

# Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el Calentamiento de Aguas Sanitarias a partir de Energías Renovables en el Sector Gastronómico y de Alojamientos Turísticos



La presente guía de difusión de Mejores Técnicas Disponibles (MTD) es una **herramienta para la identificación e implementación de oportunidades de mejora en el sector gastronómico y de alojamientos turísticos. Su objetivo fundamental es presentar y difundir una selección de MTD que permita** mejorar la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas de menor tamaño del sector.

### **MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES**

Las Mejores Técnicas Disponibles son aquel conjunto de técnicas aplicadas a procesos de diversos sectores productivos que se demuestran más eficaces para alcanzar un elevado nivel de protección medioambiental, siendo a su vez aplicables en condiciones económicas y técnicas viables.

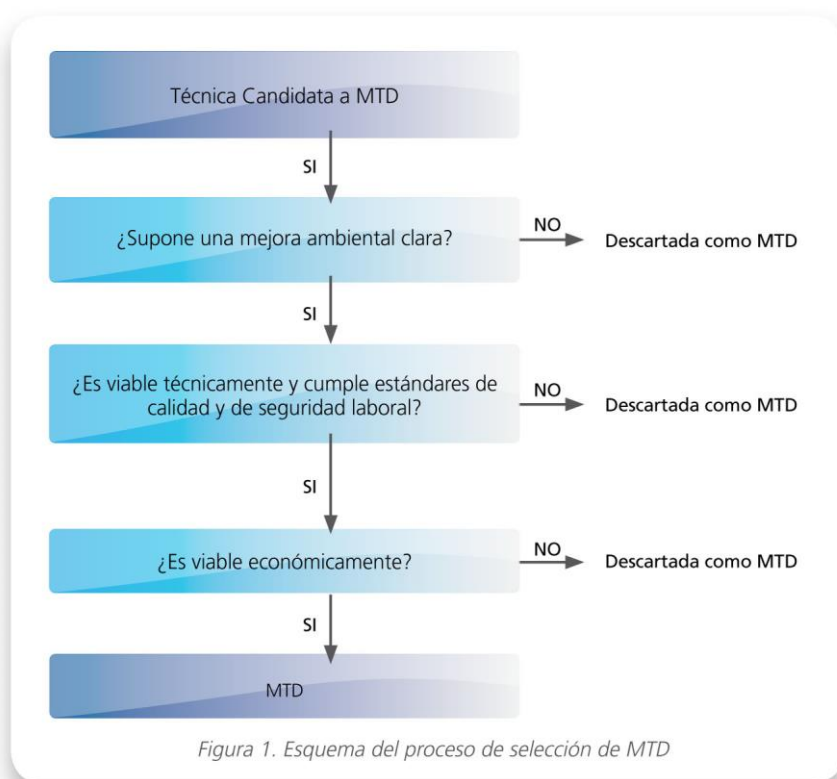
A estos efectos, se entiende por:

**Mejores:** las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.

**Técnicas:** la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada; y

**Disponibles:** las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector productivo, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

La siguiente figura representa un esquema simplificado del proceso de selección de MTD.



**Figura 1.** Esquema del proceso de selección de MTD

En una primera fase de la selección, una técnica candidata a MTD, en comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica, debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro/aprovechamiento de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Una vez superado este primer requisito, la técnica candidata a MTD deberá estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción según los estándares de calidad, no suponiendo un impacto significativo sobre otros medios, ni un mayor riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.).

Finalmente, una técnica no podrá considerarse MTD si resulta económicamente inviable para el sector. La adopción de MTD por parte de un productor o prestador de servicios no supondrá un costo tal que ponga en riesgo la continuidad de la actividad. En este sentido, es conveniente recordar que la adopción o un cambio de tecnología es una inversión muy costosa, no siempre asumible debido a diversos factores.

Es importante señalar que las Mejores Técnicas Disponibles no fijan valores límite de emisión ni estándares de calidad ambiental, sino que proveen medidas para prevenir o reducir las emisiones a un costo razonable. Las MTD significan, por tanto, no un límite a no sobrepasar, sino un constante

propósito de mejora ambiental que puede alcanzarse por diferentes vías y que pueden utilizar otras tecnologías más apropiadas para determinada instalación o localización a las descritas como referencia.

## **CALENTAMIENTO DE AGUAS SANITARIAS A PARTIR DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL SECTOR GASTRONÓMICO Y DE ALOJAMIENTOS TURÍSTICOS**

Esta guía tiene como objeto presentar y difundir las Mejores Técnicas Disponibles para mejorar la eficiencia del calentamiento del agua en el sector gastronómico y de alojamientos turísticos.

### **1. ANTECEDENTES**

#### ***¿EN QUÉ CONSISTE?***

La demanda de soluciones ambientales en el sector gastronómico y de alojamientos turísticos y la conciencia de que las fuentes de energías tradicionales tales como el petróleo o el gas tienden a agotarse, ha motivado que muchos establecimientos del sector se planteen el uso de energías renovables, sobre todo para la producción de agua caliente sanitaria (ACS), calefacción y climatización de piscinas.

Las necesidades de agua caliente alcanzan valores que oscilan entre un 15% y un 25% del consumo total de energía<sup>1</sup>, para el caso de agua caliente sanitaria, en función de la categoría del servicio de alojamiento turístico, siendo el segundo uso energético en importancia después de la calefacción y la refrigeración<sup>2</sup>. Al mismo tiempo, para el calentamiento de esta agua se suelen utilizar combustibles como el gas, el diesel o la leña, lo que conlleva la generación de emisiones a la atmósfera.

Por todo ello, la implementación y posterior utilización de tecnologías eficientes para el calentamiento del agua de los alojamientos turísticos basadas en la utilización de energías renovables que complementen o apoyen a las existentes, permitirá proporcionar un mejor servicio a un costo energético mínimo.

---

<sup>1</sup> INYGEN. Aplicaciones de la energía solar (térmica y fotovoltaica) en hoteles.

<sup>2</sup> Cora Placco, Luis Saravia, Carlos Cadena INENCO, UNSa –CONICET. Colectores solares para agua caliente.

### ***¿QUÉ SOLUCIONA LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA EL CALENTAMIENTO DE LAS AGUAS SANITARIAS?***

El uso de energías renovables para el calentamiento de las aguas sanitarias permitirá reducir los costos energéticos mediante el aumento de la eficiencia de sistemas tradicionales y la optimización de los recursos renovables como la energía solar o la biomasa.

Además, en muchas ocasiones, la implementación de las MTD propuestas supone una mejora de la imagen del establecimiento y de sus condiciones de confort, lo que puede repercutir en una mejor valorización por parte de los clientes y, por tanto, un incremento de la ocupación media.

### ***¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS DEL USO DE SISTEMAS PARA EL CALENTAMIENTO DEL AGUA BASADOS EN ENERGÍAS RENOVABLES?***

Los beneficios de utilizar energías renovables para el calentamiento del agua en establecimientos del sector gastronómico y de alojamientos turísticos son:

- Ahorro del **consumo de combustible y de su costo asociado**.
- Reducción de **las emisiones atmosféricas y la huella de carbono del establecimiento**.
- Muestra del **compromiso** del alojamiento turístico **con la protección del medio ambiente**.
- Posicionamiento como **establecimiento sustentable y respetuoso con el medio ambiente**.

