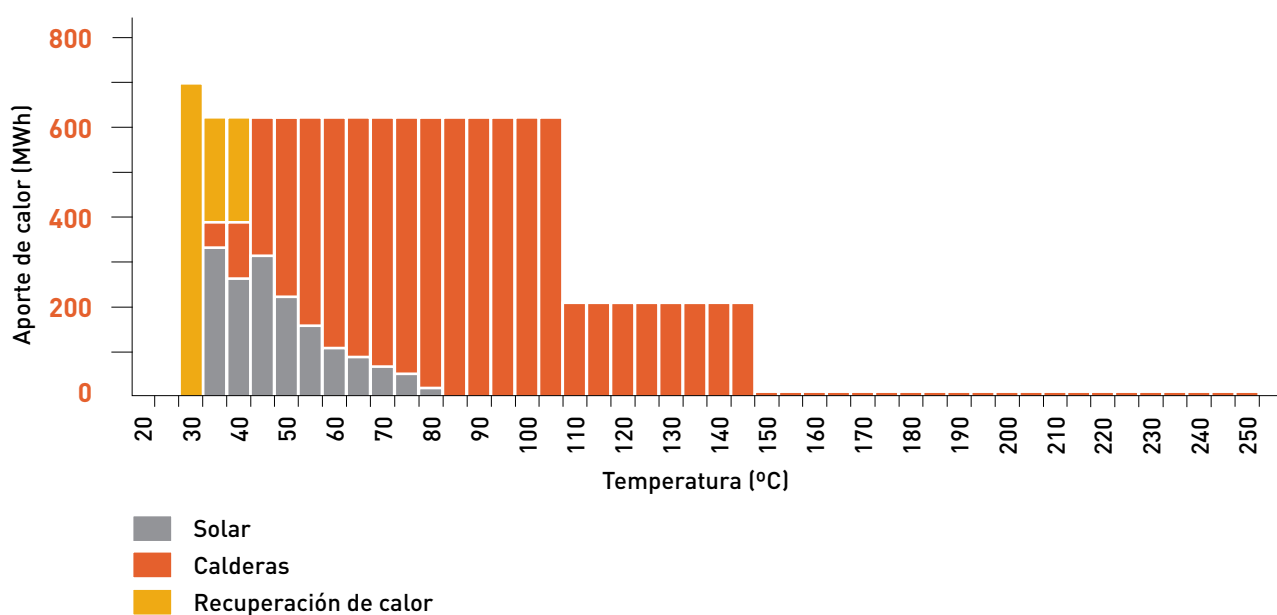


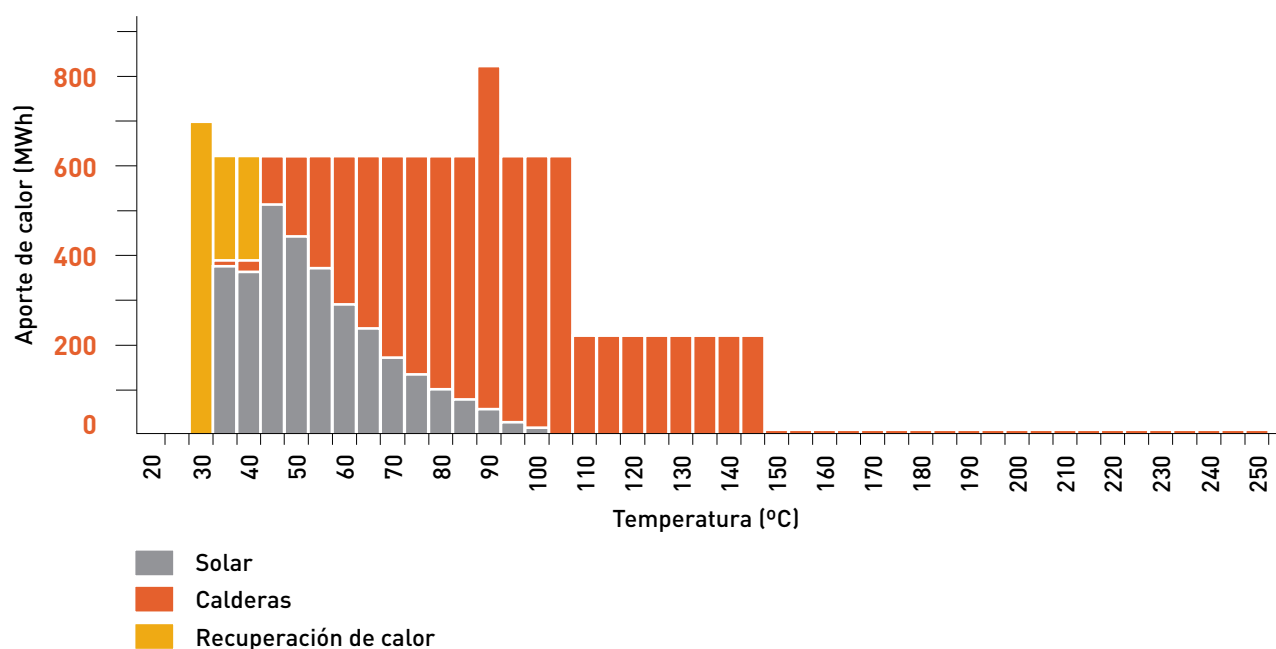
Tabla 2.16.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		5.090,75	5.090,75	5.090,75	5.090,75	5.090,75
Generación de calor útil	MWh		4.554,39	5.234,72	5.663,20	6.444,69	6.981,76
	kWh/kW		894,64	1.028,28	1.112,45	1.265,96	1.371,46
Temp. media (captador)	°C		89	93	99	101	109
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.017,55	1.017,55	1.017,55	1.017,55	1.017,55
Generación de calor útil	MWh		1.145,96	1.327,27	1.455,74	1.656,48	1.823,19
	kWh/kW		1.126,20	1.304,38	1.430,63	1.627,91	1.791,75
Temp. media (captador)	°C		62	63	66	66	69
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		2.035,10	2.035,10	2.035,10	2.035,10	2.035,10
Generación de calor útil	MWh		2.176,03	2.518,39	2.754,65	3.135,70	3.446,24
	kWh/kW		1.069,25	1.237,48	1.353,57	1.540,81	1.693,40
Temp. media (captador)	°C		69	70	74	74	78
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		2.035,52	2.035,52	2.035,52	2.035,52	2.035,52
Generación de calor útil	MWh		2.076,37	2.398,41	2.616,30	2.977,68	3.259,53
	kWh/kW		1.020,07	1.178,28	1.285,32	1.462,86	1.601,33
Temp. media (captador)	°C		69	71	74	74	79
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		19,6	22,7	24,8	28,2	30,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1
	Media posible	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 2.16.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		5.090,75	5.090,75	5.090,75	5.090,75	5.090,75
Generación de calor útil	MWh		4.557,09	5.241,64	5.678,22	6.460,26	7.014,80
	kWh/kW		895,17	1.029,64	1.115,40	1.269,02	1.377,95
Temp. media (captador)	°C		89	92	99	100	109
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.017,55	1.017,55	1.017,55	1.017,55	1.017,55
Generación de calor útil	MWh		1.145,76	1.327,10	1.455,28	1.656,38	1.822,70
	kWh/kW		1.126,00	1.304,21	1.430,18	1.627,81	1.791,26
Temp. media (captador)	°C		62	63	66	66	69
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		2.035,10	2.035,10	2.035,10	2.035,10	2.035,10
Generación de calor útil	MWh		2.174,91	2.517,29	2.753,55	3.133,71	3.445,08
	kWh/kW		1.068,70	1.236,94	1.353,03	1.539,83	1.692,83
Temp. media (captador)	°C		69	70	74	74	78
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		2.035,52	2.035,52	2.035,52	2.035,52	2.035,52
Generación de calor útil	MWh		2076,17	2.398,82	2.617,73	2.978,95	3.263,44
	kWh/kW		1.019,97	1.178,48	1.286,03	1.463,48	1.603,25
Temp. media (captador)	°C		69	71	74	74	79
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		19,3	22,4	24,4	27,8	30,4
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1
	Media posible	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Figura 2.16.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.16.8. Fracción solar media del sector

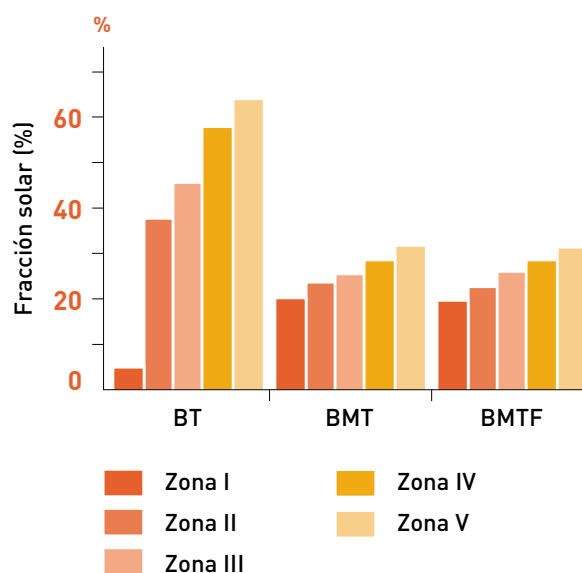
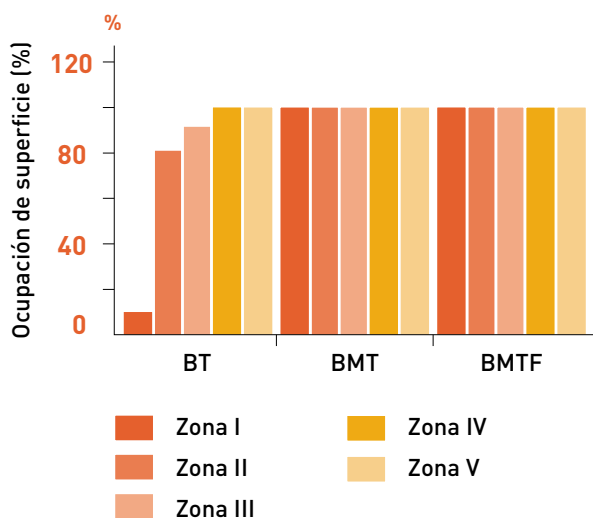
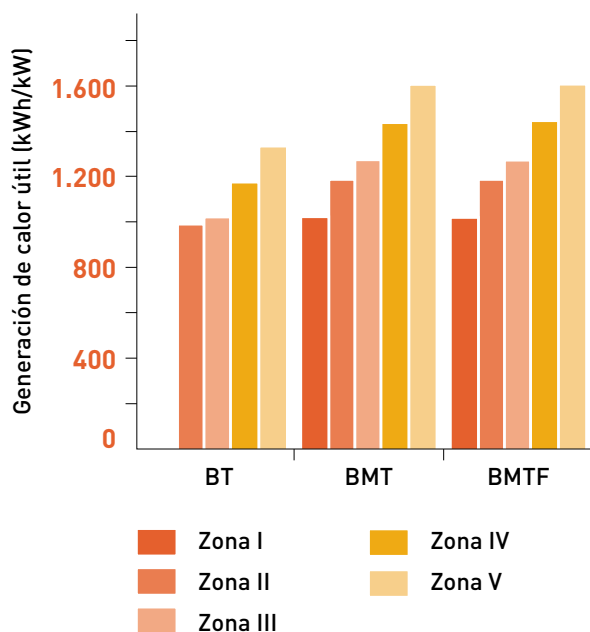


Figura 2.16.9. Grado medio de ocupación de superficie**Figura 2.16.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada**

2.16.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.16.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	1,06	1,06	1,84	1,84	57,4	100,0	100,0
Cádiz	0,00	1,60	1,60	2,84	2,84	56,4	100,0	100,0
Córdoba	0,00	1,07	1,07	1,89	1,89	56,7	100,0	100,0
Granada	0,00	1,17	1,17	2,09	2,09	56,1	100,0	100,0
Huelva	0,00	0,68	0,68	1,18	1,18	57,4	100,0	100,0
Jaén	0,00	0,76	0,76	1,33	1,33	56,7	100,0	100,0
Málaga	0,00	2,47	2,47	4,44	4,44	55,8	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Sevilla	0,00	3,01	3,01	5,24	5,24	57,4	100,0	100,0
Huesca	0,00	0,74	0,74	1,47	1,47	50,1	100,0	100,0
Teruel	0,00	0,40	0,40	0,82	0,82	49,0	100,0	100,0
Zaragoza	0,00	3,63	3,63	7,32	7,32	49,7	100,0	100,0
Asturias	0,00	0,11	0,11	2,09	2,09	5,0	100,0	100,0
Islas Baleares	0,00	0,42	0,42	0,76	0,76	55,7	100,0	100,0
Las Palmas	0,00	0,38	0,38	0,66	0,66	57,4	100,0	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,33	0,33	0,58	0,58	57,4	100,0	100,0
Cantabria	0,00	0,12	0,12	2,48	2,48	5,0	100,0	100,0
Albacete	0,00	0,92	0,92	1,60	1,60	57,4	100,0	100,0
Ciudad Real	0,00	1,07	1,07	1,91	1,91	55,7	100,0	100,0
Cuenca	0,00	0,39	0,39	0,73	0,73	53,9	100,0	100,0
Guadalajara	0,00	0,55	0,55	0,98	0,98	55,5	100,0	100,0
Toledo	0,00	1,48	1,48	2,68	2,68	55,4	100,0	100,0
Ávila	0,00	0,27	0,27	0,51	0,51	54,2	100,0	100,0
Burgos	0,00	0,68	0,68	1,62	1,62	41,7	100,0	100,0
León	0,00	0,78	0,78	1,73	1,73	45,3	100,0	100,0
Palencia	0,00	0,26	0,26	0,61	0,61	42,4	100,0	100,0
Salamanca	0,00	0,58	0,58	1,19	1,19	48,3	100,0	100,0
Segovia	0,00	0,27	0,27	0,57	0,57	48,2	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Soria	0,00	0,16	0,16	0,33	0,33	48,0	100,0	100,0
Valladolid	0,00	0,99	0,99	2,30	2,30	43,1	100,0	100,0
Zamora	0,00	0,27	0,27	0,56	0,56	48,0	100,0	100,0
Barcelona	0,00	13,09	13,09	28,51	28,51	45,9	100,0	100,0
Girona	0,00	1,51	1,51	3,17	3,17	47,6	100,0	100,0
Lleida	0,00	0,88	0,88	1,83	1,83	47,8	100,0	100,0
Tarragona	0,00	1,86	1,86	3,34	3,34	55,6	100,0	100,0
Alicante/ Alacant	0,00	2,90	2,90	5,12	5,12	56,7	100,0	100,0
Castellón/ Castelló	0,00	1,24	1,24	2,23	2,23	55,7	100,0	100,0
Valencia/ València	0,00	4,81	4,81	8,65	8,65	55,6	100,0	100,0
Badajoz	0,00	1,05	1,05	1,85	1,85	56,9	100,0	100,0
Cáceres	0,00	0,63	0,63	1,10	1,10	56,7	100,0	100,0
A Coruña	0,00	0,09	0,09	1,87	1,87	5,0	100,0	100,0
Lugo	0,00	0,13	0,13	0,45	0,45	28,7	100,0	100,0
Ourense	0,00	0,15	0,15	0,41	0,41	35,6	100,0	100,0
Pontevedra	0,00	0,22	0,22	1,55	1,55	14,5	100,0	100,0
La Rioja	0,00	0,85	0,85	1,81	1,81	47,2	100,0	100,0
Madrid	0,00	7,38	7,38	13,24	13,24	55,7	100,0	100,0
Murcia	0,00	2,75	2,75	4,86	4,86	56,7	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Navarra	0,00	1,10	1,10	3,05	3,05	36,0	100,0	100,0
Álava	0,00	0,09	0,09	1,13	1,13	7,9	100,0	100,0
Guipúzcoa	0,00	0,12	0,12	2,38	2,38	5,0	100,0	100,0
Vizcaya	0,00	0,19	0,19	3,72	3,72	5,0	100,0	100,0
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,4	100,0	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,4	100,0	100,0
Total nacional	0,00	67,66	67,66	144,64	144,64	46,8	100,0	100,0

Tabla 2.16.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	1.551	1.551	65,1	2.947	30,8	2.950	30,4
Cádiz	0	2.224	2.224	60,5	4.307	29,2	4.310	28,8
Córdoba	0	1.516	1.516	62,0	2.917	29,7	2.919	29,3
Granada	0	1.597	1.597	59,1	3.114	28,7	3.116	28,3
Huelva	0	995	995	65,0	1.891	30,8	1.893	30,4
Jaén	0	1.066	1.066	61,8	2.054	29,6	2.056	29,2

[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Málaga	0	3.312	3.312	57,7	6.499	28,2	6.502	27,8
Sevilla	0	4.414	4.414	65,2	8.386	30,8	8.396	30,4
Huesca	0	922	922	48,3	1.965	25,7	1.966	25,3
Teruel	0	495	495	46,6	1.075	25,2	1.075	24,8
Zaragoza	0	4.510	4.510	47,6	9.689	25,5	9.694	25,1
Asturias	0	120	120	4,4	2.137	19,6	2.137	19,3
Islas Baleares	0	568	568	57,6	1.114	28,2	1.115	27,8
Las Palmas	0	558	558	65,2	1.060	30,8	1.061	30,4
Santa Cruz de Tenerife	0	485	485	65,2	922	30,8	923	30,4
Cantabria	0	141	141	4,4	2.525	19,6	2.525	19,3
Albacete	0	1.345	1.345	65,0	2.556	30,8	2.559	30,4
Ciudad Real	0	1.425	1.425	57,6	2.799	28,2	2.800	27,7
Cuenca	0	523	523	55,3	1.050	27,7	1.051	27,3
Guadalajara	0	727	727	57,3	1.432	28,1	1.432	27,7
Toledo	0	1.977	1.977	57,1	3.897	28,0	3.899	27,6
Ávila	0	360	360	55,0	722	27,5	722	27,1
Burgos	0	768	768	36,6	1.909	22,7	1.909	22,3
León	0	922	922	41,2	2.135	23,8	2.136	23,4
Palencia	0	295	295	37,2	722	22,7	722	22,4
Salamanca	0	702	702	45,4	1.544	24,9	1.545	24,5

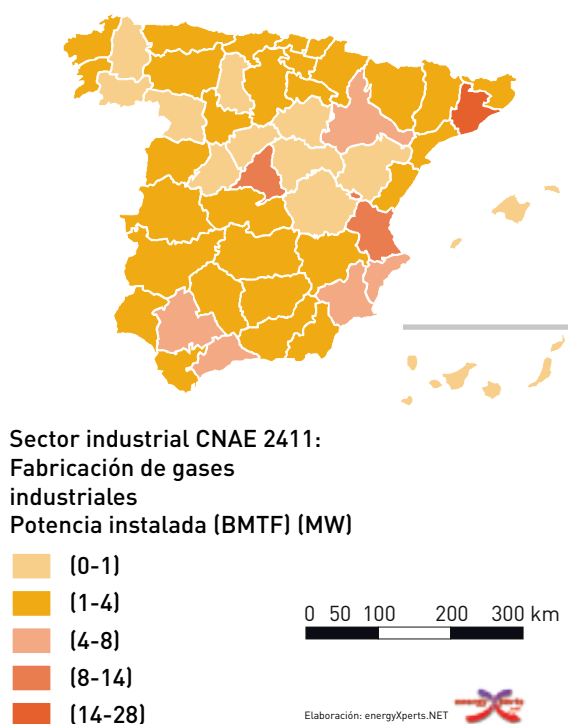
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Segovia	0	334	334	45,2	736	24,8	736	24,5
Soria	0	194	194	44,9	429	24,8	429	24,4
Valladolid	0	1.131	1.131	38,1	2.733	22,9	2.734	22,6
Zamora	0	325	325	44,9	720	24,8	721	24,4
Barcelona	0	15.512	15.512	42,1	35.517	24,0	35.532	23,6
Girona	0	1.819	1.819	44,4	4.051	24,6	4.053	24,2
Lleida	0	1.058	1.058	44,7	2.347	24,7	2.348	24,3
Tarragona	0	2.485	2.485	57,4	4.885	28,1	4.887	27,7
Alicante/ Alacant	0	4.105	4.105	62,0	7.900	29,7	7.907	29,3
Castellón/ Castelló	0	1.661	1.661	57,6	3.262	28,2	3.263	27,7
Valencia/ València	0	6.422	6.422	57,4	12.629	28,1	12.634	27,7
Badajoz	0	1.508	1.508	63,0	2.889	30,1	2.892	29,7
Cáceres	0	886	886	62,1	1.704	29,8	1.706	29,3
A Coruña	0	107	107	4,4	1.907	19,6	1.906	19,3
Lugo	0	147	147	25,1	505	21,6	505	21,2
Ourense	0	168	168	31,3	477	22,2	477	21,8
Pontevedra	0	255	255	12,7	1.643	20,4	1.643	20,1
La Rioja	0	1.025	1.025	43,8	2.298	24,5	2.299	24,1
Madrid	0	9.861	9.861	57,6	19.361	28,2	19.369	27,8
Murcia	0	3.878	3.878	61,7	7.473	29,6	7.479	29,2

[Continuación]

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Navarra	0	1.323	1.323	33,6	3.690	23,3	3.692	23,0
Álava	0	102	102	7,0	1.170	19,9	1.170	19,6
Guipúzcoa	0	136	136	4,4	2.431	19,6	2.431	19,3
Vizcaya	0	213	213	4,4	3.796	19,6	3.795	19,3
Ceuta	0	0	0	65,2	0	30,8	0	30,4
Melilla	0	0	0	65,2	0	30,8	0	30,4
Total nacional	0	88.169	88.169	47,1	195.921	26,1	196.024	25,7

Figura 2.16.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.16.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura en zona I, en régimen intermedio en zonas II y III, y limitada por la superficie en zonas IV y V (ocupación media de la superficie disponible del 47%). El potencial solar para la demanda total a baja y media temperatura está limitado por la superficie disponible, permitiendo una fracción solar del 26% (calor a baja y media temperatura) e igualmente del 26% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 100 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Electrolisis con vapor a alta temperatura (precalentamiento).
- Regeneración de membrana (precalentamiento).
- Desorción lecho adsorbente.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas a temperaturas superiores.

2.16.6 Referencias bibliográficas

Assogastecnici:

Impatto ambientale degli impianti di acetileno. Associazione Nazionale Imprese Gas Tecnici, Speciali e Medicinali.

[http://assogasliquidi.federchimica.it/agt/Home.nsf/0/a10dcb1a80013f1bc12573fb00385f2c/\\$FILE/Im-patto%20Ambientale%20Impianti%20Acetilene.pdf](http://assogasliquidi.federchimica.it/agt/Home.nsf/0/a10dcb1a80013f1bc12573fb00385f2c/$FILE/Im-patto%20Ambientale%20Impianti%20Acetilene.pdf)

NZIC:

I-Chemicals-K-Industrial Gases-7, New Zealand Institute of Chemistry (NZIC)

<http://nzic.org.nz/ChemProcesses/production/1K.pdf>

NZIC:

I-Chemicals-D-Oxygen-1, New Zealand Institute of Chemistry (NZIC)

<http://nzic.org.nz/ChemProcesses/production/1D.pdf>

INDUSTRIAL GAS PLANTS:

<http://www.industrialgasplants.com/industry-overview.html>

PSA PLANTS:

<http://www.psaplants.com/psa-nitrogen-gas-plant.html>

<http://www.psaplants.com/industry-overview.html>

OXYWISE:

<http://www.oxywise.com>

AIR SERVICE:

<http://www.airservice.it/italian/singolanews.php?idnews=8>

UNIVERSAL BOSCHI:

<http://www.oxygenplants.locateindia.com/manufacturing-process.htm>

2.17 CNAE 2412. FABRICACIÓN DE COLORANTES Y PIGMENTOS

2.17.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.17.1.

Tabla 2.17.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	34	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	168,80
Número de empleados	-	998	29,6

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	967.161	28.708
Consumo total electricidad		224.782	6.672
Consumo energía final (gen. calor)		983.345	29.188
Consumo electricidad gen. frío		34.271	1.017
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	37.605	1.116
Otras superficies adyacentes		13.082	388
Total		50.686	1.504
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	20.077	
Por € de facturación	kWh/€	0,18	
Por trabajador	kWh/trabajador	1.019.768	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.17.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.17.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		0,2		66,36	0,83	55,28	-	-	Manten.		60 kWh/a.m²	
Halogenación	80	20	11,0		3.173,12	0,83	2.643,21	-	50	Circulac.	BREF LVOCI		
Reducción de compuestos de nitrógeno	135	20	21,9		6.346,23	0,83	5.286,41	-	78	Circulac.	BREF LVOCI		
Producción de antraquinona	150	20	11,0		3.173,12	0,83	2.643,21	-	85	Manten./circulac. (batch)	US Patent		
Preparación de benzaldehído	112	20	11,0		3.173,12	0,83	2.643,21	-	66	Circulac.	US Patent		
Polimerización de trifenilmetano	120	20	11,0		3.173,12	0,83	2.643,21	-	70	Manten./circulac. (batch)	US Patent		
Secado de indígoes	50		3,0		867,66	0,83	722,76	-	-	Manten.	US Patent		
Producción de ftalocianinas	95	20	21,9		6.346,23	0,83	5.286,41	-	58	Circulac.	US Patent		
Secado de tintes	70		9,0		2.602,97	0,83	2.168,28	-	-	Manten.	US Patent		
Total consumo de calor					28.921,92	0,83	24.091,96						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos precisos
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.17.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	1,6		48,88	85	0,70	69,82	Resultados Tarea 1	
Enfriamiento de reactores	0	98,4		2.975,05	95	0,60	4.958,42		
Total consumo de frío				3.023,93				5.028,25	

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.17.1. La Figura 2.17.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.17.3.

Figura 2.17.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

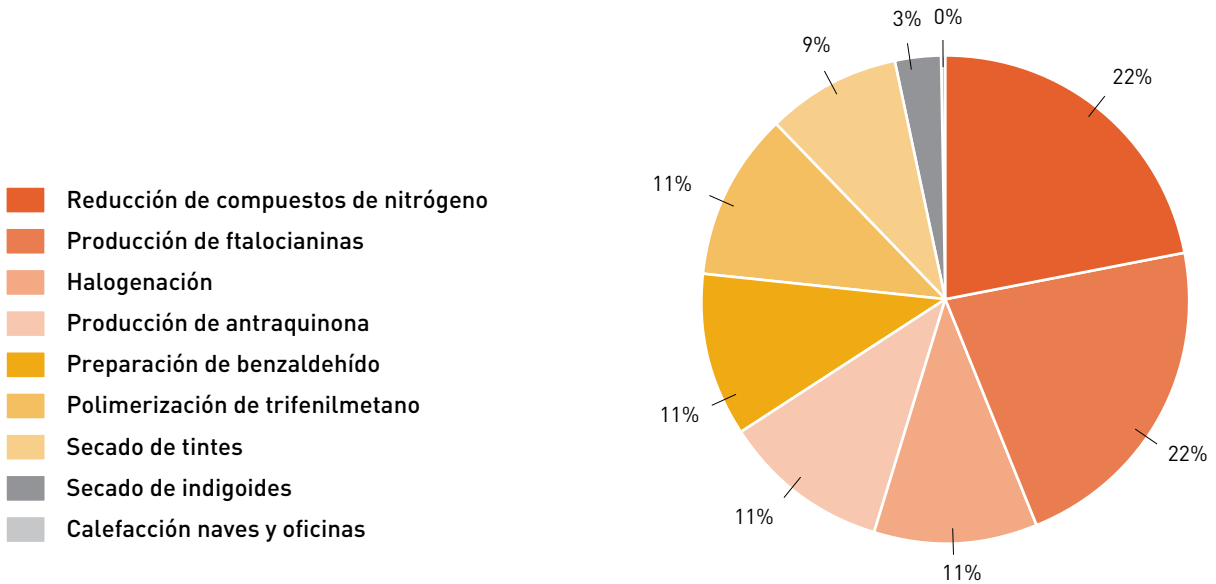


Figura 2.17.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

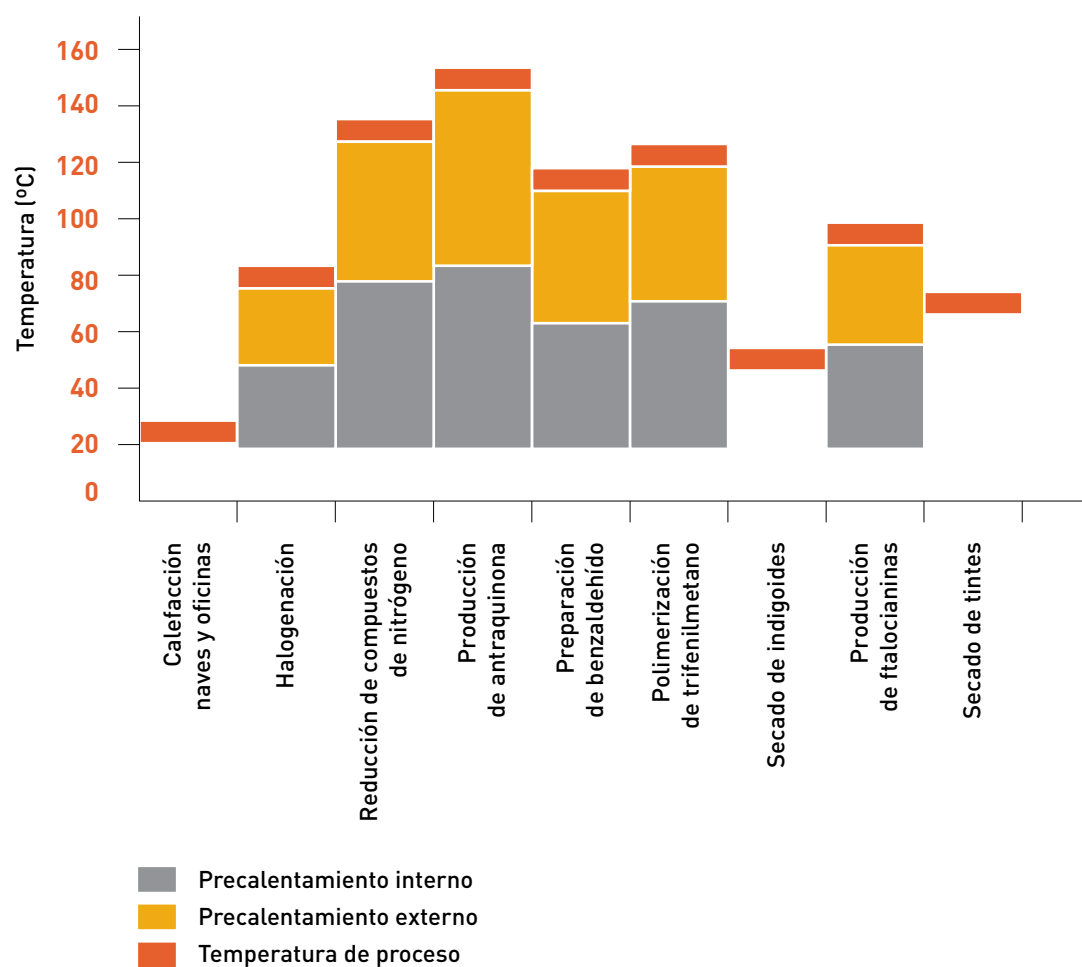
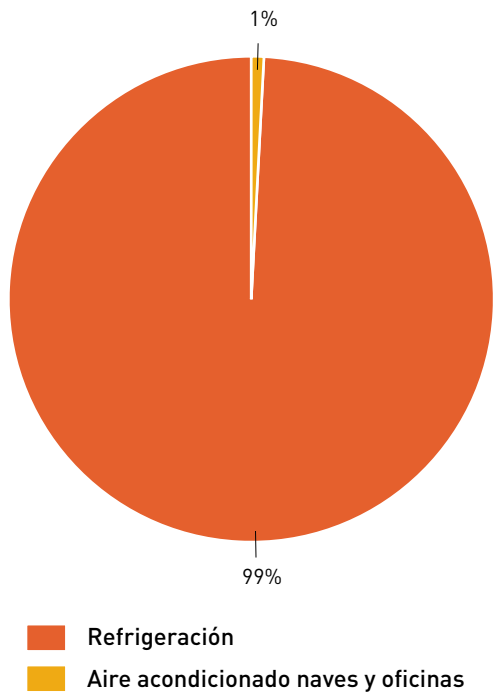


Figura 2.17.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.17.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.17.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.17.5.

Tabla 2.17.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	24.570		5.028	29.598	
Con recuperación de calor	MWh	24.514			29.542	
Reducción recuperación de calor	%	0			0	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	737	3,0%		735	2,5%
60 a 120 °C	MWh	17.707	72,2%		22.758	77,0%
120 a 250 °C	MWh	6.070	24,8%		6.049	20,5%
Total baja y media temperatura	MWh	24.514	100,0%		29.542	100,0%

Figura 2.17.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

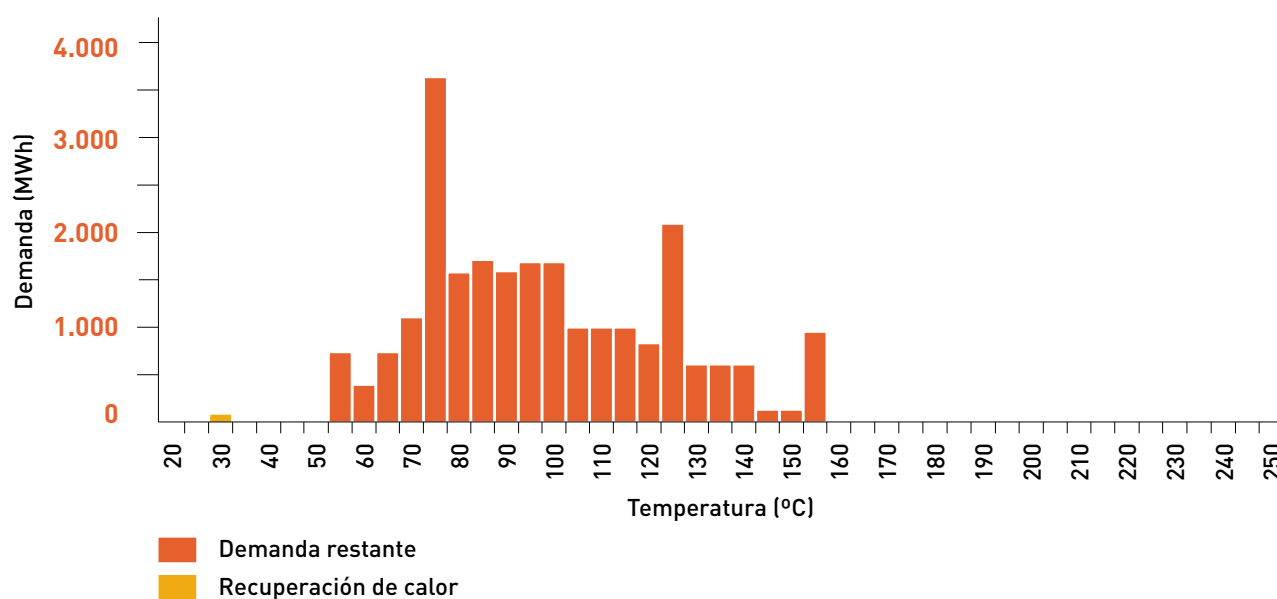
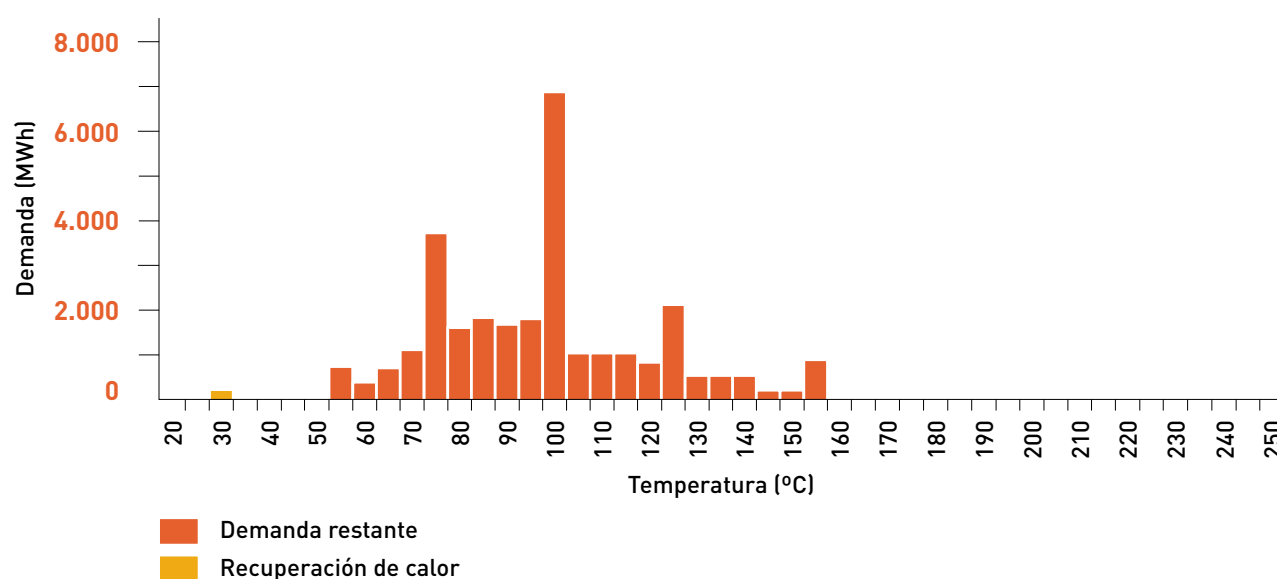


Figura 2.17.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y frío



2.17.4 Potencial solar térmica

2.17.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.17.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	1.113,00	1.116,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	1.070,65	1.259,27
	kWh/kW	0,00	0,00	0,00	961,95	1.127,87
Temp. media (captador)	°C				75	77
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	224,40	225,45
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	226,63	267,35
	kWh/kW	-	-	-	1.010	1.186
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	70	71
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	448,80	450,91
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	450,50	532,27
	kWh/kW	-	-	-	1.004	1.180
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	71	72
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	447,54	449,40
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	443,29	522,78
	kWh/kW	-	0,00	0,00	990,51	1.163,28
Temp. media (captador)	°C				71	72
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Superficie	Superficie
Fracción solar	%	0,0	0,0	0,0	60,1	70,9

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	0,0	248,0	247,6
	Media posible	%	0,0	0,0	0,0	99,7	99,7

Figura 2.17.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

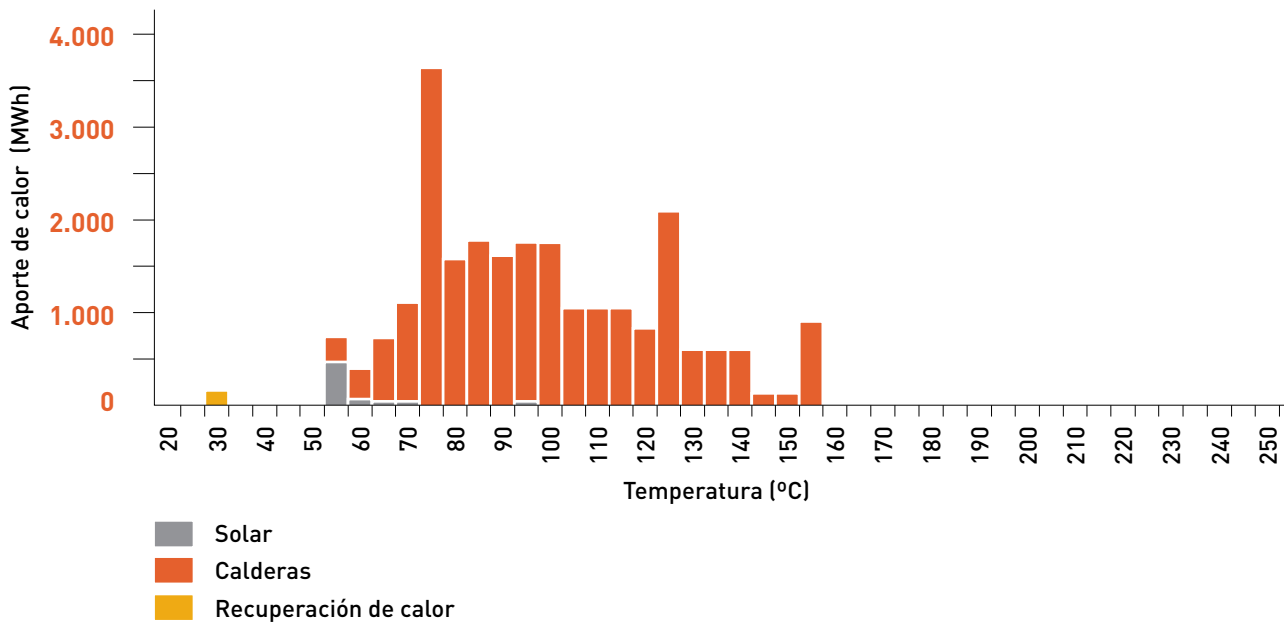


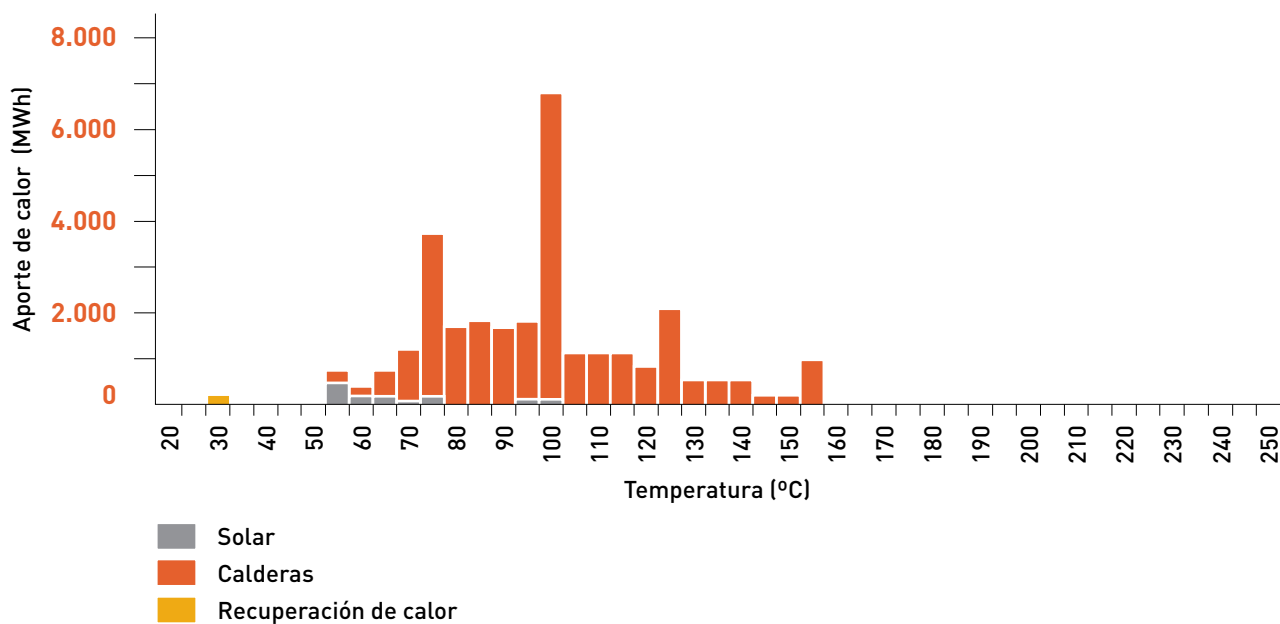
Tabla 2.17.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	1.750,00	1.750,00	1.750,00	1.750,00	1.750,00
Generación de calor útil	MWh	1.631,37	1.913,70	2.132,94	2.446,19	2.745,84
	kWh/kW	932,21	1.093,54	1.218,82	1.397,82	1.569,05
Temp. media (captador)	°C	80	82	83	84	86
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	353,17	353,17	353,17	353,17	353,17
Generación de calor útil	MWh	339,03	398,96	444,10	394,82	572,56
	kWh/kW	959,98	1.129,66	1.257,48	1.117,94	1.621,22
Temp. media (captador)	°C	73	74	76	112	77
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	706,34	706,34	706,34	706,34	706,34
Generación de calor útil	MWh	675,74	793,40	882,47	1.023,33	1.137,81
	kWh/kW	956,68	1.123,26	1.249,36	1.448,79	1.610,86
Temp. media (captador)	°C	75	77	78	76	80
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	704,12	704,12	704,12	704,12	704,12
Generación de calor útil	MWh	668,11	784,58	873,42	958,56	1.125,53
	kWh/kW	948,86	1.114,27	1.240,44	1.361,36	1.598,49
Temp. media (captador)	°C	75	76	78	92	80
Factor limitante		Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%	2,7	3,2	3,6	3,9	4,6
Ocupación de superficie	Deseada	%	247,8	247,8	247,8	247,8
	Media posible	%	99,7	99,7	99,7	99,7

Tabla 2.17.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	1.750,00	1.750,00	1.750,00	1.750,00	1.750,00
Generación de calor útil	MWh	1.630,93	1.913,14	2.131,87	2.447,34	2.745,93
	kWh/kW	931,96	1.093,22	1.218,21	1.398,48	1.569,10
Temp. media (captador)	°C	80	82	83	84	86
Simulación 3b: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	353,17	353,17	353,17	353,17	353,17
Generación de calor útil	MWh	338,97	398,95	444,08	511,64	572,55
	kWh/kW	959,79	1.129,63	1.257,43	1.448,72	1.621,17
Temp. media (captador)	°C	73	74	76	76	77
Simulación 3c: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	706,34	706,34	706,34	706,34	706,34
Generación de calor útil	MWh	675,60	793,49	882,58	1.017,12	1.137,43
	kWh/kW	956,49	1.123,39	1.249,52	1.440,00	1.610,32
Temp. media (captador)	°C	75	77	78	78	80
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	704,12	704,12	704,12	704,12	704,12
Generación de calor útil	MWh	667,96	784,53	873,31	1.005,05	1.125,37
	kWh/kW	948,65	1.114,21	1.240,29	1.427,39	1.598,26
Temp. media (captador)	°C	75	76	78	78	80
Factor limitante		Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	247,8	247,8	247,8	247,8
	Media posible	%	99,7	99,7	99,7	99,7

Figura 2.17.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.17.8. Fracción solar media del sector

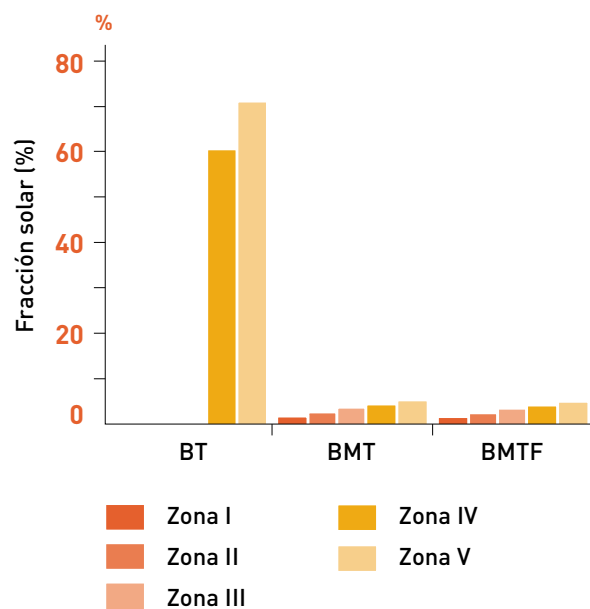


Figura 2.17.9. Grado medio de ocupación de superficie

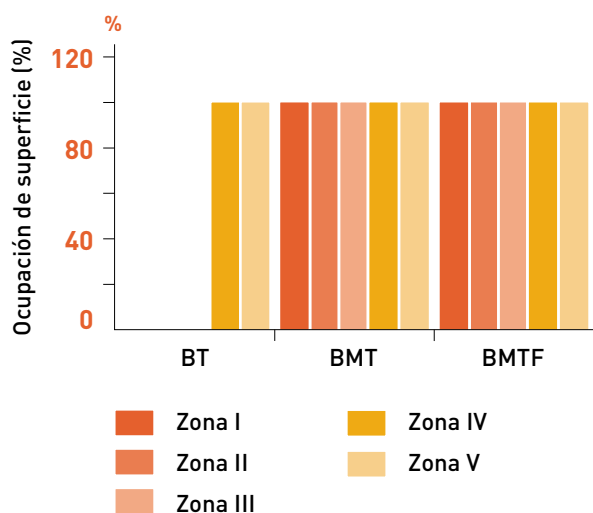
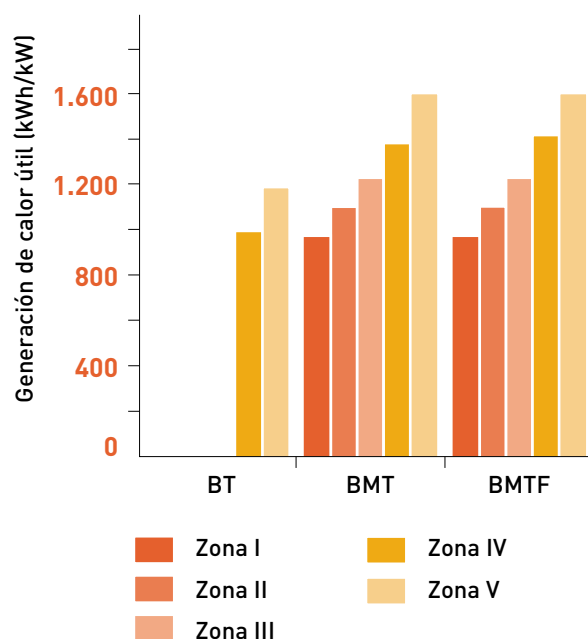


Figura 2.17.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.17.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.17.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	0,21	0,21	0,37	0,37	57,2	99,7	99,7
Cádiz	0,00	0,32	0,32	0,57	0,57	56,2	99,7	99,7
Córdoba	0,00	0,21	0,21	0,38	0,38	56,5	99,7	99,7
Granada	0,00	0,23	0,23	0,42	0,42	55,9	99,7	99,7
Huelva	0,00	0,14	0,14	0,24	0,24	57,2	99,7	99,7
Jaén	0,00	0,15	0,15	0,27	0,27	56,5	99,7	99,7
Málaga	0,00	0,49	0,49	0,89	0,89	55,6	99,7	99,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Sevilla	0,00	0,60	0,60	1,05	1,05	57,2	99,7	99,7
Huesca	0,00	0,05	0,05	0,29	0,29	16,2	99,7	99,7
Teruel	0,00	0,01	0,01	0,16	0,16	8,1	99,7	99,7
Zaragoza	0,00	0,17	0,17	1,46	1,46	11,9	99,7	99,7
Asturias	0,00	0,00	0,00	0,42	0,42	0,0	99,7	99,7
Islas Baleares	0,00	0,08	0,08	0,15	0,15	55,6	99,7	99,7
Las Palmas	0,00	0,08	0,08	0,13	0,13	57,2	99,7	99,7
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,07	0,07	0,11	0,11	57,2	99,7	99,7
Cantabria	0,00	0,00	0,00	0,49	0,49	0,0	99,7	99,7
Albacete	0,00	0,18	0,18	0,32	0,32	57,2	99,7	99,7
Ciudad Real	0,00	0,21	0,21	0,38	0,38	55,2	99,7	99,7
Cuenca	0,00	0,06	0,06	0,15	0,15	40,8	99,7	99,7
Guadalajara	0,00	0,11	0,11	0,20	0,20	54,4	99,7	99,7
Toledo	0,00	0,29	0,29	0,53	0,53	53,4	99,7	99,7
Ávila	0,00	0,04	0,04	0,10	0,10	44,3	99,7	99,7
Burgos	0,00	0,00	0,00	0,32	0,32	0,0	99,7	99,7
León	0,00	0,00	0,00	0,35	0,35	0,0	99,7	99,7
Palencia	0,00	0,00	0,00	0,12	0,12	0,0	99,7	99,7
Salamanca	0,00	0,01	0,01	0,24	0,24	2,3	99,7	99,7
Segovia	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11	1,4	99,7	99,7

[Continuación]

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Soria	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07	0,0	99,7	99,7
Valladolid	0,00	0,00	0,00	0,46	0,46	0,0	99,7	99,7
Zamora	0,00	0,00	0,00	0,11	0,11	0,0	99,7	99,7
Barcelona	0,00	0,02	0,02	5,69	5,69	0,3	99,7	99,7
Girona	0,00	0,00	0,00	0,63	0,63	0,0	99,7	99,7
Lleida	0,00	0,00	0,00	0,37	0,37	0,2	99,7	99,7
Tarragona	0,00	0,37	0,37	0,67	0,67	54,9	99,7	99,7
Alicante/ Alacant	0,00	0,58	0,58	1,02	1,02	56,5	99,7	99,7
Castellón/ Castelló	0,00	0,25	0,25	0,45	0,45	55,4	99,7	99,7
Valencia/ València	0,00	0,95	0,95	1,73	1,73	54,7	99,7	99,7
Badajoz	0,00	0,21	0,21	0,37	0,37	56,8	99,7	99,7
Cáceres	0,00	0,12	0,12	0,22	0,22	56,6	99,7	99,7
A Coruña	0,00	0,00	0,00	0,37	0,37	0,0	99,7	99,7
Lugo	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,0	99,7	99,7
Ourense	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,0	99,7	99,7
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	0,31	0,31	0,0	99,7	99,7
La Rioja	0,00	0,00	0,00	0,36	0,36	0,0	99,7	99,7
Madrid	0,00	1,47	1,47	2,64	2,64	55,6	99,7	99,7
Murcia	0,00	0,55	0,55	0,97	0,97	56,5	99,7	99,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Navarra	0,00	0,00	0,00	0,61	0,61	0,0	99,7	99,7
Álava	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23	0,0	99,7	99,7
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	0,48	0,48	0,0	99,7	99,7
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	0,74	0,74	0,0	99,7	99,7
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,2	99,7	99,7
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,2	99,7	99,7
Total nacional	0,00	8,23	8,23	28,86	28,86	28,4	99,7	99,7

Tabla 2.17.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	273	273	70,8	587	4,6	587	3,8
Cádiz	0	382	382	64,3	824	4,2	846	3,6
Córdoba	0	262	262	66,5	566	4,3	576	3,6
Granada	0	272	272	62,2	587	4,0	609	3,5
Huelva	0	175	175	70,7	376	4,6	376	3,8
Jaén	0	184	184	66,1	397	4,3	405	3,6

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Málaga	0	559	559	60,3	1.208	3,9	1.266	3,4
Sevilla	0	776	776	70,9	1.670	4,6	1.670	3,8
Huesca	0	54	54	17,5	374	3,7	380	3,1
Teruel	0	15	15	8,7	206	3,6	207	3,0
Zaragoza	0	197	197	12,9	1.850	3,6	1.871	3,1
Asturias	0	0	0	0,0	397	2,7	397	2,3
Islas Baleares	0	96	96	60,1	207	3,9	217	3,4
Las Palmas	0	98	98	70,9	211	4,6	211	3,8
Santa Cruz de Tenerife	0	85	85	70,9	184	4,6	184	3,8
Cantabria	0	0	0	0,0	469	2,7	469	2,3
Albacete	0	236	236	70,7	509	4,6	509	3,8
Ciudad Real	0	239	239	59,7	520	3,9	545	3,4
Cuenca	0	70	70	45,5	199	3,9	205	3,3
Guadalajara	0	121	121	58,8	266	3,9	279	3,4
Toledo	0	323	323	57,8	725	3,9	758	3,4
Ávila	0	51	51	47,9	135	3,8	140	3,3
Burgos	0	0	0	0,0	360	3,2	360	2,7
León	0	0	0	0,0	407	3,4	407	2,8
Palencia	0	0	0	0,0	136	3,2	136	2,7
Salamanca	0	6	6	2,5	297	3,6	298	3,0

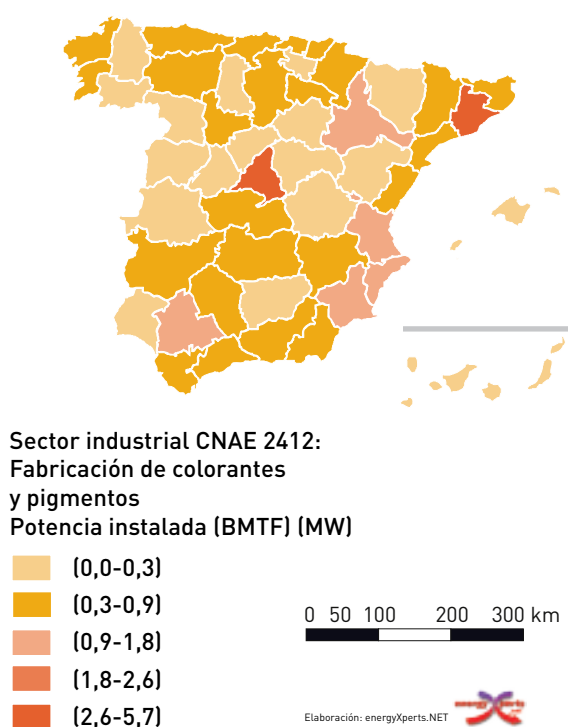
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Segovia	0	2	2	1,6	142	3,6	142	3,0
Soria	0	0	0	0,0	83	3,6	83	3,0
Valladolid	0	0	0	0,0	517	3,2	517	2,7
Zamora	0	0	0	0,0	139	3,6	139	3,0
Barcelona	0	18	18	0,3	6.790	3,4	6.791	2,8
Girona	0	0	0	0,0	779	3,5	779	2,9
Lleida	0	1	1	0,2	452	3,6	452	2,9
Tarragona	0	415	415	59,4	908	3,9	951	3,4
Alicante/ Alacant	0	710	710	66,4	1.532	4,3	1.560	3,6
Castellón/ Castelló	0	279	279	59,9	606	3,9	635	3,4
Valencia/ València	0	1.070	1.070	59,2	2.346	3,9	2.459	3,4
Badajoz	0	262	262	67,9	565	4,4	572	3,7
Cáceres	0	153	153	66,6	331	4,3	337	3,6
A Coruña	0	0	0	0,0	354	2,7	354	2,3
Lugo	0	0	0	0,0	95	3,0	95	2,5
Ourense	0	0	0	0,0	90	3,1	90	2,6
Pontevedra	0	0	0	0,0	306	2,8	306	2,4
La Rioja	0	0	0	0,0	441	3,5	441	2,9
Madrid	0	1.662	1.662	60,1	3.595	3,9	3.770	3,4
Murcia	0	670	670	66,1	1.445	4,3	1.474	3,6

[Continuación]

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Navarra	0	0	0	0,0	705	3,3	704	2,8
Álava	0	0	0	0,0	217	2,8	217	2,3
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	451	2,7	451	2,3
Vizcaya	0	0	0	0,0	705	2,7	704	2,3
Ceuta	0	0	0	70,9	0	4,6	0	3,8
Melilla	0	0	0	70,9	0	4,6	0	3,8
Total nacional	0	9.714	9.714	32,2	37.259	3,7	37.930	3,1

Figura 2.17.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.17.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura en zonas I a III y por la superficie en zonas IV y V (ocupación media de la superficie disponible del 28%) y limitado por la superficie en todas las zonas para la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 3,7% (calor a baja y media temperatura) y del 3,1% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 70 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Halogenación (precalentamiento).
- Secado de indigoides.
- Producción de italoceaninas (precalentamiento).
- Secado de tintes.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de procesos con temperaturas superiores.

2.17.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2007]:

Reference Document on Best Available Techniques in the production of Polymers. Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals. Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

FreePatentsOnline:

<http://www.freepatentsonline.com/4036860.pdf>

<http://www.freepatentsonline.com/4567048.pdf>

<http://www.freepatentsonline.com/4920217.pdf>

<http://www.freepatentsonline.com/4360660.pdf>

2.18 CNAE 2413. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS BÁSICOS DE QUÍMICA INORGÁNICA

2.18.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.18.1.

Tabla 2.18.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	281	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	20,26
Número de empleados	-	8.316	29,6
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	8.059.675	28.708
Consumo total electricidad		1.873.181	6.672
Consumo energía final (gen. calor)		8.115.871	28.908
Consumo electricidad gen. frío		305.745	1.089

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	1.681.365	5.989
Otras superficies adyacentes		584.897	2.083
Total		2.266.262	8.072
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	3.716	
Por € de facturación	kWh/€	1,48	
Por trabajador	kWh/trabajador	1.012.731	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.18.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.18.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		1,24		359,01	0,83	299,06			Manten.		60 kWh/a.m ²	
Horno (soda)	>1.000	20	9,75		2.816,86	0,98	2.760,52	-	-	Circulac.	BREF LVIC	Porcentajes de consumo energético estimados en base a los consumos en t de producto, y a los volúmenes de producción en España según el BREF LVIC.	
Calcinación	195		18,04		5.209,88	0,83	4.339,83			Manten.	BREF LVIC		
Recuperación de amoníaco	195		11,70		3.380,64	0,83	2.816,07			Manten.	BREF LVIC		
Secado de monohidrato	195		3,90		1.127,56	0,83	939,25			Manten..	BREF LVIC		

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Preparación de TiO ₂ - oxidación	>1.000		8,59		2.481,42	0,98	2.431,79			Manten.	BREF LVIC	Porcentajes de consumo energético estimados en base a los consumos en t de producto, y a los volúmenes de producción en España según el BREF LVIC.	
Acabado de TiO ₂	100		5,18		1.495,43	0,83	1.245,69			Manten.	BREF LVIC		
Tratamiento de efluentes	120	30	6,57		1.898,04	0,83	1.581,07	-	75	Circulac.	BREF LVIC, supuesto 50% rec. interna		
Precalentamiento carbón black	200		1,02		295,80	0,83	246,40			Manten.	BREF LVIC		
Calentamiento de hornos carbón black	>1.000	200	9,99		2.884,04	0,98	2.826,36	-	-	Manten./circulac.	BREF LVIC		
Silica pirogénico	650		0,60		173,26	0,98	169,80			Manten.	BREF LVIC		
Silica precipitada	72,5		2,82		813,38	0,83	677,54			Manten.	BREF LVIC		
Tripolyphosphato de sodio	400		20,59		5.946,79	0,98	5.827,85			Manten.	BREF LVIC		
Total consumo de calor			-		28.523,09	0,83	25.862,18						

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.18.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	8,1		264,42	85	0,70	377,74	Resultados Tarea 1	
Frío a temperaturas >5 °C	5	91,9		2.995,32	85	0,70	4.279,02		
Total consumo de frío			-	3.259,74			4.656,77		

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.18.1. La Figura 2.18.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos. El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.18.3.

Figura 2.18.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

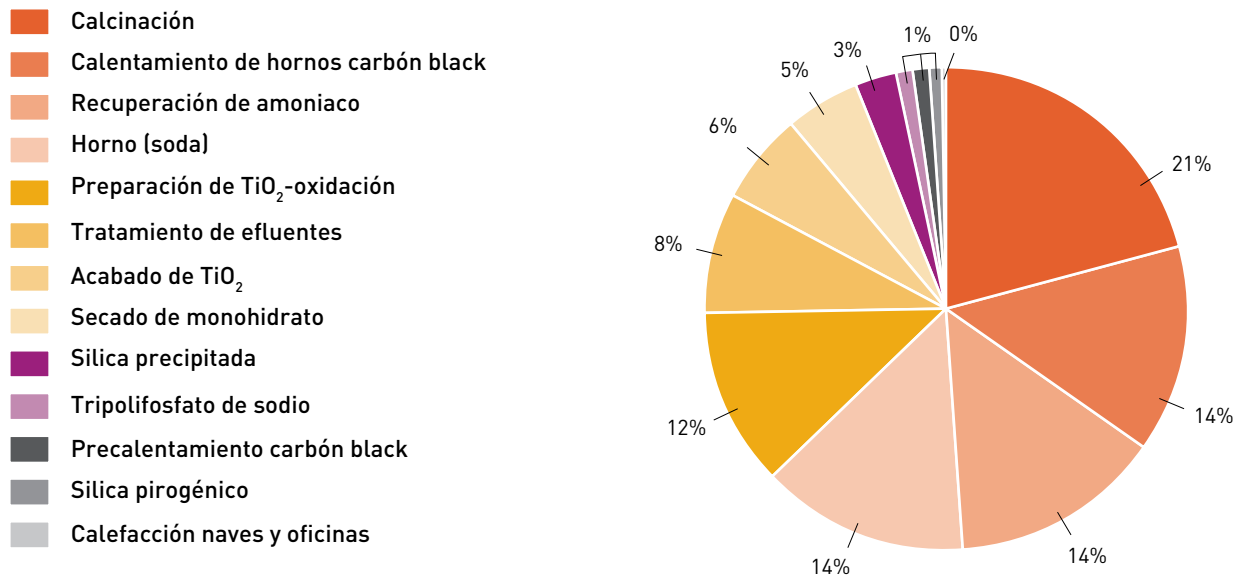


Figura 2.18.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

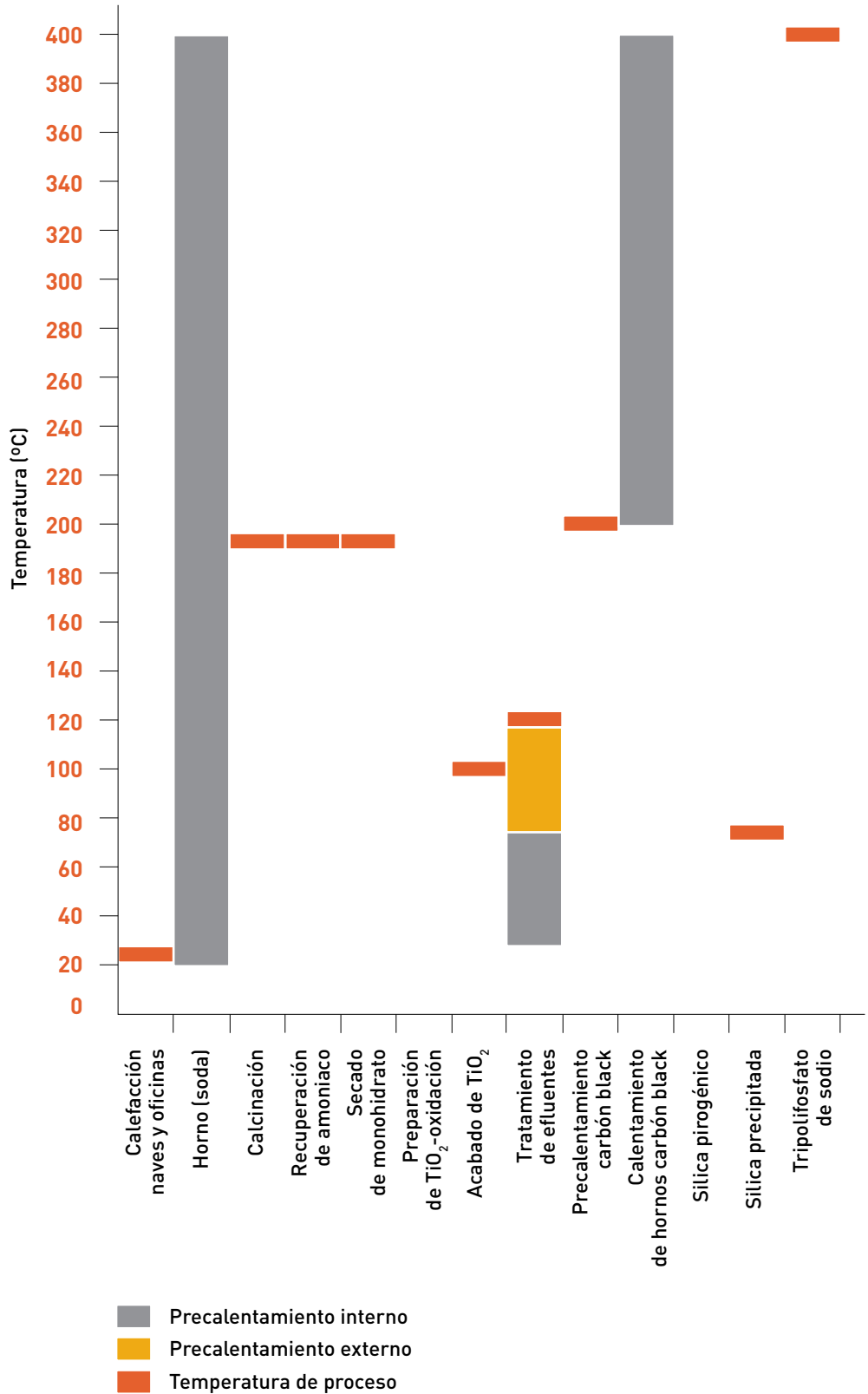
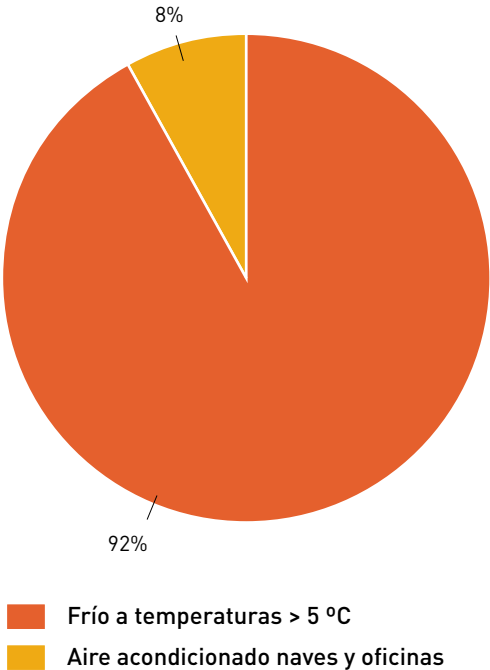


Figura 2.18.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.18.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.18.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.18.5.

Tabla 2.18.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	26.219		4.657	30.876	
Con recuperación de calor	MWh	25.898			30.555	
Reducción recuperación de calor	%	1			1	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	105	0,4%		105	0,3%
60 a 120 °C	MWh	3.412	13,2%		8.076	26,4%
120 a 250 °C	MWh	8.984	34,7%		8.981	29,4%
Total baja y media temperatura	MWh	12.501	48,3%		17.162	56,2%

Figura 2.18.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

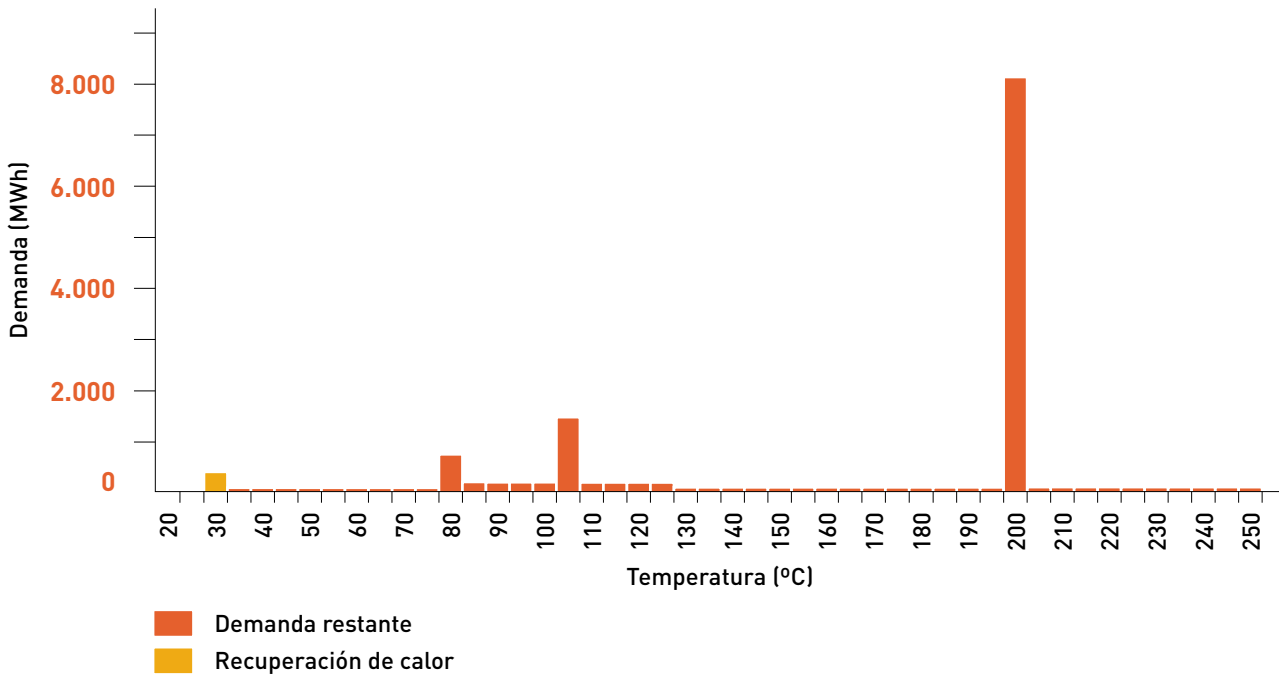
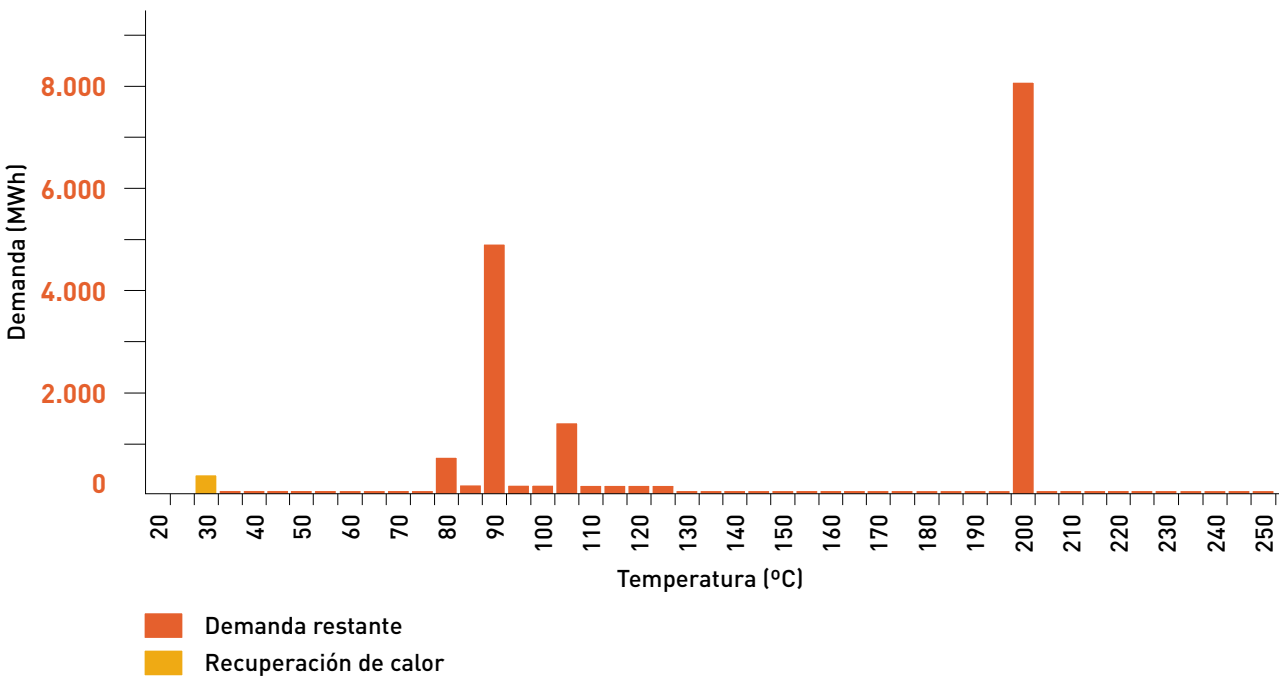


Figura 2.18.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.18.4 Potencial solar térmica

2.18.4.1 Resultados de las simulaciones

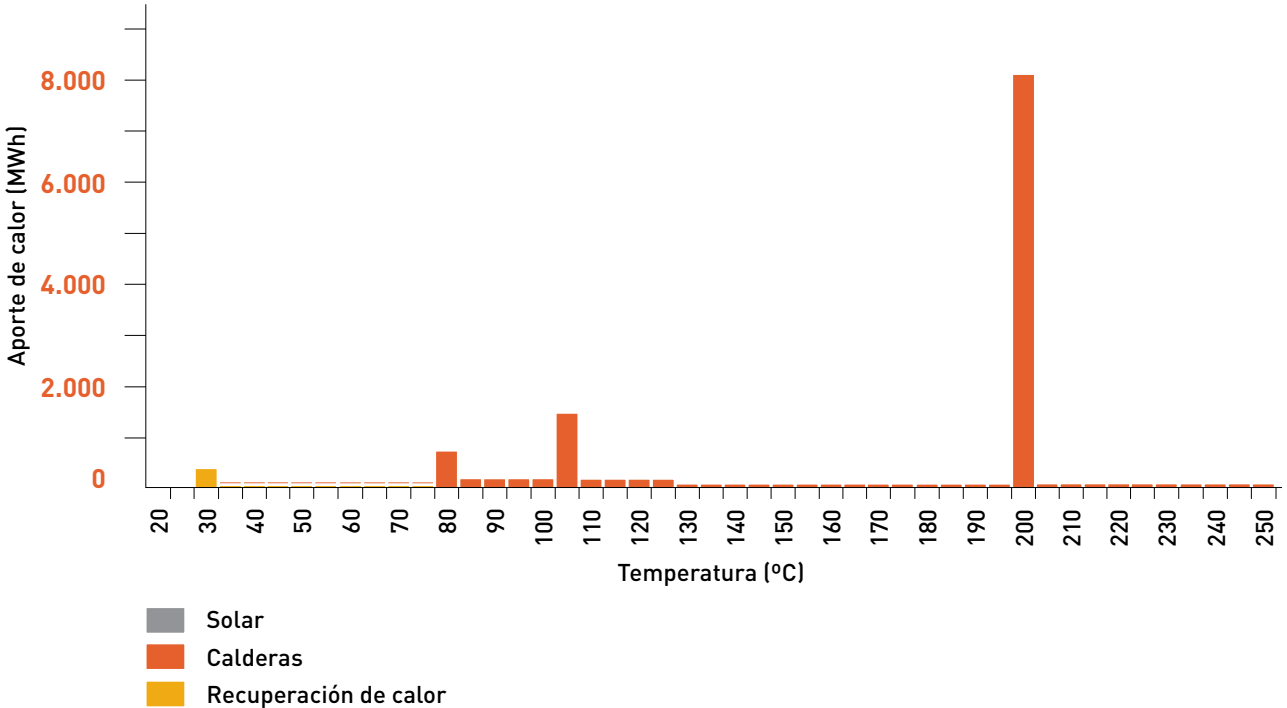
Tabla 2.18.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	42,00	94,50	199,50	437,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	39,87	89,80	189,81	415,80
	kWh/kW	0,00	949,23	950,22	951,41	950,39
Temp. media (captador)	°C		59	67	75	90
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	42,00	94,50	199,50	437,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	39,87	89,80	189,81	415,80
	kWh/kW	-	949,23	950,22	951,41	950,39
Temp. media (captador)	°C		59	67	77	90
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%	0,0	38,0	85,6	180,9	396,2

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	1,8	4,1	8,3	18,1
	Media posible	%	0,0	1,8	4,1	8,3	18,1

Figura 2.18.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV



(Continuación)

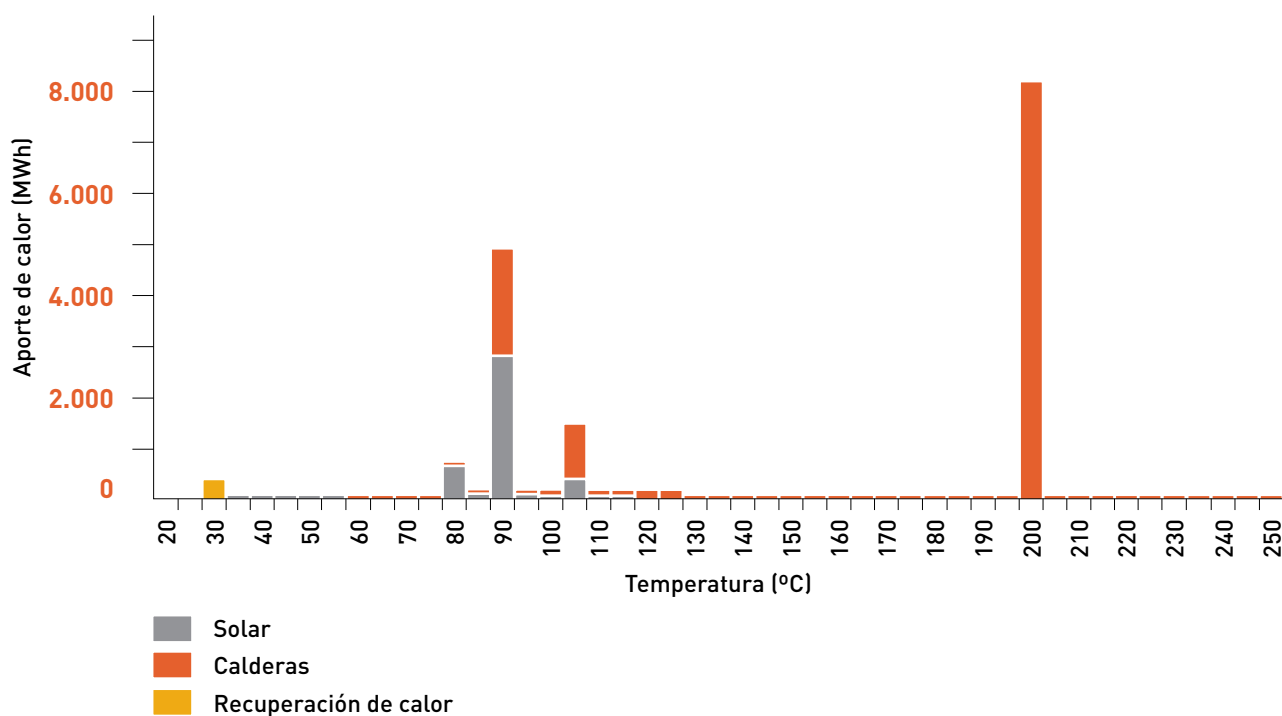
Tabla 2.18.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		1.533,00	3.235,75	3.711,75	4.735,50	4.917,50
Generación de calor útil	MWh		1.149,41	2.427,10	2.783,85	3.553,28	3.686,85
	kWh/kW		749,78	750,09	750,01	750,35	749,74
Temp. media (captador)	°C		104	122	137	149	162
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	1.894,88	1.894,88	1.894,88	1.894,88
Generación de calor útil	MWh		-	1.629,84	1.821,89	2.117,88	2.376,38
	kWh/kW		-	860,13	961,48	1.117,69	1.254,11
Temp. media (captador)	°C		-	110	114	114	120
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	3.789,75	3.789,75
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	3.294,47	3.424,12
	kWh/kW		-	-	-	869,31	903,52
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	138	152
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.533,00	2.672,58	2.948,66	3.126,31	3.151,79
Generación de calor útil	MWh		1.149,41	2.092,25	2.379,82	2.836,54	3.020,85
	kWh/kW		749,78	782,86	807,09	907,31	958,46
Temp. media (captador)	°C		104	117	127	129	140
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		9,2	16,7	19,0	22,7	24,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	40,5	85,4	97,9	125,0	129,8
	Media posible	%	40,5	70,5	77,8	82,5	83,2

Tabla 2.18.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		3.874,50	7.931,00	8.492,75	9.471,00	9.471,00
Generación de calor útil	MWh		2.905,53	5.947,46	6.366,59	7.704,37	7.858,66
	kWh/kW		749,91	749,90	749,65	813,47	829,76
Temp. media (captador)	°C		105	123	137	144	156
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.894,88	1.894,88	1.894,88	1.894,88	1.894,88
Generación de calor útil	MWh		1.508,15	1.807,05	2.038,34	2.379,72	2.686,55
	kWh/kW		795,91	953,65	1.075,71	1.255,87	1.417,80
Temp. media (captador)	°C		99	100	102	102	105
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		3.789,75	3.789,75	3.789,75	3.789,75	3.789,75
Generación de calor útil	MWh		2.848,98	3.410,89	3.840,42	4.484,94	5.027,22
	kWh/kW		751,76	900,03	1.013,37	1.183,44	1.326,53
Temp. media (captador)	°C		105	106	109	109	114
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		3.005,77	3.573,68	3.652,32	3.789,28	3.789,28
Generación de calor útil	MWh		2.293,75	3.092,40	3.437,21	4.051,47	4.440,54
	kWh/kW		763,12	865,33	941,10	1.069,19	1.171,87
Temp. media (captador)	°C		102	106	110	111	116
Factor limitante			Intermedio	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		13,4	18,0	20,0	23,6	25,9
Ocupación de superficie	Deseada	%	102,2	209,3	224,1	249,9	249,9
	Media posible	%	79,3	94,3	96,4	100,0	100,0

Figura 2.18.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.18.8. Fracción solar media del sector

