

~ Proyecto ~



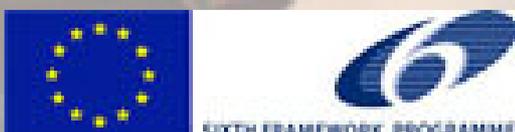
# La Energía Solar Térmica

---

En CHILE

---

Proyecto financiado por



El proyecto TECH4CDM, desarrollado a lo largo de los años 2008 y 2009 y financiado por la Unión Europea dentro del Sexto Programa Marco de I+D, tiene como objetivo la promoción de tecnologías de energías renovables y de eficiencia energética prestando especial atención a la superación de barreras de carácter tecnológico y analizando cómo los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto pueden favorecer los proyectos basados en las tecnologías eólica, cogeneración, solar térmica y electrificación rural con energías renovables.

En su ejecución participan tanto instituciones europeas como de América Latina y está coordinado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) de España. Los socios tecnológicos que participan en el proyecto son: la Asociación de la Industria Fotovoltaica Europea (EPIA), la Asociación Empresarial Eólica (AEE), la Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT). En el caso de la cogeneración se cuenta con la participación de COGEN España y para la parte referente a los MDL con la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

Los cinco países donde se realizan las actividades del proyecto son Argentina, Chile, Ecuador, México y Perú y en cada uno de ellos se ha trabajado con socios locales, asegurando de esta forma un mayor aprovechamiento de los esfuerzos compartidos. Las entidades participantes son la Secretaría de Energía y la Unión Industrial Argentina, la Comisión Nacional de Energía (CNE) de Chile, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) de Ecuador, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de México y el Centro de Conservación de Energía y del Ambiente (CENERGIA) de Perú.

Entre las actividades a realizar en el proyecto, está la realización de una serie de estudios sobre la situación de estas tecnologías en cada uno de los países. Este documento resume los aspectos más importantes.

Más información en [www.tech4cdm.com](http://www.tech4cdm.com)

# Contenido

1.	CHILE .....	4
2.	CONTEXTO ENERGÉTICO CHILENO .....	5
3.	ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	17
4.	RESULTADOS .....	31
5.	REFERENCIAS .....	34

## 1. CHILE

La siguiente tabla muestra los datos más del país:

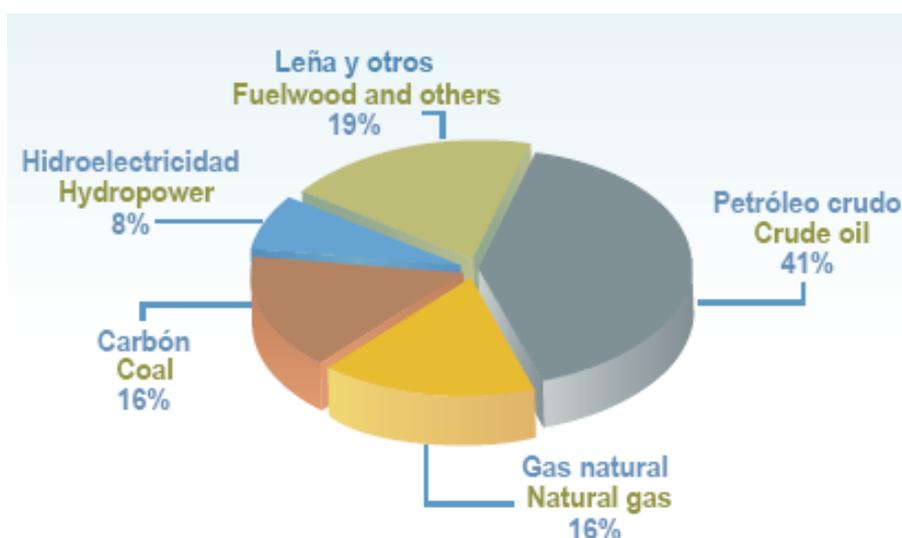
CHILE	2000	2005	2007	2008
<b>General Data</b>				
Población, (millones)	15,41	16,30	16,59	16,76
Crecimiento de población (anual %)	1,2	1,1	1,0	1,0
Superficie del país(miles de km <sup>2</sup> )	756,6	756,6	756,6	756,6
<b>Energía y Medioambiente</b>				
Uso de energía (kg equivalentes de petróleo per capita)	1.684	1.813	..	..
Emisiones de CO2 (toneladas métricas per capita)	3,9	4,1	..	..
Consumo de energía eléctrica (kWh per capita)	2.488	3.074	..	..
<b>Economía</b>				
PIB (billones de US\$ corrientes)	75,21	118,25	163,88	169,46
Agricultura, valor añadido (% del PIB)	6	4	4	..
Industria, valor añadido (% del PIB)	38	42	47	..
Servicios, etc., valor añadido (% del PIB)	55	54	49	..
Crecimiento anual del PIB (%)	4,5	5,6	4,7	3,2
Inflación, deflactor del PIB (% anual)	4,6	7,6	5,1	0,2
Exportación de bienes y servicios (% del PIB)	32	41	47	..
Importación de bienes y servicios (% del PIB)	30	33	33	..
Inversiones extranjeras directas, flujos netos (US\$ corrientes) (millones)	4.860	6.984	14.457	..

Información sobre Chile (Fuente: Banco Mundial).

## 2. CONTEXTO ENERGÉTICO CHILENO

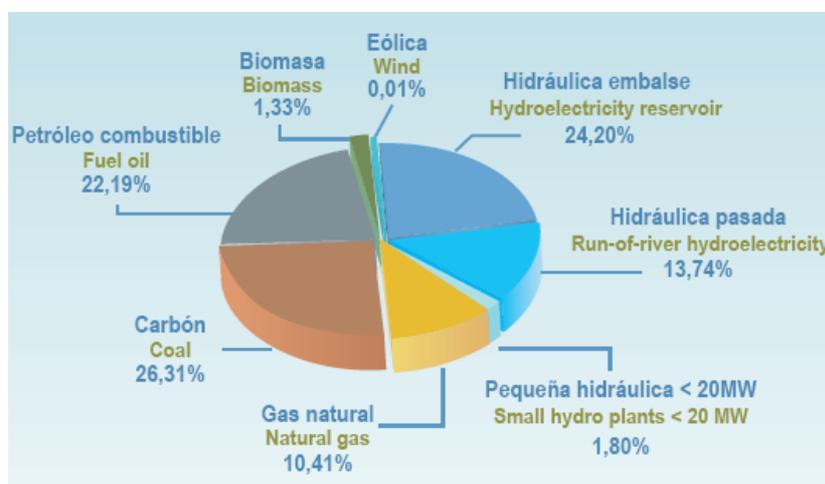
Aunque la contribución de las energías renovables no convencionales (ERNC) en la matriz energética chilena es pequeña, empieza ya a ser significativa. En efecto, en cuatro años el país ha pasado de tener una potencia instalada para la generación de energía eléctrica de 286 MW a 600 MW.