## **2. NORMATIVA APLICABLE**

En el calentamiento de las aguas sanitarias a partir de energías renovables deben considerarse los siguientes aspectos y las normas que los regulan:

TEMA	NORMATIVA APLICABLE
<b>Energía y Combustibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreto Supremo N° 48/1984, del Ministerio de Salud, que aprueba el reglamento de calderas y generadores de vapor.</li> <li>• Ley 20.365/2009, del Ministerio de Hacienda, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos.</li> <li>• Decreto Supremo N° 331/2010, del Ministerio de Energía, que aprueba el Reglamento de la Ley n° 20.365, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos.</li> <li>• Decreto Supremo N° 222/1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprueba el reglamento de instalaciones interiores de gas.</li> <li>• Ley 20.257/2008, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción, que introduce modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables no convencionales.</li> <li>• Decreto Supremo N° 244/2006, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprueba el reglamento para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación establecidos en la ley general de servicios eléctricos.</li> <li>• Decreto Supremo N° 66/2007, del Ministerio de Economía, que aprueba el reglamento de instalaciones interiores y medidores de gas.</li> <li>• Decreto Supremo N° 686/1999, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción, que establece norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.</li> </ul>
<b>Emisiones atmosféricas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decreto Supremo N° 144/1961, del Ministerio de Salud, que establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquiera naturaleza.</li> <li>• Decreto Supremo N° 238/1990, del Ministerio de Relaciones Exteriores, que Promulga el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la Capa de Ozono.</li> <li>• Decreto Supremo N° 32/1990, del Ministerio de Salud, que aprueba el reglamento de funcionamiento de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos que indica, en situaciones de emergencia de contaminación atmosférica.</li> <li>• Resolución N°15027/1994, del Ministerio de Salud, que establece procedimiento de declaración de emisiones para fuentes estacionarias que indica.</li> </ul>

### 3. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)

Las Mejores Técnicas Disponibles para el calentamiento de aguas sanitarias a partir de energías renovables son aquellas que permiten conseguir una mejora de la eficiencia productiva y ambiental de los establecimientos del sector gastronómico y de alojamiento turístico.

Los principales beneficios ambientales y para el sector asociados a su aplicación son los que se presentan a continuación:

BENEFICIO PARA EL SECTOR	BENEFICIO AMBIENTAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de los costos económicos asociados al consumo de energía y agua.</li> <li>• Mejora de la imagen del sector por su compromiso con la protección del medio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de combustibles fósiles.</li> <li>• Contribución a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente asociadas al consumo de combustibles fósiles.</li> <li>• Reducción de la huella de carbono del establecimiento, es decir del impacto de la actividad en la cantidad de CO<sub>2</sub> producida durante la combustión de combustibles fósiles.</li> </ul>

La implementación de cada una de las MTD descritas a continuación no es excluyente. Por tanto, dichas MTD pueden considerarse de manera individual o en conjunto para su aplicación, dependiendo de las necesidades de cada establecimiento.

1. Sistemas energéticamente eficientes para el calentamiento del agua: instalación de serpentines en estufas de combustión lenta.
2. Utilización de captadores solares térmicos para la producción de agua caliente.
3. Calderas de biomasa.
4. Captura solar térmica activa (MTD emergente).

## **MTD 1: SISTEMAS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES PARA EL CALENTAMIENTO DEL AGUA MEDIANTE INSTALACIONES DE RECUPERACIÓN DE CALOR**

Esta MTD consiste en la recuperación del calor generado mediante diferentes sistemas existentes para calentar el agua sanitaria y la del sistema de calefacción del alojamiento turístico. Para ello es necesaria la utilización de diferentes tipos de instalaciones como serpentines de cobre en estufas de combustión lenta o en cocinas a leña o termos colocados alrededor de tubos de escape.

### **¿CÓMO CALENTAR EL AGUA MEDIANTE LA RECUPERACIÓN DEL CALOR DE LAS ESTUFAS DE COMBUSTIÓN LENTA?**

#### **1. En qué consiste**

- Para calentar el agua sanitaria se instala un serpentín de cobre en el interior de la estufa de combustión o la cocina el cual será el encargado de captar el calor y transmitirlo al agua que circula por la tubería.
- Mediante la instalación de dos grupos de tubos o serpentines de cobre, uno superior que precaliente el agua con el calor emitido por la estufa y otro interior que aproveche el 50% de la energía de las llamas, se incrementa su eficiencia consiguiendo elevar la temperatura del agua desde los 10° a los 55° en dos horas, lo que a su vez permite su aprovechamiento para calefaccionar el establecimiento (si se dispone de un sistema de calefacción basado en radiadores).
- La circulación del agua en el sistema de calefacción normalmente se realiza con la ayuda de bombas para poder calentar habitaciones que están más lejos de la estufa y/o colocadas en distintos niveles.
- Se estima que la recuperación de energía que se consigue mediante la instalación de un serpentín de cobre en una estufa de combustión puede llegar a ser de entre el 20 y el 25% muy similar a la recuperación obtenida en las chimeneas térmicas de agua en las cuales tres cuartas partes del calor llegan al agua del sistema.

#### **2. Componentes del sistema e instalación necesaria**

- La instalación se compone de dos circuitos, uno para la calefacción y otro para el ACS (teniendo prioridad el de calefacción sobre el de ACS lo que quiere decir que, si no se solicita agua caliente en la ducha, por ejemplo, el circuito estará alimentando siempre a los radiadores), y varios sistemas de seguridad. Sus elementos son:
  - Estufa o cocina de leña,
  - Serpentín captador de calor,
  - Sonda de temperatura externa,
  - Llaves de paso,
  - Bomba de recirculación,
  - Válvula antiretorno,
  - Electroválvula de 3 vías,
  - Válvula de temperatura máxima 90°,



- Válvula de presión máxima 1,5 b.
- Vaso de expansión abierto,
- Entrada de agua fría de la red,
- Intercambiador de calor para ACS,
- Flusostato para ACS,
- Radiadores,
- Regulador electrónico.

VENTAJAS DE SU APLICACIÓN	DESVENTAJAS DE SU APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro de costos energéticos.</li> <li>• Recuperación del 20-25% de la energía.</li> <li>• Su instalación tiene muy bajo costo.</li> <li>• Es de elaboración rápida y sencilla.</li> <li>• Aprovechamiento de la energía calórica de la leña en un doble uso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario instalar medidas de seguridad ya que los cambios de temperatura extremos derivados de un régimen de alimentación de combustible poco controlado pueden causar graves alteraciones en el circuito.</li> </ul>

### ¿Cuáles son las condiciones de uso?

- Contar con un sistema existente de generación de calor mediante combustión como las estufas de combustión lenta.
- El serpentín debe ser de un tubo con una sección suficiente para que el agua fluya por él sin dificultad y no suponga una carga excesiva para el motor impulsor del agua.
- Se debe evitar enfriar demasiado los gases evacuados por la chimenea, ya que pueden generarse problemas de atascos en la evacuación de humos debido al hollín, alquitranes y cenizas generados en la combustión de la madera.
- El agua del circuito no debe superar nunca los 70 °C para evitar el riesgo de que el agua en el serpentín supere los 100 °C ya que este hecho provocaría burbujas de aire debido a la ebullición y aumentaría la presión en el circuito.
- Nunca debe pararse el motor recirculador de agua, por lo que es recomendable conectarlo directamente a la red (ya que la caldera lo apaga de forma automática cuando el agua alcanza una determinada temperatura), y además debe instalarse un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permita apagar la llama en caso de cortes del suministro eléctrico durante más de 5-10 minutos (el SAI debe permitir el funcionamiento del motor al menos 20 minutos), ya que en caso contrario el tubo de cobre podría romperse y provocaría que el agua cayese sobre el fuego, hasta perder presión.
- La presión recomendada, al igual que el resto de sistemas de calefacción de características similares, es de 1,5 a 2 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Se pueden instalar serpentines de acero inoxidable que minimizan el problema de que el serpentín se rompa por sobrepresiones, siempre que haya una válvula de seguridad por donde evacuar el vapor.

### ¿Cuál es su costo?

Para los cálculos económicos se han considerado las siguientes hipótesis:

- Alojamiento turístico de 20 unidades habitacionales con un 60% de ocupación media anual;
- Utilización de diesel como combustible para la producción de ACS;
- Adquisición e Instalación de un serpentín de cobre de 20 m. Costo: **\$206.000<sup>1</sup>**;
- Costos de mantenimiento: \$180.000/año<sup>(1)</sup>
- Ahorro obtenido en consumo energético del 25% mediante la implementación de esta MTD;

Con estas características, la **inversión** necesaria sería de **\$206.000**, con **período de retorno de la inversión** inferior a **1 año**, y un **VAN de \$6.474.000**

(1) Valor moneda nacional a abril de 2012

Nota: Sin perjuicio que las MTD seleccionadas en esta guía están orientadas a empresas del segmento de menor tamaño, la presente evaluación responde a criterios de tamaño y condiciones particulares. Por lo anterior, el resultado de esta evaluación debe considerarse como referencial. Para recibir orientación bajo condiciones de evaluación distintos, puede contactar al 600 600 2675.

