

05-017

SOLAR PANEL INSTALLATIONS FOR SAVING ENERGY AND IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN HOSPITALS

Sancho Núñez, Francisco José ⁽¹⁾; Fuentes Bagues, José Luís ⁽¹⁾; Vivancos Bono, José Luis ⁽¹⁾; Pacheco-Blanco, Bélgica ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universitat Politècnica de València

On behalf of the Health Department of the Generalitat Valenciana, improvements and refurbishments are being carried out in the installation of various sanitary centres for saving and improving energy efficiency. Due to the age of its facilities and equipment, Dr. Moliner Hospital has requested a study of the implementation of solar panels, as well as the replacement of some of the current equipment to improve the performance of the building. The aim is to have a smaller environmental footprint and reduce fuel costs. The purpose of this work is to carry out the technical and economic study for the implementation and implementation of solar panels to produce Domestic Hot Water, and the realization of two proposals for the installation of photovoltaic energy in the Hospital Comarcal Doctor Moliner, located in the town of Serra, Valencia. It has been determined that they are interesting from an economic point of view and also from a social point of view, investment in this sector is established as a priority in the short, medium and long term.

Keywords: energy efficiency; solar energy; domestic hot water; hospital

INSTALACIONES DE PANELES SOLARES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO Y LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE HOSPITALES

Por encargo de la Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana, se están llevando a cabo mejoras y reformas en la instalación de diversos centros para el ahorro y la mejora de la eficiencia energética. El Hospital Doctor Moliner debido a su antigüedad de sus instalaciones y equipos ha solicitado el estudio de la implantación de paneles solares, así como, la sustitución de alguno de los equipos actuales para mejorar el rendimiento del edificio, con ello, se pretende tener una menor huella medioambiental y la reducción del gasto en combustible. El presente trabajo, tiene como finalidad realizar el estudio técnico y económico para la implementación y puesta en marcha de paneles solares para calentar Agua Caliente Sanitaria, y la realización de dos propuestas para la instalación energía fotovoltaica, en el Hospital Comarcal Doctor Moliner, situado en la localidad de Serra, Valencia. Se ha determinado que resultan desde el punto de vista económico interesantes y también desde el punto de vista social, la inversión en este sector se establece como una prioridad a corto, medio y largo plazo.

Palabras clave: eficiencia energética; energía solar; agua caliente sanitaria; hospital

Correspondencia: José Luis Vivancos Bono jvivanco@dpi.upv.es



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

El Consejo de Ministros, presentó el anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética (LCCTE) que será el marco normativo e institucional que facilite y oriente la descarbonización de la economía española a 2050, tal y como establece la UE y el compromiso adquirido mediante la firma del Acuerdo de París. El anteproyecto cuenta con dos grandes referencias temporales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), introducir energías renovables y ser más eficientes en el uso de la energía: 2030 y 2050. Así, para 2030 la meta es reducir las emisiones de GEI en al menos un 20% con respecto a 1990; generar el 70% de la electricidad con renovables; asegurar que al menos el 35% del consumo final de energía proviene de renovables; y mejorar la eficiencia energética en al menos un 35% respecto a un escenario tendencial.

El esfuerzo de reducción de emisiones que debe hacer España en la próxima década, para situarse en senda de alcanzar la neutralidad en carbono comprometida en 2050, es muy importante, ya que en los últimos cuatro años ha sido el país de la UE donde más han aumentado las emisiones. En 2017, por ejemplo, las emisiones fueron un 17,5% superiores a las de 1990. Una reducción del 20% respecto a 1990 en 2030 equivale a eliminar de nuestra cuenta de emisiones una de cada tres toneladas de dióxido de carbono (CO₂). En 2050, y en línea con la estrategia de descarbonización de la Unión Europea, las emisiones de GEI deberán reducirse al menos un 90% con respecto a 1990 y el sistema eléctrico deberá ser ya 100% renovable.

Como beneficios a los objetivos marcados, la Unión Europea pretende un avance hacia una economía baja en carbono y la creación de un sistema energético que permita:

- Garantizar una energía asequible para todos los consumidores.
- Aumentar la seguridad del suministro energético de la UE.
- Reducir la dependencia de las importaciones de energía.
- Crear nuevas oportunidades de crecimiento y empleo.

Si bien es cierto, que las propuestas requieren de una gran inversión inicial, según estima la UE que gran parte de las inversiones ser verían compensadas por el ahorro de combustible y se llevarían a cabo en el sector residencial y terciario, además los edificios y equipamientos más antiguos deberán acometer un mayor esfuerzo. Aun así, los costes de la renovación no se estima que difieran sustancialmente de la propia renovación necesaria, ya que, el sistema energético actual se encuentra envejecido. Por lo tanto, los costes operativos del combustible se desplazarían hacia los costes de capital, inversiones.