Pero como se muestra en las siguientes figuras el país tiene una alta dependencia de las energías fósiles. Alrededor del 73 % de la energía primaria generada en 2007 pertenecía a fuentes de energía fósiles (petróleo, gas natural y carbón). Además de estas fuentes de origen fósil, la energía hidroeléctrica y la leña, entre otras, contribuyeron a que la oferta energética del país alcanzase los 301.381 GWh.



Oferta de energía primaria, año 2007 (Fuente: CNE)

La generación de energía eléctrica para ese mismo año fue de 55.914 GWh: 38% proveniente de plantas hidroeléctricas, 10% de gas natural, 26% de carbón, 22% de petróleo combustible y un 3,1% de ERNC (pequeña hidráulica, biomasa y eólica):



Generación de energía eléctrica, año 2007 (Fuente: CNE)

## Agentes relevantes del sector energético chileno

### Comisión Nacional de Energía (CNE)

La Comisión Nacional de Energía (CNE) es un organismo público y descentralizado, cuya función principal es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas necesarias para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético del país, además de velar por el cumplimiento de todas las materias relacionadas con la energía, tanto en su producción y uso como en la promoción del uso eficiente de ésta.

### Ministerio de Minería

Posee competencias en la definición de políticas, planes y normas en materia de hidrocarburos, energía nuclear y geotermia.

### Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción

En materia eléctrica, dicta los decretos de precios de los servicios, otorga concesiones, determina los sistemas de transporte de la energía y racionamientos, entre otras materias.

### **Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)**

Es un servicio público descentralizado cuya función es fiscalizar y supervigilar el cumplimiento de las normas legales, reglamentarias y técnicas sobre combustibles líquidos, gas y electricidad. Está sometido a la supervigilancia del Ministerio de Economía.

### **Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT)**

La CDT es una Corporación de derecho privado creada por la Cámara Chilena de la Construcción en 1989, cuya misión actual es promover la innovación y desarrollo tecnológico de las empresas del sector construcción mediante cuatro áreas de desarrollo o servicio: Difusión Tecnológica, Estudios Sectoriales, Coordinación de Grupos de Interés Tecnológico y Transferencia Tecnológica.

## **Política energética chilena**

Los principales objetivos gobierno chileno en materia energética son:

- Seguridad: Disponer de la energía necesaria de forma oportuna y asequible.
- Eficiencia: Obtener energía al mínimo costo posible y usarla racionalmente.
- Sostenibilidad: Asegurar que fuentes y usos sean sostenibles en el tiempo (en particular, en relación con el medioambiente).
- Equidad: Garantizar a todos los sectores (sociales y geográficos) el acceso a la energía.

Para alcanzar estos objetivos, el gobierno ha formulado las principales líneas estratégicas a seguir en materia de política energética, las cuales se describen a continuación:

### **Fortalecimiento institucional**

El diseño de un marco institucional adecuado es esencial para la correcta implementación de la política energética. Con el fin de mejorar la actual estructura institucional chilena se están llevando a cabo diferentes acciones, como son el proyecto de Ley de Creación del Ministerio de Energía, el reforzamiento de la capacidad de gestión de las diferentes organizaciones del sector a través de ajustes organizacionales y presupuestarios, además de desarrollar estructuras complementarias como son la futura Agencia Chilena de Eficiencia Energética y el Centro de Energías Renovables. Así mismo, el fortalecimiento de las relaciones internacionales con los principales organismos internacionales del sector energético es otra de las acciones emprendidas.

### **Promoción y Fomento de la Eficiencia Energética**

Se hace indispensable en Chile consolidar el uso eficiente de la energía como un objetivo estratégico del desarrollo sostenible, como modo de hacer frente al desafío de mantener la demanda en el mínimo necesario. Las líneas de acción definidas para promover el uso eficiente de la energía son cuatro:

- Establecer las bases institucionales para la eficiencia energética.
- Desarrollar el conocimiento adecuado para la toma de decisiones.
- Fomentar la eficiencia energética en todos los sectores.
- Regular los mercados, en particular el eléctrico, para incentivar la eficiencia.

La base institucional para la implementación de todas las acciones de eficiencia energética ha sido el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), cuya misión es consolidar el uso eficiente como una fuente de energía, contribuyendo así al desarrollo energético sostenible de Chile. Este programa, creado en el año 2005 al alero del Ministerio de Economía, comenzó su incorporación a la Comisión Nacional

de Energía en el año 2007 y se incorporó plenamente el 2008 con un fuerte aumento presupuestario que continuará el 2009.

### **Optimización de la Matriz Energética**

La optimización de la matriz energética del país, se basa principalmente en las siguientes tres acciones: apoyo a la concreción de inversiones competitivas, fomento de la generación eléctrica con energías renovables no convencionales (ERNC) a través del perfeccionamiento del marco regulatorio, instrumentos de apoyo directo a iniciativas de inversión en ERNC o suministrando información del sector para la inversión; y apertura a la integración energética internacional.

### **Compatibilización con Desarrollo Sostenible**

La evolución actual del desarrollo energético chileno tiende en buena medida a un desarrollo sostenible. Prueba de ello son los esfuerzos que se están llevando a cabo en materia de eficiencia energética, los cuales persiguen la reducción del consumo energético del país; además de la incorporación significativa de energías basadas en recursos naturales renovables y de menos impacto (biocombustibles, solar térmica, ERNC).

### **Apoyo a la Equidad de Uso**

La equidad energética es un pilar fundamental para la equidad social, permitiendo que sectores de menores ingresos o más aislados dispongan, a un costo asequible, de servicios que permiten mejorar la calidad de vida y aprovechar oportunidades económicas. En este sentido el sector rural es uno de los sectores más desfavorecidos y es por ello que desde 1994 viene funcionando el Programa Nacional de Electrificación Rural (PER). Dentro de este programa se está apoyando el uso de las ERNC, de forma que se aprovechen los recursos naturales propios de cada región.

### Preparación para Contingencias

Las contingencias representan un problema de seguridad importante para el país. Aún cuando se avance hacia un desarrollo adecuado de largo plazo, siempre es posible encontrarse con situaciones imprevistas, por lo que se requiere estar preparados para minimizar los impactos de éstas.

### Acciones y programas en el sector de las energías renovables y la eficiencia energética

#### 1. Energías Renovables

La implementación de medidas de apoyo a las ERNC en Chile es algo reciente y data del año 2004. Fundamentalmente son dos, las líneas de acción que el gobierno chileno está llevando a cabo: perfeccionamiento del marco regulatorio del mercado eléctrico e introducción de instrumentos de apoyo directos a iniciativas de inversión de proyectos de ERNC.