## **MTD 2: UTILIZACIÓN DE CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE**

Esta MTD consiste en aprovechar la energía solar para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) utilizando captadores solares térmicos.

Los captadores solares son dispositivos capaces de tomar la energía que aporta la radiación solar, utilizándola para calentar un determinado fluido (generalmente agua) a una cierta temperatura. En los establecimientos de alojamientos turísticos se utilizan los colectores de baja temperatura (100°C) que son los que han adquirido un mayor desarrollo comercial. Esta energía solar puede ser utilizada para sistemas de calefacción, para climatización de piscinas, para la producción de frío y para la producción de agua caliente sanitaria.

Su aprovechamiento para completar la producción de ACS es la aplicación más generalizada y la más interesante en el sector, debido a los elevados consumos que se suelen presentar, a la homogeneidad que presenta este consumo a lo largo del año, y al nivel de temperatura de consumo, que al no ser muy elevado hace que los colectores solares trabajen con unos rendimientos elevados.

Con esta MTD se obtienen ahorros importantes en el consumo energético, además de una disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> (en un hotel con capacidad para 400 personas, la instalación de 580 m<sup>2</sup> de captadores puede llegar a evitar 128 t de CO<sub>2</sub> al año)<sup>3</sup>.

### **¿CÓMO CALENTAR EL AGUA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE CAPTADORES SOLARES?**

---

<sup>3</sup> Cora Placco, Luis Saravia, Carlos Cadena INENCO, UNSa –CONICET. Colectores solares para agua caliente.

## 1. Tipologías de captadores

Existen diversos tipos de captadores solares térmicos que se adaptan a las diferentes temperaturas de utilización. La elección de un tipo u otro de captador dependerá principalmente del rango de temperaturas deseadas para el fluido que se calienta y de otros factores como la cantidad de radiación del lugar, la exposición a tormentas y granizo, la cantidad de espacio que se necesita y el costo específico.

La siguiente tabla recoge los distintos tipos de captadores solares existentes en función del rango de temperaturas deseadas para el fluido que se calienta y las características principales de cada uno de ellos.

Captador	Características
<p>Captadores planos sin cubierta</p>  <p>Fuente: Estudio del mercado solar térmico chileno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usados para aplicaciones de baja temperatura como el calentamiento de piscinas.</li> <li>▪ Son de plástico negro que puede tener una larga duración de vida.</li> <li>▪ Son baratos, se instalan fácilmente pero implican considerables pérdidas de calor.</li> </ul>
<p>Captadores planos con cubierta</p>  <p>Fuente: Estudio del mercado solar térmico chileno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Son los más adecuados para aplicaciones donde la demanda de temperatura es de 30-70°C.</li> <li>▪ Son los más utilizados para el calentamiento de aguas sanitarias.</li> <li>▪ Calientan el fluido que circula a una temperatura considerablemente inferior a la del punto de ebullición del agua.</li> <li>▪ Se compone básicamente de una caja metálica con aislamiento con una cubierta de vidrio o de plástico (la ventana) y de una placa absorbidora de color oscuro.</li> </ul>
<p>Captadores concentradores o CPC (Concentrador Parabólico Compuesto)</p>  <p>Fuente: Estudio del mercado solar térmico chileno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Su funcionamiento e instalación es exactamente la misma que los colectores de placa plana convencionales.</li> <li>▪ Estos colectores poseen un sistema de concentración de radiación solar tipo concentradores parabólicos compuestos, para obtener temperaturas más elevadas y un mayor rendimiento.</li> </ul>
<p>Captadores de tubo vacío o colector tubular</p>  <p>Fuente: Estudio del mercado solar térmico chileno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presentan un alto rendimiento de conversión y pueden alcanzar temperaturas de 77 °C a 177 °C debido a la minimización de las pérdidas de calor.</li> <li>▪ Resultan particularmente apropiados para aplicaciones de alta temperatura como climatización, en procesos industriales, pero también para calentar agua sanitaria (aún cuando no se necesita altas temperaturas del agua).</li> <li>▪ Están compuestos de un conjunto de tubos de vacío (o evacuados).</li> <li>▪ La aislación del colector tubular es mucho mejor que la del colector plano.</li> </ul>



Fuente: Elaboración propia

## 2. Tipos de instalaciones

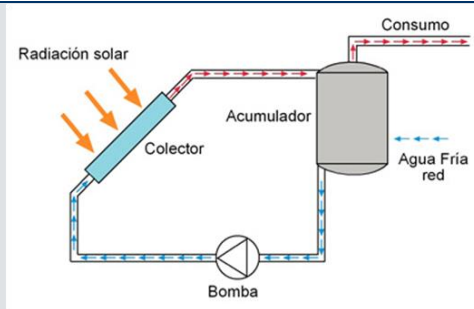
Una instalación de baja temperatura para el calentamiento de ACS está formada por un subsistema de captación formado por varios colectores solares planos con cubierta conectados en serie o paralelo, y un subsistema de acumulación formado por uno o más depósitos de almacenamiento de agua caliente. En zonas frías donde con este sistema resulta difícil cubrir el 100% de las necesidades térmicas, se incorpora a la instalación un sistema convencional auxiliar (caldera o resistencia eléctrica).

### a) Subsistema colector.

- Su finalidad es la captación de la energía solar.
- El captador solar está constituido por una superficie que capta la radiación solar y por elementos de protección térmica y mecánica de la misma.
- Según el modo de circulación del fluido por el captador, las instalaciones pueden ser con circulación natural (termosifón) o con circulación forzada:
  - Instalaciones por termosifón: el movimiento del fluido se produce por la diferencia de temperatura entre el agua fría del depósito y el agua caliente del colector.
  - Instalaciones con circulación forzada: en este caso, el agua se mueve a través del sistema por medio de bombas. El funcionamiento de la bomba está controlado por una unidad de control llamada “regulación” que registra las temperaturas a la salida de los colectores y en la parte más fría del tanque de almacenamiento y las compara para activar o parar la bomba.

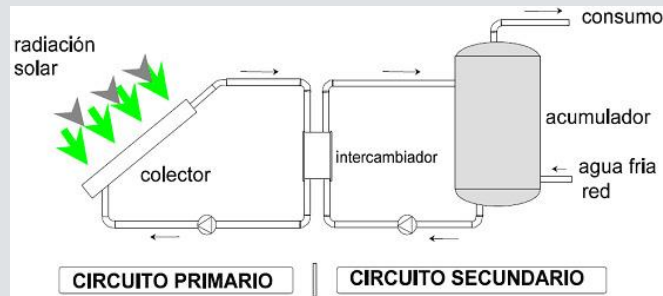
### b) Subsistema de almacenamiento.

- Su finalidad es satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria durante cualquier momento del día y la noche. Así, se calentará el agua a partir de la radiación solar y se acumulará para poder ofrecerla en cualquier momento en que se solicite.
- El correcto aislamiento del tanque de almacenamiento mantiene el calor de la masa de agua.
- Según el sistema de termotransferencia utilizado, las instalaciones pueden ser de circuito abierto o de circuito cerrado:
  - Circuito abierto: En este caso, el fluido se utiliza directamente. No hay intercambiador de calor, ya que el propio fluido que circula por los colectores es el que luego va al depósito para su posterior utilización.



Fuente: Gas Natural Fenosa .Canal de eficiencia energética de empresas. [www.empresaeiciente.com](http://www.empresaeiciente.com)

- Circuito **cerrado**. Existen dos circuitos diferenciados y cuyos fluidos no se mezclan entre sí: el primario y el secundario. El circuito primario está compuesto por los colectores y la bomba de impulsión (en caso de circulación forzada) por los que circula el fluido. El calor ganado por dicho fluido a través de los colectores es cedido por medio de un intercambiador de calor al circuito secundario, que está formado por el depósito de acumulación y la correspondiente bomba.



Fuente: Revista frío y calor N° 101. Klaus Grote Hahn. Energía Solar: tecnologías y aplicaciones

c) Subsistema de distribución o consumo.

- Su finalidad es trasladar a los puntos de consumo el agua caliente producida.

