"Concepto innovador de formación profesional para el fomento de las energías renovables en las zonas rurales de Europa" – TRAIN – RES

Contract no. LLP-LdV-ToI-2012-RO-016 / 2012-1-RO1-LEO05-21099

Modulo 4
Guía técnica para: ENERGÍA SOLAR. MODELO DE EVALUACIÓN DINÁMICA DE ENERGÍA SOLAR. PLAN DE NEGOCIO

Autores: Partenariado del proyecto TRAIN-RES.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Contenidos

Capítulo I: ENERGÍA SOLAR 3
I.1 Colectores solares 3
I.2 Módulos fotovoltaicos 7
Capítulo II. Colectores solares para calentar el agua doméstica y para la calefacción 12
II.1 Colectores solares para la calefacción de espacios complementarios y calentamiento de agua sanitaria para viviendas unifamiliares 12
II.2 Sistema de suministro combinado de calor y agua doméstica con colectores solares y calderas de pellets para viviendas unifamiliares 14
II.3 Armonizar los componentes del sistema, el almacenamiento de calor, intercambiadores de calor, bombas, válvulas controladas 14
II.4. Suministro de energía fotovoltaica 16
Capítulo IV. Modelo de evaluación y plan de negocios para el uso de la energía solar 26
IV.1 Descripción técnica de la planta 26
IV.2 Descripción económica de la planta 26
IV. 5 Condiciones básicas y legislativas 28
IV. 6 Impactos económicos debido a la simulación de los efectos de las subvenciones a la inversión 28

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Capítulo I: ENERGÍA SOLAR

La utilización de la energía solar directa basada en la aplicación de dispositivos de absorción de radiación solar. Para aplicaciones térmicas se utilizan componentes activos y pasivos, mientras que los dispositivos que operan para la producción de energía eléctrica fotovoltaica pueden ser generados.

I.1 Colectores solares

En los sistemas activos que utilizan directamente la energía solar, la parte más importante es la que absorbe y transforma la energía solar en calor, este dispositivo se llama colector solar. El calor generado por el colector se transfiere en forma de calor a través de la circulación del colector que puede contener líquido o aire.

La eficiencia del colector está en relación con la energía de salida transferida desde el colector y la energía de irradiación de entrada. El valor de la eficiencia se ve influenciada por dos tipos pérdidas:

- las pérdidas ópticas, que son determinadas por las características de reflexión y transmisión del material de cubierta, y la capacidad de absorción del material. Las pérdidas ópticas no dependen de la temperatura del colector.
- las pérdidas térmicas, sus valores dependen de la diferencia de temperatura entre el colector y sus alrededores.

La eficiencia de los colectores se puede calcular sobre la base de la siguiente fórmula:

$$\eta = \eta_0 - k_1 X - k_2 I_c X^2$$

donde: η - eficiencia del colector,

η_0 - pérdida nula de eficiencia del colector, o eficiencia óptica, donde $\eta_0 = \alpha \tau F'$,

α - factor de absorción,

τ - factor de transmission de la cubierta,

F' - factor de eficiencia de absorción,

k_1 [W m^{-2} K] - coeficiente de transmission térmica lineal (parámetro medido),

k_2 [W m^{-2} K^2] - coeficiente cuadrático de transferencia de calor (parámetro medido),

$X=(T_{cav}-T_{ca})/I_c$ [K m^2 W^{-1}] - variable independiente de la formula de eficiencia,

I_c [W m^{-2}] - irradación solar,

T_{cav} [°C] - temperatura del fluido de transferencia de calor promedio en el absorbente,

T_{ca} [°C] - temperatura ambiente del aire.

La fórmula de eficiencia se puede utilizar para comparar los colectores de diferentes fabricantes. Para la comparación de los coeficientes característicos de ciertos colectores son necesarias las mediciones realizadas por un instituto de inspección acreditado. A continuación podemos ver una comparación entre tres tipos de colectores distribuidos en Hungría. Los parámetros del tipo de colector SKV-3 se basan en el informe de la prueba de TÜV Süddeutschland 28601231-1 (Fiorentini Hungary Kft). Los coeficientes del tipo de colector Heliostar 202 N2L aparecen en su manual de uso (Naplopó Kft. 2003) y finalmente los coeficientes del tipo de colector EURO C20 AR se pueden consultar en el manual técnico publicado por el fabricante. **Table I.1** contiene los coeficientes de los tres colectores utilizados para calcular la fórmula de eficiencia.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Table I.1. Coeficientes para la fórmula de eficiencia de los diferentes tipos de colectores

Tipo de colector	$\square_0$	k_1, W/m^{2}K	k_2, W/m^{2}K^2
SKV-3	0,741	3,688	0,0207
Heliostar 202 N2L	0,798	4,17	0,011
EURO C20 AR	0,854	3,37	0,0104

Usando los coeficientes de la Tabla 1 se pueden calcular las curvas de los diferentes tipos de colectores. Los resultados de los cálculos se pueden ver en la **Figura I.1.** Para los cálculos de la curva de eficiencia se ha aplicado una irradiancia solar de I_c = 800 W/m^2

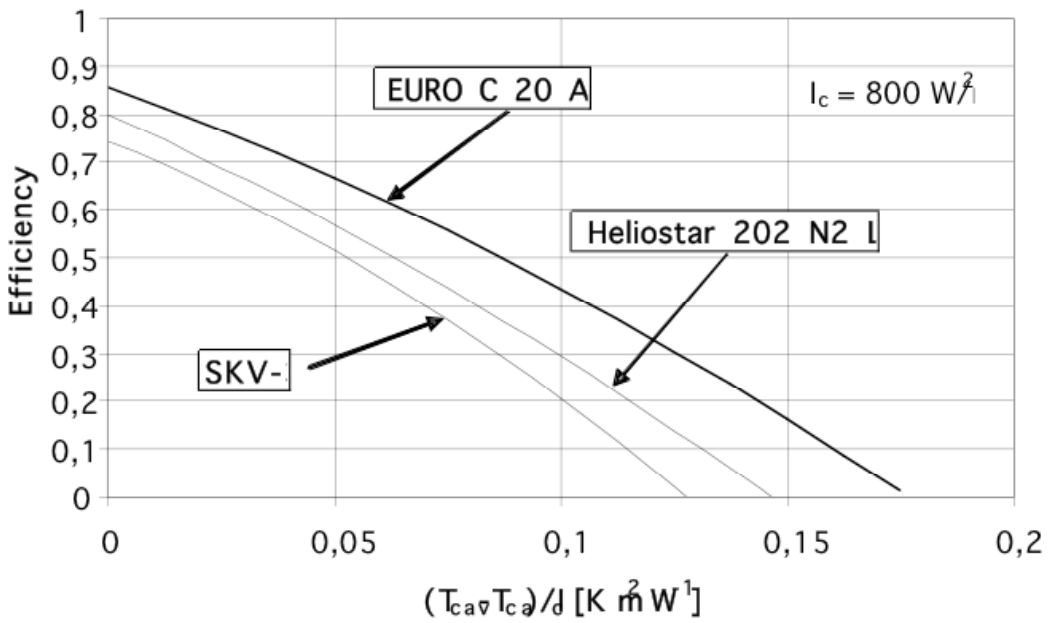


Figura I.1 Curvas de eficiencia de los diferentes tipos de colectores y fabricantes

Los colectores pueden ser clasificados en función a su curva de eficiencia. Como se aprecia en la figura 1 el colector que claramente tiene mayor eficiencia es el EURO C20 AR, seguido del Heliostar 202 N2L y finalmente el colector SKV-3.

Los colectores solares pueden tener una gran cantidad de variaciones en su construcción, una agrupación posible es la siguiente: colector no cubierto, colector de placa plana y el colector de tubo de vacío.

En caso de que el colector tenga falta de cobertura, su absorción y el efecto de la reflexión no reducen la eficiencia óptica del colector. Si la temperatura media del fluido de transferencia de calor que circula a través del colector o no es más alta o sólo es un poco más alta que la temperatura ambiente, entonces la eficiencia más alta la tiene el colector no cubierto, como se ve en la Figura 2, debido a las bajas pérdidas ópticas.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

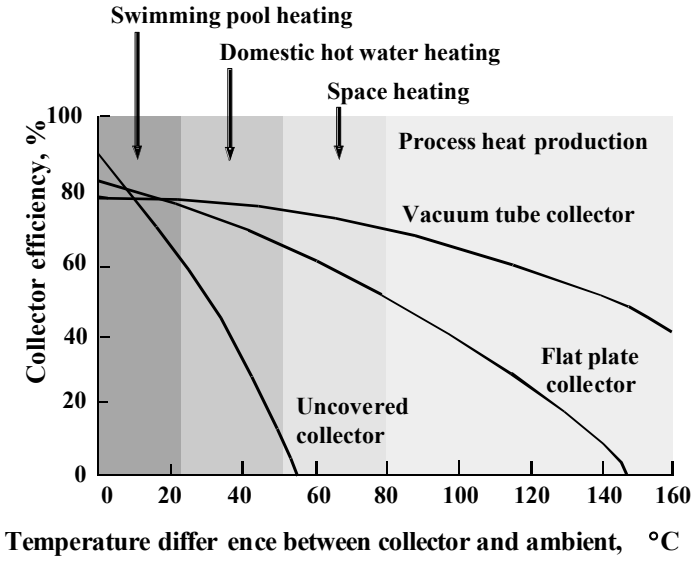


Figura I.2 Curvas de eficiencia de diferentes construcciones de colectores y rangos de temperatura de las aplicaciones (1000 W/m^2 irradiancia)

Debido a la escasez de la cubierta el defecto del "efecto invernadero" reduce significativamente la capacidad de aislamiento térmico. Como se incrementa la temperatura de transferencia de calor media que pasa a través del colector, aumenta significativamente la pérdida de calor, lo que reduce la eficiencia del colector. Sin la cubierta, la pérdida de calor por convección del absorbente es considerable en condiciones de viento. Por lo tanto la aplicación de construcciones simples, los colectores más baratos descubiertos, primero de todo se sugiere en períodos de verano para el calentamiento del aire en de piscinas. El rango de temperatura de funcionamiento del colector descubierto es de hasta 40°C.