Es fundamental que el marco regulatorio que rige el mercado eléctrico tenga en cuenta las particularidades que presentan las ERNC con el fin de que su participación en el mercado eléctrico aumente. El primer cambio que se produjo en la legislación eléctrica fue la modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE) a través de la Ley Corta I y Ley Corta II en 2004 y 2005 respectivamente, hasta llegar en 2008 a la publicación de la Ley 20.257, también llamada Ley de Energías Renovables No Convencionales.

Respecto a la segunda línea de acción, también desde el año 2004 se ha implementado diversas líneas de acción que contemplan instrumentos de fomento a la inversión privada e instrumentos de generación de información pública que orienten y faciliten las decisiones de inversión en materia de proyectos.

Además de estas dos líneas de acción, también se está trabajando en la creación de un Centro de Energías Renovables que tendrá por principal objetivo servir de “antena” tecnológica que permita aprovechar el desarrollo tecnológico mundial.

Por último, en el sector de la electrificación rural destaca el proyecto de “Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”, cuyo objetivo es eliminar las barreras existentes a la incorporación de las ERNC en la electrificación rural en Chile.

## 2. Eficiencia Energética

Como se ha comentado en el punto anterior, el uso eficiente de la energía es un punto estratégico en la política energética chilena. La creación, en 2005, del PPEE y los proyectos que bajo el paraguas de este programa se están llevando a cabo, así lo demuestran. Brevemente se describen los proyectos más destacados en los diferentes sectores:

### Política de eficiencia energética

Las acciones que se están llevando a cabo en esta área, pretenden desarrollar los lineamientos estratégicos de mediano y largo plazo que son necesarios para que la eficiencia energética se convierta en un pilar dentro de las políticas energéticas nacionales:

- Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020.
- Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile.
- Estudio de usos finales de la energía.
- Evaluación de políticas y programas de Eficiencia Energética.
- Coordinación y propuesta de diseño institucional para la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

### Alumbrado Público

El objetivo de los programas sobre alumbrado público es mejorar la eficiencia energética de estas instalaciones, a través de incentivos que permitan a los municipios incorporar nuevas tecnologías a sus sistemas de alumbrado público y proyectos de asistencia técnica a lo largo de todo el país.

### Vive con buena energía

Vive con buena energía es la iniciativa que busca implementar conceptos de Eficiencia Energética en los hogares con el objetivo de reducir al mínimo los gastos de energía, mejorar la habitabilidad y el confort de la vivienda. Alguno de los proyectos que se están ejecutando en este campo son:

- Proyecto Asignación de Subsidios e Inicio de Obras de Reacondicionamiento Térmico en Viviendas que benefician a la población perteneciente a los segmentos de mayor vulnerabilidad.
- Piloto de Mejoramiento Térmico para 400 viviendas sociales.
- Certificación Energética de Viviendas.
- Concurso de Diseño de Vivienda Social y Eficiencia Energética.
- Guía de diseño para la Eficiencia Energética en la vivienda social.

### Edificios Públicos

Bajo la iniciativa de edificios públicos se llevan a cabo proyectos que buscan integrar el uso eficiente de la energía en las edificaciones públicas, a través de la conformación de grupos de trabajo intersectorial, orientados a dar apoyo técnico a las instituciones públicas desarrollando estándares para el diseño, construcción y operación de sus edificaciones. Paralelamente, se realizan diagnósticos energéticos que dan cuenta del potencial de ahorro de los diversos edificios además de proponer medidas de implementación para cada edificación particular.

### Etiquetado de Eficiencia Energética en Artefactos Eléctricos

Se está trabajando con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles para desarrollar y mantener un sistema de etiquetado de eficiencia energética para artefactos domésticos.

### Transporta con buena energía

El objetivo principal de los proyectos que se desarrollan bajo esta iniciativa es la modernización del parque de camiones, asistir técnicamente a las empresas de transporte de carga, además de contribuir a la educación de los conductores.

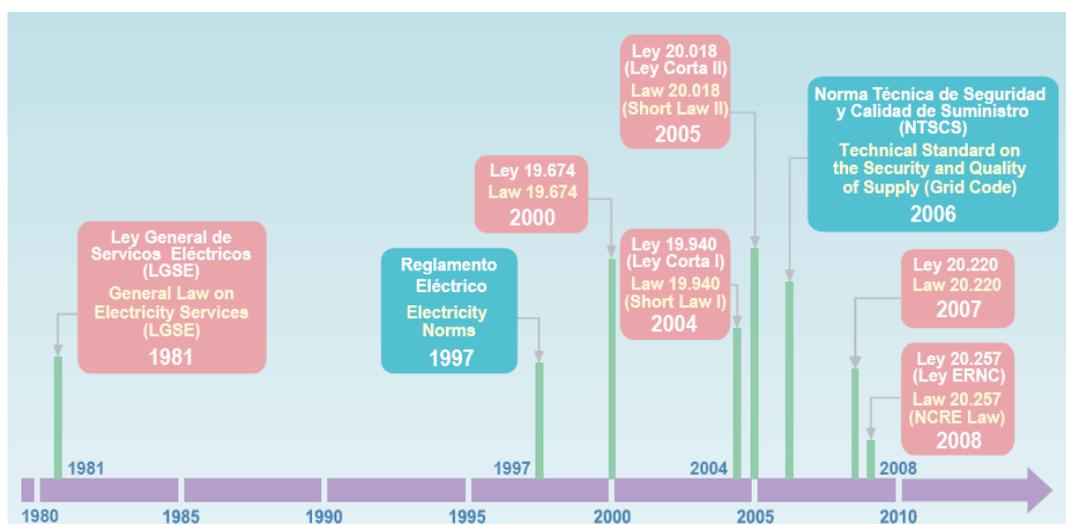
### Marco regulatorio y legislativo

#### Sistema eléctrico:

El sistema eléctrico chileno se caracteriza por ser un sistema en el que las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad dependen de las empresas privadas. El Estado ejerce funciones de regulación, fiscalización y orientación de inversiones en generación y transmisión, esencialmente a través de la CNE y la SEC.

Existen en Chile cuatro sistemas eléctricos independientes: el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), el Sistema Interconectado Central (SIC), el Sistema de Aysén y el Sistema de Magallanes.

Hasta el año 2004 no se realizó una distinción en la legislación del sector eléctrico chileno para las ERNC. La figura siguiente muestra la evolución de la legislación del sector eléctrico relacionada con el uso ERNC para la producción de energía eléctrica:



Evolución legislativa del sector eléctrico (Fuente: CNE y GTZ).