Estas instalaciones suelen diseñarse para cubrir entre el 50 y el 80% del total de la demanda de agua caliente sanitaria de un establecimiento, aunque en zonas muy soleadas a lo largo del año (por ejemplo, en el norte de Chile), el porcentaje de aporte puede ser superior. El resto se suple con un sistema de apoyo energético.

VENTAJAS DE SU APLICACIÓN	DESVENTAJAS DE SU APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye el consumo de otras fuentes de energía del tipo convencional como gas, electricidad o leña.</li> <li>• Reduce los costos energéticos (ahorros de hasta un 75% de la energía consumida en ACS).</li> <li>• Disminuye las emisiones locales producto de la menor combustión de gas, como los óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>) y monóxido de carbono (CO).</li> <li>• Ofrece beneficios ambientales a nivel global, ya que se reducen las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).</li> <li>• Minimiza el riesgo de incendio o explosión de otros combustibles (gas, leña, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Está sometida a las fluctuaciones del nivel de radiación de una zona a otra y de una estación del año a otra.</li> <li>• Requiere un mantenimiento preventivo mínimo en forma periódica.</li> <li>• Requiere una superficie para las instalaciones (0,6m<sup>2</sup>/persona - 1m<sup>2</sup>/persona)<sup>4</sup>.</li> <li>• Las placas captadoras deben estar expuestas a la luz solar directa.</li> <li>• Se necesita hacer una inversión inicial elevada.</li> </ul>

<sup>4</sup> Gas Natural Fenosa. Canal de eficiencia energética de empresas. [www.empresaeiciente.com](http://www.empresaeiciente.com)

### ¿Cuáles son las condiciones de uso?

- Aunque generalmente se dimensiona para que la acumulación solar sea la demandada por los usuarios en un día, su funcionamiento estará condicionado por la cantidad de radiación solar que llega hasta el captador y por la demanda de energía de cada momento.
- Su utilización puede resultar más eficiente en establecimientos de alojamientos turísticos ubicados en las regiones del norte de Chile.
- Para evitar posibles restricciones energéticas en aquellos periodos en los que no haya suficiente radiación y/o el consumo no sea superior a lo previsto, estos sistemas de energía solar térmica requieren un aporte de energía complementario procedente de sistemas de apoyo que utilizará medios energéticos convencionales, como el gas, la electricidad o el petróleo.
- Debido a que los colectores de baja temperatura se instalan en una posición fija es imprescindible una adecuada instalación que asegure un aprovechamiento óptimo de la radiación solar (se recomienda un ángulo de inclinación igual a la latitud del lugar +10°).
- Es aconsejable que el día más desfavorable, en cuanto a operatividad se refiere, no tenga más del 5% de la superficie en la sombra (si se tiene más del 20% de la superficie del colector solar con sombras, el colector tendrá un rendimiento prácticamente nulo).
- Si se instalan varias filas de colectores se debe dejar una separación suficiente entre dichas filas para que no se hagan sombra entre sí. Para fijar esta distancia, el criterio más utilizado es que en el mediodía solar del día más desfavorable (correspondiente al solsticio de invierno, 21 de junio, donde se produce la altura solar mínima) del periodo de utilización, la sombra de la arista superior de una fila se proyecte como máximo, sobre la arista inferior de la fila siguiente.
- Es conveniente realizar ciertas labores de mantenimiento, de un alcance parecido a las correspondientes a cualquier otro tipo de sistemas de calefacción o de agua caliente sanitaria. En concreto es recomendable una revisión anual de aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup>, o una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.
- La tecnología utilizada para los sistemas de producciones de agua caliente sanitaria depende de la situación geográfica del sitio:
  - En regiones donde hay riesgo de congelación, se favorecerá un sistema de circulación forzada con sistema de termosifón indirecto.
  - En regiones donde no existe un riesgo de congelamiento, la tecnología menos costosa y más apta es el sistema termosifón directo.



### ¿Cuál es su costo?

En función del tamaño de la instalación la inversión requerida oscila entre los \$300.000 y los \$500.000 por m<sup>2</sup>, incluyendo tanque de almacenamiento, colectores planos y mano de obra incluidos.

La siguiente tabla recoge una estimación de los costos de instalación asociados a diferentes dimensiones de captadores solares:

Dimensión en m <sup>2</sup> de la placa colectora	Costo en pesos/m <sup>2</sup> (colectores, tanque de almacenamiento y mano de obra)
≥ 100 m <sup>2</sup>	\$50.000.000 - \$100.000.000
Entre 60 y 100 m <sup>2</sup>	\$30.000.000 - \$50.000.000
Entre 20 y 60 m <sup>2</sup>	\$10.000.000 - \$30.000.000
Entre 5 y 20 m <sup>2</sup>	\$3.000.000 - \$10.000.000
< 5 m <sup>2</sup>	\$1.500.000 - \$2.500.000

Para los cálculos económicos se han considerado las siguientes hipótesis:

- Alojamiento turístico de 20 unidades habitacionales con un 50% de ocupación media anual;
- Utilización de gas como combustible para la producción de ACS;
- Instalación solar térmica con colectores planos de 16 m<sup>2</sup>. Costo: **\$5.222.400<sup>1</sup>**;
- Costos de mantenimiento: \$270.000/año<sup>(1)</sup>
- Ahorro obtenido en consumo energético del 75% mediante la implementación de esta MTD;

Con estas características, la **inversión** necesaria sería de **\$5.222.400**, con **período de retorno de la inversión** de **2,5 años**, y un **VAN** de **\$1.292.931**.

(1) Valor moneda nacional a abril de 2012

Nota: Sin perjuicio que las MTD seleccionadas en esta guía están orientadas a empresas del segmento de menor tamaño, la presente evaluación responde a criterios de tamaño y condiciones particulares. Por lo anterior, el resultado de esta evaluación debe considerarse como referencial. Para recibir orientación bajo condiciones de evaluación distintos, puede contactar al 600 600 2675.

### **MTD 3: CALDERAS DE BIOMASA**

Mediante esta MTD se pretende proporcionar posibilidades de utilización de la biomasa sólida como fuente de energía para producción de agua caliente sanitaria y calefacción en alojamientos turísticos en las mismas condiciones de confort y seguridad que las calderas de petróleo o gas natural.

#### **¿COMO FUNCIONA UNA CALDERA DE BIOMASA?**

##### **Descripción**

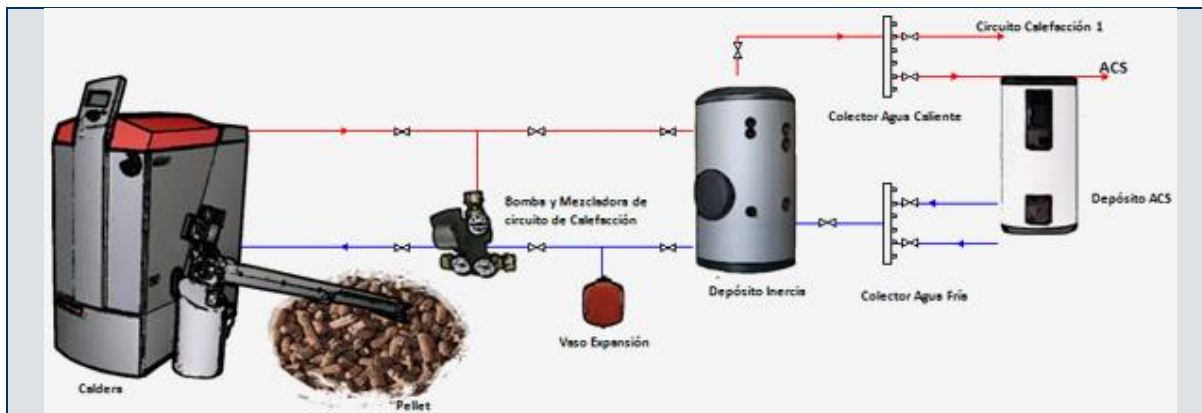
Una caldera de biomasa es un intercambiador de calor en el que la energía se aporta por un proceso de combustión de biomasa. Su uso más común es la calefacción y el agua caliente sanitaria y se suelen utilizar en sustitución o como apoyo a otras fuentes energéticas (habitualmente gas).