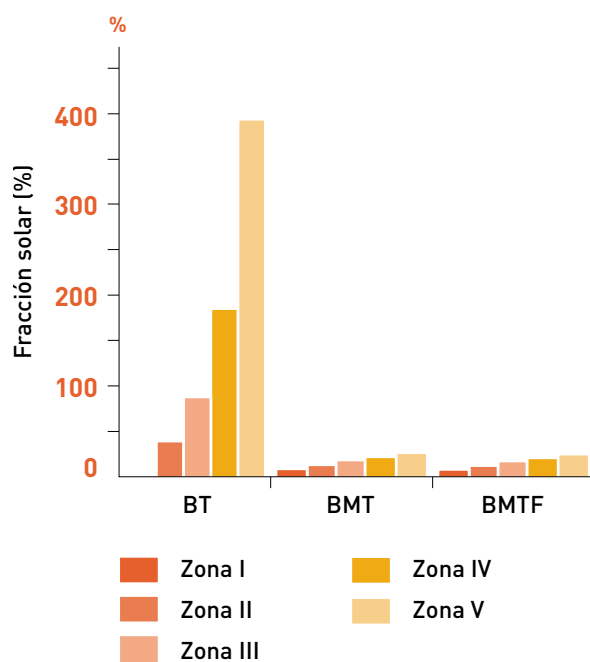


Figura 2.18.9. Grado medio de ocupación de superficie

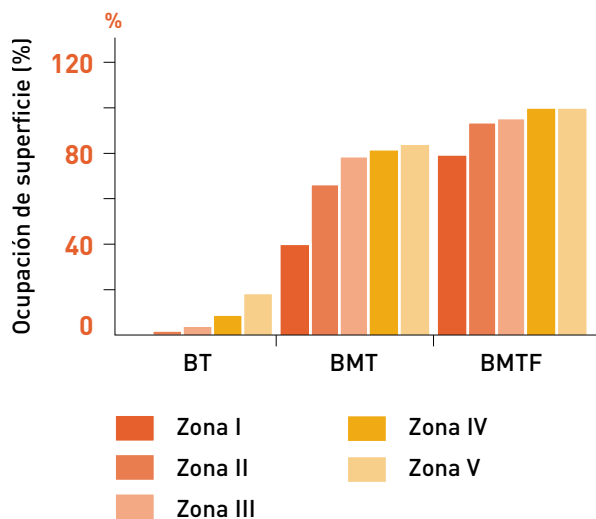
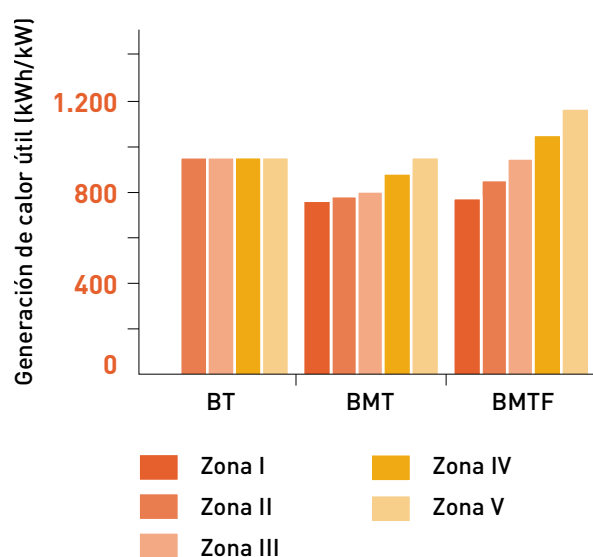


Figura 2.18.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.18.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.18.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	1,72	1,72	13,84	16,64	10,3	83,2	100,0
Cádiz	0,00	1,76	1,76	21,24	25,67	6,8	82,8	100,0
Córdoba	0,00	1,37	1,37	14,15	17,06	8,0	82,9	100,0
Granada	0,00	1,08	1,08	15,61	18,89	5,7	82,6	100,0
Huelva	0,00	1,10	1,10	8,89	10,69	10,3	83,2	100,0
Jaén	0,00	0,94	0,94	10,00	12,06	7,8	82,9	100,0
Málaga	0,00	1,88	1,88	33,08	40,10	4,7	82,5	100,0
Sevilla	0,00	4,91	4,91	39,36	47,32	10,4	83,2	100,0
Huesca	0,03	0,35	0,38	10,52	12,97	3,0	79,1	97,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Teruel	0,02	0,16	0,19	5,82	7,19	2,7	78,5	97,1
Zaragoza	0,18	1,60	1,79	52,17	64,31	2,9	79,0	97,4
Asturias	0,00	0,00	0,00	7,66	15,01	0,0	40,5	79,3
Islas Baleares	0,00	0,32	0,32	5,68	6,88	4,6	82,5	100,0
Las Palmas	0,00	0,62	0,62	4,97	5,98	10,4	83,2	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,54	0,54	4,33	5,20	10,4	83,2	100,0
Cantabria	0,00	0,00	0,00	9,05	17,74	0,0	40,5	79,3
Albacete	0,00	1,48	1,48	12,02	14,45	10,3	83,2	100,0
Ciudad Real	0,00	0,80	0,80	14,27	17,29	4,6	82,5	100,0
Cuenca	0,01	0,32	0,32	5,37	6,54	4,9	81,4	99,1
Guadalajara	0,00	0,40	0,40	7,30	8,86	4,6	82,4	99,9
Toledo	0,00	1,09	1,09	19,91	24,15	4,5	82,3	99,9
Ávila	0,00	0,19	0,19	3,73	4,54	4,2	81,6	99,3
Burgos	0,02	0,12	0,14	10,26	13,78	1,1	70,1	94,1
León	0,04	0,21	0,25	11,63	14,92	1,8	74,5	95,6
Palencia	0,01	0,05	0,05	3,91	5,22	1,1	70,6	94,4
Salamanca	0,04	0,21	0,25	8,43	10,43	2,5	78,3	96,8
Segovia	0,02	0,10	0,12	4,02	4,98	2,5	78,2	96,7
Soria	0,01	0,06	0,07	2,35	2,91	2,4	78,1	96,6
Valladolid	0,04	0,19	0,23	14,81	19,62	1,2	71,5	94,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zamora	0,02	0,09	0,11	3,94	4,88	2,4	78,1	96,6
Barcelona	0,71	3,77	4,47	193,54	246,40	1,9	75,3	95,8
Girona	0,10	0,50	0,60	22,16	27,58	2,3	77,6	96,5
Lleida	0,06	0,30	0,35	12,84	15,94	2,4	77,8	96,6
Tarragona	0,00	1,39	1,39	24,92	30,21	4,6	82,4	99,9
Alicante/ Alacant	0,00	3,69	3,69	38,33	46,24	8,0	82,9	100,0
Castellón/ Castelló	0,00	0,93	0,93	16,63	20,15	4,6	82,5	100,0
Valencia/ València	0,00	3,58	3,58	64,42	78,11	4,6	82,4	99,9
Badajoz	0,00	1,47	1,47	13,86	16,71	8,8	83,0	100,0
Cáceres	0,00	0,80	0,80	8,26	9,97	8,0	82,9	100,0
A Coruña	0,00	0,00	0,00	6,83	13,40	0,0	40,5	79,3
Lugo	0,00	0,02	0,03	2,42	3,62	0,7	59,5	88,9
Ourense	0,00	0,03	0,03	2,44	3,43	0,9	65,2	91,7
Pontevedra	0,01	0,03	0,03	6,73	11,64	0,3	48,1	83,1
La Rioja	0,05	0,28	0,33	12,56	15,72	2,2	77,0	96,3
Madrid	0,00	5,52	5,52	98,67	119,59	4,6	82,5	100,0
Murcia	0,00	3,41	3,41	36,36	43,88	7,8	82,9	100,0
Navarra	0,07	0,36	0,43	18,56	25,23	1,7	67,5	91,8
Álava	0,00	0,01	0,01	4,38	8,23	0,1	42,8	80,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	8,71	17,08	0,0	40,5	79,3
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	13,60	26,67	0,0	40,5	79,3
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,4	83,2	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,4	83,2	100,0
Total nacional	1,44	49,73	51,17	984,51	1.256,08	4,0	75,4	96,2

Tabla 2.18.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	1.819	1.819	394,7	13.258	24,2	19.486	25,9
Cádiz	0	1.877	1.877	264,1	19.695	23,3	28.460	24,5
Córdoba	0	1.453	1.453	307,5	13.262	23,6	19.276	24,9
Granada	0	1.164	1.164	222,5	14.317	23,0	20.571	24,0
Huelva	0	1.161	1.161	392,2	8.509	24,1	12.502	25,8
Jaén	0	999	999	299,1	9.351	23,5	13.577	24,9
Málaga	0	2.038	2.038	183,5	30.039	22,7	42.921	23,6
Sevilla	0	5.192	5.192	396,2	37.724	24,2	55.453	25,9

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Huesca	31	381	412	111,7	8.797	20,0	12.668	21,0
Teruel	21	181	202	98,2	4.777	19,5	6.889	20,5
Zaragoza	172	1.770	1.942	106,0	43.259	19,8	62.309	20,8
Asturias	0	0	0	0,0	5.742	9,2	11.458	13,4
Islas Baleares	0	345	345	180,9	5.152	22,7	7.359	23,6
Las Palmas	0	656	656	396,2	4.768	24,2	7.008	25,9
Santa Cruz de Tenerife	0	571	571	396,2	4.149	24,2	6.099	25,9
Cantabria	0	0	0	0,0	6.785	9,2	13.541	13,4
Albacete	0	1.568	1.568	391,8	11.505	24,1	16.903	25,8
Ciudad Real	0	868	868	181,2	12.937	22,7	18.482	23,6
Cuenca	6	340	346	189,0	4.779	21,9	6.880	23,0
Guadalajara	1	438	439	178,5	6.612	22,6	9.447	23,5
Toledo	3	1.183	1.186	177,1	17.990	22,5	25.705	23,5
Ávila	3	201	204	161,5	3.310	21,9	4.738	22,9
Burgos	22	133	154	38,0	8.032	16,6	11.917	18,0
León	38	233	271	62,6	9.249	17,9	13.499	19,1
Palencia	8	50	58	38,0	3.056	16,7	4.517	18,0
Salamanca	34	233	268	89,5	6.834	19,2	9.865	20,2
Segovia	17	109	126	88,0	3.254	19,1	4.698	20,1
Soria	10	61	71	85,6	1.893	19,0	2.735	20,0

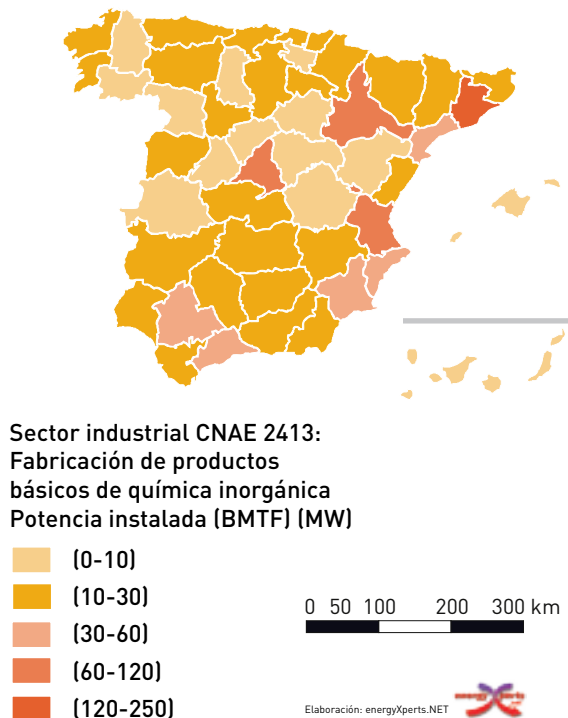
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Valladolid	35	215	250	43,4	11.635	17,0	17.146	18,2
Zamora	17	103	120	85,6	3.180	19,0	4.592	20,0
Barcelona	672	4.191	4.862	68,2	154.573	18,2	225.037	19,3
Girona	91	561	652	82,2	17.836	18,9	25.799	19,9
Lleida	54	332	386	84,3	10.350	19,0	14.958	20,0
Tarragona	1	1.503	1.504	179,7	22.577	22,6	32.251	23,6
Alicante/ Alacant	0	3.929	3.929	306,8	35.927	23,6	52.212	24,9
Castellón/ Castelló	0	1.007	1.008	180,5	15.079	22,7	21.539	23,6
Valencia/ València	4	3.879	3.883	179,4	58.356	22,6	83.362	23,6
Badajoz	0	1.555	1.555	336,0	13.091	23,8	19.097	25,2
Cáceres	0	853	853	309,1	7.749	23,6	11.265	25,0
A Coruña	0	0	0	0,0	5.123	9,2	10.223	13,4
Lugo	4	23	27	24,0	1.877	14,0	3.010	16,3
Ourense	5	28	33	31,8	1.900	15,4	2.916	17,2
Pontevedra	5	32	37	9,6	5.130	11,1	9.226	14,5
La Rioja	50	307	357	78,7	10.089	18,7	14.615	19,7
Madrid	0	5.989	5.989	180,8	89.517	22,7	127.859	23,6
Murcia	0	3.633	3.633	299,0	34.017	23,5	49.386	24,8
Navarra	66	404	470	61,6	14.789	16,3	22.648	18,2
Álava	1	8	9	3,3	3.304	9,8	6.365	13,7

[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	6.532	9,2	13.036	13,4
Vizcaya	0	0	0	0,0	10.199	9,2	20.352	13,4
Ceuta	0	0	0	396,2	0	24,2	0	25,9
Melilla	0	0	0	396,2	0	24,2	0	25,9
Total nacional	1.370	53.577	54.947	151,8	851.865	19,8	1.255.858	21,2

Figura 2.18.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.18.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura

(ocupación media de la superficie disponible del 4%). Para la demanda total a baja y media temperatura (sin frío) el sector está en régimen intermedio en zonas II a IV, y con limitación por la demanda en zona I. Incluyendo las demandas de frío, el sector está en régimen intermedio en zona I, y con el potencial limitado por la superficie disponible en zonas II a V. La fracción solar es del 20% (calor a baja y media temperatura) y del 21% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 110 °C, incluyendo la generación de frío:

- Calefacción de naves y oficinas.
- Acabado de TiO₂.
- Tratamiento de efluentes (precalentamiento).
- Silica precipitada.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de calor a temperaturas superiores.

2.18.6 Referencias bibliográficas

IPPC [2007]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

2.19 CNAE 2414. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS BÁSICOS DE QUÍMICA ORGÁNICA

2.19.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.19.1.

Tabla 2.19.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	34	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	168,80
Número de empleados	-	998	29,6
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	967.161	28.708
Consumo total electricidad		224.782	6.672
Consumo energía final (gen. calor)		983.345	29.188
Consumo electricidad gen. frío		34.971	1.038
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	85.106	2.526
Otras superficies adyacentes		29.606	879
Total		114.711	3.405

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m ²	8.877	
Por € de facturación	kWh/€	0,18	
Por trabajador	kWh/trabajador	1.020.469	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.19.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.19.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{conv/dist}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		0,5		150,19	0,83	125,11			Manten.			
Pirólisis (producción de etileno y propileno)	815		69,6		20.108,68	0,98	19.706,51			Manten.	BREF LVOCI	Porcentajes de consumo energético estimados en base a los consumos en t de producto, y a los volúmenes de producción en España según el BREF LVOCI	
Hidrogenación de pygas	225	20	2,9		850,93	0,83	708,83	-	123	Manten./circulac.	BREF LVOCI supuesto 50% rec. int.		
Dealquilación	700		2,9		850,93	0,98	833,92			Manten.	BREF LVOCI		
Isomerización	450		2,9		850,93	0,98	833,92			Manten.	BREF LVOCI		
Transalquilación	395		2,9		850,93	0,83	708,83			Manten.	BREF LVOCI		
Destilación	175	20	2,9		850,93	0,83	708,83	-	98	Manten./circulac.	BREF LVOCI supuesto 50% rec. int.		
Cracking de EDC	500		5,2		1.504,29	0,98	1.474,20			Manten.	BREF LVOCI		
Stripping (regeneración)	110		10,0		2.890,87	0,98	2.833,05			Manten.			
Total consumo de calor				28.908,70		0,97	27.933,19						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{conv/dist}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.19.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	3,6		110,62	85	0,70	158,02	Resultados Tarea 1	
Enfriamiento de reactores	5	96,4		2.975,05	85	0,70	4.250,08		
Total consumo de frío				3.085,67	4.408,10				

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.19.1. La Figura 2.19.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.19.3.

Figura 2.19.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

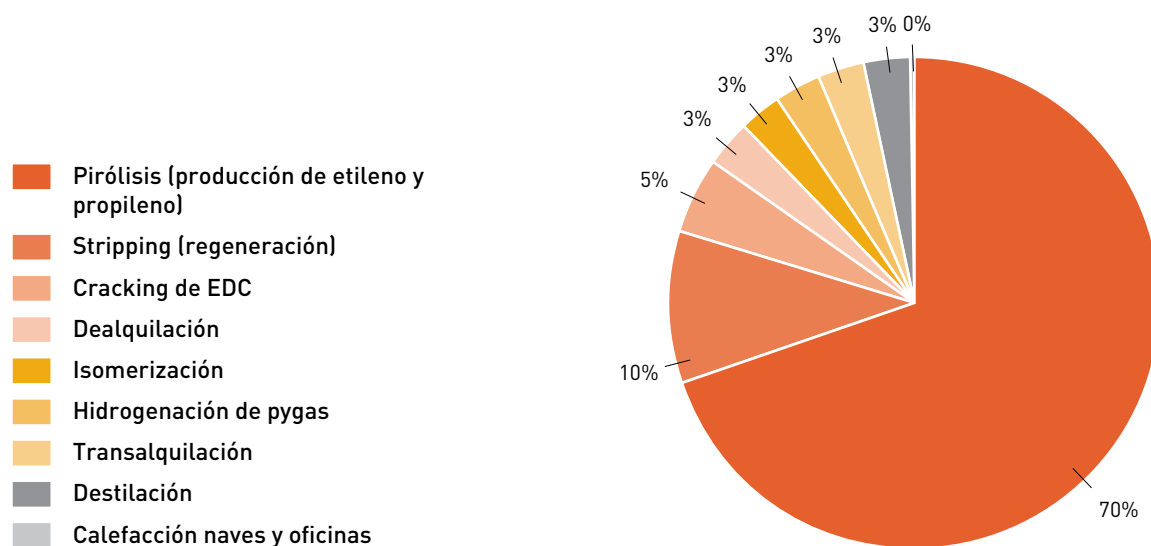


Figura 2.19.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

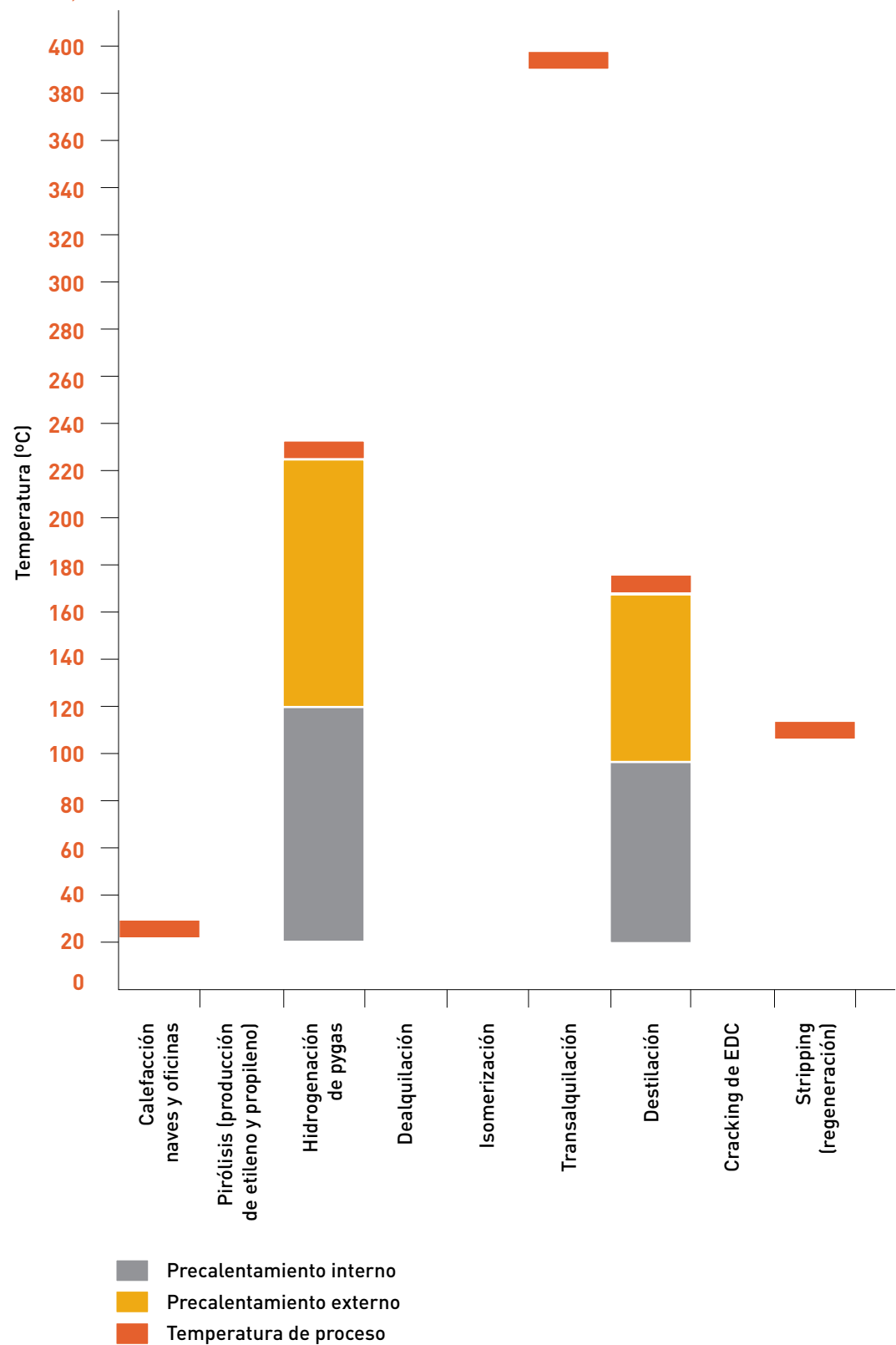
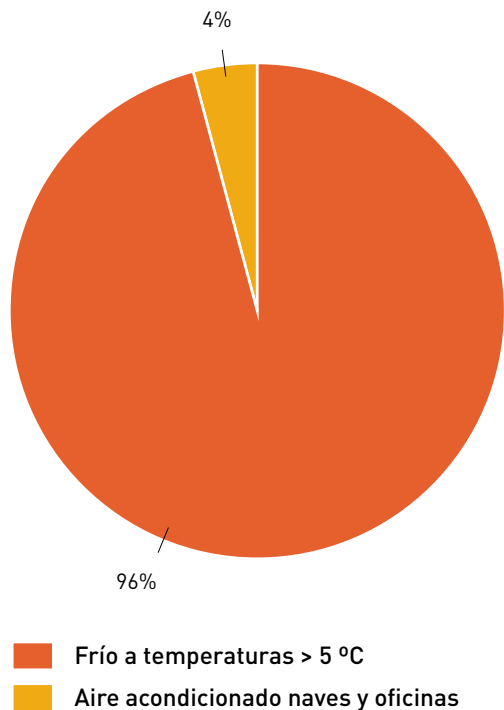


Figura 2.19.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.19.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.19.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.19.5.

Tabla 2.19.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	27.982		4.408	32.390	
Con recuperación de calor	MWh	27.856			32.265	
Reducción recuperación de calor	%	0			0	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	0	0,0%		0	0,0%
60 a 120 °C	MWh	2.872	10,3%		7.286	22,6%
120 a 250 °C	MWh	1.386	5,0%		1.386	4,3%
Total baja y media temperatura	MWh	4.258	15,3%		8.672	26,9%

Figura 2.19.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

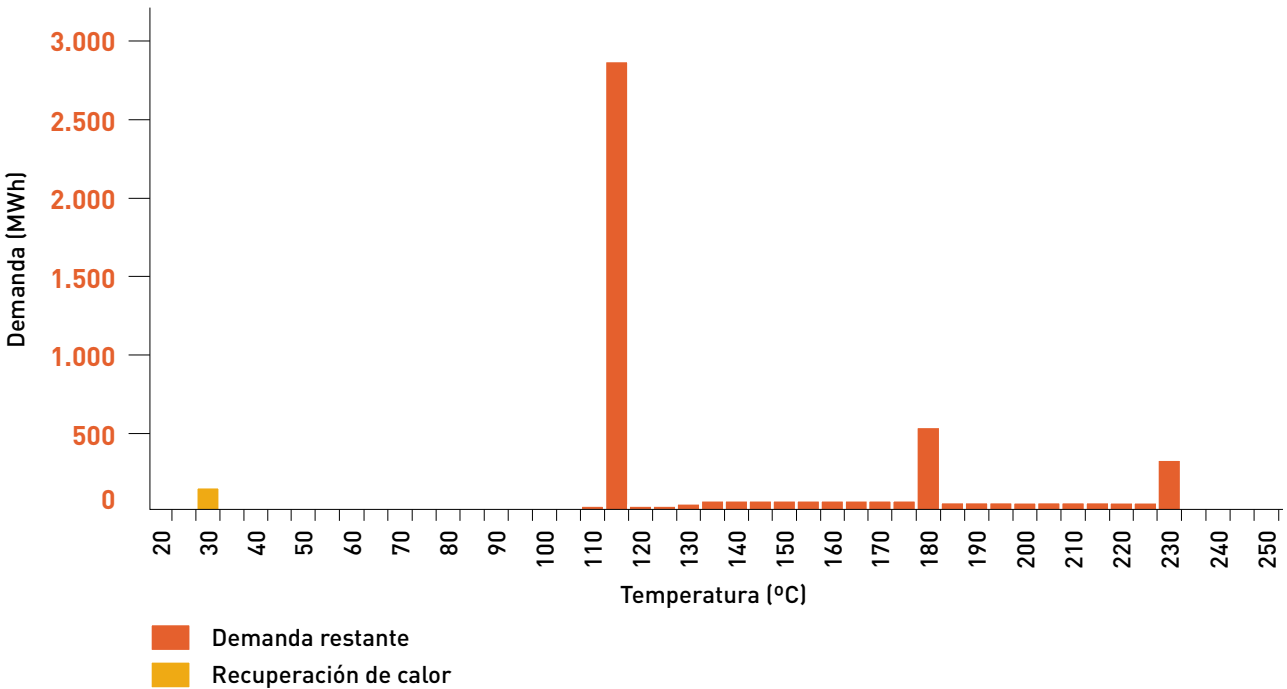
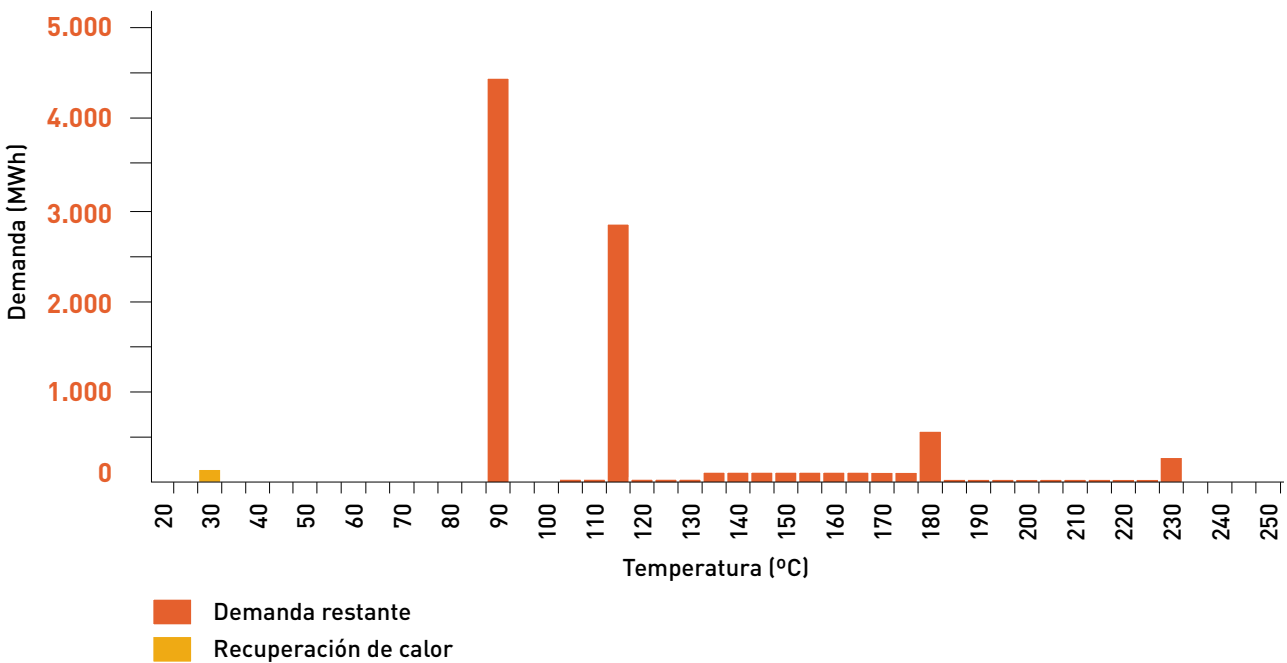


Figura 2.19.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.19.4 Potencial solar térmica

2.19.4.1 Resultados de las simulaciones

Simulaciones con captadores planos (CP): en ninguna zona se obtiene la generación específica de calor útil mínima requerida de 950 kWh/kW.

Tabla 2.19.5. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	2.084,25	3.347,75	3.780,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	1.562,37	2.509,67	2.836,81
	kWh/kW	0,00	0,00	749,61	749,66	750,48
Temp. media (captador)	°C	-	-	136	150	166
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	799,27	799,27	799,27
Generación de calor útil	MWh	-	-	645,79	772,59	900,49
	kWh/kW	-	-	807,97	966,61	1.126,63
Temp. media (captador)	°C	-	-	127	127	130
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	1.598,55	1.598,55	1.598,55
Generación de calor útil	MWh	-	-	1.244,40	1.481,74	1.726,49
	kWh/kW	-	-	778,46	926,93	1.080,04
Temp. media (captador)	°C	-	-	132	132	136
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	1.330,85	1.507,74	1.568,26
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	1.037,50	1.327,81	1.535,02
	kWh/kW	0,00	0,00	779,58	880,66	978,80
Temp. media (captador)	°C	-	-	131	132	137

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Factor limitante			Demanda	Demanda	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar		%	0,0	0,0	24,4	31,2	36,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	130,4	209,4	236,5
	Media posible	%	0,0	0,0	83,3	94,3	98,1

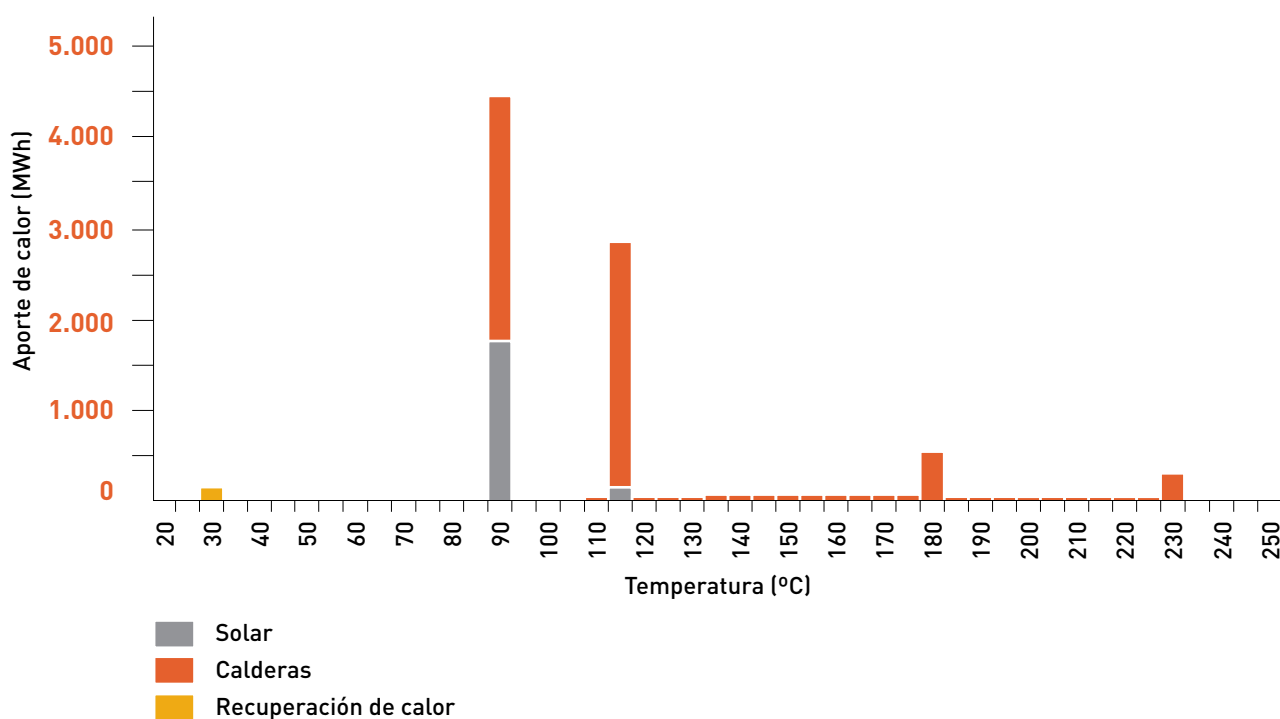
Tabla 2.19.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		546,00	3.962,00	3.962,00	3.962,00	3.962,00
Generación de calor útil	MWh		409,28	3.215,32	3.608,67	4.270,16	4.754,72
	kWh/kW		749,60	811,54	910,82	1.077,78	1.200,08
Temp. media (captador)	°C		99	116	120	119	126
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	799,27	799,27	799,27	799,27
Generación de calor útil	MWh		-	728,58	830,10	981,85	1.114,14
	kWh/kW		-	911,55	1.038,57	1.228,43	1.393,94
Temp. media (captador)	°C		-	101	102	102	104
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	1.598,55	1.598,55	1.598,55	1.598,55
Generación de calor útil	MWh		-	1.388,72	1.581,39	1.862,21	2.121,97
	kWh/kW		-	868,74	989,27	1.164,94	1.327,44
Temp. media (captador)	°C		-	108	110	109	112

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		546,00	1.593,74	1.593,74	1.593,74	1.593,74
Generación de calor útil	MWh		409,28	1.367,19	1.549,67	1.829,57	2.067,27
	kWh/kW		749,60	857,85	972,35	1.147,98	1.297,12
Temp. media (captador)	°C		-	-	108	107	111
Factor limitante			Demanda	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		4,7	15,8	17,9	21,1	23,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	34,2	247,9	247,9	247,9	247,9
	Media posible	%	34,2	99,7	99,7	99,7	99,7

Figura 2.19.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.19.7. Fracción solar media del sector

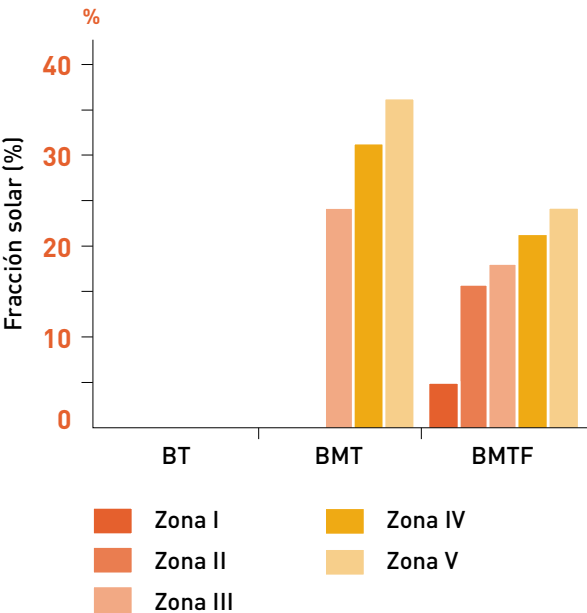


Figura 2.19.8. Grado medio de ocupación de superficie

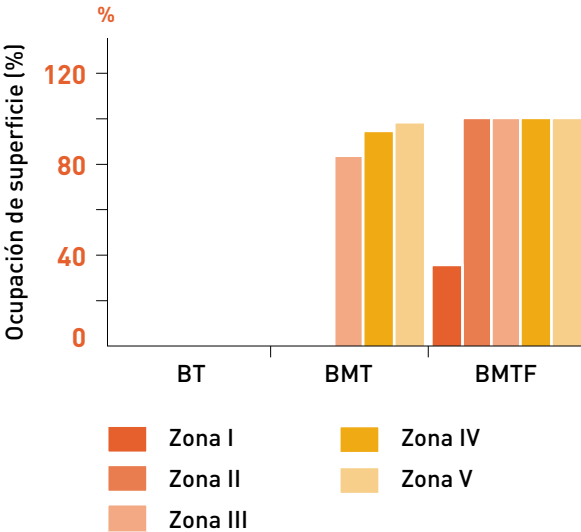
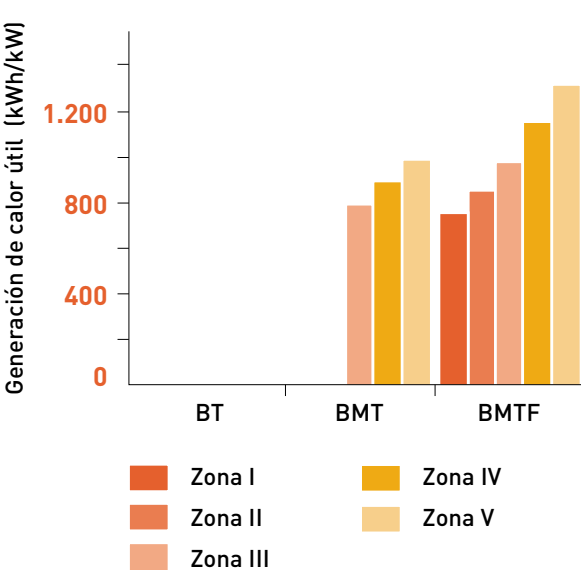


Figura 2.19.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.19.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.19.7. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	0,00	0,00	0,82	0,83	0,0	98,1	99,7
Cádiz	0,00	0,00	0,00	1,24	1,29	0,0	95,8	99,7
Córdoba	0,00	0,00	0,00	0,83	0,85	0,0	96,5	99,7
Granada	0,00	0,00	0,00	0,90	0,95	0,0	95,1	99,7
Huelva	0,00	0,00	0,00	0,53	0,54	0,0	98,0	99,7
Jaén	0,00	0,00	0,00	0,58	0,60	0,0	96,4	99,7
Málaga	0,00	0,00	0,00	1,90	2,01	0,0	94,4	99,7
Sevilla	0,00	0,00	0,00	2,33	2,37	0,0	98,1	99,7
Huesca	0,00	0,00	0,00	0,56	0,67	0,0	83,7	99,7
Teruel	0,00	0,00	0,00	0,31	0,37	0,0	82,7	99,7
Zaragoza	0,00	0,00	0,00	2,85	3,31	0,0	85,6	99,7
Asturias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,0	0,0	34,2
Islas Baleares	0,00	0,00	0,00	0,33	0,34	0,0	94,3	99,7
Las Palmas	0,00	0,00	0,00	0,29	0,30	0,0	98,1	99,7
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,00	0,00	0,26	0,26	0,0	98,1	99,7
Cantabria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,0	0,0	34,2
Albacete	0,00	0,00	0,00	0,71	0,72	0,0	98,0	99,7
Ciudad Real	0,00	0,00	0,00	0,82	0,87	0,0	94,3	99,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Cuenca	0,00	0,00	0,00	0,30	0,33	0,0	91,4	99,7
Guadalajara	0,00	0,00	0,00	0,42	0,44	0,0	93,6	99,7
Toledo	0,00	0,00	0,00	1,14	1,21	0,0	93,9	99,7
Ávila	0,00	0,00	0,00	0,21	0,23	0,0	92,1	99,7
Burgos	0,00	0,00	0,00	0,01	0,72	0,0	1,5	98,2
León	0,00	0,00	0,00	0,34	0,78	0,0	43,0	99,7
Palencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,0	0,0	99,7
Salamanca	0,00	0,00	0,00	0,45	0,54	0,0	83,7	99,7
Segovia	0,00	0,00	0,00	0,22	0,26	0,0	83,5	99,7
Soria	0,00	0,00	0,00	0,13	0,15	0,0	83,3	99,7
Valladolid	0,00	0,00	0,00	0,10	1,04	0,0	9,6	99,7
Zamora	0,00	0,00	0,00	0,21	0,25	0,0	83,3	99,7
Barcelona	0,00	0,00	0,00	6,73	12,90	0,0	52,0	99,7
Girona	0,00	0,00	0,00	1,11	1,43	0,0	77,4	99,7
Lleida	0,00	0,00	0,00	0,67	0,83	0,0	80,5	99,7
Tarragona	0,00	0,00	0,00	1,43	1,51	0,0	94,2	99,7
Alicante/ Alacant	0,00	0,00	0,00	2,24	2,32	0,0	96,5	99,7
Castellón/ Castelló	0,00	0,00	0,00	0,95	1,01	0,0	94,3	99,7
Valencia/ València	0,00	0,00	0,00	3,70	3,91	0,0	94,1	99,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Badajoz	0,00	0,00	0,00	0,81	0,84	0,0	97,0	99,7
Cáceres	0,00	0,00	0,00	0,48	0,50	0,0	96,6	99,7
A Coruña	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,0	0,0	34,2
Lugo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,0	0,0	75,6
Ourense	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,0	1,6	87,5
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,0	0,0	50,7
La Rioja	0,00	0,00	0,00	0,59	0,82	0,0	71,3	99,7
Madrid	0,00	0,00	0,00	5,67	5,99	0,0	94,3	99,7
Murcia	0,00	0,00	0,00	2,13	2,20	0,0	96,4	99,7
Navarra	0,00	0,00	0,00	0,83	1,13	0,0	59,9	81,4
Álava	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,0	0,8	39,1
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,0	0,0	34,2
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,0	0,0	34,2
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	98,1	99,7
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	98,1	99,7
Total nacional	0,00	0,00	0,00	46,14	60,74	0,0	70,3	92,5

Tabla 2.19.8. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	0	0	0,0	802	36,0	1.080	23,8
Cádiz	0	0	0	0,0	1.136	33,1	1.550	22,2
Córdoba	0	0	0	0,0	778	34,0	1.056	22,7
Granada	0	0	0	0,0	812	32,1	1.113	21,6
Huelva	0	0	0	0,0	514	36,0	693	23,8
Jaén	0	0	0	0,0	547	33,9	743	22,6
Málaga	0	0	0	0,0	1.677	31,2	2.309	21,1
Sevilla	0	0	0	0,0	2.283	36,0	3.075	23,8
Huesca	0	0	0	0,0	455	25,5	680	18,7
Teruel	0	0	0	0,0	246	24,7	370	18,3
Zaragoza	0	0	0	0,0	2.287	25,8	3.347	18,6
Asturias	0	0	0	0,0	0	0,0	243	4,7
Islas Baleares	0	0	0	0,0	287	31,2	396	21,1
Las Palmas	0	0	0	0,0	289	36,0	389	23,8
Santa Cruz de Tenerife	0	0	0	0,0	251	36,0	338	23,8
Cantabria	0	0	0	0,0	0	0,0	288	4,7
Albacete	0	0	0	0,0	695	35,9	937	23,8
Ciudad Real	0	0	0	0,0	721	31,2	994	21,1
Cuenca	0	0	0	0,0	265	29,9	372	20,6

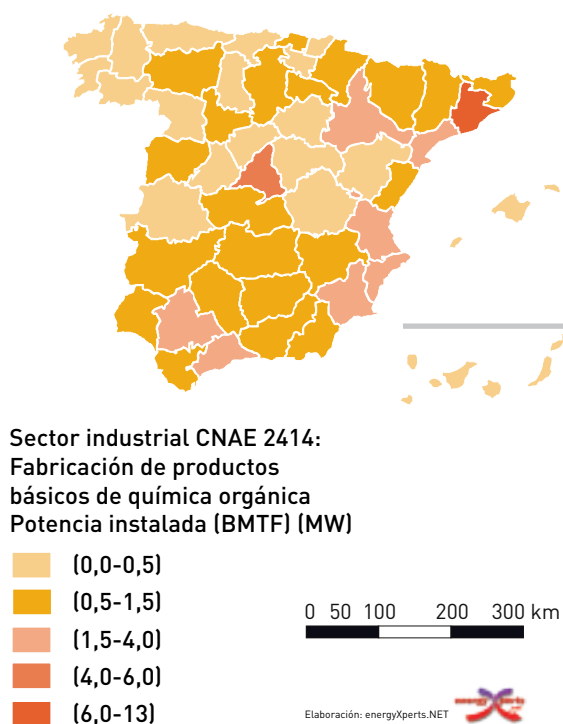
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guadalajara	0	0	0	0,0	367	30,9	508	21,0
Toledo	0	0	0	0,0	1.001	30,9	1.382	21,0
Ávila	0	0	0	0,0	182	29,8	255	20,4
Burgos	0	0	0	0,0	9	0,5	622	15,6
León	0	0	0	0,0	264	12,6	718	16,9
Palencia	0	0	0	0,0	0	0,0	238	15,8
Salamanca	0	0	0	0,0	356	24,6	530	18,0
Segovia	0	0	0	0,0	169	24,5	252	18,0
Soria	0	0	0	0,0	98	24,4	147	17,9
Valladolid	0	0	0	0,0	78	2,8	905	16,0
Zamora	0	0	0	0,0	165	24,4	247	17,9
Barcelona	0	0	0	0,0	5.255	15,2	12.002	17,1
Girona	0	0	0	0,0	869	22,7	1.384	17,7
Lleida	0	0	0	0,0	522	23,6	803	17,8
Tarragona	0	0	0	0,0	1.258	31,1	1.735	21,1
Alicante/ Alacant	0	0	0	0,0	2.106	34,0	2.861	22,7
Castellón/ Castelló	0	0	0	0,0	841	31,2	1.158	21,1
Valencia/ València	0	0	0	0,0	3.251	31,1	4.483	21,0
Badajoz	0	0	0	0,0	776	34,7	1.051	23,1
Cáceres	0	0	0	0,0	455	34,1	617	22,7

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
A Coruña	0	0	0	0,0	0	0,0	217	4,7
Lugo	0	0	0	0,0	0	0,0	130	11,7
Ourense	0	0	0	0,0	2	0,5	140	13,8
Pontevedra	0	0	0	0,0	0	0,0	287	7,5
La Rioja	0	0	0	0,0	457	20,9	783	17,6
Madrid	0	0	0	0,0	4.991	31,2	6.877	21,1
Murcia	0	0	0	0,0	1.988	33,9	2.703	22,6
Navarra	0	0	0	0,0	646	17,5	1.065	14,2
Álava	0	0	0	0,0	3	0,2	155	5,6
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	0	0,0	277	4,7
Vizcaya	0	0	0	0,0	0	0,0	433	4,7
Ceuta	0	0	0	0,0	0	36,0	0	23,8
Melilla	0	0	0	0,0	0	36,0	0	23,8
Total nacional	0	0	0	0,0	40.150	23,0	64.938	18,2

Figura 2.19.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.19.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la ausencia de demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 0%).

Para la demanda total a baja y media temperatura (sin frío) el potencial solar está limitado por la demanda en zonas I y II, en régimen intermedio en zona III, y limitado por la superficie disponible en zonas IV y V. Incluyendo las demandas de frío, el potencial solar está limitado por la superficie en todas las zonas, excepto zona I donde sigue siendo la demanda el factor limitante. Se obtiene una fracción solar del 23% (calor a baja y media temperatura) y del 18% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 120 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Destilación (precalentamiento).
- Stripping (regeneración).

2.19.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2003]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry. Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

2.20 CNAE 2415. FABRICACIÓN DE ABONOS Y COMPONENTES NITROGENADOS FERTILIZANTES

2.20.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.20.1.

Tabla 2.20.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	528	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	10,77
Número de empleados	-	15.634	29,6
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	15.152.190	28.708
Consumo total electricidad		3.521.581	6.672
Consumo energía final (gen. calor)		15.405.743	29.188
Consumo electricidad gen. frío		545.502	1.034
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	1.172.023	2.221
Otras superficies adyacentes		407.712	772
Total		1.579.735	2.993
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	10.097	
Por € de facturación	kWh/€	2,80	
Por trabajador	kWh/trabajador	1.020.317	
P or unidad de producto	kWh/up	-	

2.20.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.20.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{conv/dist}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25	-	0,46		133,23	0,83	110,98			Manten.		60 kWh/a.m²	
Reformado primario de amoníaco	750	20	13,00		3.795,68	0,98	3.719,77	-	385	Manten./circulac.	DOE, Energy and Environmental Profile of the US Chemical Industry	Porcentaje calculado suponiendo un volumen de producción similar para los diferentes tipos de fertilizantes	
Reformado secundario de amoníaco	910	600	13,00		3.795,68	0,98	3.719,77	-	-	Manten./circulac.			
CO ₂ stripping (amoníaco)	200		13,00		3.795,68	0,83	3.161,80			Manten.			
Convertidor de amoníaco	200		13,00		3.795,68	0,83	3.161,80			Manten.			
Stripper de vapor (amoníaco)	200		13,00		3.795,68	0,83	3.161,80			Manten.			
Producción de ácido fosfórico	80	20	8,60		2.509,39	0,83	2.090,32	-	50	Circulac.			
Producción de fosfato de amoníaco	190	20	1,40		407,25	0,83	339,24	-	105	Circulac.			
Producción de urea	185	20	4,27		1.245,40	0,83	1.037,42	-	102,5	Circulac.	DOE, Energy and Environmental Profile of the US Chemical Industry	Porcentaje calculado suponiendo un volumen de producción similar para los diferentes tipos de fertilizantes	
Producción de nitrato de amoníaco	105	20	1,27		371,76	0,83	309,68	-	62,5	Circulac.			
Producción de sulfato de amoníaco	190	20	18,99		5.542,62	0,83	4.617,00	-	105	Circulac.			
Total consumo de calor				-	29.054,82	0,87	25.318,59						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{conv/dist}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.20.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	3,2		98,13	85	0,70	140,18	Resultados Tarea 1	
Enfriamiento de reactores	5	96,8		3.002,43	85	0,70	4.289,18		
Total consumo de frío		-		3.100,56			4.429,37		

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.20.1. La Figura 2.20.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.20.3.

Figura 2.20.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

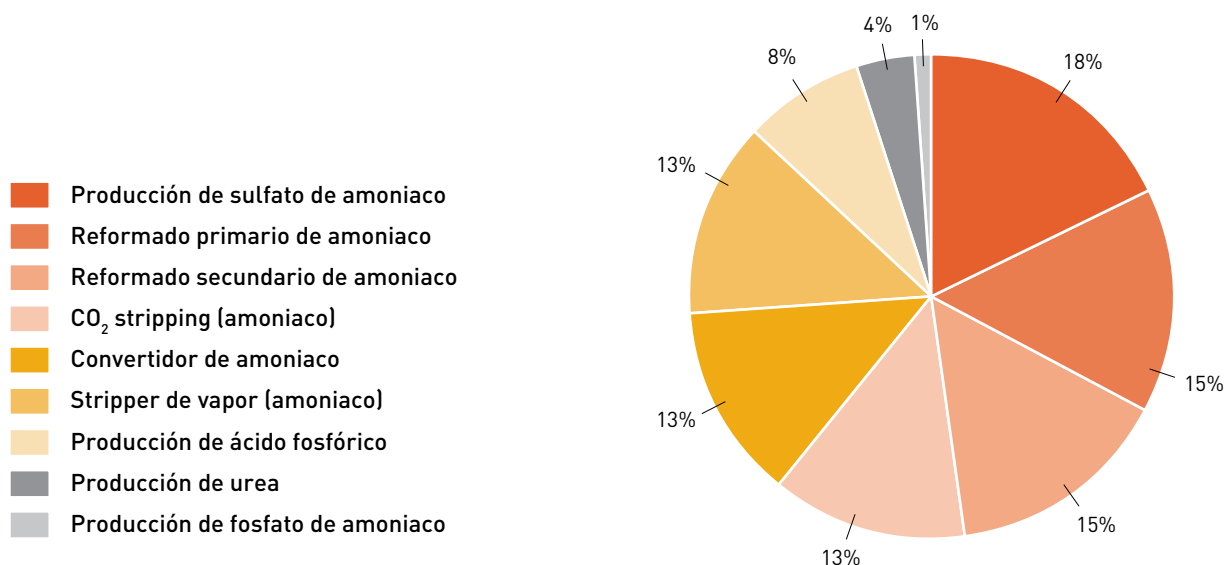


Figura 2.20.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

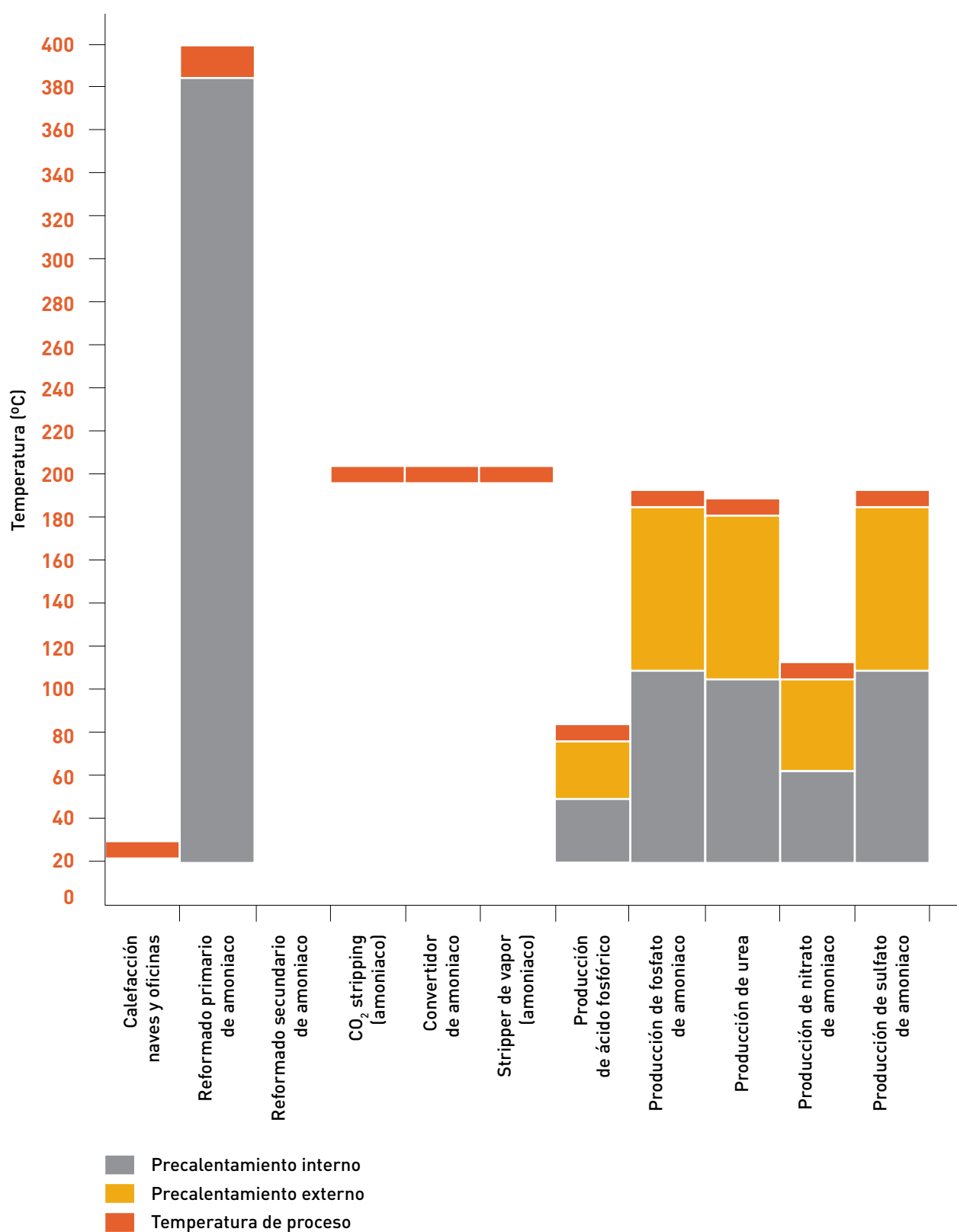
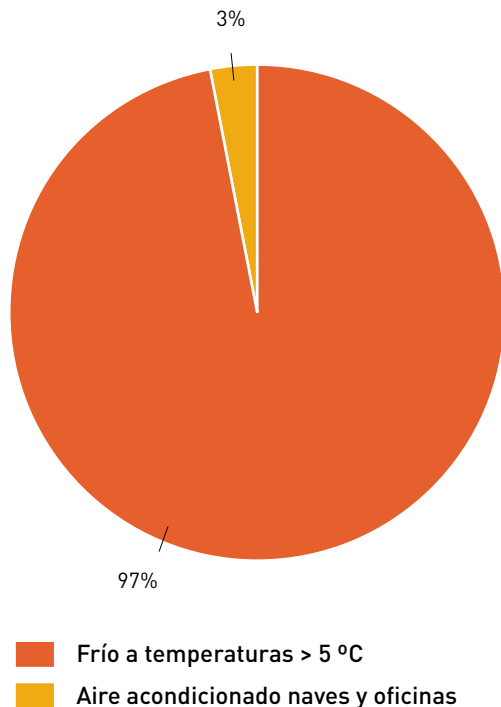


Figura 2.20.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.20.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.20.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.20.5.

Tabla 2.20.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	25.740		4.429	30.169	
Con recuperación de calor	MWh	25.627			30.057	
Reducción recuperación de calor	%	0			0	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	0	0,0%		0	0,0%
60 a 120 °C	MWh	2.820	11,0%		7.290	24,3%
120 a 250 °C	MWh	15.277	59,6%		15.250	50,7%
Total baja y media temperatura	MWh	18.097	70,6%		22.540	75,0%

Figura 2.20.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

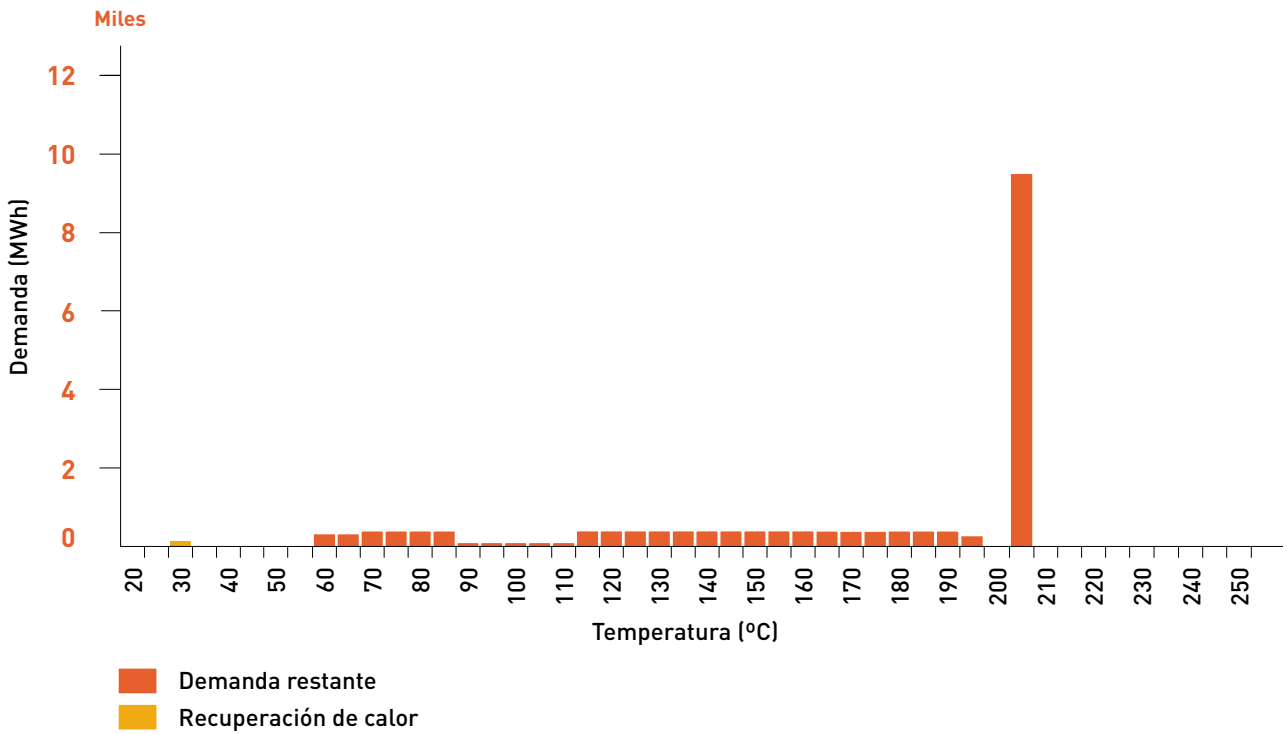
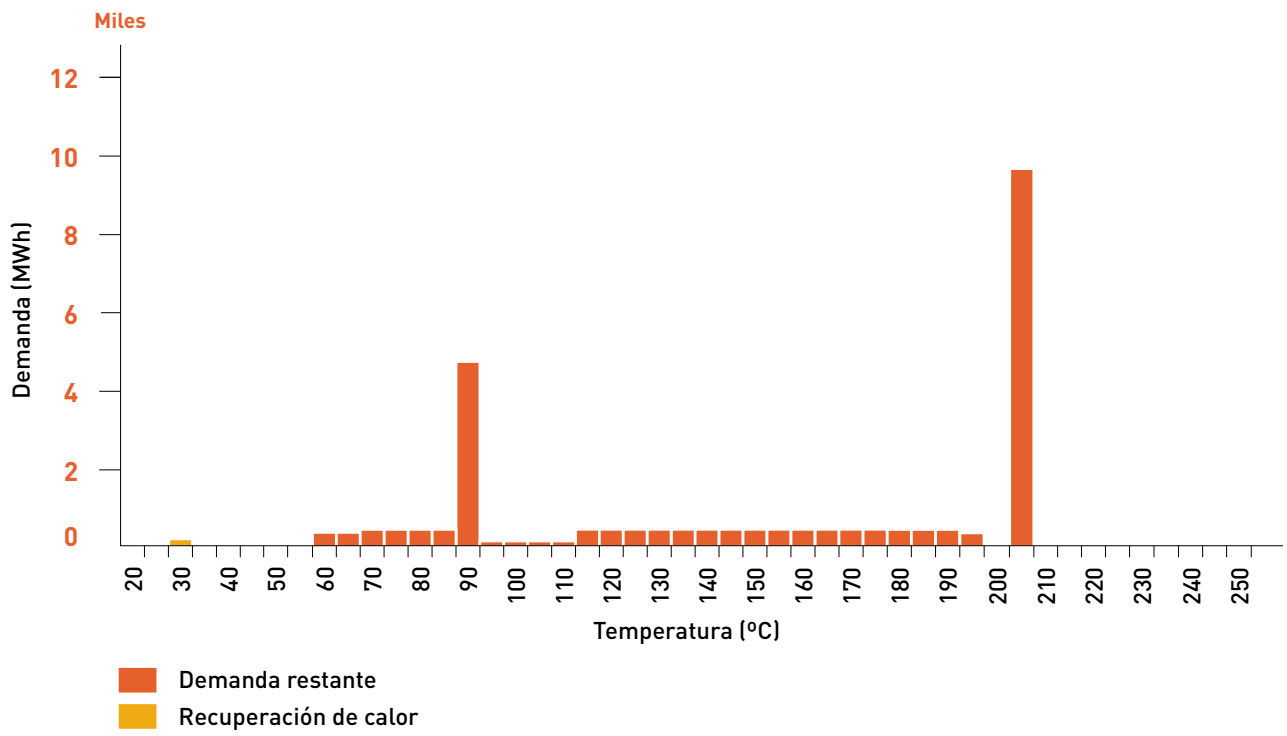


Figura 2.20.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.20.4 Potencial solar térmica

2.20.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.20.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	283,50	1.361,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	269,35	1.293,41
	kWh/kW	0,00	0,00	0,00	950,10	949,99
Temp. media (captador)	°C				78	90
Simulación 1b: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	448,51
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	486,13
	kWh/kW	-	-	-	-	1.084
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	83
Simulación 1c: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	897,03
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	914,06
	kWh/kW	-	-	-	-	1.019
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	86
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	283,50	773,68
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	269,35	787,44
	kWh/kW	-	0,00	0,00	950,10	1.017,79
Temp. media (captador)	°C				78	85
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio
Fracción solar	%	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	0,0	31,8	151,8
	Media posible	%	0,0	0,0	0,0	31,8	86,2

Figura 2.20.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

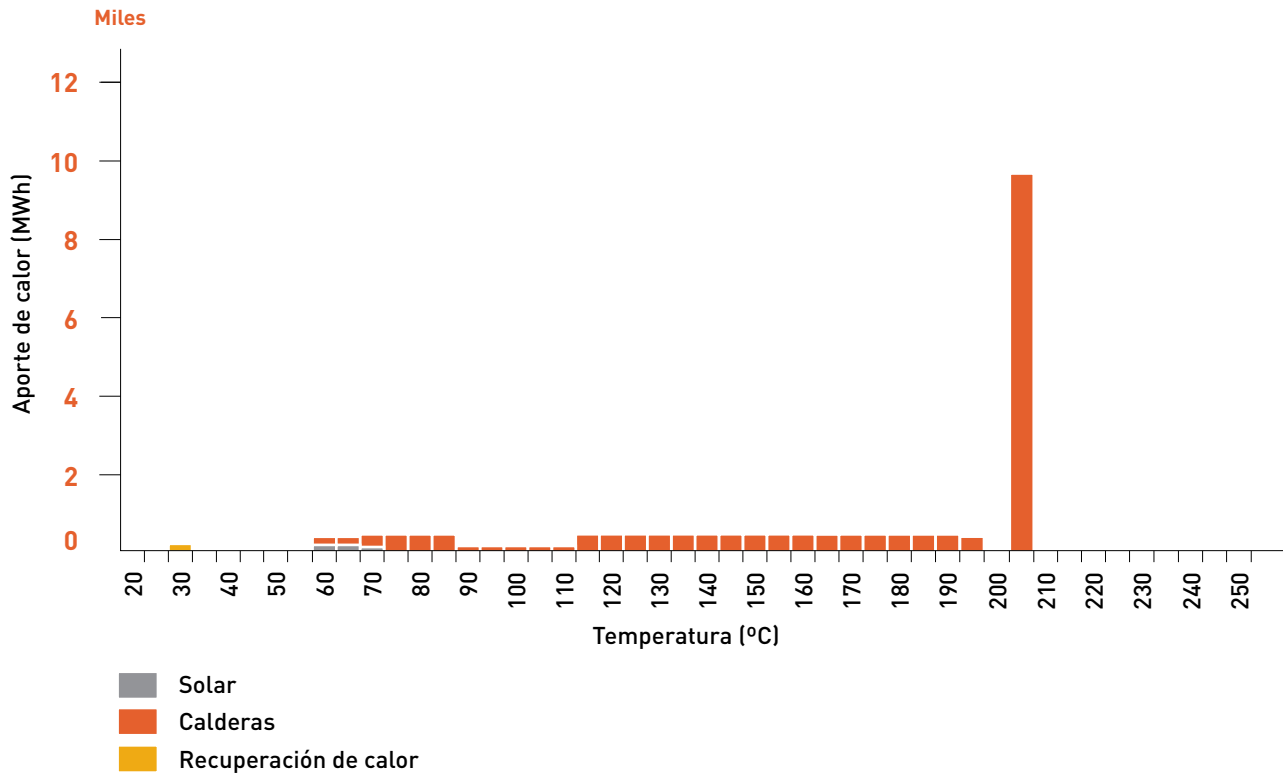


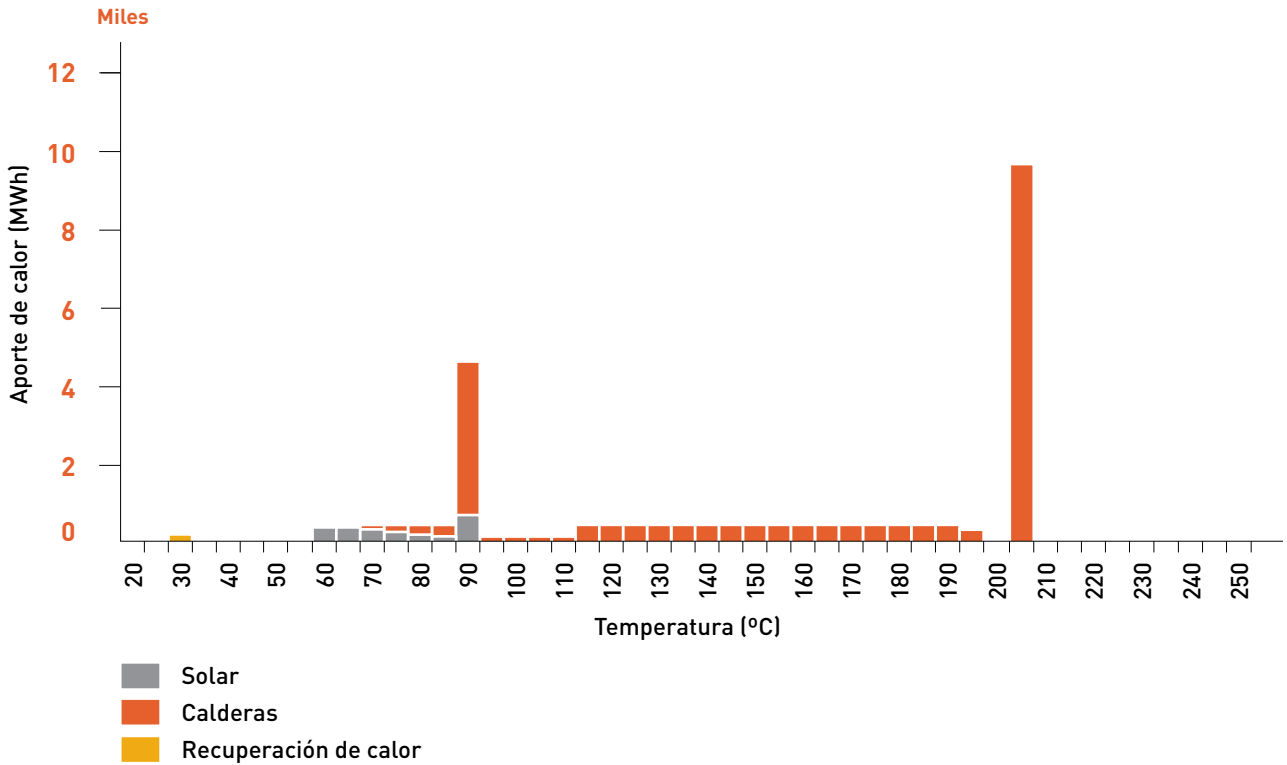
Tabla 2.20.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		2.376,50	3.514,00	3.514,00	3.514,00	3.514,00
Generación de calor útil	MWh		1.783,23	2.659,89	2.919,89	3.300,10	3.706,60
	kWh/kW		750,36	756,94	830,93	939,13	1.054,81
Temp. media (captador)	°C		104	121	129	132	140
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		702,58	702,58	702,58	702,58	702,58
Generación de calor útil	MWh		637,12	756,17	842,53	975,77	1.089,93
	kWh/kW		906,83	1.076,27	1.199,19	1.388,83	1.551,32
Temp. media (captador)	°C		85	86	88	88	91
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		1.405,16	1.405,16	1.405,16	1.405,16	1.405,16
Generación de calor útil	MWh		1.197,83	1.412,15	1.548,57	1.795,63	1.971,95
	kWh/kW		852,45	1.004,97	1.102,06	1.277,88	1.403,36
Temp. media (captador)	°C		92	94	99	98	105
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.246,07	1.405,32	1.405,32	1.405,32	1.405,32
Generación de calor útil	MWh		1.044,29	1.311,32	1.444,02	1.661,91	1.844,35
	kWh/kW		838,07	933,11	1.027,54	1.182,59	1.312,41
Temp. media (captador)	°C		90	94	98	99	104
Factor limitante			Intermedio	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		5,8	7,2	8,0	9,2	10,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	169,1	250,1	250,1	250,1	250,1
	Media posible	%	88,7	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 2.20.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		3.514,00	3.514,00	3.514,00	3.514,00	3.514,00
Generación de calor útil	MWh		2.817,74	3.335,49	3.724,03	4.308,90	4.817,17
	kWh/kW		801,86	949,20	1.059,77	1.226,21	1.370,85
Temp. media (captador)	°C		99	101	104	105	110
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		702,58	702,58	702,58	702,58	702,58
Generación de calor útil	MWh		644,53	765,93	858,57	991,08	1.119,40
	kWh/kW		917,38	1.090,16	1.222,02	1.410,63	1.593,26
Temp. media (captador)	°C		84	84	86	86	88
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		1.405,16	1.405,16	1.405,16	1.405,16	1.405,16
Generación de calor útil	MWh		1.253,76	1.489,39	1.660,45	1.922,99	2.154,96
	kWh/kW		892,25	1.059,94	1.181,68	1.368,52	1.533,60
Temp. media (captador)	°C		88	89	91	91	94
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.405,32	1.405,32	1.405,32	1.405,32	1.405,32
Generación de calor útil	MWh		1.216,84	1.443,99	1.612,56	1.865,62	2.092,73
	kWh/kW		865,88	1.027,52	1.147,47	1.327,54	1.489,15
Temp. media (captador)	°C		87	89	91	91	94
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		5,4	6,4	7,2	8,3	9,3
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,1	250,1	250,1	250,1	250,1
	Media posible	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Figura 2.20.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.20.8. Fracción solar media del sector. No hay demanda de calor a baja temperatura

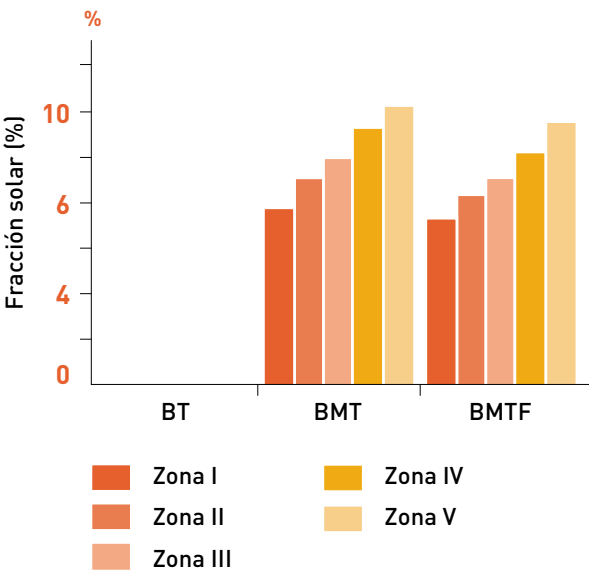


Figura 2.20.9. Grado medio de ocupación de superficie

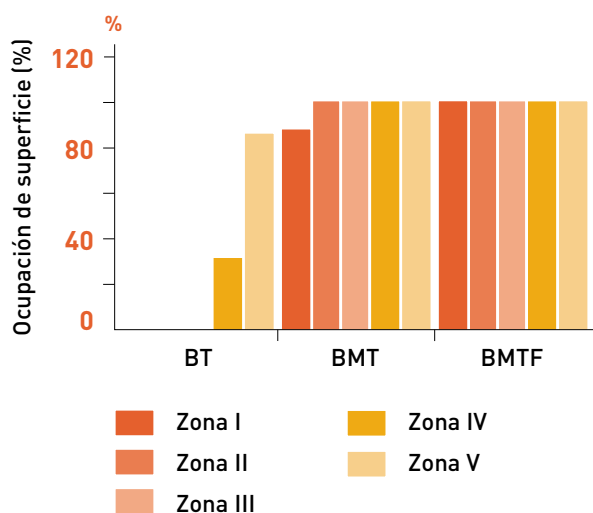
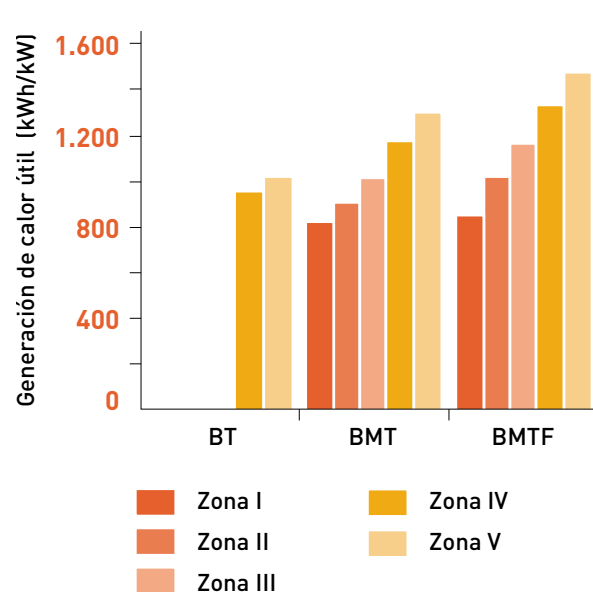


Figura 2.20.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.20.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.20.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	5,67	5,67	11,51	11,51	49,3	100,0	100,0
Cádiz	0,00	5,33	5,33	17,76	17,76	30,0	100,0	100,0
Córdoba	0,00	4,30	4,30	11,81	11,81	36,4	100,0	100,0
Granada	0,00	3,12	3,12	13,07	13,07	23,8	100,0	100,0
Huelva	0,00	3,62	3,62	7,39	7,39	48,9	100,0	100,0
Jaén	0,00	2,93	2,93	8,35	8,35	35,2	100,0	100,0
Málaga	0,00	5,02	5,02	27,74	27,74	18,1	100,0	100,0
Sevilla	0,00	16,21	16,21	32,74	32,74	49,5	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Huesca	0,00	0,47	0,47	9,22	9,22	5,1	100,0	100,0
Teruel	0,00	0,13	0,13	5,14	5,14	2,6	100,0	100,0
Zaragoza	0,00	1,74	1,74	45,78	45,78	3,8	100,0	100,0
Asturias	0,00	0,00	0,00	11,61	13,10	0,0	88,7	100,0
Islas Baleares	0,00	0,84	0,84	4,76	4,76	17,7	100,0	100,0
Las Palmas	0,00	2,05	2,05	4,14	4,14	49,5	100,0	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	1,78	1,78	3,60	3,60	49,5	100,0	100,0
Cantabria	0,00	0,00	0,00	13,72	15,48	0,0	88,7	100,0
Albacete	0,00	4,88	4,88	10,00	10,00	48,9	100,0	100,0
Ciudad Real	0,00	2,12	2,12	11,97	11,97	17,7	100,0	100,0
Cuenca	0,00	0,82	0,82	4,57	4,57	18,0	100,0	100,0
Guadalajara	0,00	1,06	1,06	6,14	6,14	17,3	100,0	100,0
Toledo	0,00	2,84	2,84	16,73	16,73	17,0	100,0	100,0
Ávila	0,00	0,45	0,45	3,16	3,16	14,1	100,0	100,0
Burgos	0,00	0,00	0,00	10,12	10,14	0,0	99,8	100,0
León	0,00	0,00	0,00	10,82	10,82	0,0	100,0	100,0
Palencia	0,00	0,00	0,00	3,83	3,83	0,0	100,0	100,0
Salamanca	0,00	0,05	0,05	7,47	7,47	0,7	100,0	100,0
Segovia	0,00	0,02	0,02	3,57	3,57	0,5	100,0	100,0
Soria	0,00	0,00	0,00	2,09	2,09	0,0	100,0	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Valladolid	0,00	0,00	0,00	14,35	14,35	0,0	100,0	100,0
Zamora	0,00	0,00	0,00	3,50	3,50	0,0	100,0	100,0
Barcelona	0,00	0,16	0,16	178,22	178,22	0,1	100,0	100,0
Girona	0,00	0,00	0,00	19,82	19,82	0,0	100,0	100,0
Lleida	0,00	0,01	0,01	11,44	11,44	0,1	100,0	100,0
Tarragona	0,00	3,65	3,65	20,91	20,91	17,5	100,0	100,0
Alicante/ Alacant	0,00	11,61	11,61	31,99	31,99	36,3	100,0	100,0
Castellón/ Castelló	0,00	2,46	2,46	13,95	13,95	17,6	100,0	100,0
Valencia/ València	0,00	9,42	9,42	54,07	54,07	17,4	100,0	100,0
Badajoz	0,00	4,69	4,69	11,56	11,56	40,6	100,0	100,0
Cáceres	0,00	2,53	2,53	6,90	6,90	36,6	100,0	100,0
A Coruña	0,00	0,00	0,00	10,36	11,69	0,0	88,7	100,0
Lugo	0,00	0,00	0,00	2,70	2,82	0,0	95,8	100,0
Ourense	0,00	0,00	0,00	2,54	2,59	0,0	97,9	100,0
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	8,87	9,69	0,0	91,5	100,0
La Rioja	0,00	0,00	0,00	11,31	11,31	0,0	100,0	100,0
Madrid	0,00	14,64	14,64	82,75	82,75	17,7	100,0	100,0
Murcia	0,00	10,67	10,67	30,36	30,36	35,1	100,0	100,0
Navarra	0,00	0,00	0,00	18,45	19,05	0,0	96,8	100,0
Álava	0,00	0,00	0,00	6,34	7,08	0,0	89,5	100,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	13,21	14,90	0,0	88,7	100,0
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	20,63	23,26	0,0	88,7	100,0
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	49,5	100,0	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	49,5	100,0	100,0
Total nacional	0,00	125,30	125,30	893,03	904,28	13,9	98,8	100,0

Tabla 2.20.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	6.421	6.421	-	15.098	10,2	17.130	9,3
Cádiz	0	5.934	5.934	-	21.892	9,6	24.685	8,7
Córdoba	0	4.823	4.823	-	14.865	9,8	16.797	8,9
Granada	0	3.436	3.436	-	15.784	9,4	17.759	8,5
Huelva	0	4.092	4.092	-	9.686	10,2	10.988	9,3
Jaén	0	3.289	3.289	-	10.465	9,7	11.820	8,8
Málaga	0	5.443	5.443	-	32.854	9,2	36.886	8,3
Sevilla	0	18.346	18.346	-	42.971	10,2	48.758	9,3

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Huesca	0	514	514	-	9.855	8,3	11.019	7,5
Teruel	0	143	143	-	5.380	8,1	6.011	7,3
Zaragoza	0	1.880	1.880	-	48.558	8,2	54.294	7,4
Asturias	0	0	0	-	9.732	5,8	11.340	5,4
Islas Baleares	0	913	913	-	5.632	9,2	6.322	8,3
Las Palmas	0	2.319	2.319	-	5.431	10,2	6.162	9,3
Santa Cruz de Tenerife	0	2.018	2.018	-	4.726	10,2	5.362	9,3
Cantabria	0	0	0	-	11.502	5,8	13.402	5,4
Albacete	0	5.526	5.526	-	13.095	10,2	14.856	9,3
Ciudad Real	0	2.299	2.299	-	14.147	9,2	15.882	8,3
Cuenca	0	908	908	-	5.308	9,0	5.962	8,1
Guadalajara	0	1.150	1.150	-	7.233	9,2	8.119	8,2
Toledo	0	3.082	3.082	-	19.688	9,1	22.098	8,2
Ávila	0	483	483	-	3.641	8,9	4.084	8,0
Burgos	0	0	0	-	9.438	7,2	10.407	6,4
León	0	0	0	-	10.626	7,6	11.790	6,8
Palencia	0	0	0	-	3.574	7,2	3.936	6,4
Salamanca	0	59	59	-	7.724	8,0	8.627	7,2
Segovia	0	18	18	-	3.680	8,0	4.110	7,2
Soria	0	0	0	-	2.143	8,0	2.394	7,2

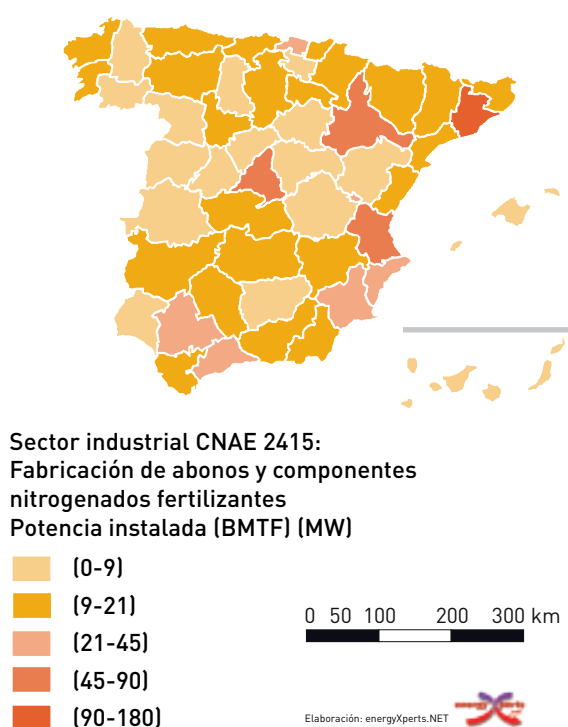
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Valladolid	0	0	0	-	13.549	7,3	14.947	6,5
Zamora	0	0	0	-	3.599	8,0	4.020	7,2
Barcelona	0	169	169	-	176.940	7,7	196.627	6,9
Girona	0	0	0	-	20.233	7,9	22.575	7,1
Lleida	0	8	8	-	11.726	8,0	13.089	7,1
Tarragona	0	3.958	3.958	-	24.689	9,2	27.713	8,3
Alicante/ Alacant	0	13.031	13.031	-	40.263	9,8	45.495	8,9
Castellón/ Castelló	0	2.663	2.663	-	16.485	9,2	18.505	8,3
Valencia/ València	0	10.205	10.205	-	63.818	9,2	71.636	8,3
Badajoz	0	5.286	5.286	-	14.751	9,9	16.691	9,0
Cáceres	0	2.835	2.835	-	8.688	9,8	9.818	8,9
A Coruña	0	0	0	-	8.683	5,8	10.118	5,4
Lugo	0	0	0	-	2.434	6,7	2.730	6,0
Ourense	0	0	0	-	2.331	7,0	2.590	6,2
Pontevedra	0	0	0	-	7.668	6,1	8.789	5,7
La Rioja	0	0	0	-	11.470	7,9	12.785	7,0
Madrid	0	15.854	15.854	-	97.853	9,2	109.846	8,3
Murcia	0	11.958	11.958	-	38.066	9,7	42.997	8,8
Navarra	0	0	0	-	18.058	7,4	20.358	6,7
Álava	0	0	0	-	5.369	5,9	6.224	5,5

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guipúzcoa	0	0	0	-	11.073	5,8	12.903	5,4
Vizcaya	0	0	0	-	17.287	5,8	20.144	5,4
Ceuta	0	0	0	-	0	10,2	0	9,3
Melilla	0	0	0	-	0	10,2	0	9,3
Total nacional	0	139.062	139.062	-	979.763	8,4	1.101.600	7,6

Figura 2.20.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.20.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura para zonas I a IV, y en régimen intermedio para zona V (ocupación media de la superficie disponible del 14%). El potencial solar para la demanda total a baja y media temperatura está limitado por la superficie (excepto zona I, sin consideración de demandas de frío: régimen intermedio), permitiendo una fracción solar del 8,4% (calor a baja y media temperatura) y del 7,6% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 100 °C:

- Calefacción de naves y oficinas.
- Producción de ácido fosfórico.
- Producción de nitrato de amoníaco (precalentamiento).