- **Decreto con Fuerza de Ley No 4, Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE)**

El cuerpo legal que regula la actividad del sector eléctrico es actualmente el Decreto con Fuerza Ley (DFL) No 4 promulgado en 2006. Esta Ley tiene su origen en el DFL No 1 el cual fue modificado en el año 2004 y posteriormente en el año 2005 con la promulgación de las Leyes 19.940 y 20.018, denominadas también, Ley Corta I y Ley Corta II respectivamente.

El DFL No 4 regula la producción, transporte, distribución, concesiones y tarifas de energía eléctrica. Este cuerpo legal incluye el régimen de concesiones, servidumbres, precios, condiciones de calidad y seguridad de instalaciones, maquinarias e instrumentos y las relaciones de las empresas con el Estado y los particulares.

- **Ley 19.940 (Ley Corta I)**

Fue promulgada por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción y fue publicada en el Diario Oficial del 13 de marzo de 2004.

Los objetivos centrales de la Ley Corta I, de marzo de 2004, están orientados a garantizar a los consumidores mayores niveles de seguridad y calidad de suministro a precios razonables y dotar al sector eléctrico de un marco reglamentario moderno y eficiente que otorgue la certidumbre y estabilidad necesaria en las reglas del juego a un sector estratégico para el desarrollo del país.

Además se mejoran considerablemente las condiciones para el desarrollo de proyectos de pequeñas centrales de energía no convencional, principalmente energías renovables, por medio de la apertura de los mercados eléctricos a este tipo de centrales, del establecimiento del derecho a evacuar su energía a través de los sistemas de distribución y de la posible exención del pago de peajes por el uso del sistema de transmisión troncal.

- **Ley 20.018 (Ley Corta II)**

La Ley corta II, de mayo de 2005, surge debido a la incertidumbre respecto a la disponibilidad del gas natural argentino, lo que dificultaría estimar niveles de precios futuros y niveles de ingresos por ventas de energía.

- **Ley 20.257 (Ley ERNC)**

La Ley 20.257 fue promulgada el 1 de abril de 2008 y modifica la LGSE respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de ERNC.

En ella se establece que las empresas eléctricas que comercializan energía en los sistemas eléctricos con capacidad instalada superior a 200 MW están obligadas a acreditar anualmente, que un porcentaje del total de la energía que comercializan haya sido inyectada a los sistemas eléctricos por medios de generación renovables no convencionales, sean estos propios o contratados. Este porcentaje es un 5% durante los años 2010 y 2014. A partir del 2015 la obligación se incrementa gradualmente, en 0,5% anual, hasta llegar al 10% en el año 2024.

- **Ley 20.220 Para Resguardar la Seguridad del Suministro a los Clientes Regulados y la Suficiencia de los Sistemas Eléctricos**

Promulgada el 14 de septiembre de 2007, modifica la LGSE respecto del resguardo de la seguridad de suministro a los clientes regulados y la suficiencia de los sistemas eléctricos. Considera situaciones de juicios por término de contratos y quiebra de empresas.

### **Cogeneración**

Las instalaciones de cogeneración vienen reguladas por las leyes que se acaban de exponer y el Reglamento Eléctrico de 1997. Respecto a este tipo de instalaciones y en su calidad de generador, es decir, cuando entrega los excedentes de energía al sistema, el Reglamento no los diferencia de los generadores convencionales.

Además, los cogeneradores podrán integrar un Centro de Despacho Económico de Carga (DEC), y en consecuencia comercializar su energía, sólo si poseen una capacidad instalada de generación superior a 9 MW. Esto restringe la entrada de estos actores al sistema ya que la gran mayoría de los potenciales cogeneradores se ubican en el rango de 0,1 - 5 MW.

### **Geotermia:**

Esta energía viene regulada por la Ley de Concesiones Geotérmicas (Ley 19.657 del 2000) y una posterior modificación. La Ley de Concesiones Geotérmicas establece que la energía geotérmica es un bien del Estado susceptible de explorarse y explotarse por medio de una concesión administrativa.

### **Solar térmica de baja temperatura:**

- **Ley 20.365 que “Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos**

El objetivo de esta Ley es crear las condiciones necesarias para el desarrollo del mercado de los sistemas solares térmicos para el agua caliente sanitaria (ACS) en viviendas de nueva construcción, mediante un instrumento de subsidio fiscal.

### 3. ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

#### La energía solar térmica en el mundo y Europa

El aprovechamiento de la energía del sol, puede conseguirse de dos maneras: sin mediación de elementos mecánicos; es decir, de forma pasiva, o con mediación de elementos mecánicos; es decir, de forma activa.

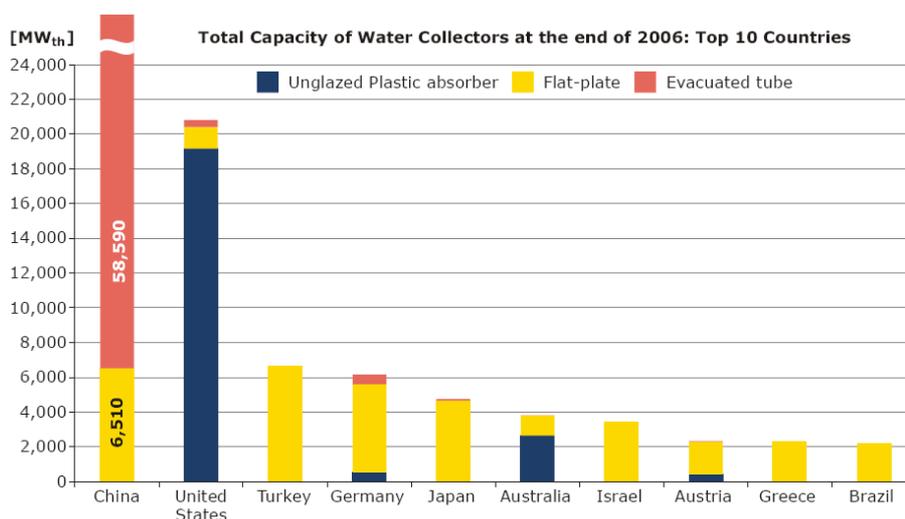
La energía solar activa, a su vez, puede ser de baja temperatura, media temperatura y alta temperatura, según la captación sea directa, de bajo índice de concentración o de alto índice de concentración.

Las aplicaciones de baja temperatura, realizadas con colectores planos vidriados, los conocidos como paneles solares, son las más extendidas comercialmente. Sus aplicaciones de más interés son:

- **En edificios.** Para conseguir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas y calefacción.
- **En instalaciones industriales.** También para la preparación de agua caliente sanitaria y parcelación de agua para procesos.
- **En instalaciones agropecuarias.** Para la calefacción de los invernaderos, agua caliente de las piscifactorías, etc.
- **Refrigeración Solar.** En emplazamientos con necesidades de agua fría o refrigeración, mediante el aprovechamiento de calor en un proceso de absorción.