Varios estudios justifican la conveniencia de aplicar la energía solar térmica para satisfacer la demanda de Agua Caliente Sanitaria, (ACS) en edificios que tienen una demanda constante durante todo el año (Ndoye & Sarr, 2003) como los hospitales. Por ejemplo, se ha estimado que el 8,5% del ahorro de energía puede lograrse aplicando esta tecnología al servicio de lavandería de un hospital a través de la simulación (Lima et al, 2015). Otras simulaciones han estimado la posible contribución solar usando esta tecnología en un 61% para la República Checa (Matuska & Sourek, 2014). En España se analizó el ahorro potencial de agua caliente sanitaria en los hospitales, y según un reciente estudio (Sánchez-Barroso et al, 2020), se recomendaba para un 70% de la contribución solar, obteniendo tiempos de retornos de la inversión inferiores a 5 años en el sector público en hospitales con más de 300 camas.

Por encargo de la Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana, se están llevando a cabo mejoras y reformas en la instalación de diversos centros para el ahorro y la mejora de

la eficiencia energética. El Hospital Doctor Moliner debido a su antigüedad de sus instalaciones y equipos ha solicitado el estudio de la implantación de paneles solares, así como, la sustitución de alguno de los equipos actuales para mejorar el rendimiento del edificio, con ello, se pretende tener una menor huella medioambiental y la reducción del gasto en combustible.

El hospital es un centro público perteneciente a la Agencia Valenciana de Salut, encargado de dar atención a Enfermos Crónicos y de Larga Duración, prestando atención especializada.

2. Objetivos

La presente comunicación tiene como objetivos el estudio técnico y económico para la implementación y puesta en marcha de paneles solares para obtener Agua Caliente Sanitaria, (ACS) y la realización de dos propuestas para la instalación de energía fotovoltaica, en el Hospital Comarcal Doctor Moliner, situado en la localidad de Serra, Valencia. Los objetivos particulares han sido:

- Diseño de la instalación de paneles solares para ACS.
- Cálculo y dimensionado de equipos.
- Estudio de propuestas para la producción de energía fotovoltaica.
- Comprobación del cumplimiento de la normativa vigente.
- Establecimiento de los criterios de mantenimiento.
- Valoración ambiental.
- Estudio económico.

3. Metodología

Para llevar a cabo el cálculo de la instalación, así como las consideraciones generales de este se ha tenido en cuenta el Real Decreto 1027/2007 (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013), que garantiza las exigencias básicas a cumplir por las instalaciones térmicas de los edificios. De todo su contenido destaca el Código Técnico de la Edificación (CTE) (Ministerio de Vivienda, 2006) y principalmente en sus secciones:

- DB-HE, Sección HE-2: Rendimiento de las Instalaciones Térmicas para edificios. (Ministerio de Fomento, 2013)
- DB-HE, Sección HE-4: Contribución Solar Mínima de ACS. (Ministerio de Fomento, 2013)
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- Orden TED/171/2020, de 24 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al periodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2020.

- Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión, de Iberdrola (documento MT 2.03.20).

La sección DB-HE 2 exige “Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.” (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013).

La sección DB-HE4 determina la superficie mínima de captadores, las condiciones de cálculo debido a la localización del emplazamiento como factores meteorológicos y disponibilidad energética del lugar. Además, se han utilizado otra normativa relacionada con el diseño de los equipos, así como los requerimientos mínimos exigidos. (Ministerio de Fomento, 2013)

- Norma UNE 100155, reglamento para el cálculo del vaso de expansión. (AENOR, 2004)
- Norma UNE 94002, cálculo de la demanda energética para instalaciones solares para ACS, tablas de consumo, temperaturas. (AENOR, 2005)
- Norma UNE 94003, recoge los datos climáticos. (AENOR, 2007)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2013).

El principal objetivo de una instalación de baja temperatura es transformar la energía irradiada por el Sol captada por los colectores solares, transferirla con el menor porcentaje de pérdidas a un fluido calor portador y almacenarla hasta su uso cuando sea requerido. Los elementos básicos de una instalación de esta índole son:

- Subsistema de captación: formado por varios colectores solares conectados entre sí.
- Subsistema de acumulación: depósito o depósitos de almacenamiento de ACS.
- Subsistema de distribución: tuberías, bombas y demás dispositivos para llevar el ACS a los puntos de consumos desde su lugar de almacenamiento.
- Subsistema auxiliar: calderas de apoyo para cubrir la demanda en periodos donde el sistema de captación solar no puede garantizar la demanda energética.