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de vapor a temperaturas superiores.

2.20.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

DOE [2000]:

Energy and Environmental Profile of the US Chemical Industry, Prepared by Energetics Incorporated for the US Department of Energy - Office of Industrial Technologies

http://www1.eere.energy.gov/industry/chemicals/tools_profile.html

2.21 CNAE 2416. FABRICACIÓN DE PRIMERAS MATERIAS PLÁSTICAS

2.21.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.21.1.

Tabla 2.21.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	124	
Producción total	up	37.777.267	305.815
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas		
Facturación	M€	5.687	46,04
Número de empleados	-	3.659	29,6
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.546.257	28.708
Consumo total electricidad		824.200	6.672
Consumo energía final (gen. calor)		3.793.517	30.709
Consumo electricidad gen. frío		128.918	1.044
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	359.013	2.906
Otras superficies adyacentes		124.890	1.011
Total		483.902	3.917
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	8.106	
Por € de facturación	kWh/€	0,69	
Por trabajador	kWh/trabajador	1.072.017	
Por unidad de producto	kWh/up	104	

2.21.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.21.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual/recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		0,6		173,72	0,83	144,71			Manten.		60 kWh/a.m ²	
Autoclave LDPE	240	20	1,6	1,6	482,40	0,83	401,84	-	130	Circulac. (batch)	BREF Polymers	Porcentajes calculados a partir de los volúmenes de producción y de los consumos energéticos por unidad de producto según el BREF Polymers	
Reactor tubular LDPE	160	20	1,6	1,6	482,40	0,83	401,84	-	90	Manten./circulac. (batch)			
Polimerización HDPE	90	20	10,5	10,5	3.218,82	0,83	2.681,28	-	55	Manten./circulac. (batch)			
Polimerización polipropileno	85	20	13,1	13,1	4.013,28	0,83	3.343,06	-	53	Manten./circulac.			
Iniciación polimerización poliestireno	145	20	3,1	3,1	942,42	0,83	785,03	-	83	Circulac.			
Devolatilización poliestireno	240		3,1	3,1	942,42	0,83	785,03			Manten.			
Stripping S-PVC	120		15,0	15,0	4.602,21	0,83	3.833,64			Manten.			
Stripping E-PVC	120		10,4	10,4	3.168,33	0,83	2.639,22			Manten.			

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Secado PVC	200	20	25,4	25,4	7.770,54	0,98	7.615,13	25	130	Manten./circulac.		Porcentajes calculados a partir de los volúmenes de producción y de los consumos energéticos por unidad de producto según el BREF Polymers	
Poliéster orto/isoftálmico	135	20	7,1	7,1	2.180,98	0,83	1.816,75	-	78	Manten./circulac. (batch)	BREF Polymers		
Resina de vinyl ester	115	20	7,2	7,2	2.206,34	0,83	1.837,88	-	68	Circulac.			
Polimerización nylon	260		0,7	0,7	204,52	0,83	170,36			Manten.			
Secado nylon	100		0,7	0,7	204,52	0,83	170,36			Manten.			
Total consumo de calor				100,04	30.592,88	0,87	26.626,14						

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.21.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	4,1	0,14	127,95	85	0,70	182,78	Resultados Tarea 1	
Enfriamiento de reactores	5	95,9	3,26	2.991,05	85	0,70	4.272,93		
Total consumo de frío				3,40	3.118,99	4.455,71			

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Datos calculados por diferencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.21.1. La Figura 2.21.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.21.3.

Figura 2.21.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

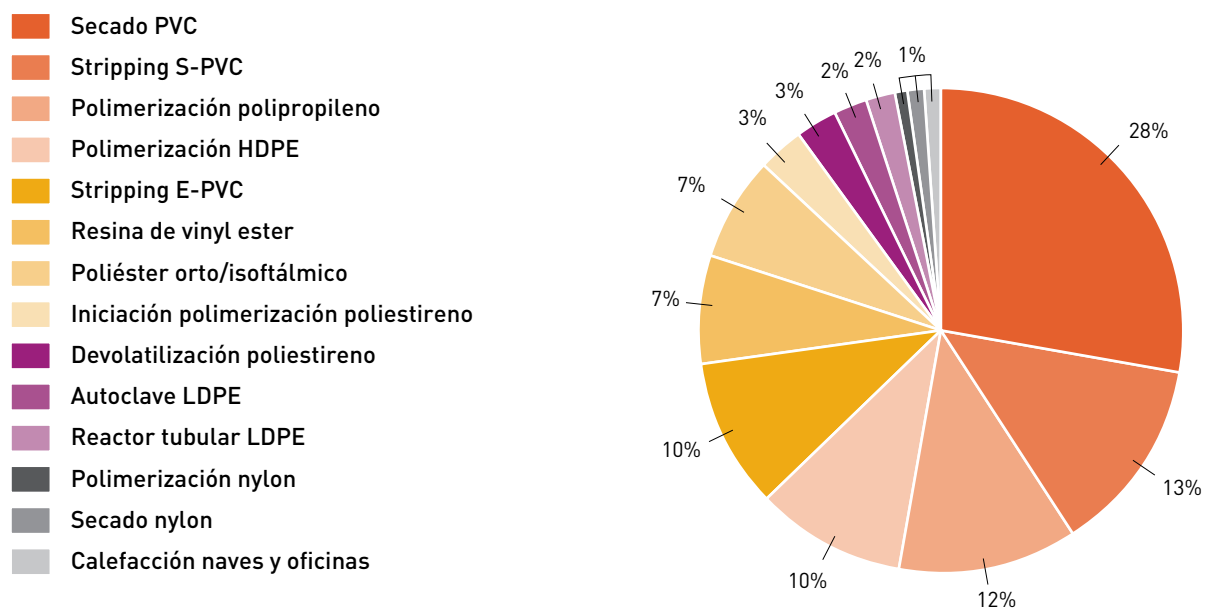


Figura 2.21.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

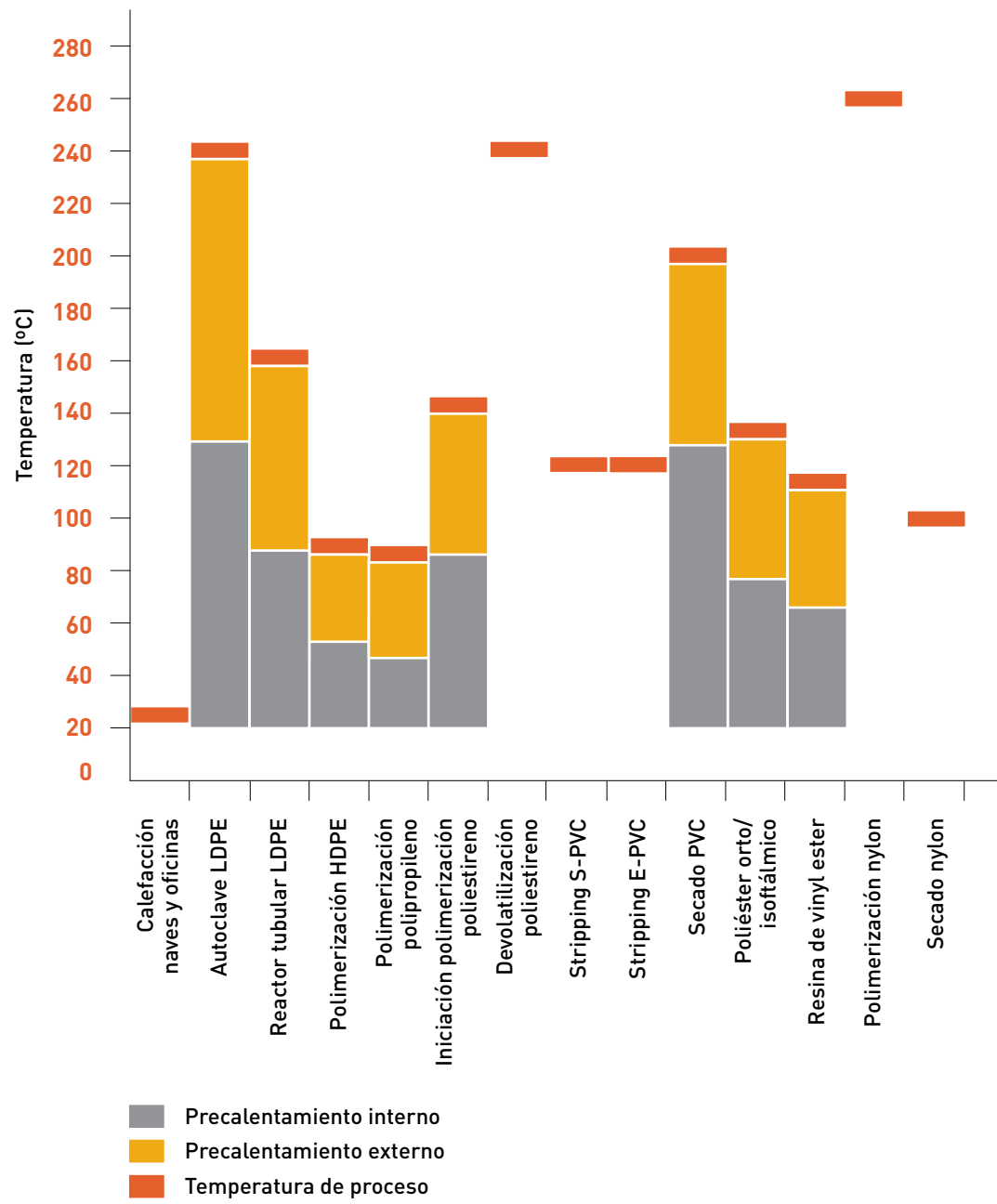
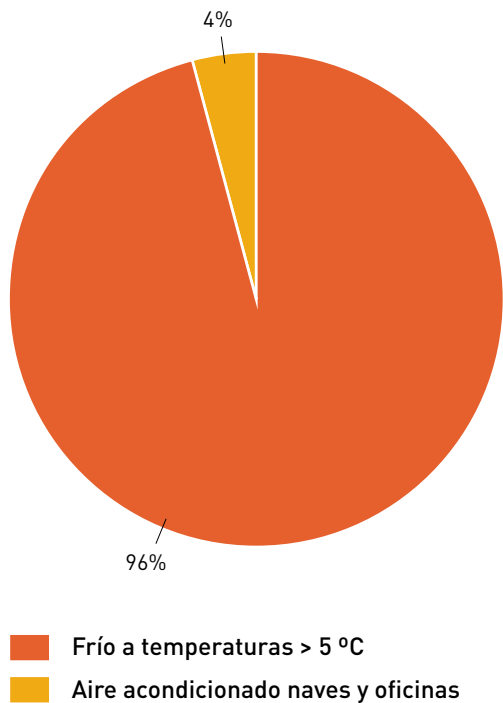


Figura 2.21.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.21.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.21.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.21.5.

Tabla 2.21.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	27.169		4.456	31.624	
Con recuperación de calor	MWh	27.021			31.477	
Reducción recuperación de calor	%	1			0	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	0	0,0%		0	0,0%
60 a 120 °C	MWh	8.961	33,2%		13.469	42,8%
120 a 250 °C	MWh	17.886	66,2%		17.835	56,7%
Total baja y media temperatura	MWh	26.847	99,4%		31.304	99,4%

Figura 2.21.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

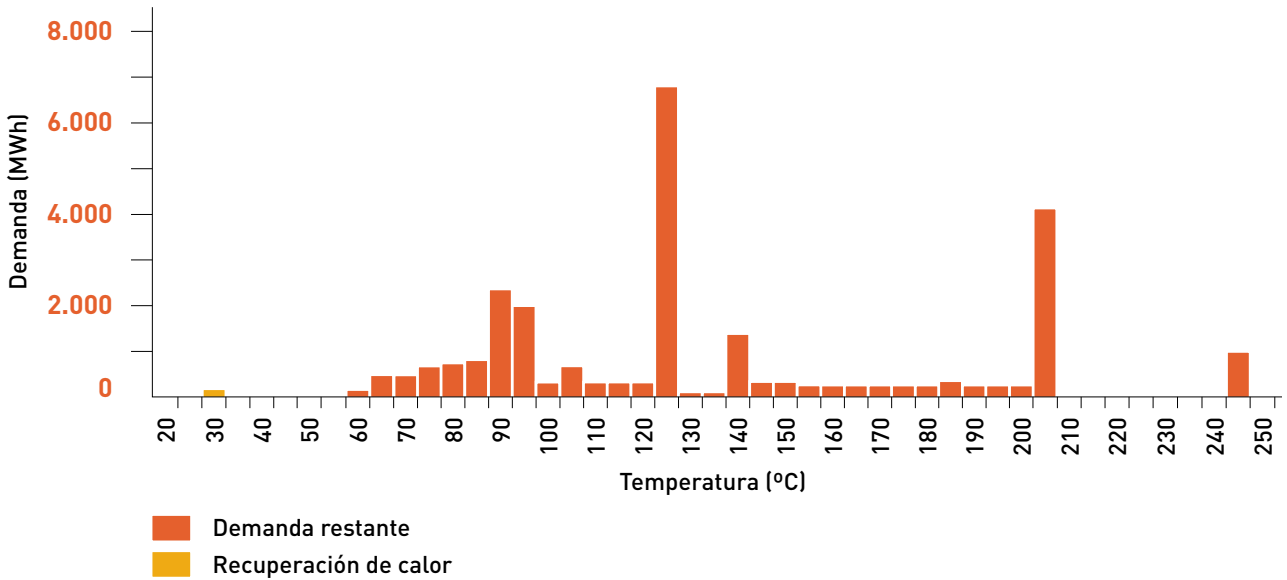
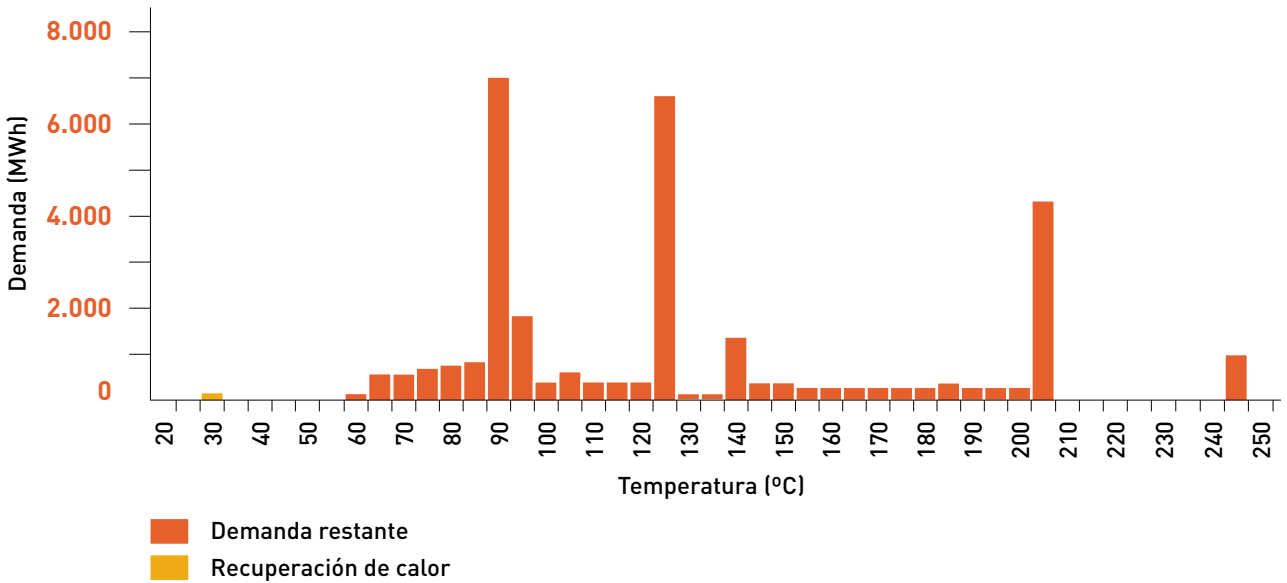


Figura 2.21.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.21.4 Potencial solar térmica

2.21.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.21.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	0,00	2.096,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	0,00	1.992,24
	kWh/kW	0,00	0,00	0,00	0,00	950,27
Temp. media (captador)	°C					91
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	587,02
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	627,27
	kWh/kW	-	-	-	-	1.069
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	84
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	1.174,04
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	1.198,35
	kWh/kW	-	-	-	-	1.021
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	87
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	0,00	1.056,64
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	0,00	1.069,64
	kWh/kW	-	0,00	0,00	0,00	1.012,31
Temp. media (captador)	°C					86
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio
Fracción solar	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	0,0	0,0	178,6
	Media posible	%	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0

Figura 2.21.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

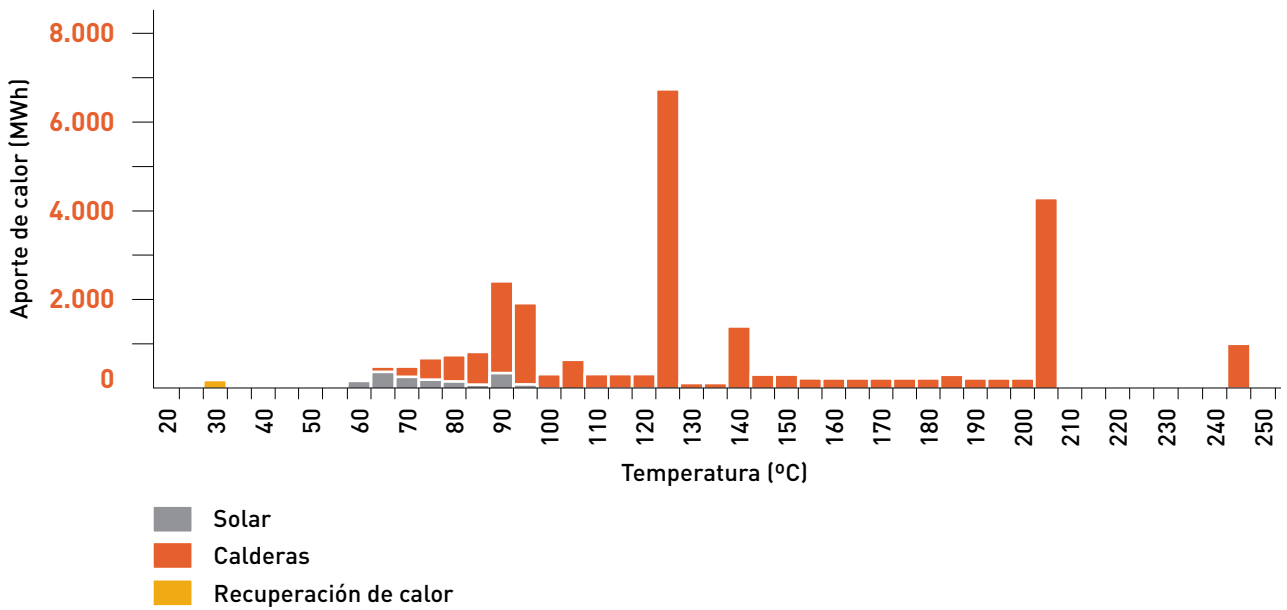


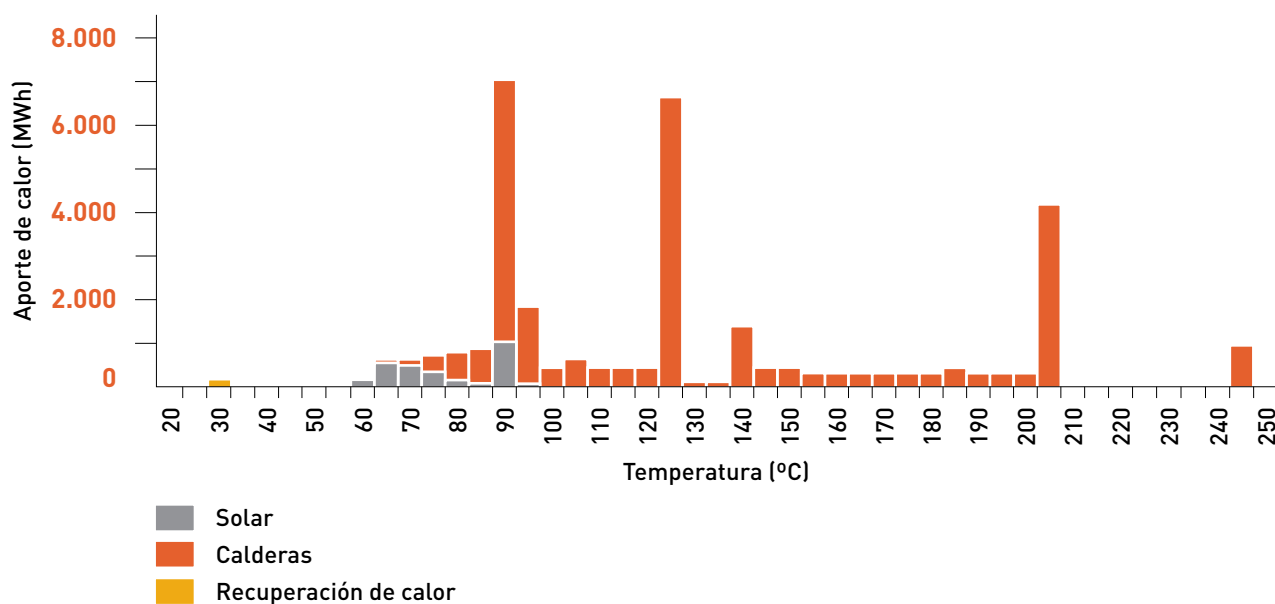
Tabla 2.21.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		4.581,50	4.581,50	4.581,50	4.581,50	4.581,50
Generación de calor útil	MWh		3.599,41	4.264,83	4.773,88	5.518,87	6.222,64
	kWh/kW		785,64	930,88	1.041,99	1.204,60	1.358,21
Temp. media (captador)	°C		101	103	107	107	111
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		919,55	919,55	919,55	919,55	919,55
Generación de calor útil	MWh		834,04	991,74	1.110,83	1.283,35	1.447,38
	kWh/kW		907,01	1.078,50	1.208,01	1.395,63	1.574,01
Temp. media (captador)	°C		85	86	88	88	90
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		1.839,10	1.839,10	1.839,10	1.839,10	1.839,10
Generación de calor útil	MWh		1.604,56	1.905,03	2.127,47	2.463,50	2.762,97
	kWh/kW		872,47	1.035,85	1.156,80	1.339,51	1.502,35
Temp. media (captador)	°C		90	91	94	94	97
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.836,83	1.836,83	1.836,83	1.836,83	1.836,83
Generación de calor útil	MWh		1.560,22	1.851,82	2.070,98	2.395,59	2.694,78
	kWh/kW		849,41	1.008,16	1.127,48	1.304,20	1.467,08
Temp. media (captador)	°C		90	91	93	93	96
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		5,8	6,9	7,7	8,9	10,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	249,1	249,1	249,1	249,1	249,1
	Media posible	%	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9

Tabla 2.21.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		4.581,50	4.581,50	4.581,50	4.581,50	4.581,50
Generación de calor útil	MWh		3.718,53	4.414,69	4.952,56	5.744,42	6.458,63
	kWh/kW		811,64	963,59	1.080,99	1.253,83	1.409,72
Temp. media (captador)	°C		98	100	102	103	106
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		919,55	919,55	919,55	919,55	919,55
Generación de calor útil	MWh		838,51	997,64	1.118,99	1.293,16	1.461,18
	kWh/kW		911,87	1.084,92	1.216,89	1.406,30	1.589,01
Temp. media (captador)	°C		85	85	87	87	89
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		1.839,10	1.839,10	1.839,10	1.839,10	1.839,10
Generación de calor útil	MWh		1.628,93	1.937,03	2.171,02	2.513,11	2.832,79
	kWh/kW		885,72	1.053,25	1.180,48	1.366,49	1.540,31
Temp. media (captador)	°C		89	90	92	92	94
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.836,83	1.836,83	1.836,83	1.836,83	1.836,83
Generación de calor útil	MWh		1.589,50	1.889,36	2.118,58	2.453,12	2.764,33
	kWh/kW		865,35	1.028,60	1.153,39	1.335,52	1.504,95
Temp. media (captador)	°C		88	89	91	91	93
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		5,1	6,0	6,8	7,8	8,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	249,1	249,1	249,1	249,1	249,1
	Media posible	%	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9

Figura 2.21.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.21.8. Fracción solar media del sector

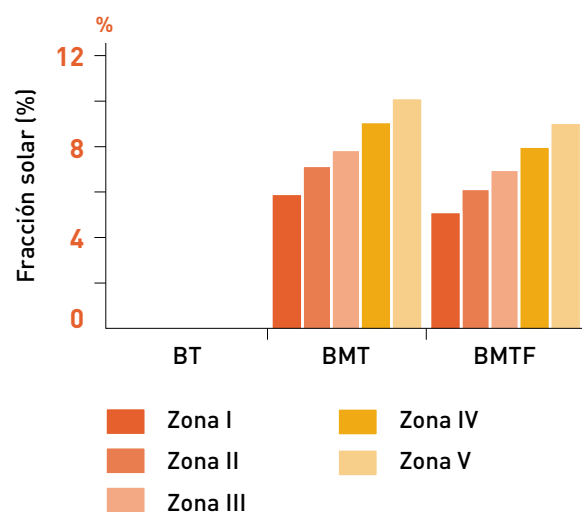
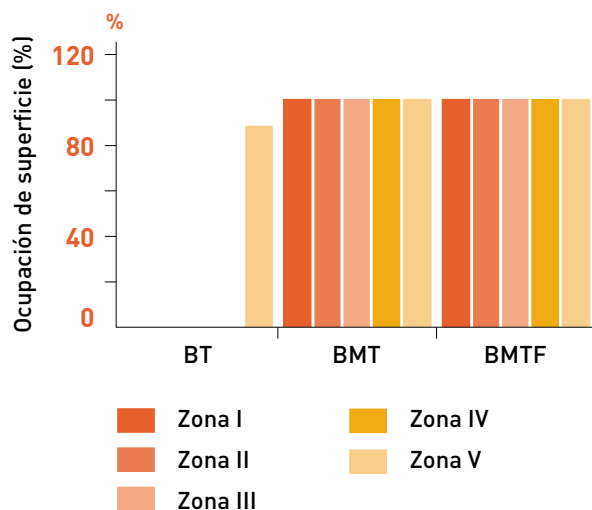
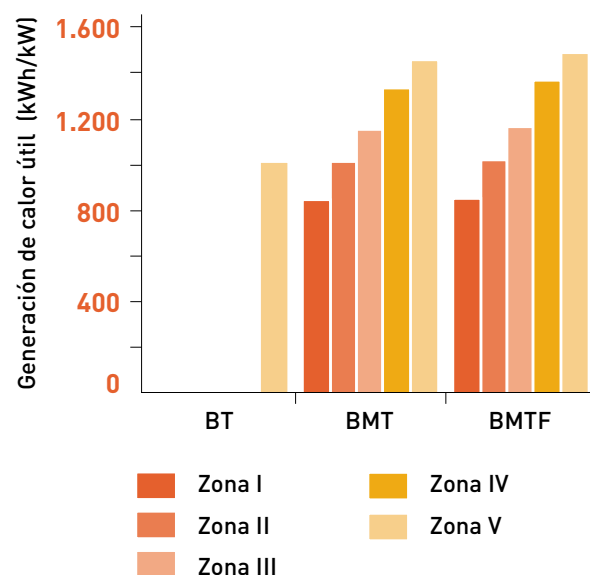


Figura 2.21.9. Grado medio de ocupación de superficie**Figura 2.21.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada**

2.21.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.21.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	1,81	1,81	3,53	3,53	51,3	99,9	99,9
Cádiz	0,00	1,09	1,09	5,44	5,44	20,0	99,9	99,9
Córdoba	0,00	1,10	1,10	3,62	3,62	30,4	99,9	99,9
Granada	0,00	0,40	0,40	4,00	4,00	10,0	99,9	99,9
Huelva	0,00	1,15	1,15	2,26	2,26	50,7	99,9	99,9
Jaén	0,00	0,73	0,73	2,56	2,56	28,4	99,9	99,9
Málaga	0,00	0,05	0,05	8,50	8,50	0,6	99,9	99,9
Sevilla	0,00	5,19	5,19	10,03	10,03	51,7	99,9	99,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Huesca	0,00	0,00	0,00	2,82	2,82	0,0	99,9	99,9
Teruel	0,00	0,00	0,00	1,57	1,57	0,0	99,9	99,9
Zaragoza	0,00	0,00	0,00	14,02	14,02	0,0	99,9	99,9
Asturias	0,00	0,00	0,00	4,01	4,01	0,0	99,9	99,9
Islas Baleares	0,00	0,00	0,00	1,46	1,46	0,0	99,9	99,9
Las Palmas	0,00	0,66	0,66	1,27	1,27	51,7	99,9	99,9
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,57	0,57	1,10	1,10	51,7	99,9	99,9
Cantabria	0,00	0,00	0,00	4,74	4,74	0,0	99,9	99,9
Albacete	0,00	1,55	1,55	3,06	3,06	50,6	99,9	99,9
Ciudad Real	0,00	0,01	0,01	3,66	3,66	0,3	99,9	99,9
Cuenca	0,00	0,12	0,12	1,40	1,40	8,2	99,9	99,9
Guadalajara	0,00	0,00	0,00	1,88	1,88	0,0	99,9	99,9
Toledo	0,00	0,00	0,00	5,12	5,12	0,0	99,9	99,9
Ávila	0,00	0,00	0,00	0,97	0,97	0,0	99,9	99,9
Burgos	0,00	0,00	0,00	3,11	3,11	0,0	99,9	99,9
León	0,00	0,00	0,00	3,31	3,31	0,0	99,9	99,9
Palencia	0,00	0,00	0,00	1,17	1,17	0,0	99,9	99,9
Salamanca	0,00	0,00	0,00	2,29	2,29	0,0	99,9	99,9
Segovia	0,00	0,00	0,00	1,09	1,09	0,0	99,9	99,9
Soria	0,00	0,00	0,00	0,64	0,64	0,0	99,9	99,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Valladolid	0,00	0,00	0,00	4,40	4,40	0,0	99,9	99,9
Zamora	0,00	0,00	0,00	1,07	1,07	0,0	99,9	99,9
Barcelona	0,00	0,00	0,00	54,57	54,57	0,0	99,9	99,9
Girona	0,00	0,00	0,00	6,07	6,07	0,0	99,9	99,9
Lleida	0,00	0,00	0,00	3,50	3,50	0,0	99,9	99,9
Tarragona	0,00	0,00	0,00	6,40	6,40	0,0	99,9	99,9
Alicante/ Alacant	0,00	2,96	2,96	9,80	9,80	30,2	99,9	99,9
Castellón/ Castelló	0,00	0,00	0,00	4,27	4,27	0,0	99,9	99,9
Valencia/ València	0,00	0,00	0,00	16,56	16,56	0,0	99,9	99,9
Badajoz	0,00	1,32	1,32	3,54	3,54	37,2	99,9	99,9
Cáceres	0,00	0,65	0,65	2,11	2,11	30,8	99,9	99,9
A Coruña	0,00	0,00	0,00	3,58	3,58	0,0	99,9	99,9
Lugo	0,00	0,00	0,00	0,86	0,86	0,0	99,9	99,9
Ourense	0,00	0,00	0,00	0,79	0,79	0,0	99,9	99,9
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	2,97	2,97	0,0	99,9	99,9
La Rioja	0,00	0,00	0,00	3,46	3,46	0,0	99,9	99,9
Madrid	0,00	0,00	0,00	25,34	25,34	0,0	99,9	99,9
Murcia	0,00	2,64	2,64	9,30	9,30	28,3	99,9	99,9
Navarra	0,00	0,00	0,00	5,83	5,83	0,0	99,9	99,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,00	0,00	0,00	2,17	2,17	0,0	99,9	99,9
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	4,56	4,56	0,0	99,9	99,9
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	7,12	7,12	0,0	99,9	99,9
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,7	99,9	99,9
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,7	99,9	99,9
Total nacional	0,00	21,99	21,99	276,92	276,92	7,9	99,9	99,9

Tabla 2.21.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	2.039	2.039	-	5.168	10,0	5.301	8,8
Cádiz	0	1.224	1.224	-	7.435	9,4	7.619	8,2
Córdoba	0	1.238	1.238	-	5.062	9,6	5.189	8,4
Granada	0	450	450	-	5.346	9,1	5.476	8,0
Huelva	0	1.294	1.294	-	3.315	10,0	3.400	8,8
Jaén	0	817	817	-	3.562	9,5	3.651	8,4
Málaga	0	61	61	-	11.097	8,9	11.364	7,8

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Sevilla	0	5.839	5.839	-	14.710	10,0	15.089	8,8
Huesca	0	0	0	-	3.315	8,0	3.392	7,1
Teruel	0	0	0	-	1.809	7,9	1.850	6,9
Zaragoza	0	0	0	-	16.336	8,0	16.715	7,0
Asturias	0	0	0	-	3.407	5,8	3.471	5,1
Islas Baleares	0	0	0	-	1.902	8,9	1.948	7,8
Las Palmas	0	738	738	-	1.859	10,0	1.907	8,8
Santa Cruz de Tenerife	0	642	642	-	1.618	10,0	1.660	8,8
Cantabria	0	0	0	-	4.026	5,8	4.102	5,1
Albacete	0	1.746	1.746	-	4.482	10,0	4.597	8,8
Ciudad Real	0	11	11	-	4.778	8,9	4.893	7,8
Cuenca	0	130	130	-	1.795	8,8	1.838	7,7
Guadalajara	0	0	0	-	2.442	8,9	2.501	7,8
Toledo	0	0	0	-	6.648	8,9	6.807	7,8
Ávila	0	0	0	-	1.229	8,7	1.258	7,6
Burgos	0	0	0	-	3.127	6,9	3.190	6,0
León	0	0	0	-	3.545	7,3	3.622	6,4
Palencia	0	0	0	-	1.182	6,9	1.206	6,0
Salamanca	0	0	0	-	2.596	7,8	2.656	6,8
Segovia	0	0	0	-	1.237	7,7	1.265	6,8

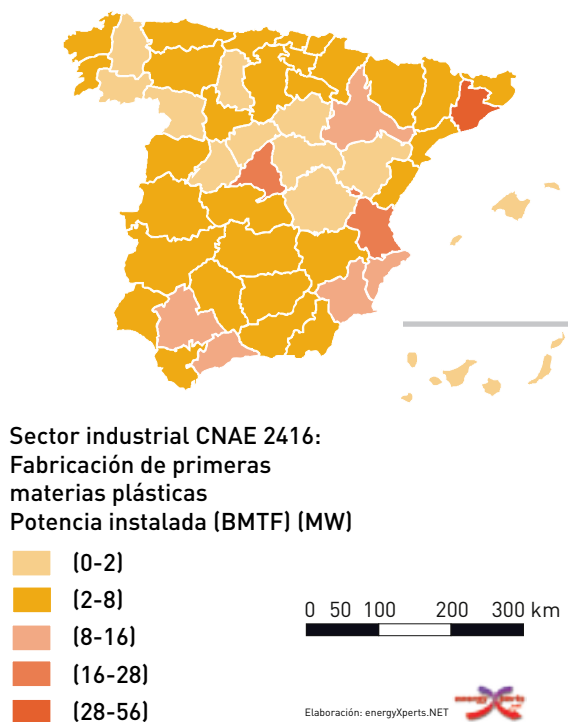
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Soria	0	0	0	-	720	7,7	737	6,8
Valladolid	0	0	0	-	4.492	7,0	4.584	6,1
Zamora	0	0	0	-	1.209	7,7	1.237	6,8
Barcelona	0	0	0	-	59.133	7,4	60.437	6,5
Girona	0	0	0	-	6.792	7,7	6.947	6,7
Lleida	0	0	0	-	3.938	7,7	4.029	6,7
Tarragona	0	0	0	-	8.337	8,9	8.537	7,8
Alicante/ Alacant	0	3.337	3.337	-	13.710	9,6	14.055	8,4
Castellón/ Castelló	0	0	0	-	5.567	8,9	5.701	7,8
Valencia/ València	0	0	0	-	21.551	8,9	22.068	7,8
Badajoz	0	1.485	1.485	-	5.032	9,7	5.159	8,6
Cáceres	0	732	732	-	2.959	9,6	3.033	8,4
A Coruña	0	0	0	-	3.040	5,8	3.097	5,1
Lugo	0	0	0	-	820	6,5	836	5,7
Ourense	0	0	0	-	778	6,7	794	5,9
Pontevedra	0	0	0	-	2.640	6,1	2.691	5,3
La Rioja	0	0	0	-	3.846	7,6	3.933	6,7
Madrid	0	0	0	-	33.046	8,9	33.840	7,8
Murcia	0	2.969	2.969	-	12.956	9,5	13.281	8,4
Navarra	0	0	0	-	6.123	7,2	6.258	6,3

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Álava	0	0	0	-	1.870	5,9	1.905	5,2
Guipúzcoa	0	0	0	-	3.876	5,8	3.949	5,1
Vizcaya	0	0	0	-	6.051	5,8	6.165	5,1
Ceuta	0	0	0	-	0	10,0	0	8,8
Melilla	0	0	0	-	0	10,0	0	8,8
Total nacional	0	24.752	24.752	-	331.515	8,2	339.242	7,2

Figura 2.21.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.21.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura en zonas I a IV y en régimen intermedio en zona V (ocupación media de la superficie disponible del 8%). El potencial solar para la demanda total a baja y media temperatura está limitado por la superficie disponible, permitiendo una fracción solar del 8,2% (calor a baja y media temperatura) y del 7,2% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 100 °C, incluyendo la generación de frío:

- Calefacción naves y oficinas.
- Polimerización HDPE.
- Polimerización polipropileno.
- Iniciación polimerización poliestireno (precalentamiento).
- Poliester orto/isoftálmico (precalentamiento).
- Resina de vinyl éster (precalentamiento).
- Secado nylon.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de calor a temperaturas superiores.

2.21.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

DOE [2000]:

Energy and Environmental Profile of the US Chemical Industry, Prepared by Energetics Incorporated for the US Department of Energy - Office of Industrial Technologies

http://www1.eere.energy.gov/industry/chemicals/pdfs/profile_chap1.pdf

IPPC [2007]:

Reference Document on Best Available Techniques in the production of Polymers, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

2.22 CNAE 2417. FABRICACIÓN DE CAUCHO SINTÉTICO EN FORMA PRIMARIA

2.22.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.22.1.

Tabla 2.22.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	56	
Producción total	up	448.992	8.018
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas		
Facturación	M€	5.687	101.28
Número de empleados	-	1.663	29,6
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	1.611.935	28.708
Consumo total electricidad		374.636	6.672
Consumo energía final (gen. calor)		1.724.326	30.709
Consumo electricidad gen. frío		59.132	1.053

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	199.319	3.550
Otras superficies adyacentes		69.337	1.235
Total		268.656	4.785
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	6.638	
Por € de facturación	kWh/€	0,31	
Por trabajador	kWh/trabajador	1.072.337	
Por unidad de producto	kWh/up	3.972	

2.22.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.22.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		0,7		213,56	0,83	177,89			Manten.			
Depuración de disolventes	80	18	20,6	792,4	6.353,11	0,83	5.292,14	-	49	Circulac.	BREF Polymers	Distribución del consumo energético estimado en base a los consumos en toneladas de producto y a los volúmenes de producción en España según BREF Polymers	
Polimerización de caucho de solución	75	50	20,6	792,4	6.353,11	0,83	5.292,14	-	63	Manten./circulac.	BREF Polymers		
Hidrogenación	225	70	10,3	396,2	3.176,56	0,83	2.646,07	-	145	Manten./circulac. (batch)	BREF Polymers		
Stripping con vapor (solución de caucho)	120		10,3	396,2	3.176,56	0,83	2.646,07			Manten.	BREF Polymers		

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Extrusión devolatilizadora	100	70	10,3	396,2	3.176,56	0,83	2.646,07	-	-	Circulac.	BREF Polymers	Distribución del consumo energético	
Pollmerización de caucho de emulsión	50	18	13,5	520,2	4.171,05	0,83	3.474,48	-	34	Circulac.	BREF Polymers	estimado en base a los consumos en toneladas de producto y a los volúmenes de producción en España según BREF Polymers	
Stripping de estireno	160		13,5	520,2	4.171,05	0,83	3.474,48			Manten.	BREF Polymers		
Total consumo de calor				3.840,44	30.791,53	0,83	25.649,35						

Resultados de cálculo

Datos estimados en base a valores de referencia

Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out}: temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR}: temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)

up: unidad de producto

Tabla 2.22.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	5,0	6,54	157,29	85	0,70	224,70	Resultados Tarea 1	
Enfriamiento de reactores	5	95,0	125,16	3.010,47	85	0,70	4.300,67		
Total consumo de frío				131,70	3.167,76	4.525,37			

Resultados de cálculo

Datos estimados en base a valores de referencia

Datos calculados por diferencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos

USC: frío útil suministrado

COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)

UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)

up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.22.1. La Figura 2.22.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos. El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.22.3.

Figura 2.22.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

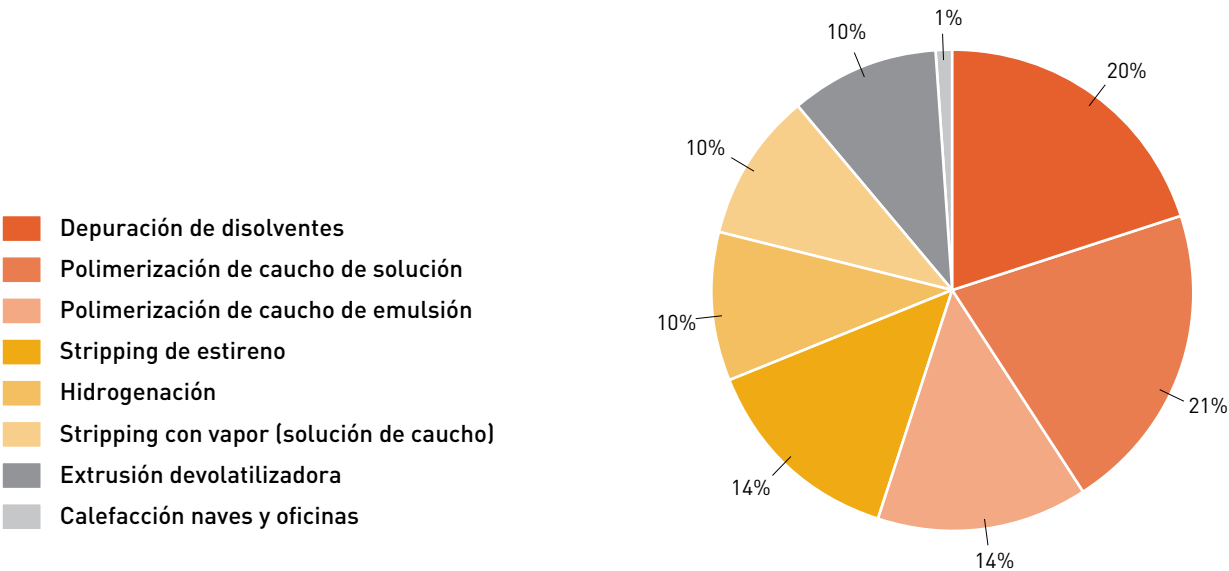


Figura 2.22.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

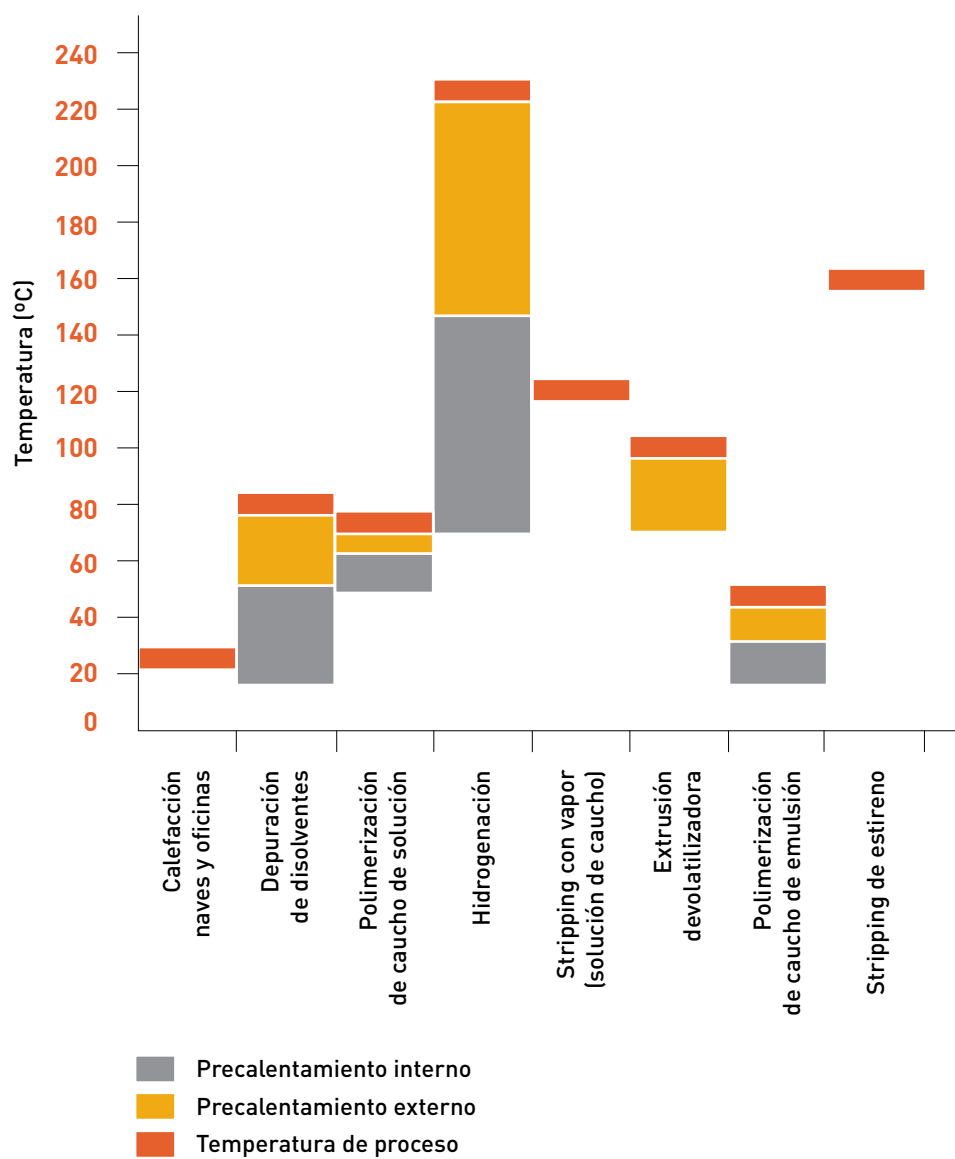
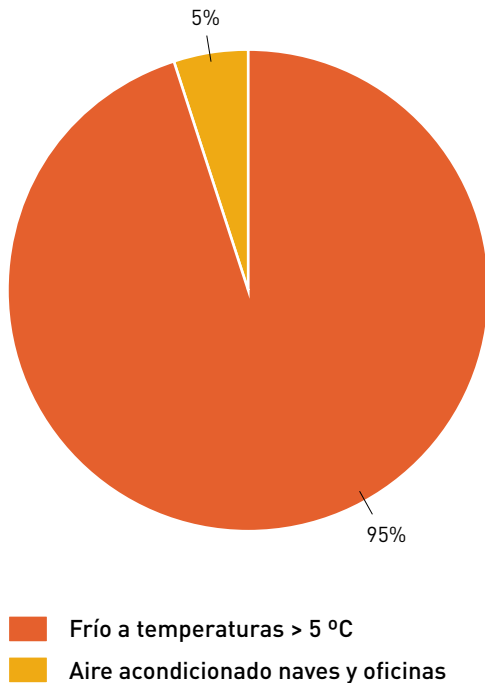


Figura 2.22.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.22.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.22.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.22.5.

Tabla 2.22.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	26.238		4.525	30.763	
Con recuperación de calor	MWh	26.056			30.582	
Reducción recuperación de calor	%	1			1	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	3.729	14,3%		3.716	12,2%
60 a 120 °C	MWh	13.359	51,3%		17.928	58,6%
120 a 250 °C	MWh	8.968	34,4%		8.938	29,2%
Total baja y media temperatura	MWh	26.056	100,0%		30.582	100,0%

Figura 2.22.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

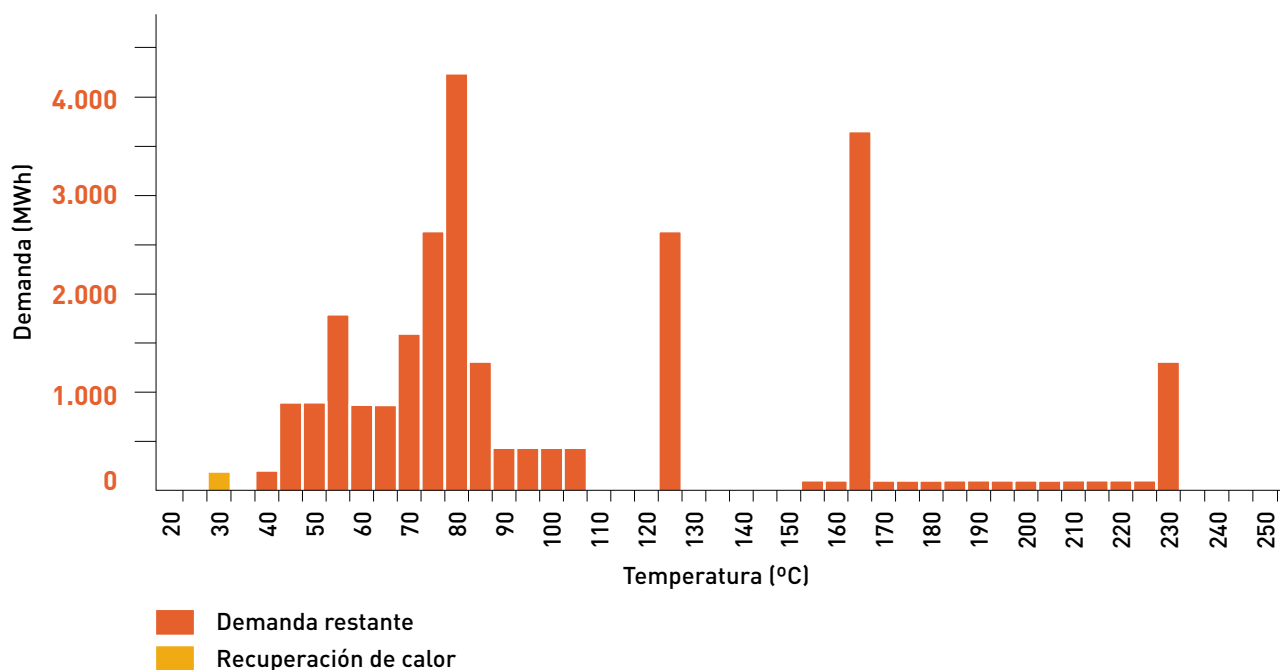
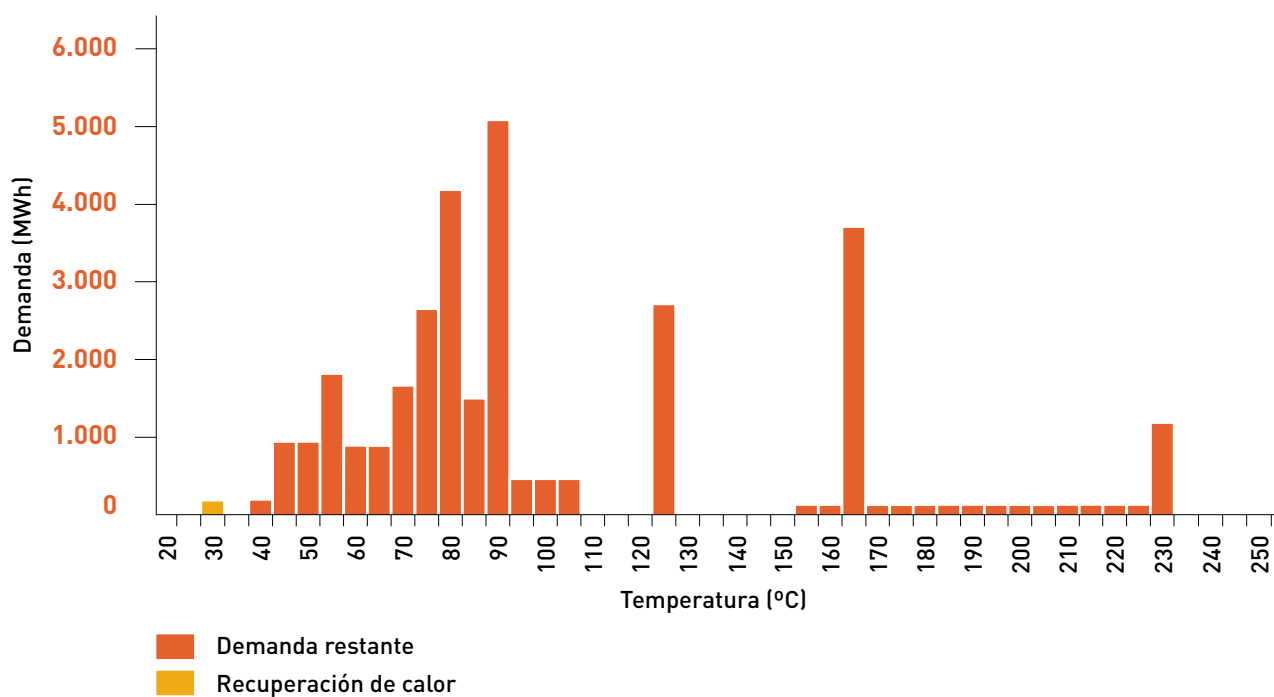


Figura 2.22.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.22.4 Potencial solar térmica

2.22.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.22.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	451,50	2.142,00	3.577,00	3.594,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	428,99	2.035,61	3.696,26	4.236,73
	kWh/kW	0,00	950,15	950,33	1.033,34	1.178,67
Temp. media (captador)	°C		57	66	71	75
Simulación 1b: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	689,56	713,65	716,99
Generación de calor útil	MWh	-	-	712,21	873,08	1.001,09
	kWh/kW	-	-	1.033	1.223	1.396
Temp. media (captador)	°C	-	-	59	60	61
Simulación 1c: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	1.379,11	1.427,29	1.433,99
Generación de calor útil	MWh	-	-	1.365,98	1.672,29	1.920,14
	kWh/kW	-	-	990	1.172	1.339
Temp. media (captador)	°C	-	-	63	63	65
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	451,50	1.196,30	1.428,52	1.435,32
Generación de calor útil	MWh	0,00	428,99	1.185,15	1.619,98	1.858,46
	kWh/kW	-	950,15	990,67	1.134,02	1.294,80
Temp. media (captador)	°C		57	62	63	65
Factor limitante		Demanda	Demanda	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar	%	0,0	11,5	31,8	43,4	49,8

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	33,1	155,3	250,6	250,7
	Media posible	%	0,0	33,1	86,7	100,1	100,1

Figura 2.22.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

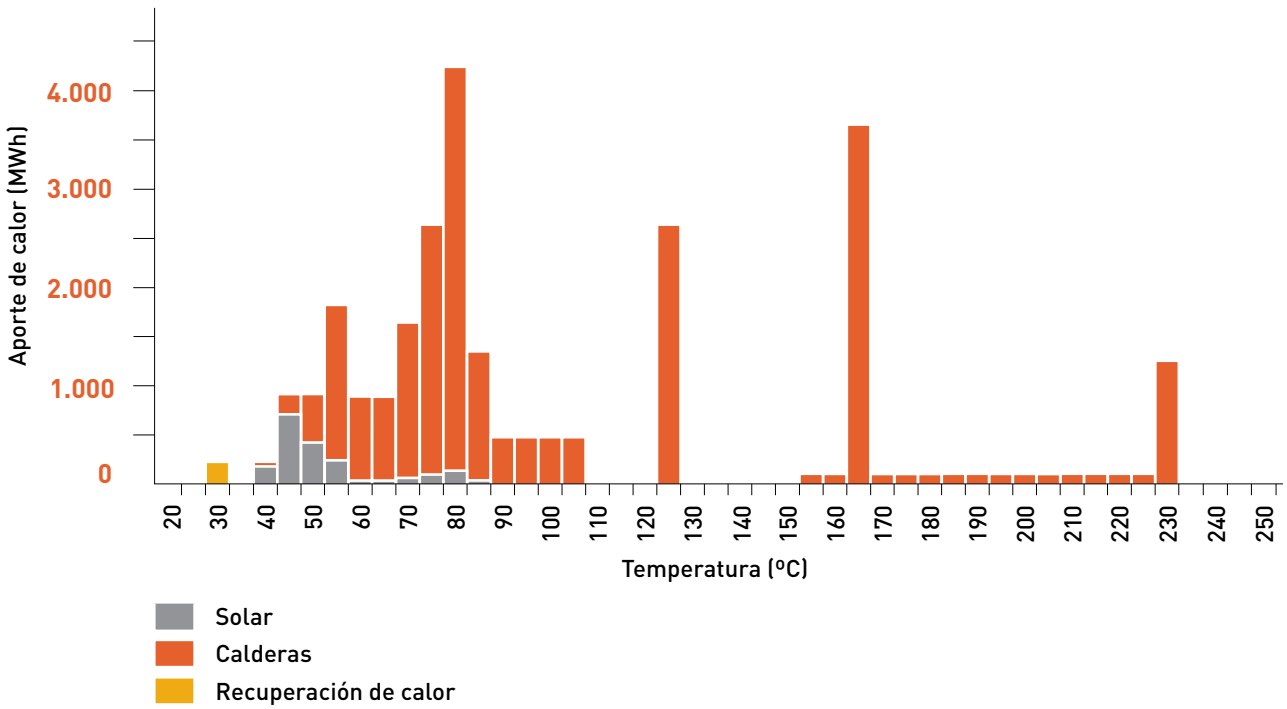


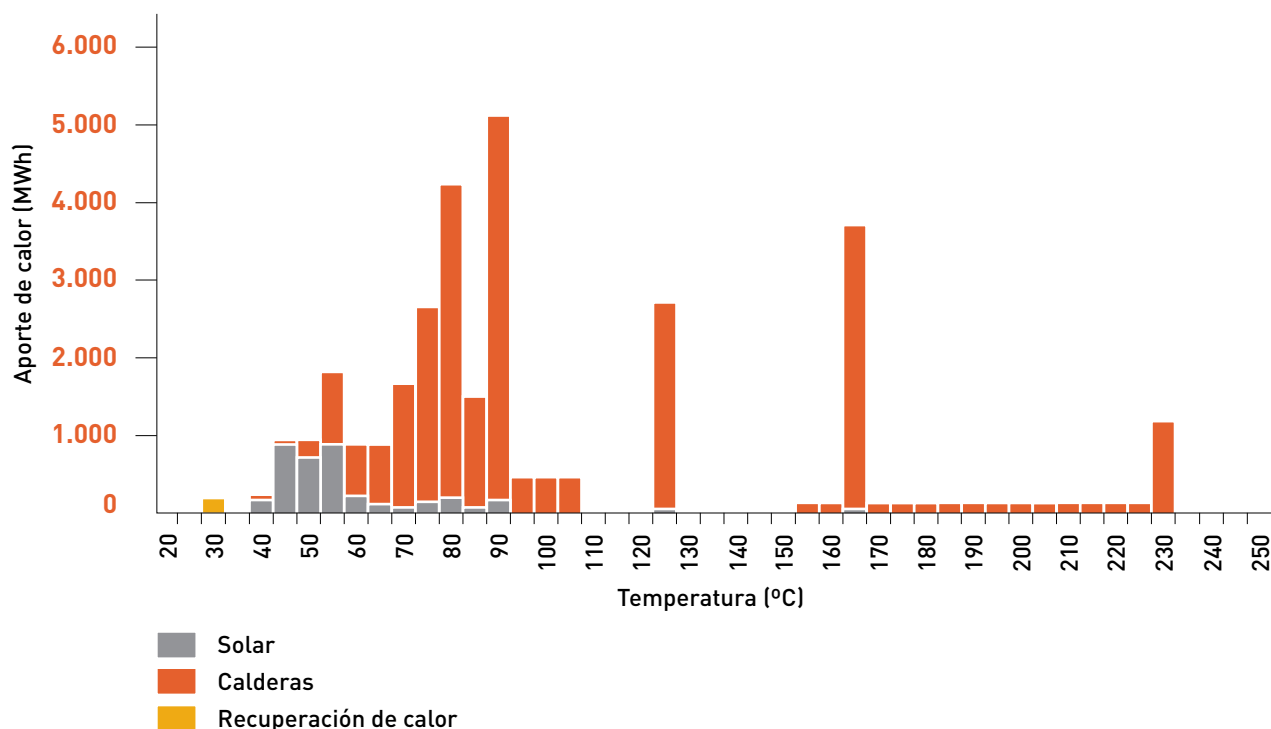
Tabla 2.22.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		5.633,25	5.633,25	5.633,25	5.633,25	5.633,25
Generación de calor útil	MWh		5.288,89	6.091,97	6.729,03	7.639,02	8.471,23
	kWh/kW		938,87	1.081,43	1.194,52	1.356,06	1.503,79
Temp. media (captador)	°C		81	84	87	88	92
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.123,15	1.123,15	1.123,15	1.123,15	1.123,15
Generación de calor útil	MWh		1.205,52	1.396,57	1.537,14	1.754,76	1.943,30
	kWh/kW		1.073,34	1.243,44	1.368,60	1.562,36	1.730,23
Temp. media (captador)	°C		64	65	67	67	69
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		2.246,30	2.246,30	2.246,30	2.246,30	2.246,30
Generación de calor útil	MWh		2.325,81	2.689,69	2.959,25	3.378,00	3.729,44
	kWh/kW		1.035,40	1.197,39	1.317,39	1.503,81	1.660,26
Temp. media (captador)	°C		69	71	73	73	76
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		2.248,75	2.248,75	2.248,75	2.248,75	2.248,75
Generación de calor útil	MWh		2.270,12	2.622,90	2.889,73	3.292,78	3.643,11
	kWh/kW		1.009,50	1.166,38	1.285,04	1.464,27	1.620,06
Temp. media (captador)	°C		68	70	73	73	76
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		8,7	10,1	11,1	12,6	14,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,8	250,8	250,8	250,8	250,8
	Media posible	%	100,1	100,1	100,1	100,1	100,1

Tabla 2.22.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		5.633,25	5.633,25	5.633,25	5.633,25	5.633,25
Generación de calor útil	MWh		5.306,41	6.120,02	6.767,45	7.684,88	8.544,51
	kWh/kW		941,98	1.086,41	1.201,34	1.364,20	1.516,80
Temp. media (captador)	°C		80	83	86	87	91
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.123,15	1.123,15	1.123,15	1.123,15	1.123,15
Generación de calor útil	MWh		1.206,58	1.397,43	1.539,13	1.756,85	1.944,87
	kWh/kW		1.074,28	1.244,21	1.370,37	1.564,22	1.731,62
Temp. media (captador)	°C		64	65	67	67	69
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		2.246,30	2.246,30	2.246,30	2.246,30	2.246,30
Generación de calor útil	MWh		2.327,88	2.694,79	2.961,52	3.382,94	3.734,62
	kWh/kW		1.036,32	1.199,66	1.318,40	1.506,01	1.662,57
Temp. media (captador)	°C		69	71	73	73	76
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		2.248,75	2.248,75	2.248,75	2.248,75	2.248,75
Generación de calor útil	MWh		2.273,93	2.629,43	2.896,94	3.302,26	3.656,31
	kWh/kW		1.011,20	1.169,29	1.288,25	1.468,49	1.625,93
Temp. media (captador)	°C		68	70	72	73	75
Factor limitante			Superficie	Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		7,4	8,6	9,5	10,8	12,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	250,8	250,8	250,8	250,8	250,8
	Media posible	%	100,1	100,1	100,1	100,1	100,1

Figura 2.22.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.22.8. Fracción solar media del sector

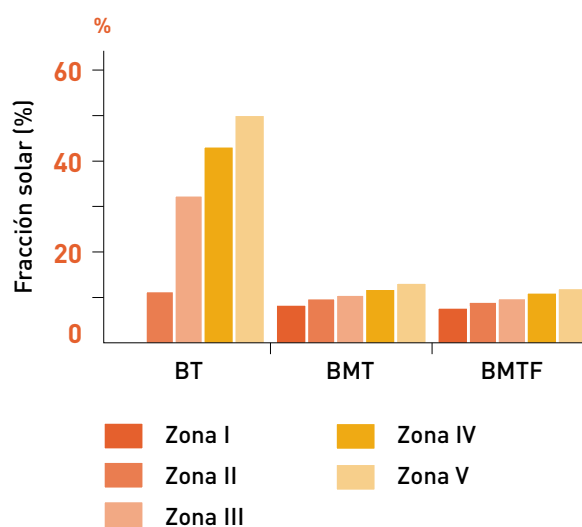


Figura 2.22.9. Grado medio de ocupación de superficie

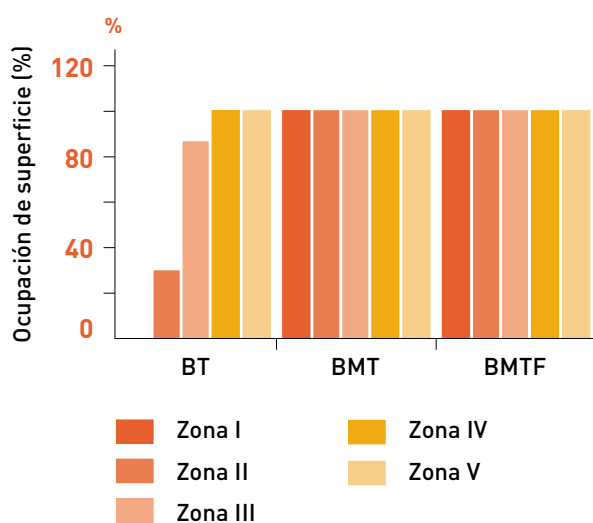
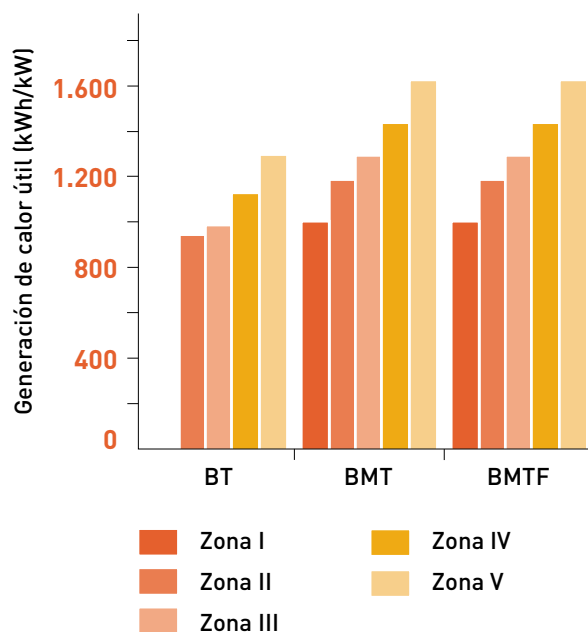


Figura 2.22.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.22.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.22.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	1,13	1,13	1,96	1,96	57,4	100,1	100,1
Cádiz	0,00	1,71	1,71	3,03	3,03	56,4	100,1	100,1
Córdoba	0,00	1,14	1,14	2,02	2,02	56,8	100,1	100,1
Granada	0,00	1,25	1,25	2,23	2,23	56,1	100,1	100,1
Huelva	0,00	0,72	0,72	1,26	1,26	57,4	100,1	100,1
Jaén	0,00	0,81	0,81	1,42	1,42	56,7	100,1	100,1
Málaga	0,00	2,64	2,64	4,73	4,73	55,8	100,1	100,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Sevilla	0,00	3,21	3,21	5,59	5,59	57,5	100,1	100,1
Huesca	0,00	0,75	0,75	1,57	1,57	47,4	100,1	100,1
Teruel	0,00	0,40	0,40	0,88	0,88	46,2	100,1	100,1
Zaragoza	0,00	3,71	3,71	7,81	7,81	47,6	100,1	100,1
Asturias	0,00	0,00	0,00	2,24	2,24	0,0	100,1	100,1
Islas Baleares	0,00	0,45	0,45	0,81	0,81	55,8	100,1	100,1
Las Palmas	0,00	0,41	0,41	0,71	0,71	57,5	100,1	100,1
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,35	0,35	0,61	0,61	57,5	100,1	100,1
Cantabria	0,00	0,00	0,00	2,64	2,64	0,0	100,1	100,1
Albacete	0,00	0,98	0,98	1,71	1,71	57,4	100,1	100,1
Ciudad Real	0,00	1,14	1,14	2,04	2,04	55,7	100,1	100,1
Cuenca	0,00	0,41	0,41	0,78	0,78	53,0	100,1	100,1
Guadalajara	0,00	0,58	0,58	1,05	1,05	55,4	100,1	100,1
Toledo	0,00	1,58	1,58	2,86	2,86	55,4	100,1	100,1
Ávila	0,00	0,29	0,29	0,54	0,54	53,7	100,1	100,1
Burgos	0,00	0,30	0,30	1,73	1,73	17,4	100,1	100,1
León	0,00	0,59	0,59	1,85	1,85	31,8	100,1	100,1
Palencia	0,00	0,11	0,11	0,65	0,65	17,2	100,1	100,1
Salamanca	0,00	0,58	0,58	1,27	1,27	45,8	100,1	100,1
Segovia	0,00	0,28	0,28	0,61	0,61	45,6	100,1	100,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Soria	0,00	0,16	0,16	0,36	0,36	45,4	100,1	100,1
Valladolid	0,00	0,50	0,50	2,45	2,45	20,5	100,1	100,1
Zamora	0,00	0,27	0,27	0,60	0,60	45,4	100,1	100,1
Barcelona	0,00	10,59	10,59	30,41	30,41	34,9	100,1	100,1
Girona	0,00	1,47	1,47	3,38	3,38	43,4	100,1	100,1
Lleida	0,00	0,87	0,87	1,95	1,95	44,5	100,1	100,1
Tarragona	0,00	1,98	1,98	3,57	3,57	55,7	100,1	100,1
Alicante/ Alacant	0,00	3,10	3,10	5,46	5,46	56,8	100,1	100,1
Castellón/ Castelló	0,00	1,33	1,33	2,38	2,38	55,7	100,1	100,1
Valencia/ València	0,00	5,13	5,13	9,23	9,23	55,6	100,1	100,1
Badajoz	0,00	1,12	1,12	1,97	1,97	57,0	100,1	100,1
Cáceres	0,00	0,67	0,67	1,18	1,18	56,8	100,1	100,1
A Coruña	0,00	0,00	0,00	1,99	1,99	0,0	100,1	100,1
Lugo	0,00	0,05	0,05	0,48	0,48	10,9	100,1	100,1
Ourense	0,00	0,06	0,06	0,44	0,44	14,6	100,1	100,1
Pontevedra	0,00	0,07	0,07	1,65	1,65	4,4	100,1	100,1
La Rioja	0,00	0,80	0,80	1,93	1,93	41,3	100,1	100,1
Madrid	0,00	7,87	7,87	14,12	14,12	55,8	100,1	100,1
Murcia	0,00	2,93	2,93	5,18	5,18	56,7	100,1	100,1
Navarra	0,00	1,06	1,06	3,25	3,25	32,7	100,1	100,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,00	0,02	0,02	1,21	1,21	1,6	100,1	100,1
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	2,54	2,54	0,0	100,1	100,1
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	3,97	3,97	0,0	100,1	100,1
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,5	100,1	100,1
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,5	100,1	100,1
Total nacional	0,00	65,57	65,57	154,32	154,32	42,5	100,1	100,1

Tabla 2.22.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	1.622	1.622	49,8	3.181	14,0	3.192	11,9
Cádiz	0	2.307	2.307	45,9	4.620	13,2	4.635	11,2
Córdoba	0	1.577	1.577	47,2	3.135	13,4	3.146	11,5
Granada	0	1.653	1.653	44,7	3.333	12,9	3.343	11,0
Huelva	0	1.040	1.040	49,7	2.041	14,0	2.048	11,9
Jaén	0	1.109	1.109	47,0	2.207	13,4	2.215	11,4
Málaga	0	3.417	3.417	43,5	6.942	12,7	6.962	10,8

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Sevilla	0	4.618	4.618	49,8	9.052	14,0	9.085	12,0
Huesca	0	899	899	34,5	2.097	11,5	2.102	9,8
Teruel	0	479	479	33,0	1.146	11,3	1.149	9,6
Zaragoza	0	4.441	4.441	34,3	10.339	11,4	10.366	9,8
Asturias	0	0	0	0,0	2.256	8,7	2.260	7,4
Islas Baleares	0	586	586	43,4	1.190	12,6	1.194	10,8
Las Palmas	0	584	584	49,8	1.144	14,0	1.148	12,0
Santa Cruz de Tenerife	0	508	508	49,8	996	14,0	999	12,0
Cantabria	0	0	0	0,0	2.667	8,7	2.671	7,4
Albacete	0	1.406	1.406	49,7	2.759	14,0	2.769	11,9
Ciudad Real	0	1.470	1.470	43,4	2.990	12,6	2.998	10,8
Cuenca	0	533	533	41,2	1.124	12,4	1.127	10,6
Guadalajara	0	748	748	43,1	1.529	12,6	1.533	10,8
Toledo	0	2.036	2.036	43,0	4.162	12,6	4.174	10,7
Ávila	0	368	368	41,1	771	12,3	773	10,5
Burgos	0	334	334	11,6	2.016	10,1	2.021	8,6
León	0	673	673	22,0	2.267	10,6	2.273	9,1
Palencia	0	125	125	11,5	762	10,1	764	8,6
Salamanca	0	682	682	32,3	1.648	11,2	1.652	9,5
Segovia	0	324	324	32,1	785	11,1	787	9,5

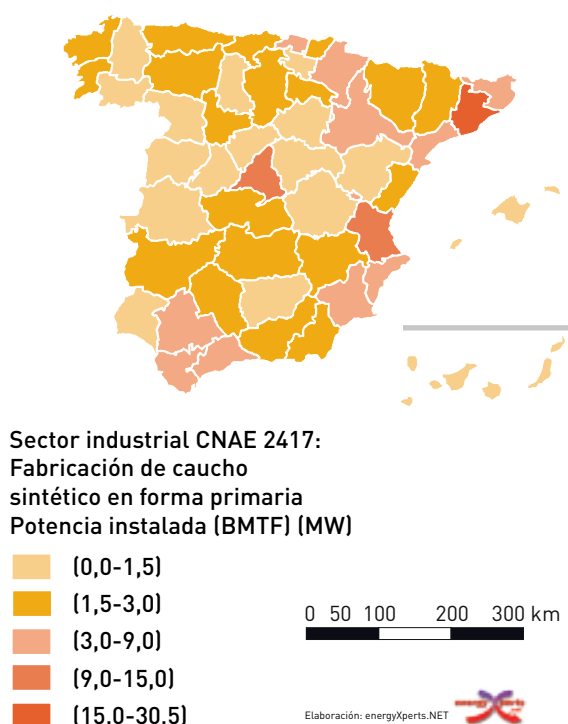
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Soria	0	188	188	31,8	457	11,1	459	9,5
Valladolid	0	562	562	13,8	2.891	10,2	2.898	8,7
Zamora	0	315	315	31,8	768	11,1	770	9,5
Barcelona	0	12.216	12.216	24,2	37.755	10,7	37.849	9,2
Girona	0	1.703	1.703	30,4	4.318	11,0	4.329	9,4
Lleida	0	1.008	1.008	31,1	2.502	11,1	2.509	9,4
Tarragona	0	2.562	2.562	43,3	5.217	12,6	5.232	10,8
Alicante/ Alacant	0	4.272	4.272	47,2	8.492	13,4	8.520	11,5
Castellón/ Castelló	0	1.713	1.713	43,4	3.484	12,6	3.494	10,8
Valencia/ València	0	6.620	6.620	43,3	13.487	12,6	13.526	10,8
Badajoz	0	1.572	1.572	48,1	3.110	13,6	3.121	11,6
Cáceres	0	922	922	47,3	1.832	13,4	1.838	11,5
A Coruña	0	0	0	0,0	2.013	8,7	2.017	7,4
Lugo	0	58	58	7,3	534	9,6	535	8,2
Ourense	0	72	72	9,8	504	9,8	505	8,4
Pontevedra	0	80	80	2,9	1.735	9,1	1.739	7,7
La Rioja	0	924	924	28,9	2.448	10,9	2.454	9,3
Madrid	0	10.172	10.172	43,4	20.677	12,6	20.737	10,8
Murcia	0	4.034	4.034	47,0	8.030	13,4	8.056	11,4
Navarra	0	1.234	1.234	22,9	3.927	10,4	3.936	8,9

(Continuación)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Álava	0	21	21	1,1	1.235	8,8	1.237	7,5
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	2.567	8,7	2.571	7,4
Vizcaya	0	0	0	0,0	4.008	8,7	4.015	7,4
Ceuta	0	0	0	49,8	0	14,0	0	12,0
Melilla	0	0	0	49,8	0	14,0	0	12,0
Total nacional	0	83.785	83.785	32,7	209.150	11,7	209.731	10,0

Figura 2.22.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.22.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura en zonas I y II, en régimen intermedio en zona III, y limitado por la superficie en zonas IV y V (ocupación media de la superficie disponible del 43%). El potencial solar para la demanda total a baja y media temperatura está limitado por la superficie disponible en todas las zonas, permitiendo una fracción solar del 12% (calor a baja y media temperatura) y del 10% (incluyendo demanda de frío).

Debido a la limitación de superficie, la aportación solar se centra principalmente en los procesos con demandas inferiores a 60 °C:

- Calefacción de naves y oficinas.
- Depuración de disolventes (precalentamiento).
- Polimerización de caucho de emulsión.

Además se puede cubrir parte de las demandas de calor hasta 100 °C:

- Extrusión devolatilizadora.
- Polimerización de caucho de solución.
- Depuración de disolventes.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de calor a temperaturas superiores.

2.22.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2007]:

Reference Document on Best Available Techniques in the production of Polymers, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

2.23 CNAE 243. PINTURAS, BARNICES, TINTAS DE IMPRENTA Y MASILLAS

2.23.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.23.1.

Tabla 2.23.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	557	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	10,21
Número de empleados	-	17.384	31,2
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.414.717	6.131
Consumo total electricidad		648.431	1.164
Consumo energía final (gen. calor)		3.461.404	6.214
Consumo electricidad gen. frío		112.173	201
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	2.166.330	3.889
Otras superficies adyacentes		738.588	1.326
Total		2.904.918	5.215
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	1.230	
Por € de facturación	kWh/€	0,63	
Por trabajador	kWh/trabajador	205.567	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.23.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.23.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Fuentes de datos y comentarios			
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	Temperatura	Consumo %	kWh/up	
Calefacción naves y oficinas	25		3,8		233,36	0,83	194,39				60 kWh/a.m²		
Precalentamiento de componentes de barniz	150	20	28,7		1.786,53	0,98	1.750,79	-	85	EPA			
Cocción de barniz (baja temp.)	150		14,4		893,26	0,98	875,40						
Cocción de barniz (alta temp.)	270		14,4		893,26	0,98	875,40						
Polvos de recubrimiento sin disolventes	210		28,7		1.786,53	0,83	1.488,18			Wikipedia			
Recuperación de disolventes	120		8,0		497,15	0,83	414,13						
Lavado	60	20	2,0		124,29	0,83	103,53	-	-				
Total consumo de calor			-		6.214,37	0,92	5.701,81						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.23.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	28,4		171,76	85	0,70	245,38	Resultados Tarea 1	
Enfriamiento de reactores	5	71,6		432,40	85	0,70	617,71		
Total consumo de frío		-		604,16			863,09		

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.23.1. La Figura 2.23.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.23.3.