##### **Instalación necesaria**

- a) Almacenamiento de combustible.
- b) Transporte y dosificación del combustible al equipo de combustión.
- c) Equipos y cámara de combustión.
- d) Caldera.
- e) Recuperadores auxiliares de calor.
- f) Depuración de gases.
- g) Extracción de cenizas.

Para la producción de agua caliente sanitaria es necesario utilizar un calentador con intercambiador interno y conectarlo al sistema mediante una bomba y un termostato. El sistema se puede utilizar en instalaciones con o sin acumulador inercial el cual permite durante el verano recargar muchas veces el calentador sanitario sin tener que volver a encender la caldera.

##### **Esquema de funcionamiento de una caldera**



Fuente: [www.cenitsolar.com](http://www.cenitsolar.com)

### Tipos de calderas

Para establecimientos de alojamiento turístico de tamaño medio se utilizan calderas de tamaño medio (50-500kW) con parrilla (fija o en cascada) o con alimentación inferior, que permiten obtener rendimientos altos (superiores al 85%) con un mantenimiento bajo.

Para cubrir las necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria de establecimientos de alojamiento turístico de tamaño pequeño pueden utilizarse calderas de hasta 40 kW. Existen en el mercado calderas de 15, 20, 25, 30, 35 y 40 kW, por lo que pueden adaptarse a cualquier usuario.

### Especificaciones técnicas de las calderas

- Rendimiento superior al 85%.
- Emisiones de CO inferiores a 200 mg/m<sup>3</sup> y de partículas PM 2,5 (diámetro inferior a 2,5 µm) inferiores a 150 mg/m<sup>3</sup> tanto a carga completa como al 50% de carga.
- Sistema automático de limpieza de los intercambiadores de calor y de extracción de cenizas.
- Control remoto de la caldera por el fabricante o instalador.
- Alta fiabilidad y fácil operación y mantenimiento confirmado por expertos, fabricantes e instaladores en proyectos similares.

### Combustible vegetales para las calderas

Los tipos de biomasa más empleados como fuente de alimentación de las calderas se recogen en la siguiente tabla:


Fuentes		Tipologías		Localización
<p><b>RESIDUOS</b> (constituyen una biomasa que ya existe, y por lo tanto no es necesario producirla, y cuya eliminación (muchas veces necesaria) constituye un problema grave además de suponer un proceso costoso)</p>	Agrarios	Agrícolas	Leñosos: podas de olivos, frutales y viñedos	Localizados en las principales regiones vitícolas como Valle Central, Aconcagua, Coquimbo, y Atacama correspondientes a las regiones III, IV, V, VII, y Región Metropolitana.
			Herbáceos: paja de cereal y cañote de maíz.	El 89% de la superficie total sembrada en el país (el trigo representa el 51% de la superficie sembrada, seguida del maíz con 21% y la avena con 15%), se localiza en la VII Región con 16%, VIII Región con 22% y IX Región con 32% de la superficie total.
		Forestales	Proceden de la limpieza de las explotaciones forestales como leña y ramaje, además de los restos de madera obtenidos en las operaciones de mantenimiento de los bosques y montes.	Estos residuos se localizan principalmente en la X y XII región que acumulan más del 83% del bosque nativo, y en la VII y X región que concentran el 86% de las plantaciones forestales, representando un total del 48% del recurso forestal existente en el país.
	Industriales	Residuos obtenidos de la industria de transformación maderera (explotación y manufacturación). Residuos obtenidos de la industria agroalimentaria (aceite de oliva, frutos secos, conservas vegetales, etc.),		
<p><b>CULTIVOS ENERGÉTICOS</b> (materia vegetal que procede de cultivos realizados ex profeso para su combustión y conversión en energía térmica)</p>	Cultivos tradicionales, destinados a la industria alimentaria. La necesidad de terrenos fértiles y condiciones óptimas climatológicas, hacen que únicamente sea viable su explotación como combustible los excedentes de su producción. Son los cereales, la caña de azúcar, etc.		Las siembras de cereales se distribuyen entre la VI y IX región, representando el 86% del total de superficie sembrada donde las regiones VIII y IX concentran más del 52% de la superficie sembrada. En concreto la IX Región concentra el 32% del total de cereales y de superficie sembrada. Entre la VI y IX Región acumulan el 86% del cultivo de cereales, 65% del cultivo de tubérculos, 93% de cultivos industriales.	
	Cultivos poco frecuentes, no utilizados con fines alimentarios, que normalmente se cultivan en terrenos de baja fertilidad y en condiciones climáticas adversas. Son los cardos, los helechos, etc.			
	Cultivos acuáticos y cultivos de plantas productoras de combustibles líquidos (todavía en fase de experimentación).		Sin datos ya que todavía está en fase de experimentación	
<p>Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de Potencial de la Biomasa para la Generación Eléctrica en Chile<sup>5</sup> (2008)</p> <p>Los más utilizados en Chile son los residuos, tanto los agrarios como los industriales. Los cultivos energéticos constituyen alternativas a desarrollar.</p>				

<sup>5</sup> Universidad Técnica Federico Santa María. Potencial de la Biomasa para la Generación Eléctrica en Chile (2008)

### Categorías de combustibles vegetales

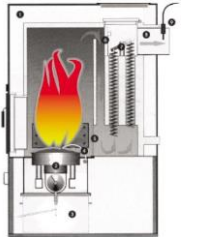
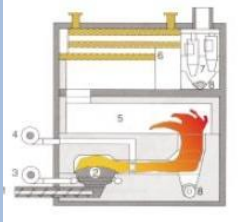
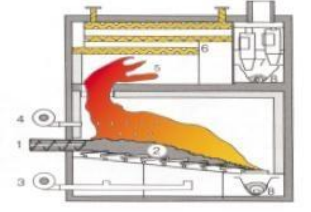

Con el objeto de disponer de partículas pequeñas de tamaño regular, que permitan su buen almacenamiento y obtener la máxima eficiencia en el proceso de combustión dentro de una caldera se suele utilizar los siguientes tipos de biomasa procesada:

Combustibles de biomasa	Propiedades	Características
PELLETS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diámetro: 6 a 10 mm.</li> <li>▪ Longitud: 10 a 30 mm.</li> <li>▪ Densidad: 650-700 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>▪ Poder calorífico: 18-19,5 MJ/kg (2 kg de pellets = 1 l de gasóleo).</li> <li>▪ Contenido en humedad: 7-12%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Son partículas prensadas de viruta de madera seca, proveniente de residuos industriales sometidos a un proceso de astillado, molturación y compresión.</li> <li>▪ Gran calidad.</li> <li>▪ Puede suministrarse a zonas lejanas del lugar de producción.</li> <li>▪ Pocos problemas de suministro.</li> <li>▪ Precio estable.</li> </ul>
ASTILLAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Longitud: 30 mm.</li> <li>▪ Densidad: 250 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>▪ Poder calorífico: 14,4-16,2 MJ/kg (2,9 kg de astillas = 1 l de gasóleo).</li> <li>▪ Contenido en humedad: 20-60%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proviene del residuo agrícola, y se presentan tanto en pequeñas astillas trituradas como en serrín.</li> <li>▪ Óptima capacidad de almacenamiento.</li> <li>▪ Combustión libre de problemas y con una mínima generación de ceniza, así como bajas emisiones.</li> </ul>
CUESCO DE ACEITUNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Densidad: 680 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>▪ Poder calorífico: 16-18 MJ/kg.</li> <li>▪ Contenido en humedad: 12-23%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se utilizan trozos triturados de hueso de aceituna limpio y de poca humedad.</li> <li>▪ Procede de la industria agroalimentaria, como subproducto en la producción de aceite de oliva virgen.</li> <li>▪ Excelente comportamiento en la combustión.</li> <li>▪ Es inocuo e inodoro.</li> <li>▪ Reduce la emisión de partículas.</li> <li>▪ Permite la regulación automática de la caldera gracias a su forma y tamaño.</li> <li>▪ Como inconvenientes está el gran volumen que ocupa.</li> </ul>
ORUJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Densidad: 275-300 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>▪ Poder calorífico: 16-19 MJ/kg.</li> <li>▪ Contenido en humedad: &lt;12%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es un subproducto en la producción de aceite o de uva.</li> </ul>
CÁSCARA DE FRUTOS SECOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Longitud: 4 mm.</li> <li>▪ Densidad: 400 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>▪ Poder calorífico: 16,7 MJ/kg.</li> <li>▪ Contenido en humedad: 8-15%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es un subproducto de la producción de frutos secos, principalmente de la almendra.</li> </ul>
LEÑA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Densidad: 750 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>▪ Poder calorífico: 10-19 MJ/kg.</li> <li>▪ Contenido en humedad: 20-60%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es la forma de biomasa más ampliamente utilizada en Chile.</li> <li>▪ Procede mayoritariamente de la tala controlada de bosques limpieza y de sus productos donde se aprovechan determinadas partes de masa leñosa no apta para uso industrial.</li> </ul>