La eficiencia óptica del colector de placa plana cubierta es más bajo que el la del colector no cubierto. Debido al efecto retroceso de la cubierta, la pérdida de calor del colector aumenta menos con la diferencia de la temperatura entre la temperatura ambiente y la temperatura del fluido de transferencia de calor que fluye a través del colector. El rango de temperatura de funcionamiento del colector de placa plana cubierta es de 20 - 80°C. Para los sistemas de energía solar térmica que se utilizan para calentar agua sanitaria, se sugiere en primer lugar la instalación de los colectores planos.

En colectores de tubo de vacío, en la superficie redondeada de los tubos de vidrio la reflexión es mayor, por lo que existe una mayor pérdida óptica. El vacío es un buen aislamiento térmico, por lo que la pérdida de calor del colector en la convección y la conducción se reduce significativamente. Debido al buen aislamiento del calor del colector de tubos de vacío también puede ser utilizado a principios de la primavera y las condiciones finales de otoño. En este periodo, , cuando la intensidad de la radiación solar es de 400 - 500 W/m^2, la diferencia entre la temperatura del colector y la temperatura ambiente puede ser de 40 - 60°C. Con estas condiciones de funcionamiento del colector de tubos de vacío tiene la eficiencia más alta. Todas estas aplicaciones propuestas de colectores de tubo de vacío se utilizan principalmente para respaldar la seguridad de la calefacción y el proceso de producción de calor. El rango de temperatura de funcionamiento de los colectores de tubos de vacío es de 50 – 120ºC.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

En base a las estadísticas de colectores instalados en Europa, se puede afirmar que la más utilizada es la de cubierta vidrio de placa plana con fluido de transferencia de calor. Este tipo de colector se muestra en la **Figura I.3.** La parte más importante de este tipo de colectores es el amortiguador que absorbe la radiación solar y la transfiere en forma calor que fluye a través de los conductos de fluido desarrollados en placa de absorción.

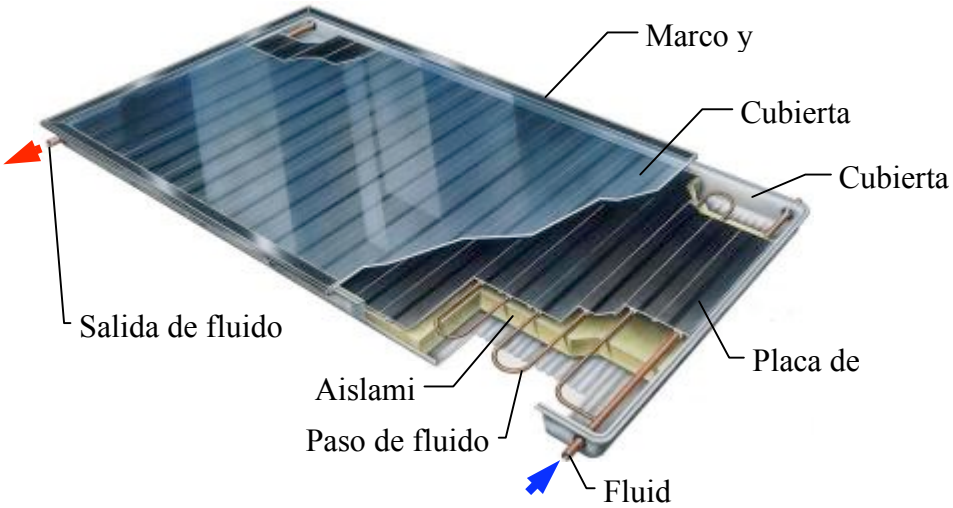


Figure I.3 Colector de placa plana

El absorbente tiene que cumplir dos requisitos: por un lado que en el rango de longitud de onda de la radiación solar (0-2,5 micras) todos los espectros de luz radiada tienen que ser absorbidos, por otro lado el absorbente tiene que reducir la radiación de calor de retorno de su propia temperatura en el rango de longitud de onda infrarroja (más de 2,5 m). Esta capacidad se puede realizar con los llamados recubrimientos selectivos. Las propiedades de absorción de radiación solar de la superficie del absorbente se pueden medir con el coeficiente de absorción (α), mientras que la pérdida de radiación de calor se mide con el coeficiente de emisión (ε). Los absorbente selectivos recubiertos producidos actualmente tiene al menos α=0,94 de coeficiente de absorción, pero en el caso del valor más alto, el coeficiente de emisión está entre ε = 0,18 y 0,03.

Para la instalación de colector solar hay que tener en cuenta el ángulo de inclinación y la orientación óptima para maximizar el rendimiento solar anualmente. La irradiancia máxima por lo general se puede obtener en superficie que es perpendicular al sol. Puesto que la posición del sol cambia durante el día y el año, sólo una superficie de dos planos separados por un eje consigue la irradiación máxima. En este sistema, la irradiación anual puede ser más de un 30% mayor que en una superficie totalmente plana. Uno de los dos planos tiene un aumento de la irradiación del rango de 20%. Sin embargo, el coste de instalación del no es proporcional con la ganancia de energía adicional. Por lo tanto, los colectores por lo general se instalan con orientación fija e inclinación. La orientación óptima de los colectores en Hungría se encuentra al sur. Sin embargo, la desviación de la inclinación en ± 30°C no reduce el rendimiento solar de manera significativa, como se muestra en la **Figura I.4**.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

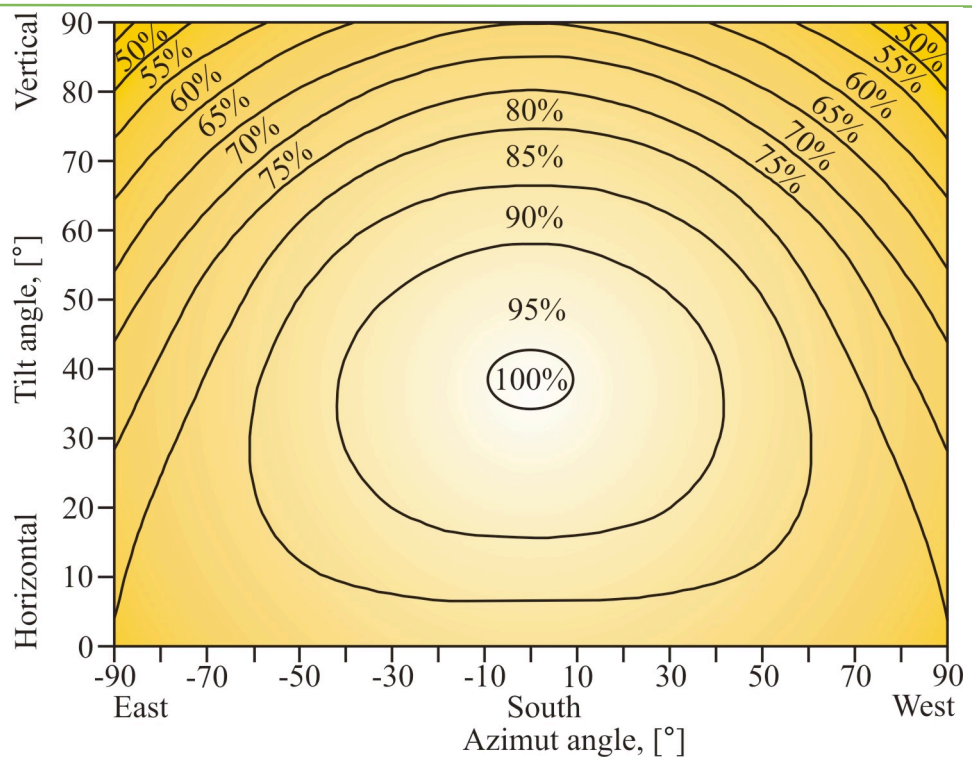


Figure I.4 Cambio de rendimiento solar en función de la orientación y la inclinación del absorbente.

El ángulo óptimo de inclinación en Hungría para un sistema que opera a lo largo del año es de 45º, mientras que en los meses verano es de 30º y los meses invernales sobre 65º.
Antes, los sistemas solares térmicos activos, se caracterizaban en las estadísticas por el área instalada de colector (m2) en lugar de la capacidad termal. Así la utilización termal solar no se pudo comparar con otras fuentes de energía renovables, y a menudo se omitía en las estadísticas. Para resolver este problema la Agencia Internacional de Energía, Energía Solar y Programa de Enfriamiento (IEA SHC) y muchas otras asociaciones comerciales termales solares acordaron ciertas recomendaciones en septiembre de 2004 , en Gleisdorf, Austria (IEA SHC 2004). Con el fin de las estadísticas termales solares, la capacidad instalada ([kWth] – kilovatio termal) se calcularía multiplicando el área de apertura del área del colector solar [m2] por un factor de conversión 0.7 [KWth/m2]. Este factor será usado uniformemente para los colectores no vidriados, colectores plateados planos y colectores tubulares de evacuación.

I.2 Modulos fotovoltaicos

Un método de la utilización directa de la energía solar es a través de la irradiación solar transformada en electricidad por medio de módulos fotovoltaicos que funcionan bajo el principio fotovoltaico. Las características del material semiconductor favorece la entrada de fotones solares liberando electrones. Los electrones negativos y sus pares positivos se liberan en el semiconductor. Los electrones sueltos pueden moverse libremente en la materia sólida. Estos movimientos no tienen ninguna dirección clara. Para hacer uso de la electricidad, es necesario

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

aglutinar los electrones. El material de semiconductor se contamina por dos átomos de características diferentes, así el tipo n y p son producidos dentro del semiconductor. En límite de estas dos capas se genera un campo eléctrico, la división de la carga tiene lugar a lo largo de la unión p-n. Los electrones se mueven a la región de tipo n, los agujeros se mueven a la región de tipo p, como se puede observar en la **Figura 2.4.5**.