Figura 2.23.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

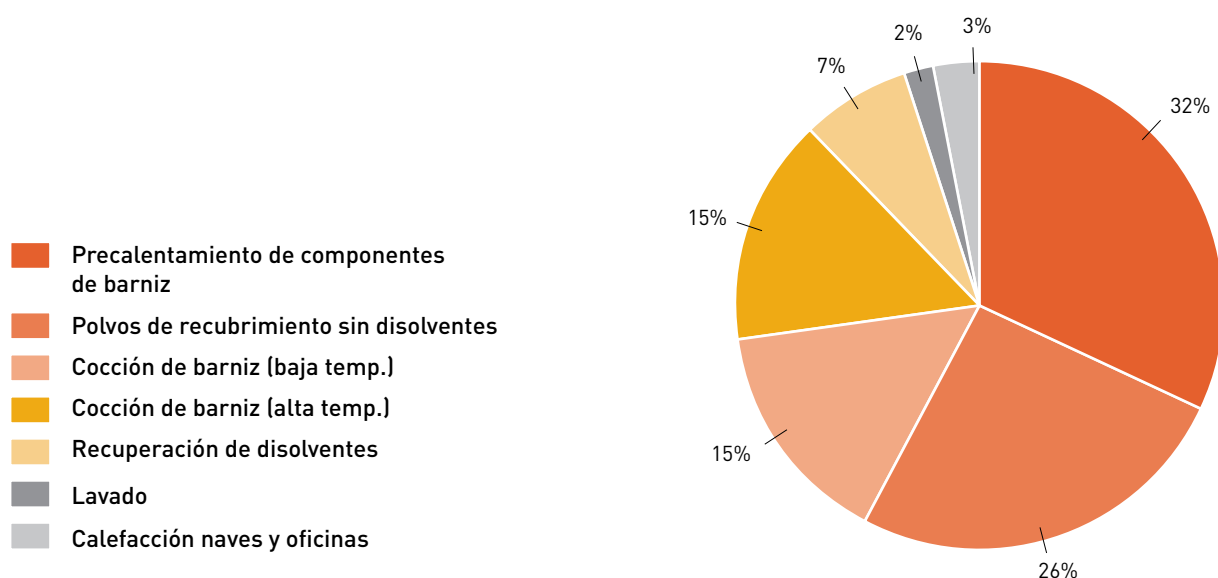


Figura 2.23.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

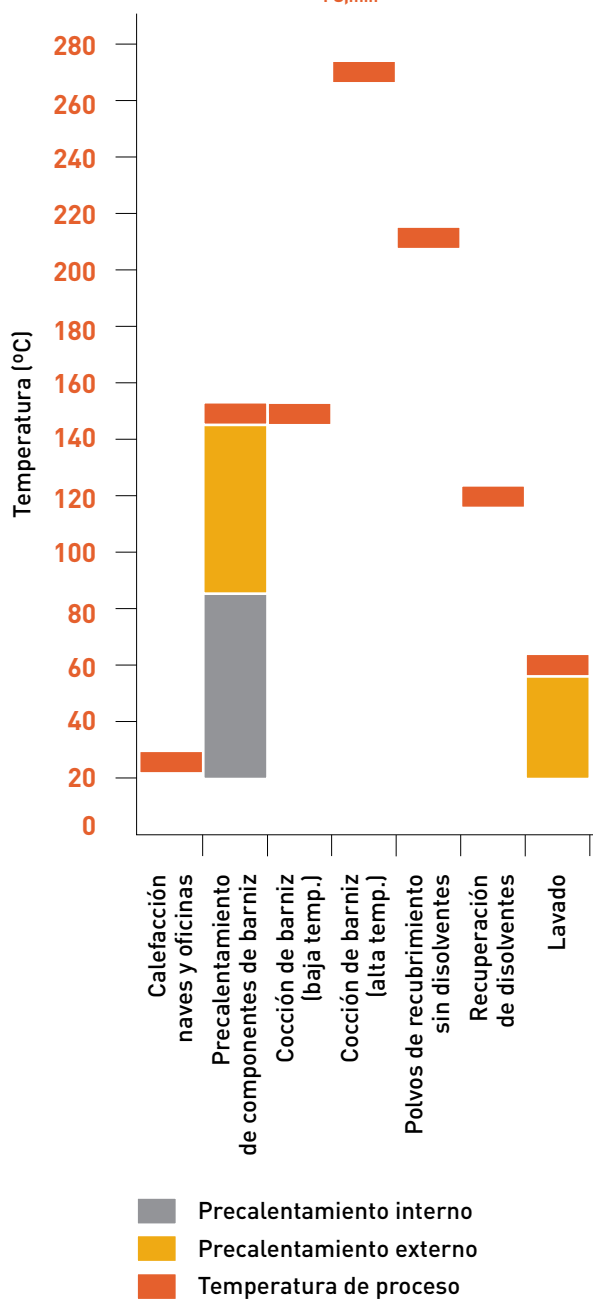
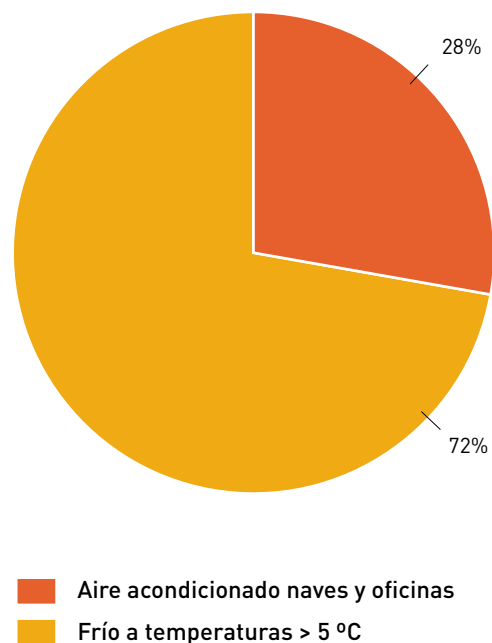


Figura 2.23.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.23.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.23.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.23.5.

Tabla 2.23.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	5.784		863	6.647	
Con recuperación de calor	MWh	5.562			6.425	
Reducción recuperación de calor	%	4			3	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	58	1,0%		58	0,9%
60 a 120 °C	MWh	707	12,7%		1.579	24,6%
120 a 250 °C	MWh	3.909	70,3%		3.902	60,7%
Total baja y media temperatura	MWh	4.674	84,0%		5.539	86,2%

Figura 2.23.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

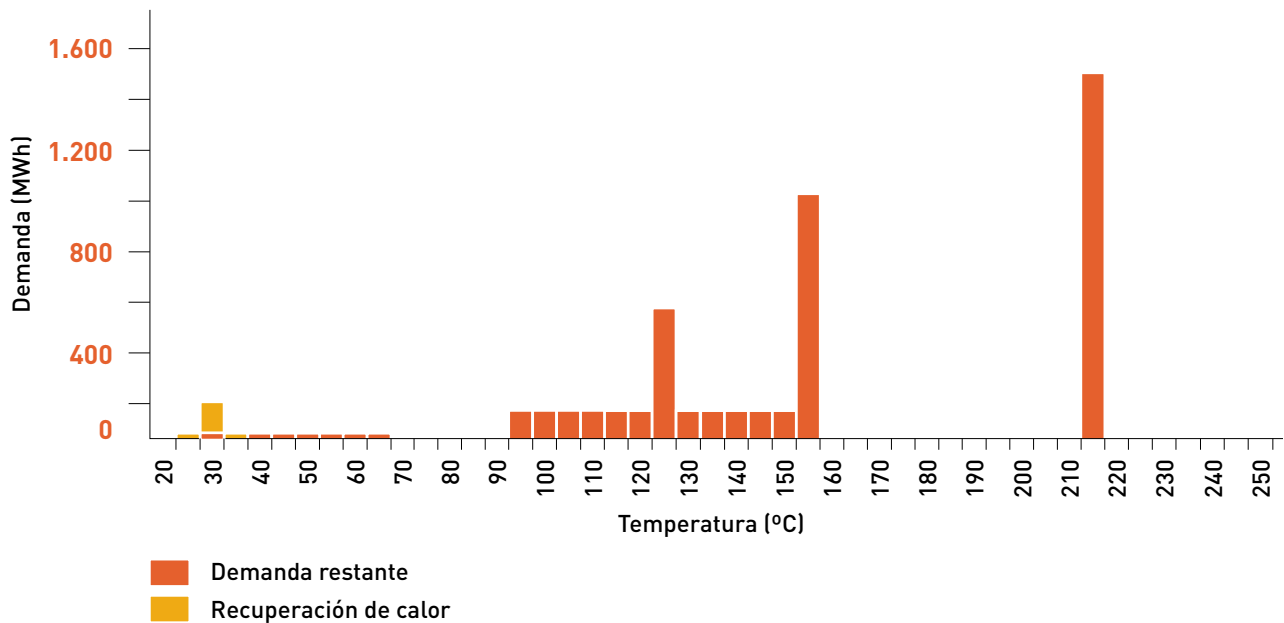
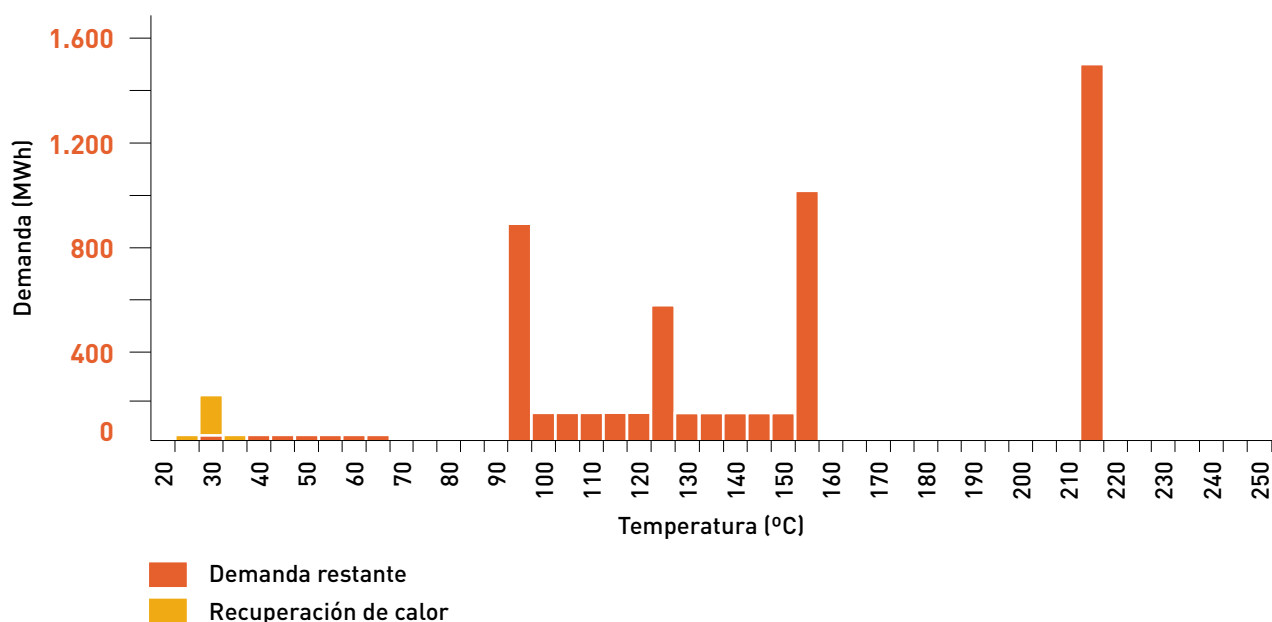


Figura 2.23.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.23.4 Potencial solar térmica

2.23.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.23.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	24,50	38,50	73,50	136,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	23,10	36,69	70,01	129,51
	kWh/kW	0,00	943,04	952,93	952,54	948,79
Temp. media (captador)	°C		55	62	72	82
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	24,50	38,50	73,50	136,50
Generación de calor útil	MWh		0,00	23,10	36,69	70,01	129,51
	kWh/kW		-	943,04	952,93	952,54	948,79
Temp. media (captador)	°C			55	62	72	82
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	39,6	62,9	120,1	222,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	1,6	2,6	4,7	8,7
	Media posible	%	0,0	1,6	2,6	4,7	8,7

Figura 2.23.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

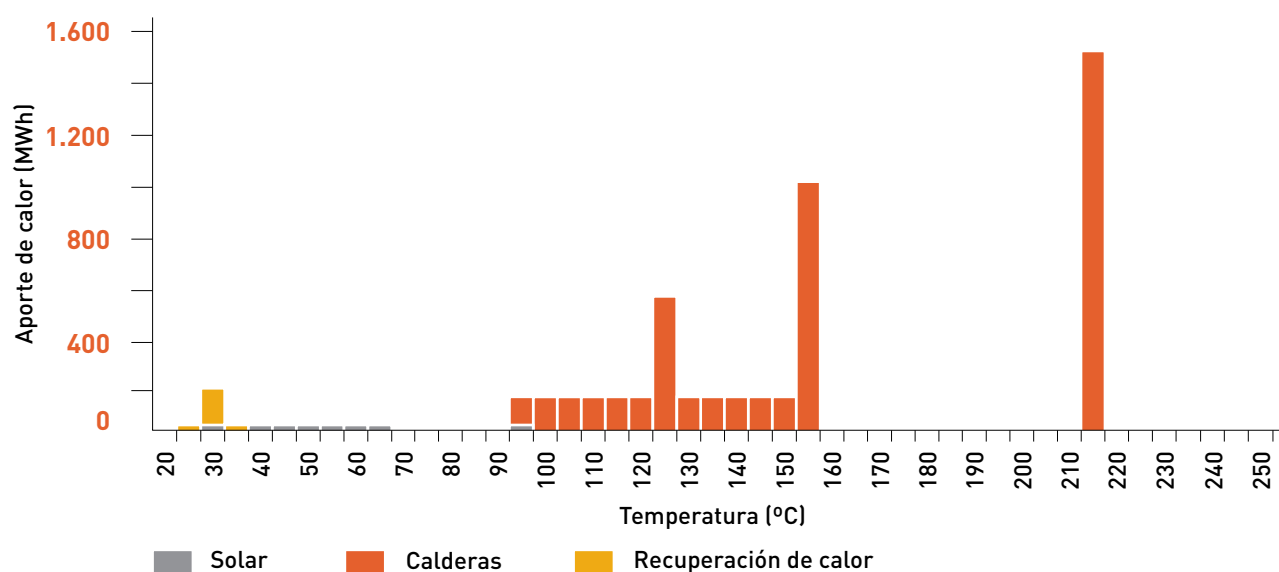


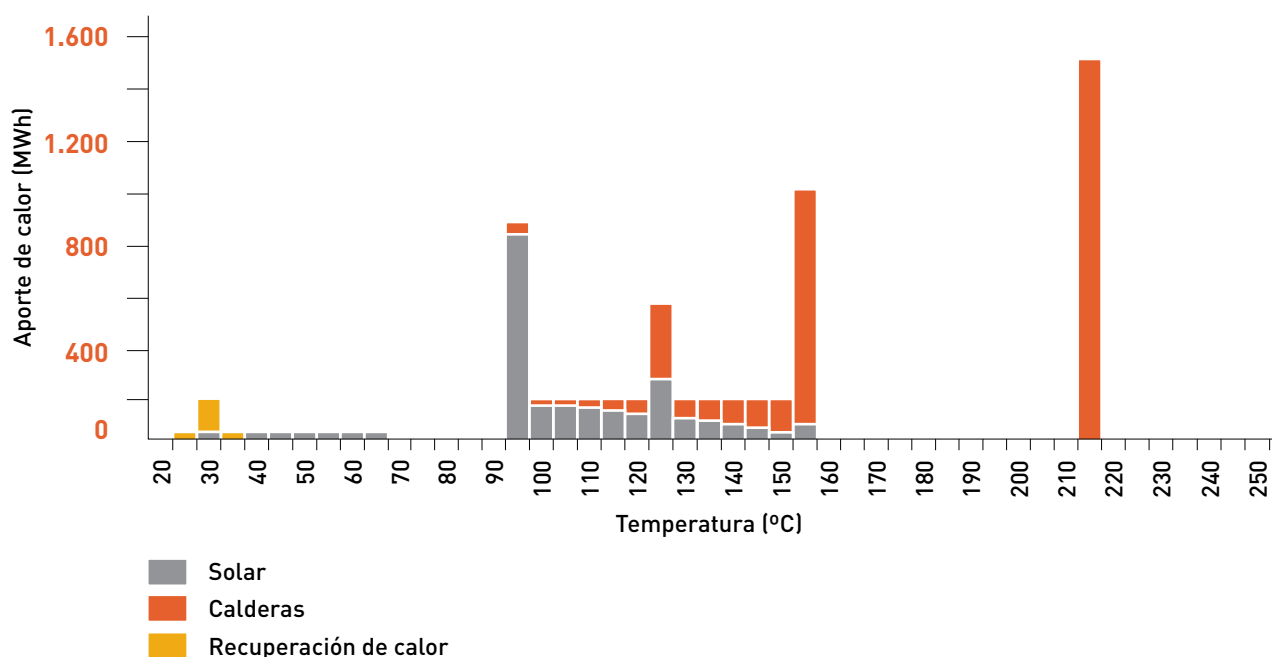
Tabla 2.23.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		523,25	1.011,50	1.555,75	2.355,50	2.959,25
Generación de calor útil	MWh		392,67	758,77	1.166,17	1.766,81	2.219,53
	kWh/kW		750,44	750,14	749,59	750,08	750,03
Temp. media (captador)	°C		96	116	131	145	159
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	1.224,25	1.224,25	1.224,25
Generación de calor útil	MWh		-	-	994,08	1.153,78	1.306,39
	kWh/kW		-	-	811,99	942,44	1.067,10
Temp. media (captador)	°C		-	-	124	125	128
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	2.448,49
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	2.012,37
	kWh/kW		-	-	-	-	821,88
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	153
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		523,25	1.011,50	1.416,52	1.880,37	2.005,82
Generación de calor útil	MWh		392,67	758,77	1.093,89	1.509,34	1.744,86
	kWh/kW		750,44	750,14	772,24	802,68	869,90
Temp. media (captador)	°C		96	116	128	136	143
Factor limitante			Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		8,4	16,2	23,4	32,3	37,3
Ocupación de superficie	Deseada	%	21,4	41,3	63,5	96,2	120,9
	Media posible	%	21,4	41,3	57,9	76,8	81,9

Tabla 2.23.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		595,00	1.727,25	2.449,54	3.437,00	4.047,75
Generación de calor útil	MWh		445,95	1.295,73	1.837,28	2.578,40	3.034,15
	kWh/kW		749,50	750,17	750,05	750,19	749,59
Temp. media (captador)	°C		98	118	133	146	159
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	1.224,25	1.224,25	1.224,25	1.224,25
Generación de calor útil	MWh		-	974,13	1.100,67	1.283,93	1.439,25
	kWh/kW		-	795,70	899,06	1.048,75	1.175,62
Temp. media (captador)	°C		-	113	115	116	119
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	2.448,49	2.448,49	2.448,49
Generación de calor útil	MWh		-	-	1.836,79	2.110,14	2.346,02
	kWh/kW		-	-	750,17	861,81	958,15
Temp. media (captador)	°C		-	-	133	134	140
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		595,00	1.515,99	1.934,46	2.072,70	2.158,21
Generación de calor útil	MWh		445,95	1.160,66	1.527,69	1.828,69	2.061,52
	kWh/kW		749,50	765,61	789,72	882,27	955,20
Temp. media (captador)	°C		98	116	125	128	134
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		8,1	21,0	27,6	33,0	37,2
Ocupación de superficie	Deseada	%	24,3	70,5	100,0	140,4	165,3
	Media posible	%	24,3	61,9	79,0	84,7	88,1

Figura 2.23.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.23.8. Fracción solar media del sector

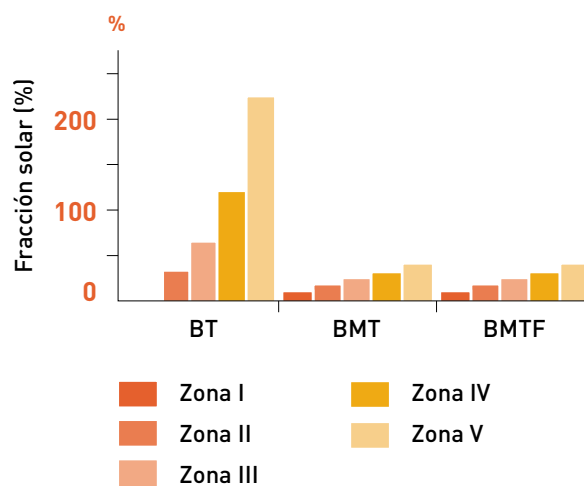


Figura 2.23.9. Grado medio de ocupación de superficie

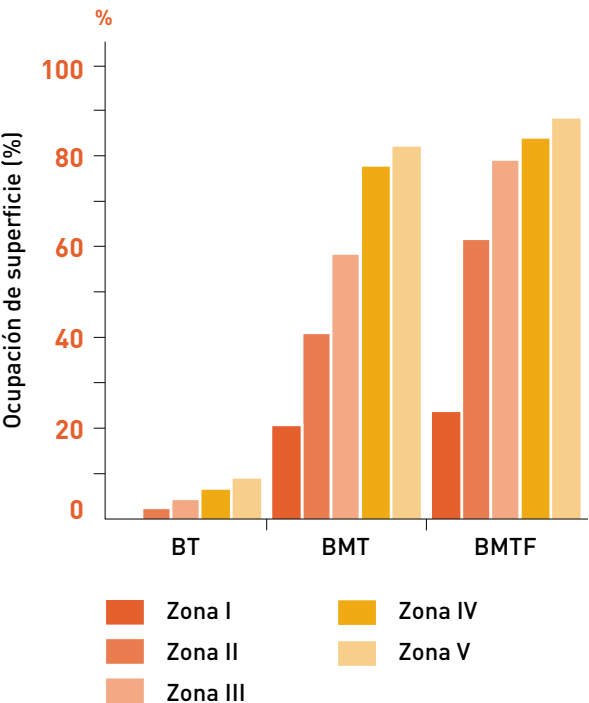
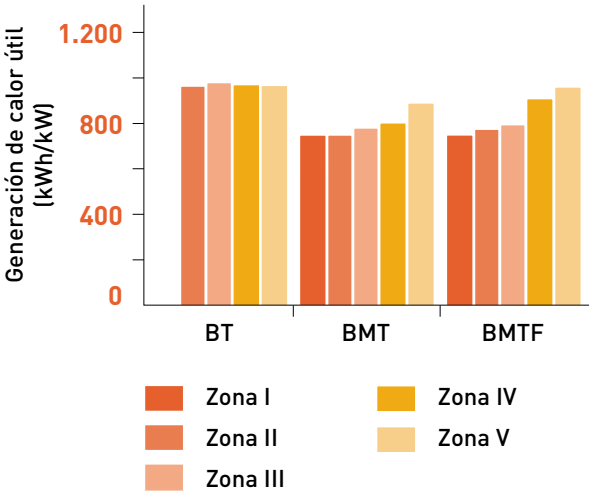


Figura 2.23.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.23.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.23.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,16	0,90	1,06	17,18	18,49	5,5	82,4	88,6
Cádiz	0,18	0,99	1,17	25,49	27,83	3,9	79,2	86,4
Córdoba	0,14	0,75	0,88	17,17	18,65	4,5	80,2	87,1
Granada	0,12	0,63	0,75	18,52	20,32	3,4	78,1	85,7
Huelva	0,10	0,58	0,68	11,03	11,87	5,5	82,3	88,6
Jaén	0,09	0,51	0,61	12,11	13,16	4,4	80,0	87,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Málaga	0,21	1,16	1,37	38,85	42,81	3,0	77,2	85,0
Sevilla	0,47	2,57	3,04	48,88	52,59	5,5	82,4	88,7
Huesca	0,02	0,12	0,14	5,11	6,51	1,9	63,0	80,3
Teruel	0,01	0,06	0,07	2,73	3,60	1,7	60,4	79,6
Zaragoza	0,11	0,56	0,67	25,01	32,40	1,8	62,1	80,4
Asturias	0,00	0,00	0,00	2,70	3,07	0,0	21,4	24,3
Islas Baleares	0,08	0,46	0,54	15,52	17,11	2,9	77,1	84,9
Las Palmas	0,18	0,99	1,17	18,82	20,25	5,5	82,4	88,7
Santa Cruz de Tenerife	0,16	0,86	1,02	16,38	17,62	5,5	82,4	88,7
Cantabria	0,00	0,00	0,00	3,78	4,30	0,0	21,4	24,3
Albacete	0,06	0,35	0,41	6,70	7,21	5,5	82,3	88,6
Ciudad Real	0,04	0,22	0,26	7,51	8,29	2,9	77,0	84,9
Cuenca	0,02	0,09	0,10	2,71	3,13	3,0	72,7	83,9
Guadalajara	0,02	0,11	0,13	3,83	4,24	2,9	76,6	84,7
Toledo	0,06	0,30	0,36	10,41	11,56	2,9	76,3	84,7
Ávila	0,02	0,11	0,13	4,06	4,64	2,6	73,2	83,8
Burgos	0,10	0,07	0,17	7,35	10,95	1,3	41,6	61,8
León	0,07	0,15	0,22	9,49	13,46	1,4	50,2	71,1
Palencia	0,04	0,02	0,06	2,79	4,17	1,3	41,8	62,4
Salamanca	0,03	0,16	0,19	7,70	10,40	1,6	58,8	79,4

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Segovia	0,01	0,07	0,09	3,66	4,96	1,5	58,5	79,3
Soria	0,01	0,04	0,05	2,12	2,90	1,5	58,0	79,2
Valladolid	0,14	0,11	0,25	10,91	16,13	1,3	43,6	64,3
Zamora	0,01	0,07	0,08	3,56	4,86	1,5	58,0	79,2
Barcelona	1,09	2,64	3,73	158,81	222,84	1,4	52,0	72,9
Girona	0,08	0,37	0,46	19,35	26,55	1,5	56,9	78,0
Lleida	0,05	0,22	0,27	11,30	15,45	1,5	57,5	78,6
Tarragona	0,15	0,81	0,96	27,57	30,45	2,9	76,9	84,9
Alicante/ Alacant	0,66	3,61	4,26	83,21	90,40	4,5	80,2	87,1
Castellón/ Castelló	0,19	1,03	1,22	34,87	38,47	2,9	77,0	84,9
Valencia/ València	0,73	3,96	4,69	134,83	149,02	2,9	76,8	84,9
Badajoz	0,03	0,18	0,21	3,82	4,14	4,8	80,9	87,6
Cáceres	0,02	0,10	0,12	2,26	2,46	4,5	80,3	87,2
A Coruña	0,00	0,00	0,00	5,65	6,42	0,0	21,4	24,3
Lugo	0,02	0,01	0,04	2,17	3,07	0,8	34,3	48,3
Ourense	0,03	0,02	0,05	2,23	3,24	1,1	38,3	55,6
Pontevedra	0,03	0,02	0,05	5,80	7,42	0,3	26,5	33,9
La Rioja	0,07	0,26	0,33	14,02	19,34	1,5	55,7	76,8
Madrid	0,76	4,12	4,88	139,70	153,99	2,9	77,1	84,9
Murcia	0,37	2,05	2,43	48,28	52,50	4,4	80,0	87,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Navarra	0,02	0,08	0,10	4,81	6,44	1,1	47,8	63,8
Álava	0,01	0,01	0,01	4,46	5,29	0,1	23,1	27,3
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	8,71	9,90	0,0	21,4	24,3
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	13,60	15,46	0,0	21,4	24,3
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,5	82,4	88,7
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,5	82,4	88,7
Total nacional	6,99	32,49	39,48	1.087,51	1.280,33	2,5	63,5	74,7

Tabla 2.23.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	155	950	1.105	221,4	14.922	37,3	17.633	37,2
Cádiz	172	1.056	1.228	159,5	21.132	34,2	25.336	34,6
Córdoba	129	793	922	180,1	14.468	35,3	17.258	35,5
Granada	111	681	792	139,8	15.110	33,3	18.209	33,8
Huelva	99	607	706	220,2	9.569	37,2	11.310	37,1
Jaén	89	548	637	176,1	10.169	35,1	12.142	35,3

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Málaga	204	1.255	1.459	121,3	31.196	32,4	37.784	33,1
Sevilla	441	2.712	3.153	222,1	42.480	37,3	50.190	37,2
Huesca	22	130	152	78,8	3.994	25,7	5.320	28,9
Teruel	11	65	76	70,6	2.119	24,5	2.889	28,2
Zaragoza	101	622	723	75,2	19.505	25,3	26.253	28,7
Asturias	0	0	0	0,0	2.025	8,4	2.300	8,1
Islas Baleares	81	497	578	120,1	12.453	32,3	15.087	33,0
Las Palmas	170	1.044	1.214	222,1	16.357	37,3	19.326	37,2
Santa Cruz de Tenerife	148	909	1.056	222,1	14.234	37,3	16.817	37,2
Cantabria	0	0	0	0,0	2.835	8,4	3.219	8,1
Albacete	60	368	428	220,0	5.810	37,2	6.867	37,1
Ciudad Real	39	241	280	120,2	6.025	32,3	7.305	33,0
Cuenca	15	92	107	120,7	2.187	30,6	2.721	32,2
Guadalajara	20	122	142	118,7	3.071	32,1	3.730	32,9
Toledo	54	330	384	117,8	8.344	31,9	10.154	32,8
Ávila	20	123	144	108,4	3.234	30,5	4.011	31,9
Burgos	94	72	166	39,2	5.507	16,2	8.379	20,8
León	71	163	234	51,7	7.236	19,9	10.484	24,4
Palencia	37	27	63	39,6	2.085	16,2	3.189	21,0
Salamanca	29	175	204	65,3	5.954	23,8	8.254	27,8

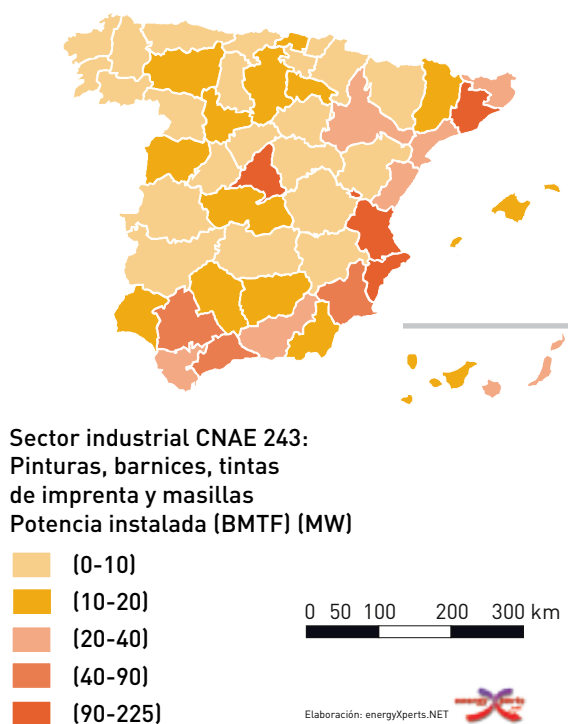
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Segovia	13	83	96	64,4	2.827	23,6	3.930	27,7
Soria	8	47	55	62,9	1.637	23,4	2.286	27,6
Valladolid	128	126	254	42,3	8.210	17,1	12.386	21,7
Zamora	13	79	92	62,9	2.749	23,4	3.839	27,6
Barcelona	1.035	2.942	3.977	54,5	121.498	20,8	174.258	25,1
Girona	80	418	498	61,3	14.909	22,9	20.920	27,1
Lleida	44	249	292	62,3	8.717	23,2	12.193	27,4
Tarragona	143	880	1.023	119,4	22.105	32,2	26.819	32,9
Alicante/ Alacant	624	3.836	4.460	179,8	70.094	35,2	83.617	35,5
Castellón/ Castelló	182	1.115	1.296	119,8	27.971	32,3	33.905	33,0
Valencia/ València	700	4.299	4.999	119,2	108.106	32,2	131.203	32,9
Badajoz	31	188	219	193,6	3.254	35,9	3.869	36,0
Cáceres	17	105	122	180,8	1.907	35,3	2.274	35,5
A Coruña	0	0	0	0,0	4.239	8,4	4.815	8,1
Lugo	22	16	38	25,0	1.626	13,3	2.338	16,2
Ourense	26	20	46	32,7	1.669	14,9	2.478	18,7
Pontevedra	30	22	52	10,0	4.345	10,4	5.612	11,3
La Rioja	65	293	358	59,6	10.786	22,4	15.213	26,6
Madrid	728	4.470	5.198	120,0	112.061	32,3	135.777	33,0
Murcia	356	2.185	2.541	176,0	40.555	35,1	48.423	35,3

[Continuación]

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Navarra	15	94	109	45,3	3.703	19,2	5.053	22,1
Álava	7	7	15	3,2	3.349	9,1	3.981	9,1
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	6.535	8,4	7.422	8,1
Vizcaya	0	0	0	0,0	10.203	8,4	11.587	8,1
Ceuta	0	0	0	222,1	0	37,3	0	37,2
Melilla	0	0	0	222,1	0	37,3	0	37,2
Total nacional	6.639	35.055	41.694	101,8	875.076	26,7	1.100.363	28,3

Figura 2.23.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.23.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 2,5%) y en régimen intermedio para la demanda total a baja y media temperatura (excepto zonas I y II: limitación por la demanda), permitiendo una fracción solar del 27% (calor a baja y media temperatura) y del 28% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 160 °C:

- Calefacción de naves y oficinas.
- Precalentamiento de componentes de barniz.
- Cocción de barniz (baja temp.).
- Recuperación de disolventes.
- Lavado.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de calor a temperaturas superiores.

2.23.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica, Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

EPA:

Organic Chemical Process Industry, AP 42, Volume I – Chapter 6, Fifth Edition, U.S. Environmental Protection Agency.

<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch06/>

EUROSTAT:

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/tables_excel

WIKIPEDIA:

http://en.wikipedia.org/wiki/Powder_coating

http://en.wikipedia.org/wiki/Fusion_bonded_epoxy

EC Environment:

Paints Manufacturing, Chapter 7.4.3.4. European Commission (EC) - Environment.

http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/solvents/activities/pdf/84_en.pdf

2.24 CNAE 244. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS

2.24.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.24.1.

Tabla 2.24.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	570	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	9,98
Número de empleados	-	40.117	70,4
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	1.977.557	3.469
Consumo total electricidad		1.468.255	2.576
Consumo energía final (gen. calor)		2.418.033	4.242
Consumo electricidad gen. frío		213.163	374

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	2.123.433	3.725
Otras superficies adyacentes		808.735	1.419
Total		2.932.168	5.144
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	897	
Por € de facturación	kWh/€	0,46	
Por trabajador	kWh/trabajador	65.588	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.24.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.24.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		5,3		223,52	0,83	186,19			Manten.		El porcentaje de cada proceso ha sido estimado. Al considerar los consumos cada uno de los procesos mencionados ha sido elegido como representativo para una gama de productos	
Producción de benzodiazepinas	65	20	4,7		201,44	0,83	167,80	-	43	Circulac.			
Producción de penicilina	37	20	4,7		201,44	0,83	167,80	-	-	Manten./circulac. (batch)			
Extracción de alcaloides de indol	42	20	4,7		201,44	0,83	167,80	-	31	Circulac. (batch)			
Producción de barbituratos	500	20	9,5		402,88	0,98	394,82	-	260	Manten./circulac. (batch)			
Oxidación de pirazolidona	90	20	4,7		201,44	0,83	167,80	-	55	Circulac.		El porcentaje de cada proceso ha sido estimado. Al considerar los consumos cada uno de los procesos mencionados ha sido elegido como representativo para una gama de productos	
Secado de pirazolona	100	50	4,7		201,44	0,83	167,80	-	75	Manten./circulac. (batch)			
Fermentación de B12	30	20	4,7		201,44	0,83	167,80	-	-	Circulac.			
Vitamina C	35	20	9,5		402,88	0,83	335,60	-	-	Circulac.			
Vitamina D	60	0	4,7		201,44	0,83	167,80	-	30	Circulac.			
Destilación de vitamina E	200		9,5		402,88	0,98	394,82			Manten.			
CIP	60	15	15,0		636,32	0,83	530,06	45		Circulac.			
Concentración	70	20	7,0		296,95	0,83	247,36	-	45	Manten./circulac.			
Secado de pastillas	80	20	7,0		296,95	0,83	247,36	-	50	Manten./circulac. (batch)			
Esterilización	120	20	4,0		169,69	0,83	141,35	-	70	Circulac.			
Total consumo de calor			-		4.242,16	0,86	3.652,17						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos precisos
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.24.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	14,7		165,15	85	0,70	235,94	Resultados Tarea 1	
Producción de sulfonamida	-10 a +5	42,6		478,38	95	0,60	797,30		
"Wintering" vitamina E	-10 a +5	42,6		478,38	95	0,60	797,30		
Total consumo de frío		-		1.121,91			1.830,53		

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.24.1. La Figura 2.24.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos. El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.24.3.

Figura 2.24.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

- CIP
- Producción de barbituratos
- Destilación de vitamina E
- Vitamina C
- Concentración
- Secado de pastillas
- Producción de benzodiazepinas
- Producción de penicilina
- Extracción de alcaloides de indol
- Oxidación de pirazolidona
- Secado de pirazolona
- Fermentación de B12
- Vitamina D
- Esterilización
- Calefacción naves y oficinas

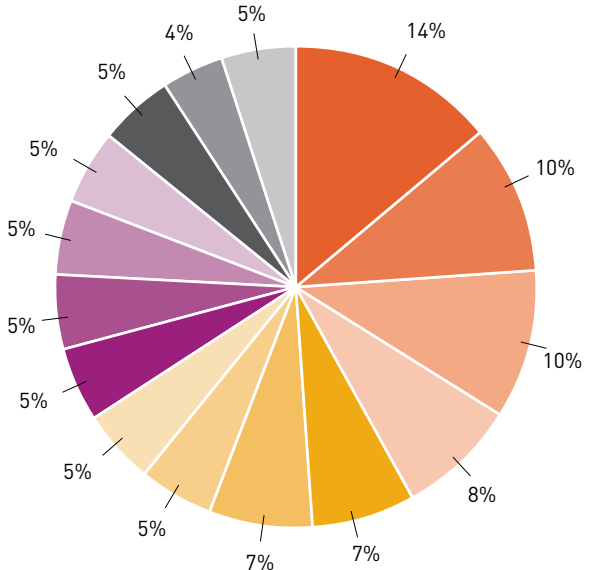


Figura 2.24.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

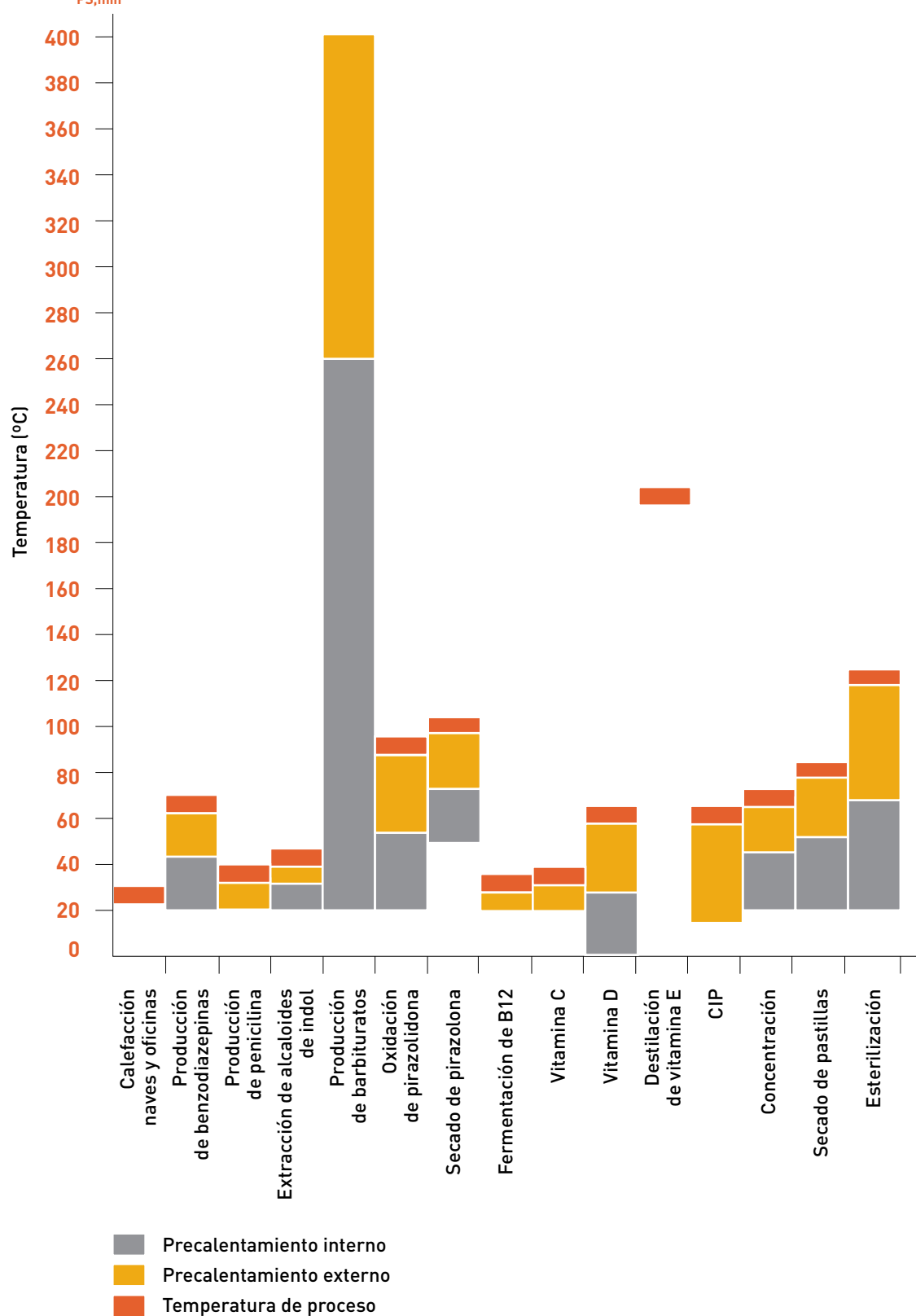
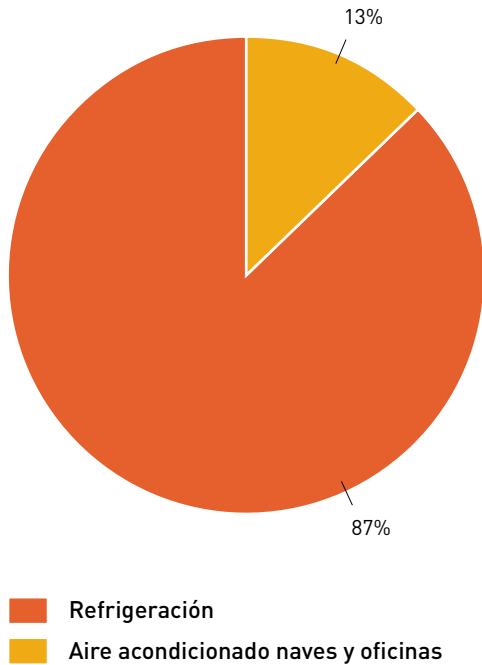


Figura 2.24.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.24.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.24.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.24.5.

Tabla 2.24.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	3.726		1.831	5.556	
Con recuperación de calor	MWh	3.323			5.156	
Reducción recuperación de calor	%	11			7	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	1.252	37,7%		1.244	24,1%
60 a 120 °C	MWh	1.236	37,2%		3.083	59,8%
120 a 250 °C	MWh	432	13,0%		429	8,3%
Total baja y media temperatura	MWh	2.920	87,9%		4.756	92,2%

Figura 2.24.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

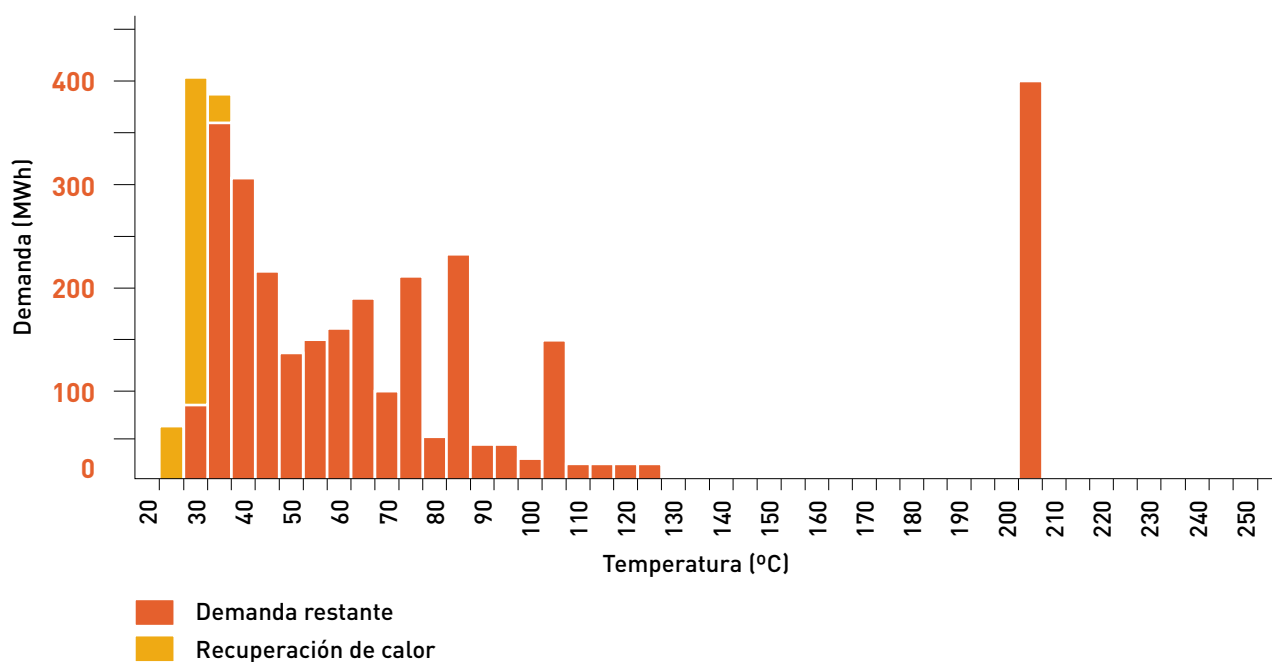
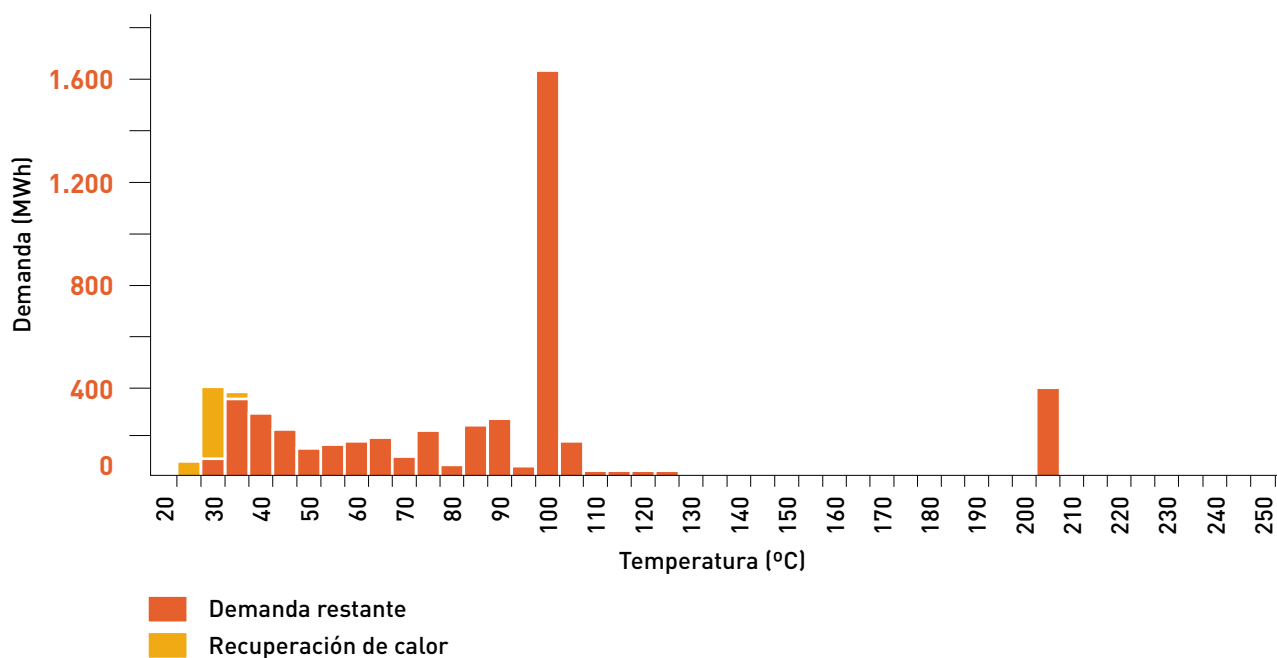


Figura 2.24.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.24.4 Potencial solar térmica

2.24.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.24.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	651,00	913,50	1.431,50	1.750,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	618,62	867,41	1.360,20	1.662,78
	kWh/kW	0,00	950,26	949,55	950,19	950,16
Temp. media (captador)	°C		58	65	74	86
Simulación 1b: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	741,37	767,27	770,87
Generación de calor útil	MWh	-	-	741,28	894,76	995,77
	kWh/kW	-	-	1.000	1.166	1.292
Temp. media (captador)	°C	-	-	61	62	66
Simulación 1c: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	1.541,74
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	1.557,87
	kWh/kW	-	-	-	-	1.010
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	83
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	651,00	841,21	1.152,53	1.247,13
Generación de calor útil	MWh	0,00	618,62	814,44	1.164,71	1.336,47
	kWh/kW	-	950,26	968,18	1.010,57	1.071,64
Temp. media (captador)	°C		58	63	69	76
Factor limitante		Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%	0,0	49,4	65,1	93,0	106,8

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	44,3	61,6	93,3	113,5
	Media posible	%	0,0	44,3	56,7	75,1	80,9

Figura 2.24.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

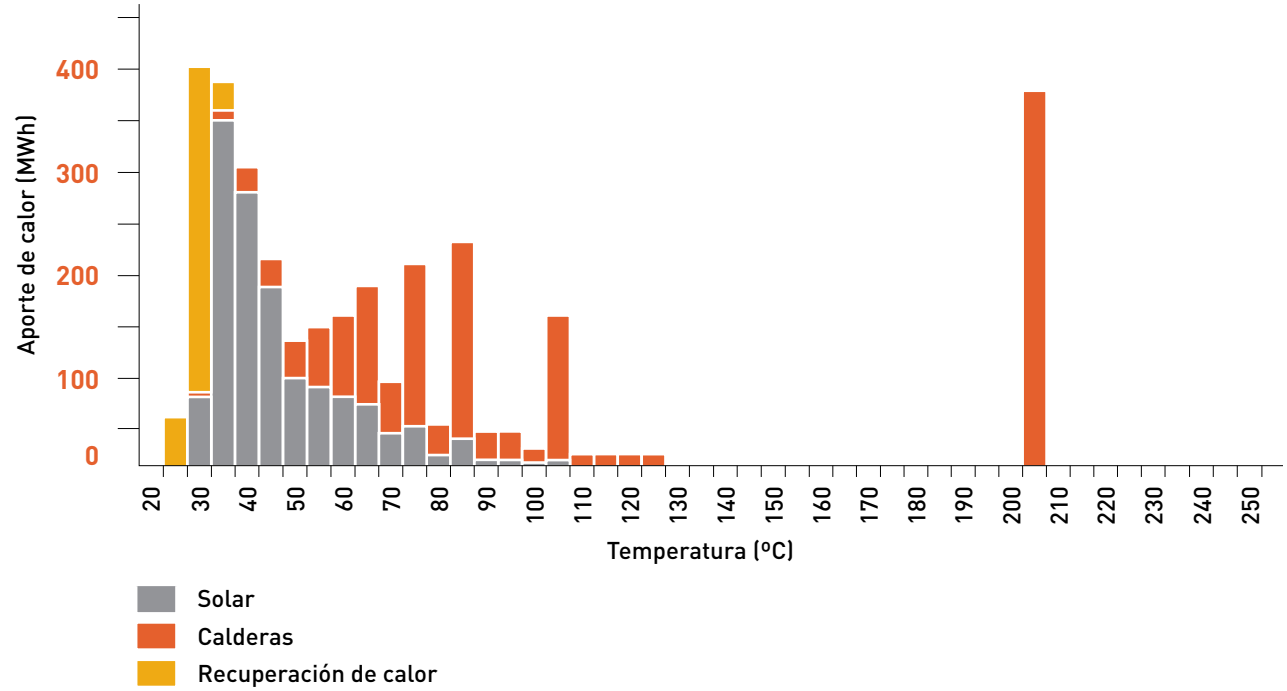


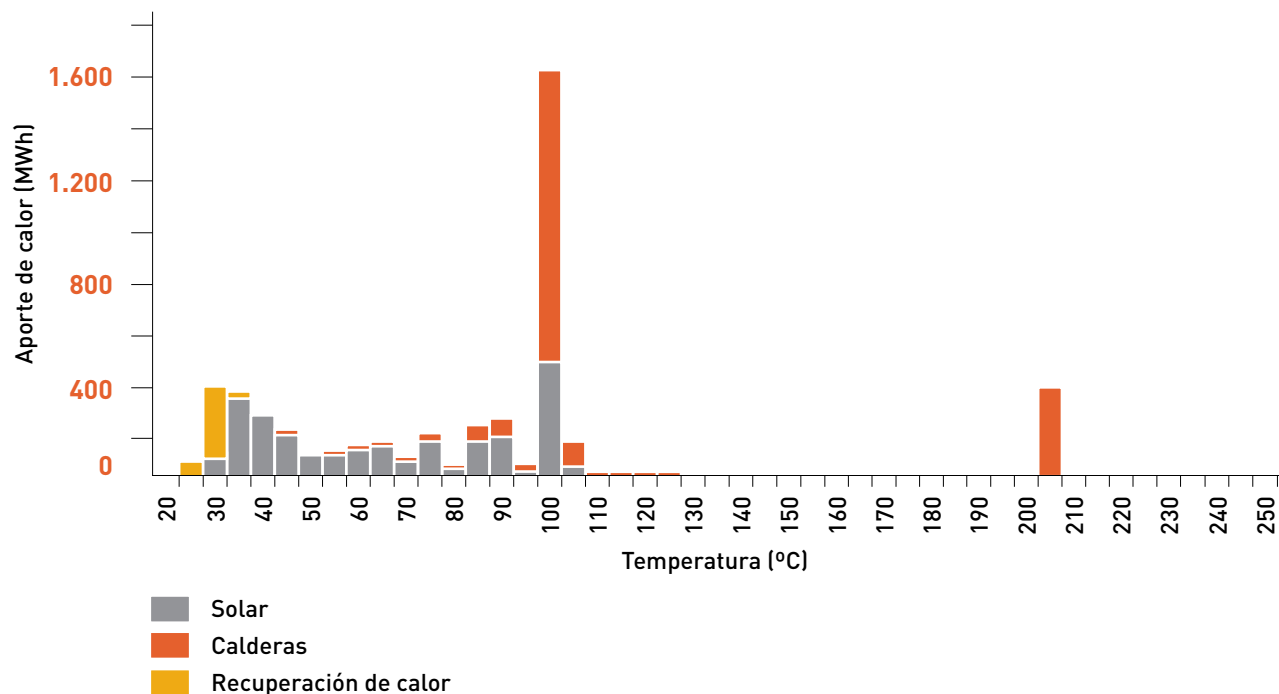
Tabla 2.24.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		2.380,00	2.777,25	2.833,25	3.181,50	3.209,50
Generación de calor útil	MWh		1.784,64	2.082,41	2.125,05	2.385,90	2.406,96
	kWh/kW		749,85	749,81	750,04	749,93	749,95
Temp. media (captador)	°C		100	116	129	142	153
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		1.207,55	1.207,55	1.207,55	1.207,55	1.207,55
Generación de calor útil	MWh		1.167,46	1.321,84	1.428,42	1.609,88	1.733,31
	kWh/kW		966,80	1.094,65	1.182,91	1.333,18	1.435,40
Temp. media (captador)	°C		76	80	86	88	96
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	2.415,10	2.415,10	2.415,10	2.415,10
Generación de calor útil	MWh		-	1.976,54	2.031,97	2.263,04	2.295,23
	kWh/kW		-	818,41	841,36	937,04	950,37
Temp. media (captador)	°C		-	109	120	125	138
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.887,57	1.958,63	1.966,47	2.015,22	2.019,14
Generación de calor útil	MWh		1.525,43	1.716,39	1.791,51	2.005,91	2.074,87
	kWh/kW		808,14	876,32	911,03	995,38	1.027,60
Temp. media (captador)	°C		90	98	107	112	122
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		52,2	58,8	61,4	68,7	71,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	98,5	115,0	117,3	131,7	132,9
	Media posible	%	78,2	81,1	81,4	83,4	83,6

Tabla 2.24.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		1.002,75	4.149,25	4.497,50	5.304,25	5.383,00
Generación de calor útil	MWh		752,45	3.112,27	3.372,99	3.980,52	4.037,52
	kWh/kW		750,39	750,08	749,97	750,44	750,05
Temp. media (captador)	°C		102	119	132	144	156
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	1.207,55	1.207,55	1.207,55	1.207,55
Generación de calor útil	MWh		-	1.345,18	1.463,34	1.649,61	1.808,35
	kWh/kW		-	1.113,98	1.211,83	1.366,08	1.497,54
Temp. media (captador)	°C		-	79	83	85	90
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	2.415,10	2.415,10	2.415,10	2.415,10
Generación de calor útil	MWh		-	2.244,64	2.457,51	2.752,34	3.009,33
	kWh/kW		-	929,42	1.017,56	1.139,64	1.246,05
Temp. media (captador)	°C		-	99	105	108	115
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		1.002,75	2.150,71	2.199,46	2.312,41	2.323,43
Generación de calor útil	MWh		752,45	1.988,34	2.168,12	2.461,14	2.648,87
	kWh/kW		750,39	924,50	985,75	1.064,32	1.140,07
Temp. media (captador)	°C		102	93	100	103	110
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		15,8	41,8	45,6	51,8	55,7
Ocupación de superficie	Deseada	%	41,5	171,8	186,2	219,6	222,9
	Media posible	%	41,5	89,1	91,1	95,7	96,2

Figura 2.24.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.24.8. Fracción solar media del sector

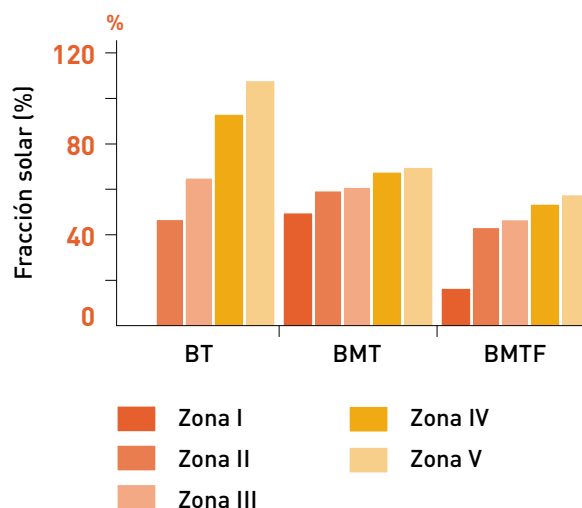


Figura 2.24.9. Grado medio de ocupación de superficie

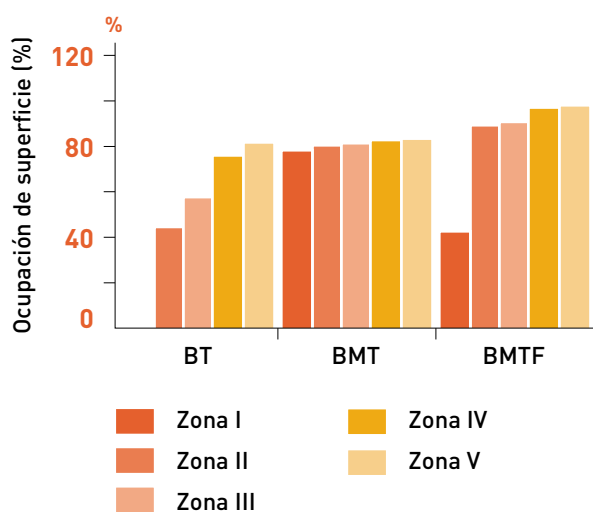
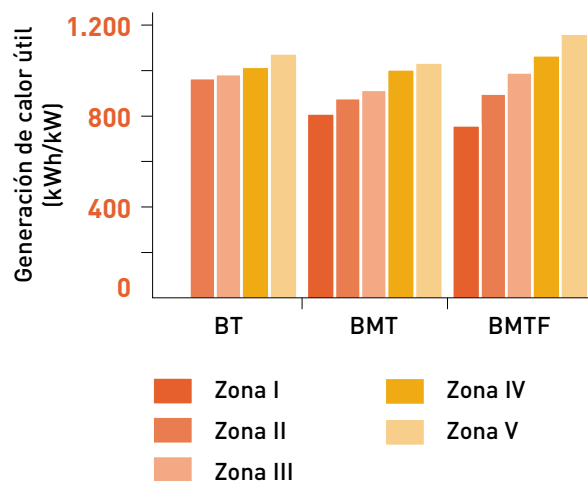


Figura 2.24.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.24.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.24.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	6,43	6,43	11,58	13,32	46,4	83,6	96,2
Cádiz	0,00	9,32	9,32	17,84	20,49	43,6	83,5	95,9
Córdoba	0,00	6,33	6,33	11,87	13,64	44,6	83,5	96,0
Granada	0,00	6,72	6,72	13,12	15,07	42,7	83,5	95,8
Huelva	0,00	4,12	4,12	7,44	8,56	46,4	83,6	96,2
Jaén	0,00	4,45	4,45	8,39	9,64	44,4	83,5	96,0
Málaga	0,00	13,99	13,99	27,85	31,96	41,9	83,4	95,8
Sevilla	0,00	18,29	18,29	32,93	37,89	46,4	83,6	96,2
Huesca	0,34	3,01	3,36	8,26	9,30	35,7	84,7	95,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Teruel	0,23	1,55	1,78	4,59	5,15	34,5	84,9	94,9
Zaragoza	1,91	14,44	16,34	41,01	46,09	35,3	84,8	95,0
Asturias	0,00	0,00	0,00	16,34	8,68	0,0	78,2	41,5
Islas Baleares	0,00	4,38	4,38	8,72	10,01	41,9	83,4	95,7
Las Palmas	0,00	10,38	10,38	18,70	21,51	46,4	83,6	96,2
Santa Cruz de Tenerife	0,00	9,04	9,04	16,27	18,72	46,4	83,6	96,2
Cantabria	0,00	0,00	0,00	4,09	2,17	0,0	78,2	41,5
Albacete	0,00	8,82	8,82	15,92	18,32	46,3	83,6	96,2
Ciudad Real	0,01	9,52	9,53	19,02	21,82	41,8	83,5	95,7
Cuenca	0,11	3,32	3,43	7,24	8,25	40,3	83,9	95,6
Guadalajara	0,01	4,85	4,86	9,75	11,18	41,6	83,5	95,7
Toledo	0,06	13,14	13,20	26,58	30,46	41,5	83,5	95,7
Ávila	0,03	1,19	1,22	2,57	2,93	40,1	83,8	95,6
Burgos	0,37	1,93	2,30	8,07	8,76	25,7	84,0	91,0
León	0,46	2,41	2,87	8,65	9,58	29,9	84,7	93,5
Palencia	0,14	0,74	0,88	3,05	3,35	26,1	84,1	92,0
Salamanca	0,34	1,91	2,25	5,99	6,70	33,8	85,1	94,9
Segovia	0,17	0,90	1,07	2,86	3,20	33,7	85,2	94,9
Soria	0,10	0,52	0,62	1,67	1,87	33,5	85,2	94,9
Valladolid	0,55	2,88	3,42	11,44	12,58	26,9	84,2	92,3

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zamora	0,17	0,87	1,04	2,81	3,14	33,5	85,2	94,9
Barcelona	22,70	120,14	142,84	419,27	465,43	30,7	84,8	93,8
Girona	2,73	14,29	17,02	46,71	52,13	32,9	85,1	94,7
Lleida	1,58	8,34	9,92	26,97	30,12	33,2	85,2	94,8
Tarragona	0,04	25,00	25,04	50,07	57,44	41,8	83,5	95,7
Alicante/ Alacant	0,00	19,74	19,74	37,02	42,55	44,5	83,5	96,0
Castellón/ Castelló	0,00	8,07	8,08	16,12	18,49	41,8	83,4	95,7
Valencia/ València	0,06	31,16	31,22	62,48	71,67	41,7	83,5	95,7
Badajoz	0,00	4,44	4,44	8,21	9,44	45,2	83,6	96,1
Cáceres	0,00	2,61	2,61	4,90	5,63	44,6	83,5	96,0
A Coruña	0,00	0,00	0,00	25,84	13,73	0,0	78,2	41,5
Lugo	0,19	1,00	1,19	6,41	5,74	16,5	81,9	73,4
Ourense	0,23	1,20	1,42	5,94	5,92	21,4	83,0	82,7
Pontevedra	0,26	1,38	1,64	21,68	14,72	6,6	79,7	54,3
La Rioja	0,12	0,65	0,77	2,15	2,39	32,4	85,0	94,5
Madrid	0,01	172,84	172,85	344,60	395,42	41,9	83,4	95,7
Murcia	0,00	22,03	22,03	41,48	47,68	44,4	83,5	96,0
Navarra	0,64	3,36	4,00	14,83	14,22	24,1	83,2	79,9
Álava	0,01	0,07	0,08	3,53	2,03	2,0	78,6	45,4
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	7,40	3,93	0,0	78,2	41,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	11,55	6,14	0,0	78,2	41,5
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,4	83,6	96,2
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,4	83,6	96,2
Total nacional	33,57	601,77	635,34	1.531,75	1.679,14	35,4	83,7	91,6

Tabla 2.24.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	7.656	7.656	106,7	11.895	71,0	15.181	55,7
Cádiz	0	10.889	10.889	98,3	17.979	69,6	22.411	53,3
Córdoba	0	7.444	7.444	101,1	12.036	70,1	15.124	54,1
Granada	0	7.798	7.798	95,7	13.145	69,2	16.258	52,5
Huelva	0	4.910	4.910	106,5	7.636	71,0	9.742	55,6
Jaén	0	5.234	5.234	100,6	8.496	70,0	10.659	53,9
Málaga	0	16.124	16.124	93,2	27.731	68,7	34.042	51,8
Sevilla	0	21.795	21.795	106,8	33.837	71,1	43.198	55,7
Huesca	331	3.441	3.772	72,7	7.677	63,4	9.319	47,3

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Teruel	224	1.764	1.988	68,7	4.207	62,4	5.098	46,4
Zaragoza	1.845	16.478	18.323	71,1	37.850	62,9	45.956	46,9
Asturias	0	0	0	0,0	13.208	52,2	6.515	15,8
Islas Baleares	0	5.042	5.042	93,0	8.684	68,7	10.655	51,8
Las Palmas	0	12.375	12.375	106,8	19.212	71,1	24.526	55,7
Santa Cruz de Tenerife	0	10.768	10.768	106,8	16.718	71,1	21.343	55,7
Cantabria	0	0	0	0,0	3.302	52,2	1.629	15,8
Albacete	0	10.509	10.509	106,5	16.347	71,0	20.853	55,6
Ciudad Real	8	10.967	10.975	92,9	18.919	68,7	23.215	51,7
Cuenca	111	3.841	3.951	87,5	7.062	67,1	8.692	50,7
Guadalajara	11	5.583	5.594	92,3	9.682	68,5	11.874	51,6
Toledo	59	15.129	15.188	91,9	26.358	68,4	32.325	51,5
Ávila	30	1.368	1.397	87,3	2.508	67,2	3.069	50,5
Burgos	349	2.144	2.493	48,6	7.020	58,7	8.048	41,3
León	441	2.706	3.147	57,5	7.673	60,1	9.099	43,8
Palencia	134	823	957	49,4	2.656	58,8	3.077	41,8
Salamanca	330	2.171	2.501	66,2	5.433	61,7	6.580	45,8
Segovia	160	1.027	1.187	65,8	2.590	61,5	3.135	45,7
Soria	96	590	686	65,1	1.510	61,4	1.827	45,6
Valladolid	520	3.197	3.718	51,2	10.003	59,1	11.650	42,2

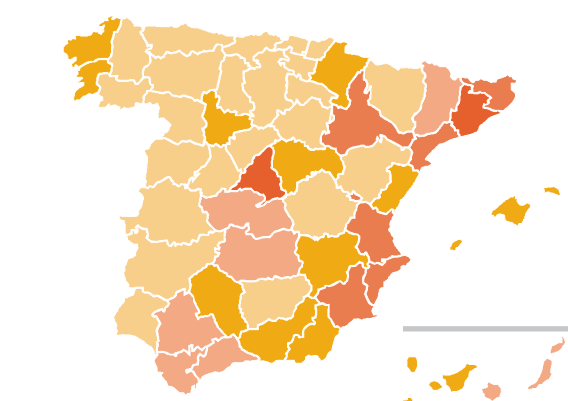
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Zamora	161	991	1.153	65,1	2.535	61,4	3.068	45,6
Barcelona	21.850	135.443	157.294	59,3	373.711	60,4	445.236	44,2
Girona	2.640	16.220	18.860	64,0	42.074	61,2	50.772	45,3
Lleida	1.532	9.470	11.002	64,6	24.336	61,3	29.414	45,5
Tarragona	35	28.802	28.838	92,7	49.786	68,6	61.076	51,7
Alicante/ Alacant	0	23.214	23.214	101,1	37.546	70,1	47.173	54,1
Castellón/ Castelló	4	9.302	9.306	92,9	16.039	68,7	19.678	51,7
Valencia/ València	54	35.900	35.955	92,6	62.108	68,6	76.188	51,7
Badajoz	0	5.241	5.241	102,9	8.361	70,4	10.560	54,6
Cáceres	0	3.074	3.074	101,2	4.967	70,1	6.243	54,1
A Coruña	0	0	0	0,0	20.884	52,2	10.301	15,8
Lugo	181	1.110	1.291	31,2	5.439	56,4	5.065	32,2
Ourense	216	1.325	1.541	40,5	5.107	57,6	5.350	37,1
Pontevedra	249	1.528	1.776	12,5	17.871	53,9	12.093	22,4
La Rioja	119	732	851	62,8	1.927	61,0	2.319	45,0
Madrid	8	199.133	199.141	93,0	342.997	68,7	420.835	51,7
Murcia	0	25.887	25.887	100,6	42.026	70,0	52.726	53,9
Navarra	622	3.821	4.443	46,8	13.008	58,8	13.424	37,3
Álava	13	78	91	3,9	2.870	52,8	1.579	17,8
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	5.981	52,2	2.950	15,8

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Vizcaya	0	0	0	0,0	9.338	52,2	4.606	15,8
Ceuta	0	0	0	106,8	0	71,1	0	55,7
Melilla	0	0	0	106,8	0	71,1	0	55,7
Total nacional	32.334	693.048	725.382	75,4	1.450.284	64,6	1.715.756	47,0

Figura 2.24.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



Sector industrial CNAE 244:
Fabricación de productos
farmacéuticos
Potencia instalada (BMTF) (MW)

- (0-10)
- (10-20)
- (20-40)
- (40-80)
- (80-470)

0 50 100 200 300 km

Elaboración: energyXperts.NET



2.24.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura en zonas I y II y en régimen intermedio en zonas III a V (ocupación media de la superficie disponible del 35%) y en régimen intermedio para la demanda total a baja y media temperatura (limitación por la superficie en zonas IV y V si se incluye la demanda de frío), permitiendo una fracción solar del 65% (calor a baja y media temperatura) y del 47% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 110 °C:

- Calefacción de naves y oficinas.
- Producción de benzodiazepinas.
- Producción de penicilina.
- Extracción de alcaloides de indol.
- Oxidación de pirazolidona.
- Secado de pirazolona.
- Fermentación de B12.
- Vitamina C.
- Vitamina D.
- CIP.
- Concentración.
- Secado de pastillas.
- Esterilización (precalentamiento).

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de calor a temperaturas superiores.

2.24.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica, Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Manufacture of Organic Fine Chemicals, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

G. PEREIRA [2007]:

Indole: extraction and isolation of indole alkaloids from Tabernaemontana catharinensis: technical and economical analysis, Camila G. Pereira; Paulo T.V. Rosa; M. Angela A. Meireles. Journal of Supercritical Fluids.

<http://www.ensic.inpl-nancy.fr/ISASF/Docs/Versailles/Papers/PN20.pdf>

SHIMIZU:

Shmizu: Vitamins and related compounds: microbial production, Sakayu Shimizu

http://www.wiley-vch.de/books/biotech/pdf/v10_shim.pdf

VILLANI [2001]:

http://spazioinwind.libero.it/fabiovillani_esameweb2001/produzione_industriale.htm

EUROSTAT:

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/tables_excel

FreePatentsOnline:

<http://www.freepatentsonline.com/7341854.pdf>

<http://www.freepatentsonline.com/2672482.pdf>

<http://www.freepatentsonline.com/3450695.pdf>

<http://www.freepatentsonline.com/4119625.pdf>

2.25 CNAE 245. FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE LIMPIEZA, ABRILLANTAMIENTO, BELLEZA E HIGIENE

2.25.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.25.1.

Tabla 2.25.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	1.053	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	5,40
Número de empleados	-	26.313	25,0

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	1.285.538	1.221
Consumo total electricidad		569.176	541
Consumo energía final (gen. calor)		1.326.519	1.260
Consumo electricidad gen. frío		36.927	35
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	2.507.423	2.381
Otras superficies adyacentes		854.740	812
Total		3.362.163	3.193
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	406	
Por € de facturación	kWh/€	0,24	
Por trabajador	kWh/trabajador	51.816	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.25.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.25.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		10,0		125,98	0,83	104,94			Manten.			
Jabonificación en caliente	165	20	31,5		396,82	0,83	330,55	-	93	Manten./circulac. (batch).		Los porcentajes de los diferentes procesos han sido estimados en base a los niveles de temperatura requeridos	
Jabonificación en frío	40	20	10,5		132,27	0,83	110,18	-	-	Circulac. (batch)			
Detergentes secados por dispersión	355	20	21,0		264,55	0,98	259,26	140	188	Circulac.			
Cosméticos básicos	100	20	6,8		85,03	0,83	70,83	-	60	Circulac. (batch)			
Composición de base hidratante	50	20	13,5		170,07	0,83	141,67	-	35	Circulac.			
Fusión de grasas	60	20	6,8		85,03	0,83	70,83	-	40	Manten./circulac. (batch)			
Total consumo de calor			-		1.259,75	0,86	1.088,26						

Resultados de cálculo

Datos estimados en base a valores de referencia

Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
up: unidad de producto

Tabla 2.25.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0		105,21	85	0,70	150,29	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío				-	105,21		150,29		

Resultados de cálculo

Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
USC: frío útil suministrado
COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
UPH_{eq}: calor útil equivalente (= USC/COP)
up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.25.1. La Figura 2.25.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.25.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

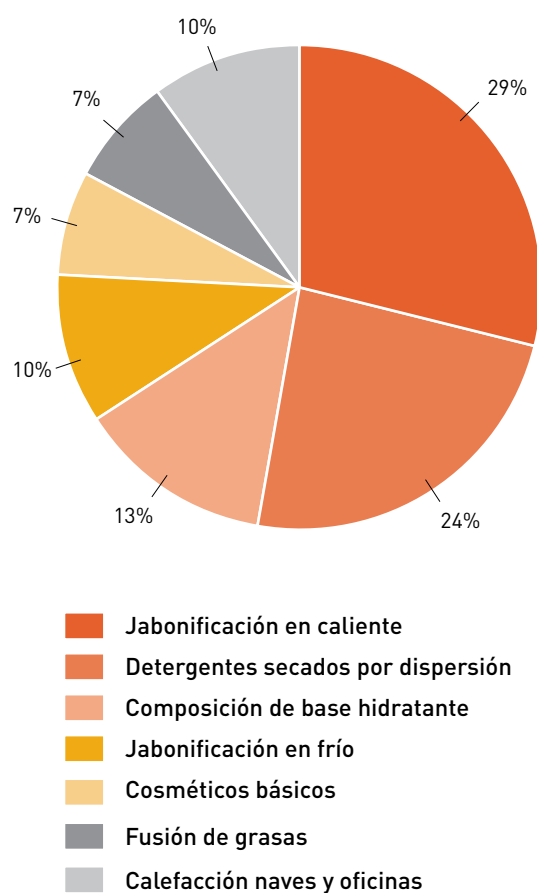
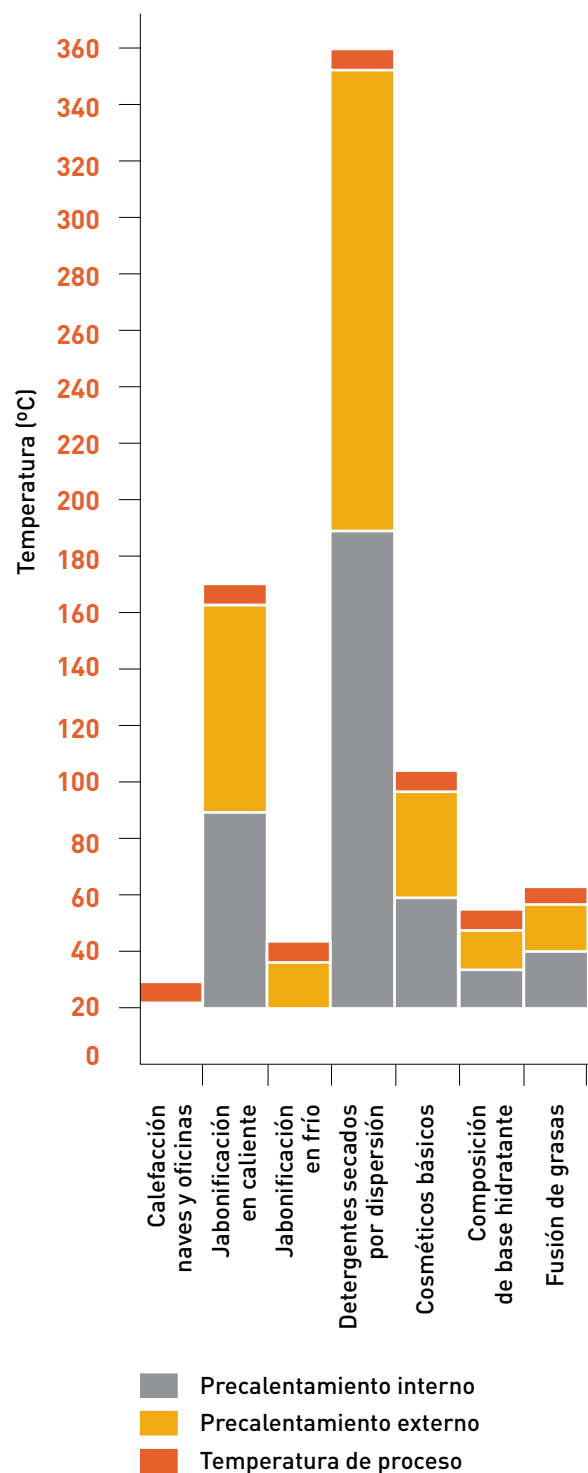


Figura 2.25.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.25.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.25.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.25.4.