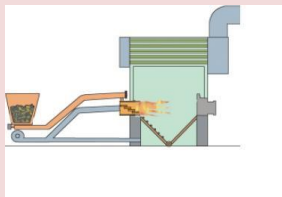
		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ La calidad y el poder calorífico de la madera dependen del tipo de leña, el origen, el calibre y el grado de humedad entre otros factores.</li><li>▪ La humedad es el factor más importante, ya que influye directamente en la calidad de la combustión y por lo tanto, en el rendimiento final y vida útil de una caldera a leña.</li><li>▪ Para evitar el impacto ambiental de una mala combustión de leña se ha implementado el Sistema Nacional de Certificación de Leña, que garantiza la calidad del producto y la procedencia de explotaciones o bosques gestionados de forma sostenible.</li></ul> 
<p>Fuente: Elaboración propia</p>		

## Tipos de calderas

Tipos	Características	
Según tipo de combustible		
<p>Calderas de llama invertida para madera en tarugos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Son de potencia limitada (decenas de Kw), dada la dificultad de suministro, carga manual de tarugos de leña, almacenamiento y carga del combustible.</li> <li>▪ No son recomendables para instalaciones nuevas.</li> <li>▪ Su uso más adecuado es la calefacción de establecimientos de alojamiento turístico aislados de uno o pocos pisos.</li> </ul>	 <p>Fuente: Calderas de biomasa para sistemas de calefacción doméstica. <a href="http://www.cecu.es">www.cecu.es</a></p>
<p>Calderas de astillas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se carga desde el silo de forma totalmente automática a través de un alimentador/dosificador.</li> <li>▪ La alimentación y combustión de las astillas en el quemador se regula automáticamente mediante una central electrónica, que recoge datos del termostato ambiente, y de la temperatura y concentración de oxígeno de los humos a través de una sonda lambda.</li> <li>▪ El encendido es automático, bien a través de una resistencia eléctrica o mediante un quemador piloto, normalmente de combustible líquido.</li> <li>▪ Este tipo de calderas está indicado para cualquier tipo de potencia requerida.</li> <li>▪ El rendimiento y el confort son los mismos que los de las calderas de gas o gasóleo.</li> <li>▪ Por sus características de automatización y ahorro de actividad, los sistemas de astillas están especialmente indicados para establecimientos de alojamiento turístico de tamaño medio o grande.</li> </ul>	 <p>Fuente: <a href="http://www.termosun.com">www.termosun.com</a></p>
<p>Calderas para pellets</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se utilizan trozos triturados de hueso de aceituna limpio y de poca humedad.</li> <li>▪ La densidad de los pellets es mucho mayor que la de las astillas, y sus características posibilitan que el granulado pueda ser utilizado también en calderas para astillas, e incluso en calderas de gasóleo (mediante la adaptación de un quemador especial).</li> <li>▪ Reducida potencia obtenida.</li> <li>▪ Costos de mantenimiento, muy pequeños.</li> <li>▪ Imposibilidad total del automatismo de la instalación.</li> </ul>	 <p>Fuente: <a href="http://novaurbania.es">http://novaurbania.es</a></p>

Según tecnologías		
Equipos compactos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incluyen sistemas de encendido y limpieza automáticos, que facilitan el manejo del usuario.</li> <li>▪ Están diseñadas específicamente para su uso en calefacción doméstica, tanto en viviendas unifamiliares como en bloques residenciales.</li> <li>▪ Normalmente, se trata de equipos de potencia baja/media (hasta 150 kW).</li> </ul>	 <p>Fuente: Calefacción en grandes edificios con biomasa. IDAE</p>
Calderas con alimentador inferior	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disponen de un sistema de alimentación por afloramiento en la zona inferior.</li> <li>▪ Presentan buen rendimiento con biomasa de alta calidad, es decir, poco húmedas y con bajo contenido en cenizas, como son las astillas secas, los pellets y algunos residuos agroalimentarios.</li> </ul>	 <p>Fuente: Calefacción en grandes edificios con biomasa. IDAE</p>
Calderas con parrilla móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Este sistema se aplica en calderas de mayor tamaño (más de 500 kW).</li> <li>▪ Pueden utilizar biomasa de calidad inferior y composición variable, con mayor contenido en humedad y cenizas, tales como astillas, corte, residuos agrícolas e incluso mezclas varias.</li> </ul>	 <p>Fuente: Calefacción en grandes edificios con biomasa. IDAE</p>
Calderas de gasóleo con quemador de pellets	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se adapta un quemador de biomasa sobre una caldera tradicional de gasóleo.</li> <li>▪ Tiene el inconveniente de reducir el rendimiento de la caldera y presentar mayores problemas en el sistema de limpieza.</li> </ul>	 <p>Fuente: Estudio de la viabilidad del aprovechamiento de biomasa para calefacción y ACS en edificación Universidad Politécnica de Madrid.</p>



<p>Calderas con combustible en cascada</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tienen una parrilla en forma de escalera, posibilitando la combustión de la biomasa en diferentes etapas, con lo que se logra aumentar el rendimiento y reducir las cenizas.</li> <li>▪ Este sistema se utiliza en calderas de tamaño medio (50-500 kW), con combustible de calidad media-alta, tales como pellets.</li> </ul>	 <p>Fuente: Calefacción en grandes edificios con biomasa. IDAE</p>
--	---	---

VENTAJAS DE SU APLICACIÓN	DESVENTAJAS DE SU APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Disminuye la dependencia de los combustibles fósiles.</li> <li>■ Utiliza una fuente de energía renovable (si su uso es sostenible).</li> <li>■ Disminuye el costo de la cuenta energética al sustituir los combustibles fósiles por otros de tipo renovable.</li> <li>■ Reduce la huella de carbono de la actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los rendimientos de las calderas de biomasa son algo inferiores a los de las calderas que usan un combustible fósil líquido o gaseoso.</li> <li>● Necesita sistemas de almacenamiento de dimensiones mayores.</li> <li>● Los sistemas de alimentación de combustible y eliminación de cenizas requieren unos mayores costos de operación y mantenimiento.</li> <li>● Los canales de distribución de la biomasa no están tan desarrollados como los de los combustibles fósiles.</li> <li>● La biomasa puede tener altos contenidos de humedad, lo que hace que en determinadas aplicaciones pueda ser necesario un proceso previo de secado.</li> </ul>

### ¿Cuáles son las condiciones de uso?

- Es necesario realizar instalaciones centralizadas, dada las dificultades y limitaciones en la distribución del combustible (biomasa) entre el depósito y la caldera.
- Requiere espacio para el depósito de combustible y para el cuarto de la caldera.
- Las cenizas deben ser retiradas periódicamente.
- Se debe evitar su colocación a distancias grandes del silo de almacenaje de la biomasa, debido a las limitaciones del sistema de transporte del combustible (normalmente sinfines o bandas transportadoras).
- Precisan también de un suministrador de biomasa que entregue el combustible de forma periódica.
- El almacenamiento debe tener espacio suficiente para almacenar, al menos, el combustible necesario para una o dos semanas.
- Hay que evitar la producción de agua caliente sanitaria a través del intercambiador de calor de emergencia situado en el interior de la caldera de leña. De hecho, este intercambiador ha de estar constantemente conectado a una válvula de seguridad térmica, y tiene que poder intervenir con la máxima eficacia para enfriar la caldera en caso de emergencia.
- Las condiciones críticas que pueden darse en una caldera de biomasa son la interrupción del suministro eléctrico y la avería de la bomba de circulación de la caldera. En esas circunstancias, se produce un bloqueo casi total de la circulación del agua en la caldera y se interrumpe la aportación del calor producido por la combustión de la leña. Por consiguiente, la temperatura del agua puede subir hasta alcanzar y superar los 100° C provocando un fuerte aumento de la presión del sistema. Para evitar este riesgo, además del termostato de seguridad presente en todos los tipos de caldera, las calderas de biomasa deben de tener un intercambiador de calor de emergencia, formado por un tubo serpentín sumergido en el agua de la caldera. Este intercambiador tiene que estar conectado por una parte a una toma de agua fría, directamente conectada al acueducto y por el lado de la salida, el intercambiador de emergencia tiene que estar conectado a un desagüe. Entre la toma de agua fría y la caldera debe instalarse una válvula de seguridad térmica la cual se abrirá mediante un dispositivo mecánico que no requiere alimentación eléctrica antes que la temperatura de la caldera alcance los 100°C, permitiendo que el agua fría empiece a fluir en el intercambiador de seguridad, sacando el exceso de calor y enviándolo al desagüe.