La configuración de los subsistemas anteriores varía en función del edificio y sus necesidades, es por ello, puede haber diferentes configuraciones que satisfagan normativas y requerimientos

Otro ámbito de mejora en el edificio es la generación de la energía eléctrica, el Hospital Doctor Moliner, se encuentra en un emplazamiento alejado, por lo que la energía necesaria para su funcionamiento requiere de un gran gasto en transporte y distribución, además de las pérdidas asociadas. Resulta de interés considerar la instalación de un campo solar para reducir la factura eléctrica y colaborar en el gasto de la red, es por ello por lo que se han considerado dos posibles escenarios.

1. Satisfacer los requerimientos vigentes en la ley.
2. Creación de un huerto solar.

Este tipo de instalaciones requieren de una gran inversión inicial en equipos e instalaciones, debido al alto coste de los componentes y dispositivos a instalar. Además, es importante tener en cuenta el mantenimiento que se debe realizar de forma periódica para su correcto funcionamiento.

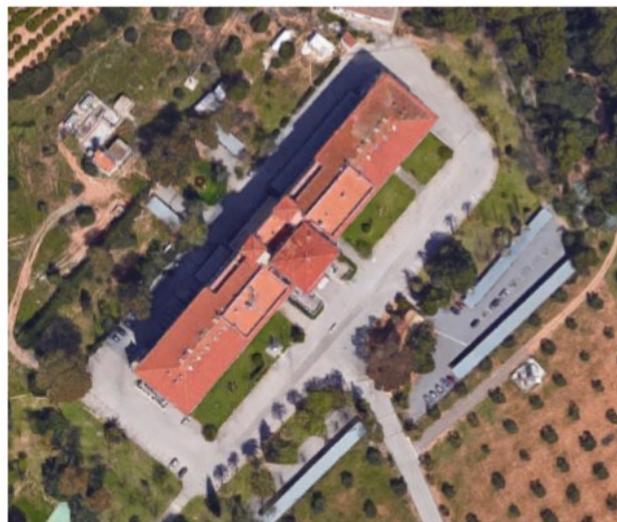
4. Caso de estudio

La instalación actual se encarga de cubrir las necesidades de ACS para un total de 96 camas, repartidas a lo largo de las diferentes plantas del edificio. El equipo actual se encuentra en funcionamiento alrededor de 30 años, sufriendo el desgaste consecuente del uso y el paso de los años.

El uso de la instalación se encuentra concentrado entre las 8:30 y las 11:00 de la mañana, horario establecido por el hospital donde se produce la mayor parte de la demanda de ACS. Por otro lado, la demanda eléctrica representa un gran gasto para la Generalitat, es interesante estudiar alternativas que puedan reducir este consumo.

El Hospital Doctor Moliner se encuentra en la localidad de Serra, comarca del Camp de Turia, en la provincia de Valencia (Figura 1). La ubicación geográfica del edificio Latitud: 39°41'08" N., Longitud: 0°25'43" O y a 330 metros de altura sobre el nivel del mar.

Figura 1: Situación actual del Hospital Doctor Moliner en la localidad de Serra. Ubicación geográfica del edificio Latitud: 39°41'08" N., Longitud: 0°25'43" O. Vista Satélite.



La instalación actual se encuentra emplazada fuera del edificio principal del recinto, en la sala de calderas se encuentran los siguientes equipos:

- 2 acumuladores Lapesa MV5000RB de 4987 litros de capacidad.
- 1 intercambiador Sedical UFP-54/41LM.
- 1 intercambiador Sigmacal UF12/C-13 del año 1989.
- 1 vaso de expansión de membrana Ibaiondo 800 litros.
- 2 quemadores CIB Unigas NG400.
- 2 quemadores CIB Unigas NG90.

Los quemadores se alternan en función de la estación del año y los requerimientos asociados de esta.

El responsable del hospital propone renovar los dos depósitos actuales y el intercambiador más antiguo, factores que se tendrán en cuenta en la elaboración del presupuesto.

Por motivos técnicos, se pretende ampliar la actual sala de calderas para albergar los nuevos componentes necesarios para los paneles solares, el acumulador, intercambiador y equipos de bombeo (Figura 2). Por ello, el estudio contempla la ampliación de la sala, el

acondicionamiento del campo de olivos adyacente para la instalación de los paneles solares y la zanja para la comunicación bajo tierra de los conductos. Será necesario realizar la tala y retirada de los árboles actuales para la prolongación de los muros y techado. Por otra parte, y la retirada de los olivos para realizar la instalación de paneles solares con el mínimo impacto medioambiental. Esta instalación se realizaría junto al centro de transformación para reducir las pérdidas en el transporte.