Tabla 2.25.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	1.135		150	1.286	
Con recuperación de calor	MWh	1.039			1.190	
Reducción recuperación de calor	%	8			7	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	374	36,0%		373	31,3%
60 a 120 °C	MWh	92	8,9%		248	20,8%
120 a 250 °C	MWh	386	37,1%		384	32,3%
Total baja y media temperatura	MWh	853	82,1%		1.004	84,4%

Figura 2.25.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

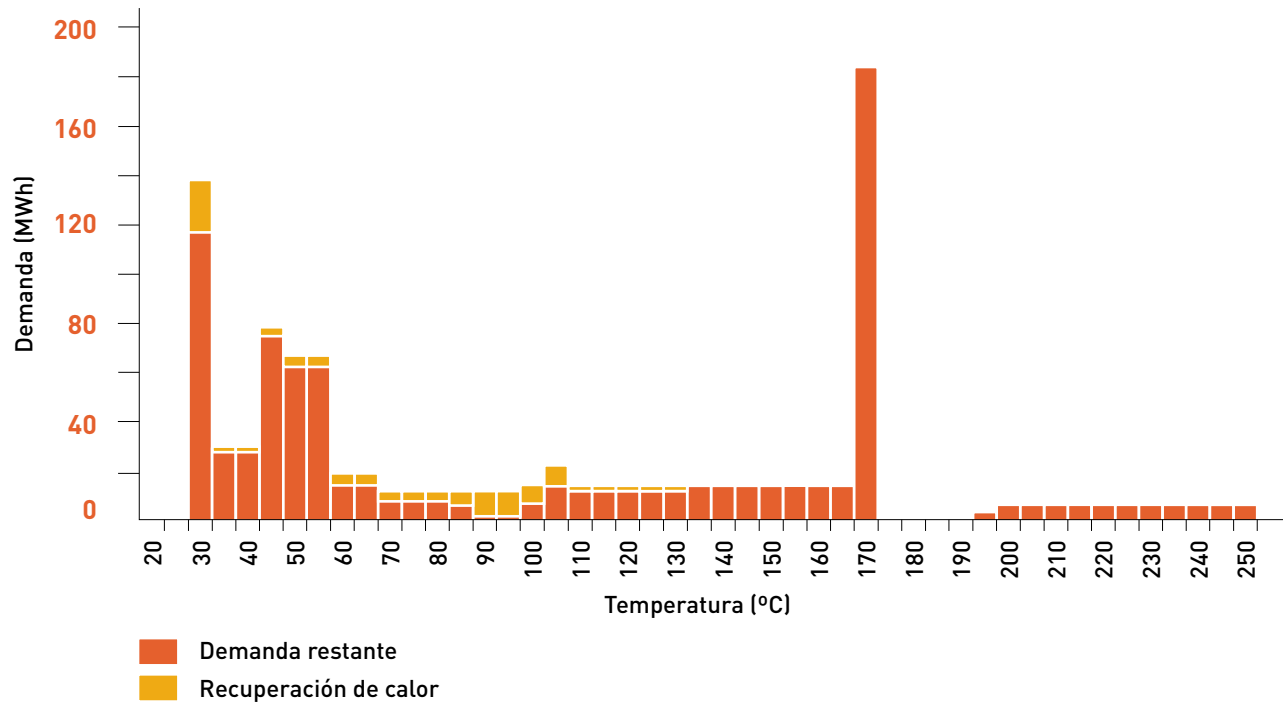
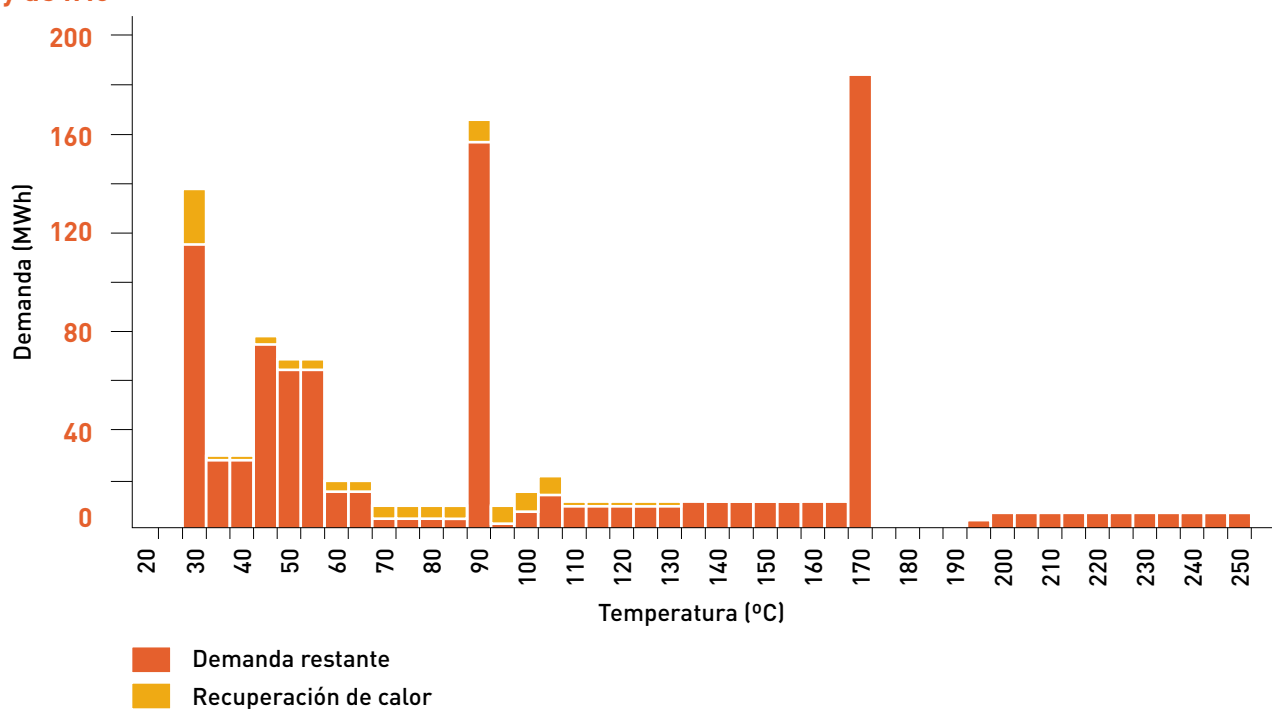


Figura 2.25.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.25.4 Potencial solar térmica

2.25.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.25.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, $Q_{min} = 950$, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	94,50	196,00	329,00	367,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	89,69	186,03	311,93	348,80
	kWh/kW	0,00	949,08	949,11	948,11	949,11
Temp. media (captador)	°C		55	62	72	84
Simulación 1b: CP, $Q_{min} = 950$, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	94,50	196,00	329,00	367,50
Generación de calor útil	MWh		0,00	89,69	186,03	311,93	348,80
	kWh/kW		-	949,08	949,11	948,11	949,11
Temp. media (captador)	°C			55	62	72	84
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	24,0	49,7	83,3	93,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	10,4	21,3	34,5	38,4
	Media posible	%	0,0	10,4	21,3	34,5	38,4

Figura 2.25.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

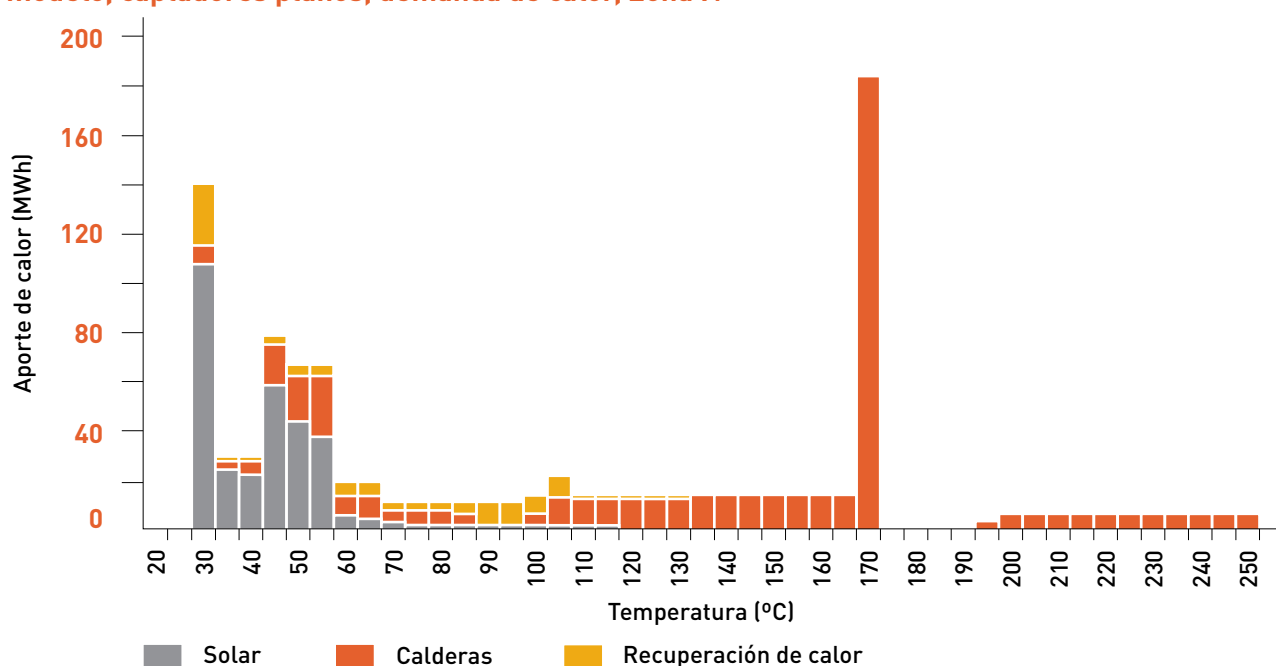


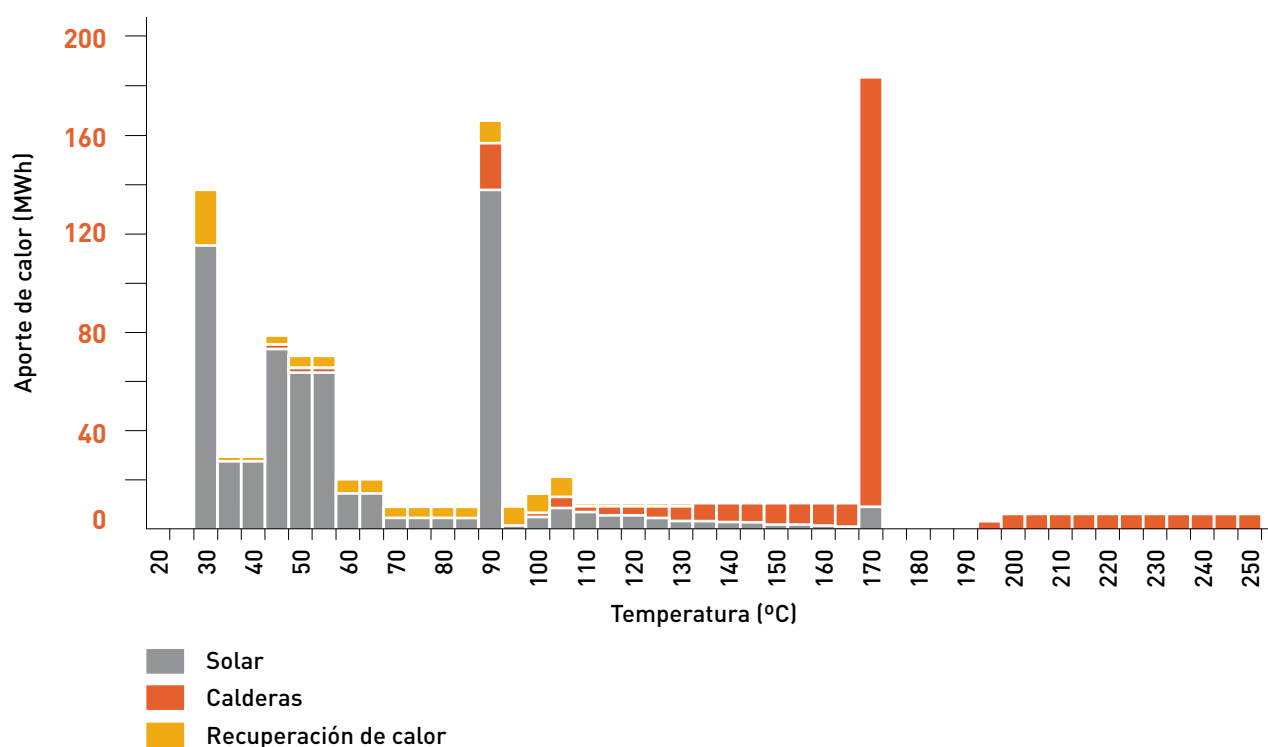
Tabla 2.25.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada		kW	484,75	570,50	603,75	675,50	747,25
Generación de calor útil		MWh	363,25	427,73	453,25	506,29	560,22
		kWh/kW	749,35	749,74	750,73	749,50	749,71
Temp. media (captador)		°C	96	113	126	139	153
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada		kW	484,75	570,50	603,75	675,50	747,25
Generación de calor útil		MWh	363,25	427,73	453,25	506,29	560,22
		kWh/kW	749,35	749,74	750,73	749,50	749,71
Temp. media (captador)		°C	96	113	126	139	153
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar		%	42,6	50,2	53,2	59,4	65,7
Ocupación de superficie	Deseada	%	32,3	38,1	40,3	45,1	49,8
	Media posible	%	32,3	38,1	40,3	45,1	49,8

Tabla 2.25.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		561,75	701,75	747,25	848,75	925,75
Generación de calor útil	MWh		421,44	526,28	560,24	636,60	694,91
	kWh/kW		750,22	749,96	749,74	750,04	750,65
Temp. media (captador)	°C		96	114	125	138	151
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	749,52	749,52
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	612,34	644,49
	kWh/kW		-	-	-	816,98	859,88
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	132	141
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		561,75	701,75	747,25	807,07	851,73
Generación de calor útil	MWh		421,44	526,28	560,24	626,41	673,74
	kWh/kW		750,22	749,96	749,74	776,15	791,02
Temp. media (captador)	°C		96	114	125	136	147
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		42,0	52,4	55,8	62,4	67,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	37,5	46,8	49,8	56,6	61,8
	Media posible	%	37,5	46,8	49,8	53,8	56,8

Figura 2.25.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.25.7. Fracción solar media del sector

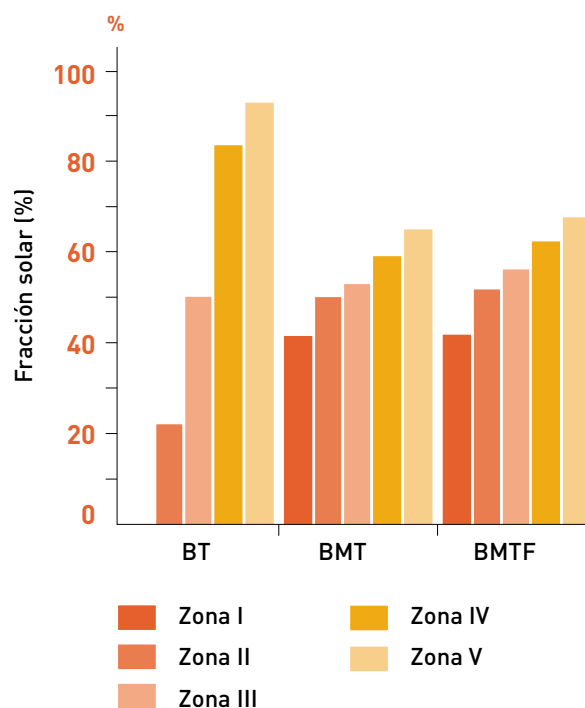
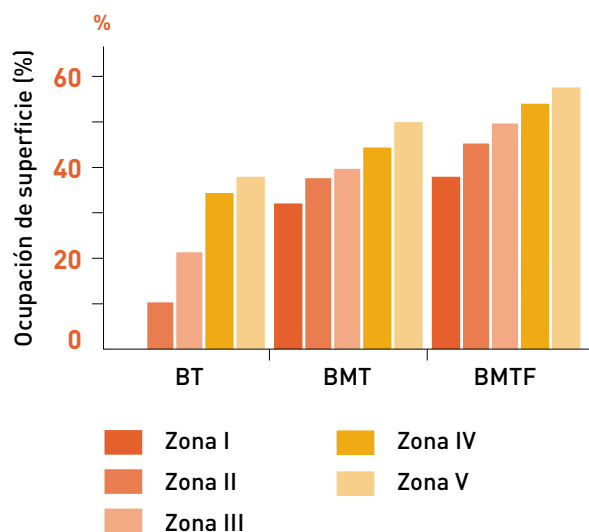
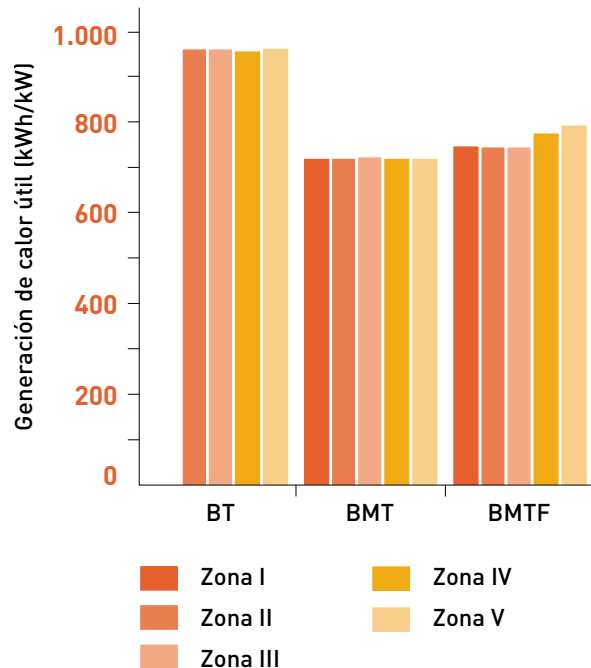


Figura 2.25.8. Grado medio de ocupación de superficie**Figura 2.25.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada**

2.25.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.25.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	3,32	2,16	5,49	11,99	13,62	31,5	59,3	66,3
Cádiz	4,80	3,08	7,88	17,47	20,38	29,4	56,0	64,1
Córdoba	3,26	2,11	5,37	11,84	13,69	30,1	57,1	64,8
Granada	3,46	2,21	5,66	12,62	14,86	28,8	55,0	63,4
Huelva	2,13	1,39	3,52	7,69	8,74	31,5	59,2	66,2
Jaén	2,30	1,48	3,78	8,34	9,66	30,0	56,9	64,7
Málaga	7,18	4,57	11,75	26,31	31,25	28,2	54,0	62,8

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Sevilla	9,46	6,16	15,62	34,11	38,75	31,5	59,3	66,3
Huesca	0,74	0,46	1,21	3,55	4,32	20,0	48,2	57,6
Teruel	0,38	0,24	0,62	1,94	2,38	18,4	47,2	56,6
Zaragoza	3,58	2,23	5,81	17,52	21,39	19,4	47,8	57,2
Asturias	0,00	0,00	0,00	11,97	13,87	0,0	32,3	37,5
Islas Baleares	5,98	3,80	9,78	21,91	26,03	28,1	53,9	62,7
Las Palmas	5,74	3,74	9,47	20,69	23,51	31,5	59,3	66,3
Santa Cruz de Tenerife	4,99	3,25	8,24	18,01	20,46	31,5	59,3	66,3
Cantabria	0,00	0,00	0,00	3,22	3,74	0,0	32,3	37,5
Albacete	1,35	0,88	2,23	4,87	5,53	31,5	59,2	66,2
Ciudad Real	1,45	0,92	2,36	5,31	6,30	28,1	53,9	62,7
Cuenca	0,50	0,32	0,82	2,00	2,38	25,6	52,7	61,4
Guadalajara	0,74	0,47	1,20	2,71	3,23	27,8	53,7	62,5
Toledo	1,99	1,27	3,26	7,39	8,79	27,7	53,6	62,4
Ávila	0,59	0,37	0,96	2,30	2,75	25,9	52,4	61,3
Burgos	0,59	0,37	0,96	6,22	7,63	8,3	40,8	49,5
León	0,98	0,61	1,59	6,91	8,49	12,8	43,6	52,8
Palencia	0,22	0,14	0,36	2,36	2,89	8,3	40,9	49,7
Salamanca	0,93	0,57	1,50	4,96	6,09	17,5	46,5	56,0
Segovia	0,44	0,27	0,71	2,36	2,91	17,3	46,4	55,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Soria	0,25	0,16	0,41	1,38	1,70	17,0	46,2	55,7
Valladolid	0,94	0,58	1,52	8,90	10,93	9,3	41,5	50,4
Zamora	0,42	0,26	0,68	2,31	2,85	17,0	46,2	55,7
Barcelona	27,84	17,21	45,04	183,18	225,21	13,8	44,2	53,5
Girona	3,69	2,28	5,96	20,79	25,59	16,4	45,8	55,3
Lleida	2,18	1,34	3,52	12,04	14,82	16,8	46,0	55,6
Tarragona	6,74	4,28	11,03	24,79	29,47	28,0	53,8	62,6
Alicante/ Alacant	12,20	7,87	20,08	44,28	51,21	30,1	57,1	64,8
Castellón/ Castelló	4,97	3,16	8,13	18,23	21,67	28,1	53,9	62,7
Valencia/ València	19,19	12,18	31,37	70,60	83,93	27,9	53,8	62,6
Badajoz	2,71	1,75	4,46	9,81	11,27	30,6	57,8	65,3
Cáceres	1,59	1,03	2,62	5,78	6,68	30,2	57,1	64,9
A Coruña	0,00	0,00	0,00	8,84	10,24	0,0	32,3	37,5
Lugo	0,15	0,09	0,25	2,39	2,88	5,2	37,8	45,2
Ourense	0,18	0,11	0,30	2,27	2,76	6,9	39,4	47,5
Pontevedra	0,21	0,13	0,34	7,69	9,06	2,1	34,5	40,6
La Rioja	1,10	0,68	1,78	6,42	7,90	15,8	45,4	54,9
Madrid	36,43	23,14	59,56	133,45	158,57	28,1	53,9	62,7
Murcia	15,24	9,82	25,06	55,32	64,08	30,0	56,9	64,7
Navarra	1,09	0,67	1,76	7,75	9,41	12,3	42,3	50,6

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,03	0,02	0,05	3,07	3,58	0,7	33,0	38,5
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	6,37	7,38	0,0	32,3	37,5
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	9,94	11,52	0,0	32,3	37,5
Ceuta	0,31	0,20	0,51	1,12	1,28	31,5	59,3	66,3
Melilla	0,30	0,19	0,49	1,07	1,21	31,5	59,3	66,3
Total nacional	204,87	130,20	335,07	924,37	1.098,84	21,8	50,0	58,3

Tabla 2.25.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	3.154	2.284	5.438	93,1	8.734	65,7	10.506	67,1
Cádiz	4.553	3.297	7.850	87,1	12.686	61,8	15.516	64,2
Córdoba	3.096	2.242	5.338	89,1	8.609	63,1	10.469	65,1
Granada	3.278	2.373	5.651	85,2	9.152	60,6	11.257	63,3
Huelva	2.023	1.465	3.488	93,0	5.603	65,6	6.742	67,0
Jaén	2.179	1.578	3.757	88,7	6.061	62,9	7.379	65,0
Málaga	6.812	4.933	11.745	83,4	19.061	59,5	23.574	62,4
Sevilla	8.977	6.500	15.477	93,1	24.858	65,7	29.895	67,1

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Huesca	704	510	1.214	58,6	2.588	54,9	3.200	57,6
Teruel	361	261	622	53,9	1.419	54,0	1.754	56,7
Zaragoza	3.395	2.459	5.854	56,9	12.768	54,5	15.786	57,2
Asturias	0	0	0	0,0	8.971	42,6	10.409	42,0
Islas Baleares	5.671	4.107	9.778	83,3	15.871	59,4	19.636	62,4
Las Palmas	5.446	3.944	9.390	93,1	15.081	65,7	18.137	67,1
Santa Cruz de Tenerife	4.739	3.432	8.171	93,1	13.123	65,7	15.783	67,1
Cantabria	0	0	0	0,0	2.415	42,6	2.802	42,0
Albacete	1.280	927	2.208	92,9	3.547	65,6	4.267	67,0
Ciudad Real	1.370	992	2.363	83,1	3.843	59,4	4.754	62,3
Cuenca	476	345	821	75,6	1.452	58,7	1.787	61,3
Guadalajara	697	505	1.202	82,4	1.966	59,2	2.432	62,2
Toledo	1.890	1.369	3.259	82,0	5.353	59,1	6.623	62,1
Ávila	559	405	963	76,5	1.667	58,1	2.063	61,0
Burgos	560	405	965	23,9	4.604	50,1	5.659	52,2
León	931	674	1.606	37,3	5.075	51,7	6.260	54,2
Palencia	212	153	365	24,0	1.743	50,2	2.144	52,4
Salamanca	881	638	1.519	51,1	3.619	53,4	4.474	56,1
Segovia	417	302	718	50,5	1.725	53,3	2.132	56,0
Soria	239	173	413	49,7	1.006	53,2	1.243	55,8

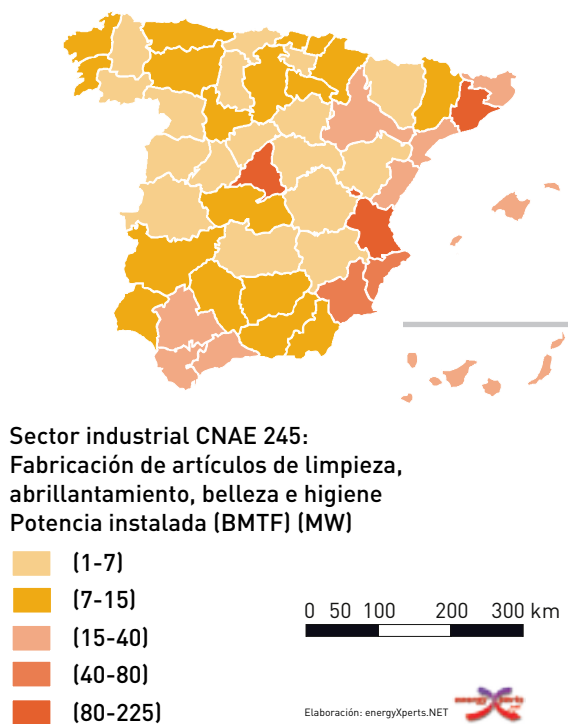
[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Valladolid	892	646	1.538	26,9	6.576	50,5	8.095	52,8
Zamora	402	291	693	49,7	1.689	53,2	2.088	55,8
Barcelona	26.419	19.131	45.550	40,2	134.395	52,1	165.846	54,5
Girona	3.500	2.535	6.035	47,9	15.199	53,0	18.781	55,5
Lleida	2.066	1.496	3.561	48,9	8.796	53,1	10.871	55,7
Tarragona	6.394	4.630	11.024	82,9	17.961	59,3	22.222	62,3
Alicante/ Alacant	11.579	8.384	19.963	89,1	32.195	63,1	39.154	65,1
Castellón/ Castelló	4.714	3.413	8.127	83,2	13.207	59,4	16.340	62,3
Valencia/ València	18.191	13.173	31.364	82,8	51.142	59,3	63.275	62,3
Badajoz	2.570	1.861	4.431	90,4	7.136	63,9	8.646	65,8
Cáceres	1.512	1.095	2.607	89,2	4.204	63,1	5.111	65,2
A Coruña	0	0	0	0,0	6.622	42,6	7.683	42,0
Lugo	145	105	249	15,1	1.777	47,4	2.146	48,6
Ourense	176	127	303	20,0	1.683	48,8	2.051	50,5
Pontevedra	199	144	343	6,1	5.740	44,5	6.774	44,6
La Rioja	1.044	756	1.800	46,0	4.698	52,7	5.803	55,3
Madrid	34.537	25.010	59.547	83,3	96.663	59,4	119.597	62,4
Murcia	14.457	10.469	24.925	88,7	40.213	62,9	48.956	65,0
Navarra	1.033	748	1.781	35,8	5.693	50,2	6.934	51,9
Álava	28	20	48	2,1	2.300	43,2	2.682	42,8

[Continuación]

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	4.773	42,6	5.538	42,0
Vizcaya	0	0	0	0,0	7.452	42,6	8.645	42,0
Ceuta	296	214	510	93,1	820	65,7	986	67,1
Melilla	281	203	484	93,1	777	65,7	934	67,1
Total nacional	194.335	140.726	335.061	64,2	674.311	56,8	825.841	59,0

Figura 2.25.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.25.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 22%) e igualmente por la demanda total a baja y media temperatura (excepto zonas IV y V, si se incluye la demanda de frío: régimen intermedio), permitiendo una fracción solar del 57% (calor a baja y media temperatura) y del 59% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 180 °C:

- Calefacción de naves y oficinas.
- Jabonificación en caliente.
- Jabonificación en frío.
- Cosméticos básicos.
- Composición de base hidratante.
- Fusión de grasas.

2.25.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:
Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica, Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

EPA:

Organic Chemical Process Industry, AP 42, Volume I – Chapter 6, Fifth Edition, U.S. Environmental Protection Agency.

<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch06/>

EUROSTAT:

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/tables_excel

FreePatentsOnline:

<http://www.freepatentsonline.com/20050019351.pdf>

<http://www.freepatentsonline.com/20070104673.pdf>

WIKIPEDIA:

<http://it.wikipedia.org/wiki/Saponificazione>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Soap>

2.26 CNAE 246. FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS

2.26.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.26.1.

Tabla 2.26.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	781	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	5.687	7.28
Número de empleados	-	14.464	18,5
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.307.368	4.235
Consumo total electricidad		488.098	625
Consumo energía final (gen. calor)		3.342.512	4.280
Consumo electricidad gen. frío		31.625	40
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Superficie disponible			
Tejados	m²	2.149.664	2.752
Otras superficies adyacentes		707.994	907
Total		2.857.658	3.659
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	1.181	
Por € de facturación	kWh/€	0.59	
Por trabajador	kWh/trabajador	233.278	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.26.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.26.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual/recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		3,9		165,15	0,83	137,57			Manten.		60 kWh/a.m ²	
Nitratación	65	20	3,2		137,15	0,83	114,25	-	42,5	Circulac.			
Destilación	100	20	3,2		137,15	0,83	114,25	-	60	Circulac.			
Secado	80		3,2		137,15	0,83	114,25			Manten.			
Cubrimiento de película	140		1,0		41,15	0,83	34,27			Manten.			
Remover asfalto	100	20	25,7		1.098,61	0,83	915,14	-	60	Circulac.			
Extracción aromática	160	80	25,7		1.098,61	0,83	915,14	-	120	Manten./circulac.			
Stripping	120		34,2		1.464,81	0,83	1.220,19			Manten.			
Total consumo de calor				-	4.279,78	0,83	3.565,06						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.26.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0		121,48	85	0,70	173,54	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío		-		121,48			173,54		

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.26.1. La Figura 2.26.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.26.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

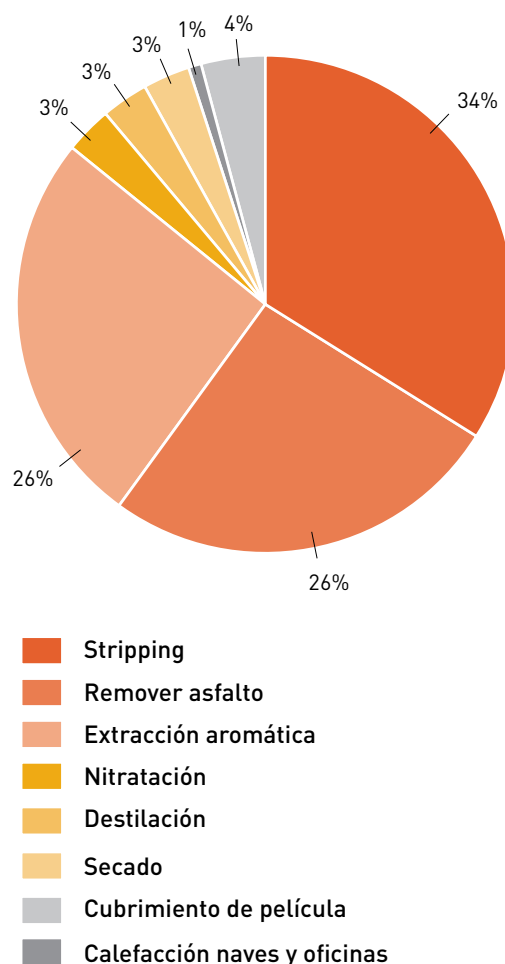
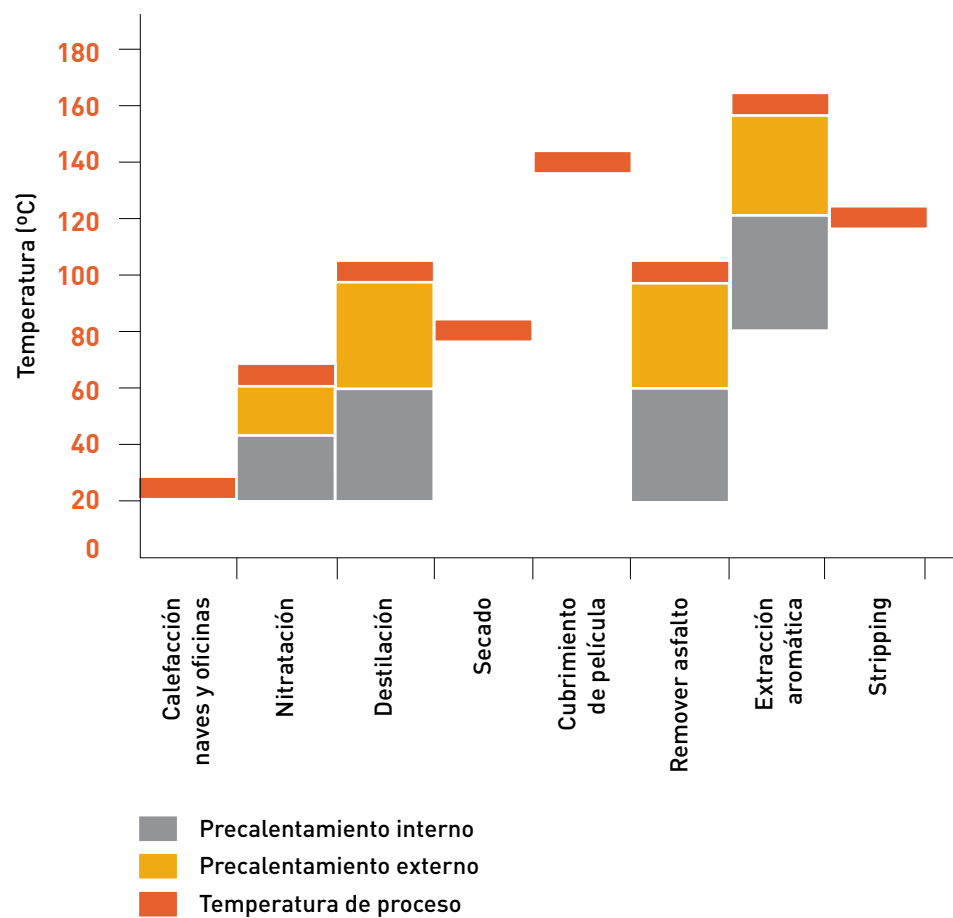


Figura 2.26.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.26.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.26.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.26.4.

Tabla 2.26.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	3.602		174	3.775	
Con recuperación de calor	MWh	3.583			3.757	
Reducción recuperación de calor	%	1			0	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	159	4,4%		159	4,2%
60 a 120 °C	MWh	1.232	34,4%		1.407	37,5%
120 a 250 °C	MWh	2.192	61,2%		2.191	58,3%
Total baja y media temperatura	MWh	3.583	100,0%		3.757	100,0%

Figura 2.26.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

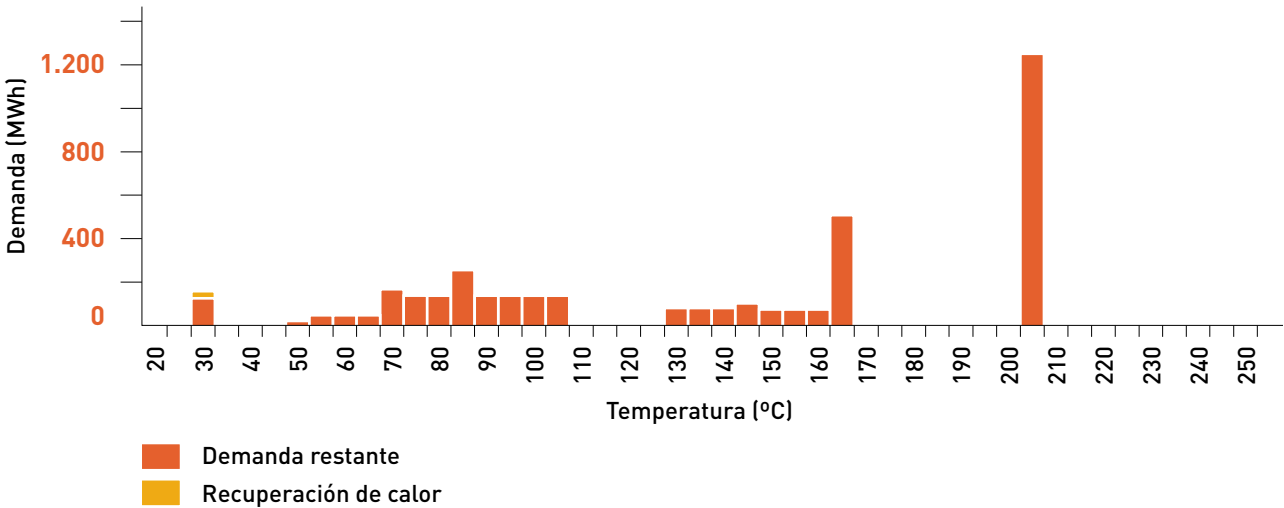
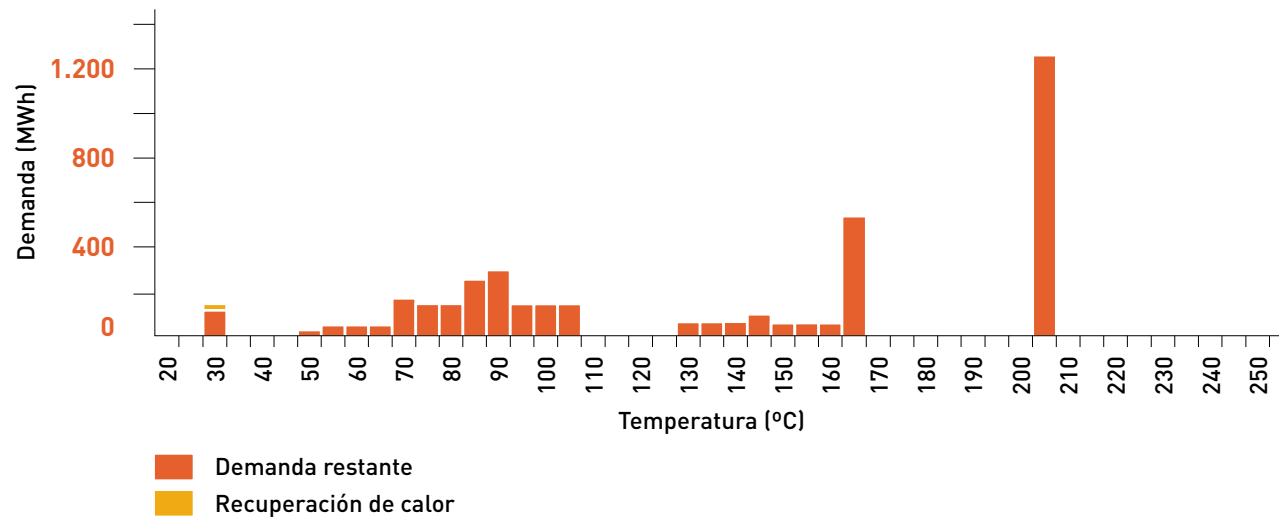


Figura 2.26.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.26.4 Potencial solar térmica

2.26.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.26.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	14,00	245,00	451,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	13,43	232,14	429,43
	kWh/kW	0,00	0,00	959,61	947,52	951,12
Temp. media (captador)	°C			57	73	87
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	0,00	14,00	245,00	451,50
Generación de calor útil	MWh		0,00	0,00	13,43	232,14	429,43
	kWh/kW		-	0,00	959,61	947,52	951,12
Temp. media (captador)	°C				57	73	87
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	0,0	8,5	146,4	270,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	1,3	22,4	41,2
	Media posible	%	0,0	0,0	1,3	22,4	41,2

Figura 2.26.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

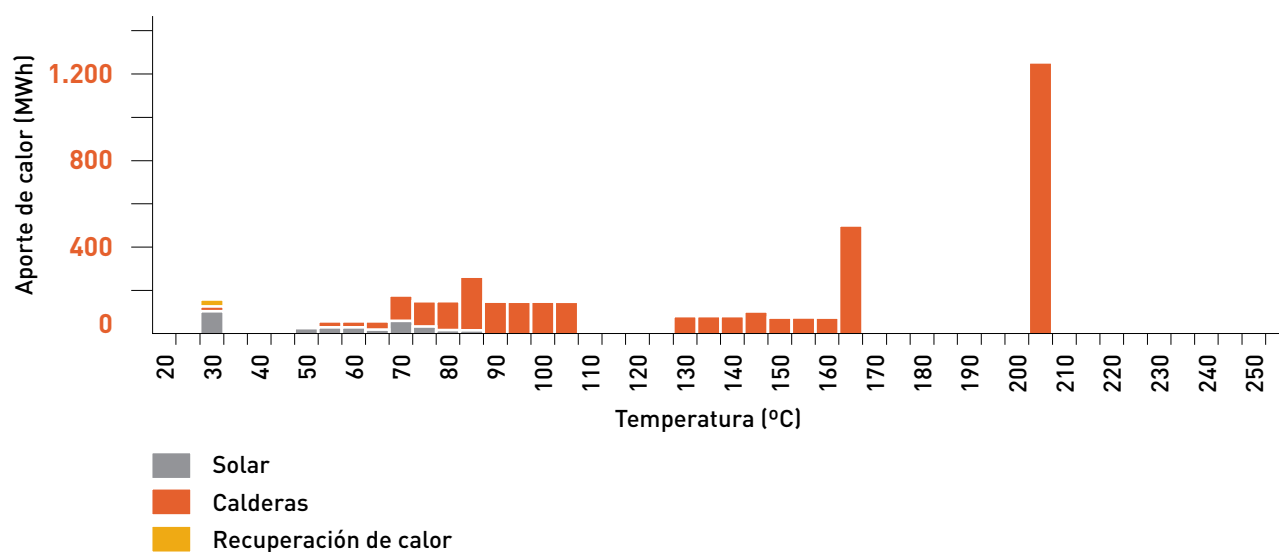


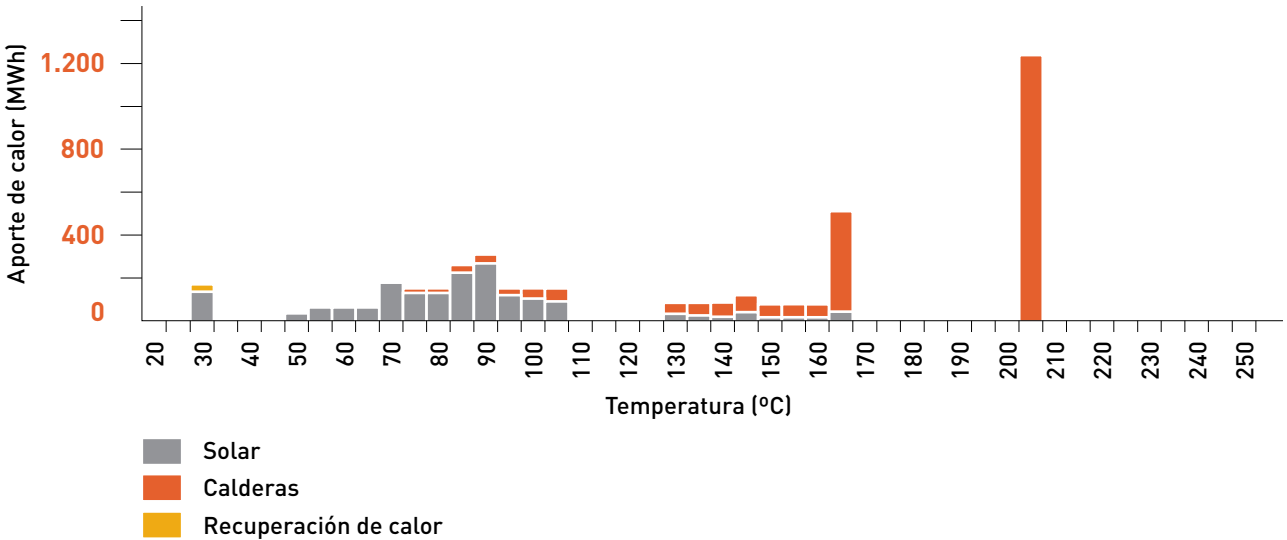
Tabla 2.26.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		887,25	1.380,75	1.603,00	2.007,25	2.336,25
Generación de calor útil	MWh		665,56	1.035,77	1.202,33	1.504,94	1.752,75
	kWh/kW		750,14	750,15	750,05	749,75	750,24
Temp. media (captador)	°C		100	118	132	144	159
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		858,91	858,91	858,91	858,91	858,91
Generación de calor útil	MWh		649,29	750,99	830,03	953,24	1.045,53
	kWh/kW		755,94	874,35	966,37	1.109,82	1.217,27
Temp. media (captador)	°C		100	104	109	110	117
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	1.717,83	1.717,83
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	1.408,36	1.518,77
	kWh/kW		-	-	-	819,85	884,12
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	138	147
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		875,35	1.161,58	1.290,48	1.397,60	1.443,66
Generación de calor útil	MWh		658,73	916,16	1.045,96	1.230,73	1.352,76
	kWh/kW		752,53	788,72	810,52	880,60	937,04
Temp. media (captador)	°C		100	112	122	127	136
Factor limitante			Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		18,4	25,6	29,2	34,3	37,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	51,6	80,4	93,3	116,8	136,0
	Media posible	%	51,0	67,6	75,1	81,4	84,0

Tabla 2.26.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	959,00	1.538,25	1.769,25	2.215,50	2.544,50
Generación de calor útil	MWh	719,38	1.153,92	1.327,34	1.661,71	1.907,97
	kWh/kW	750,14	750,15	750,23	750,04	749,84
Temp. media (captador)	°C	100	118	132	144	159
Simulación 3b: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	858,91	858,91	858,91	858,91	858,91
Generación de calor útil	MWh	659,57	767,37	849,38	975,20	1.076,46
	kWh/kW	767,91	893,42	988,90	1.135,39	1.253,28
Temp. media (captador)	°C	98	102	106	107	113
Simulación 3c: CTV, Q _{min} = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	1.717,83	1.717,83	1.717,83
Generación de calor útil	MWh	-	-	1.307,35	1.488,86	1.591,03
	kWh/kW	-	-	761,05	866,71	926,19
Temp. media (captador)	°C	-	-	131	133	142
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	916,96	1.252,93	1.364,28	1.426,76	1.472,82
Generación de calor útil	MWh	694,26	991,57	1.117,80	1.297,32	1.419,28
	kWh/kW	757,13	791,40	819,33	909,28	963,65
Temp. media (captador)	°C	99	111	121	124	132
Factor limitante		Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%	18,5	26,4	29,8	34,5	37,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	55,8	89,5	103,0	148,1
	Media posible	%	53,4	72,9	79,4	85,7

Figura 2.26.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.26.7. Fracción solar media del sector

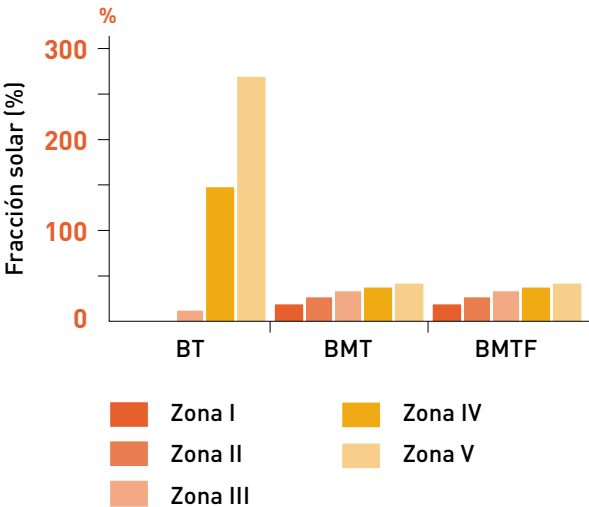


Figura 2.26.8. Grado medio de ocupación de superficie

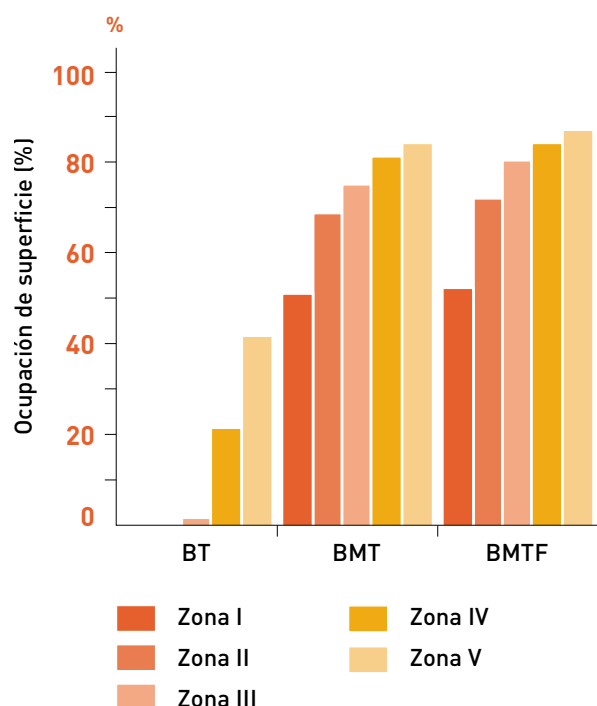
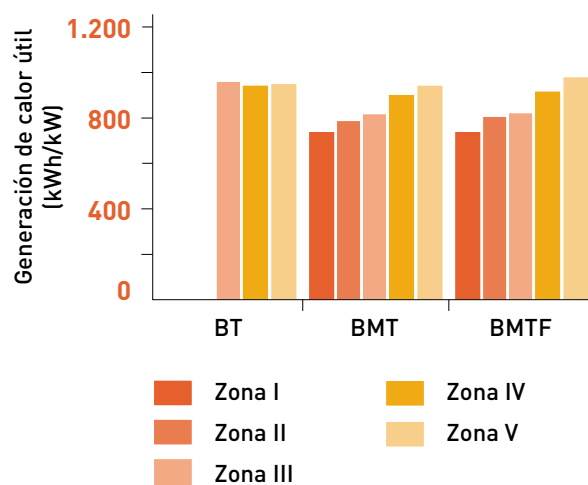


Figura 2.26.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.26.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.26.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,58	3,22	3,80	13,41	13,68	26,0	86,5	88,2
Cádiz	0,65	3,54	4,19	20,27	20,69	18,6	84,2	85,9
Córdoba	0,49	2,67	3,16	13,57	13,85	21,1	85,0	86,6
Granada	0,42	2,27	2,69	14,82	15,13	16,3	83,5	85,2
Huelva	0,37	2,06	2,43	8,61	8,78	25,9	86,4	88,1
Jaén	0,34	1,84	2,18	9,58	9,77	20,6	84,8	86,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Málaga	0,77	4,17	4,94	31,26	31,91	14,1	82,8	84,5
Sevilla	1,66	9,19	10,85	38,15	38,92	26,1	86,5	88,2
Huesca	0,04	0,23	0,27	4,99	5,22	4,6	77,1	80,7
Teruel	0,01	0,07	0,09	2,75	2,89	2,7	76,1	80,1
Zaragoza	0,17	0,90	1,06	24,72	25,93	3,6	76,8	80,6
Asturias	0,00	0,00	0,00	14,91	15,62	0,0	51,0	53,4
Islas Baleares	0,18	0,94	1,12	7,16	7,31	13,9	82,7	84,4
Las Palmas	0,83	4,61	5,45	19,15	19,54	26,1	86,5	88,2
Santa Cruz de Tenerife	0,73	4,01	4,74	16,66	17,00	26,1	86,5	88,2
Cantabria	0,00	0,00	0,00	8,95	9,37	0,0	51,0	53,4
Albacete	0,54	2,98	3,52	12,49	12,74	25,8	86,4	88,1
Ciudad Real	0,35	1,90	2,25	14,45	14,76	13,9	82,7	84,4
Cuenca	0,12	0,64	0,76	5,43	5,60	12,3	81,3	83,7
Guadalajara	0,18	0,96	1,13	7,40	7,56	13,6	82,5	84,3
Toledo	0,48	2,57	3,04	20,16	20,60	13,4	82,5	84,3
Ávila	0,07	0,36	0,43	3,34	3,43	11,2	81,2	83,4
Burgos	0,00	0,00	0,00	8,99	9,69	0,0	67,4	72,6
León	0,01	0,04	0,05	10,18	10,86	0,4	71,5	76,3
Palencia	0,00	0,00	0,00	3,41	3,68	0,0	67,6	72,9
Salamanca	0,02	0,10	0,12	7,41	7,82	1,3	75,5	79,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Segovia	0,01	0,04	0,05	3,53	3,73	1,1	75,4	79,6
Soria	0,00	0,02	0,02	2,06	2,18	0,8	75,2	79,5
Valladolid	0,00	0,01	0,02	12,93	13,92	0,1	68,5	73,7
Zamora	0,01	0,03	0,03	3,46	3,66	0,8	75,2	79,5
Barcelona	0,26	1,36	1,62	233,36	248,42	0,6	72,4	77,1
Girona	0,04	0,20	0,24	26,76	28,33	0,7	74,7	79,0
Lleida	0,02	0,13	0,15	15,51	16,41	0,8	75,0	79,3
Tarragona	0,75	4,02	4,77	30,85	31,51	13,7	82,7	84,4
Alicante/ Alacant	2,57	14,08	16,65	71,69	73,15	21,0	84,9	86,6
Castellón/ Castelló	0,75	4,02	4,77	30,63	31,27	13,8	82,7	84,4
Valencia/ València	2,86	15,43	18,30	118,63	121,16	13,7	82,6	84,4
Badajoz	0,50	2,75	3,25	13,03	13,29	22,7	85,4	87,1
Cáceres	0,28	1,53	1,81	7,74	7,90	21,2	85,0	86,7
A Coruña	0,00	0,00	0,00	22,44	23,51	0,0	51,0	53,4
Lugo	0,00	0,00	0,00	6,53	6,99	0,0	61,5	65,7
Ourense	0,00	0,00	0,00	6,31	6,78	0,0	64,7	69,4
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	20,15	21,30	0,0	55,2	58,3
La Rioja	0,01	0,06	0,07	8,67	9,19	0,7	74,1	78,6
Madrid	3,24	17,47	20,71	132,53	135,28	13,9	82,7	84,4
Murcia	2,43	13,35	15,78	69,34	70,76	20,6	84,8	86,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Navarra	0,02	0,08	0,10	13,00	13,72	0,6	68,4	72,2
Álava	0,00	0,00	0,00	6,22	6,54	0,0	52,3	54,9
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	12,77	13,38	0,0	51,0	53,4
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	19,93	20,88	0,0	51,0	53,4
Ceuta	0,03	0,15	0,18	0,63	0,65	26,1	86,5	88,2
Melilla	0,03	0,14	0,17	0,60	0,61	26,1	86,5	88,2
Total nacional	22,80	124,17	146,98	1.231,58	1.276,86	9,8	76,0	78,8

Tabla 2.26.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	554	3.405	3.960	269,9	12.506	37,7	13.121	37,8
Cádiz	616	3.785	4.401	194,4	18.236	35,7	19.185	35,8
Córdoba	462	2.841	3.303	219,5	12.358	36,4	12.990	36,4
Granada	397	2.441	2.838	170,4	13.173	35,0	13.872	35,2
Huelva	354	2.175	2.530	268,5	8.024	37,7	8.419	37,7
Jaén	320	1.964	2.283	214,7	8.703	36,2	9.149	36,3

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Málaga	732	4.497	5.229	147,9	27.471	34,4	28.955	34,6
Sevilla	1.582	9.717	11.298	270,8	35.591	37,8	37.341	37,8
Huesca	41	249	290	48,3	4.146	30,6	4.413	31,0
Teruel	13	81	95	28,3	2.256	29,8	2.406	30,4
Zaragoza	159	975	1.134	38,0	20.414	30,3	21.744	30,8
Asturias	0	0	0	0,0	11.221	18,4	11.826	18,5
Islas Baleares	166	1.020	1.186	146,4	6.289	34,3	6.630	34,5
Las Palmas	794	4.878	5.672	270,8	17.866	37,8	18.745	37,8
Santa Cruz de Tenerife	691	4.244	4.935	270,8	15.547	37,8	16.312	37,8
Cantabria	0	0	0	0,0	6.733	18,4	7.096	18,5
Albacete	513	3.152	3.666	268,2	11.636	37,7	12.209	37,7
Ciudad Real	334	2.054	2.388	146,0	12.687	34,3	13.375	34,5
Cuenca	113	692	805	128,7	4.727	33,5	4.995	33,7
Guadalajara	168	1.034	1.202	143,3	6.484	34,2	6.837	34,4
Toledo	451	2.773	3.224	141,0	17.646	34,1	18.610	34,3
Ávila	64	391	455	118,3	2.891	33,3	3.055	33,6
Burgos	0	2	2	0,2	7.091	25,5	7.669	26,3
León	8	50	58	4,4	8.150	27,4	8.759	28,1
Palencia	0	0	0	0,0	2.688	25,6	2.909	26,4
Salamanca	18	110	128	14,1	6.028	29,4	6.438	30,0

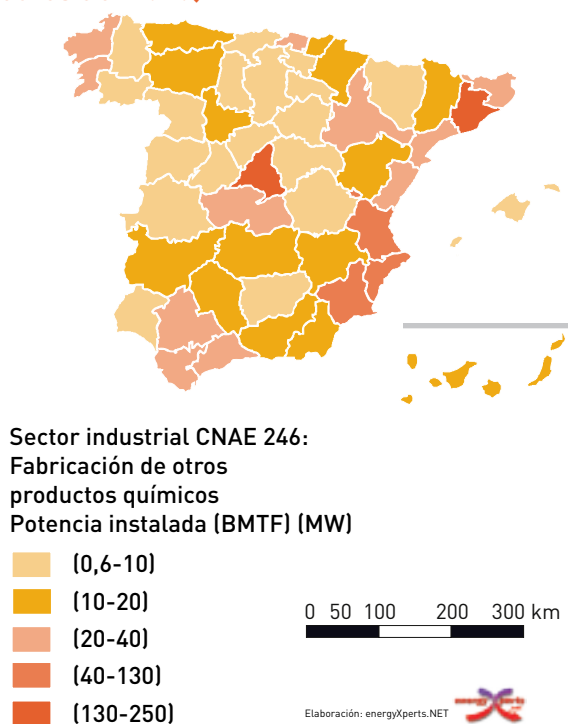
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Segovia	7	45	52	12,0	2.871	29,3	3.067	29,9
Soria	3	18	21	8,5	1.671	29,2	1.786	29,8
Valladolid	2	15	17	1,0	10.236	26,0	11.061	26,8
Zamora	5	31	36	8,5	2.806	29,2	2.999	29,8
Barcelona	249	1.529	1.778	6,0	187.420	27,9	201.156	28,5
Girona	37	224	261	7,9	21.651	28,9	23.156	29,5
Lleida	23	143	166	8,7	12.564	29,1	13.431	29,7
Tarragona	708	4.347	5.054	144,7	27.065	34,3	28.534	34,5
Alicante/ Alacant	2.439	14.983	17.423	219,1	65.276	36,3	68.612	36,4
Castellón/ Castelló	708	4.347	5.055	145,8	26.881	34,3	28.337	34,5
Valencia/ València	2.714	16.671	19.385	144,3	104.042	34,3	109.691	34,5
Badajoz	475	2.919	3.394	236,0	11.959	36,8	12.562	36,9
Cáceres	265	1.627	1.892	220,4	7.052	36,4	7.412	36,5
A Coruña	0	0	0	0,0	16.886	18,4	17.797	18,5
Lugo	0	0	0	0,0	5.081	22,9	5.457	23,5
Ourense	0	1	1	0,2	4.950	24,3	5.336	25,0
Pontevedra	0	0	0	0,0	15.391	20,2	16.361	20,5
La Rioja	11	67	78	7,3	7.000	28,7	7.493	29,3
Madrid	3.071	18.867	21.938	146,3	116.348	34,3	122.644	34,5
Murcia	2.313	14.210	16.523	214,6	62.999	36,2	66.230	36,3

[Continuación]

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Navarra	15	92	107	6,1	10.381	26,2	11.064	26,6
Álava	0	1	1	0,1	4.708	19,0	4.975	19,1
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	9.609	18,4	10.127	18,5
Vizcaya	0	0	0	0,0	15.001	18,4	15.811	18,5
Ceuta	26	161	188	270,8	592	37,8	621	37,8
Melilla	25	153	178	270,8	561	37,8	588	37,8
Total nacional	21.648	132.983	154.632	102,3	1.051.564	30,8	1.113.370	31,1

Figura 2.26.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.26.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 10%) y en régimen intermedio para la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 31% (calor a baja y media temperatura) e igualmente del 31% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra principalmente en los procesos con demandas inferiores a 110 °C:

- Calefacción de naves y oficinas.
- Nitratación.
- Destilación.
- Secado.
- Remover asfalto.

Se cubre además una pequeña parte de las demandas hasta 170 °C

- Cubrimiento de película.
- Extracción aromática.
- Stripping.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente una mayor parte de las demandas de calor a temperaturas superiores.

2.26.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica, Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques in the Manufacture of Organic Fine Chemicals, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

IPPC [2003]:

Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

2.27 CNAE 247. FABRICACIÓN DE FIBRAS ARTIFICIALES Y SINTÉTICAS

2.27.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.27.1.

Tabla 2.27.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	47	
Producción total	up	583.702	12.419
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas		
Facturación	M€	5.687	121,00
Número de empleados	-	3.149	67,0
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	2.041.740	43.441
Consumo total electricidad		492.039	10.469
Consumo energía final (gen. calor)		2.077.167	44.195
Consumo electricidad gen. frío		1.970	42

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	133.232	2.835
Otras superficies adyacentes		51.307	1.092
Total		184.539	3.926
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	11.267	
Por € de facturación	kWh/€	0,37	
Por trabajador	kWh/trabajador	660.253	
Por unidad de producto	kWh/up	3.562	

2.27.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.27.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25	-	0,4		170,08	0,83	141,68	-	-	Manten.		60 kWh/a.m ²	
Intercambio de ester (PET)	160	20	14,1	502,5	6.240,77	0,83	5.198,56	-	90	Circulac.	BREF Polymers	Distribución del consumo energético estimado en base a los consumos en toneladas de producto y a los volúmenes de producción en España según el BREF Polymers	
Destilación EG	240	150	14,1	502,5	6.240,77	0,83	5.198,56	-	-	Manten./circulac.			
Policondensación	290	230	14,1	502,5	6.240,77	0,83	5.198,56	-	-	Circulac.			
Cristalización PET	145	20	5,2	183,5	2.278,61	0,98	2.233,04	80	83	Manten./circulac.			

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Polimerización PET	230		5,2	183,5	2.278,61	0,83	1.898,08	-	-	Manten.	BREF Polymers	Distribución del consumo energético estimado en base a los consumos en toneladas de producto y a los volúmenes de producción en España según el BREF Polymers	
Secado de chips de PET	175		3,1	110,4	1.370,77	0,98	1.343,35	-	-	Manten.			
Hilado PET	260	20	40,8	1.453,6	18.051,91	0,83	15.037,24	-	140	Circulac.			
Polimerización Nylon	275		0,4	14,7	182,53	0,83	152,05	-	-	Manten.			
Secado Nylon	100		0,4	14,7	182,53	0,83	152,05	-	-	Manten.			
Hilado Nylon	300	20	2,2	77,1	957,70	0,83	797,76	-	160	Circulac.			
Total consumo de calor			3.558,61	44.195,04	0,85	37.350,93							

PET: Polietileno-Tereftalato; EG: etilenglicol

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.27.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	3,37	125,72	85	0,70	179,60	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío				3,37	125,72	179,60			

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.27.1. La Figura 2.27.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.27.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

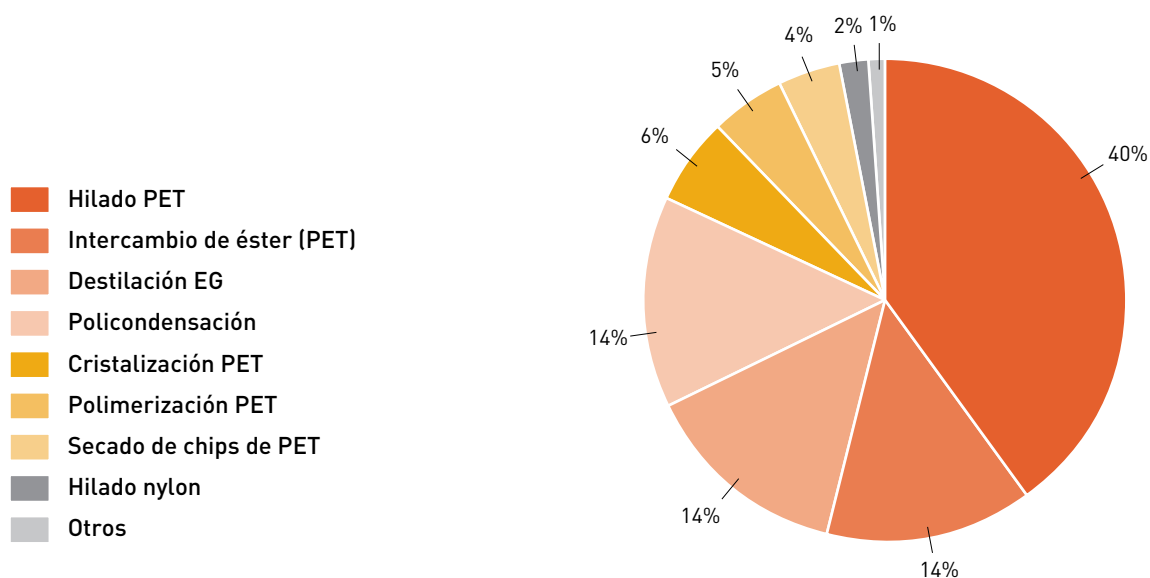
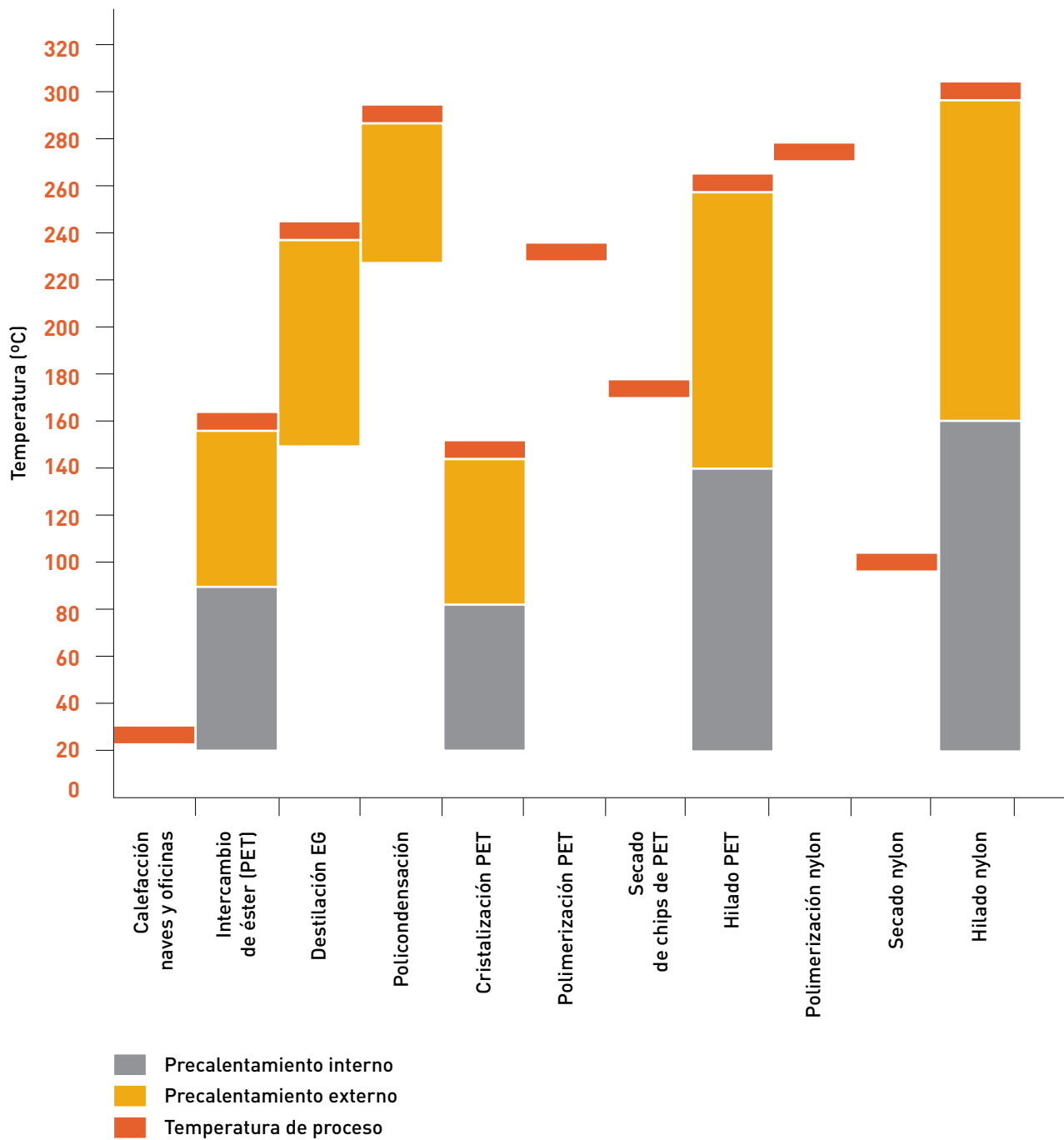


Figura 2.27.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.27.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.27.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.27.4.

Tabla 2.27.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	38.175		180	38.355	
Con recuperación de calor	MWh	38.118			38.298	
Reducción recuperación de calor	%	0			0	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	88	0,2%		88	0,2%
60 a 120 °C	MWh	1.411	3,7%		1.595	4,2%
120 a 250 °C	MWh	29.125	76,4%		29.122	76,0%
Total baja y media temperatura	MWh	30.624	80,3%		30.805	80,4%

Figura 2.27.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

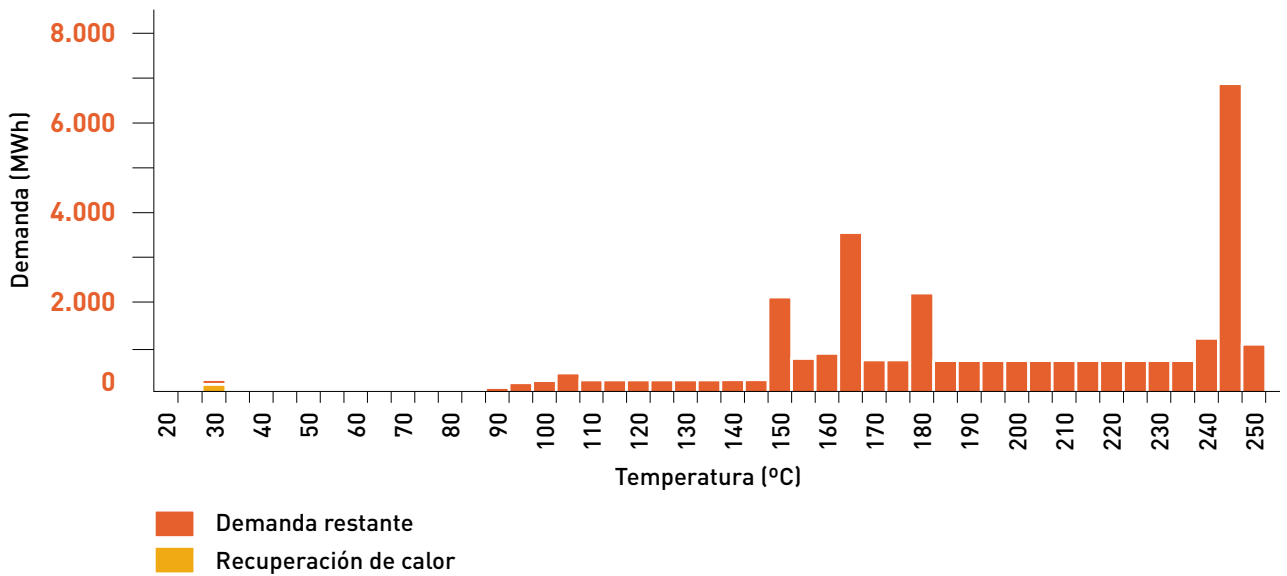
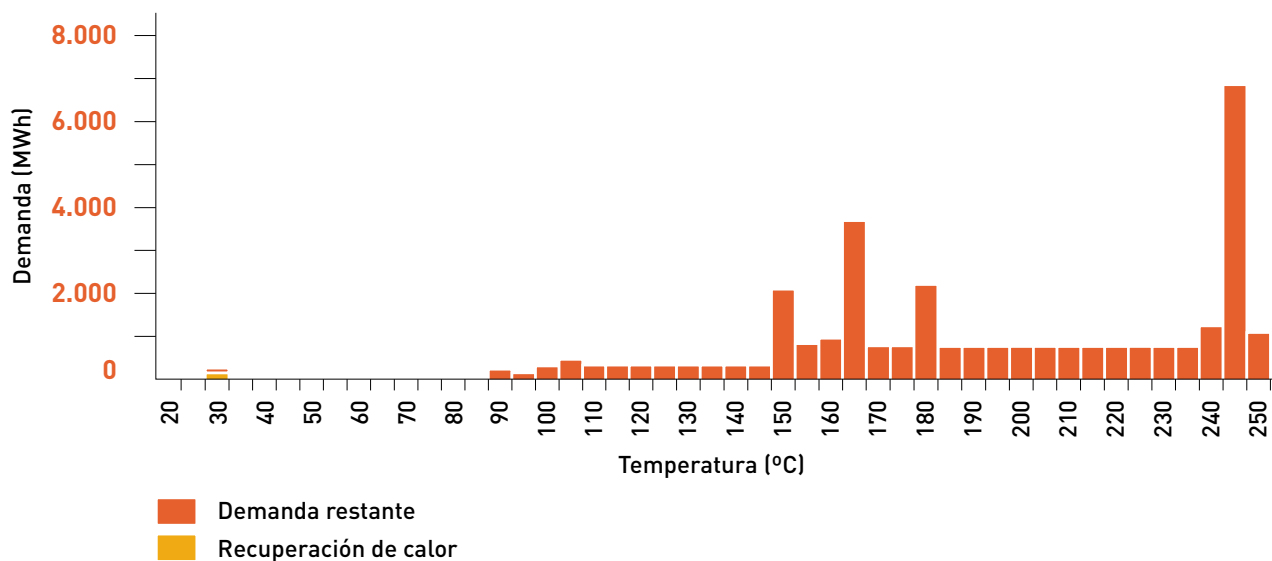


Figura 2.27.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.27.4 Potencial solar térmica

2.27.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.27.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	0,00	138,12
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	0,00	131,22
	kWh/kW	0,00	0,00	0,00	0,00	950,07
Temp. media (captador)	°C					78
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	0,00	0,00	0,00	138,12
Generación de calor útil	MWh		0,00	0,00	0,00	0,00	131,22
	kWh/kW		-	0,00	0,00	0,00	950,07
Temp. media (captador)	°C						78
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	0,0	0,0	0,0	148,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7
	Media posible	%	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7

Figura 2.27.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

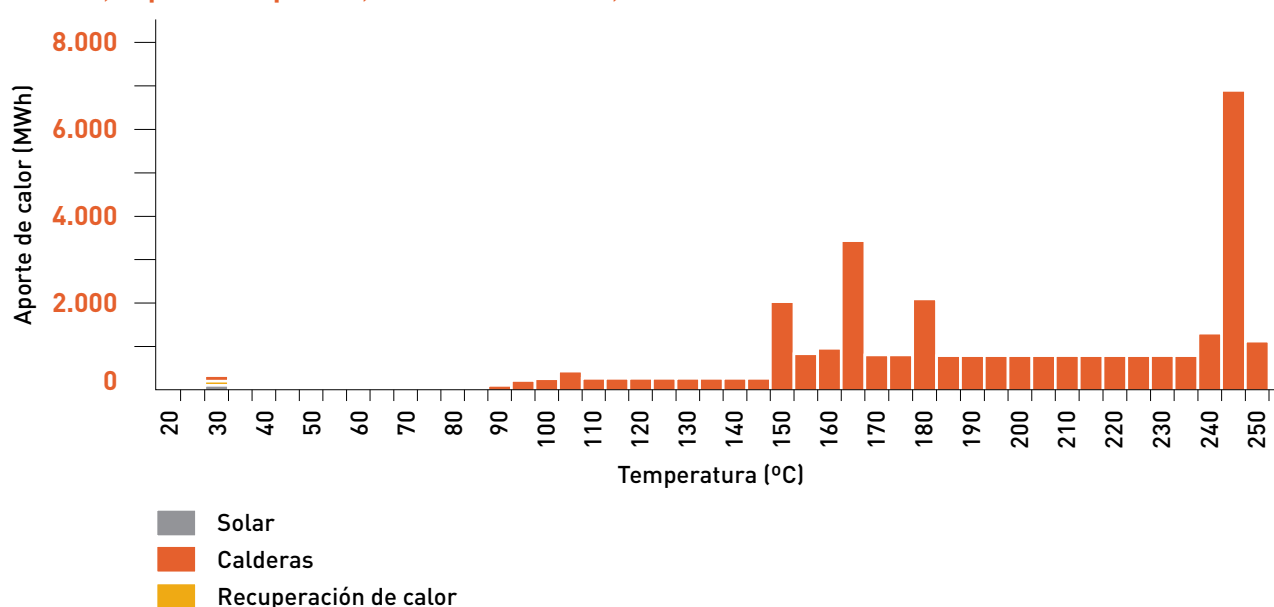


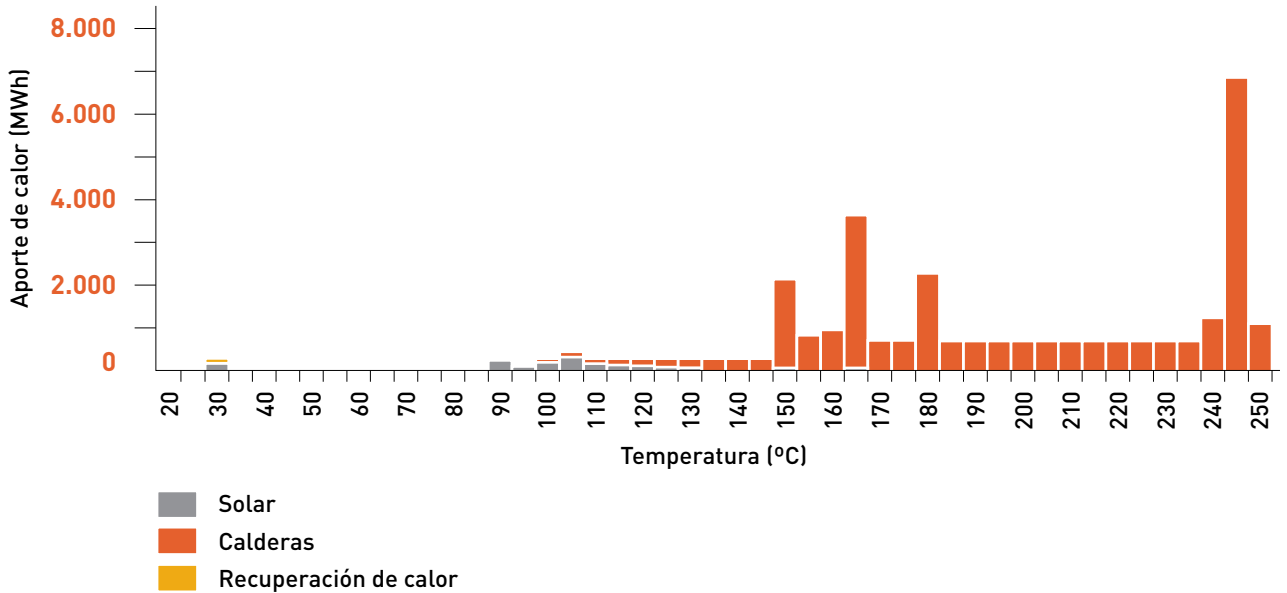
Tabla 2.27.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	252,00	820,75	1.967,00	3.739,75	4.611,25
Generación de calor útil	MWh	188,91	615,57	1.476,08	2.805,26	3.818,02
	kWh/kW	749,64	750,01	750,42	750,12	827,98
Temp. media (captador)	°C	95	118	134	148	156
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	921,68	921,68	921,68
Generación de calor útil	MWh	-	-	781,04	917,59	1.048,05
	kWh/kW	-	-	847,41	995,56	1.137,10
Temp. media (captador)	°C	-	-	121	122	125
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	1.843,37	1.843,37	1.843,37
Generación de calor útil	MWh	-	-	1.401,40	1.643,31	1.861,26
	kWh/kW	-	-	760,24	891,47	1.009,71
Temp. media (captador)	°C	-	-	133	133	138
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	252,00	820,75	1.473,57	1.721,75	1.843,76
Generación de calor útil	MWh	188,91	615,57	1.151,30	1.501,18	1.793,66
	kWh/kW	749,64	750,01	781,30	871,89	972,83
Temp. media (captador)	°C	95	118	128	130	135
Factor limitante		Demanda	Demanda	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar	%	0,6	2,0	3,8	4,9	5,9
Ocupación de superficie	Deseada	%	13,7	44,5	106,7	202,9
	Media posible	%	13,7	44,5	79,9	100,0

Tabla 2.27.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		283,50	1.053,50	2.182,25	3.972,50	4.611,25
Generación de calor útil	MWh		212,46	789,81	1.636,67	2.980,61	3.858,65
	kWh/kW		749,42	749,70	749,99	750,31	836,79
Temp. media (captador)	°C		96	118	134	148	155
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	921,68	921,68	921,68	921,68
Generación de calor útil	MWh		-	702,08	800,47	938,12	1.068,66
	kWh/kW		-	761,74	868,49	1.017,83	1.159,47
Temp. media (captador)	°C		-	116	119	119	122
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	1.843,37	1.843,37	1.843,37
Generación de calor útil	MWh		-	-	1.434,53	1.677,70	1.894,08
	kWh/kW		-	-	778,21	910,13	1.027,51
Temp. media (captador)	°C		-	-	131	131	136
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		283,50	998,14	1.503,70	1.754,34	1.843,76
Generación de calor útil	MWh		212,46	752,96	1.196,52	1.549,48	1.822,44
	kWh/kW		749,42	754,37	795,72	883,23	988,44
Temp. media (captador)	°C		96	117	126	128	133
Factor limitante			Demanda	Intermedio	Intermedio	Superficie	Superficie
Fracción solar	%		0,7	2,4	3,9	5,0	5,9
Ocupación de superficie	Deseada	%	15,4	57,2	118,4	215,5	250,2
	Media posible	%	15,4	54,1	81,6	95,2	100,0

Figura 2.27.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.27.7. Fracción solar media del sector

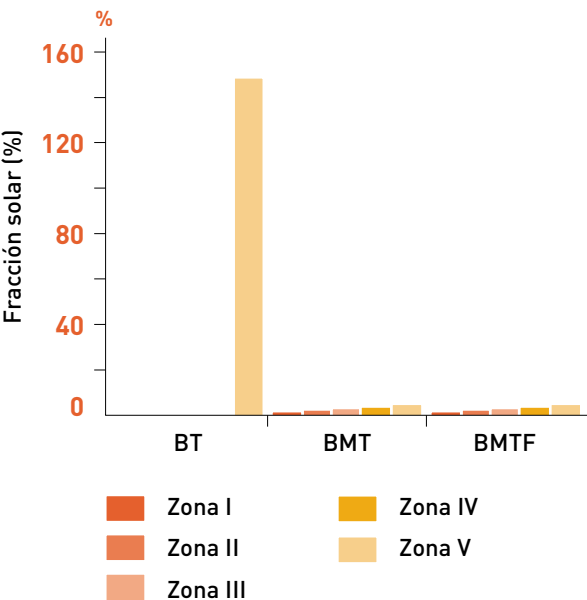


Figura 2.27.8. Grado medio de ocupación de superficie

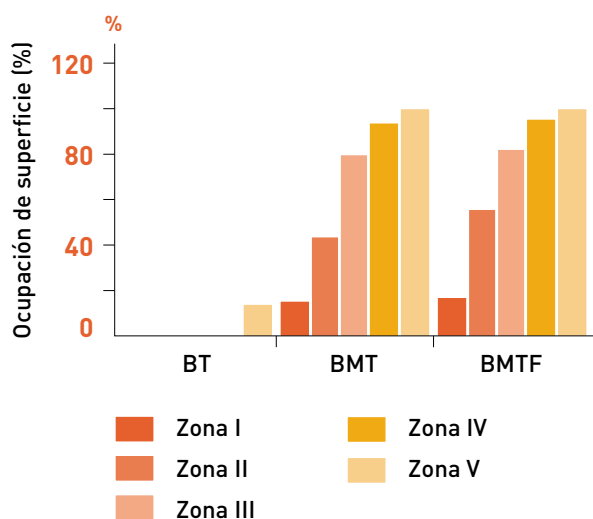
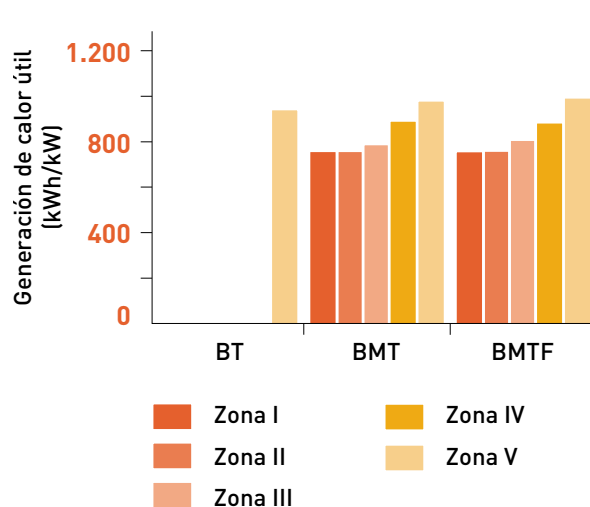


Figura 2.27.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.27.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.27.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	0,00	0,02	0,02	0,33	0,33	6,7	100,0	100,0
Cádiz	0,00	0,01	0,01	0,49	0,50	2,6	96,0	97,0
Córdoba	0,00	0,01	0,01	0,33	0,33	4,0	97,3	98,0
Granada	0,00	0,00	0,00	0,36	0,36	1,3	94,7	96,1
Huelva	0,00	0,01	0,01	0,21	0,21	6,6	99,9	99,9
Jaén	0,00	0,01	0,01	0,23	0,24	3,7	97,0	97,8
Málaga	0,00	0,00	0,00	0,75	0,76	0,1	93,5	95,2
Sevilla	0,00	0,06	0,06	0,94	0,94	6,7	100,0	100,0
Huesca	0,00	0,00	0,00	1,91	1,95	0,0	82,7	84,6

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Teruel	0,00	0,00	0,00	1,04	1,06	0,0	81,0	82,8
Zaragoza	0,00	0,00	0,00	9,49	9,68	0,0	82,8	84,5
Asturias	0,00	0,00	0,00	0,77	0,87	0,0	13,7	15,4
Islas Baleares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	93,4	95,2
Las Palmas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,7	100,0	100,0
Santa Cruz de Tenerife	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,7	100,0	100,0
Cantabria	0,00	0,00	0,00	1,03	1,16	0,0	13,7	15,4
Albacete	0,00	0,05	0,05	0,76	0,76	6,6	99,9	99,9
Ciudad Real	0,00	0,00	0,00	0,85	0,87	0,0	93,3	95,1
Cuenca	0,00	0,00	0,00	0,32	0,32	1,1	90,6	92,1
Guadalajara	0,00	0,00	0,00	0,43	0,44	0,0	92,9	94,7
Toledo	0,00	0,00	0,00	1,18	1,21	0,0	92,9	94,6
Ávila	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,0	90,7	92,4
Burgos	0,00	0,00	0,00	0,14	0,17	0,0	44,5	53,8
León	0,00	0,00	0,00	0,22	0,24	0,0	62,8	68,3
Palencia	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,0	44,5	54,1
Salamanca	0,00	0,00	0,00	0,19	0,20	0,0	80,5	82,1
Segovia	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,0	80,3	81,9
Soria	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,0	79,9	81,6
Valladolid	0,00	0,00	0,00	0,22	0,26	0,0	48,6	57,3

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zamora	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,0	79,9	81,6
Barcelona	0,00	0,00	0,00	18,44	19,72	0,0	66,7	71,3
Girona	0,00	0,00	0,00	2,38	2,45	0,0	77,5	79,6
Lleida	0,00	0,00	0,00	1,40	1,43	0,0	78,8	80,7
Tarragona	0,00	0,00	0,00	3,02	3,08	0,0	93,2	95,0
Alicante/ Alacant	0,00	0,07	0,07	1,76	1,77	3,9	97,3	98,0
Castellón/ Castelló	0,00	0,00	0,00	0,73	0,75	0,0	93,3	95,1
Valencia/ València	0,00	0,00	0,00	2,84	2,90	0,0	93,2	95,0
Badajoz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,9	98,2	98,7
Cáceres	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,0	97,3	98,1
A Coruña	0,00	0,00	0,00	0,22	0,25	0,0	13,7	15,4
Lugo	0,00	0,00	0,00	0,13	0,16	0,0	33,2	39,9
Ourense	0,00	0,00	0,00	0,14	0,17	0,0	39,5	47,5
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	0,29	0,34	0,0	21,5	25,2
La Rioja	0,00	0,00	0,00	1,41	1,46	0,0	74,9	77,6
Madrid	0,00	0,00	0,00	10,54	10,74	0,0	93,4	95,2
Murcia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,7	97,0	97,8
Navarra	0,00	0,00	0,00	2,31	2,37	0,0	61,4	63,0
Álava	0,00	0,00	0,00	0,14	0,16	0,0	16,3	18,6
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	0,25	0,29	0,0	13,7	15,4

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	0,40	0,45	0,0	13,7	15,4
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,7	100,0	100,0
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,7	100,0	100,0
Total nacional	0,00	0,27	0,27	69,01	71,76	0,3	65,5	68,1

Tabla 2.27.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	0	23	23	147,8	323	5,9	328	5,9
Cádiz	0	14	14	57,5	449	5,3	460	5,4
Córdoba	0	14	14	87,5	309	5,5	316	5,6
Granada	0	5	5	28,7	319	5,1	328	5,2
Huelva	0	15	15	146,0	207	5,8	210	5,9
Jaén	0	9	9	81,7	217	5,4	222	5,5
Málaga	0	1	1	1,8	654	4,9	674	5,0
Sevilla	0	67	67	148,8	919	5,9	934	5,9
Huesca	0	0	0	0,0	1.545	4,0	1.607	4,2

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Teruel	0	0	0	0,0	829	3,9	862	4,0
Zaragoza	0	0	0	0,0	7.621	4,0	7.906	4,1
Asturias	0	0	0	0,0	578	0,6	650	0,7
Islas Baleares	0	0	0	0,0	0	4,9	0	5,0
Las Palmas	0	0	0	148,8	0	5,9	0	5,9
Santa Cruz de Tenerife	0	0	0	148,8	0	5,9	0	5,9
Cantabria	0	0	0	0,0	771	0,6	867	0,7
Albacete	0	53	53	145,7	738	5,8	750	5,9
Ciudad Real	0	0	0	0,7	741	4,9	765	5,0
Cuenca	0	4	4	23,7	274	4,7	282	4,9
Guadalajara	0	0	0	0,0	378	4,9	390	5,0
Toledo	0	0	0	0,0	1.028	4,9	1.061	5,0
Ávila	0	0	0	0,0	78	4,7	81	4,8
Burgos	0	0	0	0,0	108	2,0	132	2,4
León	0	0	0	0,0	167	2,9	184	3,2
Palencia	0	0	0	0,0	41	2,0	50	2,4
Salamanca	0	0	0	0,0	151	3,8	157	3,9
Segovia	0	0	0	0,0	72	3,8	74	3,9
Soria	0	0	0	0,0	42	3,8	43	3,9
Valladolid	0	0	0	0,0	168	2,2	200	2,6

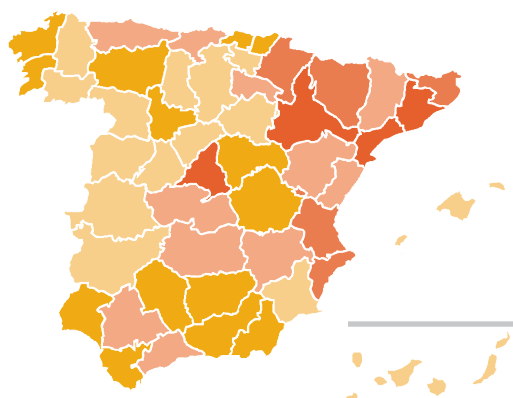
(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Zamora	0	0	0	0,0	70	3,8	73	3,9
Barcelona	0	0	0	0,0	14.274	3,1	15.472	3,3
Girona	0	0	0	0,0	1.857	3,6	1.944	3,8
Lleida	0	0	0	0,0	1.092	3,7	1.139	3,8
Tarragona	0	0	0	0,0	2.634	4,9	2.719	5,0
Alicante/ Alacant	0	75	75	87,0	1.638	5,5	1.674	5,5
Castellón/ Castelló	0	0	0	0,0	640	4,9	661	5,0
Valencia/ València	0	0	0	0,0	2.476	4,9	2.556	5,0
Badajoz	0	0	0	107,2	0	5,6	0	5,7
Cáceres	0	0	0	88,6	0	5,5	0	5,6
A Coruña	0	0	0	0,0	168	0,6	189	0,7
Lugo	0	0	0	0,0	98	1,5	119	1,8
Ourense	0	0	0	0,0	108	1,8	130	2,1
Pontevedra	0	0	0	0,0	219	1,0	258	1,1
La Rioja	0	0	0	0,0	1.097	3,5	1.156	3,7
Madrid	0	0	0	0,0	9.190	4,9	9.486	5,0
Murcia	0	0	0	81,6	0	5,4	0	5,5
Navarra	0	0	0	0,0	1.800	2,9	1.880	3,0
Álava	0	0	0	0,0	108	0,7	123	0,8
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	190	0,6	214	0,7

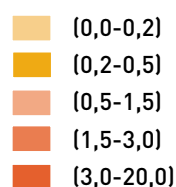
(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Vizcaya	0	0	0	0,0	297	0,6	334	0,7
Ceuta	0	0	0	148,8	0	5,9	0	5,9
Melilla	0	0	0	148,8	0	5,9	0	5,9
Total nacional	0	282	282	5,6	56.684	3,2	59.661	3,4

Figura 2.27.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



Sector industrial CNAE 247:
Fabricación de fibras
artificiales y sintéticas
Potencia instalada (BMTF) (MW)



0 50 100 200 300 km

Elaboración: energyXperts.NET



2.27.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 0,3%). El potencial solar para la demanda total a baja y media

temperatura está limitado por la demanda en zona I, en régimen intermedio en zonas II y III, y limitado por la superficie disponible en zonas IV y V, permitiendo una fracción solar del 3,2% (calor a baja y media temperatura) y del 3,4% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 130 °C:

- Calefacción de naves y oficinas.
- Intercambio de éster (PET; precalentamiento).
- Cristalización PET (precalentamiento).
- Secado nylon.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas de calor a temperaturas superiores.