### ¿Cuál es su costo?

Para los cálculos económicos se han considerado las siguientes hipótesis:

a) Alojamiento turístico de 20 unidades habitacionales con un 60% de ocupación media anual:

- Instalación de caldera de pellets de 50 kW de potencia considerando un costo del pellet de \$170/kg. Costo: **\$8.387.800<sup>1</sup>**. El costo incluye:
  - Caldera.
  - Automatismos funcionales.
  - Entronque de chimenea, chimenea y sonda auxiliar
  - Bomba de circulación para circuito calefacción.
  - Instalación eléctrica.
  - Ventilaciones.
  - Sistema contra incendios.
  - Sistema de control y regulación.
  - Aislamiento y calorifugado.
- Costos de mantenimiento: \$137.500/año<sup>(1)</sup>
- Ahorro obtenido en consumo energético del 50% mediante la implementación de esta MTD;

Con estas características, la **inversión** necesaria sería de **\$8.387.800**, con **período de retorno de la inversión de 4 años**, y un **VAN de \$6.310.000**.

b) Alojamiento turístico de 40 unidades habitacionales con un 70% de ocupación media anual:

- Instalación de caldera de pellets de 100 kW de potencia considerando un costo del pellet de \$170/kg. Costo: **\$10.780.720<sup>1</sup>**. El costo incluye:
  - Caldera.
  - Automatismos funcionales.
  - Entronque de chimenea, chimenea y sonda auxiliar
  - Bomba de circulación para circuito calefacción.
  - Instalación eléctrica.
  - Ventilaciones.
  - Sistema contra incendios.
  - Sistema de control y regulación.
  - Aislamiento y calorifugado.
- Costos de mantenimiento: \$275.000/año<sup>(1)</sup>
- Ahorro obtenido en consumo energético del 50% mediante la implementación de esta MTD;

Con estas características, la **inversión** necesaria sería de **\$10.780.720**, con **período de retorno de la inversión de 4 años**, y un **VAN de \$9.366.000**.

(1) Valor moneda nacional a abril de 2012

Nota: Sin perjuicio que las MTD seleccionadas en esta guía están orientadas a empresas del segmento de menor tamaño, la presente evaluación responde a criterios de tamaño y condiciones particulares. Por lo anterior, el resultado de esta evaluación debe considerarse como referencial. Para recibir orientación bajo condiciones de evaluación distintos, puede contactar al 600 600 2675.

(2)

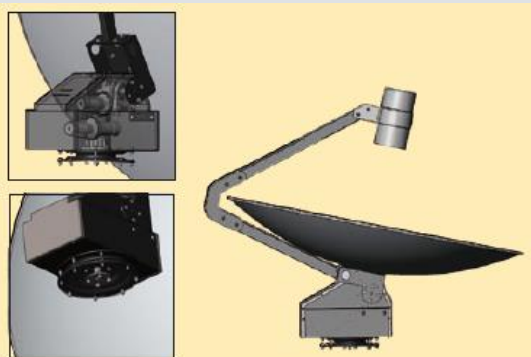
### **MTD 4: CAPTURA SOLAR TÉRMICA ACTIVA (MTD emergente)**

Esta MTD es un dispositivo de captación de energía solar que permite la producción de agua caliente sanitaria con temperaturas externas por debajo o cerca de 0°C.

El sistema se basa en la utilización de una parábola solar térmica controlada por un microprocesador que asegura la perpendicularidad continua al sol, lo que a su vez permite su aprovechamiento durante todo el día.

#### **¿CÓMO FUNCIONA UNA PARÁBOLA SOLAR TÉRMICA?**

- El enfoque del disco parabólico hacia el sol se obtiene con la ayuda de un microprocesador, el cual está interconectado con un sensor que dirige el movimiento horizontal y vertical del aparato.



Fuente: [www.zocchigroup.com](http://www.zocchigroup.com)

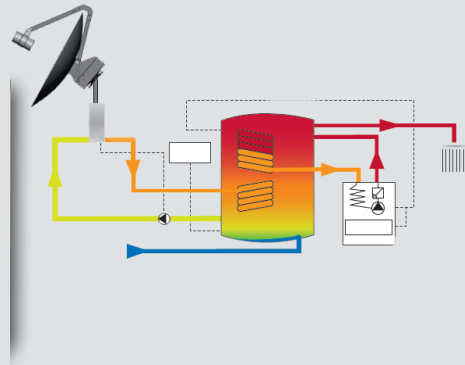
- La superficie del disco parabólico es de una película especial capaz de reflejar la radiación, lo que permite enfocar y concentrar los rayos del sol en un punto que es el concentrador.



Fuente: [www.texel-sas.com](http://www.texel-sas.com)

- El calor recogido en el concentrador se transmite a un intercambiador situado en la sala de calderas.
- El sistema está compuesto de los siguientes elementos:

- Disco parabólico con una superficie de 2 m<sup>2</sup> y superficie de captura de 2,10 m<sup>2</sup>, cubierto de película reflectante especial que permite enfocar los rayos del sol en el concentrador.
- Concentrador solar parabólico con sistema de seguimiento solar.
- Unidad de control del disco parabólico.
- Sensores de temperatura.



Fuente: [www.zocchigroup.com](http://www.zocchigroup.com)

VENTAJAS DE SU APLICACIÓN	DESVENTAJAS DE SU APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce las pérdidas térmicas en el receptor.</li> <li>• No está sometida a las fluctuaciones del nivel de radiación ya que el microprocesador permite el enfoque del disco parabólico hacia el sol, lo que asegura la perpendicularidad continua a éste y por lo tanto su aprovechamiento durante todo el día.</li> <li>• Complementa y compensa la pérdida de energía relacionada con la puesta en marcha tardía del calentamiento del agua cuando la temperatura estaba bajo cero, así como el no funcionamiento de paneles solares cuando éstos se hayan cubiertos de nieve.</li> <li>• Permite una instalación rápida y simple.</li> <li>• Requiere un mantenimiento preventivo mínimo de dos veces al año.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere instalación especializada.</li> </ul>

### ¿Cuáles son las condiciones de uso?

- Especialmente recomendada para establecimientos de alojamientos turísticos ubicados en zonas frías o muy frías ya que complementa y compensa la pérdida de energía relacionada con la puesta en marcha tardía del calentamiento del agua cuando la temperatura estaba bajo cero, así como el no funcionamiento de paneles solares cuando éstos se hayan cubiertos de nieve.

### ¿Cuál es su costo?

Para los cálculos económicos se han considerado las siguientes hipótesis:

- Alojamiento turístico de entre 15 y 20 habitaciones con un 50% de ocupación media anual;
- Utilización de gas como combustible para la producción de ACS;
- Instalación solar térmica. Costo: **\$4.650.000<sup>1</sup>** (instalación y montaje de 1 parábola solar térmica, con un tanque de 200 o 300 litros, tubos, bomba de circulación y mano de obra).
- Costos de mantenimiento: \$22.500/año<sup>(1)</sup>
- Ahorro obtenido en consumo energético del 75% mediante la implantación de esta MTD;

Con estas características, la **inversión** necesaria sería de **\$4.650.000**, con **período de retorno de la inversión** de 2,8 años, y un **VAN de \$1.390.000**

(1) Valor moneda nacional a abril de 2012

Nota: Sin perjuicio que las MTD seleccionadas en esta guía están orientadas a empresas del segmento de menor tamaño, la presente evaluación responde a criterios de tamaño y condiciones particulares. Por lo anterior, el resultado de esta evaluación debe considerarse como referencial. Para recibir orientación bajo condiciones de evaluación distintos, puede contactar al 600 600 2675.