Figura 2: Sala de calderas actual y Zona de ampliación.



La otra propuesta planteada consiste en la ejecución de un huerto solar de grandes dimensiones, este huerto dispone de 8000 paneles solares fotovoltaicos de 305Wp cada uno, proporcionando un total del 2,44MWp. Esta instalación ocupa una mayor parcela que la citada anteriormente, además de requerir una mayor inversión inicial.

4.1. Captadores Solares ACS

El mercado ofrece una gran variedad de colectores, estos han de ser capaces de calentar el fluido calor portador hasta una temperatura máxima de 100°C. Los paneles se encuentran fijados al suelo, por lo que la orientación no sigue la trayectoria solar

Se considerará que existe integración arquitectónica si los colectores cumplen la función de aportar energía y sustituyen elementos constructivos, por ejemplo, el tejado. En el caso que ocupa nuestro estudio, las pérdidas por los motivos anteriores serán cero, debido a la ubicación elegida para la instalación de los paneles solares.

Como se ha mencionado con anterioridad, se dispone del espacio suficiente y la instalación se realizará en óptimas condiciones de orientación, de lo contrario, se aplicaría el coeficiente de pérdidas.

El conexionado de colectores es otro de los factores que se ha determinar, normalmente estos se agrupan en bancadas dando lugar a conexiones en serie o paralelo. El conexionado en serie conlleva un menor caudal, menores longitudes de tubería, diámetros más pequeños y menor rendimiento de la instalación global. Se recomienda para una instalación de ACS conectar en serie hasta 10 m² en zonas I y II, hasta 8 m² en zona III y hasta 6 m² den zonas climáticas IV y V1.

La instalación suele contener como mínimo los siguientes elementos:

- Depósito Acumulador. Este dispositivo tiene como cometido principal almacenar el ACS a la temperatura establecida con las mínimas pérdidas posibles hasta su demanda, por lo que

se encuentra recubierto de aislantes y protecciones para su funcionamiento. Destaca la posición elegida para la instalación del acumulador, debido al cambio de densidad del agua en función de la temperatura se produce el fenómeno de la estratificación, esto es, si se dispone de un acumulador en posición vertical habrá mayor diferencia de temperaturas entre el líquido que se encuentre en la parte superior y inferior de este, una solución a este fenómeno es colocar el dispositivo horizontalmente y disminuir el gradiente de temperaturas.

-Bomba. La función de este dispositivo es impulsar el fluido calorportador a través de la instalación para su funcionamiento en las condiciones establecidas en el diseño. En caso de una impulsión menor a la requerida, el calor puede no ser evacuado y la temperatura del absorbedor aumentará, creando un mayor salto de temperaturas con el ambiente y en consecuencia una pérdida en el rendimiento del colector. Para mayor seguridad de la instalación, se instalarán dos bombas en paralelo gemelas, alterando su funcionamiento y permitiendo la desconexión de una de ellas para su mantenimiento e inspección.

-Vaso de Expansión. Se instala con el fin de absorber las dilataciones del fluido caloportador, formado por un depósito con una cámara llena de gas (aire o nitrógeno) separada de la cavidad donde se encuentra el fluido calor portador por un diafragma o membrana. Existen vasos abiertos, aunque los vasos cerrados son los más usados, por su facilidad de instalación y facilidad de funcionamiento. Este dispositivo se conectará en el circuito de ida hacia los colectores en la aspiración de la bomba, para el cálculo se empleará la norma UNE 100155 Diseño y cálculo de sistemas de expansión.

-Intercambiador de Calor. Este dispositivo ha de transferir la energía transferida al fluido calor portador en los paneles solares al fluido del circuito secundario. En instalaciones de pequeña envergadura puede llegar a instalarse en el interior del depósito para reducir el tamaño de la instalación, aunque el uso más extendido es un intercambiador externo de placas, se consiguen mayores rendimientos por la conducción forzada y se tiene más facilidad para su desmontaje y mantenimiento.

-Sistema de Apoyo. Para garantizar el aporte calorífico del suministro de ACS, es necesario contar con un sistema de apoyo convencional, en caso que no exista captación de radiación solar por condiciones climatológicas, operaciones de mantenimiento, etc. En nuestro caso, la instalación actual consta de 4 quemadores, por lo que prevé seguir usando esta instalación, pero con un menor consumo de combustible para ahorro de la factura energética.