2.27.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2007]:

Reference Document on Best Available Techniques in the production of Polymers, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

2.28 CNAE 25. FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO, FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE MATERIAS PLÁSTICAS

2.28.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.28.1.

Tabla 2.28.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	4.979	
Producción total	up	4.002.857	804
Unidad de medición producción total (up)	Toneladas		
Facturación	M€	16.446	3,30
Número de empleados	-	118.204	23,7
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.828.265	769
Consumo total electricidad		7.094.039	1.425
Consumo energía final (gen. calor)		5.956.476	1.196
Consumo electricidad gen. frío		175.362	35
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
oras por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	11.924.482	2.395
Otras superficies adyacentes		3.907.426	785
Total		15.831.908	3.180

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m ²	387	
Por € de facturación	kWh/€	0,37	
Por trabajador	kWh/trabajador	51.875	
Por unidad de producto	kWh/up	1.532	

2.28.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.28.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
Calor	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{conv/dist}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		10,0	148,8	119,63	0,83	99,65			Manten.		50 kWh/a.m²	
Extrusión y moldeo de caucho	100	70	0,9	14,1	11,34	0,83	9,45	-	-	Manten./circulac. (batch)	BREF Polymers	Los consumos de los procesos se han supuesto proporcionales a los volúmenes de producción según el BREF Polymers	
Vulcanización	150	100	3,8	56,4	45,37	0,83	37,80	-	-	Manten./circulac.	www.minerva.unito.it		
Moldeo por soplado de PET	260	20	14,6	217,2	174,63	0,83	145,47	-	-	Circulac.	BREF Polymers Wikipedia		
Calandrado de policarbonato	267	20	1,2	18,5	14,85	0,83	12,37	-	-	Circulac.			
Extrusión de polipropileno	160	20	28,5	424,4	341,23	0,83	284,24	-	-	Circulac.			
Moldeo de polietileno	112,5	20	30,8	458,8	368,83	0,83	307,23	-	-	Circulac.			
Moldeo de poliestireno	240	20	10,1	149,8	120,43	0,83	100,32	-	-	Circulac.			
Total consumo de calor				1.488,1	1.196,32	0,83	996,53						

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos precisos
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{conv/dist}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.28.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	43,81	105,66	85	0,70	150,94	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			43,81	105,66	150,94				

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.28.1. La Figura 2.28.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.28.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

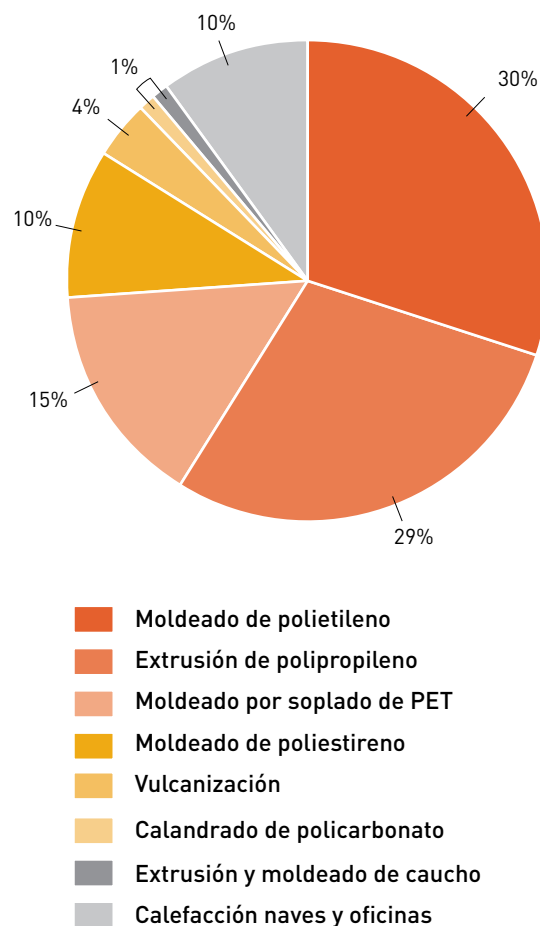
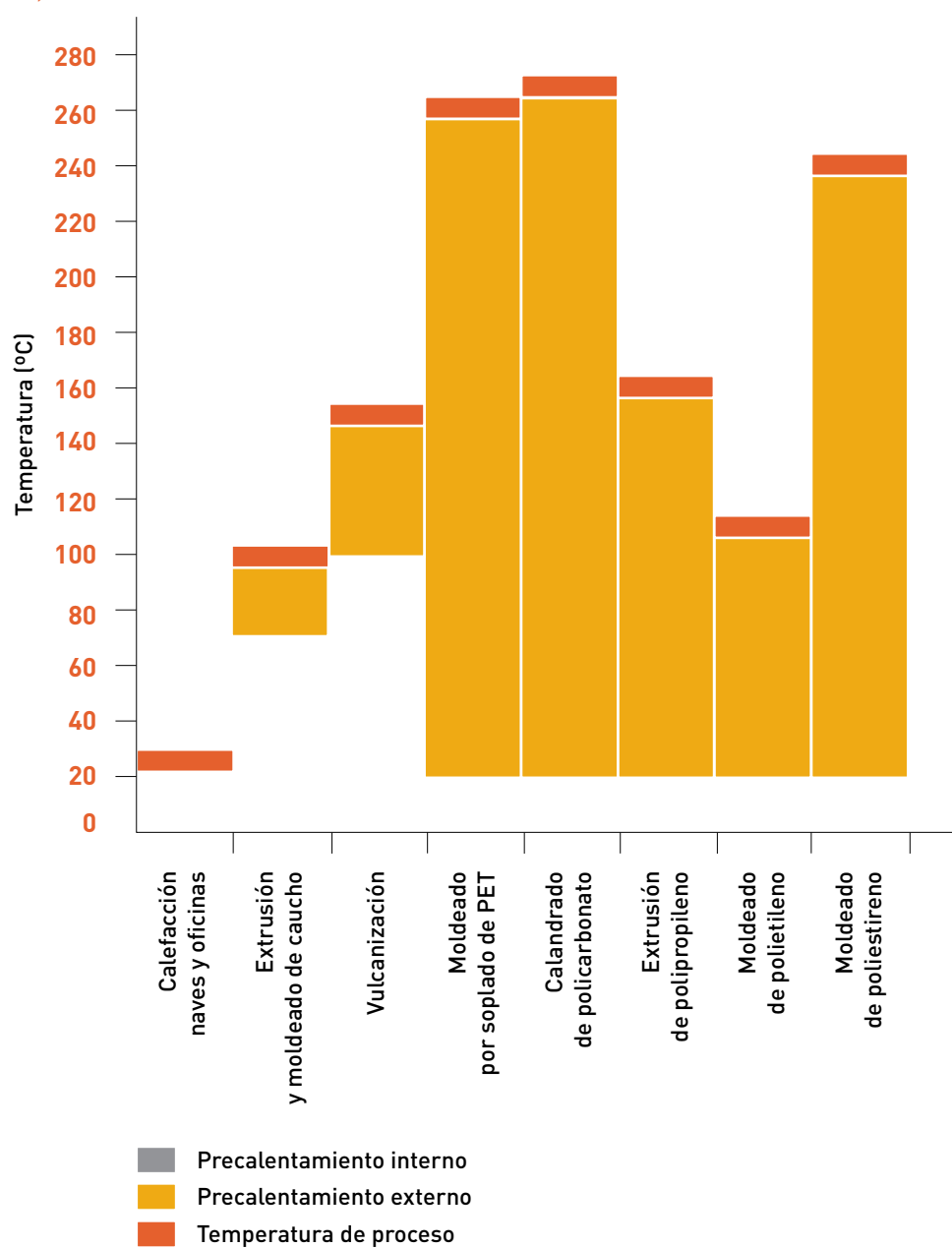


Figura 2.28.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.28.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.28.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.28.4.

Tabla 2.28.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	1.018		151	1.169	
Con recuperación de calor	MWh	1.001			1.152	
Reducción recuperación de calor	%	2			1	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	283	28,3%		282	24,5%
60 a 120 °C	MWh	406	40,5%		558	48,5%
120 a 250 °C	MWh	298	29,8%		298	25,8%
Total baja y media temperatura	MWh	987	98,6%		1.138	98,8%

Figura 2.28.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

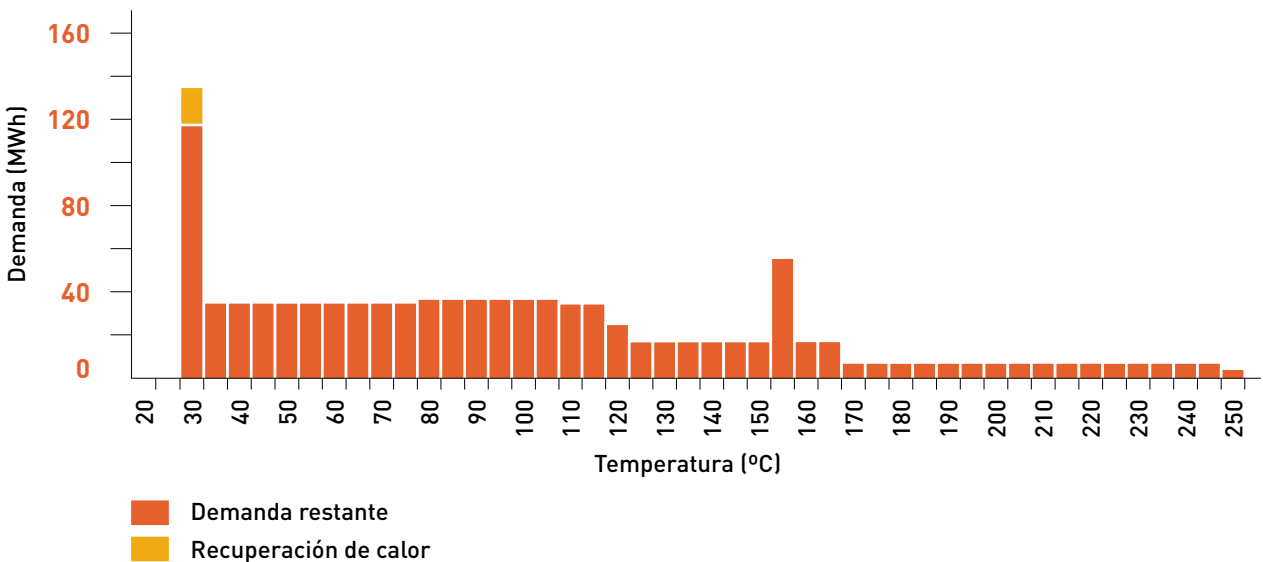
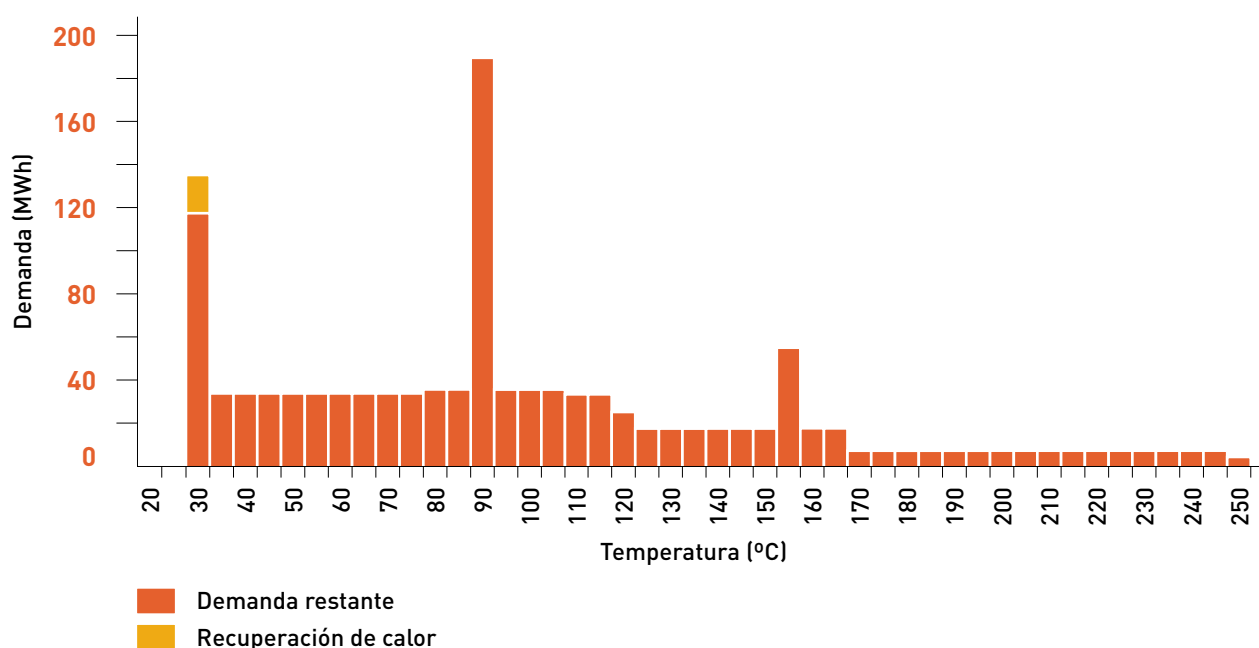


Figura 2.28.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.28.4 Potencial solar térmica

2.28.4.1. Resultados de las simulaciones

Tabla 2.28.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	147,00	203,00	311,50	388,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	139,56	192,50	296,25	369,82
	kWh/kW	0,00	949,39	948,29	951,04	951,91
Temp. media (captador)	°C		56	63	73	85
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	147,00	203,00	311,50	388,50
Generación de calor útil	MWh		0,00	139,56	192,50	296,25	369,82
	kWh/kW		-	949,39	948,29	951,04	951,91
Temp. media (captador)	°C			56	63	73	85
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	49,3	68,0	104,6	130,6
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	16,2	22,1	32,8	40,8
	Media posible	%	0,0	16,2	22,1	32,8	40,8

Figura 2.28.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

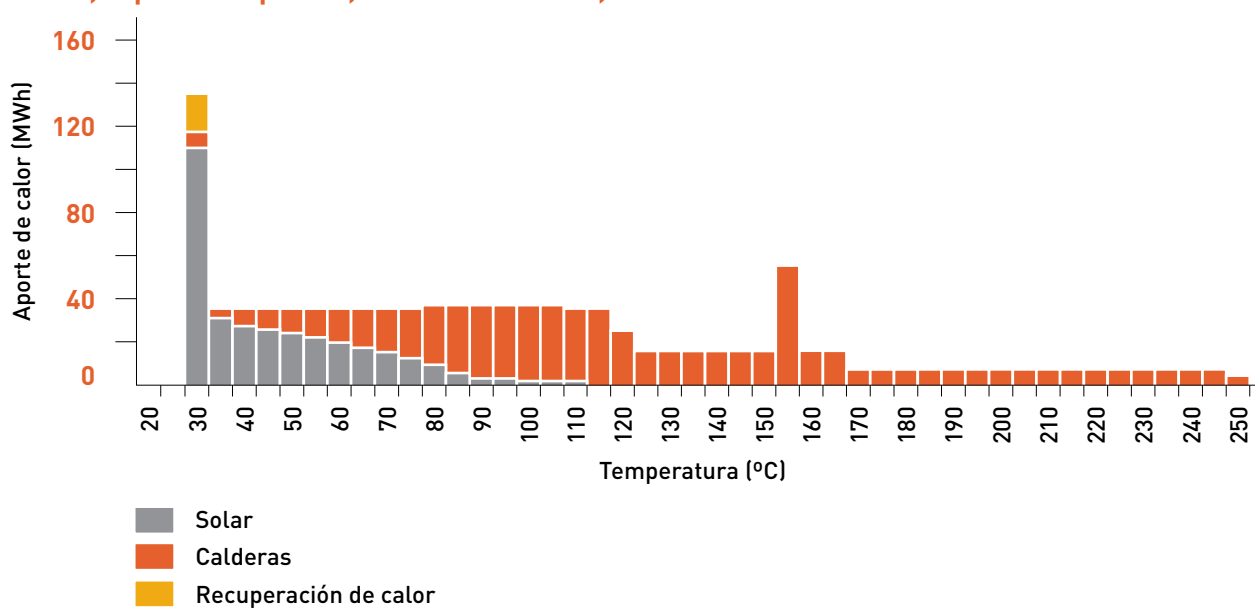


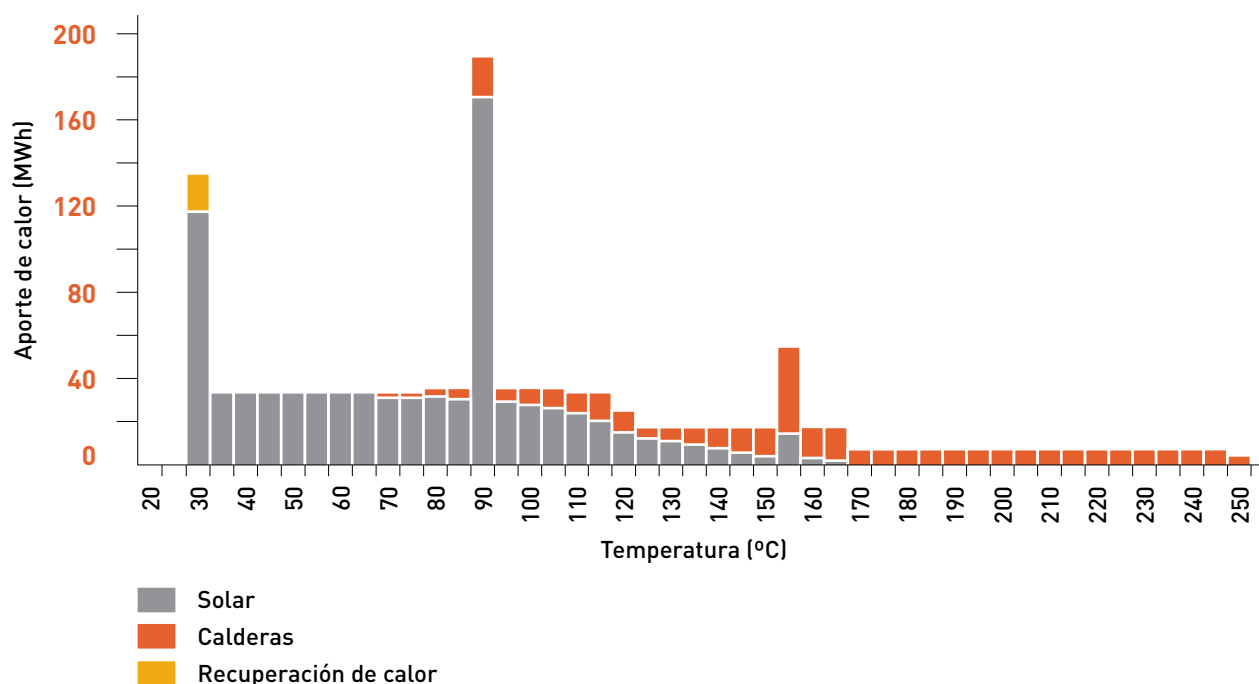
Tabla 2.28.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		567,00	726,25	806,75	950,25	1.022,00
Generación de calor útil	MWh		425,35	544,67	605,14	713,05	766,74
	kWh/kW		750,17	749,98	750,10	750,38	750,23
Temp. media (captador)	°C		98	116	130	142	156
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	746,42	746,42	746,42
Generación de calor útil	MWh		-	-	585,24	651,32	689,76
	kWh/kW		-	-	784,06	872,59	924,09
Temp. media (captador)	°C		-	-	126	130	141
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		567,00	726,25	781,41	864,64	906,26
Generación de calor útil	MWh		425,35	544,67	596,78	687,12	734,40
	kWh/kW		750,17	749,98	763,72	794,69	810,37
Temp. media (captador)	°C		98	116	128	137	149
Factor limitante			Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		43,1	55,2	60,4	69,6	74,4
Ocupación de superficie	Deseada	%	38,0	48,6	54,0	63,7	68,5
	Media posible	%	38,0	48,6	52,3	57,9	60,7

Tabla 2.28.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	638,75	854,00	948,50	1.127,00	1.202,25
Generación de calor útil	MWh	479,28	640,51	710,97	845,52	901,51
	kWh/kW	750,34	750,01	749,57	750,24	749,85
Temp. media (captador)	°C	99	116	129	141	155
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	746,42	746,42	746,42	746,42
Generación de calor útil	MWh	-	596,19	636,49	714,22	757,91
	kWh/kW	-	798,74	852,73	956,86	1.015,40
Temp. media (captador)	°C	-	111	119	122	122
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	638,75	808,82	863,63	967,16	1.010,80
Generación de calor útil	MWh	479,28	621,90	679,69	790,37	841,20
	kWh/kW	750,34	768,90	787,02	817,21	832,21
Temp. media (captador)	°C	99	114	125	133	145
Factor limitante		Demanda	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%	42,1	54,6	59,7	69,4	73,9
Ocupación de superficie	Deseada	%	42,8	57,2	63,5	75,5
	Media posible	%	42,8	54,2	57,9	67,7

Figura 2.28.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.28.7. Fracción solar media del sector

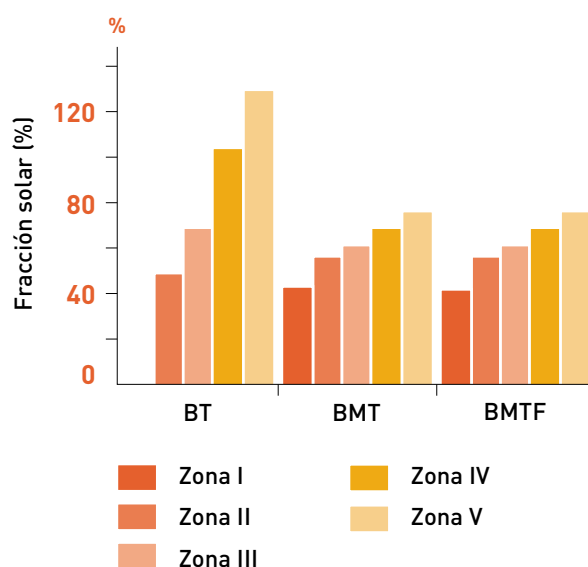
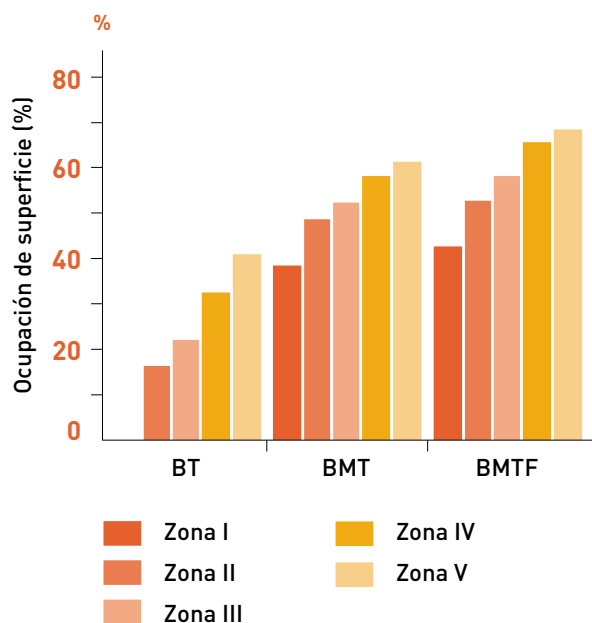
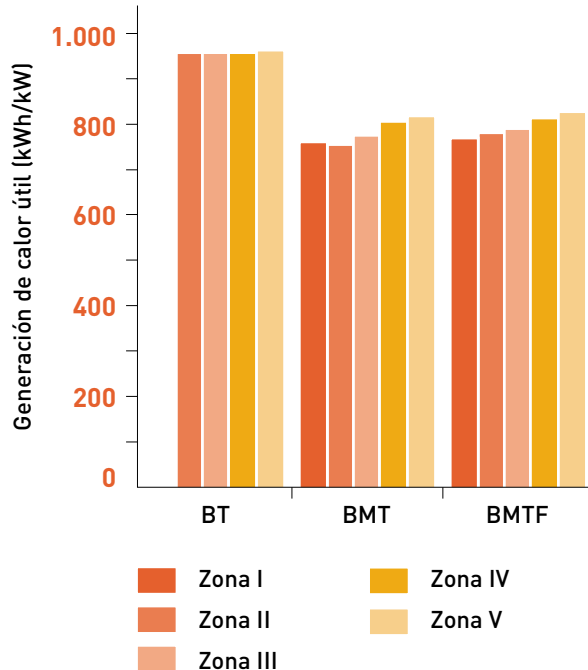


Figura 2.28.8. Grado medio de ocupación de superficie**Figura 2.28.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada**

2.28.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.28.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	2,77	15,32	18,09	46,54	51,88	25,8	63,1	70,1
Cádiz	3,76	20,50	24,27	69,80	77,94	22,5	61,2	68,1
Córdoba	2,62	14,32	16,94	46,85	52,28	23,6	61,8	68,8
Granada	2,65	14,36	17,00	50,90	56,87	21,4	60,6	67,5
Huelva	1,78	9,81	11,59	29,88	33,30	25,7	63,1	70,1
Jaén	1,83	10,03	11,86	33,06	36,89	23,4	61,7	68,6
Málaga	5,38	29,02	34,40	107,13	119,75	20,4	60,0	66,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Sevilla	7,90	43,63	51,53	132,41	147,60	25,8	63,1	70,1
Huesca	2,91	3,64	6,55	24,98	27,68	18,3	58,7	64,6
Teruel	1,81	1,63	3,44	13,75	15,21	18,0	58,5	64,3
Zaragoza	15,46	16,31	31,77	123,59	136,74	18,3	58,8	64,6
Asturias	0,00	0,00	0,00	33,92	38,21	0,0	38,0	42,8
Islas Baleares	1,57	8,48	10,05	31,39	35,09	20,3	60,0	66,8
Las Palmas	2,35	12,97	15,31	39,35	43,86	25,8	63,1	70,1
Santa Cruz de Tenerife	2,04	11,28	13,33	34,24	38,17	25,8	63,1	70,1
Cantabria	0,00	0,00	0,00	27,46	30,93	0,0	38,0	42,8
Albacete	2,32	12,82	15,14	39,03	43,51	25,7	63,1	70,1
Ciudad Real	2,27	12,01	14,27	44,61	49,86	20,3	60,0	66,8
Cuenca	1,28	3,94	5,22	16,80	18,70	20,5	60,0	66,5
Guadalajara	1,19	6,08	7,27	22,83	25,52	20,3	59,9	66,7
Toledo	3,34	16,40	19,73	62,19	69,49	20,2	59,9	66,7
Ávila	0,68	2,34	3,02	9,90	11,04	19,8	59,7	66,2
Burgos	3,11	1,93	5,05	27,29	30,34	12,7	52,9	58,4
León	4,04	2,50	6,54	30,46	33,72	15,4	55,9	61,4
Palencia	1,19	0,74	1,94	10,34	11,50	12,9	53,1	58,7
Salamanca	3,13	2,17	5,30	21,91	24,17	17,8	58,5	64,1
Segovia	1,51	1,00	2,51	10,45	11,53	17,8	58,5	64,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Soria	0,90	0,55	1,45	6,09	6,72	17,7	58,5	64,0
Valladolid	4,67	2,90	7,57	39,13	43,46	13,5	53,8	59,3
Zamora	1,51	0,93	2,44	10,23	11,29	17,7	58,5	64,0
Barcelona	137,43	86,32	223,75	1.014,67	1.122,41	15,9	56,5	62,0
Girona	16,78	10,36	27,13	115,47	127,42	17,4	58,1	63,6
Lleida	9,76	6,09	15,85	66,87	73,77	17,6	58,3	63,8
Tarragona	6,83	35,72	42,55	133,26	148,94	20,3	59,9	66,8
Alicante/ Alacant	18,59	101,77	120,36	333,08	371,70	23,6	61,8	68,8
Castellón/ Castelló	7,13	38,04	45,17	141,20	157,83	20,3	59,9	66,8
Valencia/ València	28,17	146,33	174,50	546,92	611,26	20,3	59,9	66,8
Badajoz	1,96	10,74	12,70	34,26	38,22	24,3	62,2	69,2
Cáceres	1,14	6,22	7,36	20,32	22,68	23,6	61,9	68,8
A Coruña	0,00	0,00	0,00	55,19	62,17	0,0	38,0	42,8
Lugo	1,26	0,79	2,05	15,86	17,71	8,2	47,6	52,8
Ourense	1,51	0,94	2,45	15,27	17,01	10,6	50,4	55,8
Pontevedra	1,74	1,08	2,82	49,28	55,29	3,3	41,8	46,8
La Rioja	9,77	6,03	15,81	68,28	75,39	17,0	57,7	63,2
Madrid	28,55	153,69	182,24	569,19	636,26	20,3	60,0	66,8
Murcia	9,97	54,53	64,50	179,75	200,61	23,4	61,7	68,6
Navarra	10,14	6,26	16,40	87,81	97,30	12,8	52,7	58,0

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,54	0,34	0,88	46,58	52,40	1,0	39,2	44,0
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	95,76	107,87	0,0	38,0	42,8
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	149,50	168,41	0,0	38,0	42,8
Ceuta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,8	63,1	70,1
Melilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,8	63,1	70,1
Total nacional	377,25	942,86	1.320,11	4.935,06	5.497,90	16,9	56,3	62,5

Tabla 2.28.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	2.640	16.218	18.858	130,4	37.485	74,4	42.937	73,9
Cádiz	3.581	21.995	25.576	114,7	55.565	71,4	63.806	71,2
Córdoba	2.490	15.293	17.782	119,9	37.444	72,4	42.961	72,1
Granada	2.520	15.479	17.999	109,6	40.365	70,5	46.390	70,3
Huelva	1.692	10.392	12.084	130,1	24.057	74,3	27.558	73,8
Jaén	1.745	10.718	12.463	118,9	26.398	72,2	30.293	71,9
Málaga	5.120	31.449	36.568	104,9	84.631	69,7	97.342	69,5

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Sevilla	7.519	46.190	53.710	130,6	106.660	74,4	122.170	73,9
Huesca	2.757	3.994	6.751	78,0	18.988	62,9	21.697	62,4
Teruel	1.715	1.797	3.512	72,8	10.365	61,6	11.824	61,0
Zaragoza	14.667	17.934	32.601	75,8	93.542	62,4	106.791	61,8
Asturias	0	0	0	0,0	25.446	43,1	28.672	42,1
Islas Baleares	1.497	9.193	10.690	104,6	24.794	69,6	28.520	69,4
Las Palmas	2.235	13.726	15.961	130,6	31.696	74,4	36.305	73,9
Santa Cruz de Tenerife	1.944	11.944	13.889	130,6	27.581	74,4	31.592	73,9
Cantabria	0	0	0	0,0	20.599	43,1	23.211	42,1
Albacete	2.209	13.572	15.782	130,1	31.427	74,3	36.000	73,8
Ciudad Real	2.157	13.018	15.174	104,5	35.221	69,6	40.510	69,4
Cuenca	1.214	4.263	5.478	98,7	13.128	67,8	15.053	67,5
Guadalajara	1.127	6.597	7.724	103,7	18.012	69,4	20.715	69,2
Toledo	3.172	17.783	20.954	103,2	49.025	69,2	56.372	69,1
Ávila	645	2.538	3.183	97,2	7.738	67,7	8.884	67,5
Burgos	2.957	2.141	5.098	48,5	20.140	55,0	22.989	54,4
León	3.832	2.775	6.607	58,9	22.623	57,9	25.796	57,3
Palencia	1.134	821	1.955	49,3	7.630	55,2	8.712	54,6
Salamanca	2.972	2.404	5.376	69,5	16.407	60,8	18.695	60,1
Segovia	1.433	1.113	2.546	68,9	7.816	60,7	8.905	60,0

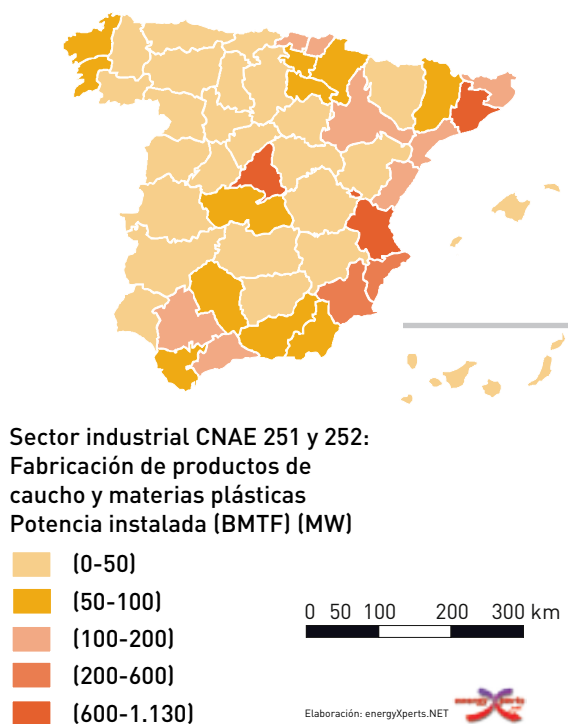
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Soria	852	617	1.469	68,0	4.553	60,4	5.185	59,7
Valladolid	4.435	3.211	7.646	51,4	28.909	55,8	32.997	55,2
Zamora	1.430	1.036	2.466	68,0	7.646	60,4	8.708	59,7
Barcelona	130.375	95.864	226.239	61,1	754.862	58,5	860.543	57,9
Girona	15.912	11.523	27.435	66,7	86.193	60,1	98.183	59,4
Lleida	9.258	6.773	16.032	67,5	49.945	60,3	56.890	59,6
Tarragona	6.494	38.732	45.225	104,2	105.183	69,5	120.976	69,3
Alicante/ Alacant	17.689	108.660	126.349	119,8	266.185	72,4	305.407	72,0
Castellón/ Castelló	6.778	41.251	48.030	104,5	111.496	69,6	128.246	69,4
Valencia/ València	26.785	158.683	185.468	104,1	431.628	69,5	496.423	69,3
Badajoz	1.861	11.433	13.294	123,3	27.452	73,0	31.480	72,7
Cáceres	1.081	6.641	7.722	120,1	16.242	72,4	18.635	72,1
A Coruña	0	0	0	0,0	41.402	43,1	46.652	42,1
Lugo	1.201	870	2.071	31,1	11.763	50,7	13.375	50,0
Ourense	1.435	1.039	2.475	40,5	11.299	53,0	12.875	52,4
Pontevedra	1.652	1.197	2.849	12,5	36.778	46,1	41.608	45,3
La Rioja	9.268	6.711	15.979	65,3	50.924	59,7	58.018	59,0
Madrid	27.155	166.642	193.797	104,6	449.534	69,6	517.083	69,4
Murcia	9.487	58.274	67.761	118,9	143.546	72,2	164.723	71,9
Navarra	9.619	6.966	16.585	49,0	65.662	55,6	74.611	54,8

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Álava	515	373	888	3,9	34.891	44,0	39.364	43,1
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	71.834	43,1	80.942	42,1
Vizcaya	0	0	0	0,0	112.148	43,1	126.368	42,1
Ceuta	0	0	0	130,6	0	74,4	0	73,9
Melilla	0	0	0	130,6	0	74,4	0	73,9
Total nacional	358.255	1.019.846	1.378.100	79,2	3.814.860	62,9	4.363.995	62,4

Figura 2.28.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.28.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 17%) y en régimen intermedio para la demanda total a baja y media temperatura (excepto zona I: limitación por la demanda), permitiendo una fracción solar del 63% (calor a baja y media temperatura) y del 62% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 120 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Extrusión y moldeado de caucho.
- Moldeado por soplado de PET (precalentamiento).
- Calandrado de policarbonato (precalentamiento).
- Extrusión de polipropileno (precalentamiento).
- Moldeado de polietileno.
- Moldeado de poliestireno (precalentamiento).

Además se puede cubrir parte de las demandas hasta 170 °C.

- Vulcanización.
- Extrusión de polipropileno.

En casos particulares sin restricción de superficie es posible también cubrir adicionalmente parte de las demandas a temperaturas superiores.

2.28.6 Referencias bibliográficas

MMA [2006]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector Química Fina Orgánica, Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2007]:

Reference Document on Best Available Techniques in the production of Polymers, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

UNITO:

<http://www.minerva.unito.it/Chimica&Industria/Dizionario/DizV.htm>

WIKIPEDIA:

http://en.wikipedia.org/wiki/Polyethylene_terephthalate

<http://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Polypropylene>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Polyethylene>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Polystyrene>

<http://it.wikipedia.org/wiki/Polistirene>

2.29 CNAE 285. TRATAMIENTO Y REVESTIMIENTO DE METALES

2.29.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.29.1

Tabla 2.29.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	7.097	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	34.708	4,89
Número de empleados	-	74.678	10,5
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	1.549.581	218
Consumo total electricidad		812.078	114
Consumo energía final (gen. calor)		1.630.789	230
Consumo electricidad gen. frío		169.323	24

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
- días por semana	d		5
- horas por día	h		10
- días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	7.673.008	1.081
Otras superficies adyacentes		2.174.999	306
Total		9.848.006	1.388
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
- por unidad de superficie	kWh/m²	183	
- por € de facturación	kWh/€	0,05	
- por trabajador	kWh/trabajador	24.105	
- por unidad de producto	kWh/up	-	

2.29.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.29.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual / recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
Calor	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv}}/\text{dist}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		10,0		22,98	0,83	19,14			Manten.		Porcentaje del sector cárnica, según Guía MTD	
Desengrase químico	75		8,8		20,20	0,83	16,83			Manten. (circulación para renovación de baños despreciada)	Valor promedio de las temperaturas documentadas en la Guía MTD del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas, y a las figuras 1.1, 1.3, 1.4, 1.6 del BREF for the Surface Treatment of Metals and Plastics	Porcentajes calculados en base a la tabla 6 de la Guía MTD del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas, y a las figuras 1.1, 1.3, 1.4, 1.6 del BREF for the Surface Treatment of Metals and Plastics	

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual / recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios			
Calor	°C	°C	%	kWh/up	MWh	η_conv/dist	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up	
Decapado mediante soluciones ácidas	55		8,8		20,20	0,83	16,83			Manten. (circulación para renovación de baños despreciada)	Valor promedio de las temperaturas documentadas en la Guía MTD del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas	Porcentajes calculados en base a la tabla 6 de la Guía MTD del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas, y a las figuras 1.1, 1.3, 1.4, 1.6 del BREF for the Surface Treatment of Metals and Plastics		
Tratamiento electrolítico: cadmiado	28		1,5		3,43	0,83	2,86							
Tratamiento electrolítico: niquelado standard	58		7,1		16,30	0,83	13,58							
Tratamiento electrolítico: cinc-niquel	28		3,0		6,86	0,83	5,72							
Tratamiento electrolítico: níquel electroconform.	70		9,3		21,45	0,83	17,87				Guía MTD del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas			
Tratamiento electrolítico: cobre	50		5,6		12,87	0,83	10,72				Valor promedio de las temperaturas documentadas en la Guía MTD del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas			
Tratamiento electrolítico: cromo	38		0,0		0,08	0,83	0,07							
Anodizado de aluminio con ácido crómico	40		2,4		5,58	0,83	4,65							
Sellado del aluminio anodizado	80		2,4		5,58	0,83	4,65							
Electropulido	85		8,8		20,20	0,83	16,83							
Pavonado	145		11,7		26,81	0,83	22,33				Guía MTD del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas			
Fosfatado	45		4,7		10,73	0,83	8,93				Valor promedio de las temperaturas documentadas en la Guía MTD del sector de tratamiento de superficies metálicas y plásticas			
Sellado químico	45		7,1		16,31	0,83	13,58							
Secado	70	15	8,8		20,20	0,98	19,80	35	35	Circulación		de superficies metálicas y plásticas		
Total consumo de calor			-		229,79	0,85	194,38							

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.29.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	66,5		47,72	85	0,70	68,16	Resultados Tarea 1	
Frío a temperaturas >5 °C	5	33,5		24,03	85	0,70	34,33	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío		-		71,74			102,49		

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.29.1. La Figura 2.29.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El desglose del consumo de frío se encuentra en la Figura 2.29.3.

Figura 2.29.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

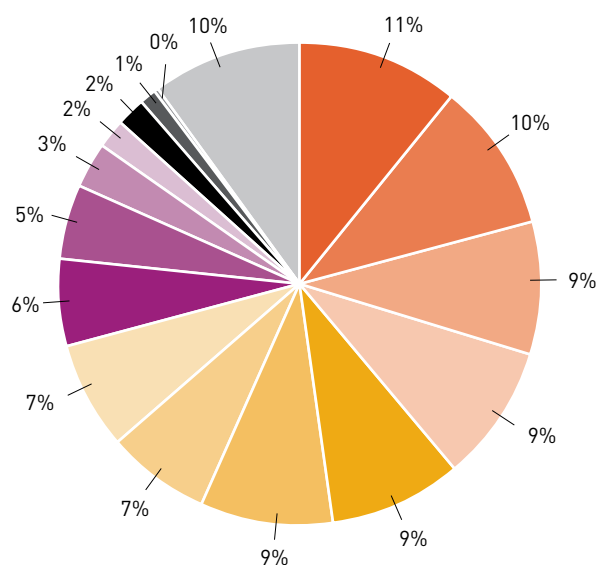


Figura 2.29.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)

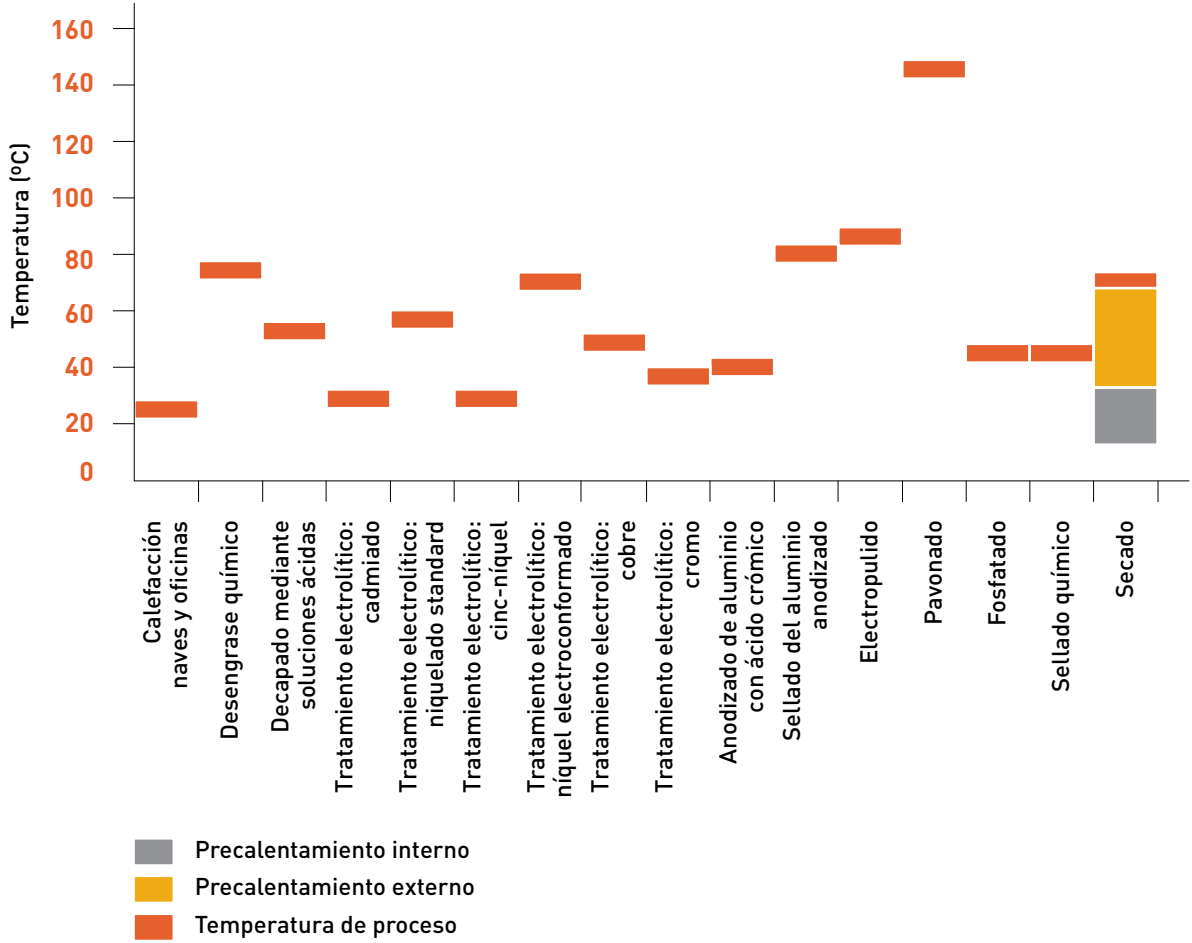
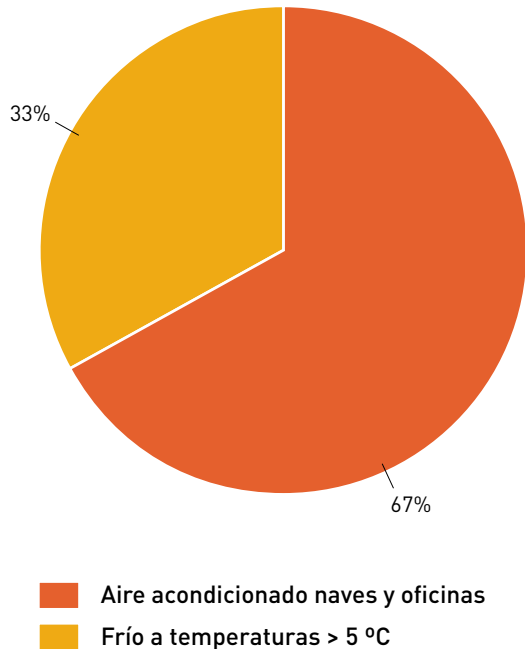


Figura 2.29.3. Consumo de calor equivalente para consumos de frío. Empresa tipo del sector



2.29.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.29.4 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.29.5.

Tabla 2.29.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	198		102	301	
Con recuperación de calor	MWh	187			290	
Reducción recuperación de calor	%	6			4	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	65	34,5%		64	22,1%
60 a 120 °C	MWh	100	53,3%		203	70,0%
120 a 250 °C	MWh	23	12,2%		23	7,8%
Total baja y media temperatura	MWh	187	100,0%		290	100,0%

Figura 2.29.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

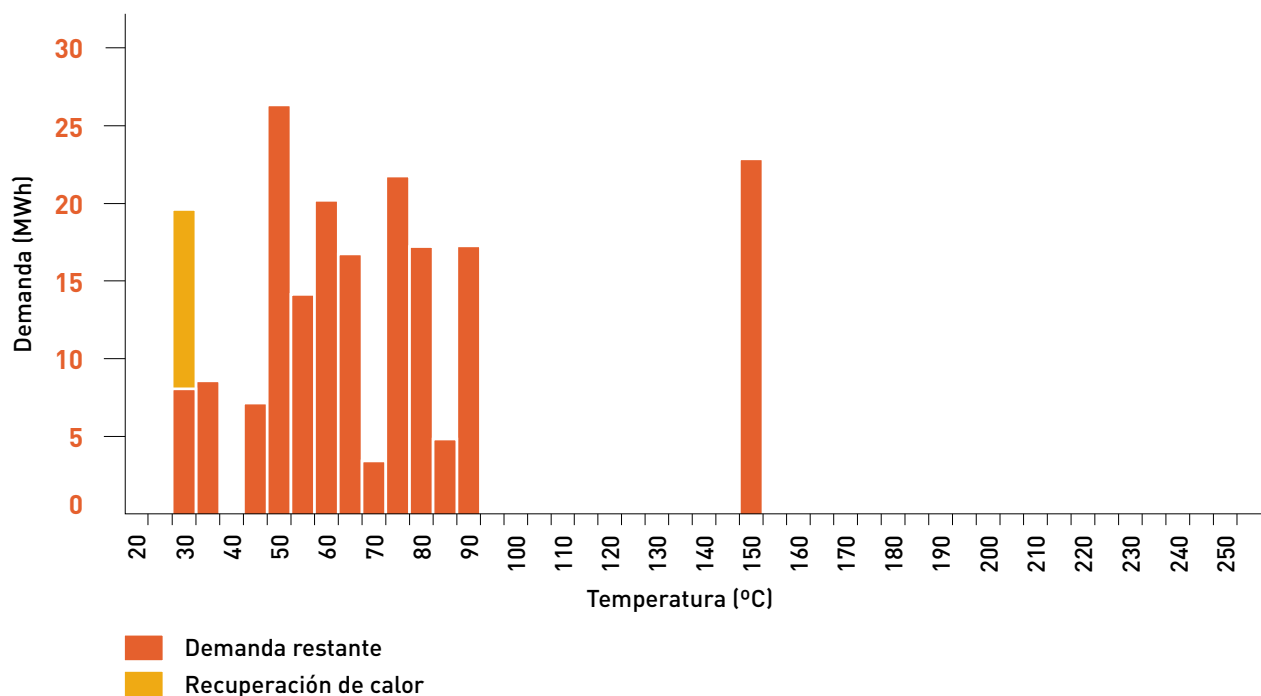
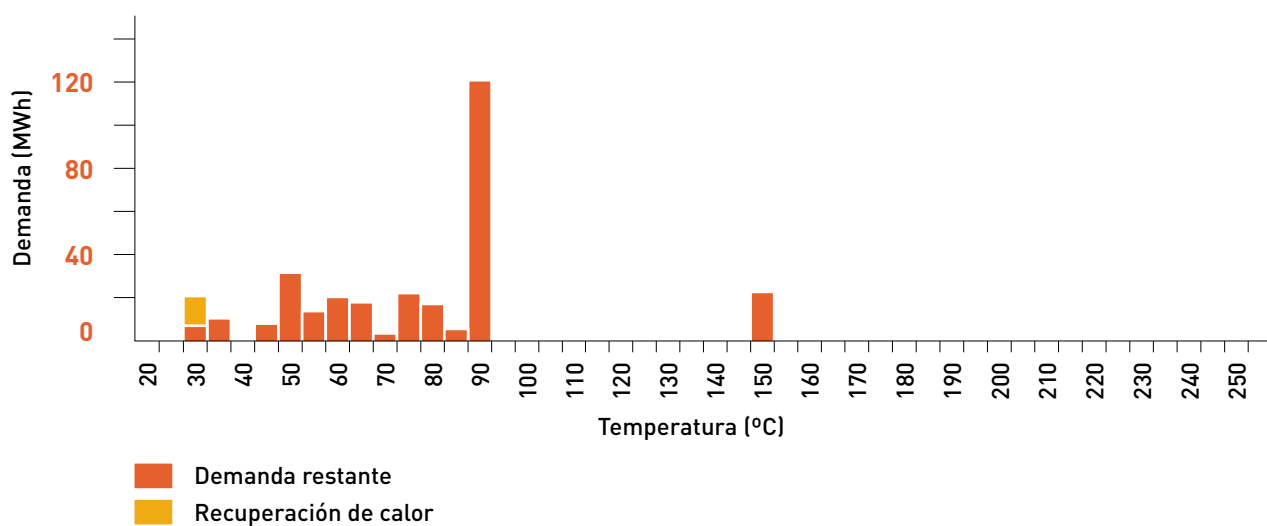


Figura 2.29.5. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.29.4 Potencial solar térmica

2.29.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.29.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	14,00	35,00	73,50	105,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	13,38	33,08	69,63	99,09
	kWh/kW	0,00	956,02	945,14	947,28	943,70
Temp. media (captador)	°C		53	62	72	85
Simulación 1b: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Simulación 1c: CP, Q _{min} = 950, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	0,00	14,00	35,00	73,50	105,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	13,38	33,08	69,63	99,09
	kWh/kW	-	956,02	945,14	947,28	943,70
Temp. media (captador)	°C		53	62	72	85
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%	0,0	20,7	51,1	107,6	153,2

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Potencial medio sectorial							
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	3,5	8,8	17,8	25,2
	Media posible	%	0,0	3,5	8,8	17,8	25,2

Figura 2.29.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

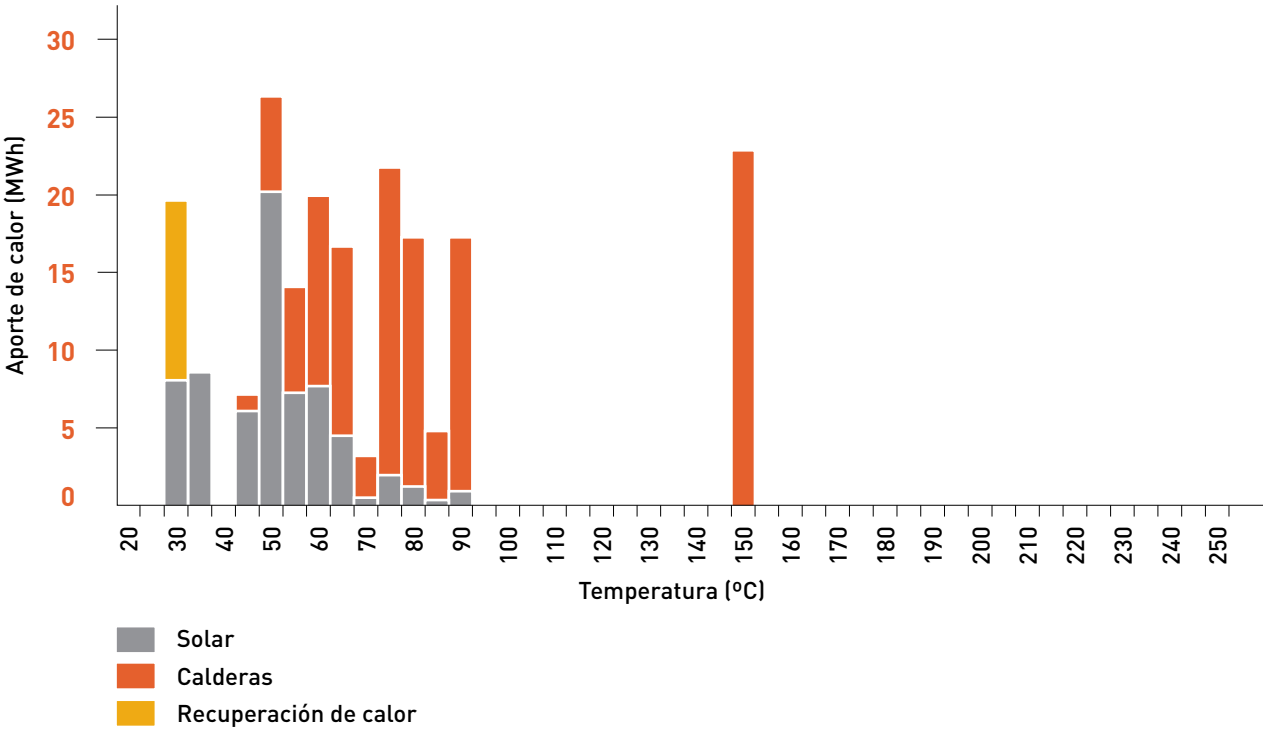


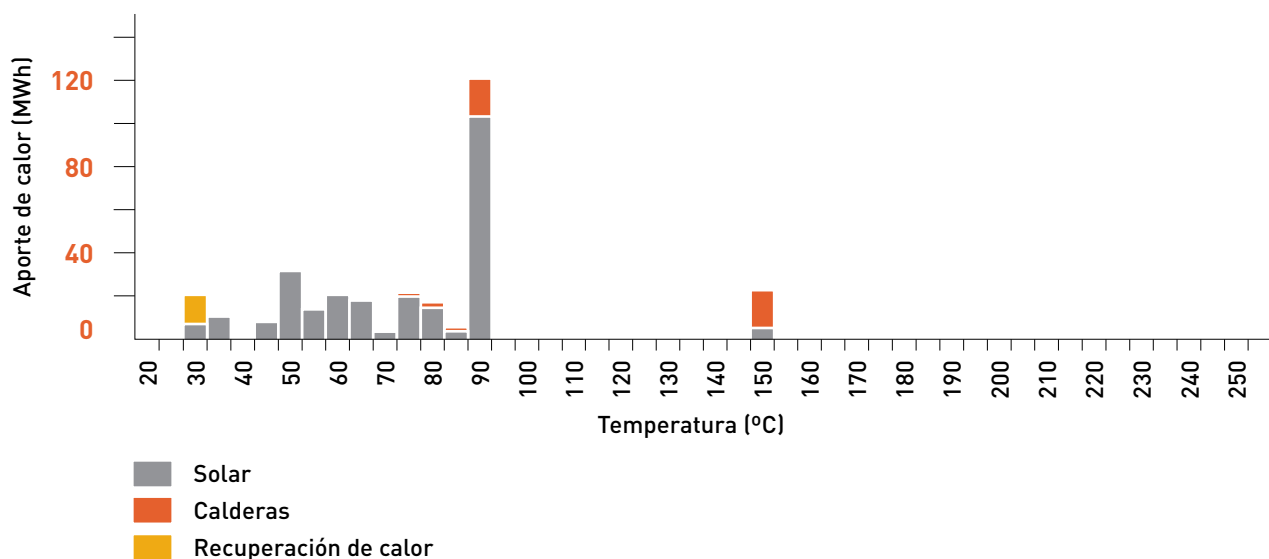
Tabla 2.29.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada		kW	143,50	178,50	185,50	215,25	224,00
Generación de calor útil		MWh	107,57	133,71	139,55	161,73	168,24
		kWh/kW	749,60	749,10	752,31	751,34	751,05
Temp. media (captador)		°C	95	111	124	136	150
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada		kW	143,50	178,50	185,50	215,25	224,00
Generación de calor útil		MWh	107,57	133,71	139,55	161,73	168,24
		kWh/kW	749,60	749,10	752,31	751,34	751,05
Temp. media (captador)		°C	95	111	124	136	150
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar		%	57,4	71,3	74,5	86,3	89,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	22,0	27,4	28,5	33,0	34,4
	Media posible	%	22,0	27,4	28,5	33,0	34,4

Tabla 2.29.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		187,25	264,25	283,50	336,00	348,25
Generación de calor útil	MWh		140,31	198,46	212,49	252,47	261,10
	kWh/kW		749,32	751,02	749,52	751,39	749,75
Temp. media (captador)	°C		96	113	126	137	150
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	325,73	325,73
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	250,19	257,07
	kWh/kW		-	-	-	768,08	789,21
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	136	147
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		187,25	264,25	283,50	331,69	338,79
Generación de calor útil	MWh		140,31	198,46	212,49	251,51	259,41
	kWh/kW		749,32	751,02	749,52	758,27	765,68
Temp. media (captador)	°C		96	113	126	137	148
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Intermedio	Intermedio
Fracción solar	%		48,4	68,4	73,3	86,7	89,5
Ocupación de superficie	Deseada	%	28,7	40,6	43,5	51,6	53,5
	Media posible	%	28,7	40,6	43,5	50,9	52,0

Figura 2.29.7. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.29.8. Fracción solar media del sector

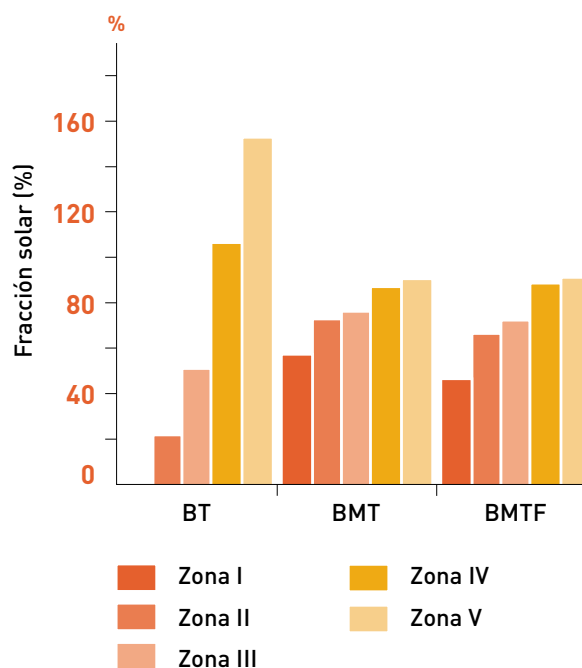


Figura 2.29.9. Grado medio de ocupación de superficie

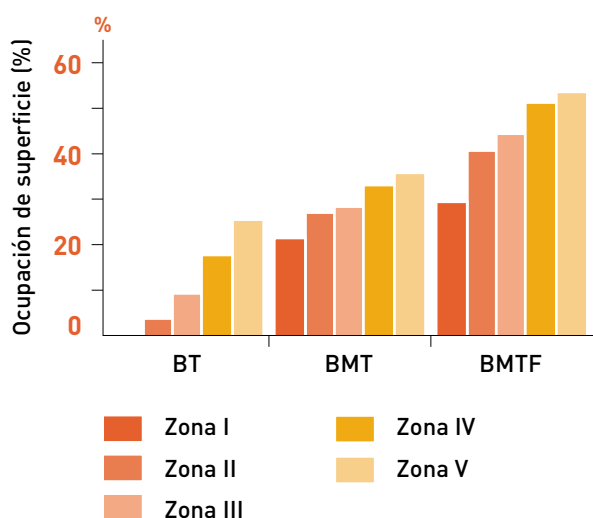
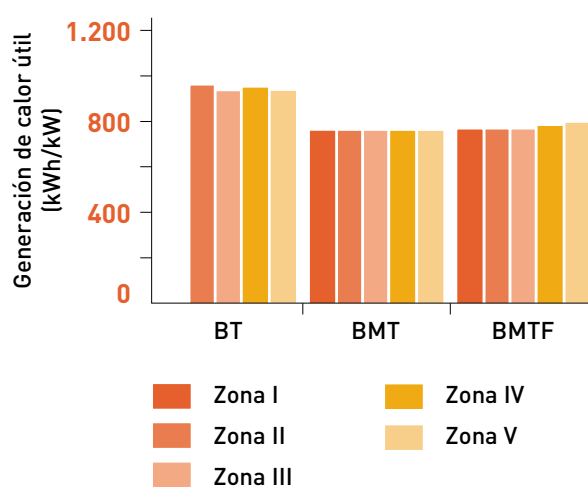


Figura 2.29.10. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.29.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.29.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	3,63	2,36	5,99	13,73	20,59	20,7	40,6	58,2
Cádiz	4,58	2,94	7,52	20,65	31,31	16,9	38,8	56,5
Córdoba	3,27	2,11	5,38	13,85	20,92	18,1	39,4	57,1
Granada	3,13	2,00	5,13	15,07	22,94	15,7	38,2	56,0
Huelva	2,32	1,51	3,83	8,82	13,22	20,6	40,6	58,2
Jaén	2,28	1,47	3,75	9,77	14,77	17,9	39,3	57,0
Málaga	6,17	3,92	10,08	31,74	48,49	14,5	37,6	55,5
Sevilla	10,34	6,73	17,07	39,07	58,57	20,7	40,6	58,2
Huesca	1,82	1,12	2,95	13,56	20,63	9,0	32,8	48,6

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Teruel	0,89	0,55	1,44	7,38	11,22	8,0	31,8	47,2
Zaragoza	8,56	5,34	13,89	66,63	101,40	8,6	32,3	48,0
Asturias	0,00	0,00	0,00	24,06	31,39	0,0	22,0	28,7
Islas Baleares	4,30	2,73	7,02	22,22	33,95	14,5	37,6	55,5
Las Palmas	2,86	1,86	4,73	10,82	16,22	20,7	40,6	58,2
Santa Cruz de Tenerife	2,49	1,62	4,11	9,42	14,11	20,7	40,6	58,2
Cantabria	0,00	0,00	0,00	17,88	23,33	0,0	22,0	28,7
Albacete	4,88	3,18	8,06	18,54	27,80	20,6	40,6	58,2
Ciudad Real	4,11	2,61	6,72	21,26	32,49	14,4	37,6	55,4
Cuenca	1,45	0,92	2,38	7,87	11,96	13,4	36,3	53,3
Guadalajara	2,08	1,32	3,41	10,88	16,62	14,3	37,4	55,2
Toledo	5,64	3,58	9,21	29,59	45,21	14,2	37,3	55,1
Ávila	0,78	0,49	1,27	4,36	6,65	12,9	36,2	53,5
Burgos	0,90	0,02	0,92	11,73	17,28	3,5	29,0	42,0
León	1,20	0,45	1,65	12,86	19,27	5,3	30,0	44,2
Palencia	0,35	0,00	0,35	4,45	6,56	3,5	29,1	42,3
Salamanca	1,02	0,63	1,65	9,12	13,87	7,3	31,2	46,3
Segovia	0,48	0,30	0,78	4,35	6,61	7,2	31,1	46,2
Soria	0,27	0,17	0,44	2,53	3,85	7,0	30,9	45,9
Valladolid	1,36	0,13	1,49	16,76	24,81	3,9	29,3	42,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Zamora	0,46	0,28	0,74	4,25	6,46	7,0	30,9	45,9
Barcelona	34,95	15,28	50,23	359,56	540,62	5,7	30,2	44,6
Girona	4,28	2,51	6,79	40,48	61,40	6,8	30,8	45,7
Lleida	2,51	1,51	4,02	23,42	35,56	6,9	30,9	45,8
Tarragona	9,62	6,11	15,74	50,01	76,42	14,4	37,5	55,4
Alicante/ Alacant	12,45	8,04	20,49	52,81	79,78	18,1	39,4	57,1
Castellón/ Castelló	4,33	2,75	7,08	22,44	34,28	14,4	37,6	55,4
Valencia/ València	16,69	10,60	27,29	86,84	132,70	14,3	37,5	55,3
Badajoz	3,46	2,24	5,70	14,09	21,24	19,0	39,8	57,5
Cáceres	1,98	1,28	3,26	8,36	12,63	18,2	39,4	57,1
A Coruña	0,00	0,00	0,00	23,91	31,20	0,0	22,0	28,7
Lugo	0,36	0,00	0,36	6,71	9,54	2,2	26,5	37,3
Ourense	0,43	0,01	0,43	6,42	9,31	2,9	27,8	39,8
Pontevedra	0,49	0,00	0,49	21,13	28,64	0,9	23,8	32,2
La Rioja	1,46	0,81	2,26	14,07	21,30	6,5	30,6	45,4
Madrid	32,45	20,61	53,05	167,84	256,48	14,5	37,6	55,5
Murcia	8,83	5,70	14,52	37,85	57,22	17,9	39,3	57,0
Navarra	2,68	1,65	4,33	32,23	47,40	5,0	28,4	41,1
Álava	0,31	0,03	0,35	40,85	53,98	0,3	22,6	29,8

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	84,30	110,00	0,0	22,0	28,7
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	131,61	171,73	0,0	22,0	28,7
Ceuta	0,11	0,07	0,19	0,43	0,65	20,7	40,6	58,2
Melilla	0,11	0,07	0,18	0,41	0,62	20,7	40,6	58,2
Total nacional	219,09	129,62	348,71	1.708,99	2.515,19	8,1	31,1	44,7

Tabla 2.29.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	3.424	2.479	5.903	152,9	10.041	89,7	15.483	89,4
Cádiz	4.327	3.133	7.460	125,2	15.125	87,6	23.443	87,8
Córdoba	3.088	2.236	5.324	134,4	10.137	88,3	15.685	88,3
Granada	2.961	2.144	5.105	116,4	11.046	87,0	17.150	87,3
Huelva	2.191	1.587	3.778	152,3	6.446	89,7	9.941	89,4
Jaén	2.154	1.560	3.714	132,7	7.154	88,2	11.073	88,2
Málaga	5.840	4.229	10.069	108,2	23.279	86,3	36.199	86,8
Sevilla	9.758	7.066	16.824	153,2	28.564	89,8	44.045	89,5

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Huesca	1.727	1.228	2.955	66,5	10.010	77,8	15.335	77,0
Teruel	846	603	1.449	58,6	5.457	76,1	8.333	75,1
Zaragoza	8.093	5.860	13.953	63,2	49.216	77,0	75.322	76,2
Asturias	0	0	0	0,0	18.033	57,4	23.522	48,4
Islas Baleares	4.069	2.947	7.016	107,6	16.297	86,3	25.345	86,7
Las Palmas	2.703	1.957	4.660	153,2	7.911	89,8	12.199	89,5
Santa Cruz de Tenerife	2.352	1.703	4.055	153,2	6.884	89,8	10.615	89,5
Cantabria	0	0	0	0,0	13.402	57,4	17.481	48,4
Albacete	4.606	3.335	7.941	152,2	13.555	89,7	20.905	89,4
Ciudad Real	3.891	2.818	6.708	107,4	15.598	86,2	24.252	86,6
Cuenca	1.376	994	2.371	99,4	5.780	83,6	8.929	83,5
Guadalajara	1.974	1.427	3.401	106,2	7.979	86,0	12.402	86,4
Toledo	5.338	3.865	9.203	105,4	21.710	85,8	33.738	86,2
Ávila	734	532	1.266	96,1	3.201	83,9	4.959	84,0
Burgos	861	17	878	20,8	8.695	71,1	12.884	68,1
León	1.141	500	1.641	36,4	9.521	73,0	14.325	70,9
Palencia	330	0	330	20,7	3.296	71,3	4.891	68,4
Salamanca	964	698	1.662	53,5	6.752	74,9	10.292	73,8
Segovia	453	328	781	52,6	3.217	74,8	4.901	73,6
Soria	258	186	444	51,1	1.873	74,5	2.852	73,3

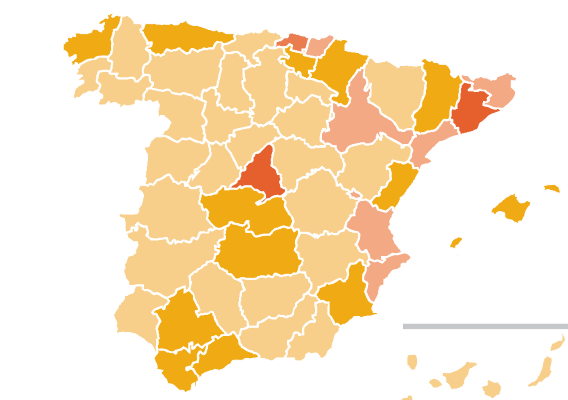
[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Valladolid	1.298	147	1.445	24,2	12.413	71,7	18.480	69,0
Zamora	432	313	746	51,1	3.146	74,5	4.790	73,3
Barcelona	33.141	16.947	50.087	40,0	266.241	73,3	401.698	71,5
Girona	4.045	2.782	6.827	49,0	29.968	74,2	45.553	72,9
Lleida	2.371	1.676	4.047	50,3	17.336	74,4	26.378	73,2
Tarragona	9.117	6.602	15.718	106,9	36.689	86,1	57.044	86,6
Alicante/ Alacant	11.766	8.520	20.286	134,3	38.661	88,3	59.820	88,3
Castellón/ Castelló	4.103	2.971	7.074	107,4	16.458	86,2	25.593	86,7
Valencia/ València	15.813	11.451	27.263	106,8	63.707	86,1	99.048	86,5
Badajoz	3.265	2.365	5.630	140,4	10.313	88,8	15.939	88,7
Cáceres	1.869	1.353	3.222	134,8	6.122	88,4	9.472	88,4
A Coruña	0	0	0	0,0	17.924	57,4	23.380	48,4
Lugo	340	0	340	13,1	4.990	66,2	7.119	61,0
Ourense	407	10	417	17,4	4.765	68,8	6.944	64,8
Pontevedra	468	0	468	5,2	15.781	60,9	21.425	53,5
La Rioja	1.379	894	2.273	46,8	10.420	74,0	15.811	72,6
Madrid	30.735	22.257	52.992	107,6	123.110	86,3	191.455	86,7
Murcia	8.341	6.040	14.381	132,6	27.711	88,2	42.891	88,2
Navarra	2.531	1.833	4.364	36,8	23.928	69,7	35.230	66,3
Álava	298	37	335	1,9	30.587	58,5	40.423	49,9

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	63.189	57,4	82.424	48,4
Vizcaya	0	0	0	0,0	98.652	57,4	128.681	48,4
Ceuta	108	78	186	153,2	316	89,8	488	89,5
Melilla	102	74	177	153,2	300	89,8	463	89,5
Total nacional	207.388	139.785	347.172	59,2	1.262.907	74,3	1.877.045	71,3

Figura 2.29.11. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



Sector industrial CNAE 285:
Tratamiento y revestimiento de metales
Potencia instalada (BMTF) (MW)

- (0,6-30)
- (30-60)
- (60-140)
- (140-250)
- (250-540)

0 50 100 200 300 km

Elaboración: energyXperts.NET

2.29.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 8%). El potencial solar para la demanda total a baja y media temperatura está limitado por la demanda (excepto zonas IV y V si se incluyen las demandas de frío: régimen intermedio), permitiendo una fracción solar del 74% (calor a baja y media temperatura) y del 71% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 100 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Desengrase químico.
- Decapado mediante soluciones ácidas.
- Tratamiento electrolítico: cadmiado.
- Tratamiento electrolítico: niquelado standard.
- Tratamiento electrolítico: zinc-níquel.
- Tratamiento electrolítico: níquel electroconformado.
- Tratamiento electrolítico: cobre.
- Tratamiento electrolítico: cromo.
- Anodizado de aluminio con ácido crómico.
- Sellado del aluminio anodizado.
- Electropulido.
- Fosfatado.
- Sellado químico.
- Secado.

Adicionalmente se aporta una parte de la demanda al proceso de pavonado a 145 °C.

2.29.6 Referencias bibliográficas

MMA [2007]:

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector de Tratamiento de Superficies Metálicas y Plásticas. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Serie de Monografías.

<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

IPPC [2006]:

Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics, Integrated Pollution Prevention and Control, European Commission.

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

2.30. CNAE 29. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO MECÁNICO

2.30.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.30.1.

Tabla 2.30.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	11.089	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	7.144	0,64
Número de empleados	-	185.281	16,7
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	3.311.013	299
Consumo total electricidad		2.256.137	203
Consumo energía final (gen. calor)		3.473.454	313
Consumo electricidad gen. frío		158.355	14

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	11.372.474	1.026
Otras superficies adyacentes		3.551.062	320
Total		14.923.536	1.346
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	243	
Por € de facturación	kWh/€	0,51	
Por trabajador	kWh/trabajador	19.602	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.30.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.30.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
Calor	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{conv}/dist$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas	25		16	0,08	51,28	0,88	45,23			Manten.		50 kWh/a.m ²	
Baños calientes	60		7	0,03	21,10	0,83	17,58			Manten.		Maschinenbau.pdf	
Secado después de baños calientes	105	15	4	0,02	12,48	0,83	10,39	52,00	52,00	Circulac.	Maschinenbau.pdf		
Secado pintado de plástico	80	15	2	0,01	6,05	0,83	5,04	40	40	Circulac.			
Secado pintado de metal	200	15	29	0,14	90,70	0,83	75,55	140 (180)	55,00	Circulac.			

(Continuación)

Proceso	Temp. proc.	Temp. entr.	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso	Fuentes de datos y comentarios		
Calor	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	T _{out} (°C)	T _{inR} (°C)		Temperatura	Consumo %	kWh/up
Postcombustión (pintado)	750	200	29	0,14	92,18	0,98	90,34	300 (650)	550,00	Circulac.		Maschinenbau.pdf	
Conversión en caliente	800-1100	15	3	0,01	8,06	0,98	7,90	500,00	15,00	Manten./circulac.			
Otros procesos	200	15	10	0,05	31,32	0,83	26,09	-	100,00	Manten./circulac.			
Total consumo de calor				0,49	261,89	0,89	232,89						

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Datos calculados por diferencia
 Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

Tabla 2.30.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/€	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	0,07	42,84	85	0,70	61,20	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío				0,07	42,84	61,20			

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Suposiciones ad-hoc

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.30.1. La Figura 2.30.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.30.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

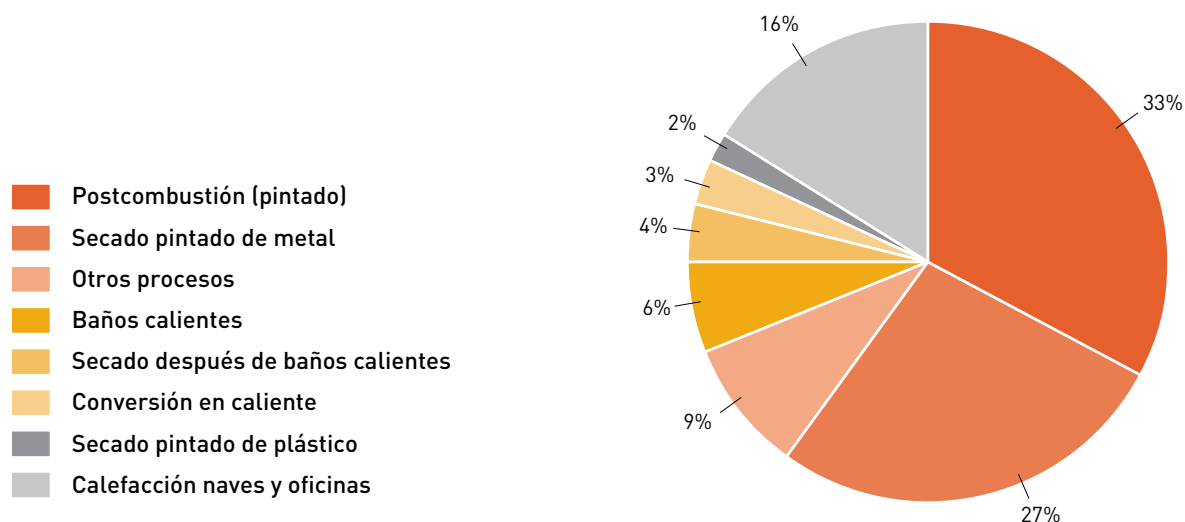
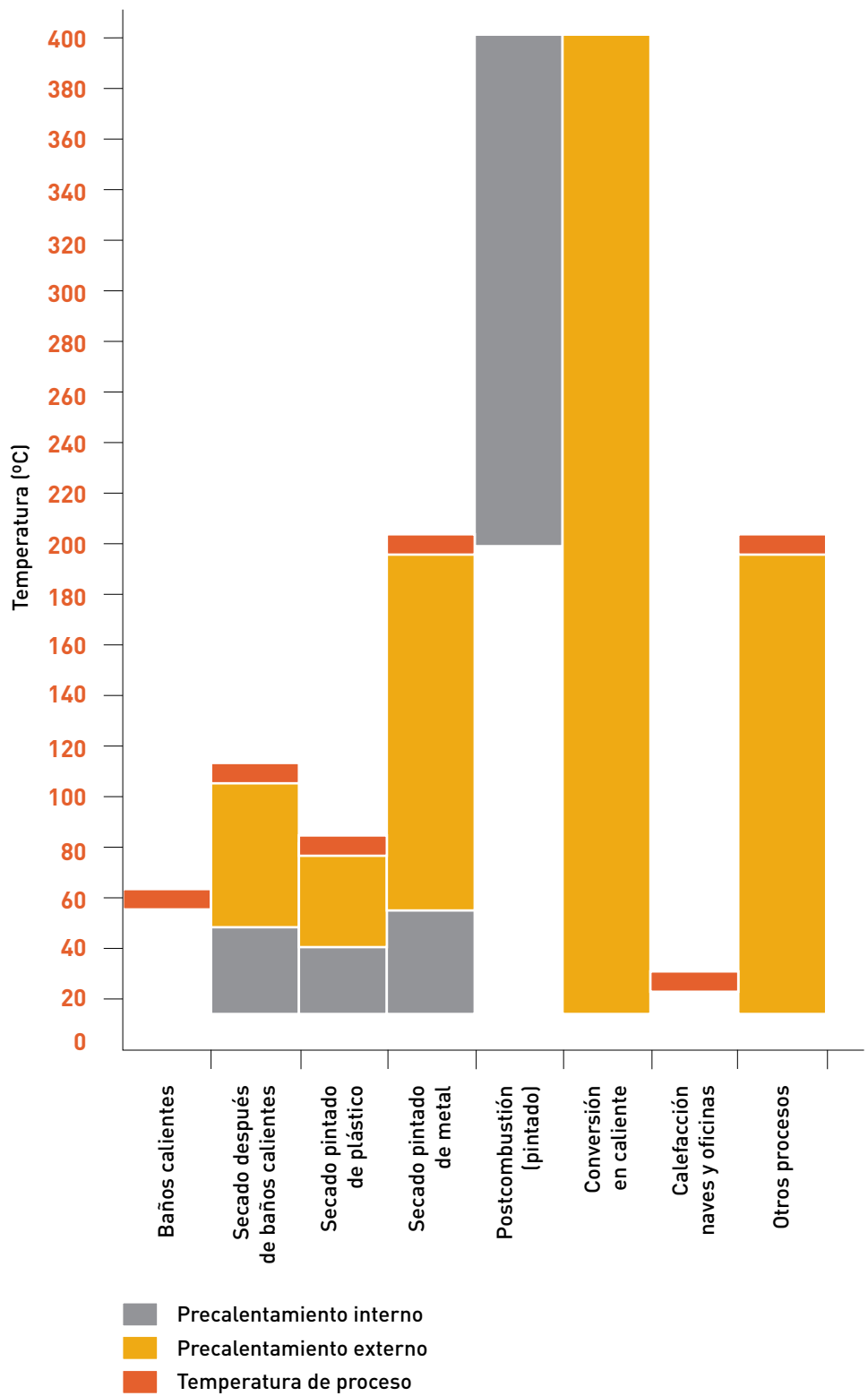


Figura 2.30.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.30.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.30.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.30.4.