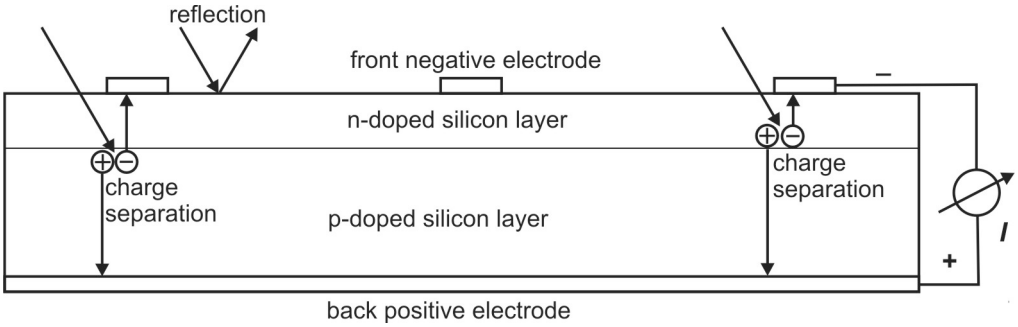


Figura I.5 Sección transversal de una célula solar de silicio cristalina

Se aplican a los dos lados de contacto una capa de silicio para conducir las cargas a un circuito externo. En el lado posterior el electrodo positivo está unido a la capa de tipo de p y el electrodo negativo delantero está unido a la capa de tipo de n.

Varios materiales semiconductores son adecuados para la producción de células solares. Hoy en día el silicio es el material usado con más frecuencia, que es el segundo elemento químico más común (después del oxígeno) en la corteza terrestre. El silicio puede extraerse principalmente de la arena de cuarzo (SiO2), por medio de técnicas basadas en temperaturas altas. El siguiente paso es quitar las impurezas restantes del silicio policristalino. Los cristales de silicio policristalino son orientados hacia diferentes lados, separados entre si por los propios límites de cada grano, lo que provoca ciertas pérdidas de eficiencia. El silicio policristalino puede transformarse en silicio de monocristalino a altas temperaturas, y sin los espacios existentes entro cada grano desaparecen, reduciéndose las pérdidas. Para producir silicio de monocristalino se necesita más energía, por lo tanto es más caro. La silicio elaborada de monocristalino o policristalino tuvo como resultado planchas más delgadas dando la posibilidad de crear mejores células solares.

La corriente generada por la célula solar varia según el voltaje de la célula. Esto se ilustra en la figura 6 en la curva del voltaje actual (I-V). Cuando la célula solar se cortocircuita el voltaje es cero, entonces la corriente de cortocircuito I_{SC} se puede medir. La corriente de cortocircuito es proporcional a la irradiación en la célula solar. El cortocircuito de corriente en la célula solar alcanza con facilidad al aumentar la temperatura.

La corriente del circuito abierto de la célula solar de es cero, entonces el voltaje del circuito abierto V_{OC} se pueda medir. La dependencia de voltaje de circuito abierto en la irradiación es logarítmica. El voltaje del circuito abierto de la célula solar disminuye tan rápido la temperatura alcanzada como el cortocircuito de corriente aumenta. Por lo tanto la potencia máxima de la célula y la eficiencia de la célula disminuyen a medida que la temperatura de la célula asciende. Para la mayor parte de las células solares una subida de temperatura de 25ºC representa una pérdida de potencia del 10%.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

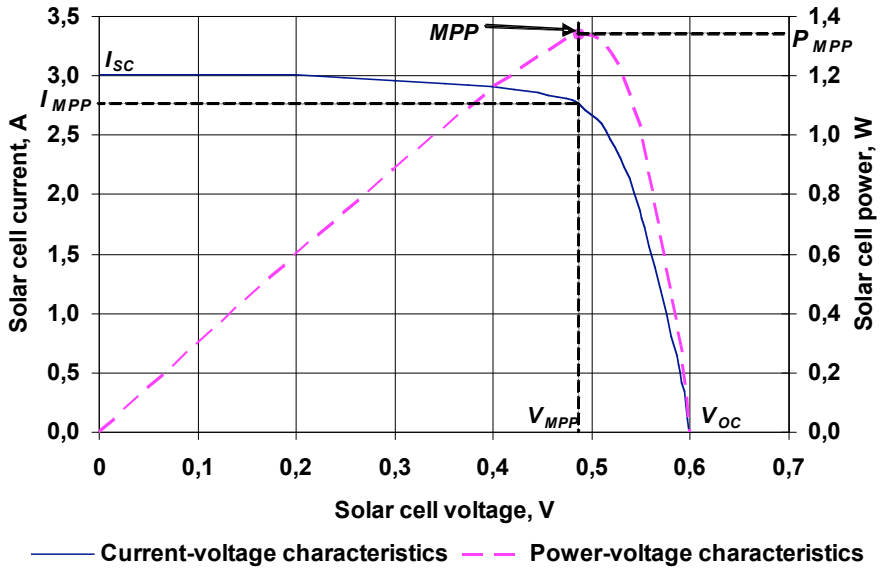


Figura I.6 Características del voltaje actual de una célula solar (I-V)

La célula solar desempeña su poder máximo a cierto voltaje. La figura 6 muestra las características de la potencia de voltaje, tiene un punto de máxima potencia llamado el punto de máxima potencia MPP. El punto máximo de la potencia de voltaje V_{MPP} es menor que el voltaje de circuito abierto y la corriente I_{MPP} es más baja que la corriente de cortocircuito.

A fin de hacer comparativas entre células y paneles solares, la potencia MPP se mide en condiciones de testado estándar (STC): irradiación a 1000 w/m2, temperatura 25ºC y masa de aire (AM) de 1.5. la potencia generada por los paneles fotovoltaicos en condiciones de atmosféricas reales es generalmente más bajo, por lo tanto, la potencia STC es la unidad Wp de la unidad (pico de vatio). La eficiencia de los módulos de silicio monocristalino está sobre el 15-18 % , mientras que el silicio policristalino está sobre 13-16 % .

Las células solares no funcional a nivel individual, debido a su bajo voltaje, y en módulos fotovoltaicos, las células principalmente están unidas en serie. Las células solares combinadas en un panel se encierran en una cápsula para proporcionar estabilidad mecánica, aislamiento eléctrico y protección del clima. La parte exterior se hace a base de cristal con contenido bajo de hierro, cristal acrílico, teflón u otros plásticos transparentes, en la parte posterior se puede usar cristal, láminas sintéticas opacas (Tedlar) o superficies de metal. Las celdas solares se encuentran incrustadas en plástico entre los protectores exteriores, normalmente acetato (EVA) de vinilo de etilo, que es un proceso de laminación a temperaturas de 100ºC. Después de la laminación, los módulos se equipan con las conexiones eléctricas. Generalmente, las conexiones se hacen por huecos por los que penetran entradas de cable por la parte trasera del panel. Los huecos están normalmente equipados con los diodos de desviación, para evitar posibles daño a las células. Generalmente, los paneles se rodean por una estructura diseñada para ser montada en otra subestructura y para proteger los bordes de cristal de posibles daños. La estructura se hace del aluminio, el acero inoxidable y el plástico es menos frecuentemente utilizados.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Nota	➢ ¿enfocar la luz solar en los discos oscuros podría proporcionar energía para el mundo?. ➢ ¿pueden unas células solares con una eficiencia de conversión de sólo el 8% producir 18 TW de potencia media?. ➢ Esto es más que la capacidad instalada actual de todas las plantas de energía que utilizan otras fuentes de energía primaria: carbón, petróleo, gas, energía nuclear y la hidroeléctrica .

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Actividades	Ejercicios y reflexiones ➢ Pensar en: ▫ El efecto fotovoltaico ▫ Células solares ▫ Células solares orgánicas ▫ Paneles fotovoltaicos.
	Desarrollar soluciones

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Capítulo II. Colectores solares para calentar agua para uso doméstico y para la calefacción

Del 50 al 100% de la fracción solar del consumo anual de calor total de la calefacción y de calentamiento de agua caliente sanitaria sólo puede lograrse si el edificio tiene un buen aislamiento, tiene una buena insolación o está construido como una buena orientación. Debido al aumento de la demanda de calefacción en invierno y al reducido período de la radiación solar, se necesita en este caso una mayor área para la placa solar y se requiere un volumen del depósito de almacenamiento de energía solar de gran tamaño.
En el caso de una fracción solar inferior al 20 - 50%, la cuota más baja anual de calor total requerido, la superficie de la placa y el tamaño del tanque de almacenamiento sólo tienen que ser aumentados moderadamente, en comparación con un sistema exclusivo para el calentamiento de agua para uso doméstico. En comparación de un edificio que tenga muy buen aislamiento, que para alcanzar el 25% de fracción solar se requiere un área de campo de las placas de 2 a 4 veces más grande.
Ambas versiones dan lugar a una baja temperatura para la calefacción, con suelos radiantes, calefacción de pared o grandes radiadores de superficie, si bien la eficiencia del sistema puede ser la adecuada. Cuanto mayor sea el grado de utilización del sistema y la fracción solar, menor deberá ser la temperatura de retorno desde el sistema de calefacción. La instalación de calefacción complementaria es práctica si el calor producido por la superficie de la placa, que es más grande en el período de verano, se puede utilizar, por ejemplo, para calentar una piscina al aire libre o para cualquier otro propósito.