## 4. RECOMENDACIONES PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUAS SANITARIAS A PARTIR DE ENERGÍAS RENOVABLES

### “QUÉ HACER”

- Escoger el sistema más adecuado a las características del establecimiento de alojamiento turístico para reducir su consumo energético, según zona geográfica e infraestructura instalada.
- Aprovechar el calor de las estufas de combustión lenta o de las cocinas a leña para calentar el ACS.
- Reducir el consumo energético asociado a la producción de ACS mediante la instalación de captadores solares térmicos.

### “QUÉ NO HACER”

- Instalar un sistema complementario para la producción de ACS a partir de energías renovables sin un correcto dimensionado del mismo.
- Implementar un sistema de energía solar térmica o una caldera de biomasa para producir ACS disminuyendo el consumo energético, sin contar con un aporte de energía procedente de sistemas más convencionales.
- Utilizar como fuente de alimentación de una caldera de biomasa combustibles, vegetales con elevados contenidos de humedad.
- Utilizar un serpentín en estufas de combustión lenta o en cocinas a leña con el objetivo de aprovechar el calor de la combustión para calentar el agua sanitaria sin instalar medidas de seguridad.



## 5. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. INYGEN. Aplicaciones de la energía solar (térmica y fotovoltaica) en hoteles. [www.inygen.com](http://www.inygen.com)
2. Cora Placco, Luis Saravia, Carlos Cadena INENCO, UNSa –CONICET. Colectores solares para agua caliente.
3. Revista frío y calor N° 101. Klaus Grote Hahn. Energía Solar: tecnologías y aplicaciones.
4. Comisión Nacional de Energía del Gobierno de Chile. Transenergíe. Estudio del mercado solar térmico chileno. Proyecto: Plan Nacional de fomento al uso de colectores solares. Tarea 1. Estudio de Mercado (noviembre 2006)
5. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. Guía didáctica de Energía Solar. Captadores solares térmicos. (2007) [www.itccanarias.org](http://www.itccanarias.org)
6. Parábola solar térmica. <http://es.texel-sas.com>; [www.zsolex.com](http://www.zsolex.com)
7. Gas Natural Fenosa. Catálogo de tecnologías eficientes. [www.empresaeiciente.com](http://www.empresaeiciente.com)
8. Procobre Centro Mexicano de Promoción del Cobre A.C. Casos de éxito en Copper. La utilización del cobre en los sistemas solares de calentamiento de agua.
9. Energías renovables. [www.aedhe.es](http://www.aedhe.es)
10. Fortalecimiento de la Capacidad en Energía Renovable para América Central (FOCER). Manuales sobre energía renovable. Biomasa (2002)
11. Confederación de consumidores y usuarios. Proyecto RES & RUE Dissemination. Calderas de biomasa para sistemas de calefacción doméstica. [www.cecua.es](http://www.cecua.es)
12. Confederación de consumidores y usuarios. Proyecto RES & RUE Dissemination. Energía proveniente de la biomasa y chimeneas térmicas
13. ANWO S.A. Unidad de negocios eficiencia energética y energías renovables. Informativo Eficiencia Energética. Edición especial calefacción ecológica y biomasa (2009). [www.anwo.cl](http://www.anwo.cl)
14. Santa Cruz Astorqui, Jaime; del Río Merino, Mercedes; Cachero Alonso, Gemma; Monje García, Ignacio; Rubio Madueño, Dolores. E.U. Arquitectura Técnica – Universidad Politécnica de Madrid. Estudio de la viabilidad del aprovechamiento de biomasa para calefacción y ACS en edificación (2008)
15. Comunidad de Madrid. Guía Práctica Sistemas Automáticos de Calefacción con Biomasa en Edificios y Viviendas (2006)
16. Universidad Técnica Federico Santa María. Estudio de contribución de las ERNC al SIC al 2025. Informe Sectorial Final. Potencial de Biomasa en Chile (2008)
17. Gobierno de Chile. Los Recursos Forestales en Chile. Informe final inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales (2009)

18. Consejo Nacional de Producción Limpia (Chile). Unidad de Asistencia técnica. Escuela de Ingeniería Bioquímica Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Consejo Superior de Turismo (CONSETUR) Informe de diagnóstico y propuesta de Acuerdo de Producción Limpia para el Sector Gastronómico y Hotelero con servicio de Restauración de la Quinta Región Continental (Abril 2007).
19. Consejo Nacional de Producción Limpia (Chile). Acuerdo de Producción Limpia Sector Gastronómico Comuna de Concón. Sector Gastronómico Comuna de Concón. Región de Valparaíso (29 de Agosto de 2006).
20. Consejo Nacional de Producción Limpia (Chile). Acuerdo de Producción Limpia Turismo-Gastronómico Borde Costero Región de Coquimbo. Turismo Gastronómico Borde Costero. Región de Coquimbo (12 de Octubre de 2010).
21. Consejo Nacional de Producción Limpia (Chile). Acuerdo de Producción Limpia Sector Hotelaría y Gastronomía de la Región de Valparaíso Continental. Sector Hotelaría y Gastronomía de la Región de Valparaíso Continental (16 de Noviembre de 2007).
22. Consejo Nacional de Producción Limpia (Chile). Cámara de Turismo de la Isla de Pascua. Acuerdo de Producción Limpia Sector Alojamiento Turístico y Gastronómico de Isla de Pascua. Sector Alojamiento Turístico y Gastronómico de Isla de Pascua (11 de Diciembre de 2006).
23. Consejo Nacional de Producción Limpia (Chile). Asociación Magallana de Empresas de Turismo Acuerdo de Producción Limpia Sector Alojamiento Turístico y Gastronómico de la Región de Magallanes. Sector Alojamiento Turístico y Gastronómico de la Región de Magallanes (06 de Diciembre de 2006).
24. Consejo Nacional de Producción Limpia (Chile). Acuerdo de Producción Limpia Sector Turismo San Pedro de Atacama. Diagnóstico Sectorial y Propuestas de Acuerdo de Producción Limpia Sector Turismo de Intereses Especiales – San Pedro de Atacama (25 de Noviembre de 2009).
25. Consejo Nacional de Producción Limpia (Chile). Casos de Empresas en Acuerdos de Producción Limpia Datos detallados de de 32 casos correspondientes a 27 empresas de 9 sectores industriales en los cuales los Acuerdos de Producción Limpia (APL) han sido aplicados con éxito. Presenta datos económicos de empresas de restauración (Aramark, McDonalds)
26. Guía de buenas prácticas ambientales para alojamientos turísticos de la Hoya de Huesca (España). Fundación ecología y desarrollo. <http://www.fundacionglobalnature.org>
27. Manual de buenas prácticas operativas de producción más limpia en el sector turístico hotelero. Centro Nacional de Producción Limpia. Costa Rica. [http://www.cchcr.org/fotos/Turismo\\_web.pdf](http://www.cchcr.org/fotos/Turismo_web.pdf)
28. Manual de buenas prácticas para la mejora de la eficiencia energética de los hoteles de las Islas Canarias. Instituto Tecnológico Hotelero. <http://www.ithotelero.com/eficienciaenergetica.php>
29. Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana. Agencia Valenciana de la Energía. [http://www.aven.es/pdf/guia\\_hoteles.pdf](http://www.aven.es/pdf/guia_hoteles.pdf)
30. Manual de cálculo y reducción de huella de carbono para hoteles. Observatorio de Sostenibilidad de España. <http://www.sostenibilidades.org>

**CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA**  
**PROGRAMA DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS – TECNOLIMPIA**

Almirante Lorenzo Gotuzzo 124, Piso 2

Teléfono: (56 2) 6884500

Página web: <http://www.tecnolimpia.cl/>

Santiago de Chile