Tabla 2.30.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	298		61	359	
Con recuperación de calor	MWh	207			269	
Reducción recuperación de calor	%	31			25	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	37	17,9%		37	13,6%
60 a 120 °C	MWh	25	12,1%		90	33,3%
120 a 250 °C	MWh	39	19,1%		39	14,5%
Total baja y media temperatura	MWh	102	49,1%		165	61,4%

Figura 2.30.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

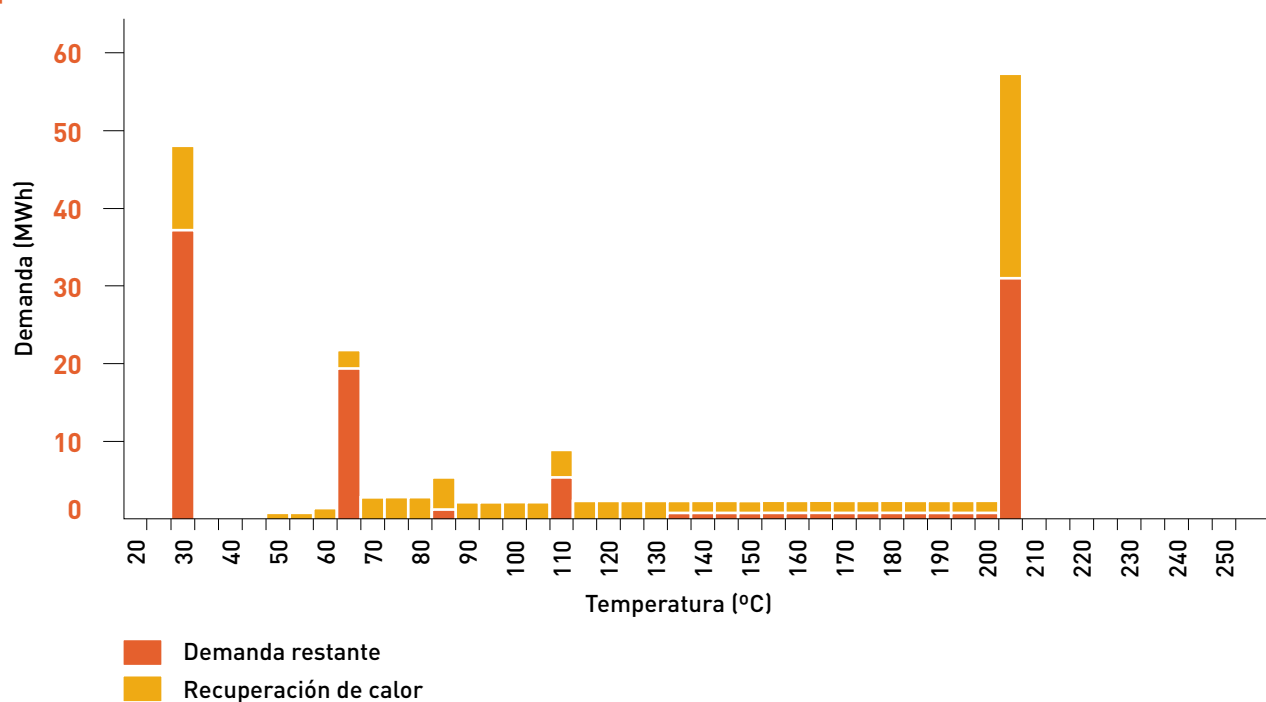
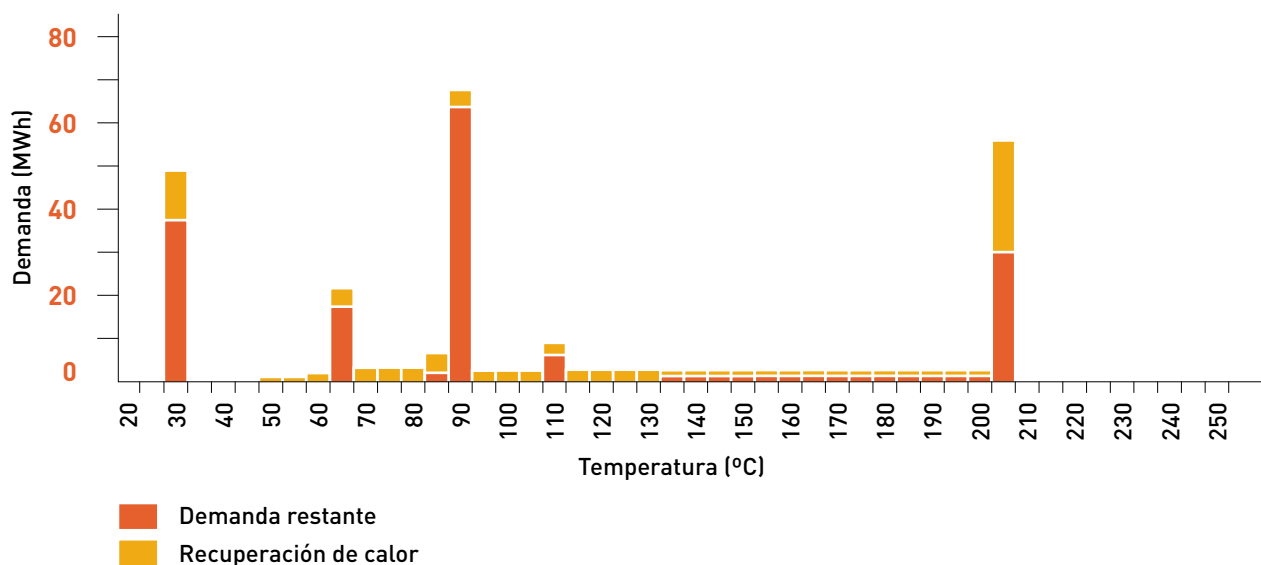


Figura 2.30.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.30.4 Potencial solar térmica

2.30.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.30.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	0,00	14,00	35,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	0,00	13,29	33,13
	kWh/kW	0,00	0,00	0,00	949,34	946,67
Temp. media (captador)	°C				65	74
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	0,00	0,00	14,00	35,00
Generación de calor útil	MWh		0,00	0,00	0,00	13,29	33,13
	kWh/kW		0,00	0,00	0,00	949,34	946,67
Temp. media (captador)	°C					65	74
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	0,0	0,0	35,8	89,3
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	0,0	3,5	8,7
	Media posible	%	0,0	0,0	0,0	3,5	8,7

Figura 2.30.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

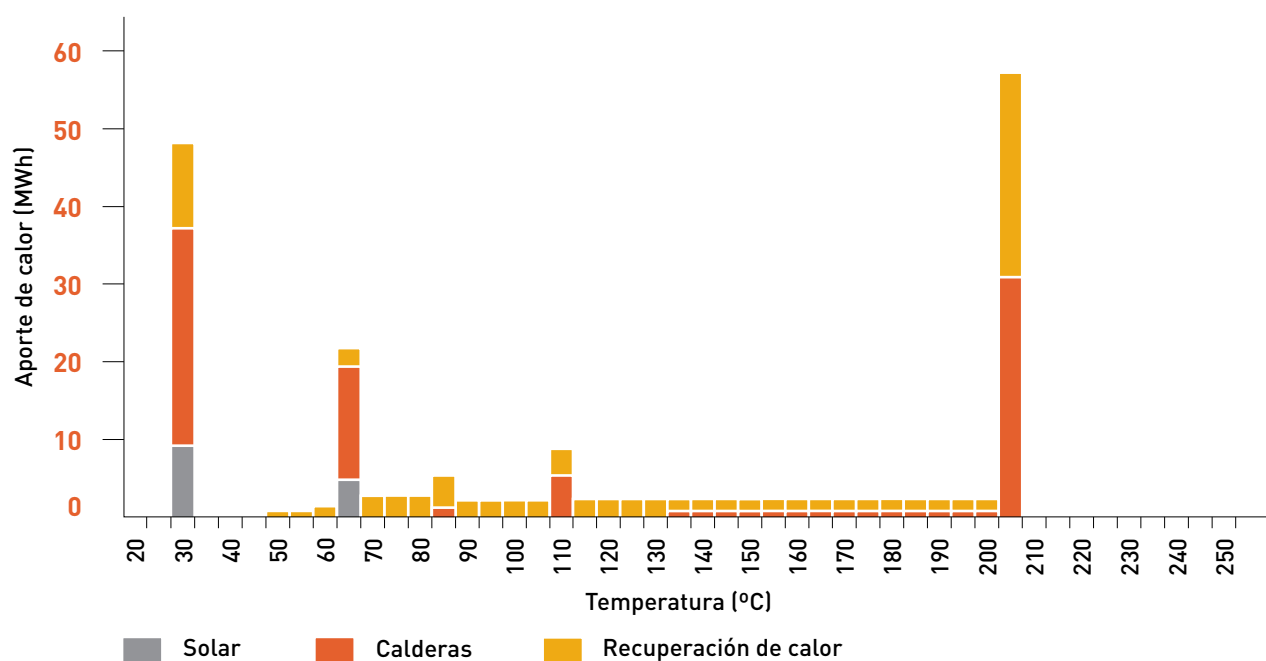


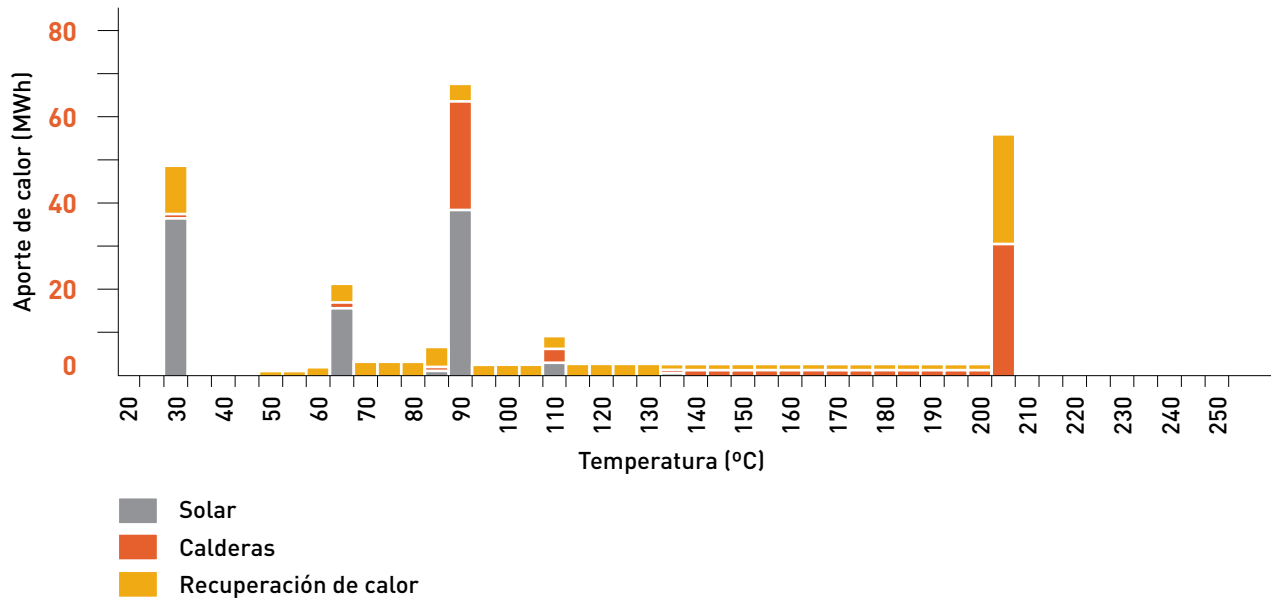
Tabla 2.30.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	49,00	63,00	66,50	77,00	78,75
Generación de calor útil	MWh	36,57	47,52	50,19	57,81	59,62
	kWh/kW	746,33	754,32	754,70	750,74	757,05
Temp. media (captador)	°C	85	103	114	127	139
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial						
Potencia instalada	kW	49,00	63,00	66,50	77,00	78,75
Generación de calor útil	MWh	36,57	47,52	50,19	57,81	59,62
	kWh/kW	746,33	754,32	754,70	750,74	757,05
Temp. media (captador)	°C	85	103	114	127	139
Factor limitante		Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%	36,0	46,8	49,4	56,9	58,7
Ocupación de superficie	Deseada	%	7,8	10,0	10,5	12,2
	Media posible	%	7,8	10,0	10,5	12,5

Tabla 2.30.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		57,75	91,00	99,75	129,50	145,25
Generación de calor útil	MWh		43,32	68,08	74,79	97,01	108,93
	kWh/kW		750,07	748,15	749,79	749,11	749,97
Temp. media (captador)	°C		85	104	113	127	138
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		57,75	91,00	99,75	129,50	145,25
Generación de calor útil	MWh		43,32	68,08	74,79	97,01	108,93
	kWh/kW		750,07	748,15	749,79	749,11	749,97
Temp. media (captador)	°C		85	104	113	127	138
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		26,2	41,2	45,3	58,7	65,9
Ocupación de superficie	Deseada	%	9,1	14,4	15,8	20,5	23,0
	Media posible	%	9,1	14,4	15,8	20,5	23,0

Figura 2.30.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.30.7. Fracción solar media del sector

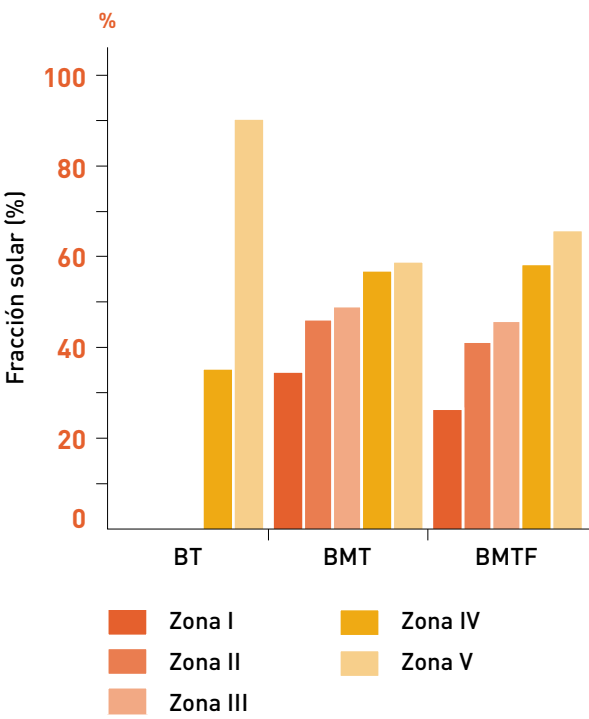


Figura 2.30.8. Grado medio de ocupación de superficie

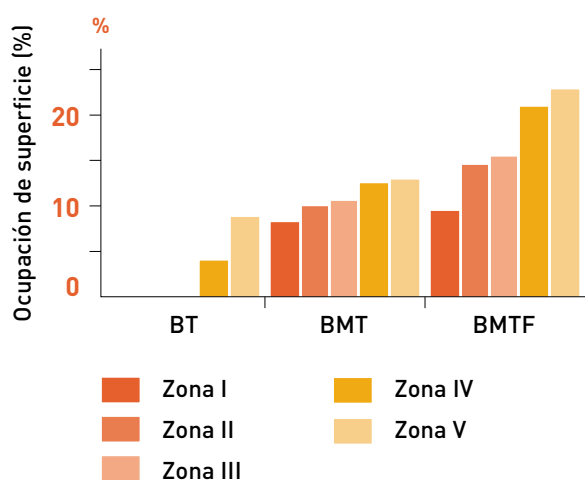
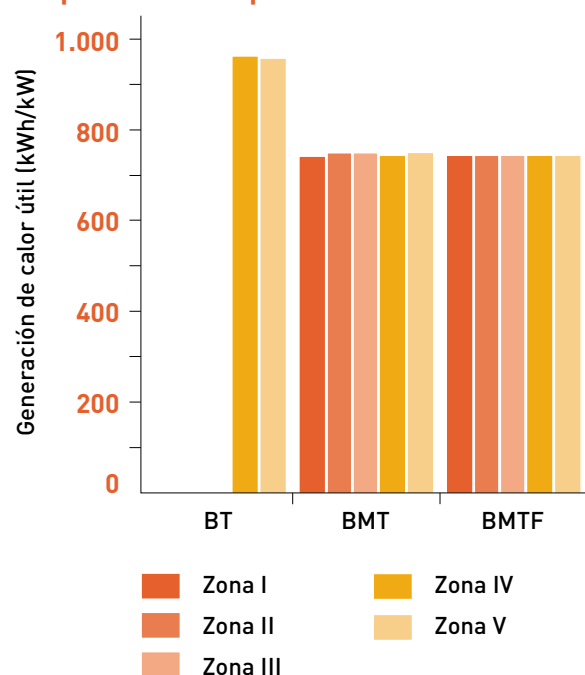


Figura 2.30.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.30.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.30.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	6,10	0,00	6,10	14,39	26,01	8,6	16,1	26,7
Cádiz	5,97	0,00	5,97	21,62	37,25	5,5	14,7	23,8
Córdoba	4,73	0,00	4,73	14,50	25,40	6,5	15,2	24,8
Granada	3,59	0,00	3,59	15,77	26,74	4,5	14,2	22,9
Huelva	3,89	0,00	3,89	9,24	16,68	8,6	16,1	26,6
Jaén	3,24	0,00	3,24	10,23	17,87	6,3	15,1	24,6
Málaga	6,01	0,00	6,01	33,21	55,43	3,6	13,8	22,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Sevilla	17,42	0,00	17,42	40,95	74,04	8,7	16,2	26,7
Huesca	0,51	0,00	0,51	8,79	13,65	1,0	11,4	17,6
Teruel	0,14	0,00	0,14	4,77	7,29	0,5	11,0	16,7
Zaragoza	1,87	0,00	1,87	43,14	66,47	0,7	11,2	17,1
Asturias	0,00	0,00	0,00	16,97	20,00	0,0	7,8	9,1
Islas Baleares	3,79	0,00	3,79	21,31	35,53	3,5	13,7	22,0
Las Palmas	6,76	0,00	6,76	15,90	28,75	8,7	16,2	26,7
Santa Cruz de Tenerife	5,89	0,00	5,89	13,83	25,02	8,7	16,2	26,7
Cantabria	0,00	0,00	0,00	11,15	13,14	0,0	7,8	9,1
Albacete	5,93	0,00	5,93	14,10	25,46	8,6	16,1	26,6
Ciudad Real	2,88	0,00	2,88	16,15	26,92	3,5	13,7	22,0
Cuenca	1,06	0,00	1,06	5,96	9,84	3,4	13,2	21,1
Guadalajara	1,44	0,00	1,44	8,26	13,74	3,4	13,7	21,9
Toledo	3,86	0,00	3,86	22,47	37,33	3,4	13,6	21,8
Ávila	0,42	0,00	0,42	2,85	4,66	2,8	13,1	20,8
Burgos	0,00	0,00	0,00	7,51	10,83	0,0	9,9	14,3
León	0,00	0,00	0,00	8,28	12,20	0,0	10,3	15,1
Palencia	0,00	0,00	0,00	2,85	4,11	0,0	10,0	14,4
Salamanca	0,05	0,00	0,05	5,91	8,91	0,1	10,7	16,0
Segovia	0,02	0,00	0,02	2,81	4,23	0,1	10,6	15,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Soria	0,00	0,00	0,00	1,64	2,46	0,0	10,5	15,8
Valladolid	0,00	0,00	0,00	10,74	15,59	0,0	10,0	14,6
Zamora	0,00	0,00	0,00	2,75	4,13	0,0	10,5	15,8
Barcelona	0,28	0,00	0,28	260,35	385,54	0,0	10,3	15,3
Girona	0,00	0,00	0,00	29,40	43,99	0,0	10,5	15,7
Lleida	0,01	0,00	0,01	17,02	25,51	0,0	10,5	15,8
Tarragona	6,47	0,00	6,47	36,79	61,25	3,4	13,7	22,0
Alicante/ Alacant	19,42	0,00	19,42	59,69	104,53	6,5	15,2	24,8
Castellón/ Castelló	4,49	0,00	4,49	25,34	42,22	3,5	13,7	22,0
Valencia/ València	17,21	0,00	17,21	98,06	163,25	3,4	13,7	21,9
Badajoz	3,60	0,00	3,60	10,05	17,79	7,2	15,5	25,4
Cáceres	1,96	0,00	1,96	5,96	10,45	6,6	15,2	24,8
A Coruña	0,00	0,00	0,00	17,34	20,43	0,0	7,8	9,1
Lugo	0,00	0,00	0,00	4,94	6,73	0,0	9,2	12,5
Ourense	0,00	0,00	0,00	4,74	6,67	0,0	9,6	13,5
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	15,42	19,42	0,0	8,3	10,5
La Rioja	0,00	0,00	0,00	12,32	18,38	0,0	10,4	15,6
Madrid	28,30	0,00	28,30	159,21	265,38	3,5	13,7	22,0
Murcia	19,24	0,00	19,24	60,83	106,20	6,3	15,1	24,6

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Navarra	0,00	0,00	0,00	32,16	45,94	0,0	9,7	13,9
Álava	0,00	0,00	0,00	11,79	14,20	0,0	7,9	9,6
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	24,27	28,60	0,0	7,8	9,1
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	37,89	44,65	0,0	7,8	9,1
Ceuta	0,14	0,00	0,14	0,32	0,58	8,7	16,2	26,7
Melilla	0,13	0,00	0,13	0,30	0,55	8,7	16,2	26,7
Total nacional	186,82	0,00	186,82	1.332,27	2.101,95	2,4	12,0	18,4

Tabla 2.30.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	5.774	0	5.774	88,9	10.430	58,6	19.047	65,9
Cádiz	5.657	0	5.657	56,5	15.792	57,6	27.429	61,5
Córdoba	4.480	0	4.480	67,3	10.566	57,9	18.669	63,0
Granada	3.402	0	3.402	46,2	11.553	57,2	19.729	60,1
Huelva	3.682	0	3.682	88,3	6.696	58,6	12.217	65,8
Jaén	3.068	0	3.068	65,2	7.459	57,9	13.137	62,7

[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Málaga	5.707	0	5.707	36,5	24.386	56,9	40.970	58,8
Sevilla	16.489	0	16.489	89,3	29.670	58,7	54.212	65,9
Huesca	486	0	486	10,4	6.573	51,5	10.181	49,0
Teruel	135	0	135	5,2	3.587	50,4	5.451	47,1
Zaragoza	1.778	0	1.778	7,7	32.345	51,0	49.654	48,2
Asturias	0	0	0	0,0	12.663	36,0	14.999	26,2
Islas Baleares	3.599	0	3.599	35,8	15.652	56,9	26.266	58,7
Las Palmas	6.402	0	6.402	89,3	11.520	58,7	21.049	65,9
Santa Cruz de Tenerife	5.571	0	5.571	89,3	10.024	58,7	18.317	65,9
Cantabria	0	0	0	0,0	8.324	36,0	9.859	26,2
Albacete	5.615	0	5.615	88,2	10.222	58,6	18.648	65,8
Ciudad Real	2.730	0	2.730	35,8	11.862	56,8	19.901	58,7
Cuenca	1.008	0	1.008	34,6	4.395	55,1	7.286	56,2
Guadalajara	1.369	0	1.369	35,0	6.068	56,7	10.161	58,4
Toledo	3.667	0	3.667	34,4	16.514	56,6	27.607	58,2
Ávila	395	0	395	28,5	2.101	55,3	3.454	56,0
Burgos	0	0	0	0,0	5.666	46,6	8.100	41,0
León	0	0	0	0,0	6.247	48,1	9.141	43,3
Palencia	0	0	0	0,0	2.149	46,8	3.078	41,2
Salamanca	48	0	48	1,5	4.454	49,7	6.676	45,8

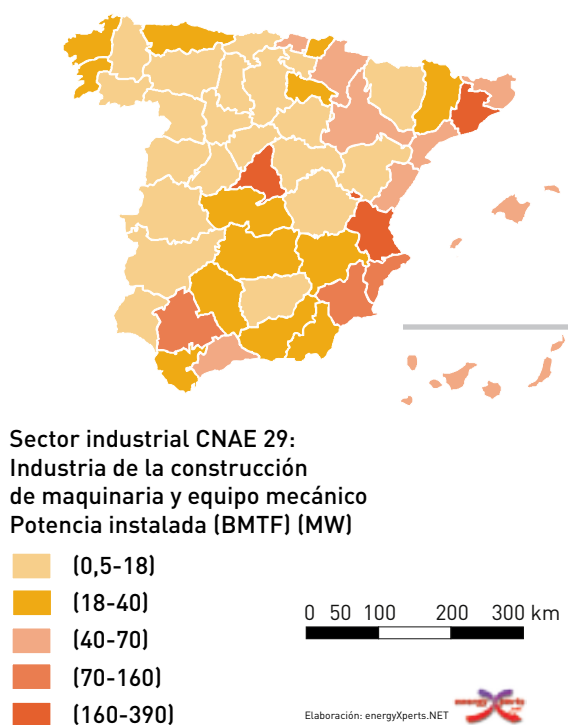
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Segovia	14	0	14	0,9	2.122	49,6	3.174	45,6
Soria	0	0	0	0,0	1.236	49,4	1.842	45,3
Valladolid	0	0	0	0,0	8.105	47,1	11.667	41,7
Zamora	0	0	0	0,0	2.075	49,4	3.093	45,3
Barcelona	263	0	263	0,2	196.421	48,4	288.826	43,8
Girona	0	0	0	0,0	22.188	49,2	32.980	45,0
Lleida	13	0	13	0,1	12.841	49,3	19.122	45,2
Tarragona	6.145	0	6.145	35,4	27.021	56,8	45.291	58,6
Alicante/ Alacant	18.394	0	18.394	67,1	43.489	57,9	76.821	62,9
Castellón/ Castelló	4.264	0	4.264	35,7	18.608	56,8	31.216	58,7
Valencia/ València	16.341	0	16.341	35,3	72.038	56,8	120.710	58,5
Badajoz	3.411	0	3.411	74,4	7.309	58,2	13.057	63,9
Cáceres	1.852	0	1.852	67,7	4.343	57,9	7.679	63,0
A Coruña	0	0	0	0,0	12.940	36,0	15.327	26,2
Lugo	0	0	0	0,0	3.714	42,8	5.035	35,7
Ourense	0	0	0	0,0	3.573	44,8	4.991	38,5
Pontevedra	0	0	0	0,0	11.546	38,7	14.551	30,0
La Rioja	0	0	0	0,0	9.295	49,0	13.778	44,7
Madrid	26.871	0	26.871	35,8	116.915	56,9	196.195	58,7
Murcia	18.227	0	18.227	65,2	44.337	57,9	78.079	62,7

[Continuación]

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Navarra	0	0	0	0,0	24.213	45,6	34.449	39,9
Álava	0	0	0	0,0	8.805	36,8	10.648	27,4
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	18.112	36,0	21.453	26,2
Vizcaya	0	0	0	0,0	28.276	36,0	33.493	26,2
Ceuta	128	0	128	89,3	231	58,7	422	65,9
Melilla	122	0	122	89,3	219	58,7	400	65,9
Total nacional	177.107	0	177.107	25,1	986.891	51,0	1.559.538	49,6

Figura 2.30.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.30.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 2,4%) y también por la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 51% (calor a baja y media temperatura) y del 50% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 120 °C, incluyendo la generación de frío:

- Calefacción naves y oficinas.
- Baños calientes.
- Secado después de baños calientes.
- Secado pintado de plástico.
- Secado pintado de metal (precalentamiento).
- Postcombustión (pintado).

2.30.6 Referencias bibliográficas

Energieconsulting Heidelberg GmbH, Forschungsstelle für Energiewirtschaft [2002]:

CO₂-Minderung durch rationelle Energienutzung in der Kunststoff- verarbeitenden Industrie. Bayrisches Landesamt für Umweltschutz (BayLfU).

https://www.industrie-energieeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/referenzprojekte/downloads/Links/CO₂-Minderung_Kunststoffverarbeitende_Industrie.pdf

O. Rentz, N. Peters, S. Nunge, J. Geldermann, [2002]:

Bericht über Beste Verfügbare Techniken (BVT) im Bereich der Lack- und Klebstoffverarbeitung in Deutschland. Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU). <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3217.pdf>

2.31 CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. FABRICACIÓN DE MÁQUINAS DE OFICINA Y EQUIPOS INFORMÁTICOS, MAQUINARIA Y MATERIAL ELÉCTRICO, EQUIPOS Y APARATOS DE RADIO, TELEVISIÓN Y COMUNICACIONES, EQUIPOS MÉDICO-QUIRÚRGICOS, RELOJERÍA, INDUSTRIA MANUFACTURERA Y RECICLAJE

2.31.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.31.1.

Tabla 2.31.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	27.543	
Producción total	up	-	-
Unidad de medición producción total (up)	-		
Facturación	M€	28.558	1,04
Número de empleados	-	307.574	11,2
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	4.873.073	177
Consumo total electricidad		4.795.353	174
Consumo energía final (gen. calor)		4.873.073	177
Consumo electricidad gen. frío		167.081	6

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	15.828.079	575
Otras superficies adyacentes		5.091.471	185
Total		20.919.550	760
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	241	
Por € de facturación	kWh/€	0,18	
Por trabajador	kWh/trabajador	16.387	
Por unidad de producto	kWh/up	-	

2.31.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.31.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
Calor	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Calefacción naves y oficinas	25	15	16,2	0,028	28,73	0,88	25,34			Mantenimiento
Plástico (conversión caliente) temp. baja	90	15	2,2	0,004	3,82	0,83	3,18	45	45	Circulación
Plástico (conversión caliente) temp. alta	120	15	2,2	0,004	3,82	0,83	3,18	60	60	Circulación
Metal (conversión caliente)	900		3,8	0,007	6,77	0,98	6,64			Mantenimiento
Secado a temperatura baja	55	15	14,8	0,025	26,24	0,83	21,86	-	15	Mantenimiento/circulación
Secado a temperatura media	130	15	10,7	0,018	18,89	0,83	15,74	65	65	Mantenimiento/circulación
Secado a temperatura alta	200	15	5,5	0,009	9,70	0,83	8,08	140 (180)	55	Mantenimiento/circulación

(Continuación)

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual /recup. de calor interna		Tipo de proceso
Calor	°C	°C	%	kWh/€	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	
Postcombustión	800	15	12,0	0,020	21,19	0,98	20,77	115 (650)	550	Circulación
Baños calientes	50		5,6	0,010	9,98	0,83	8,32			Mantenimiento
Fusión a temperatura baja	1.200		7,0	0,012	12,45	0,98	12,20			Mantenimiento
Fusión a temperatura alta	2.300		5,0	0,008	8,80	0,98	8,62			Mantenimiento
Otros procesos	1.000	15	15,0	0,026	26,54	0,83	22,11		100	Mantenimiento/circulación
Total consumo de calor			0,17	176,93	0,88	156,02				

- Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia
 Datos calculados por diferencia
 Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

(Continuación)

Proceso	Fuentes de datos y comentarios		
Calor	Temperatura	Consumo %	kWh/€
Calefacción naves y oficinas		50 kWh/a.m ²	
Plástico (conversión caliente) temp. baja	kunststoff2.pdf(p.17)/Temperaturniveaus_Kunststoffumformung.pdf(p.19)	kunststoff2.pdf(p.17)/Temperaturniveaus_Kunststoffumformung.pdf(p.19)	
Plástico (conversión caliente) temp. alta	kunststoff2.pdf(p.17)/Temperaturniveaus_Kunststoffumformung.pdf(p.19)	kunststoff2.pdf(p.17)/Temperaturniveaus_Kunststoffumformung.pdf(p.19)	
Metal (conversión caliente)	KSM_Lieferprogramm_Edelstahl_2007.pdf (s.64)/Aufgabenstellung- Technologiebewertung_Warmumformen.pdf	KSM_Lieferprogramm_Edelstahl_2007.pdf (s.64)/Aufgabenstellung- Technologiebewertung_Warmumformen.pdf	
Secado a temperatura baja	Lackierung.pdf(p.294)	Lackierung.pdf(p.294)	
Secado a temperatura media	kunststoff2.pdf(p.22,24)/Lackierung.pdf(S.191 und 434)	kunststoff2.pdf(p.22,24)/Lackierung.pdf(S.191 und 434)	
Secado a temperatura alta	Lackierung.pdf(p.210)/Lackierung.pdf(p.330)	Lackierung.pdf(p.210)/Lackierung.pdf(p.330)	
Postcombustión	kunststoff2.pdf(p.58)/Lackierung.pdf(p.341)/Recycling3.pdf(57)	kunststoff2.pdf(p.58)/Lackierung.pdf(p.341)/Recycling3.pdf(57)	
Baños calientes	Lackierung.pdf(p.207)/papier.pdf(p.9)	Lackierung.pdf(p.207)/papier.pdf(p.9)	
Fusión a temperatura baja	Recycling3.pdf(p.41)/Recycling3.pdf(30)/Glas.pdf (p.6, 21)/Glas2.pdf(p.8)/glasrecyclin.pdf	Recycling3.pdf(p.41)/Recycling3.pdf(30)/Glas.pdf (p.6, 21)/Glas2.pdf(p.8)/glasrecyclin.pdf	
Fusión a temperatura alta	Recycling3.pdf(p.41)/Recycling3.pdf(30)/Glas.pdf (p.6, 21)/Glas2.pdf(p.8)/glasrecyclin.pdf	Recycling3.pdf(p.41)/Recycling3.pdf(30)/Glas.pdf (p.6, 21)/Glas2.pdf(p.8)/glasrecyclin.pdf	
Otros procesos			

Tabla 2.31.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/€
	°C	%	kWh/€	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	0,01	18,20	85	0,70	26,00	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			0,01	18,20				26,00	

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.31.1. La Figura 2.31.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.31.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

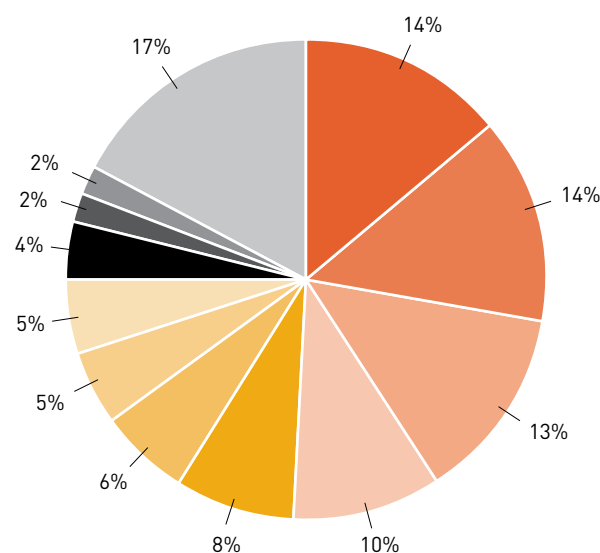
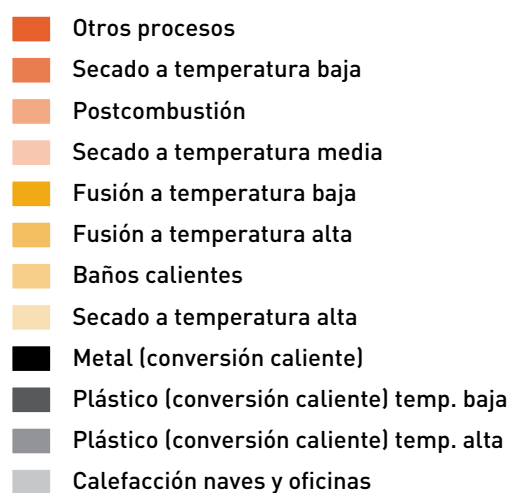
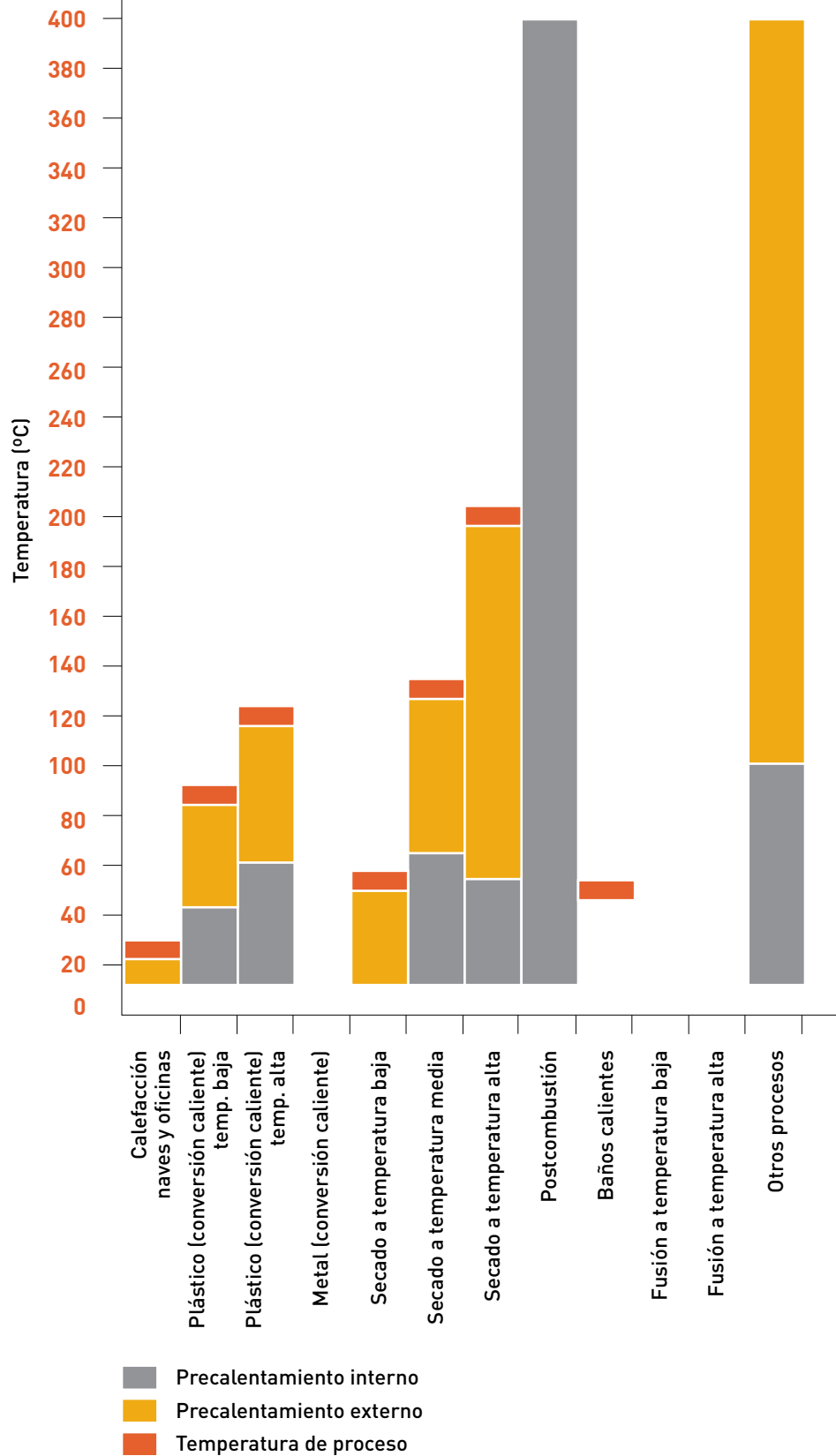


Figura 2.31.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.31.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.31.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en

amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.31.4.

Tabla 2.31.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	168		26	194	
Con recuperación de calor	MWh	155			181	
Reducción recuperación de calor	%	8			7	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	37	24,0%		37	20,3%
60 a 120 °C	MWh	23	15,2%		51	28,2%
120 a 250 °C	MWh	20	13,0%		20	11,0%
Total baja y media temperatura	MWh	81	52,2%		108	59,5%

Figura 2.31.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

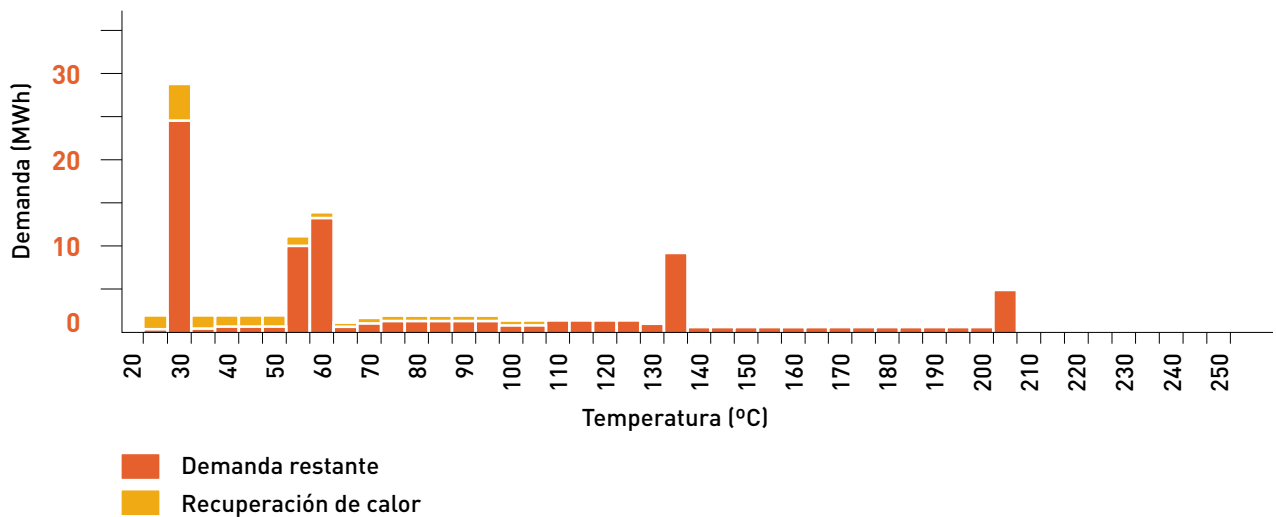
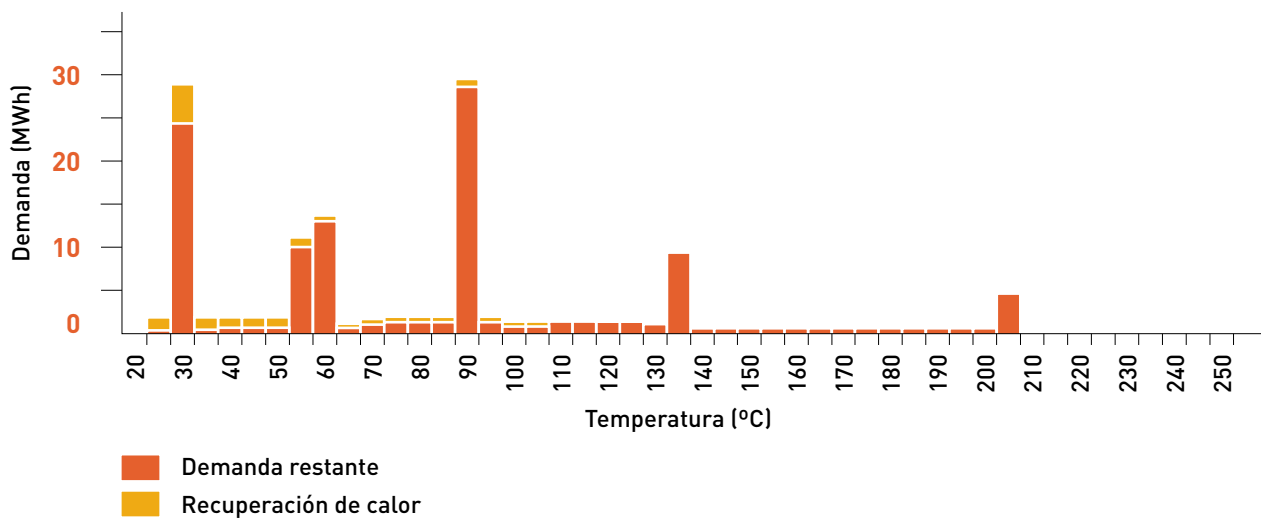


Figura 2.31.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.31.4 Potencial solar térmica

2.31.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.31.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	14,00	35,00	42,00
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	13,28	33,43	40,31
	kWh/kW	0,00	0,00	948,35	955,10	959,74
Temp. media (captador)	°C			59	68	79
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	0,00	14,00	35,00	42,00
Generación de calor útil	MWh		0,00	0,00	13,28	33,43	40,31
	kWh/kW		0,00	0,00	948,35	955,10	959,74
Temp. media (captador)	°C				59	68	79
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	0,0	35,7	89,9	108,4
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	6,4	15,4	18,5
	Media posible	%	0,0	0,0	6,4	15,4	18,5

Figura 2.31.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

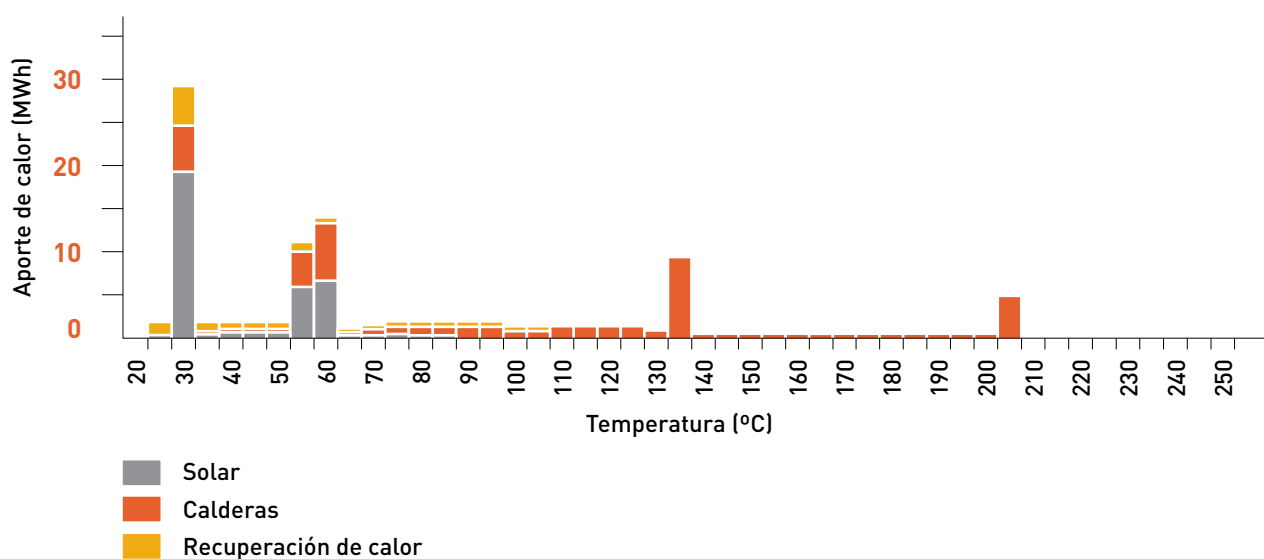


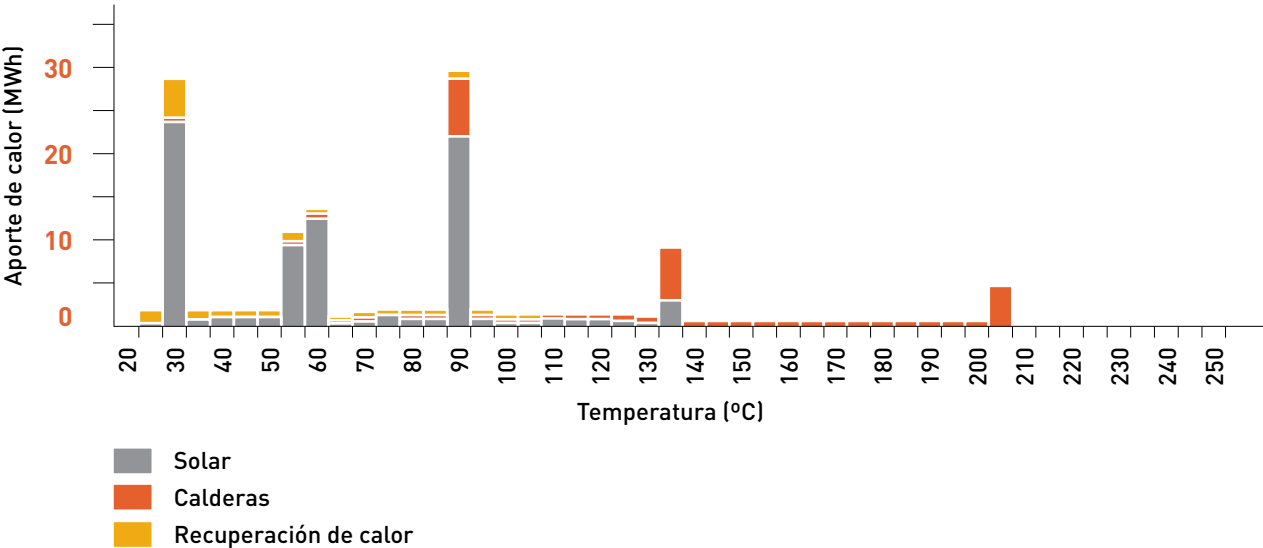
Tabla 2.31.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada		kW	56,00	68,25	71,75	82,25	87,50
Generación de calor útil		MWh	41,85	51,01	54,08	62,13	65,34
		kWh/kW	747,27	747,34	753,79	755,41	746,78
Temp. media (captador)		°C	90	107	119	132	146
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada		kW	56,00	68,25	71,75	82,25	87,50
Generación de calor útil		MWh	41,85	51,01	54,08	62,13	65,34
		kWh/kW	747,27	747,34	753,79	755,41	746,78
Temp. media (captador)		°C	90	107	119	132	146
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar		%	51,8	63,1	66,9	76,9	80,8
Ocupación de superficie	Deseada	%	15,7	19,1	20,1	23,1	24,5
	Media posible	%	15,7	19,1	20,1	23,1	24,5

Tabla 2.31.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		61,25	85,75	92,75	110,25	115,50
Generación de calor útil	MWh		46,18	64,29	69,90	83,05	87,25
	kWh/kW		753,91	749,79	753,63	753,30	755,44
Temp. media (captador)	°C		89	107	119	132	144
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		61,25	85,75	92,75	110,25	115,50
Generación de calor útil	MWh		46,18	64,29	69,90	83,05	87,25
	kWh/kW		753,91	749,79	753,63	753,30	755,44
Temp. media (captador)	°C		89	107	119	132	144
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		42,9	59,7	64,9	77,1	81,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	17,2	24,0	26,0	30,9	32,4
	Media posible	%	17,2	24,0	26,0	30,9	32,4

Figura 2.31.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.31.7. Fracción solar media del sector

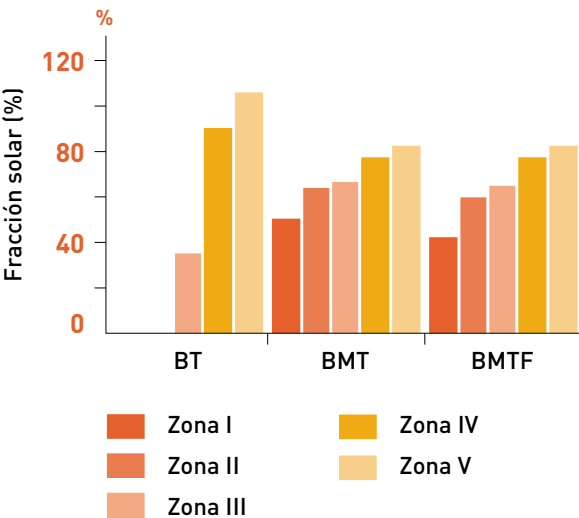


Figura 2.31.8. Grado medio de ocupación de superficie

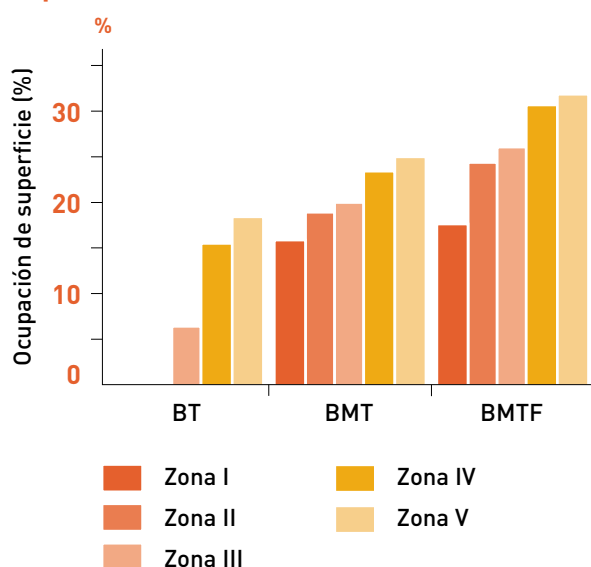
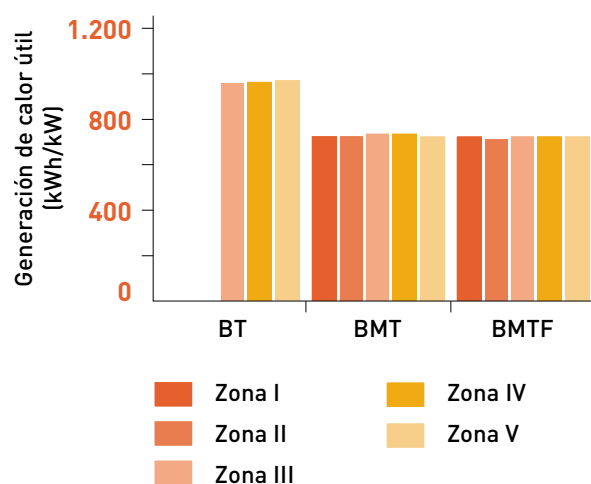


Figura 2.31.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.31.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.31.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	21,09	0,00	21,09	46,09	60,17	18,4	32,4	40,2
Cádiz	29,24	0,00	29,24	68,67	90,38	16,6	30,9	38,7
Córdoba	20,17	0,00	20,17	46,20	60,63	17,2	31,4	39,2
Granada	20,75	0,00	20,75	49,97	65,95	16,0	30,4	38,2
Huelva	13,52	0,00	13,52	29,59	38,63	18,4	32,4	40,2
Jaén	14,16	0,00	14,16	32,58	42,78	17,1	31,3	39,1
Málaga	42,50	0,00	42,50	104,93	138,85	15,5	29,9	37,8
Sevilla	60,05	0,00	60,05	131,15	171,18	18,5	32,4	40,2

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Huesca	3,55	0,00	3,55	13,99	18,13	8,8	25,0	31,4
Teruel	1,68	0,00	1,68	7,61	9,82	7,5	24,0	30,2
Zaragoza	16,62	0,00	16,62	68,78	89,00	8,3	24,6	30,9
Asturias	0,00	0,00	0,00	40,86	44,70	0,0	15,7	17,2
Islas Baleares	43,69	0,00	43,69	108,03	142,98	15,4	29,9	37,8
Las Palmas	22,22	0,00	22,22	48,53	63,34	18,5	32,4	40,2
Santa Cruz de Tenerife	19,33	0,00	19,33	42,23	55,12	18,5	32,4	40,2
Cantabria	0,00	0,00	0,00	17,66	19,31	0,0	15,7	17,2
Albacete	12,92	0,00	12,92	28,27	36,91	18,4	32,3	40,2
Ciudad Real	12,88	0,00	12,88	31,94	42,27	15,4	29,9	37,7
Cuenca	4,28	0,00	4,28	11,84	15,52	13,4	28,4	35,8
Guadalajara	6,53	0,00	6,53	16,33	21,60	15,2	29,7	37,5
Toledo	17,65	0,00	17,65	44,44	58,76	15,1	29,6	37,4
Ávila	2,82	0,00	2,82	7,71	10,16	13,6	28,5	36,0
Burgos	0,08	0,00	0,08	20,05	25,15	0,1	19,1	24,0
León	2,27	0,00	2,27	22,35	28,42	3,3	21,2	26,6
Palencia	0,00	0,00	0,00	7,59	9,54	0,0	19,1	24,0
Salamanca	3,22	0,00	3,22	16,13	20,75	6,8	23,4	29,4
Segovia	1,51	0,00	1,51	7,68	9,88	6,6	23,3	29,3
Soria	0,85	0,00	0,85	4,47	5,74	6,4	23,2	29,1

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Valladolid	0,67	0,00	0,67	28,72	36,18	0,7	19,6	24,6
Zamora	1,42	0,00	1,42	7,51	9,65	6,4	23,2	29,1
Barcelona	47,68	0,00	47,68	387,01	493,32	4,0	21,7	27,2
Girona	7,80	0,00	7,80	44,02	56,46	5,9	22,9	28,7
Lleida	4,71	0,00	4,71	25,50	32,73	6,2	23,1	28,9
Tarragona	21,97	0,00	21,97	54,64	72,30	15,3	29,8	37,6
Alicante/ Alacant	53,17	0,00	53,17	121,83	159,90	17,2	31,4	39,2
Castellón/ Castelló	20,70	0,00	20,70	51,28	67,87	15,4	29,9	37,7
Valencia/ València	79,71	0,00	79,71	198,50	262,61	15,3	29,8	37,6
Badajoz	14,30	0,00	14,30	32,23	42,23	17,6	31,7	39,6
Cáceres	8,34	0,00	8,34	19,09	25,06	17,2	31,4	39,2
A Coruña	0,00	0,00	0,00	55,70	60,92	0,0	15,7	17,2
Lugo	0,00	0,00	0,00	15,30	18,42	0,0	17,9	21,5
Ourense	0,06	0,00	0,06	14,57	17,95	0,1	18,6	22,9
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	48,75	55,64	0,0	16,6	18,9
La Rioja	3,48	0,00	3,48	21,17	27,11	5,5	22,6	28,3
Madrid	156,01	0,00	156,01	385,87	510,70	15,4	29,9	37,8
Murcia	52,90	0,00	52,90	121,75	159,89	17,1	31,3	39,1
Navarra	4,73	0,00	4,73	32,30	40,09	4,6	21,1	25,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,05	0,00	0,05	19,28	21,39	0,1	16,0	17,7
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	39,89	43,63	0,0	15,7	17,2
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	62,28	68,12	0,0	15,7	17,2
Ceuta	0,67	0,00	0,67	1,47	1,91	18,5	32,4	40,2
Melilla	0,64	0,00	0,64	1,39	1,81	18,5	32,4	40,2
Total nacional	872,58	0,00	872,58	2.865,75	3.681,55	10,7	26,1	32,4

Tabla 2.31.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	20.239	0	20.239	108,3	32.836	80,8	43.846	81,0
Cádiz	27.984	0	27.984	97,0	49.142	78,4	65.661	78,6
Córdoba	19.322	0	19.322	100,8	33.008	79,2	44.094	79,4
Granada	19.836	0	19.836	93,5	35.813	77,6	47.861	77,8
Huelva	12.973	0	12.973	108,0	21.077	80,8	28.145	80,9
Jaén	13.559	0	13.559	100,1	23.285	79,0	31.107	79,2
Málaga	40.599	0	40.599	90,1	75.318	76,9	100.675	77,1

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Sevilla	57.630	0	57.630	108,4	93.421	80,8	124.746	81,0
Huesca	3.380	0	3.380	50,3	10.187	69,7	13.301	68,2
Teruel	1.599	0	1.599	42,7	5.561	68,3	7.223	66,5
Zaragoza	15.810	0	15.810	47,3	50.145	69,0	65.337	67,5
Asturias	0	0	0	0,0	30.537	51,8	33.697	42,9
Islas Baleares	41.724	0	41.724	89,9	77.551	76,9	103.661	77,1
Las Palmas	21.324	0	21.324	108,4	34.567	80,8	46.158	81,0
Santa Cruz de Tenerife	18.556	0	18.556	108,4	30.080	80,8	40.166	81,0
Cantabria	0	0	0	0,0	13.195	51,8	14.560	42,9
Albacete	12.395	0	12.395	108,0	20.143	80,8	26.898	80,9
Ciudad Real	12.305	0	12.305	89,6	22.934	76,8	30.649	77,0
Cuenca	4.089	0	4.089	77,9	8.531	74,8	11.308	74,4
Guadalajara	6.234	0	6.234	88,5	11.731	76,6	15.670	76,8
Toledo	16.857	0	16.857	87,8	31.927	76,5	42.628	76,6
Ávila	2.694	0	2.694	78,9	5.558	74,8	7.385	74,6
Burgos	73	0	73	0,7	14.980	62,9	18.849	59,4
León	2.157	0	2.157	18,5	16.530	65,1	21.117	62,4
Palencia	0	0	0	0,0	5.674	63,1	7.152	59,7
Salamanca	3.060	0	3.060	37,9	11.806	67,3	15.283	65,4
Segovia	1.429	0	1.429	37,1	5.625	67,2	7.277	65,2

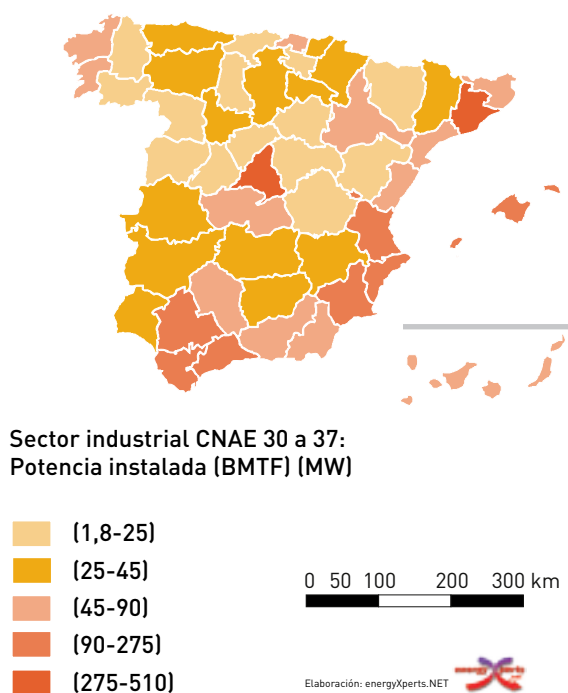
[Continuación]

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Soria	804	0	804	35,7	3.277	66,9	4.235	64,9
Valladolid	635	0	635	4,1	21.411	63,5	27.072	60,3
Zamora	1.351	0	1.351	35,7	5.502	66,9	7.111	64,9
Barcelona	45.223	0	45.223	22,6	285.538	65,5	365.812	63,0
Girona	7.401	0	7.401	33,2	32.293	66,6	41.668	64,5
Lleida	4.466	0	4.466	34,7	18.691	66,8	24.141	64,7
Tarragona	20.985	0	20.985	89,2	39.237	76,7	52.428	76,9
Alicante/ Alacant	50.934	0	50.934	100,7	87.051	79,2	116.288	79,4
Castellón/ Castelló	19.772	0	19.772	89,7	36.818	76,8	49.208	77,0
Valencia/ València	76.127	0	76.127	89,1	142.534	76,7	190.438	76,9
Badajoz	13.705	0	13.705	103,2	23.009	79,7	30.733	79,9
Cáceres	7.993	0	7.993	100,9	13.641	79,2	18.222	79,4
A Coruña	0	0	0	0,0	41.620	51,8	45.926	42,9
Lugo	0	0	0	0,0	11.433	58,9	13.830	53,5
Ourense	56	0	56	0,7	10.886	61,1	13.461	56,6
Pontevedra	0	0	0	0,0	36.433	54,6	41.874	47,1
La Rioja	3.298	0	3.298	30,6	15.553	66,4	20.033	64,1
Madrid	149.008	0	149.008	89,9	277.010	76,9	370.270	77,1
Murcia	50.669	0	50.669	100,0	87.022	79,0	116.254	79,2
Navarra	4.487	0	4.487	25,7	23.774	62,7	29.687	58,7

[Continuación]

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Álava	43	0	43	0,3	14.407	52,7	16.110	44,2
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	29.811	51,8	32.895	42,9
Vizcaya	0	0	0	0,0	46.541	51,8	51.357	42,9
Ceuta	644	0	644	108,4	1.044	80,8	1.394	81,0
Melilla	610	0	610	108,4	990	80,8	1.321	81,0
Total nacional	834.039	0	834.039	61,9	2.076.690	70,9	2.696.221	69,1

Figura 2.31.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.31.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 11%) y también por la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 71% (calor a baja y media temperatura) y del 69% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 140 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Plástico (conversión caliente) temp. baja.
- Plástico (conversión caliente) temp. alta.
- Metal (conversión caliente).
- Secado a temperatura baja.
- Secado a temperatura media.
- Secado a temperatura alta (precalentamiento).
- Baños calientes.

2.31.6 Referencias bibliográficas

J. Thar [2002]:

Hightech aus S and. Istitut für Kristallographie, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH).

<http://www.xtal.rwth-aachen.de/Ww/silicon.pdf>

Energieconsulting Heidelberg GmbH, Forschungsstelle für Energiewirtschaft [2002]:

CO₂-Minderung durch rationelle Energienutzung in der Kunststoff- v erarbeitenden Industrie. Bayrisches Landesamt für Umweltschutz (BayLfU).

https://www.industrie-energieeffizienz.de/fileadmin/InitiativeEnergieEffizienz/referenzprojekte/downloads/Links/CO2-Minderung_Kunststoffverarbeitende_Industrie.pdf

AKI [2009]:

Kunststoff-Probensammlung. Arbeitsgemeinschaft Deutsche Kunststoff-Industrie (AKI).

http://www.vke.de/pdf-files/Begleitheft_Probensammlung.pdf?PHPSESSID=f7cf580bf569e49a6922cf892d806f81

O. Rentz, N. Peters, S. Nunge, J. Geldermann, [2002]: *Bericht über Best e Verfügbare Techniken (BVT) im Bereich der Lack- und Klebstoffverarbeitung in Deutschland*. Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU).

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3217.pdf>

B. Klee [2009]:

Kunststoffe in der El ektrotechnik. Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V.

http://www.zvei.org/de/technik_umwelt/publikationen/umwelt/?no_cache=1&tx_ZVEIpubFachverbaende_pi1%5Bdownload%5D=296&type=98

O. Renz, M. Fröhling, F. Nebel, F. Schultmann, B. Engels [2005]:

Integrierter Umweltschutz in der Metallerzeugung, Simulationsgestützte operative Produktionsplanung zur Optimierung metallurgischer Abfallverwertungsprozesse. Universität Karlsruhe (TH), Institut für Industrielslehre und Industrielle Produktion (IIP).

<http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000004729>

2.32 CNAE 34 Y 35. FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS DE MOTOR, REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES Y OTROS

2.32.1 Datos generales del sector

Los datos generales del sector, obtenidos como resultado de la Tarea 1, están resumidos en la Tabla 2.32.1.

Tabla 2.32.1. Datos generales del sector (datos del 2007)

		Total sector	Empresa modelo
Datos generales			
Número de locales	-	4.114	
Producción total	up	4.667.000	1.134
Unidad de medición producción total (up)	Coches		
Facturación	M€	56.173	13,65
Número de empleados	-	211.979	51,5

(Continuación)

		Total sector	Empresa modelo
Consumos energéticos			
Consumo total combustibles	MWh	7.782.473	1.892
Consumo total electricidad		5.901.667	1.435
Consumo energía final (gen. calor)		7.782.473	1.892
Consumo electricidad gen. frío		232.862	57
Periodo de operación de una empresa tipo del sector			
Días por semana	d		5
Horas por día	h		10
Días por año	d		260
Superficie disponible			
Tejados	m²	17.728.260	4.309
Otras superficies adyacentes		6.469.905	1.573
Total		24.198.165	5.882
Ratios de consumo de energía final (calor y frío)			
Por unidad de superficie	kWh/m²	331	
Por € de facturación	kWh/€	0,14	
Por trabajador	kWh/trabajador	37.812	
Por unidad de producto	kWh/up	1.717	

2.32.2 Procesos consumidores de calor y frío

Tabla 2.32.2. Procesos consumidores de calor. Empresa modelo del sector

Proceso	Temp. proceso	Temp. entrada	Consumo de energía final para usos térmicos (FET)			Calor útil para procesos (UPH)		Hipótesis calor residual/recup. de calor interna			Tipo de proceso
Calor	°C	°C	%	kWh/up	MWh	$\eta_{\text{conv/dist}}$	MWh	Tout (°C)	TinR (°C)	QHXint (MWh)	
Calefacción naves y oficinas	25	-	12,0	200,11	227,00	0,88	200,22				Mantenimiento
Pretratamiento (pintado)	50	-	17,0	283,48	321,59	0,83	267,88				Mantenimiento
Secado (pintado)	200	15	26,0	433,56	491,84	0,83	409,71	140 (180)	55,00		Circulación
Postcombustión (pintado)	700	15	26,0	433,56	491,84	0,98	482,01	115 (650)	550,00		Circulación
Agua caliente	50	15	3,0	50,03	56,75	0,83	47,27	-	15,00		Circulación
Otros procesos	200	15	16,0	266,81	302,67	0,83	252,13	-	100,00		Mantenimiento/circulación
Total consumo de calor				1.667,55	1.664,70	0,88	1.459,00				

- Resultados de cálculo
- Datos estimados en base a valores de referencia
- Datos calculados por diferencia
- Suposiciones ad-hoc

$\eta_{\text{conv/dist}}$: rendimiento de conversión y distribución
 T_{out} : temperatura de salida de flujos de calor residual
 T_{inR} : temperatura de entrada de flujos por calentar (después de una posible recuperación interna de calor)
 up: unidad de producto

(Continuación)

Proceso	Fuentes de datos y comentarios			
Calor	Temperatura proceso	Temperatura entrada	Consumo %	kWh/up
Calefacción naves y oficinas			50 kWh/a.m ²	
Pretratamiento (pintado)			Caso de estudio industria automovilística	Caso de estudio industria automovilística
Secado (pintado)	Caso de estudio industria automovilística	Caso de estudio industria automovilística		
Postcombustión (pintado)		Lackierung.pdf (p.407)/ DNissan.do c S.6		
Agua caliente	Caso de estudio industria automovilística			
Otros procesos				

Tabla 2.32.3. Procesos consumidores de frío. Empresa modelo del sector

Frío					Calor equivalente			Fuentes de datos y comentarios	
Proceso	Temp.	FET		USC	Temp.	COP	UPH_eq	Consumo %	kWh/up
	°C	%	kWh/up	MWh	°C		MWh		
Aire acondicionado naves y oficinas	20	100,0	49,90	169,81	85	0,70	242,58	Resultados Tarea 1	
Total consumo de frío			49,90	169,81	242,58				

Resultados de cálculo
 Datos estimados en base a valores de referencia

FET: consumo de energía final para usos térmicos
 USC: frío útil suministrado
 COP: rendimiento de conversión de una máquina enfriadora térmica (absorción o adsorción)
 UPHeq: calor útil equivalente (= USC/COP)
 up: unidad de producto

El consumo total de calor de la empresa tipo del sector se descompone tal como se muestra en la Figura 2.32.1. La Figura 2.32.2 muestra los niveles de temperatura de la demanda de calor de los diversos procesos.

El consumo de frío es debido exclusivamente a la generación de aire acondicionado para las naves industriales y las oficinas.

Figura 2.32.1. Consumo de calor por procesos. Empresa tipo del sector

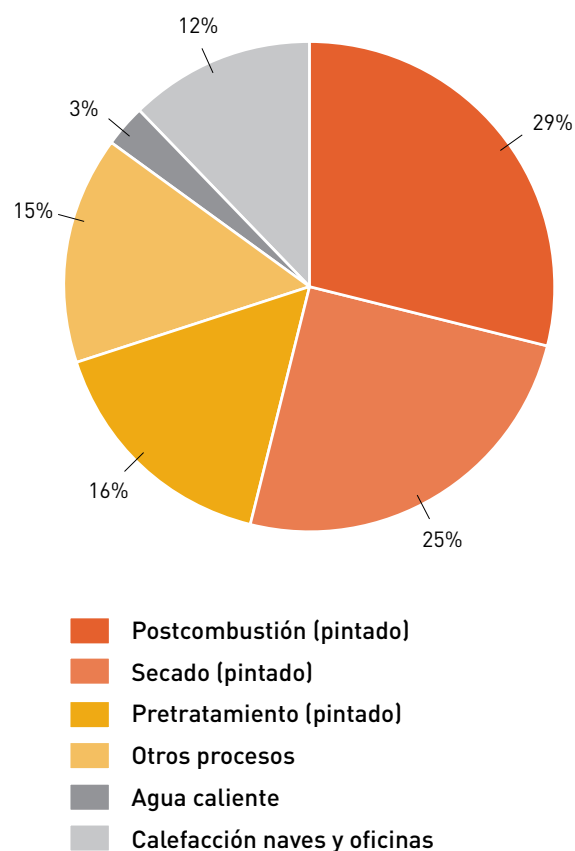
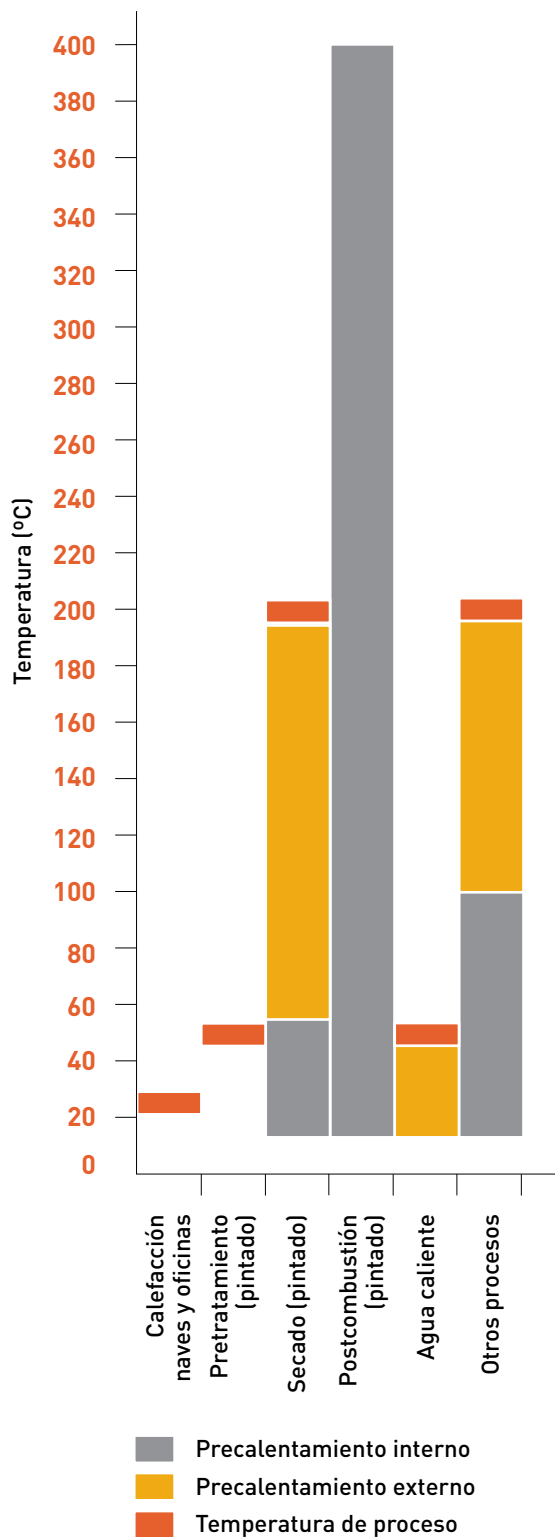


Figura 2.32.2. Procesos consumidores de calor. Niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro $T_{PS,min}$)



2.32.3 Análisis de la demanda de calor y frío

La Figura 2.32.3 muestra el desglose de la demanda de calor por niveles de temperatura hasta 250 °C (temperatura mínima de suministro). Las barras en amarillo indican la parte de la demanda de calor que puede ser cubierta por un sistema de recuperación de calor.

El escenario equivalente, pero incluyendo los procesos consumidores de frío, se muestra en la Figura 2.32.4.

Tabla 2.32.4. Demanda de calor según niveles de temperatura. Empresa tipo del sector

Demanda de calor		Procesos consumidores de calor		Procesos consumidores de frío	Total	
Actual	MWh	1.689		243	1.932	
Con recuperación de calor	MWh	1.435			1.679	
Reducción recuperación de calor	%	15			13	
Baja temperatura (< 60 °C)	MWh	357	24,9%		363	21,6%
60 a 120 °C	MWh	19	1,3%		258	15,4%
120 a 250 °C	MWh	569	39,6%		568	33,8%
Total baja y media temperatura	MWh	945	65,8%		1.189	70,8%

Figura 2.32.3. Consumo de calor según niveles de temperatura. Considerando únicamente procesos consumidores de calor

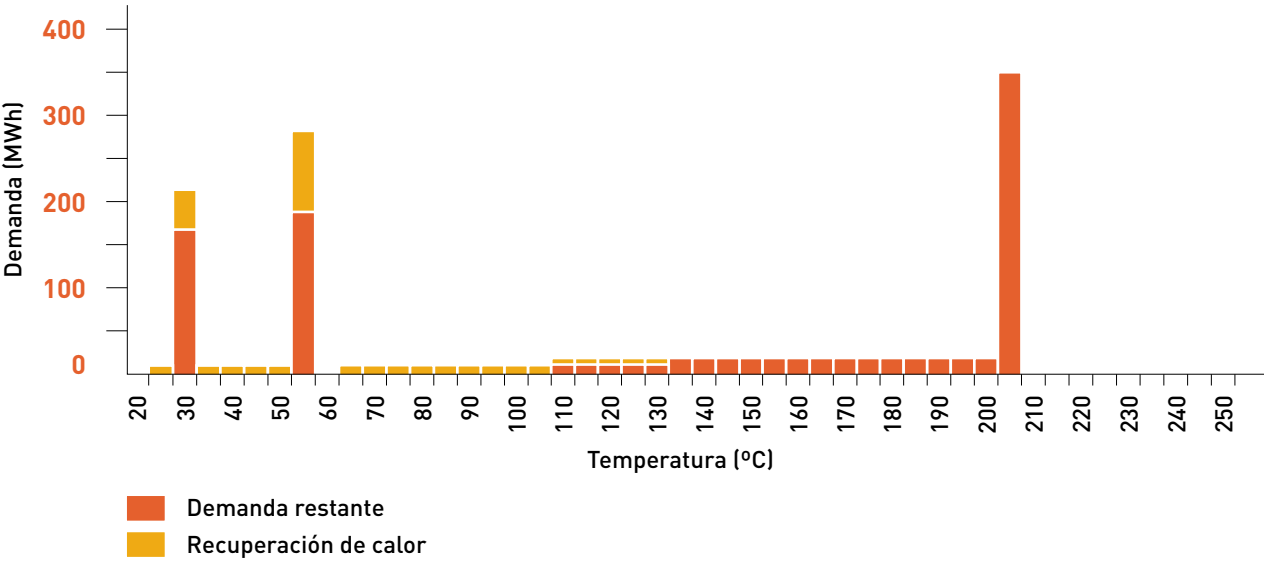
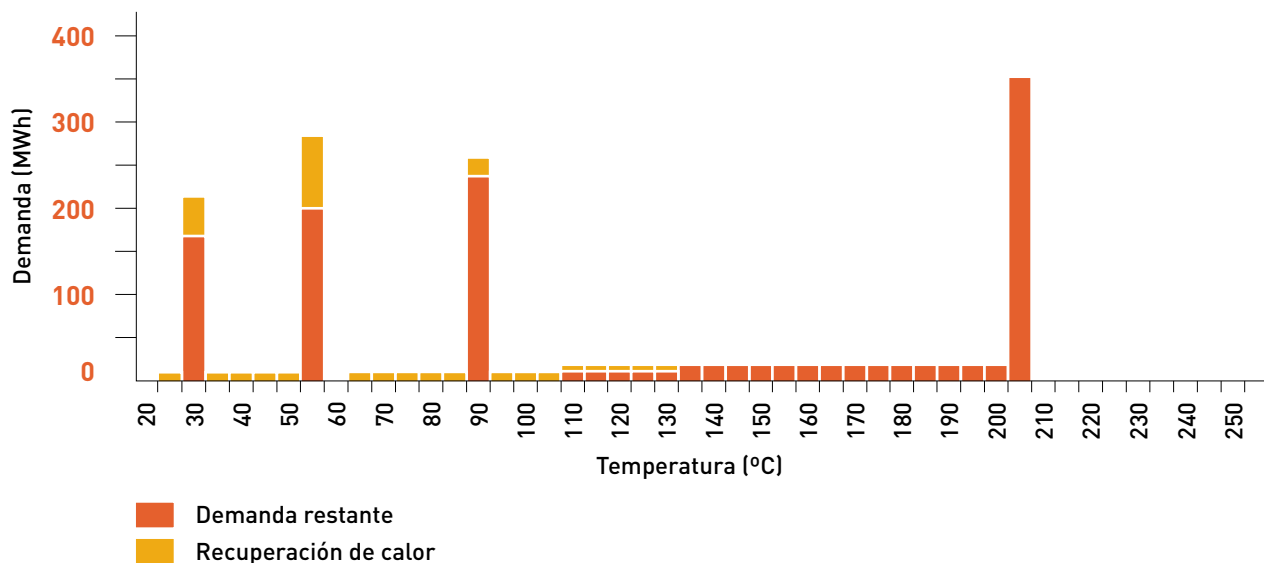


Figura 2.32.4. Consumo de calor según niveles de temperatura. Procesos consumidores de calor y de frío



2.32.4 Potencial solar térmica

2.32.4.1 Resultados de las simulaciones

Tabla 2.32.5. Resultados de la simulación con captadores planos (CP). Demanda de calor

Zona		I	II	III	IV	V
Simulación 1a: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 2,5						
Potencia instalada	kW	0,00	0,00	63,00	231,00	283,50
Generación de calor útil	MWh	0,00	0,00	59,89	219,46	270,04
	kWh/kW	0,00	0,00	950,67	950,05	952,53
Temp. media (captador)	°C			59	69	80
Simulación 1b: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo x 0,5						
Potencia instalada	kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh	-	-	-	-	-
	kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C	-	-	-	-	-

(Continuación)

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 1c: CP, Qmin = 950, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		0,00	0,00	63,00	231,00	283,50
Generación de calor útil	MWh		0,00	0,00	59,89	219,46	270,04
	kWh/kW		0,00	0,00	950,67	950,05	952,53
Temp. media (captador)	°C				59	69	80
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		0,0	0,0	16,8	61,5	75,6
Ocupación de superficie	Deseada	%	0,0	0,0	3,7	13,2	16,1
	Media posible	%	0,0	0,0	3,7	13,2	16,1

Figura 2.32.5. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, demanda de calor, Zona IV

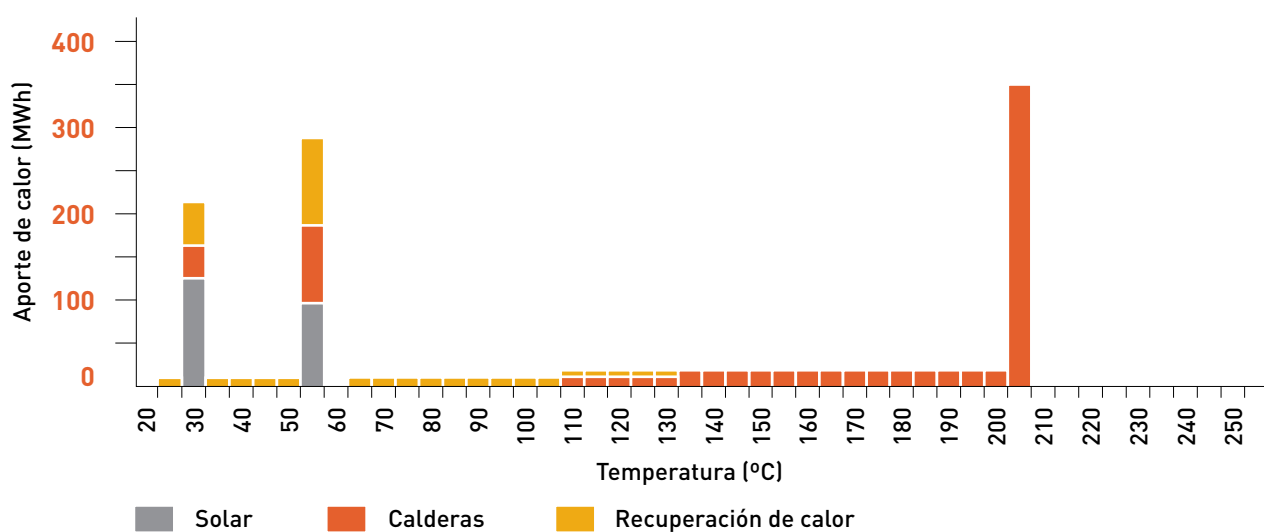


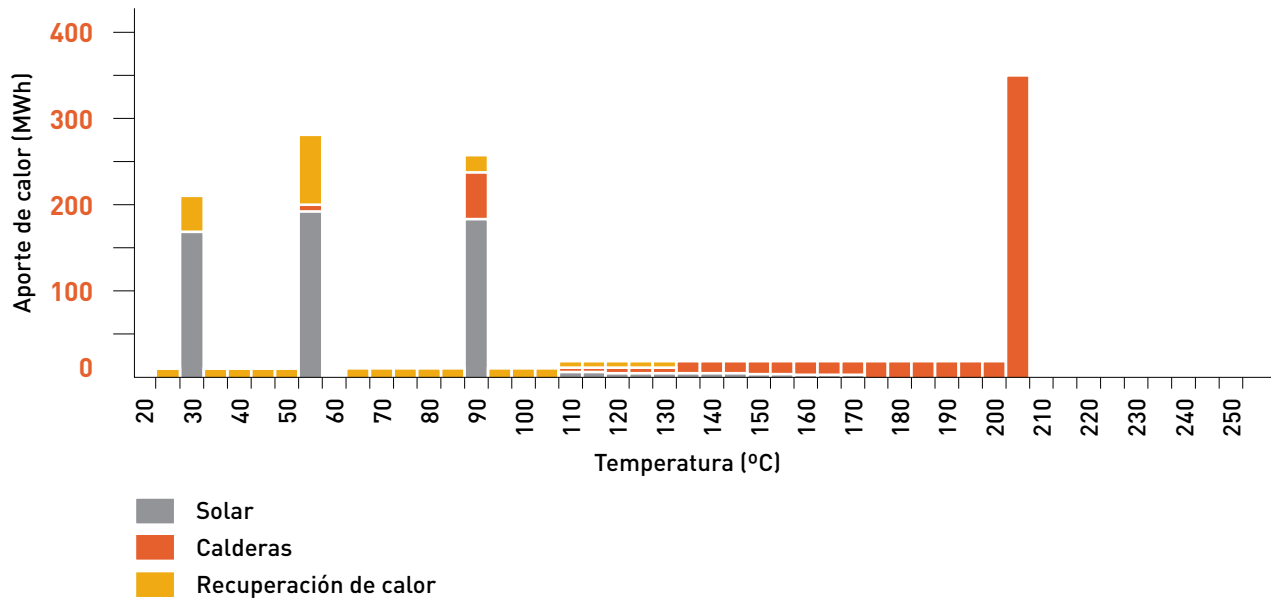
Tabla 2.32.6. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Sólo demandas de calor

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 2a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada		kW	379,75	451,50	477,75	539,00	579,25
Generación de calor útil		MWh	284,58	338,53	358,21	403,94	434,97
		kWh/kW	749,38	749,78	749,78	749,42	750,92
Temp. media (captador)		°C	94	112	124	137	151
Simulación 2b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Simulación 2c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada		kW	-	-	-	-	-
Generación de calor útil		MWh	-	-	-	-	-
		kWh/kW	-	-	-	-	-
Temp. media (captador)		°C	-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada		kW	379,75	451,50	477,75	539,00	579,25
Generación de calor útil		MWh	284,58	338,53	358,21	403,94	434,97
		kWh/kW	749,38	749,78	749,78	749,42	750,92
Temp. media (captador)		°C	94	112	124	137	151
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar		%	30,1	35,8	37,9	42,8	46,0
Ocupación de superficie	Deseada	%	13,8	16,4	17,3	19,5	21,0
	Media posible	%	13,8	16,4	17,3	19,5	21,0

Tabla 2.32.7. Resultados de la simulación con captadores de tubo de vacío (CTV). Demandas de calor y frío

Zona			I	II	III	IV	V
Simulación 3a: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 2,5							
Potencia instalada	kW		463,75	626,50	675,50	798,00	857,50
Generación de calor útil	MWh		347,63	469,60	506,25	598,49	643,07
	kWh/kW		749,60	749,56	749,45	749,99	749,94
Temp. media (captador)	°C		93	112	122	136	147
Simulación 3b: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo x 0,5							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Simulación 3c: CTV, Qmin = 750, superficie de tejado empresa modelo							
Potencia instalada	kW		-	-	-	-	-
Generación de calor útil	MWh		-	-	-	-	-
	kWh/kW		-	-	-	-	-
Temp. media (captador)	°C		-	-	-	-	-
Potencial medio sectorial							
Potencia instalada	kW		463,75	626,50	675,50	798,00	857,50
Generación de calor útil	MWh		347,63	469,60	506,25	598,49	643,07
	kWh/kW		749,60	749,56	749,45	749,99	749,94
Temp. media (captador)	°C		93	112	122	136	147
Factor limitante			Demanda	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
Fracción solar	%		29,2	39,5	42,6	50,3	54,1
Ocupación de superficie	Deseada	%	16,8	22,7	24,5	28,9	31,1
	Media posible	%	16,8	22,7	24,5	28,9	31,1

Figura 2.32.6. Aportación de calor sistema solar según niveles de temperatura. Empresa modelo, captadores planos, únicamente para demandas de calor, Zona IV



En las figuras siguientes se comparan gráficamente a modo de resumen los resultados obtenidos con respecto a:

- Fracción solar media del sector.
- Grado medio de ocupación de superficie.
- Generación de calor útil por unidad de potencia instalada.