II.1 Colectores solares para calefacción de espacios complementarios y calentamiento de agua sanitaria para viviendas unifamiliares

El montaje del sistema de paneles solares viene determinado por el sistema de calefacción doméstica existente para calentar agua, el espacio del sistema de calefacción local y las capacidades de la instalación, por ejemplo, el espacio existente en el lugar de instalación. Para la instalación de paneles solares de un área de tejado es ideal que tenga la orientación óptima y un ángulo de inclinación sin sombreado. La posición de instalación de los paneles tiene que ser lo más cercano al tanque de almacenamiento, ya que es posible la reducción de la pérdida de calor de las tuberías. Para el abastecimiento de agua para uso doméstico se utilizan las calderas calefacción eléctrica o de gas. En la instalación del sistema de energía solar térmica, una posible solución es conectar el acumulador solar a la línea de agua doméstica de la caldera previamente existente. En el caso de una radiación solar adecuada el agua fría entra precalentada por el panel solar en el tanque de almacenamiento, lo que reduce la demanda de energía de los equipos de calentamiento de agua sanitaria tradicional. En caso de que la caldera de calefacción existente este obsoleta o averiada, el agua, teniendo en cuenta la demanda existente, se puede pasar a tanques de almacenamiento (con intercambiadores de calor, calefacción eléctrica, etc) a los que el panel solar se puede conectar. La figura 1 muestra un sistema con un tanque de almacenamiento apropiado para el calentamiento de agua para uso doméstico y también para la calefacción complementaria.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

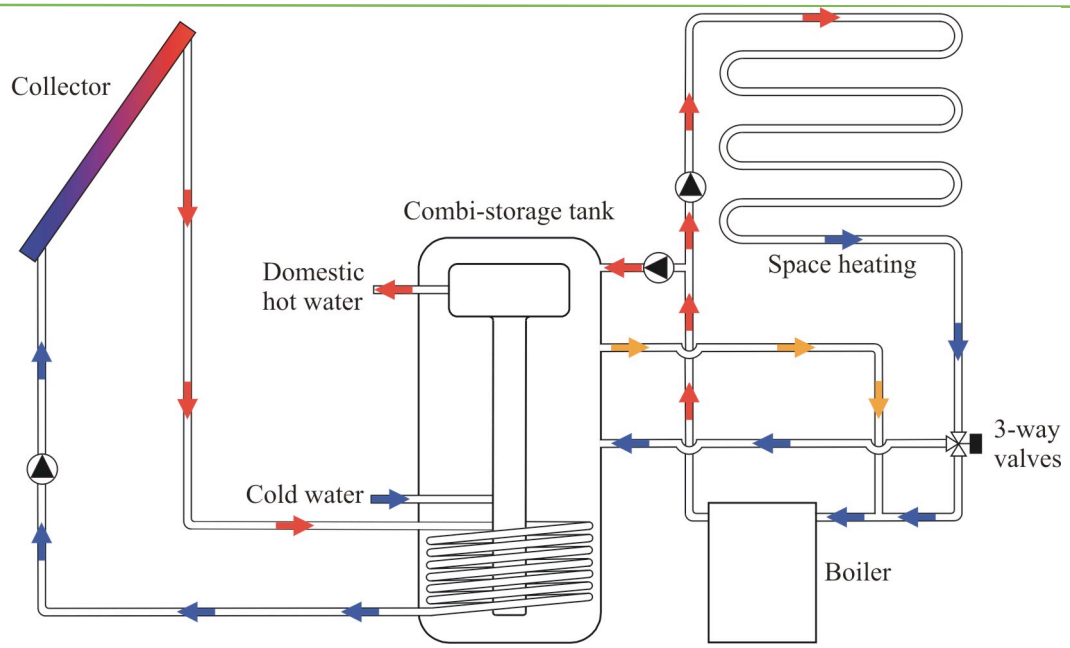


Figure II.1 Panel solar para calentar el agua sanitaria y calefacción con un tanque de almacenamiento combinado.

Con esta solución sólo se requiere un depósito de almacenamiento, dos depósitos de almacenamiento separados para el agua doméstica. La ventaja de este sistema es la reducción del espacio necesario y el coste, además se simplifican la instalación y el control de la misma.
El tanque de almacenamiento combinado es calentado por el colector mediante un sencillo método de diferencia de temperatura, ya que la instalación solar se utiliza simplemente para calentar agua sanitaria. El controlador lleva a cabo la utilización de calor a través de una bomba de circulación de bucle que hace circular el fluido de transferencia de calor a través del panel y del intercambiador de calor instalado en la parte inferior del tanque de almacenamiento. La temperatura máxima del tanque de almacenamiento se limita por lo general a 95°C.
En el lado de incidencia, el depósito de almacenamiento está dentro del espacio de circulación de la calefacción. La conmutación del retorno del sistema de calefacción en el espacio del depósito de almacenamiento se efectúa a través del control de diferencia de temperatura y una válvula de tres vías que se muestran en la Figura 1. Por ejemplo, si la temperatura en el tanque de almacenamiento es 8°C más alta que en el espacio de calefacción de retorno de temperatura el retorno está pasando a través de la sección correspondiente en el tanque de almacenamiento. La temperatura del espacio de retorno de la calefacción se incrementa de esta forma por el uso de la energía solar. Dependiendo de la temperatura de precalentado del retorno de la caldera no se enciende o funciona con una potencia más baja. Si el espacio de retorno de la calefacción es sólo por ejemplo 2 º C más frío que el tanque de almacenamiento, entonces el almacenamiento solar pasa directamente a la caldera de calefacción. El agua de uso doméstico en el tanque de almacenamiento es independiente de la utilización de la energía solar para el calentamiento del espacio a través de una bomba de circulación de calentamiento de agua doméstica de temperatura controlada.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

II.2 Calefacción combinada y sistema de abastecimiento de agua con paneles solares y caldera de pellets para el ámbito doméstico

El sistema térmico solar de la Figura 1 es apropiado para calentar el agua sanitaria y suministrar calefacción de bajo consumo para viviendas familiares. Durante la operación no es necesaria la supervisión continua de la chimenea o las calderas, las personas las controlan automáticamente.

II.3 Armonización de los componentes del sistema, acumuladores de calor, intercambiadores de calor, bombas y válvulas.

El consumo de agua doméstica de los hogares es más o menos constante en el transcurso del año, sólo es ligeramente decreciente en los meses de verano. La energía de calor para la calefacción es necesaria sobre todo en invierno, cuando la insolación es menor y la intensidad es menor. El consumo doméstico de agua caliente por persona varía mucho. Así, en lugar de esto la carga específica se utiliza para caracterizar los sistemas de calentamiento solar de agua, lo que demuestra que el número de litros de agua fría se pasan a través del sistema de energía solar térmica para calentar por día y por metro cuadrado de superficie de colector. Este valor sólo es relevante para los sistemas que se utilizan exclusivamente para el calentamiento de agua sanitaria. La carga específica disminuye con el incremento de la superficie de colector Para una demanda de agua caliente determinada. En Europa central los sistemas de energía solar térmica a gran escala que se usan puramente para calentar agua sanitaria tienen una alta carga específica, de aproximadamente 60 a 70 l/(m2 día) o más. En general, es satisfactorio tener una carga específica de aproximadamente 50 - 60 l/(día m2), sin embargo por debajo de 50 l/(día m2) por lo general indica sobredimensionamiento. La baja carga específica, por ejemplo, 30 l/(m2 día) sólo pueden justificarse con las instalaciones a pequeña escala si no es favorable los costes específicos, los costes por metro cuadrado de superficie de colector en metros.
Para los sistemas calefacción con espacios de seguridad, la relación de la superficie de captación a la demanda específica de energía de calefacción apropiada es kWh/(m^2 año). Esto se suma a la carga específica que se definió anteriormente para calentamiento de agua doméstica. La elección del ángulo de inclinación del panel superior a 45 ° para los sistemas de energía solar térmica que se utilizan para calentar agua sanitaria y para calefacción depende de la altura del sol que baja en los períodos de transición (primavera y otoño) y en de invierno.
Para viviendas unifamiliares la superficie de captación de los sistemas solares térmicos que se instalan exclusivamente para el calentamiento de agua para uso doméstico es de aproximadamente 10 m^2 y el volumen del tanque de almacenamiento máximo de 400 litros. Para una superficie de colector de un metro cuadrado se sugiere aproximadamente 60 - 100 litros de capacidad del tanque de almacenamiento solar.
El dimensionamiento de los sistemas solares térmicos que son apropiados para calentamiento de agua sanitaria y también para el espacio de seguridad de calefacción es una tarea compleja. Para este fin se han desarrollado varios programas de simulación por ordenador, que se puede utilizar para calcular el rendimiento anual de energía después de la configuración de los diferentes parámetros del sistema, las condiciones de instalación y los datos meteorológicos.
En los sistemas de energía solar térmica los intercambiadores térmicos pueden ser internos o externos. En el sistema de energía solar térmica instalada para uso doméstico con una unidad de almacenamiento, se pueden encontrar intercambiadores de calor internos. Estos intercambiadores de calor internos están hechos de cobre (tubo liso o tubo con cable), tubo de acero inoxidable liso