4.2. Propuesta de un huerto solar

Otra propuesta planteada consiste en la ejecución de un huerto solar de grandes dimensiones, este huerto dispone de 8000 paneles solares fotovoltaicos de 305Wp cada uno, proporcionando un total del 2,44MWp. Esta instalación ocupa una mayor parcela que la citada anteriormente, además de requerir una mayor inversión inicial. El emplazamiento de esta propuesta se realizaría en la entrada principal del hospital, contiguo a los paneles solares para ACS.

Esta actuación además presenta un inconveniente mayor, la superficie total de la instalación supondría una superficie de 32.486 m², con el necesario desbroce del terreno, retirada de olivos y tala de algunos pinos, todo ello sin olvidar que el Hospital Doctor Moliner se encuentra dentro del entorno de la Serra Calderona, por lo que supondría un gran impacto visual en el paraje.

En la Tabla 1 se observan los resultados obtenidos para el diseño de la instalación de producción energética captada por los captadores solares a lo largo del año obteniendo un total 950,89 kW·h /m² al año.

Como se ha mencionado con anterioridad, se ha seleccionado un elemento de captación

para realizar el estudio, dichos paneles de captación disponen de una superficie de captación de 2,38 m², con ello se obtiene que número mínimo de captadores a instalar a partir de la expresión (1):

$$\text{Núm Captadores} = \text{Sup. Captación Mínima} / \text{Area Captación Panel} = 68,53 \text{ m}_2 / 2,38 \text{ m}_2 / \text{panel} = 28,79 \text{ paneles} \quad (1)$$

Tabla 1: Datos mensuales para obtener la Energía Captada Útil

Mes	Días	E Solar Horizontal (MJ/m ² -d)	k	Fact. Ubicación	E Captada R1 (MJ/m ² -día)	E Captada R1 (kW·h/m ² -mes)	Rendimiento Placa	Energía Captada Útil (kWh/m ²)
Enero	31	7,6	1,37	1,05	10,93	3,04	0,335	31,55
Febrero	28	10,6	1,27	1,05	14,14	3,93	0,401	44,13
Marzo	31	14,9	1,15	1,05	17,99	5,00	0,500	77,43
Abril	30	18,1	1,03	1,05	19,58	5,44	0,528	86,11
Mayo	31	20,6	0,94	1,05	20,33	5,65	0,556	97,32
Junio	30	22,8	0,91	1,05	21,79	6,05	0,595	108,02
Julio	31	23,8	0,94	1,05	23,49	6,53	0,619	125,28
Agosto	31	20,7	1,04	1,05	22,60	6,28	0,614	119,56
Septiembre	30	16,7	1,19	1,05	20,87	5,80	0,596	103,55
Octubre	31	12	1,37	1,05	17,26	4,80	0,526	78,11
Noviembre	30	8,7	1,48	1,05	13,52	3,76	0,449	50,58
Diciembre	31	6,6	1,46	1,05	10,12	2,81	0,336	29,25

Se ha decidido por motivos de instalación, realizar una instalación de 30 paneles solares, de esta forma el circuito primario y la disposición de paneles es más cómoda para su puesta en funcionamiento. Por lo tanto, la superficie de captación instalada será según la expresión (2):

$$\text{Sup. Captación Instalada} = 30 \text{ paneles} * 2,38 \text{ m}_2 / \text{panel} = 71,4 \text{ m}_2 \quad (2)$$

Como se ha mencionado en el apartado anterior, se ha decidido instalar un total de 30 paneles solares. Los paneles se dispondrán sobre una estructura de 6 paneles solares por fila, a su vez se conectarán 3 paneles en serie por fila para evitar sobrecalentamientos y un mejor trabajo de la instalación. El esquema elegido es en retorno invertido, esto beneficia el equilibrado del circuito.

Aunque se dispone de una superficie cómoda para la instalación de paneles, se ha de tratar de reducir la distancia entre ellos para una optimización del espacio, reducción del impacto ambiental y optimización de los recursos. Esta separación viene dada por la siguiente ecuación:

Las dimensiones del tipo de captador elegido para realizar el estudio son de 2130x1240x83mm, por lo tanto, si los paneles se instalan formando un ángulo de 39° coincidente con la latitud de la ubicación, la altura del captador con el suelo será de 1,34 m.