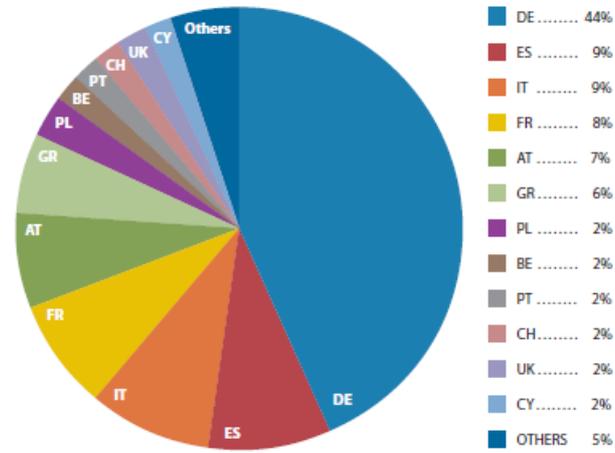
A nivel mundial, se calcula que, en 2006, la potencia de las instalaciones de energía solar térmica de baja temperatura alcanzó unos 127,8 GW los cuales correspondían a 128,5 millones m<sup>2</sup> de superficie de captadores. Los captadores planos y los tubos de vacío son las tecnologías más extendidas, con 102,1 GW de la potencia total instalada. Tan sólo 24,5 GW corresponden a colectores de plástico y 1,2 GW son

colectores de aire. Las principales aplicaciones de los captadores planos y los tubos de vacío son para ACS y calefacción. Esta tecnología se utiliza fundamentalmente en China, Europa, Australia y Nueva Zelanda. Los colectores de plástico, cuyo uso más extensivo se da en EEUU y Canadá, sirven para el calentamiento de piscinas. Si comparamos el uso de esta tecnología según países, China es el país que cuenta con la mayor potencia instalada (64% del total) y además con mucha diferencia respecto al resto de países:



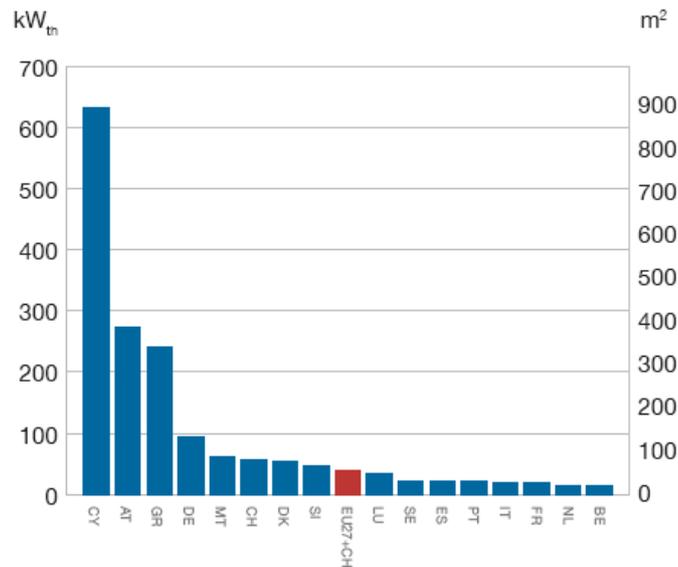
Capacidad mundial instalada 10 países principales de sistemas solares térmicos de baja temperatura (Fuente: ESTIF).

En 2008 el mercado total europeo alcanzó una potencia instalada de 19 GW, los cuales corresponden a 27 millones de m<sup>2</sup>. Alemania, con 2,1 millones de m<sup>2</sup>, es el país que más colectores ha instalado durante el 2008, seguido de España, Italia y Francia:



Distribución del mercado europeo, 2008 (Fuente: ESTIF).

Si bien es cierto que Alemania, con un 44% del total, es el país que tiene una mayor cantidad de sistemas, es Chipre el país que tiene una mayor penetración de mercado (total capacidad en operación por cada 1000 habitantes), seguido de Austria y Grecia:



Capacidad de energía solar térmica en operación por cada 1000 habitantes, 2008 (Fuente: ESTIF).

Europa es uno de los mercados más sofisticados usando las diferentes aplicaciones térmicas de estos sistemas. Existen aplicaciones para ACS, calefacción de viviendas individuales, multifamiliares y hoteles, district heating, además de aplicaciones industriales y frío solar.

Los incentivos más comunes que adoptan los diferentes países europeos para apoyar el uso de esta tecnología son subvenciones, como es el caso de Alemania, o créditos fiscales, los cuales se aplican en países como Francia e Italia. En algún caso, como el español, es obligado el uso de esta tecnología en viviendas de nueva construcción.

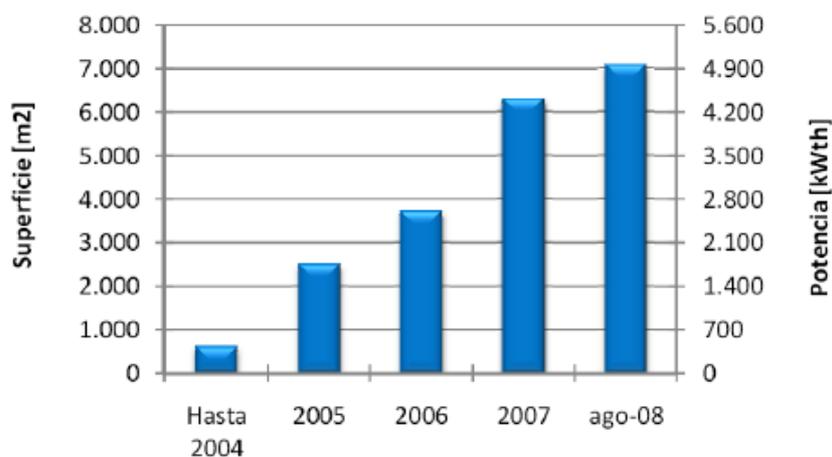
### La energía solar térmica en Chilena

- **Situación Actual:**

Chile es un país que cuenta con importantes recursos naturales y el sol es uno de ellos. De hecho, la región norte del país es una de las zonas con uno de los potenciales más altos del planeta.