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

o tubos de acero con revestimiento anti-corrosivo, por ejemplo esmalte. En los intercambiadores de calor de tubo liso, la transferencia de calor se realiza a través de las superficies tubulares altamente conductoras. Las superficies de los tubos son pequeñas, por lo que se requiere una longitud de tubo considerable. Para los intercambiadores de calor de tubos lisos que tienen una diferencia de temperatura media logarítmica de 10°C se recomienda aproximadamente 0,2 m^2 superficie del intercambiador de calor por metro cuadrado de superficie del panel. En los intercambiadores de calor de tubo con cable, la superficie disponible por cada metro de longitud del tubo de transferencia de calor se amplía enormemente. Sin embargo, existe una superficie más grande, pero la transferencia de calor no mejora directamente con el aumento de la superficie. Para intercambiadores de calor de tubo con cable con una diferencia de temperatura media logarítmica de 10°C se recomienda aproximadamente de 0,3-0,4m^2 de superficie del intercambiador de calor por metro cuadrado de superficie de captación. El valor relativo de 10°C es aceptable sólo para pequeños sistemas. Para le calentamiento de piscinas se necesita un área de panel más grande, mas tanques de almacenamiento y un intercambiador de calor externo. Se trata de dos tipos comunes de intercambiadores, de envoltorio cilíndrico y de placas. Los intercambiadores de calor de envoltorio cilíndrico tienen una pérdida de presión pequeña, debido relativamente a sus grandes secciones transversales de flujo y son menos propensos a la contaminación. Una aplicación relevante y común, por ejemplo, es el calentamiento solar de piscinas. Los intercambiadores de calor de placas están bien atornillados o soldados. En la gama baja las unidades soldadas son más baratas que las atornilladas. Para los sistemas de energía solar térmica se utilizan placas de flujo de intercambiadores de calor. En general, para el dimensionado de los intercambiadores de calor se pueden utilizar diferentes programas de simulación que proporcionan los fabricantes. El objetivo es que el tamaño de colector de bucle debe operar a una temperatura tan baja como sea posible. Para la mínima diferencia de temperatura, los intercambiadores de calor deben ser de grandes dimensiones. Para la selección del intercambiador de calor, las bombas dan un flujo volumétrico fijo en el colector y el almacenamiento, que ayudan a dimensionamiento del mismo. Para una diferencia de temperatura media logarítmica de 5°C se sugiere un intercambiador de calor externo de transferencia de potencia específica promediada de unos 100 W/°C por metro cuadrado de superficie de colector.
La bomba de circulación, debido a las tensiones térmicas más bajas durante el funcionamiento, está instalado en la tubería de retorno del colector. En el circuito del colector después de la detención del fluido de transferencia de calor, la temperatura del líquido estancado en el colector es cada vez mayor, por lo tanto el medio caliente del colector se pasa en el intercambiador de calor o tanque de almacenamiento, por lo que en el tubo la temperatura de retorno es de hasta 130°C y por un corto tiempo se pueden producir picos. En un sistema correctamente dimensionado esto ocurre con poca frecuencia y sólo durante unos pocos segundos. Los picos térmicos más altos se pueden evitar, por ejemplo, con un controlador que no permita iniciar la bomba de circulación hasta que la temperatura de salida del colector haya caído por debajo de 130°C. La bomba de circulación debe seleccionarse con base en la temperatura de trabajo del circuito del colector de modo que no influya en la operación. El dimensionamiento de la bomba se puede llevar a cabo en base a la tasa de flujo volumétrico necesario y la pérdida de presión total calculada para la tubería. En la selección de la bomba de circulación se debe tener en cuenta que los fabricantes generalmente dan solamente las características de la bomba de agua Si el fluido de transferencia de calor circulado en el circuito del colector es mezcla de propilenglicol y agua, que tiene mayor viscosidad que el agua, entonces se debe tener en cuenta en la selección de la bomba. La mayor viscosidad del glicol de propileno que el agua da como resultado la

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

disminución de la tasa de flujo volumétrico aprox. en un 20 % y la altura de bombeo en un 10 % aprox. La bomba debe seleccionarse de modo que los componentes (por ejemplo, sellado, biela) toleren el glicol de propileno. Las bombas instaladas en la tubería de agua caliente sanitaria debe ser compatible con las necesidades de las tuberías de agua potable.
Los accesorios del sistema de energía solar térmica, como los termómetros, manómetros, filtros, cierres antirretorno y válvulas de control deben adaptarse a las condiciones de operación. Es decir, a una temperatura de operación de hasta 130 a 150°C, debe existir compatibilidad del material con del fluido de transferencia de calor con los otros materiales utilizados en el sistema, como la máquina para la presión del sistema de energía solar térmica.

II.4. Suministro de energía fotovoltaica

Los sistemas de alimentación de energía fotovoltaica para casas unifamiliares y bungalós podrían ser conectadas a la red o fuera de la red por un sistema autónomo en función de su construcción.
La conexión a la red fotovoltaica alimenta la energía eléctrica producida en la red pública a través de un inversor. La ventaja es que no se requiere ningún almacenamiento de energía. Por el momento en Hungría el porcentaje de la energía eléctrica producida a partir de fuentes de energía renovables es bajo en relación al consumo de electricidad de la red pública. En el caso de varios países europeos dicha relación es inversa en relación al precio. En Hungría la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos influyen directamente en la casa a través de un inversor de red. Este tipo de disposición del sistema se puede ver en la **Figura II.2**.

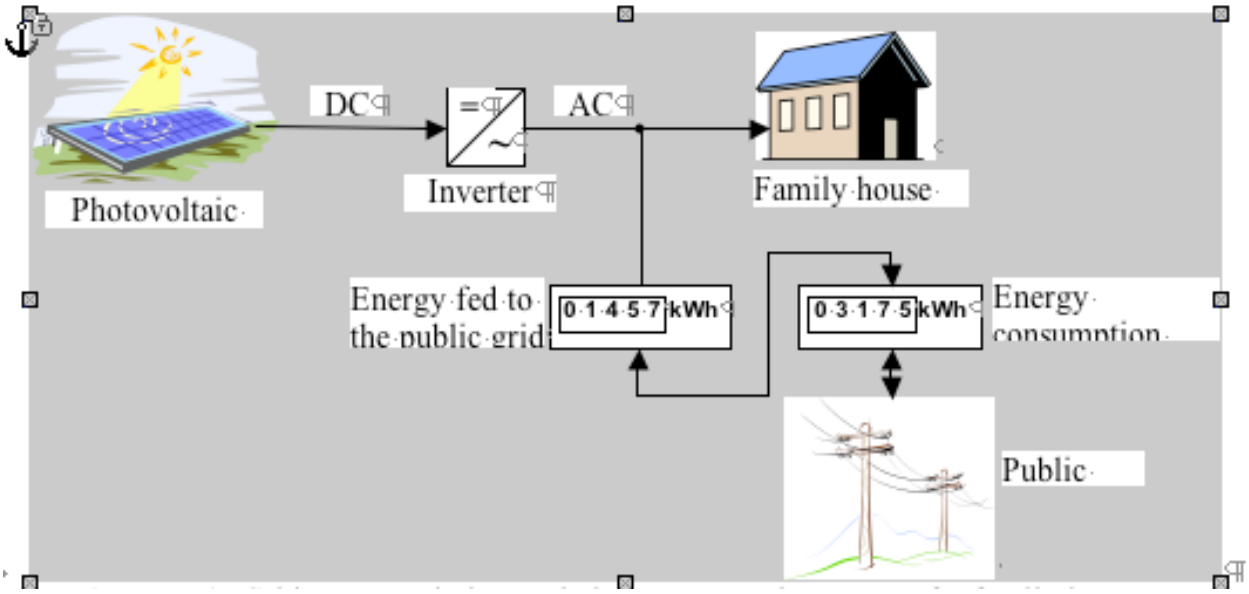


Figure II.2 Red del sistema de suministro de energía fotovoltaica de una vivienda unifamiliar.

Durante los períodos soleados el sistema alimenta el consumo de la casa mientras que el excedente de energía se distribuye a través de un contador conectado a la red pública. Durante el menor período de irradiación solar, que es por la noche, la casa consume la energía eléctrica de la red pública.
El inversor transforma la corriente continua (DC) de la instalación fotovoltaica en dos etapas o tres etapas 230V/50 Hz de corriente alterna (CA) que puede ser conducida a la red. El requisito

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

más importante es la alta eficiencia de conversión de la corriente continua (DC) a corriente alterna (AC). Esto abarca no sólo el proceso de conversión sino también afecta al funcionamiento óptimo de la instalación fotovoltaica. El inversor tiene que encontrar el punto de máxima potencia (MPP) y mantenerlo en cualquier situación ambiental. Por lo tanto el inversor suele tener un medidor de MPP integrado que opera en todo el campo fotovoltaico en el punto de máxima potencia. El buen rendimiento del sistema depende de la reducción o eliminación de las pérdidas por generación de corriente de otra frecuencia en la red de distribución. Reducir al mínimo la distorsión armónica total no sólo es una exigencia de las empresas de servicios públicos eléctricos sino uno de los objetivos principales para conseguir una alta eficiencia del sistema. La corriente y la tensión generada por el generador fotovoltaico tienen que ser las adecuadas para el funcionamiento eléctrico del inversor. Si los módulos fotovoltaicos están conectados en serie, su tensión se suma a la tensión total, mientras que la corriente de módulos fotovoltaicos conectados en paralelo se suma a la corriente total.

La características de entrada de un inversor fotovoltaico se pueden definir de manera simple. El dispositivo opera dentro de un rango de tensión definido (voltaje mínimo y máximo) y hasta una potencia máxima de entrada. Además, la entrada de corriente máxima es también limitada.