Por lo que la distancia entre captadores mínima ha de ser según la expresión (3):

$$\text{Distancia entre paneles} = 1,34 \text{ m} \cdot \tan(67-39) = 2,52 \text{ m} \quad (3)$$

Según la normativa, el volumen de acumulación se ha de regir según la siguiente expresión (4):

$$50 < V/A < 180 \quad (4)$$

Basándose en las recomendaciones, la relación para un desfase estimado entre captación y consumo entre 24 y 72 horas, el volumen del acumulador será de 75 a 150 litros/m² de colector instalado (Zabala, 2007). El volumen de acumulación será según la expresión (5):

$$V \text{ acumulación} = 75 \text{ litros/ m}_2 \cdot 71,4 \text{ m}_2 = 5335 \text{ litros} \quad (5)$$

Con un volumen normalizado de 6000 litros de capacidad la relación V/A es de 84 litros por metro cuadrado de captación.

El intercambiador del circuito primario tiene como misión extraer el calor almacenado por el circuito calor portador que trasiega por los paneles solares y transferir esa energía al ACS para consumo. Este dispositivo, según el Código Técnico de la Edificación (CTE) (Ministerio de Vivienda, 2006), ha de garantizar la expresión (6), por lo que para un área de captación de 71,4 m².

$$P_{\text{intercambiador}} \geq 500 \cdot A_{\text{captación}} = 500 \cdot 71,4 = 35700 \text{ W} = 35,7 \text{ kW} \quad (6)$$

El fabricante de paneles solares recomienda un caudal de 40 litros/hora·m², este valor suele adoptarse para un circuito donde solo trasiegue agua, debido a que el fluido calor portador es una mezcla, el calor específico es menor, por lo que el caudal deberá ser superior dentro de un rango de 40 a 72 litros por hora y metro cuadrado.

Adoptando una posición conservadora se ha decidido aplicar un coeficiente de 60 litros por hora y metro cuadrado, un 50% superior al recomendado por el fabricante. La disposición de los captadores se ha optado por conectar 3 captadores en serie, por lo tanto, el caudal de la instalación se obtendrá dividiendo 60 litros/h·m² entre el número de captadores en serie, esto es:

En el circuito secundario se establece una circulación de un 90% del caudal trasegado por el primario, resultando según la expresión (7):

$$Q_2 = 0,9 \cdot Q_1 = 0,9 \cdot 571,20 = 1927,8 \text{ //h} \quad (7)$$

Según el catálogo concedido por el fabricante del intercambiador, para un intercambiador con una potencia de 45kW (garantizar los 37,5kW requeridos) con un caudal máximo de 1000 litros/horas, las pérdidas de carga son inferiores a 3 mca.

Los criterios de diseño para el dimensionado de las tuberías de acero a efecto de reducir las pérdidas de carga y tener un desgaste acelerado de la instalación son:

- La velocidad de circulación del fluido para zonas exteriores ha de ser inferior a 3 m/s.
- El diámetro de las tuberías deberá realizarse para que las pérdidas de carga por metro lineal no superen los 40mmca/m para agua, si se trata de una mezcla de agua y anticongelante se aplicará un factor de corrección de 1,3. Para este caso de estudio, la pérdida de carga máxima permitida será de 52mmca/m.

5. Evaluación Económica

Aunque el planteamiento es una mejora energética y medioambiental, otro criterio que se ha tenido en cuenta ha sido el análisis económico de las propuestas, que el promotor podría

utilizar en un análisis de viabilidad de las distintas propuestas. En este supuesto se ha considerado una fluctuación mínima o prácticamente constante del precio del combustible, además habría que añadir los gastos derivados del mantenimiento y reparación de los equipos, para estimar el periodo de retorno.

En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos en el análisis económico. Para la Instalación de Paneles Solares para ACS en el Hospital Doctor Moliner, se ha considerado las siguientes partidas: Acondicionamiento del Terreno, Cimientos y Elementos de Contención, Demoliciones y Consolidaciones, Fachadas y Particiones, Cubiertas, la valla y malla de 50x15mm con cimentación, y firme de hormigón.

Una vez estimado el presupuesto de inversión, se ha estimado el beneficio económico comparado con la producción del calor por parte de las calderas. Se ha considerado el consumo anual de la cocina es de 7,716 Nm² GN y el de la cafetería de 2.860 Nm³ de GN, con un coste de 0,526 €/Nm³ + 21% IVA. Ambas lecturas se han realizado a la entrada de cada servicio. Según la compañía suministradora 1 Nm³ equivale a 11,7 kWh. Para realizar la estimación de consumo, se considera un consumo uniforme a lo largo del año en ambos recintos. Si eliminamos la parte correspondiente a la calefacción y con los valores estimados de consumo de ACS se obtiene el siguiente un gasto en ACS anual de 6.589,93 €, utilizando la expresión (8), donde la inversión requerida para el proyecto se divide por el ahorro anual se obtiene el plazo de retorno de la instalación 19 años.

$$\text{Periodo Retorno(años)} = \text{Inversión Total (€)} / \text{Beneficio anual (€/año)} = 130.562,57 \text{ €} / 6.589,93 \text{ €/año} = 19 \text{ años} \quad (8)$$

Tabla 2: Resultados del presupuesto de inversión y de explotación de las distintas propuestas.