La publicación el pasado año de la Ley 20.365 ha propiciado un cambio positivo en el escenario de la industria solar térmica en Chile. Un estudio realizado por Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) muestra algunos detalles muy interesantes:

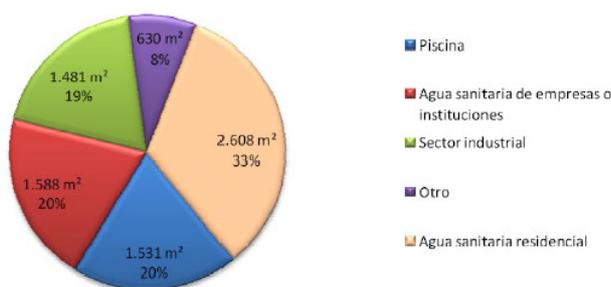
La evolución de la superficie de paneles instalados en los últimos años es bastante significativa, llegándose a instalar unos 7.000 m<sup>2</sup> en 2008:



Evolución anual de superficie instalada (Fuente: CNE y CDT).

De los diferentes sectores en los que tienen aplicación estos sistemas, es en el sector residencial donde existe una mayor concentración sistemas, representando un 33% del total. Las piscinas (20%), empresas e instituciones (20%) y el sector industrial (19%) son los sectores que siguen al sector residencial:

**Superficie de Colectores Solares Térmicos según sector (m<sup>2</sup>, %)**



Superficies de paneles solares térmicos según sector en 2007 (CNE y CDT).

Hasta ahora, las principales fuentes de energía utilizadas en Chile para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) son el gas natural y el gas licuado, aunque, si hablamos del sector residencial, tan sólo el 57% de los hogares chilenos poseen un medio de producción de ACS (según datos del censo del 2002). Dentro del sector residencial, se observa, según vivienda, la siguiente distribución de los sistemas solares térmicos (SST): 73% corresponde

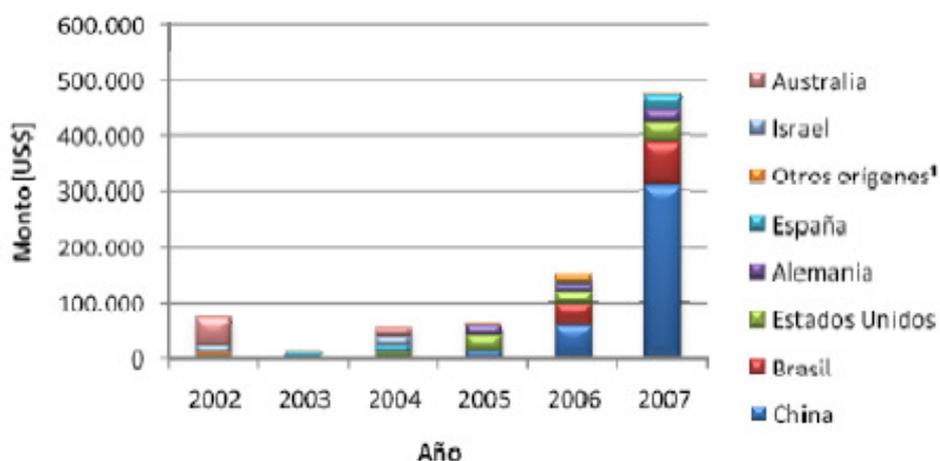
a instalaciones en viviendas urbanas, 15% condominios, 7 % apartamentos y sólo 5% sector rural.

Aunque son las regiones I, II y III las que presentan el mayor potencial de energía solar, son las zonas centrales (regiones V, región metropolitana, VI y VII) las que, en 2007, tenían un mayor número de paneles solares térmicos instalados. Concretamente el 63 % de una superficie total de 6.307 m<sup>2</sup>.

En cuanto a las empresas del sector, actualmente hay unas 100 empresas que están relacionadas con los SST, la mayor parte de ellas, un 81%, trabajan y están ubicadas en la Región Metropolitana. A penas existe diferenciación entre las actividades que llevan a cabo: el 100% de las compañías se dedica a la distribución y venta. De estas empresas, casi el 90% también realiza la instalación. Los equipos en su mayoría son importados y de estos equipos importados, sólo una minoría pertenece a conocidas marcas internacionales.

En cuanto a la procedencia de los colectores que se comercializan en Chile, en 2007 más de la mitad de los paneles procedían de China:

#### Origen de importación de paneles de solares térmicos (US\$)



Origen anual de importación de paneles solares térmicos (CNE y CDT).

La fuerte dinámica del sector y la escasez de barreras de entrada y salida del mercado, hace que el sector presente un ritmo muy elevado de creación y desaparición de

empresas o actividades. Esta situación es muy negativa para cualquier sector industrial ya que puede acabar generando desconfianza en los usuarios por la falta de garantías del mercado.

- **Potencial**

Según un estudio anterior del 2006 (Estudio del mercado solar térmico chileno), el potencial máximo de demanda de SST en Chile se eleva a 6.308.500 m<sup>2</sup>. La mayor parte de este potencial, 70,8%, corresponde a viviendas ya existentes, seguido con un 24,3% de la demanda en viviendas nuevas. El sector del turismo y los servicios de salud presentan el porcentaje más bajo, 0,2% respectivamente.

Categoría	m <sup>2</sup>	%
Parque viviendas existentes	4.466.000	70,8%
Parque viviendas nuevas (2008 - 2015)	1.535.000	24,3%
Minería	172.900	2,7%
Avícola	70.500	1,1%
Mataderos	36.000	0,6%
Turismo	12.700	0,2%
Servicios de salud	15.400	0,2%
<b>Total</b>	<b>6.308.500</b>	<b>100,0%</b>

Potencial máximo de demanda de colectores solares térmicos en Chile según sector  
(Fuente: CNE)

A nivel regional y con un 58% del total, la Región Metropolitana es la región que presenta una mayor demanda potencial de colectores solares térmicos.

- **Marco Regulatorio del Sector**

#### Ley 20.365 y su Reglamento

Desde el pasado agosto del 2009, el sector de la energía solar térmica viene regulado por la Ley 20.365 que “Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos” y su Reglamento.

Con esta nueva normativa las empresas constructoras tienen derecho a deducir, del monto de sus pagos provisionales obligatorios de la Ley sobre Impuesto a la Renta, un crédito equivalente a todo o parte del valor de los Sistemas Solares Térmicos y de su instalación.

Esta franquicia tributaria, en principio, es sólo aplicable a viviendas de nueva construcción, aunque la Ley, en uno de sus artículos, faculta al presidente de la República para que establezca un mecanismo destinado al financiamiento de SST y su instalación en viviendas sociales usadas.

La vigencia de este beneficio tributario comenzó 90 días después de la publicación del Reglamento y seguirá vigente hasta el 31 de diciembre de 2013.

El importe del crédito varía proporcionalmente con el precio de la vivienda (se considera como precio de la vivienda el terreno y la construcción), año y tipo de instalación (individual o colectiva). La relación entre el importe del crédito, precio de la vivienda y año se describe a continuación:

- 100% totalidad del valor del respectivo SST y su instalación en inmuebles cuyo valor no exceda de 2.000 unidades de fomento. En cualquier caso, el beneficio no podrá superar los siguientes valores:

Año	Unidades de fomento por vivienda
2009	32,5
2010	32,0
2011	31,5
2012	31,0
2013	30,0

Beneficio tributario máximo anual para vivienda individual (Fuente: Reglamento Ley 20.365).