Los rangos de operación eléctrica del generador fotovoltaico no se definen siempre con la misma precisión. La potencia, corriente y tensión dependen no sólo de los tipos de módulos instalados sino también de los parámetros geográficos y la temperatura de la célula que también tienen un gran impacto. En la mayoría de los casos no es posible, que el inversor cubra todos los modos de operación posibles. Para la combinación adecuada del generador fotovoltaico y el inversor se considera distintos problemas específicos de diseño. La evaluación estadística de los datos medidos de un sistema fotovoltaico frece información sobre los rangos de operación del MPP durante el transcurso del año. Normalizado a los valores de tensión MPP nominales este está limitado por un 80% y 115%. Estos aspectos de funcionamiento deben de realizarse a través del módulo de la celda a temperaturas de 70°C y -10°C.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

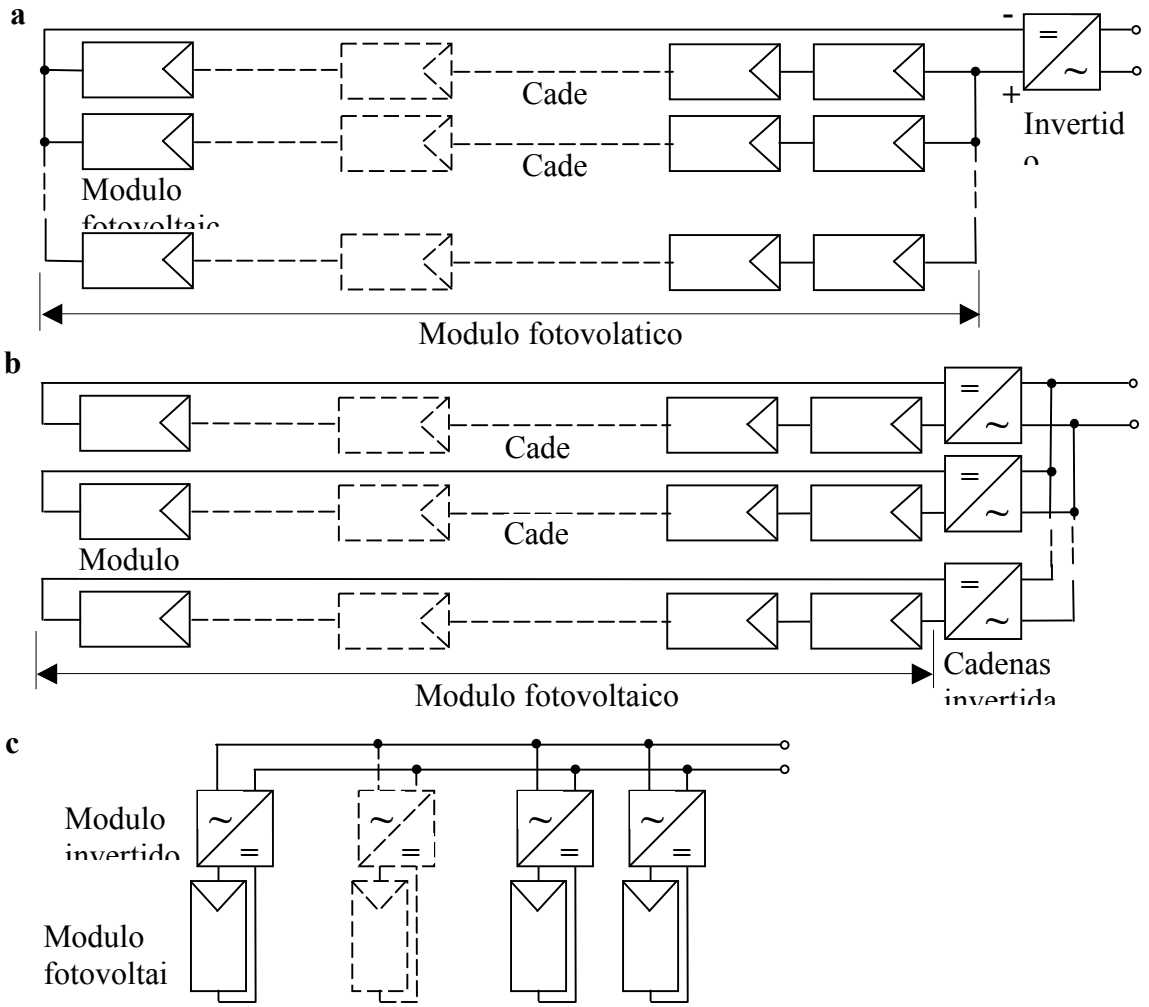


Figura II.3 Conexiones de los módulos fotovoltaicos a los inversores a: inversor central, B: inversores de cadenas, c: inversores módulo.

Las características de diseño para sistemas fotovoltaicos se resumen de la siguiente manera:

- Módulo de minimización de desajustes del generador fotovoltaico,
- Reductor de sombra,
- La tensión MPP a 70 ° C debe ser superior a la tensión mínima de entrada del inversor,
- La tensión de circuito abierto a 10 ° C debe ser menor que la tensión máxima de entrada del inversor,
- La potencia de entrada del inversor debe ser del 80% - 100% de la potencia nominal de la instalación fotovoltaica,
- La tensión MPP debe estar cerca de la tensión nominal del inversor (muy probablemente el inversor no estará funcionando a su máxima eficiencia).

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

En la creación de un sistema fotovoltaico pueden ser utilizados varios conceptos para conectar los módulos fotovoltaicos con el inversor. En la **figura II.3**, se pueden apreciar tres de ellos.

Las conexiones de los módulos fotovoltaicos en paralelo están conectadas a un inversor central. El inversor convierte la alimentación de la matriz fotovoltaica en varios cientos de kW. Este sistema se puede utilizar para sistemas fotovoltaicos a gran escala con una potencia de salida del inversor de más de 20 kW.
Los inversores monofásicos son pequeños inversores con una potencia de salida de alrededor de 200 W hasta 3 kW. Cada línea dispone de un sólo inversor.
Los convertidores utilizan un solo módulo para conectar a la red. Estos funcionan bien, incluso si algunos módulos están sombreados o no tienen exactamente la misma capacidad, aunque las eficiencias generales del inversor disminuyen en sistemas más pequeños. La desventaja de este tipo de convertidor es la baja eficiencia y su precio específico que es todavía muy alto en comparación con otros inversores.
Los sistemas fotovoltaicos se pueden utilizar para la alimentación de las viviendas unifamiliares y bungalows que están lejos de la red pública, fuera de la red o aisladas. El diseño del sistema se puede ver en la **Figura II.4.**

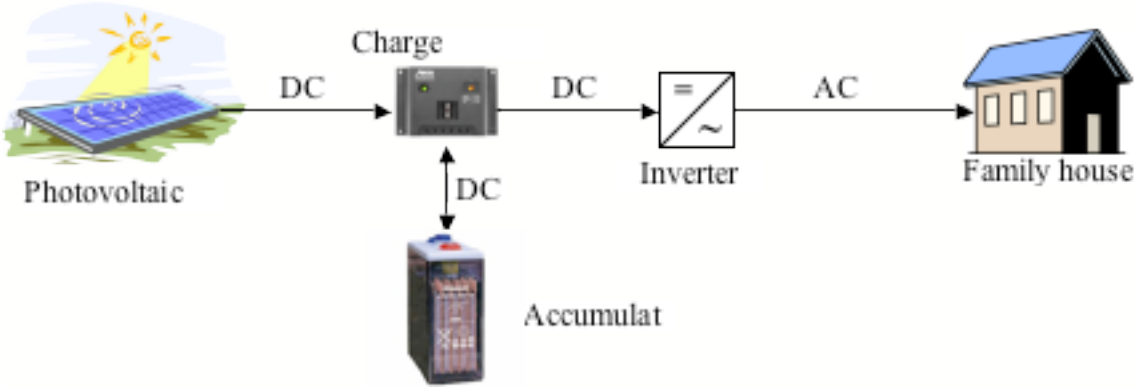


Figura II.4 Sistema de suministro de energía fotovoltaica de una vivienda unifamiliar aislada.

El suministro de energía durante los periodos de baja irradiación y nocturna requiere a veces el almacenamiento de energía en sistemas fotovoltaicos conectados a la red. En la actualidad el almacenamiento de electricidad más comúnmente utilizado es la batería de plomo-ácido, la razón principal de esto es el coste. La industria del automóvil prefiere baterías de plomo. La llamada "batería solar" tiene una estructura ligeramente modificada, en comparación con las baterías de coche, con el fin de conseguir alcanzar una vida útil más larga. Las placas de plomo son de gran espesor. Este tipo de baterías se utilizan en los sistemas fotovoltaicos, que se instalan en las casas de fin de semana y bungalows. En los sistemas fotovoltaicos de energía para las viviendas permanentes y para los ciclos de carga/descarga diarios, se utilizan baterías de placa generalmente tubulares. En estas baterías las placas están formadas por una serie de varillas cilíndricas con una varilla de plomo en el centro, rodeada por material activo, que se inserta en un tubo de protección. Estos tipos de baterías son de mayor ciclo y tienen una mayor vida de servicio, pero la fabricación de placas tubulares es más cara que la fabricación de placas planas.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Para proteger la batería contra la sobrecarga y descarga el acumulador está conectado a los módulos fotovoltaicos a través de un regulador de carga. La mayoría de los reguladores de carga utilizados en la actualidad son paralelos como se muestra en la **Figura II.5**.

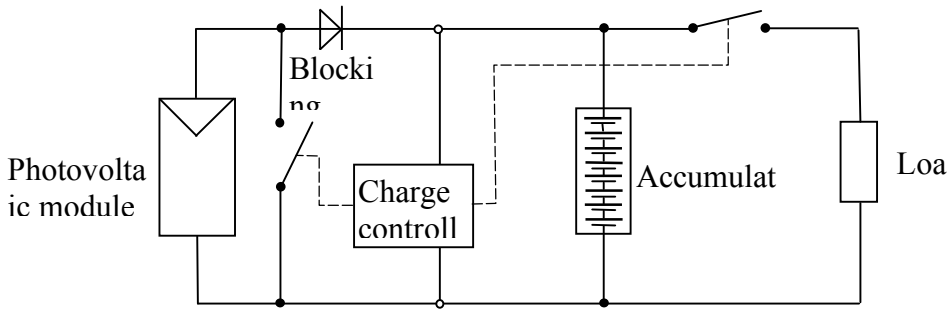


Figure II.5 Sistema fotovoltaico con la batería recargable y el controlador de carga en paralelo.

El controlador de carga mide el voltaje de la batería, y desconecta la carga si la batería alcanza el límite de la tensión. Si la batería se carga completamente los módulos fotovoltaicos están cortocircuitados por el regulador de carga. En este caso un diodo de bloqueo evita la descarga de la batería. También puede añadirse un inversor al sistema que transforma la corriente continua suministrada por los módulos fotovoltaicos y la batería de corriente alterna.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Actividades	**Ejercicio:** ¿Cuáles son las necesidades de la comunidad en cuanto a los sistemas e instalaciones de producción de energía renovable? ¿La energía solar puede convertirse en una fuente de energía para la comunidad ? ¿Cuál es el mejor punto para la ubicación de la célula? ¿Está usted convencido de que ha diagnosticado el problema real ?
	Soluciones: i

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Añadir	Temas para la reflexión : ➢ ¿Cuáles son las necesidades de los sistemas e instalaciones de su comunidad? ➢ ¿Podría la energía eólica convertirse en una fuente de energía para su comunidad? ¿Cuáles son los mejores puntos para la ubicación de los molinos de viento ? ¿Están convencidos de que se ha diagnosticado el problema real?