Propuesta	PEM (€)	PBL (€)	PEx (€)	PR (años)	VAN (€)
Instalación de Paneles Solares para ACS	90.674,75	130.562,57	450,00	19	4.611,94
Instalación de Paneles Fotovoltaicos 30 paneles	14.815,27	21.332,51	1.308,74	16	1.308,74

Para obtener el Valor Actual Neto, se ha estimado un coste de mantenimiento de 450€ anuales, así como una Tasa Anual de Descuento del 1%, y un periodo de vida útil de 25 años. Además, si se estima que 0,204 kgCO₂ son producidos por 1 kWh de gas natural (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019), supondría una reducción de las emisiones de (expresión (9)). Mejorando la etiqueta energética del edificio y ayudando al medio ambiente.

$$\text{Reducción Emisiones CO}_2 \text{ (kg)} = 108602,97 \text{ kWh} * 0,204 \text{ kgCO}_2/\text{kWh} = 22155,01 \text{ kg CO}_2 \text{ (9)}$$

Otro ámbito de mejora en el edificio es la generación de la energía eléctrica, el Hospital Doctor Moliner, se encuentra en un emplazamiento alejado, por lo que la energía necesaria para su funcionamiento requiere de un gran gasto en transporte y distribución, además de las pérdidas asociadas. Resulta de interés considerar la instalación de un campo solar para reducir la factura eléctrica y colaborar en el gasto de la red, es por ello que se han considerado dos posibles escenarios.

En el caso de la Instalación de Paneles Fotovoltaicos de 30 paneles en el Hospital Doctor Moliner se consideró las siguientes partidas: Acondicionamiento del Terreno, Cimientos y Elementos de Contención, la valla y malla de 50x15mm con cimentación. Suponiendo que se aprovechará la máxima superficie para la instalación Campo Solar Fotovoltaico 2,44MWp incluyendo Acondicionamiento del Terreno, Cimientos y Elementos de Contención, Equipamientos y mobiliario y Costes Indirectos.

Según los cálculos realizados el ahorro de esta instalación de forma anual rondaría los 1.308,74€ y supondría un ahorro respecto al consumo general del 1%, por lo que con este huerto solar se cubriría la iluminación y pequeños equipos de consumo u ordenadores.

Si se añadiese gastos relativos al mantenimiento y reparaciones debido a su funcionamiento este plazo se vería incrementado. Desde el punto de vista de mejora de la eficiencia del edificio no supone un gran avance, ni una reducción notable, si bien es cierto que los costes debidos al ahorro de la generación, transporte y distribución resultarían de gran ayuda al tendido eléctrico y aligerarían la carga del mismo.

Otra propuesta planteada es la ejecución de un huerto solar de grandes dimensiones, este huerto dispone de 8000 paneles solares fotovoltaicos de 305Wp cada uno, proporcionando un total del 2,44MWp. Esta instalación ocupa una mayor parcela que la anterior, además de requerir una mayor inversión inicial. Como puede observarse este planteamiento permite cubrir las necesidades del edificio además de vender el excedente a la red o almacenarlo durante un periodo de 3 días. De este modo se dispondría de una planta de generación eléctrica cerca de núcleos de población aislados, lo que supondría una reducción de los costes de distribución y transporte para la red eléctrica.

El PBL de esta obra asciende a 2.633.964,24 €, con una producción anual de energía anual de 3.733.386,66 kWh/año, que supondría un ahorro en la factura de 311.868,45 €/año. En este caso, además se procedería a la venta del excedente de energía que se ha estimado en 2.322.229,66 kWh/año que supondría un ingreso de 125.214,62 €/año.

Los valores obtenidos de los precios de la energía eléctrica fueron obtenidos de Omie (Omie, 2019), estos valores están sujetos a una gran fluctuación por lo que deberían actualizarse y realizar una estimación más continua en caso de realizar un estudio más en profundidad. Además, se estima que los costes de mantenimiento en la instalación pueden ascender a 8.780€ anuales y contemplar que el rendimiento de la instalación decrece a medida que se desarrollan los años por lo que la producción de energía eléctrica se verá afectada.