Partiendo de estos datos se calculará el potencial de aplicación de la energía solar térmica en el sector para cada provincia, según el algoritmo descrito en la sección 1.6.3.

Figura 2.32.7. Fracción solar media del sector

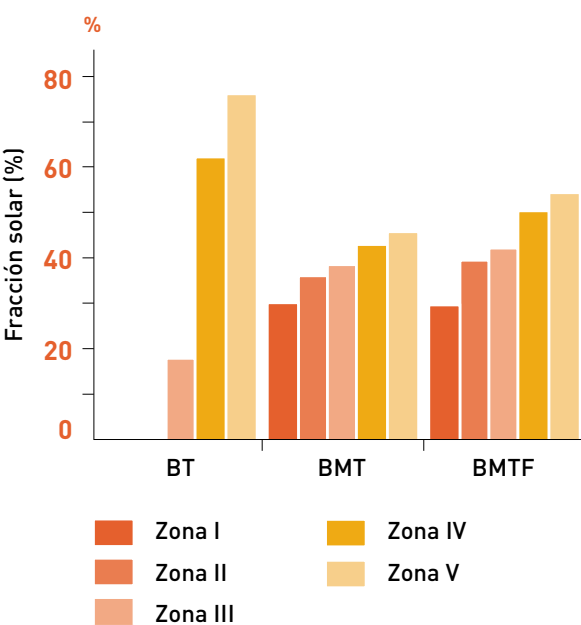


Figura 2.32.8. Grado medio de ocupación de superficie

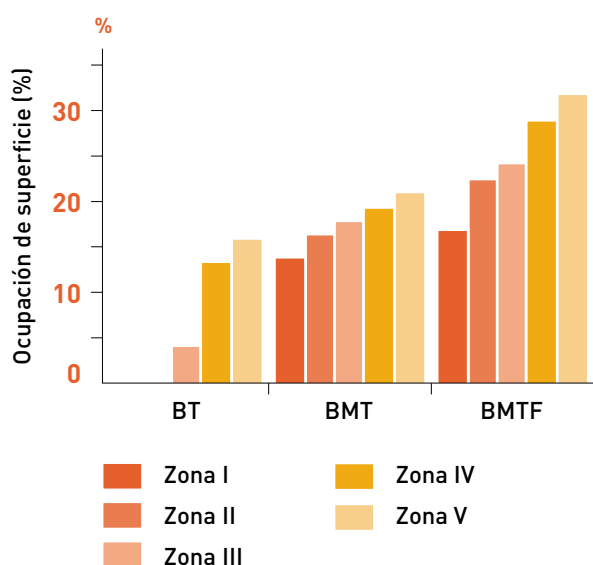
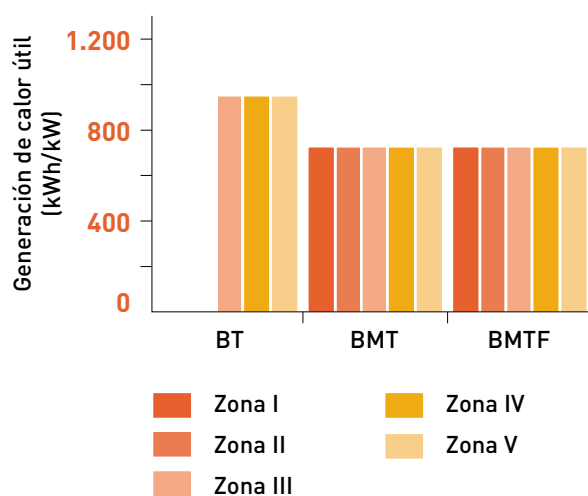


Figura 2.32.9. Generación media de calor útil por unidad de potencia instalada



2.32.4.2 Cálculos del potencial

Tabla 2.32.8. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica. Potencia instalada y grado de ocupación de superficies disponibles (datos del 2020)

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	19,39	0,00	19,39	41,60	60,65	16,1	27,8	37,9
Cádiz	26,54	0,00	26,54	61,59	89,73	14,3	26,3	36,0
Córdoba	18,39	0,00	18,39	41,52	60,51	14,9	26,8	36,6
Granada	18,75	0,00	18,75	44,72	65,14	13,7	25,8	35,3
Huelva	12,43	0,00	12,43	26,70	38,92	16,0	27,8	37,8
Jaén	12,90	0,00	12,90	29,27	42,65	14,8	26,7	36,5
Málaga	38,23	0,00	38,23	93,72	136,50	13,2	25,4	34,8
Sevilla	55,21	0,00	55,21	118,38	172,57	16,1	27,8	37,9

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Huesca	3,40	0,00	3,40	15,77	22,42	6,3	20,8	28,6
Teruel	1,48	0,00	1,48	8,59	12,14	5,0	19,9	27,4
Zaragoza	15,23	0,00	15,23	77,56	109,99	5,7	20,4	28,1
Asturias	0,00	0,00	0,00	34,90	42,62	0,0	13,8	16,8
Islas Baleares	155,48	0,00	155,48	381,88	556,20	13,2	25,3	34,7
Las Palmas	35,56	0,00	35,56	76,23	111,13	16,1	27,8	37,9
Santa Cruz de Tenerife	30,94	0,00	30,94	66,34	96,71	16,1	27,8	37,9
Cantabria	0,00	0,00	0,00	22,91	27,97	0,0	13,8	16,8
Albacete	11,27	0,00	11,27	24,22	35,31	16,0	27,8	37,8
Ciudad Real	10,99	0,00	10,99	27,09	39,44	13,1	25,3	34,7
Cuenca	3,53	0,00	3,53	10,07	14,55	11,0	24,0	32,9
Guadalajara	5,56	0,00	5,56	13,85	20,16	12,9	25,2	34,5
Toledo	14,99	0,00	14,99	37,69	54,83	12,8	25,1	34,4
Ávila	1,86	0,00	1,86	5,21	7,54	11,2	24,1	33,0
Burgos	0,04	0,00	0,04	13,66	18,91	0,1	16,3	22,6
León	1,05	0,00	1,05	15,20	21,24	1,9	17,8	24,5
Palencia	0,00	0,00	0,00	5,17	7,17	0,0	16,4	22,7
Salamanca	1,56	0,00	1,56	10,95	15,42	4,1	19,3	26,6
Segovia	0,72	0,00	0,72	5,22	7,34	4,0	19,2	26,5
Soria	0,39	0,00	0,39	3,04	4,27	3,7	19,1	26,2

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Valladolid	0,31	0,00	0,31	19,55	27,17	0,4	16,7	23,1
Zamora	0,66	0,00	0,66	5,10	7,17	3,7	19,1	26,2
Barcelona	35,43	0,00	35,43	418,19	585,35	2,4	18,1	24,9
Girona	5,75	0,00	5,75	47,53	66,77	3,5	18,9	26,0
Lleida	3,48	0,00	3,48	27,53	38,70	3,6	19,0	26,1
Tarragona	23,69	0,00	23,69	58,62	85,34	13,0	25,3	34,6
Alicante/ Alacant	38,87	0,00	38,87	87,79	127,93	14,9	26,8	36,6
Castellón/ Castelló	14,92	0,00	14,92	36,72	53,48	13,1	25,3	34,7
Valencia/ València	57,35	0,00	57,35	142,13	206,92	13,0	25,3	34,6
Badajoz	8,22	0,00	8,22	18,24	26,59	15,3	27,1	37,0
Cáceres	4,78	0,00	4,78	10,79	15,73	14,9	26,8	36,6
A Coruña	0,00	0,00	0,00	108,79	132,86	0,0	13,8	16,8
Lugo	0,00	0,00	0,00	29,39	39,17	0,0	15,4	20,5
Ourense	0,08	0,00	0,08	27,88	37,95	0,1	15,9	21,7
Pontevedra	0,00	0,00	0,00	94,55	119,98	0,0	14,4	18,3
La Rioja	1,81	0,00	1,81	16,15	22,67	3,2	18,7	25,7
Madrid	102,37	0,00	102,37	251,49	366,29	13,2	25,3	34,7
Murcia	47,01	0,00	47,01	106,68	155,46	14,8	26,7	36,5
Navarra	5,56	0,00	5,56	56,01	76,34	2,7	17,6	23,6

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Álava	0,03	0,00	0,03	20,50	25,35	0,0	14,0	17,3
Guipúzcoa	0,00	0,00	0,00	42,51	51,91	0,0	13,8	16,8
Vizcaya	0,00	0,00	0,00	66,37	81,05	0,0	13,8	16,8
Ceuta	0,98	0,00	0,98	2,09	3,05	16,1	27,8	37,9
Melilla	0,92	0,00	0,92	1,98	2,89	16,1	27,8	37,9
Total nacional	848,09	0,00	848,09	3.009,62	4.248,15	8,3	21,7	29,3

Tabla 2.32.9. Potencial técnico-económico de energía solar térmica. Generación de calor útil y fracción solar (datos del 2020)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	18.468	0	18.468	75,5	29.771	46,0	44.015	54,1
Cádiz	25.247	0	25.247	66,9	43.936	44,0	65.041	51,8
Córdoba	17.503	0	17.503	69,8	29.653	44,7	43.877	52,5
Granada	17.821	0	17.821	64,2	31.870	43,4	47.198	51,1
Huelva	11.835	0	11.835	75,4	19.105	46,0	28.246	54,0
Jaén	12.274	0	12.274	69,2	20.899	44,6	30.927	52,4
Málaga	36.320	0	36.320	61,6	66.724	42,8	98.858	50,4

(Continuación)

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Sevilla	52.593	0	52.593	75,6	84.714	46,0	125.244	54,1
Huesca	3.228	0	3.228	29,2	11.482	39,3	16.466	44,7
Teruel	1.407	0	1.407	22,8	6.286	38,6	8.949	43,6
Zaragoza	14.471	0	14.471	26,3	56.599	39,0	80.902	44,2
Asturias	0	0	0	0,0	26.156	30,1	31.951	29,2
Islas Baleares	147.710	0	147.710	61,5	271.873	42,8	402.820	50,3
Las Palmas	33.870	0	33.870	75,6	54.555	46,0	80.656	54,1
Santa Cruz de Tenerife	29.473	0	29.473	75,6	47.473	46,0	70.186	54,1
Cantabria	0	0	0	0,0	17.165	30,1	20.968	29,2
Albacete	10.736	0	10.736	75,3	17.334	46,0	25.628	54,0
Ciudad Real	10.440	0	10.440	61,2	19.288	42,7	28.569	50,3
Cuenca	3.356	0	3.356	51,5	7.235	42,0	10.594	48,8
Guadalajara	5.282	0	5.282	60,4	9.867	42,6	14.606	50,2
Toledo	14.241	0	14.241	59,7	26.862	42,6	39.735	50,0
Ávila	1.768	0	1.768	52,4	3.732	41,8	5.482	48,8
Burgos	34	0	34	0,3	10.236	35,7	14.173	39,3
León	1.002	0	1.002	8,7	11.279	36,9	15.802	41,1
Palencia	0	0	0	0,0	3.876	35,8	5.376	39,5
Salamanca	1.484	0	1.484	18,6	8.040	38,1	11.389	42,9
Segovia	682	0	682	17,9	3.832	38,0	5.423	42,8

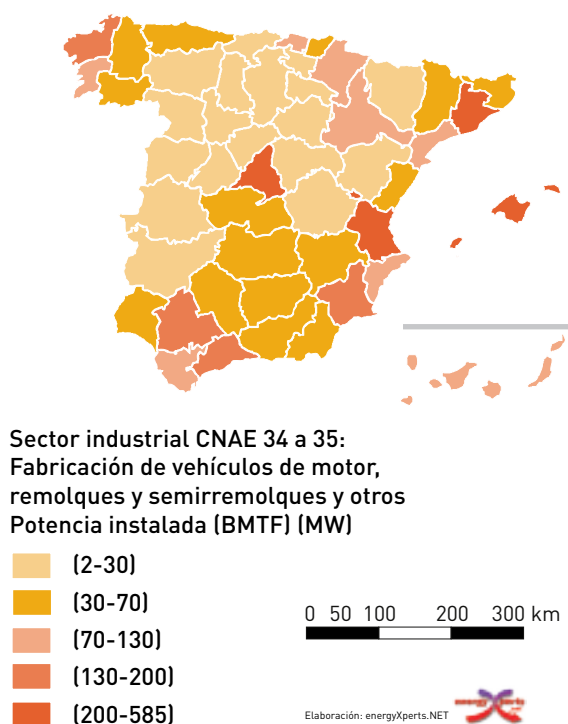
[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Soria	373	0	373	16,8	2.233	37,9	3.156	42,6
Valladolid	295	0	295	1,9	14.621	36,1	20.329	39,9
Zamora	627	0	627	16,8	3.751	37,9	5.301	42,6
Barcelona	33.680	0	33.680	10,7	309.639	37,2	434.804	41,5
Girona	5.463	0	5.463	15,6	35.001	37,8	49.406	42,4
Lleida	3.311	0	3.311	16,4	20.256	37,9	28.616	42,5
Tarragona	22.507	0	22.507	60,9	41.747	42,7	61.823	50,2
Alicante/ Alacant	36.992	0	36.992	69,7	62.695	44,7	92.770	52,5
Castellón/ Castelló	14.170	0	14.170	61,3	26.145	42,7	38.731	50,3
Valencia/ València	54.481	0	54.481	60,8	101.234	42,7	149.899	50,2
Badajoz	7.826	0	7.826	71,7	13.038	45,1	19.286	53,0
Cáceres	4.553	0	4.553	69,9	7.707	44,7	11.404	52,6
A Coruña	0	0	0	0,0	81.527	30,1	99.590	29,2
Lugo	0	0	0	0,0	22.032	33,7	29.362	35,7
Ourense	72	0	72	0,3	20.892	34,8	28.437	37,7
Pontevedra	0	0	0	0,0	70.866	31,6	89.936	31,8
La Rioja	1.720	0	1.720	14,4	11.909	37,6	16.788	42,1
Madrid	97.253	0	97.253	61,4	179.049	42,8	265.283	50,3
Murcia	44.731	0	44.731	69,2	76.172	44,6	112.721	52,4
Navarra	5.285	0	5.285	12,1	41.372	35,7	56.599	38,8

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Álava	30	0	30	0,2	15.361	30,6	18.996	30,0
Guipúzcoa	0	0	0	0,0	31.855	30,1	38.913	29,2
Vizcaya	0	0	0	0,0	49.733	30,1	60.752	29,2
Ceuta	929	0	929	75,6	1.497	46,0	2.213	54,1
Melilla	881	0	881	75,6	1.419	46,0	2.097	54,1
Total nacional	806.426	0	806.426	38,6	2.181.592	39,5	3.110.293	44,7

Figura 2.32.10. Distribución geográfica del potencial de aplicación (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío), (datos del 2020)



2.32.5 Resumen

El potencial de la energía solar térmica en el sector está limitado por la demanda a baja temperatura (ocupación media de la superficie disponible del 8,3%) y también por la demanda total a baja y media temperatura, permitiendo una fracción solar del 39% (calor a baja y media temperatura) y del 45% (incluyendo demanda de frío).

La aportación solar se centra en los procesos con demandas inferiores a 100 °C:

- Calefacción naves y oficinas.
- Pretratamiento (pintado).
- Agua caliente.

Además se cubre una parte de las demandas hasta 160 °C.

- Secado (pintado; precalentamiento).
- Otros procesos (precalentamiento).

2.32.6 Referencias bibliográficas

O. Rentz, N. Peters, S. Nunge, J. Geldermann [2002]: *Bericht über Best e Verfügbare Techniken (BVT) im Bereich der Lack- und Klebstoffverarbeitung in*

Deutschland. Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU).

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3217.pdf>

Fundación Entorno [2000]:

Sector tratamiento de superficies con disolventes orgánicos. Fundación Entorno – Empresa y Medio Ambiente. Guías tecnológicas.

<http://www.prtr-es.es/data/images/tratamiento%20de%20superficies%20con%20disolventes%20org%C3%A1nicos.%20fabricaci%C3%B3n%20de%20espejos-9977383b01118b42.pdf>

H. Schweiger, V. Nicolás [2000]:

Estudio de implementación de un sistema de energía térmica para calentamiento de agua en sección de pintura en Nissan Motor Ibérica. AIGUASOL BLOCO, S. L., Barcelona.

energyXperts.NET:

Caso de estudio en el sector automovilístico. Anónimo por razones de confidencialidad.

2.33 OTROS SECTORES

Los sectores no incluidos en el análisis detallado, si bien consumidores del 53% del total del consumo de energía final de la industria para usos térmicos, en su gran mayoría tienen una demanda de calor a temperaturas muy altas (como por ejemplo, fabricación de cemento, metalurgia, vidrio).

En muy pocos casos se incluyen en este grupo de sectores industriales, subsectores que se caractericen por valores relativamente elevados de demanda de calor a baja y media temperatura. Sin embargo, no se han incluido en el análisis detallado debido a su escaso peso relativo (como ejemplo se pueden citar: CNAE 16.0 - industria del tabaco con sólo 0,09% del gasto energético, CNAE 19.1 - curtido y acabado de cuero con 0,39% y CNAE 24.2 - pesticidas y otros productos químicos con 0,07%).

El potencial existente en este grupo de “otros sectores” se evaluó de forma estimativa, basándose en las siguientes hipótesis:

a) Evaluación de la demanda de calor a baja y media temperatura

Se consideró un rendimiento de conversión equivalente al del suministro con calderas de vapor según Tabla 1.1.1 para convertir datos sobre el

consumo de energía final en consumos de calor útil. De este total de calor útil se supuso (estimación ad-hoc) que:

- 1% fuera a temperaturas inferiores a 60 °C.
- 3% a temperaturas inferiores a 120 °C (incluyendo los < 60 °C).
- 5% a temperaturas inferiores a 250 °C (incluyendo los < 120 °C).

Estos porcentajes pequeños se justifican en base a que en la mayoría de las industrias de este grupo los consumos se realizan a temperaturas muy elevadas.

Para el cálculo de la demanda de calor equivalente para consumo de frío se usaron los parámetros de la Tabla 1.4.1, suponiendo que el 50% fueran demandas de frío de +5 °C y/o aire acondicionado, y el restante 50% de la demanda de frío no pudiera ser cubierta por enfriadoras térmicas.

Como resultado se obtiene que el grupo “otros sectores” consume un 9,7% del total del consumo de calor a baja y media temperatura (BMT), y un 20,6% del total si se incluye también el calor equivalente para consumos de frío.

b) Evaluación del potencial de aplicación de la energía solar térmica

Se supuso que la fracción solar en cada uno de los rangos de temperatura/tipo de demanda (BT, BMT, BMTF) fuera idéntico al promedio de los sectores analizados. Igualmente, la generación específica de calor por unidad de potencia instalada se supuso con igual valor al promedio de los sectores analizados.

Además, se partió de la hipótesis de que toda la demanda a baja temperatura pudiera ser cubierta con captadores planos (o tecnologías similares), ya que en este grupo de sectores no hay limitación de superficie disponible.

3 Potencial global

En esta sección se analiza el potencial global de aplicación de la energía solar térmica para todos los sectores industriales en España.

3.1 DEMANDA DE CALOR A BAJA Y MEDIA TEMPERATURA

A modo de resumen la Tabla 3.1.1 representa las demandas de calor (sin calor equivalente para generación de frío) en los diversos sectores industriales. La distribución de la demanda de calor a baja y media temperatura entre los diversos sectores está representada en la Figura 3.1.1. La Figura 3.1.2 muestra la distribución de la demanda de calor por niveles de temperatura.

Figura 3.1.1. Distribución de la demanda de calor a baja y media temperatura entre los sectores analizados



Tabla 3.1.1. Demanda de energía para generación de calor por sectores

	Consumo combust. y otros	Consumo electricidad	Calor para procesos	Porcentaje calor a baja/media temperatur.	Calor a baja/media temperatura	
Sector	MWh	MWh	MWh	%	MWh	% del total
CNAE 151. Industria cárnica	5.967.675	3.932.836	5.220.960	99,1	5.174.825	4,4
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	1.385.558	793.242	1.240.669	100,0	1.240.669	1,1

(Continuación)

	Consumo combust. y otros	Consumo electricidad	Calor para procesos	Porcentaje calor a baja/media temperatur.	Calor a baja/media temperatura	
Sector	MWh	MWh	MWh	%	MWh	% del total
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	4.546.672	1.684.961	4.003.420	95,3	3.815.199	3,2
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	3.314.711	755.846	3.135.920	100,0	3.135.920	2,7
CNAE 155. Industrias lácteas	4.502.420	1.823.880	3.895.751	99,3	3.868.824	3,3
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	2.522.072	694.694	2.165.717	100,0	2.165.717	1,8
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	2.914.201	1.319.713	2.705.226	100,0	2.705.226	2,3
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	3.172.765	2.044.971	3.035.108	100,0	3.035.108	2,6
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	2.529.685	721.521	2.173.652	100,0	2.173.652	1,8
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	2.877.385	890.171	2.589.472	92,3	2.389.469	2,0
CNAE 159. Bebidas	3.725.578	2.563.182	3.094.576	100,0	3.094.576	2,6
CNAE 173. Acabado de textiles	2.921.557	473.222	2.641.586	98,6	2.605.094	2,2
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	3.800.013	2.775.061	3.649.421	91,5	3.340.711	2,8
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	20.497.583	4.813.153	19.234.686	75,6	14.534.534	12,3
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	4.801.964	2.708.220	4.391.458	78,8	3.459.775	2,9

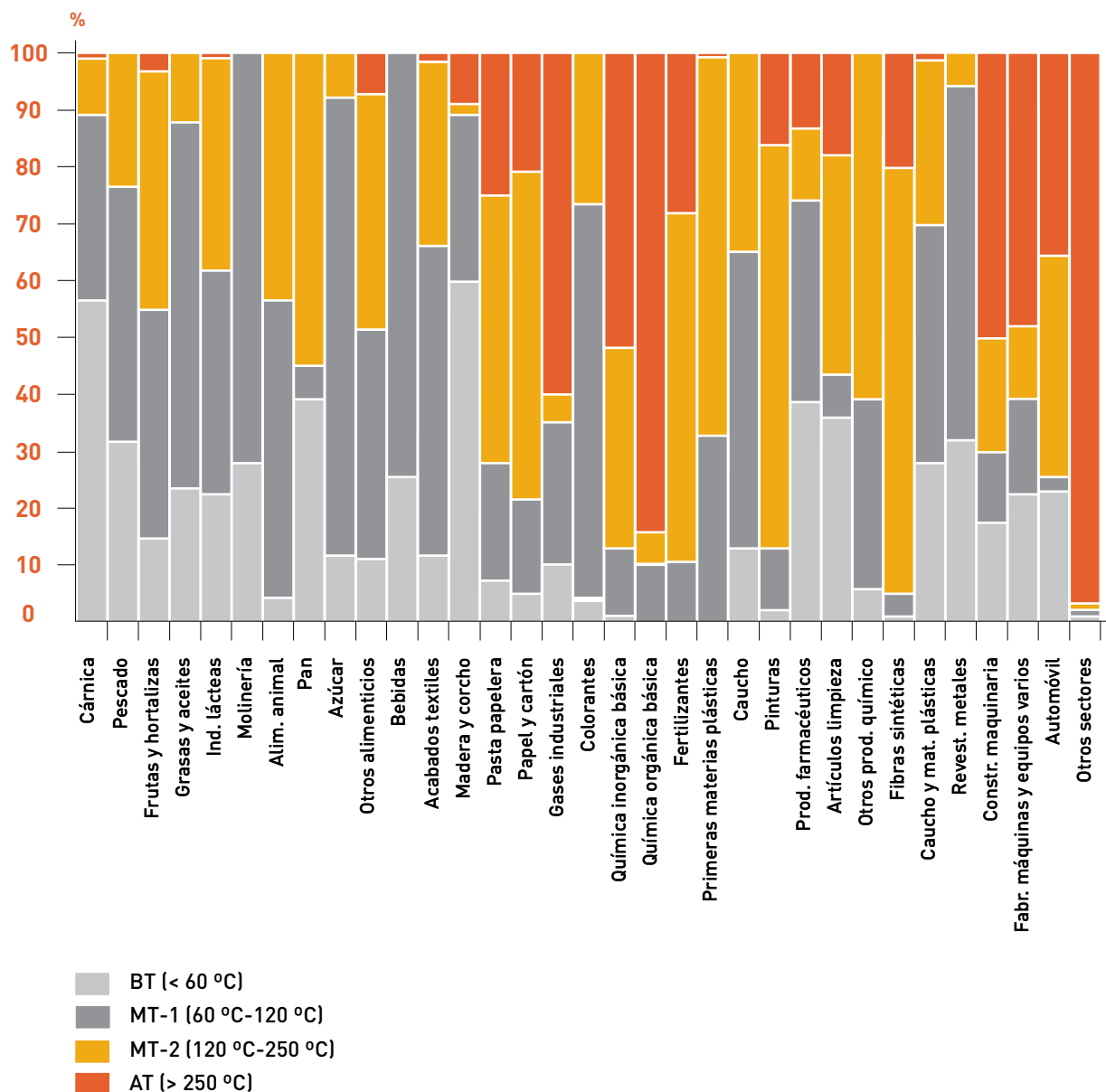
(Continuación)

	Consumo combust. y otros	Consumo electricidad	Calor para procesos	Porcentaje calor a baja/media temperatur.	Calor a baja/media temperatura	
Sector	MWh	MWh	MWh	%	MWh	% del total
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	1.956.889	454.808	1.842.716	40,8	750.963	0,6
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	1.174.133	272.885	1.004.832	100,0	1.004.832	0,9
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	9.784.446	2.274.042	8.932.196	48,3	4.311.562	3,7
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	1.174.133	272.885	1.144.270	15,3	174.912	0,1
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	18.394.758	4.275.199	16.490.486	70,6	11.644.972	9,9
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	4.305.156	1.000.579	4.073.623	99,4	4.047.416	3,4
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	1.956.889	454.808	1.788.117	100,0	1.788.117	1,5
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	4.145.466	787.196	3.906.186	84,0	3.282.746	2,8
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	2.400.754	1.782.461	2.553.098	87,9	2.243.590	1,9
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	1.560.643	690.980	1.447.661	82,1	1.188.118	1,0
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	4.015.145	592.551	3.414.903	100,0	3.414.903	2,9
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	2.478.672	597.336	2.178.187	80,3	1.749.957	1,5

(Continuación)

	Consumo combust. y otros	Consumo electricidad	Calor para procesos	Porcentaje calor a baja/media temperatur.	Calor a baja/media temperatura	
Sector	MWh	MWh	MWh	%	MWh	% del total
CNAE 25. Fabricación de productos de caucho, fabricación de productos de materias plásticas	4.647.513	8.612.164	6.148.392	98,6	6.063.876	5,1
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	1.881.191	985.863	1.700.370	100,0	1.700.370	1,4
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	4.019.569	2.738.951	3.936.204	49,1	1.933.605	1,6
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	5.915.911	5.821.558	5.610.996	52,2	2.929.295	2,5
CNAE 34,35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	9.447.923	7.164.623	8.393.888	65,8	5.524.066	4,7
Total sectores analizados	148.739.032	66.773.564	137.743.749	80,2	110.492.600	93,6
(% del total industria)	48,0	52,9	47,7		93,6	
Otros sectores	160.898.956	59.435.519	150.945.111	5,0	7.547.256	6,4
Total industria	309.637.988	126.209.082	288.688.860	40,9	118.039.855	100,0

Figura 3.1.2. Distribución de la demanda de calor por niveles de temperatura (temperatura mínima de suministro) en los sectores analizados



3.2 POTENCIAL TÉCNICO-ECONÓMICO

3.2.1 Resultados

La Tabla 3.2.2 muestra el cálculo del potencial técnico-económico total según los criterios establecidos en la sección 1.6 (basados en el análisis

económico de Tarea 2), resultando un potencial total de 59,9 TWh de calor útil cubriendo un 36% de la demanda de calor a baja y media temperatura, incluyendo las demandas de frío. La potencia instalada correspondiente es de 68,2 GW (97,4 millones de m², Tabla 3.2.1). De este potencial total 14,7 GW son para aplicaciones a baja temperatura, 36,8 GW para aplicaciones a media temperatura y 16,6 GW adicionales para aplicaciones a media temperatura incluyendo frío solar.

Tabla 3.2.1. Potencial técnico-económico para aplicaciones solares industriales (generación de calor útil y fracción solar)

Sector industrial	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
CNAE 151. Industria cárnica	327.720	2.013.135	2.340.854	79,06	4.367.179	84,39	6.150.311	66,03
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	131.117	94.946	226.063	56,66	785.368	63,30	1.063.913	60,53
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	0	535.110	535.110	84,48	1.372.259	35,97	1.487.318	28,92
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	0	520.890	520.890	69,93	1.040.969	33,20	1.046.418	32,50
CNAE 155. Industrias lácteas	31.977	992.027	1.024.005	117,72	2.356.696	60,92	3.519.387	47,42
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	0	443.229	443.229	72,37	1.049.189	48,45	1.107.168	39,23
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	0	125.277	125.277	111,71	1.178.967	43,58	1.470.482	35,71
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	482.887	349.677	832.564	70,07	1.309.216	43,14	1.766.042	48,22
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	2.630	274.731	277.361	112,66	987.140	45,41	1.010.283	44,01
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	44.184	238.319	282.502	102,65	1.204.584	50,41	1.271.136	49,53
CNAE 159. Bebidas	51.605	317.002	368.606	48,03	2.283.658	73,80	4.598.131	48,95
CNAE 173. Acabado de textiles	0	225.810	225.810	73,03	685.098	26,30	690.249	25,83
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	847.552	584.244	1.431.796	65,23	2.761.315	82,66	3.357.587	79,55

(Continuación)

Sector industrial	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	0	577.357	577.357	40,92	1.186.956	8,17	1.187.357	8,12
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	32.665	158.787	191.451	73,59	944.267	27,29	1.009.762	27,86
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	0	88.169	88.169	47,13	195.921	26,09	196.024	25,71
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	0	9.714	9.714	32,15	37.259	3,71	37.930	3,13
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	1.370	53.577	54.947	151,81	851.865	19,76	1.255.858	21,22
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	0	0	0	0,00	40.150	22,95	64.938	18,23
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	0	139.062	139.062	-	979.763	8,41	1.101.600	7,60
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	0	24.752	24.752	-	331.515	8,19	339.242	7,19
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	0	83.785	83.785	32,74	209.150	11,70	209.731	9,99
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	6.639	35.055	41.694	101,82	875.076	26,66	1.100.363	28,28
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	32.334	693.048	725.382	75,40	1.450.284	64,64	1.715.756	46,95
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	194.335	140.726	335.061	64,21	674.311	56,75	825.841	59,01
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	21.648	132.983	154.632	102,30	1.051.564	30,79	1.113.370	31,10
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	0	282	282	5,59	56.684	3,24	59.661	3,39

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Sector industrial	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
CNAE 25. Fabricación de productos de caucho, fabricación de productos de materias plásticas	358.255	1.019.846	1.378.100	79,23	3.814.860	62,91	4.363.995	62,42
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	207.388	139.785	347.172	59,16	1.262.907	74,27	1.877.045	71,35
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	177.107	0	177.107	25,09	986.891	51,04	1.559.538	49,62
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	834.039	0	834.039	61,89	2.076.690	70,89	2.696.221	69,06
CNAE 34,35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	806.426	0	806.426	38,62	2.181.592	39,49	3.110.293	44,74
Total sectores analizados	4.591.876	10.011.323	14.603.199	67,47	40.589.343	36,73	52.362.948	36,28
Otros sectores	1.018.465	0	1.018.465	67,47	2.772.471	36,73	7.543.607	36,28
Total industria	5.610.341	10.011.323	15.621.665	67,47	43.361.814	36,73	59.906.556	36,28

Tabla 3.2.2. Potencial técnico-económico para aplicaciones solares industriales (potencia instalada)

Sector industrial	Potencial solar (potencia instalada)				
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW
CNAE 151. Industria cárnica	332,69	1.795,01	2.127,70	5.240,84	6.558,26
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	138,01	87,99	226,00	1.063,60	1.364,20
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	0,00	459,02	459,02	1.233,66	1.245,12
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	0,00	402,55	402,55	802,76	802,76
CNAE 155. Industrias lácteas	33,66	886,96	920,61	2.835,51	3.585,60
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	0,00	365,04	365,04	925,78	931,63
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	0,00	117,44	117,44	1.361,18	1.583,82
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	508,35	323,78	832,13	1.801,20	2.417,99
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	2,77	248,00	250,78	985,04	1.002,80
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	46,51	222,13	268,64	1.396,79	1.438,86
CNAE 159. Bebidas	54,34	295,44	349,78	3.015,45	5.249,95
CNAE 173. Acabado de textiles	0,00	198,21	198,21	643,66	643,95
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	891,68	539,27	1.430,96	3.793,69	4.436,62
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	0,00	425,13	425,13	865,97	865,97

(Continuación)

Sector industrial	Potencial solar (potencia instalada)				
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	34,42	146,57	181,00	1.154,68	1.211,23
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	0,00	67,66	67,66	144,64	144,64
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	0,00	8,23	8,23	28,86	28,86
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	1,44	49,73	51,17	984,51	1.256,08
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	0,00	0,00	0,00	46,14	60,74
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	0,00	125,30	125,30	893,03	904,28
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	0,00	21,99	21,99	276,92	276,92
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	0,00	65,57	65,57	154,32	154,32
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	6,99	32,49	39,48	1.087,51	1.280,33
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	33,57	601,77	635,34	1.531,75	1.679,14
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	204,87	130,20	335,07	924,37	1.098,84
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	22,80	124,17	146,98	1.231,58	1.276,86
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	0,00	0,27	0,27	69,01	71,76

(Continuación)

Sector industrial	Potencial solar (potencia instalada)				
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW
CNAE 25. Fabricación de productos de caucho, fabricación de productos de materias plásticas	377,25	942,86	1.320,11	4.935,06	5.497,90
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	219,09	129,62	348,71	1.708,99	2.515,19
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	186,82	0,00	186,82	1.332,27	2.101,95
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	872,58	0,00	872,58	2.865,75	3.681,55
CNAE 34,35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	848,09	0,00	848,09	3.009,62	4.248,15
Total sectores analizados	4.815,95	8.812,38	13.628,33	48.344,13	59.616,28
Otros sectores	1.068,16	0,00	1.068,16	3.189,11	8.553,45
Total industria	5.884,11	8.812,38	14.696,49	51.533,24	68.169,73

En cuanto a la distribución geográfica, el potencial de aplicación se concentra en las provincias con mayor presencia del sector industrial y que disponen de un nivel medio o alto de radiación solar: en primer lugar Madrid, Barcelona y Valencia (provincias con un potencial > 4 GW), y en segundo lugar (de 2 a 4 GW cada una): Alicante, Murcia, Sevilla y Málaga. En estas 7 provincias se concentra el 44% del total del potencial de aplicación al nivel nacional.

La fracción solar posible para las demandas de baja y media temperatura varía de 24% (Cantabria) hasta 57% (Ceuta y Melilla), con una media nacional de 36,7%.

Figura 3.2.1 Distribución geográfica del potencial técnico-económico (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío)

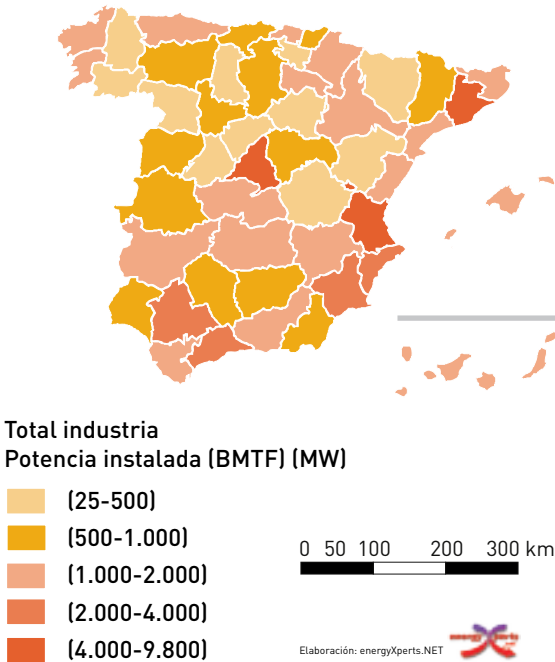


Tabla 3.2.3. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica por provincias. Potencia instalada

Provincia	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Almería	116,19	185,41	301,60	694,45	924,92	13,9	29,0	38,7
Cádiz	159,89	249,75	409,64	1.047,87	1.389,35	12,3	28,1	37,4
Córdoba	110,58	174,07	284,66	701,90	932,05	12,9	28,4	37,8
Granada	113,14	175,31	288,45	765,72	1.013,74	11,8	27,8	36,9
Huelva	74,47	118,79	193,26	445,83	593,75	13,9	29,0	38,7
Jaén	77,58	121,95	199,53	495,41	657,66	12,8	28,4	37,7

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Málaga	231,15	355,23	586,39	1.614,53	2.134,45	11,3	27,6	36,6
Sevilla	330,86	528,10	858,96	1.975,60	2.631,39	14,0	29,0	38,7
Huesca	28,46	43,41	71,87	292,62	384,07	8,9	30,6	40,1
Teruel	14,74	21,83	36,57	160,75	210,98	8,2	30,1	39,4
Zaragoza	137,52	206,37	343,89	1.445,87	1.897,41	8,6	30,4	39,8
Asturias	18,37	7,02	25,38	790,62	1.017,56	1,1	20,4	26,5
Islas Baleares	314,78	175,80	490,58	1.295,29	1.842,97	12,1	26,6	37,1
Las Palmas	151,86	231,03	382,89	890,58	1.201,47	14,8	31,0	41,7
Santa Cruz de Tenerife	132,15	201,04	333,19	774,98	1.045,50	14,8	31,0	41,7
Cantabria	12,30	5,69	18,00	515,94	659,54	1,2	21,4	27,7
Albacete	108,55	264,45	373,00	849,95	1.126,43	18,3	38,5	51,0
Ciudad Real	107,24	252,17	359,42	989,19	1.308,19	14,8	37,0	48,9
Cuenca	38,85	89,19	128,04	370,33	491,77	13,9	36,2	48,1
Guadalajara	54,61	128,20	182,81	506,31	669,73	14,7	36,9	48,8
Toledo	148,28	347,34	495,62	1.378,88	1.824,33	14,6	36,9	48,8
Ávila	19,78	37,60	57,37	181,18	242,48	11,2	31,1	41,6
Burgos	30,22	48,87	79,09	494,10	672,99	5,1	25,7	35,0
León	41,14	66,17	107,31	550,51	747,35	6,4	27,1	36,8
Palencia	11,48	18,64	30,12	187,06	255,13	5,1	25,8	35,2
Salamanca	34,67	56,17	90,84	395,98	535,08	7,8	28,5	38,5

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Segovia	16,44	26,50	42,95	188,78	255,15	7,7	28,5	38,4
Soria	9,50	15,19	24,69	110,08	148,84	7,6	28,4	38,3
Valladolid	45,59	73,84	119,43	707,53	963,96	5,4	26,1	35,5
Zamora	15,95	25,51	41,46	184,87	249,95	7,6	28,4	38,3
Barcelona	634,10	841,40	1.475,50	7.483,67	9.779,34	6,7	27,8	36,3
Girona	79,81	103,56	183,37	851,47	1.113,05	7,5	28,6	37,3
Lleida	46,82	60,69	107,51	493,09	644,60	7,6	28,7	37,5
Tarragona	130,64	204,38	335,02	1.001,39	1.309,96	12,3	32,4	42,2
Alicante/ Alacant	301,91	439,91	741,82	1.964,25	2.584,73	12,4	29,2	38,4
Castellón/ Castelló	115,23	164,32	279,55	834,86	1.093,32	10,8	28,2	37,0
Valencia/ València	445,25	633,62	1.078,87	3.232,97	4.233,97	10,8	28,2	36,9
Badajoz	118,79	331,55	450,34	1.071,67	1.379,85	17,5	38,7	50,0
Cáceres	69,40	192,51	261,91	637,14	820,27	17,1	38,5	49,7
A Coruña	27,61	5,10	32,71	1.065,40	1.354,82	1,0	18,9	24,3
Lugo	17,05	14,84	31,88	293,57	394,70	3,3	22,1	29,7
Ourense	18,69	17,47	36,17	279,85	381,24	4,0	23,0	31,4
Pontevedra	37,19	22,95	60,14	933,87	1.216,98	1,9	20,2	26,5
La Rioja	48,35	76,60	124,96	774,42	1.143,57	7,3	36,4	53,1
Madrid	672,99	865,37	1.538,36	4.513,70	6.038,48	10,1	25,7	34,3

(Continuación)

	Potencial solar (potencia instalada)					Ocupación de superficie disponible		
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío
Provincia	MW	MW	MW	MW	MW	%	%	%
Murcia	292,86	453,60	746,46	1.923,57	2.532,07	13,0	29,9	39,3
Navarra	67,36	93,53	160,90	943,86	1.241,00	6,0	28,5	37,5
Álava	8,59	6,89	15,48	349,14	452,31	1,3	20,2	26,3
Guipúzcoa	14,20	10,24	24,44	720,82	926,70	1,0	19,7	25,5
Vizcaya	22,17	15,99	38,16	1.125,36	1.446,78	1,0	19,7	25,5
Ceuta	4,49	3,70	8,19	18,72	27,63	9,7	19,3	28,5
Melilla	4,26	3,51	7,76	17,74	26,19	9,7	19,3	28,5
Total nacional	5.884,11	8.812,38	14.696,49	51.533,24	68.169,75	9,2	27,7	36,7

Tabla 3.2.4. Potencial técnico-económico de la energía solar térmica por provincias. Generación de calor útil y fracción solar

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Almería	111.040	213.847	324.886	110,1	626.240	43,5	875.245	43,7
Cádiz	152.637	286.671	439.308	96,5	926.674	41,7	1.285.252	41,6
Córdoba	105.611	200.157	305.768	101,0	624.843	42,3	868.905	42,3
Granada	107.962	200.849	308.812	92,2	672.775	41,1	930.690	40,9
Huelva	71.168	137.000	208.167	109,8	401.898	43,4	561.620	43,7

[Continuación]

Provincia	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Jaén	74.085	140.172	214.257	100,2	440.463	42,2	612.201	42,2
Málaga	220.484	406.216	626.700	88,1	1.409.775	40,6	1.945.361	40,3
Sevilla	316.205	609.118	925.323	110,3	1.781.939	43,5	2.490.679	43,7
Huesca	27.078	49.469	76.548	60,4	246.799	31,3	337.637	31,6
Teruel	14.011	24.888	38.899	55,1	134.650	30,7	183.908	30,9
Zaragoza	130.768	235.268	366.035	58,2	1.215.773	31,1	1.662.323	31,3
Asturias	17.499	7.997	25.496	5,7	615.336	31,1	800.658	26,7
Islas Baleares	299.599	197.043	496.643	79,7	1.024.738	48,4	1.534.228	48,7
Las Palmas	144.796	261.550	406.346	114,7	771.103	51,3	1.122.924	49,8
Santa Cruz de Tenerife	126.000	227.598	353.598	114,7	671.005	51,3	977.156	49,8
Cantabria	11.721	6.498	18.219	6,3	402.553	24,3	519.251	22,8
Albacete	104.375	298.583	402.958	117,4	746.620	51,8	1.092.127	49,6
Ciudad Real	102.652	283.810	386.462	94,1	844.906	49,0	1.213.487	46,0
Cuenca	37.167	100.432	137.599	87,6	314.666	47,8	452.232	44,9
Guadalajara	52.269	144.274	196.544	93,3	432.142	48,9	620.463	45,9
Toledo	141.905	390.903	532.808	92,8	1.176.214	48,8	1.688.676	45,8
Ávila	18.854	42.775	61.628	83,4	155.567	40,0	221.768	39,4
Burgos	28.769	54.888	83.656	35,3	401.581	32,2	559.758	31,0
León	39.114	74.926	114.040	45,1	452.346	34,0	636.446	33,0
Palencia	10.930	20.929	31.858	35,6	152.048	32,3	212.169	31,1

(Continuación)

	Potencial solar (generación de calor útil)							
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Salamanca	32.942	63.930	96.873	55,5	329.046	35,8	466.358	35,0
Segovia	15.618	30.169	45.788	55,0	156.755	35,7	222.140	35,0
Soria	9.023	17.288	26.310	54,0	91.297	35,6	129.349	34,8
Valladolid	43.386	83.085	126.470	37,7	576.529	32,6	806.036	31,5
Zamora	15.152	29.032	44.184	54,0	153.318	35,6	217.221	34,8
Barcelona	602.858	958.482	1.561.340	43,6	6.127.032	29,6	8.229.022	30,1
Girona	75.851	118.386	194.237	48,8	701.020	30,5	945.291	31,1
Lleida	44.495	69.404	113.898	49,6	406.310	30,6	548.169	31,2
Tarragona	124.457	232.967	357.424	85,2	859.897	35,4	1.172.010	36,5
Alicante/ Alacant	287.884	497.897	785.781	101,4	1.702.113	40,1	2.337.048	40,9
Castellón/ Castelló	109.763	185.752	295.515	87,4	709.449	38,4	967.914	38,9
Valencia/ València	424.127	716.281	1.140.408	87,0	2.746.234	38,3	3.746.482	38,8
Badajoz	113.987	376.343	490.330	114,2	964.153	51,3	1.354.732	47,7
Cáceres	66.558	218.309	284.868	111,2	570.736	50,9	800.458	47,3
A Coruña	26.304	5.819	32.123	5,0	823.068	31,8	1.055.854	27,2
Lugo	16.235	16.535	32.770	21,3	229.035	36,6	313.904	33,5
Ourense	17.802	19.471	37.272	26,4	218.905	38,1	304.800	35,4
Pontevedra	35.422	25.644	61.066	11,6	724.534	33,7	957.097	29,7
La Rioja	45.923	85.909	131.832	43,3	619.140	43,3	969.506	39,9
Madrid	641.215	980.581	1.621.797	86,4	3.819.288	37,8	5.316.642	38,5

(Continuación)

Potencial solar (generación de calor útil)								
	Baja temp. (CP)	Baja temp. (CTV)	Baja temp.	Fracción solar (ref.: BT)	Baja y media temp.	Fracción solar (ref.: BMT)	Baja y media temp. incl. frío	Fracción solar (ref.: BMTF)
Provincia	MWh	MWh	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Murcia	279.462	512.619	792.081	103,5	1.684.441	43,1	2.331.954	42,3
Navarra	64.006	105.880	169.886	37,7	768.449	32,6	1.050.339	31,1
Álava	8.185	7.853	16.038	8,0	271.976	25,4	355.028	23,7
Guipúzcoa	13.533	11.697	25.229	5,9	560.822	24,9	725.134	23,0
Vizcaya	21.128	18.261	39.388	5,9	875.563	24,9	1.132.089	23,0
Ceuta	4.277	4.041	8.318	114,6	15.430	56,6	24.044	54,9
Melilla	4.054	3.830	7.884	114,6	14.625	56,6	22.789	54,9
Total nacional	5.610.345	10.011.323	15.621.668	67,5	43.361.820	36,7	59.906.573	36,3

3.2.2 Análisis del grado de ocupación de superficie

La Tabla 3.2.5 muestra el grado medio de ocupación de superficies disponibles necesario para realizar el potencial técnico-económico (para BT, BMT y BMTF respectivamente). Se obtiene un grado de ocupación de 56% para los sectores analizados y de 36% para el total de la industria.

Se descompone el potencial total para cada sector en las partes situadas en zonas climáticas donde el factor limitante es la demanda de calor (grupo D), la superficie disponible (grupo S) o un intermedio de ambos (grupo X).

El 75% del potencial (en términos de calor útil generado) está situado en sectores industriales y zonas climáticas donde la superficie disponible es un factor limitante (potencial limitado por superficie: 25% o en régimen intermedio: 50%).

Tabla 3.2.5. Potencial técnico-económico para aplicaciones solares industriales (grado de ocupación de superficie disponible)

	Ocupación de superficie disponible			Potencial solar según factor limitante (BMTF) - potencia		
	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	D	X	S
Sector industrial	%	%	%	MW	MW	MW
CNAE 151. Industria cárnica	29,5	69,0	85,8	0,00	6.558,26	0,00
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	11,9	44,3	56,0	433,79	930,41	0,00
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	36,8	98,9	99,8	0,00	0,00	1.245,12
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	50,1	100,0	100,0	0,00	0,00	802,76
CNAE 155. Industrias lácteas	23,4	71,1	89,7	0,00	1.570,18	2.015,41
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	39,2	99,4	100,0	0,00	0,00	931,63
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	6,7	77,1	89,7	0,00	726,52	857,30
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	19,0	35,3	45,7	2.417,99	0,00	0,00
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	24,0	93,8	95,5	0,00	224,98	777,82
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	16,0	77,2	79,5	0,00	1.438,86	0,00
CNAE 159. Bebidas	5,6	44,7	77,4	674,16	4.575,79	0,00
CNAE 173. Acabado de textiles	30,5	99,2	99,2	0,00	39,56	604,39
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	23,4	51,6	59,3	1.046,46	3.390,16	0,00
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	49,1	100,0	100,0	0,00	0,00	865,97

(Continuación)

	Ocupación de superficie disponible			Potencial solar según factor limitante (BMTF) - potencia		
	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	D	X	S
Sector industrial	%	%	%	MW	MW	MW
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	12,5	72,9	76,5	56,53	1.154,70	0,00
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	46,8	100,0	100,0	0,00	0,00	144,64
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	28,4	99,7	99,7	0,00	0,00	28,86
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	4,0	75,4	96,2	0,00	113,82	1.142,26
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	0,0	70,3	92,5	2,46	0,00	58,28
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	13,9	98,8	100,0	0,00	0,00	904,28
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	7,9	99,9	99,9	0,00	0,00	276,92
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	42,5	100,0	100,0	0,00	0,00	154,32
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	2,5	63,5	74,7	49,10	1.231,23	0,00
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	35,4	83,7	91,6	48,89	677,75	952,50
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	21,8	50,0	58,3	414,52	684,33	0,00
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	9,8	76,0	78,8	0,00	1.276,86	0,00
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	0,3	65,5	68,1	3,49	38,59	29,68

(Continuación)

	Ocupación de superficie disponible			Potencial solar según factor limitante (BMTF) - potencia		
	Baja temp.	Baja y media temp.	Baja y media temp. incl. frío	D	X	S
Sector industrial	%	%	%	MW	MW	MW
CNAE 25. Fabricación de productos de caucho, fabricación de productos de materias plásticas	16,9	56,3	62,5	523,51	4.974,39	0,00
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	8,1	31,1	44,7	1 378,72	1.136,48	0,00
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	2,4	12,0	18,4	2.101,95	0,00	0,00
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	10,7	26,1	32,4	3.681,55	0,00	0,00
CNAE 34,35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	8,3	21,7	29,3	4.248,15	0,00	0,00
Total sectores analizados	14,78	46,16	56,03	17.081,25	30.742,89	11.792,14
Otros sectores	2,5	5,6	13,5	8.553,45	0,00	0,00
Total industria	9,20	27,74	36,70	25.634,70	30.742,89	11.792,14

3.3 ESCENARIOS DE REALIZACIÓN DEL POTENCIAL HASTA EL AÑO 2020

Para elaborar un posible escenario hasta el año 2020 se deberá tener en cuenta que no en todas

las industrias que cumplen los criterios de viabilidad técnico-económica se realizarán realmente las instalaciones, debido a factores como:

- Falta de conocimiento.
- Exigencias mayores en cuanto a rentabilidad económico-financiera.
- Reticencia a realizar inversiones a medio plazo debido a un futuro inseguro de la empresa.
- Preferencia de tecnologías competidoras como la cogeneración.

Teniendo en cuenta estos factores, se estimó el potencial realizable hasta el año 2020, haciendo la siguiente hipótesis:

a) Escenario F (favorable)

Se genera una política de medidas e incentivos suficiente para realizar el 20% del potencial técnico-económico a baja temperatura, el 15% del potencial a media temperatura y el 10% del potencial de generación de frío solar hasta el año 2020.

b) Escenario D (desfavorable)

Se realizará el 10% del potencial técnico-económico a baja temperatura, pero únicamente el 2% del potencial a media temperatura y el 1% del potencial de generación de frío solar hasta el año 2020.

Estos porcentajes se han supuesto ad-hoc, sin que estén justificados a priori por unas previsiones más detalladas sobre el comportamiento de los actores económicos. No obstante, a continuación se

muestra que con estas cantidades se obtiene un escenario realista, coherente con el desarrollo pasado y con las previsiones sobre el desarrollo futuro del sector solar-térmico en España en general.

Los resultados del potencial resultante para cada sector están representados en la Tabla 3.3.1. El potencial total en el escenario F es de 10,1 GW, de los cuales 2,9 GW son a baja temperatura (hasta 60 °C) y 7,2 GW a media temperatura (superior a 60 °C) incluyendo la generación de frío.

El aporte solar medio es de 7,5% de la demanda total de calor a baja y media temperatura (5,4% si se incluye la demanda de frío como base de referencia), llegando a casi un 20% en la industria de bebidas y la industria cárnica.

Según el escenario D se podrán realizar únicamente 1,7 GW, una sexta parte del potencial según escenario F.

Tabla 3.3.1. Potencial para instalaciones solares térmicas industriales según escenarios F (favorable) y D (desfavorable)

	Potencial escenario F				Potencial escenario D			
	Potencia instalada	Superficie apertura	Generac. calor útil	Fracción solar (ref.: BMT)	Potencia instalada	Superficie apertura	Generac. calor útil	Fracción solar (ref.: BMT)
Sector industrial	MW	Miles m ²	MWh	%	MW	Miles m ²	MWh	%
CNAE 151. Industria cárnica	1.024	1.463	950.433	18,37	288	412	292.443	5,65
CNAE 152. Elaboración y conservación de pescados y productos a base de pescado	201	287	156.963	12,65	42	61	36.578	2,95
CNAE 153. Preparación y conservación de frutas y hortalizas	209	299	244.100	6,40	62	88	71.405	1,87
CNAE 154. Fabricación de grasas y aceites (vegetales y animales)	141	201	182.735	5,83	48	69	62.545	1,99
CNAE 155. Industrias lácteas	546	781	520.974	13,47	138	197	140.681	3,64
CNAE 156. Molinería, almidones y productos amiláceos	158	225	185.338	8,56	48	68	57.022	2,63

(Continuación)

	Potencial escenario F				Potencial escenario D			
	Potencia instalada	Superficie apertura	Generac. calor útil	Fracción solar (ref.: BMT)	Potencia instalada	Superficie apertura	Generac. calor útil	Fracción solar (ref.: BMT)
Sector industrial	MW	Miles m ²	MWh	%	MW	Miles m ²	MWh	%
CNAE 157. Productos para la alimentación animal	232	332	212.260	7,85	39	55	36.517	1,35
CNAE 1581, 1582. Pan, galletas y productos de panadería y pastelería	373	534	283.693	9,35	109	155	97.358	3,21
CNAE 1583, 1584. Industria del azúcar, cacao y chocolate	162	232	164.253	7,56	40	57	42.163	1,94
CNAE 1585, 1586, 1587, 1588, 1589. Otros productos alimenticios diversos	227	325	201.468	8,43	50	71	47.357	1,98
CNAE 159. Bebidas	693	990	592.426	19,14	111	158	98.306	3,18
CNAE 173. Acabado de textiles	106	152	114.570	4,40	29	41	31.818	1,22
CNAE 20. Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería	705	1.007	545.414	16,33	197	281	175.733	5,26
CNAE 211. Fabricación de pasta papelera, papel y cartón	151	216	206.951	1,42	51	73	69.932	0,48
CNAE 212. Fabricación de artículos de papel y cartón	188	268	157.762	4,56	38	54	34.856	1,01
CNAE 2411. Fabricación de gases industriales	25	36	33.807	4,50	8	12	10.973	1,46
CNAE 2412. Fabricación de colorantes y pigmentos	5	7	6.142	0,61	1	2	1.529	0,15
CNAE 2413. Fabricación de productos básicos de química inorgánica	177	253	170.926	3,96	26	38	25.473	0,59
CNAE 2414. Fabricación de productos básicos de química orgánica	8	12	8.501	4,86	1	2	1.051	0,60
CNAE 2415. Fabricación de abonos y componentes nitrogenados fertilizantes	141	202	166.101	1,43	28	40	31.939	0,27

(Continuación)

	Potencial escenario F				Potencial escenario D			
	Potencia instalada	Superficie apertura	Generac. calor útil	Fracción solar (ref.: BMT)	Potencia instalada	Superficie apertura	Generac. calor útil	Fracción solar (ref.: BMT)
Sector industrial	MW	Miles m²	MWh	%	MW	Miles m²	MWh	%
CNAE 2416. Fabricación de primeras materias plásticas	43	61	51.738	1,28	7	10	8.688	0,21
CNAE 2417. Fabricación de caucho sintético en forma primaria	26	38	35.620	1,99	8	12	10.892	0,61
CNAE 243. Pinturas, barnices, tintas de imprenta y masillas	184	263	155.875	4,75	27	38	23.090	0,70
CNAE 244. Fabricación de productos farmacéuticos	276	395	280.359	12,50	83	118	89.691	4,00
CNAE 245. Fabricación de artículos de limpieza, abrillantamiento, belleza e higiene	173	247	133.053	11,20	47	67	41.806	3,52
CNAE 246. Fabricación de otros productos químicos	197	281	171.647	5,03	37	53	34.020	1,00
CNAE 247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	11	15	8.814	0,50	1	2	1.186	0,07
CNAE 25. Fabricación de productos de caucho, fabricación de productos de materias plásticas	863	1.232	696.048	11,48	210	300	192.037	3,17
CNAE 285. Tratamiento y revestimiento de metales	354	506	268.208	15,77	70	100	59.173	3,48
CNAE 29. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	286	409	214.154	11,08	49	70	39.633	2,05
CNAE 30, 31, 32, 33, 36, 37. Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos, maquinaria y material eléctrico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, equipos médico-quirúrgicos, relojería, industria manufacturera y reciclaje	555	793	415.158	14,17	135	193	114.452	3,91

(Continuación)

	Potencial escenario F				Potencial escenario D			
	Potencia instalada	Superficie apertura	Generac. calor útil	Fracción solar (ref.: BMT)	Potencia instalada	Superficie apertura	Generac. calor útil	Fracción solar (ref.: BMT)
Sector industrial	MW	Miles m ²	MWh	%	MW	Miles m ²	MWh	%
CNAE 34,35. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros	618	882	460.430	8,33	140	201	117.433	2,13
Total sectores analizados	9.060	12.943	7.995.922	7,24	2.170	3.100	2.097.779	1,90
Otros sectores	1.068	1.526	943.910	12,51	203	290	184.639	2,45
Total industria	10.128	14.469	8.939.832	7,57	2.373	3.390	2.282.417	1,93

Figura 3.3.1 Distribución del potencial de la energía solar térmica por sector industrial (según escenario F)



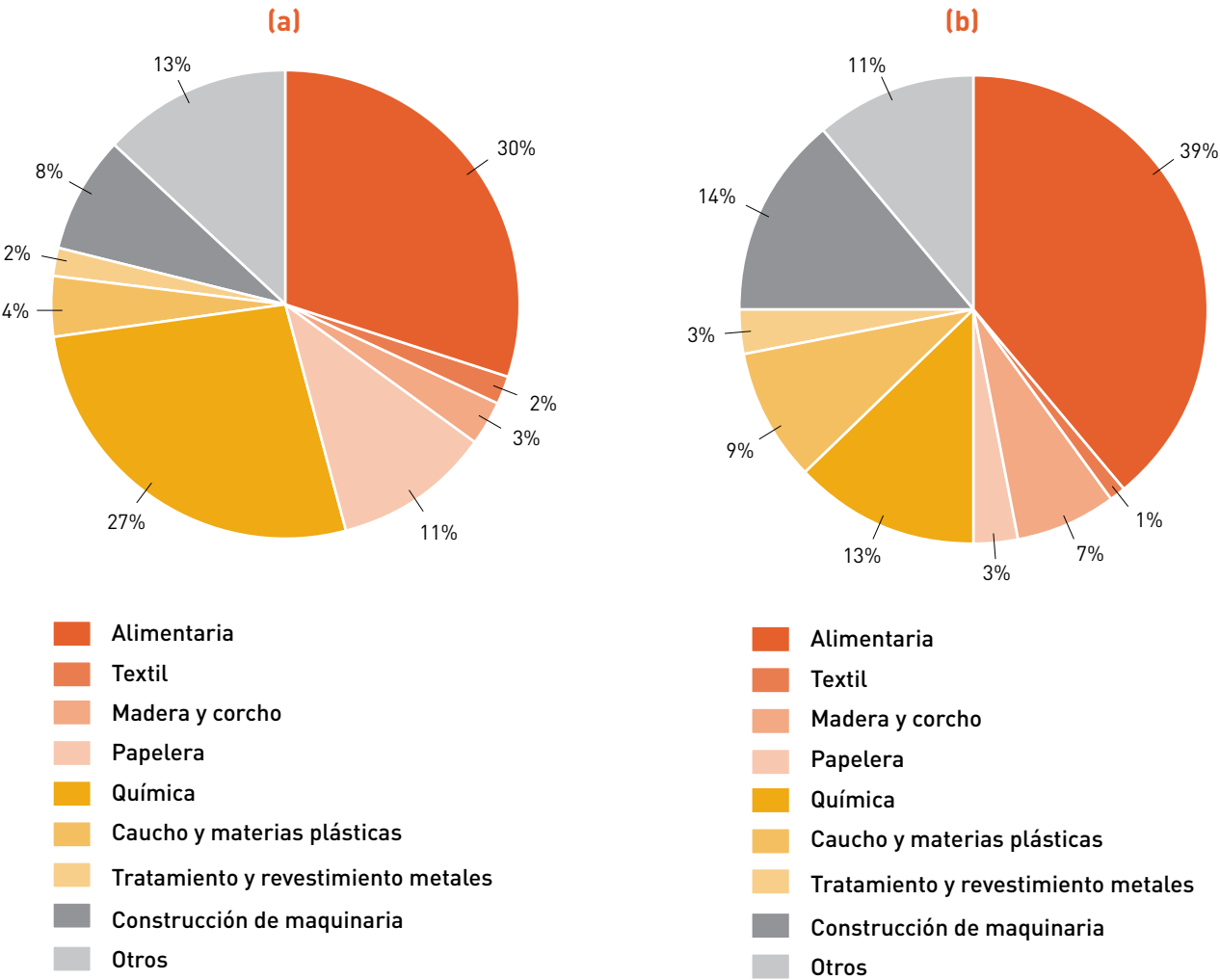
A modo de síntesis se han agrupado los sectores analizados en grupos según las categorías principales de la clasificación CNAE (primeros dos dígitos; Tabla 3.3.2). Se observa que una parte importante del potencial de la energía solar térmica está concentrada en la industria alimentaria (casi un 40%

del total). Otros sectores importantes son la industria de construcción de maquinaria (incluyendo la industria automovilística, códigos CNAE 29-37, con 14,4%), la industria química con 12,5%, la industria del caucho y materias plásticas con 8,5% y la industria de la madera y del corcho con 7,0%.

Tabla 3.3.2 Distribución de la demanda de calor a baja temperatura y del potencial solar según categorías principales de clasificación CNAE

	Demanda de calor BMTF 2020		Potencial solar escenario F			Fracción solar
Sector	MWh	% del total	MWh	MW	% del total (potencia)	%
Alimentaria	51.715.887	31,3	3.694.643	3.967	39,2	7,1
Textil	2.672.125	1,6	114.570	106	1,1	4,3
Madera y corcho	4.220.612	2,6	545.414	705	7,0	12,9
Papelera	18.244.503	11,0	364.713	339	3,3	2,0
Química	43.855.749	26,6	1.222.583	1.267	12,5	2,8
Caucho y materias plásticas	6.991.445	4,2	696.048	863	8,5	10,0
Tratamiento y revestimiento metales	2.631.129	1,6	268.208	354	3,5	10,2
Construcción de maquinaria	13.999.781	8,5	1.089.742	1.459	14,4	7,8
Otros	20.792.911	12,6	943.908	1.068	10,5	4,5
Total industria	165.124.142	100,0	8.939.829	10.128	100,0	5,4

Figura 3.3.2 Distribución de la demanda de calor a baja y media temperatura (a) y del potencial solar (potencia instalada; b) según las categorías principales de la clasificación CNAE



(Continuación)

Figura 3.3.3 Distribución geográfica del potencial de aplicación hasta el año 2020 (escenario F) según provincia (potencia instalada, baja y media temperatura incluyendo frío)

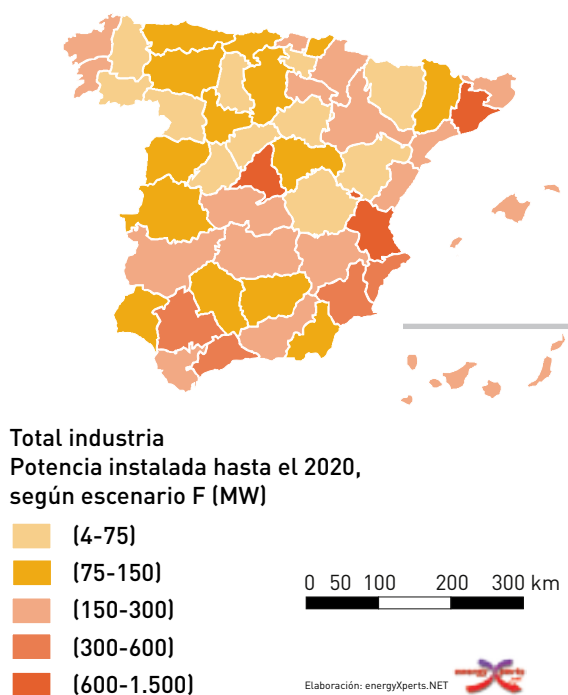


Tabla 3.3.3 Distribución del potencial de aplicación de la energía solar térmica según provincias

Provincia	Potencial escenario F		
	Potencia instalada	Sup. apertura	Generac. calor útil
	MW	Miles m ²	MWh
Almería	142	203	135.081
Cádiz	212	303	196.824
Córdoba	143	204	133.421
Granada	154	220	142.148
Huelva	91	130	86.665
Jaén	101	144	93.956

Provincia	Potencial escenario F		
	Potencia instalada	Sup. apertura	Generac. calor útil
	MW	Miles m ²	MWh
Málaga	323	462	296.360
Sevilla	405	578	384.431
Huesca	57	81	49.931
Teruel	31	44	27.068
Zaragoza	279	399	245.323
Asturias	143	204	112.107
Islas Baleares	274	391	229.492
Las Palmas	184	263	171.165
Santa Cruz de Tenerife	160	229	148.946
Cantabria	93	132	72.964
Albacete	174	248	166.692
Ciudad Real	198	283	182.917
Cuenca	74	106	67.836
Guadalajara	101	145	93.481
Toledo	276	395	254.319
Ávila	36	52	33.037
Burgos	96	137	80.238
León	108	154	91.964
Palencia	36	52	30.412
Salamanca	78	111	67.932
Segovia	37	53	32.341

(Continuación)

Provincia	Potencial escenario F		
	Potencia instalada	Sup. apertura	Generac. calor útil
	MW	Miles m ²	MWh
Soria	22	31	18.815
Valladolid	138	197	115.754
Zamora	36	52	31.597
Barcelona	1.426	2.037	1.207.321
Girona	163	233	139.292
Lleida	94	135	80.827
Tarragona	198	283	178.067
Alicante/ Alacant	394	563	358.099
Castellón/ Castelló	165	236	147.040
Valencia/ València	639	913	568.980
Badajoz	214	306	208.197
Cáceres	127	181	122.826
A Coruña	190	272	148.345
Lugo	56	80	44.481
Ourense	54	77	43.289
Pontevedra	171	245	134.990
La Rioja	159	228	134.499
Madrid	906	1.295	803.718
Murcia	387	552	357.021
Navarra	179	256	151.951

(Continuación)

Provincia	Potencial escenario F		
	Potencia instalada	Sup. apertura	Generac. calor útil
	MW	Miles m ²	MWh
Álava	63	91	49.903
Guipúzcoa	130	186	101.816
Vizcaya	203	290	158.956
Ceuta	4	6	3.592
Melilla	4	6	3.404
Total	10.128	14.469	8.939.829

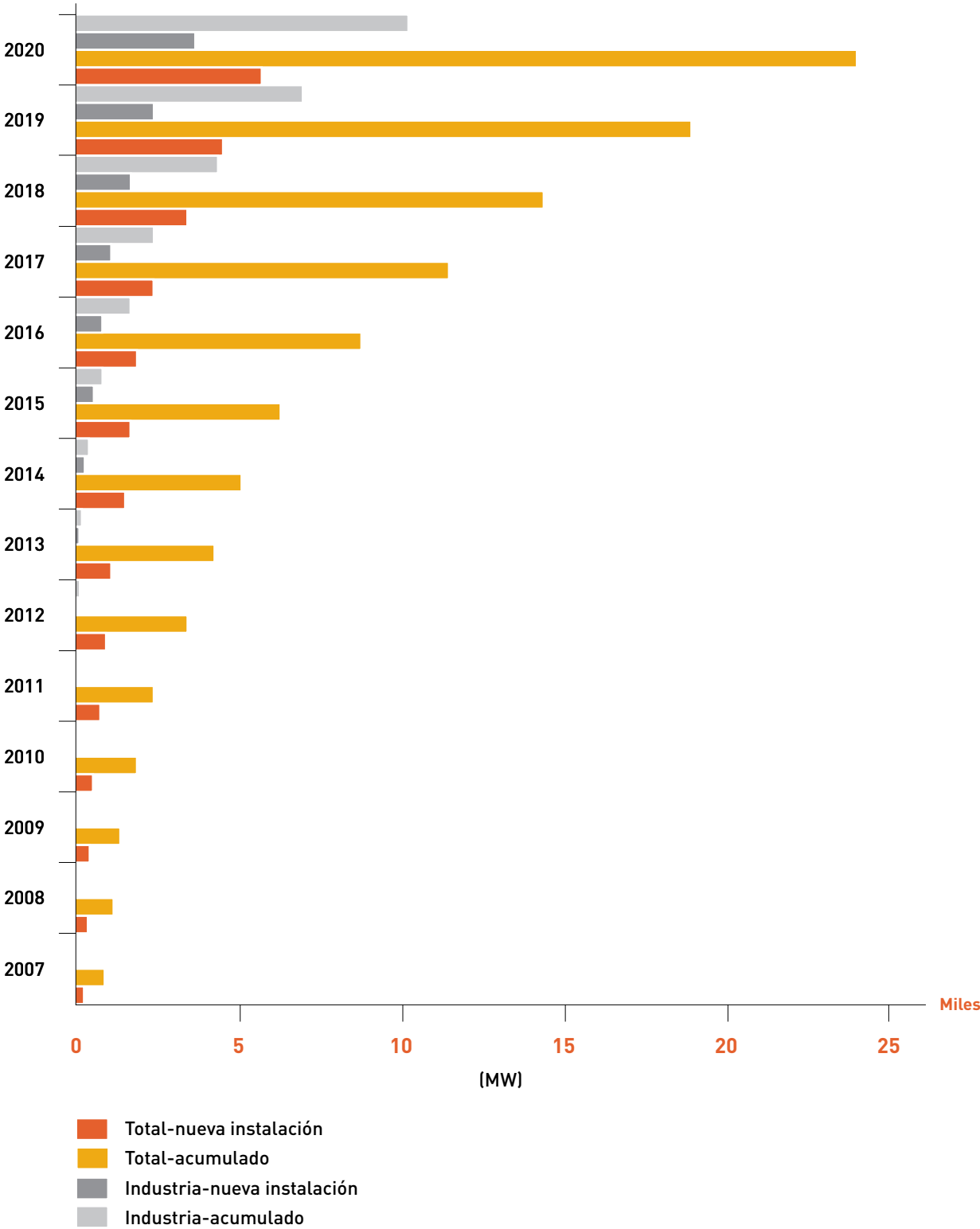
Un posible escenario de cómo podría evolucionar la cantidad de instalaciones dentro de un escenario de crecimiento de la energía solar térmica en general, y con el horizonte del año 2020, se muestra en la Tabla 3.3.4. Para ello se supone:

- Un crecimiento general de la solar térmica de 30% (a modo de comparación, la tasa media de crecimiento del año 2000 al año 2006 fue del 32%; en un estudio reciente para la ESTIF [Weiss y Biermayr: Potential of Solar Thermal in Europe, 2009] se presupone un crecimiento más moderado, del 15 al 26% para España, resultando en una capacidad total instalada de 5 a 15 GW en el año 2020. No obstante, en el documento de Weiss y Biermayr no se justifica en base a qué se han supuesto estas tasas de crecimiento).
- Un aumento gradual del porcentaje de instalaciones industriales, hasta llegar al 60% de las nuevas instalaciones solares térmicas en el año 2020.

Tabla 3.3.4. Posible escenario de la evolución de las instalaciones de energía solar térmica en España y de la contribución de instalaciones industriales según escenario F: tasa de crecimiento general: 30%

	Total		Industria			
	Nueva instalación	Total instalado	Nueva instalación	Nueva instalación	Total instalado	Crecimiento anual
	MW/a	MW	% del total	MW/a	MW	%
2007	185	849	1,0	2	5	-
2008	241	1.090	1,0	2	7	-
2009	313	1.402	1,0	3	11	-
2010	406	1.809	2,0	8	19	-
2011	528	2.337	3,0	16	35	85
2012	687	3.024	5,0	34	69	100
2013	893	3.917	10,0	89	158	130
2014	1.161	5.078	20,0	232	390	147
2015	1.509	6.587	30,0	453	843	116
2016	1.962	8.549	40,0	785	1.628	93
2017	2.550	11.099	45,0	1.148	2.775	71
2018	3.315	14.414	50,0	1.658	4.433	60
2019	4.310	18.725	54,1%	2.332	6.765	53
2020	5.603	24.328	60,0%	3.362	10.127	50

Figura 3.3.4. Posible escenario de la evolución de las instalaciones de energía solar térmica en España y de la contribución de instalaciones industriales según escenario F: tasa de crecimiento general: 30%



ANEXO. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS SIG

GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN FORMATO SIG

Para la elaboración de la información SIG que se presenta como resultado de este estudio se ha empleado ArcGIS Desktop 9.3. Los resultados se presentan a nivel provincial, siendo la cartografía base utilizada la facilitada por el IDAE, perteneciente a la BCN200. Todas las coberturas se basan en el sistema de referencia ETRS89 y su sistema cartográfico de representación es la Proyección Universal Transversa Mercator (UTM) Huso 30, según lo especificado en los requerimientos del estudio.

Los datos contenidos en cada una de las capas constituyen el resultado de las tareas que conforman este estudio, obtenidos mediante cálculos propios según la metodología descrita en el informe final. Dichos resultados, una vez recogidos en multitud de hojas EXCEL, fueron transformados a sus correspondientes coberturas vectoriales, en formato shape de ESRI™. Posteriormente todos aquellos shapes que describían un mismo sector industrial fueron agrupados en una geodatabase de ficheros, facilitando así la coherencia y su consulta.

ESTRUCTURA

Como se ha mencionado, los resultados se presentan en formato geodatabase de ficheros, un formato nativo de ArcGIS. Se han generado 140 coberturas vectoriales agrupadas en 35 geodatabases. De estas 35 geodatabases, 32 se han denominado de acuerdo al sector o sectores industriales (por ejemplo, CNAE151 o CNAE1581_82) mientras que las tres restantes representan los valores totales de los sectores estudiados, de otros sectores y, por último, los totales para toda la industria; denominados TOTAL_SECTORES, OTROS_SECTORES y TOTAL_INDUSTRIA.

A su vez, cada una de estas 35 geodatabases está compuesta por 4 feature class en base provincial, que han sido nombradas según sigue:

- CNAEXXX_DatosBaseIndustria.
- CNAEXXX_PotInstalada.
- CNAEXXX_GeneracionCalorUtil.
- CNAEXXX_GeneracionEspecificaCalor.

Donde XXX será sustituido por el número del sector industrial que corresponda. A continuación se describe de forma más detallada la información contenida en cada una de estas *feature class*.

a) **DatosBaseIndustria**: recoge los datos resultantes de la Tarea 1. Los campos que describen cada una de las entidades que forman parte de esta capa se detallan en la siguiente tabla:

Nombre del campo	Descripción	Unidades
C_COMB	Consumo de combustible (PCI)	MWh
C_ELEC	Consumo de electricidad	MWh
C_ELE_C	Consumo de electricidad para conversión en calor	MWh
C_ELE_F	Consumo de electricidad para conversión en frío	MWh
C_EP	Consumo de energía primaria para usos térmicos	MWh
FACT	Facturación	Miles de €
SUP_TOTAL	Superficie total tejado útil (sin sombras ni obstáculos) más superficie adyacente	m ²
N_TRAB	Número de trabajadores total sector	
N_LOC	Número de locales	

Datos según resultados de Tarea 1, correspondientes al año 2007.

b) **PotInstalada**: recoge los resultados de la Tarea 3 relativos al potencial de superficie instalada. Incluye los siguientes campos:

Nombre del campo	Descripción	Unidades
BT_CP	Potencia instalada para baja temperatura de captadores planos	MW
BT_CTV	Potencia instalada para baja temperatura de captadores de tubo de vacío	MW
BT_TOTAL	Potencia total instalada para baja temperatura	MW
BMT	Potencia total instalada para baja y media temperatura	MW
BMTF	Potencia total instalada para baja y media temperatura, incluido frío	MW
SUP_BT	Ocupación de superficie disponible para baja temperatura	%
SUP_BMT	Ocupación de superficie disponible para baja y media temperatura	%
SUP_BMTF	Ocupación de superficie disponible para baja y media temperatura, incluido frío	%
ECO	Potencia instalada hasta el año 2020 (escenario F)	MW
SUP_APERT	Superficie de apertura correspondiente al potencial según escenario F (parámetro ECO)	Miles de m ²

Los resultados corresponden al potencial técnico-económico (excepto parámetros ECO/SUP_APERT: potencial de implementación hasta el año 2020 según escenario F).

c) **GeneracionCalorUtil**: representa los resultados de la Tarea 3 relativos al potencial de generación de calor útil. Incluye los campos descritos en la siguiente tabla:

Nombre del campo	Descripción	Unidades
BT_CP	Generación de calor a baja temperatura con captadores planos	MWh
BT_CTV	Generación de calor a baja temperatura con captadores de tubo de vacío	MWh
BT_TOTAL	Generación total de calor a baja temperatura	MWh
FRACS_BT	Fracción solar (generación total de calor a baja temperatura, tomando como referencia la demanda de calor a baja temperatura)	%
BMT	Generación total de calor a baja y media temperatura	MWh
FRACS_BMT	Fracción solar (generación total de calor a baja y media temperatura, tomando como referencia la demanda de calor a baja y media temperatura)	%
BMTF	Generación total de calor a baja y media temperatura, incluida generación de frío	MWh

(Continuación)

Nombre del campo	Descripción	Unidades
FRACS_BMTF	Fracción solar (generación total de calor a baja y media temperatura, incluido calor equivalente para la generación de frío, tomando como referencia la demanda de calor a baja y media temperatura, incluido calor equivalente para la generación de frío)	%
ECO	Generación de calor útil (escenario F)	MWh

(Continuación)

Nombre del campo	Descripción	Unidades
BMTF	Generación específica de calor a baja y media temperatura incluido frío con captadores de tubo de vacío	kWh/kW

Los resultados corresponden al potencial técnico-económico.

Los resultados corresponden al potencial técnico-económico (excepto parámetro ECO: potencial de implementación hasta el año 2020 según escenario F).

d) **Generación Específica Calor**: representa los resultados de la Tarea 3 relativos al potencial de generación específica de calor. Incluye los siguientes campos:

Nombre del campo	Descripción	Unidades
BT_CP	Generación específica de calor a baja temperatura con captadores planos	kWh/kW
BT_CTV	Generación específica de calor a baja temperatura con captadores de tubo de vacío	kWh/kW
BMT	Generación específica de calor a baja y media temperatura con captadores de tubo de vacío	kWh/kW

www.idae.es

IDAE: Calle Madera 8, 28004, Madrid, Tel.: 91 456 49 00, Fax: 91 523 04 14
mail: comunicacion@idae.es