- 40% totalidad del valor del respectivo SST inmuebles cuyo valor sea superior a 2.000 unidades de fomento y no exceda de 3.000 unidades de fomento. En

cualquier caso, el beneficio no podrá superar el 40% de los valores de la tabla anterior.

- 20% totalidad del valor del respectivo SST y su instalación en inmuebles cuyo valor sea superior a 3.000 unidades de fomento y no exceda de 4.500 unidades de fomento. En cualquier caso, el beneficio no podrá superar el 20% de los valores de la tabla anterior.

En el caso en que el SST sea utilizado por más de una vivienda, el beneficio máximo tributario a percibir anualmente dependerá de la superficie de los captadores instalados:

- Superficie menor de 80 m<sup>2</sup>:

Año	Unidades de fomento por vivienda
2009	29,5
2010	29,0
2011	28,0
2012	27,5
2013	26,5

Beneficio tributario máximo anual para vivienda múltiple, superficie colectores < 80 m<sup>2</sup> (Fuente: Reglamento Ley 20.365).

- Superficie mayor de 80 m<sup>2</sup> y menor 120 m<sup>2</sup> de :

$$B = (1 - (S - 80) / 40) * (a - b) + b$$

Donde “B” es el máximo beneficio antes señalado por cada unidad de vivienda, el que se expresa en unidades de fomento por vivienda, “S” es la superficie instalada de Colectores Solares Térmicos, expresada en metros cuadrados, “a” corresponde a los valores señalados para cada año de la tabla anterior, y “b” corresponde a los valores señalados para cada año de la siguiente tabla.

El Reglamento recoge la forma de cálculo de la superficie de los colectores de los SST.

- Superficie mayor de 120 m<sup>2</sup> de :

Año	Unidades de fomento por vivienda
2009	26,0
2010	25,5
2011	24,5
2012	24,0
2013	23,5

Beneficio tributario máximo anual para vivienda múltiple, superficie colectores > 120 m<sup>2</sup> (Fuente: Reglamento Ley 20.365).

Además, para que las empresas constructoras puedan beneficiarse de esta franquicia, los sistemas deben aportar un porcentaje mínimo, que depende de la zona geográfica en la que esté situada la vivienda, del promedio anual de la demanda de ACS estimada para la respectiva vivienda. Chile es un país, que debido a su distribución geográfica, tiene unas radiaciones solares muy variables según la región, alcanzando entre 1900 y 2200 kWh/m<sup>2</sup> por año en la zona norte del país, a los 900 - 100 kWh/m<sup>2</sup> por año en la zona más austral. En las zonas que presentan una mayor radiación solar, la contribución solar mínima de las instalaciones deberá alcanzar el 75% del total, siendo la contribución de un 30% en la zona sur del país:

Zona Climática	Radiación Solar Global Media Anual (H) [KWh/m <sup>2</sup> año]	Contribución Solar Mínima [%]
A	1948 ≤ H	75
B	1701 ≤ H < 1948	66
C	1454 ≤ H < 1701	57
D	1208 ≤ H < 1454	48
E	961 ≤ H < 1208	39
F	961 < H	30

Contribución solar mínima para cada zona climática (Fuente: Reglamento Ley 20.365).

Otro requisito es que los equipos o bienes del SST deben de ser nuevos y no deben de haberse instalado con anterioridad en otros inmuebles.

Con el fin de que se cumplan las exigencias técnicas, la Ley prevé, la creación de laboratorios de ensayo y empresas certificadoras que serán acreditadas a través del

Instituto Nacional de Normalización (INN). Además la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) realizará el control de los productos en el comercio, atenderá reclamos y sancionará el incumplimiento de la norma vigente. Los importadores o fabricantes de colectores deberían solicitar a la empresa certificadora, la certificación de sus productos. De esta forma se garantizará que las instalaciones, objeto de este beneficio tributario, cumplan con las especificaciones recogidas en el Reglamento.

Los constructores e inmobiliarias deben cumplir con una serie de obligaciones:

- Al momento de obtener la recepción municipal, la empresa constructora debe presentar una declaración jurada sobre el tipo de colector y depósito acumulador instalados, y una segunda declaración jurada en la que se asegura que el sistema es capaz de generar el porcentaje mínimo de demanda promedio anual de ACS.
- La empresa inmobiliaria debe responder, durante el plazo de 5 años, por fallas en el SST instalado.
- La empresa inmobiliaria, debe solventar, durante el primer año, la inspección del SST a solicitud del propietario.

Algunos de los requerimientos técnicos más importantes definidos en el Reglamento son:

- Deberán poseer circuitos primarios y secundarios separados.
- El diseño y dimensionamiento del sistema deberá realizarse por algún programa de software que considere una lista de variables.
- Se deberá usar mezcla anticongelante en el circuito primario en lugares donde exista riesgo de heladas.
- Diseño debe considerar el sobrecalentamiento y funcionar en condiciones de no consumo de agua y alta radiación.

- **Barreras a la energía solar térmica**

**Barreras Tecnológicas:**

Las tecnologías de los sistemas solares térmicos de baja temperatura, son tecnologías maduras y conocidas desde hace años, especialmente en los países más desarrollados donde el mercado ha alcanzado una cierta madurez. Pero en el caso de Chile, si bien es cierto que las primeras instalaciones datan de la segunda mitad del siglo XIX, no ha sido hasta estos últimos años cuando el sector ha empezado a experimentar un cierto crecimiento. Las barreras tecnológicas que se han identificado son barreras propias de mercados poco desarrollados:

- **Falta de proyectistas, instaladores y mantenedores calificados:**

Debido a que la baja demanda de SST, el sector no ha tenido un desarrollo elevado que permita la existencia de profesionales adecuados, lo que puede afectar a la calidad de la instalación: errores en los sistemas de control, mantenimientos deficientes, cálculo incorrecto de la demanda de ACS, dimensionado incorrecto, instalaciones ejecutadas distintas a las proyectadas, entre otros.

- **Bajo desarrollo del mercado:**

Sólo alrededor del 10% de las empresas del sector se dedican a la fabricación de colectores, lo que obliga a importar de otros países la mayor parte de colectores y a pagar la tecnología a precios internacionales. Este bajo grado de fabricación nacional, es debido también al bajo desarrollo del mercado. Es necesario que aumente la demanda de estos sistemas y así exista la suficiente masa crítica que permita que la fabricación nacional de captadores sea interesante para los empresarios.