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Capítulo III. Suministro de energía fotovoltaica para casas unifamiliares

Para dimensionar el inversor y el generador fotovoltaico y la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos se sugiere el uso de un programa de diseño asistido por ordenador.
Las dimensiones del sistema fotovoltaico dependen de la localización geográfica, la superficie disponible y la orientación, así como la sombras del local de instalación. Por supuesto, el importe de la inversión disponible juega un papel decisivo en el dimensionamiento.
Las razones principales para la selección de los módulos fotovoltaicos son la potencia (Wp) y el tamaño del módulo. En algunos casos, la tecnología de las células y la fabricación juegan un papel importante en la decisión. Mediante el uso de módulos más grandes, los gastos para la instalación suele ser reducido. Sin embargo, la ubicación del módulo en la zona del techo puede ser limitada. El número de módulos necesarios, se determina dividiendo la potencia total deseada del sistema entre la potencia del tipo de módulo elegido.
La potencia del inversor debe corresponder a la potencia del módulo. Las especificaciones de potencia del módulo (Wp) se refieren a las condiciones de prueba estándar (STC). Debido a que la STC rara vez se producen en la práctica, la potencia del inversor se elige generalmente 10-20% menos de la capacidad del módulo solar STC.
Para el dimensionar el inversor se debe decidir:

- Uno o más inversores para ser utilizados en el sistema,
- El número de los módulos de cadena única,
- La tensión máxima y mínima MPP del módulo dentro de la gama de tensión de entrada del inversor,
- El número de cadena conectable por los inversores,
- La corriente máxima de salida del módulo debe ajustarse a la corriente máxima de entrada del inversor.

En las instalaciones de módulos fotovoltaicos tratar realizar la colocación sin sombreado, porque el sombreado disminuye significativamente la energía producida hasta un 30%. Por lo tanto el proceso de diseño implica la determinación del sombreado de edificios y árboles en el lugar de la instalación. Basándose en los datos, los programas de simulación puede utilizarse para analizar la influencia de la sombra en el rendimiento energético del sistema. Para la determinación de aproximaciones de sombreado son necesarios los resultados de la simulación que se deben juzgar cuidadosamente.
Debido a los cambios estacionales en la posición del sol y de la duración de la luz diurna, así como las diferencias meteorológicas entre verano e invierno, hay grandes fluctuaciones en la cantidad de radiación solar disponible durante el transcurso de un año. En nuestra región el 70% de la energía de la radiación solar anual es incidente durante el semestre de verano, de abril a septiembre. La orientación y la inclinación del módulo fotovoltaico tiene impacto en la energía de radiación incidente. La orientación óptima de los módulos solares está al sur.
El ángulo de inclinación óptimo del generador fotovoltaico depende de las condiciones específicas bajo las cuales opera el sistema. Se debe de hacer una distinción entre los sistemas conectados a la red y los autónomos. Los sistemas conectados a la red general se han optimizado para lograr el máximo rendimiento anual sea posible. Como toda energía producida desde el sistema fotovoltaico se utiliza ya sea por el consumo directo o por que se alimenta en la red

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

eléctrica pública, el rendimiento del sistema tiene la misma dependencia de la orientación y el ángulo de inclinación como la radiación solar incidente sobre los módulos fotovoltaicos. El ángulo de inclinación óptimo es de alrededor del 30 °, ya que la mayor parte de la radiación solar incidente es en el verano.

En los sistemas fuera de la red, la diferencia fundamental en el comportamiento de funcionamiento en comparación con los sistemas conectados a la red se debe a la batería de almacenamiento. Como los sistemas autónomos en general tienen que alcanzar una cierta fracción solar predeterminada dentro de un periodo de funcionamiento determinado, el momento decisivo dentro de ese período para el dimensionado del sistema es aquel en que el nivel de radiación es menor. El ángulo de inclinación óptimo no sólo depende de la característica de radiación, sino también sobre el propio sistema. En verano, la capacidad de almacenamiento no tiene ningún efecto sobre el ángulo de inclinación óptimo. Mayores fracciones solares requieren inclinaciones menos pronunciadas.

Para el dimensionamiento de la fuente de alimentación del sistema fotovoltaico de una casa familiar un aspecto importante es la determinación exacta de los requisitos de potencia de los consumidores. Esto es muy importante para el dimensionamiento de sistema fuera de la red. Para calcular el consumo de energía y la potencia instalada, su duración media de funcionamiento y la frecuencia tienen que ser determinados. Por ejemplo, se indica a menudo el consumo de energía diaria de las unidades de refrigeración modernas. Para realizar un análisis de los requerimientos de potencia se puede realizar un cuestionario, en el cual el usuario podría hacer una lista de los parámetros de los consumos.

El dimensionado de las características del se puede especificar de una manera más detallada y precisa a través de programas de ordenador, que en comparación con el cuestionario. El programa incluye una base de datos predefinida para el consumidor que es compatible con los ajustes de los parámetros, en caso de un hogar unifamiliar los aparatos se puede seleccionar de una base de datos estándar. Para el aparato seleccionado se pueden configurar individualmente en la ventana de diálogo del programa las características técnicas, los tiempos de operación y la frecuencia de uso como un ejemplo que se muestra en la **Figura III.1.**

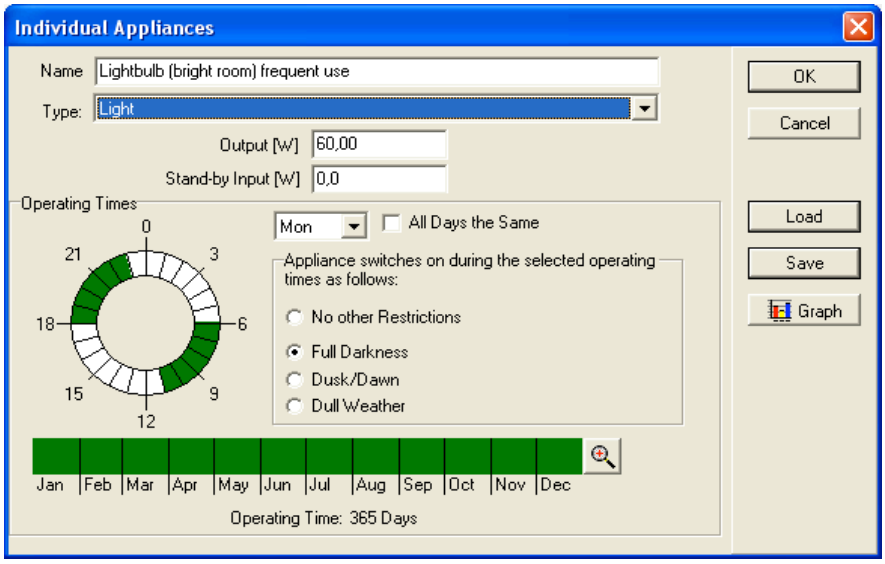


Figura III.1 Cuadro de diálogo de la aplicación de cálculo de instalaciones fotovoltaicas.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Después de la selección de todos los aparatos el consumo anual de energía de los mismos se puede ver en una tabla, donde se resumen los valores de requerimiento total anual de energía. Como ejemplo en la **Figura III.2** el requerimiento total anual de energía para todos los aparatos llega a 2734 kWh y la energía horaria máxima consumida a 2,41 kW.

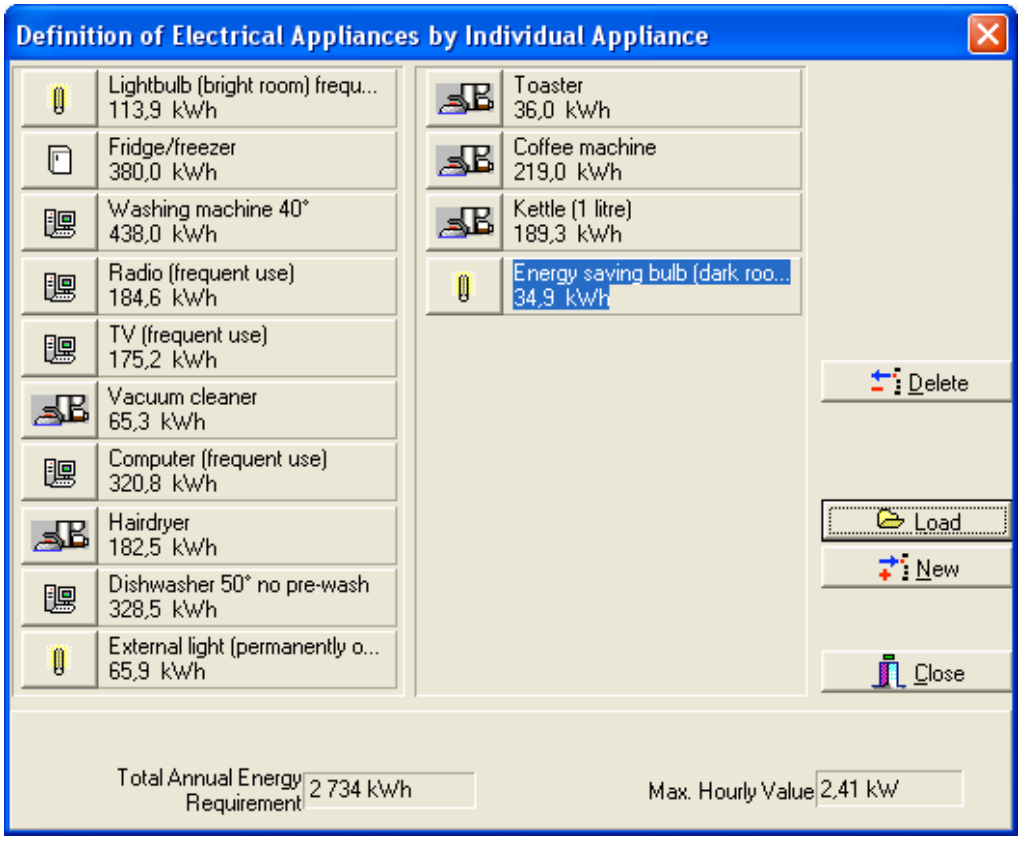


Figure III.2 Lista de aparatos definidos individualmente.