6. Conclusiones.

Después de haber realizado las propuestas y estudiar su viabilidad técnica y económica, se puede determinar que los dos proyectos que representan mayor ambición:

- La instalación de Paneles Solares para ACS.
- La instalación de un Campo Fotovoltaico.

Suponen una viabilidad económica y se disponen de los medios espaciales para llevarlas a cabo. Además, el presente estudio no ha contemplado ayudas o subvenciones económicas para la realización, de disponer de ellas ambos proyectos serían mucho más atractivos y colaborarían a reducir la huella ecológica del Hospital Doctor Moliner.

Otro aspecto fundamental en este proyecto es el estudio de viabilidad de las energías renovables. Se ha determinado que resultan desde el punto de vista económico interesantes y también desde el punto de vista social, la inversión en este sector se establece como una prioridad a corto, medio y largo plazo. Además, la mejora de la tecnología en este sector es una de las líneas de investigación más potentes para poder disponer de instalaciones más potentes a un menor coste. Si bien es cierto, que requieren una gran inversión inicial, no por ello son menos interesantes, para pequeños consumos representan una alternativa real al sistema convencional, lo que permitiría reducir la explotación de la red para los hogares y abaratar los costes energéticos para la industria, sector que encuentra en el suministro energético uno de sus mayores quebraderos de cabeza.

Agradecimientos

Conselleria de Sanitat de la Generalitat Valenciana

7. Referencias

- AENOR, Norma UNE 100155 “Diseño y Cálculo de Sistemas de Expansión”. 2004. Madrid.
- AENOR, Norma UNE 94002 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica” 2005. Madrid.
- AENOR, Norma UNE 94003 “Datos Climáticos para el Dimensionado de Instalaciones Térmicas” 2007. Madrid.
- Consejo de Ministros (2020). El Consejo de Ministros da luz verde al anteproyecto de Ley de Cambio Climático. [consultado en 21.04.2020] Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/prensa/190222leydecambioclimaticonotadeprensa_tcm30-487293.pdf
- Instituto Valenciano de la Edificación. Base de Datos 2018. Recuperado de <https://www.five.es/productos/herramientas-on-line/visualizador-2018/>
- Lima, T. P., Dutra, J. C. C., Primo, A. R. M., Rohatgi, J., & Ochoa, A. A. V. (2015). Solar water heating for a hospital laundry: A case study. *Solar Energy*, 122, 737-748.
- Matuska, T., & Sourek, B. (2014). Comparison of solar photovoltaic and photothermal domestic hot water systems. In *Proceedings of the EuroSun*.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología (2002). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión [consultado en 21.04.2020] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2002/08/02/842>
- Ministerio de Fomento (2013). Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE Ahorro de Energía, del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo [consultado en 21.04.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/o/2013/09/10/fom1635>
- Ministerio de Fomento (2017). Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, por la que se modifican el Documento Básico DB-HE “Ahorro de energía” y el Documento Básico DB-HS “Salubridad”, del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo [consultado en 21.04.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/o/2017/06/15/fom588>
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2013). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Versión consolidada [consultado en 21.04.2020]. Disponible en: <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reglamento/RDecreto-1027-2007-Consolidado-9092013.pdf>
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2011) Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. [consultado en 21.04.2020] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/11/18/1699>
- Ministerio de la Presidencia (2013). Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios [consultado en 21.04.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2013/04/05/235/con>

Ministerio de Vivienda (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación [consultado en 21.04.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2006/03/17/314/con>

Ministerio de Vivienda (2007). Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación [consultado en 21.04.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/10/19/1371>

Ministerio de Vivienda (2009). Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación [consultado en 21.04.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/o/2009/04/15/viv984>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2019). Factores de emisión registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. [consultado en 21.04.20] Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). Orden TED/171/2020, de 24 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al periodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2020. [consultado en 21.04.20] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/24/ted171>

Ndoye, B., & Sarr, M. (2003). Influence of domestic hot water parameters on the energy consumption of large buildings in Senegal. *Energy conversion and management*, 44(16), 2635-2649.

Sánchez-Barroso, G., González-Domínguez, J., & García-Sanz-Calcedo, J. (2020). Potential Savings in DHW Facilities through the Use of Solar Thermal Energy in the Hospitals of Extremadura (Spain). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2658.

Zabala I. Llera E. Aranda A. Martínez A. Scarpellini S. Barrio F “El Ahorro Energético en el Nuevo Código Técnico de la Edificación”. Madrid. FC Editorial.2007.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