- **Falta de documentación técnica:**

Existe una falta de documentación técnica para llevar a cabo el diseño de las instalaciones (guías, programas de cálculo, etc) además de una escasa difusión del material ya existente.

**Otras Barreras:**

Las barreras tecnológicas no son las únicas que impiden el desarrollo del uso masivo de los SST. A continuación se recogen las principales barreras no tecnológicas que afectan al sector:

- **Económicas:**

Los altos costes iniciales de los SST, así como los elevados períodos de amortización (entre 8 y 10 años para viviendas familiares), se presentan como una importante barrera al desarrollo de este mercado. Es necesario crear mecanismos financieros que incentiven a los usuarios a instalar estos sistemas.

- **Normativas:**

La falta de un marco normativo adecuado que garantice que los sistemas cumplan con los requisitos técnicos que aseguran el correcto funcionamiento de la instalación es otra barrera a tener en cuenta. Es necesario dotar al mercado de un sistema de certificación en el que se evalúen los principales elementos del SST, así como de un sistema de control que permita verificar el correcto funcionamiento de las instalaciones.

Además, los sistemas de certificación y control permiten aumenta la barrera entrada y salida de los diferentes agentes del sector. Sin estas medidas, estos podían abandonar el mercado sin cumplir con sus obligaciones, contribuyendo a aumentar la desconfianza de los usuarios sobre esta tecnología.

- **Educativas e información:**

El desconocimiento de la tecnología por parte de los usuarios disminuye la demanda del uso de estos sistemas. En otras ocasiones sucede que los potenciales usuarios conozcan la existencia de la tecnología pero no tienen toda la información, por lo que existe una desconfianza a la hora de usar esta tecnología. Si se quiere desarrollar el mercado es necesario que exista un buen conocimiento de la tecnología.

## 4. RESULTADOS

### Medidas propuestas

#### **Falta de proyectistas, instaladores y mantenedores calificados:**

Reforzar la capacitación técnica de los agentes del sector a través de curso de formación. En este punto, el poder contar con la experiencia de países europeos donde el sector ha alcanzado una cierta madurez, resulta muy interesante. Especialmente porque se puede enseñar de los errores aprendidos teniendo siempre en cuenta las particularidades de cada país.

Tener un sistema de certificación para los instaladores, mantenedores e ingenierías garantizaría también la calidad de las instalaciones solares térmicas.

#### **Bajo desarrollo del mercado:**

Crear las condiciones para el que el mercado de los sistemas solares térmicos se desarrolle, mediante un marco normativo adecuado que logre impulsar el uso de esta tecnología, aumente la oferta y desarrolle la industria nacional. De hecho, este es el objetivo de la Ley 20.365 y su Reglamento, establecer las exigencias técnicas de los SST además de crear un incentivo como es la franquicia tributaria.

#### **Falta de documentación técnica:**

Elaboración de guías de diseño y programas de cálculo reconocidos por el Reglamento de la Ley 20.365 y dirigido a arquitectos, ingenieros, etc.

#### **Económicas:**

Es necesario que exista un mecanismo financiero adecuado que impulse el uso de la energía solar, como es el caso de la franquicia tributaria de la Ley 20.365. Esta herramienta servirá también para regular la importación de equipos de calidad e incentivar la especialización de las empresas.

**Normativas:**

Tal y como se ha contado anteriormente, la Ley 20.365 prevé un sistema de certificación para los colectores solares y los depósitos acumuladores. Implementar un sistema de certificación específico para los colectores solares puede resultar demasiado caro. Una alternativa puede ser el utilizar la homologación de sellos de eficiencia internacionales.

Además, la Ley obliga a que las instalaciones acogidas al beneficio tributario cumplan con las exigencias técnicas del Reglamento, y para velar por el cumplimiento del Reglamento, la Ley prevé crear organismos de inspección u otras entidades de control que inspeccionen los SST.

**Educativas e información:**

Diseñar programas de información sobre el funcionamiento, mantenimiento y beneficios, de esta tecnología y que estén especialmente dirigidos a los usuarios.

La realización de proyectos demostrativos, también es otra acción que permite dar a conocer los SST. De hecho en Chile se están llevando a cabo diferentes proyectos, como el conjunto habitacional “Juntas Podemos” de la comuna de Lo Espejo. Gracias a este proyecto, 125 familias se benefician de colectores solares para la generación de ACS.

En general, y como se ha dicho ya en algunos apartados, la **Ley 20.365** y su **Reglamento** tienen como principal objetivo atacar las barreras mencionadas. Por un lado, la franquicia tributaria establecida, pretende reducir los altos períodos de recuperación del capital invertido. Otro aspecto importante de esta Ley es que establece las exigencias técnicas de los SST, además de la creación, por parte de la SEC, de organismos de certificación, organismos de inspección, laboratorios de ensayos u otras entidades de control. De esta forma se podrá realizar un control adecuado de los dispositivos a utilizar (paneles, acumuladores, etc) y también del

correcto funcionamiento de las propias instalaciones. Por último, la Ley obliga a que las empresas inmobiliarias garanticen por 5 años los SST, atacándose de esta forma la actual desconfianza de los usuarios en esta tecnología.

La existencia de una **asociación** que reúna a todos los agentes del sector es otra medida fundamental. Una asociación se presenta como un lugar idóneo en el que debatir ideas y consensuar actuaciones que fomenten y mejoren el uso y desarrollo de la Energía Solar Térmica en el Chile.

A este respecto, la CDT (Corporación de Desarrollo Tecnológico) ha creado Nodosolar con el fin de incrementar su liderazgo en el área solar térmica. El objetivo de Nodosolar es el fortalecimiento de las redes tecnológicas y las capacidades del sector solar térmico, como respuesta a las necesidades energéticas de Chile. Divulgando información actualizada sobre el tema, acercando a la población los avances de la tecnología y la efectividad de estos sistemas, se busca reducir las principales brechas detectadas en este segmento e incrementar su especialización.

## 5. REFERENCIAS

- *“Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno”*. CNE, GTZ y la cooperación intergubernamental Chile - Alemania. Año 2009
- *“Política Energética. Nuevos Lineamientos. Transformando la crisis energética en una oportunidad”*. CNE. Año 2008
- *“Reglamento de la ley n° 20.365, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos”*. Gobierno de Chile. Ministerio de Hacienda. Subsecretaría de Hacienda.
- *“Revista SustentaBit”* números 1, 2 y 3. Corporación de Desarrollo Tecnológico en conjunto con la Cámara Chilena de la Construcción. Año 2009.
- *“Potential of Solar Thermal in Europe”*. Institute for Sustainable Technologies y Vienna University of Technology Energy Economics.
- *“Solar Thermal Market in Europe. Trends and Market Statistics 2008”* European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF). Año 2009.