En la práctica es necesaria la definición de los aparatos y la estructura del consumo para determinar las posibilidades de ahorro de energía. Prácticamente todos los medios de reducir el consumo de energía contribuyen directamente a la minimización de los costes globales del sistema como un kWh es muy caro en mini-redes: desde 1€ a 5kWh.
Para analizar el funcionamiento de los aparatos y poder cambiarles si procede, el objetivo es la reducción de las cargas de potencia. Por ejemplo la reducción de potencia se puede alcanzar si los lavavajillas y lavadoras se conectan directamente a la línea de agua caliente, por lo que no es necesario el uso de energía eléctrica para el calentamiento. Eso reduce el requerimiento de potencia invertida y los costes de inversión. En las casas unifamiliares y los alojamientos las posibilidades de ahorro de energía en aparatos eléctricos muestra que la carga eléctrica se puede reducir hasta en un 60% en muchos casos, y el consumo total de energía eléctrica incluso en un 40% sin que se reduzca la comodidad.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

Capítulo IV. Modelo de evaluación dinámica y plan de negocios para el uso de la energía solar

IV.1 Descripción técnica de la planta

La evaluación económica es para una planta de energía térmica solar con 1,5 m2 de superficie de colector. La planta de energía térmica solar se utiliza como sistema de calefacción adicional y debe combinarse con otro sistema de calefacción (por ejemplo, la biomasa). El sistema de calefacción solar térmica produce 2 MWh*a para la preparación de agua caliente es decir, el calentamiento de agua para una vivienda.

selection of bioenergy-plants	Solar thermal heating plant	
solar radiation	kWh/m²*a	1,300 - 1,500
energy supply (gross)	kWh/a	2,100
degree of efficiency (heat)	%	96
heating supply (net)	kWh/a	2,016

Hasta la fecha, ningún plan de negocio ha sido diseñado para este tipo de sistemas pequeños de calefacción.

IV.2 Descripción económica de la planta

Esta descripción económica cuenta con una planta de energía térmica solar con 1,5m2 de superficie de colector con una inversión de 5.500 euros y los costes de explotación anuales de 106 EUR/a. En consecuencia, los costes anuales, incluyendo un período de amortización de 12 años, son 564 euros.

selection of the bioenergy-plant	Solar thermal heating plant				
investment	**EUR**	**5,500**	**annual operating costs**	**EUR/a**	**106**
annual costs	EUR/a	564	depreciable life	A	12
generated income	**EUR/a**	302	**rate for feeding in**		
heat	EUR/a	302	rate for heat	EUR/kWh	0.15
electricity	EUR/a	-	rate for electricity	EUR/kWh	-
calculation for energy supply			**technical details**		
electricity supply (net)	MWh/a		full load hours	h/a	
heating supply (net)	MWh/a	2	energy supply (gross)	MWh/a	2
amortisation	a	29			

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

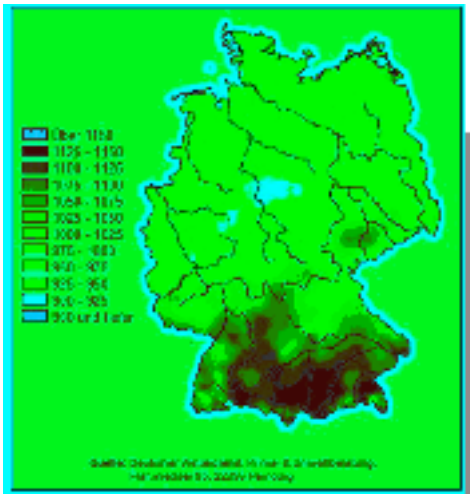
Los ingresos generados se calculan con una velocidad de alimentación de 0,15 EUR/kWh no se ajustan a los costes calculados de producción de calor, que ascienden a alrededor de 0,28 euros/kWh. Como resultado, este tipo de planta en base a los hechos económicos disponibles y sin ningún tipo de subsidios muestra un período de amortización de 29 años.

IV. 3 Disponibilidad de la fuente de energía

En general, la radiación solar genera mucha más energía de la que la humanidad está utilizando. El reto de aprovechar todo el potencial de la energía solar se ve facilitado por la disponibilidad de tecnologías de última generación, gracias a las cuales la eficiencia puede ser lograda.
Este tipo de tecnología no sólo se puede utilizarse para la preparación de agua caliente adicional, sino también como un único sistema de calefacción. En este caso, el espacio de la azotea que se requiere para aprovechar de manera eficiente la energía del sol plantea un obstáculo importante.
La rentabilidad de la energía solar por medio de una planta de energía solar térmica depende de la radiación solar en la ubicación. En consecuencia, existen requisitos específicos sobre la calificación de la ubicación (por ejemplo, sin sombra).

IV. 4 Calificación de la ubicación

La calificación de la ubicación de un planta fotovoltaica es evidente: cuanto mayor es la radiación solar, mayor es la producción de energía. Por lo tanto, la ubicación del lugar no debe tener sombras. Otro hecho importante para la optimización la producción de energía es el ángulo de incidencia de la radiación solar que también depende de su ajuste a los cuatro ejes.



Las siguientes figuras muestran la radiación solar en Alemania y Austria. En general, una radiación solar de más de 1.000 kWh/m2*A es una base viable para la operación de una planta solar térmica.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.

IV. 5 Condiciones básicas y legislativas

Básicamente, la mayoría de los estados miembros de la UE invierten en programas de financiación de los sistemas de calefacción de energía solar térmica. Países como Hungría, República Checa, Austria y Alemania apoyan la instalación de dichas plantas con ayudas a la inversión.
Estos programas de promoción se centran principalmente en las plantas de calentamiento de agua caliente. En Austria y en otros países europeos se puede observar la siguiente tendencia: en la construcción de nuevas viviendas la instalación de plantas de energía solar térmica será obligatoria en los próximos años. Así, la demanda de energía para la preparación de agua caliente se reducirá considerablemente.

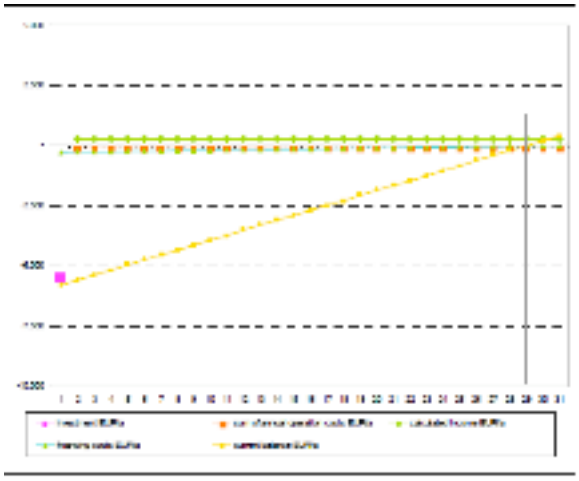
Austria (Lower Austria)	Germany	Hungary	Czech Republic
30 % of the recognized investment costs of the plant, not exceeding 1,500 Euro	105 €/m² collector surface	30%, but max. 1.200 €/installation	0 - 3000 Euros/installation
office of the Lower Austrian government, department F2 A	State Ministry for Economic Affairs and Export Control (BAFA)	Ministry of Economy and Transport	state and county government department

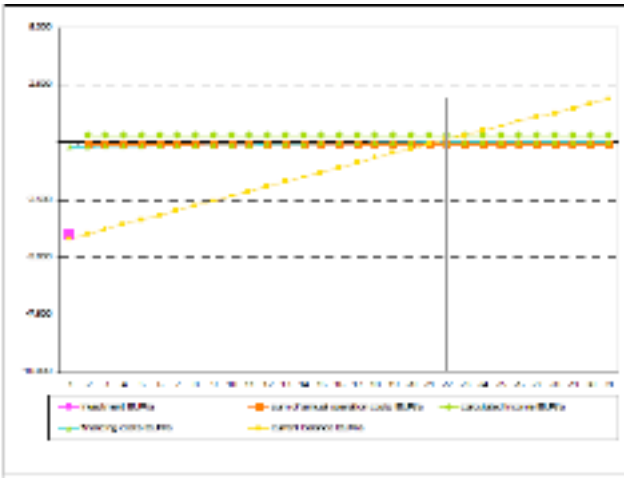
source: database of bio energy plants; project RECORA; 2006-2007.

IV. 6 Impactos económicos debido a la simulación de los efectos de las subvenciones a la inversión

Las siguientes figuras muestran el efecto económico de las subvenciones a la inversión en el periodo de amortización. El gráfico de la izquierda simula la planta antes descrita sin ningún subsidio. El otro muestra los efectos económicos de la planta con ayudas a la inversión por parte del gobierno de la Baja Austria (figura de la derecha).
El análisis de los resultados muestra que una subvención a la inversión de 1.500 euros para cada instalación (programa de financiación de la Baja Austria) conduce a un plazo de amortización que es 7 años menor. El gráfico de la derecha lleva una subvención a la inversión de 1.500 euros en cuenta, lo que reduce la inversión de 5.500 euros a 4.000 euros.

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.





El análisis muestra que este tipo de suministro de energía sólo se puede realizar con los subsidios de fuentes públicas.

Fuentes literarias :

Proyecto RECORA
Notas de capacitación de socios austriacos P5

This document has been produced with the financial assistance of the European Union. The contents of this document are the sole responsibility of TRAIN-RES Project.
Este documento ha sido elaborado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento son de exclusiva responsabilidad del proyecto TRAiN-RES.