

PROPUESTA DE COLECTORES SOLARES PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA EN EL BUNGALÓ DE 48 HABITACIONES DEL HOTEL OCEAN VISTA AZUL

MSc. Marta Emérita Valera de Armas¹, Ing. Dunisvel Finalet Corzo²,
MSc. Marlene Oramas Ortega³

1. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía
Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. marta.valera@umcc.cu

2. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía
Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.

3. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía
Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. marlene.oramas@umcc.cu



Monografías



Resumen

Se realiza el análisis y propuesta de solución a partir del uso de colectores solares de tubos al vacío para la producción de agua caliente sanitaria en el hotel. Se hace un análisis del sistema actual de producción de agua caliente sanitaria para disminuir los costos asociados al consumo de la electricidad y utilizar las energías renovables. Se calcula la demanda de agua caliente sanitaria necesaria y el rendimiento del sistema, con un nuevo sistema de energía renovable pasando a ser el primario y la resistencia eléctrica el auxiliar. Se realiza el cálculo económico para obtener la factibilidad económica de la propuesta.

Palabras claves: Agua caliente sanitaria, calentadores solares Búsqueda indexada; Monografías; Publicaciones.

El sistema de agua caliente sanitaria basa su principio de funcionamiento en la recuperación de calor proveniente de los tubos de vidrio al vacío, lugar que se considera como la fuente primaria de generación del agua caliente, la cual es almacenada en tanques para su posterior empleo en la instalación.

El esquema térmico está conformado por tres circuitos; el primario, lugar donde se produce el agua caliente, conforma un circuito cerrado; el secundario cuya función es almacenar y distribuir el agua caliente, presenta una configuración en lazo abierto, el terciario es el encargado de retornar el agua que queda en las tuberías que va a clientes.

El circuito primario está conformado por:

Los colectores solares, un tanque de expansión abierta, una bomba, un intercambiador de placa y una válvula de tres vías.

El circuito secundario está compuesto por:

Tanques acumuladores: son 2, cada uno aislado térmicamente, posee 1 tanque de 5 metros cúbicos (m^3) llamados tanques de almacenamiento que es donde se repone el agua que consumen los clientes y un 2do tanque de $3m^3$ en serie con el primero llamado tanque de suministro a clientes, donde está montado el sistema de apoyo de calentamiento con resistencia eléctrica lo que representa un total de $8 m^3$ de acumulación de agua caliente, cumple una doble función, la de almacenar el agua caliente a temperatura de consumo y la de suplir los picos de consumo de agua caliente.

Bombas de agua secundaria: se tiene 1 bomba gemelar de agua

Bombas de agua de recirculación: se tiene 1 bomba gemelar conocida

Dos intercambiadores de placa y una válvula



El circuito terciario está compuesto por:

Una bomba que es la encargada del retorno a clientes

Demanda de agua caliente sanitaria en el Bungaló.

La demanda energética en instalaciones de agua caliente sanitaria viene dada por el volumen de consumo diario, el consumo horario punta y las temperaturas de consumo y de agua fría de la red.

Como no existen registros de consumo de agua caliente de la instalación, es necesario acudir a información especializada que haga posible su estimación.

El Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones de Baja Temperatura, (López, 2014) recomienda como criterio de diseño el uso de los consumos unitarios expresados en la Tabla 1.1, en la que se ha considerado una temperatura de consumo de referencia de 60 °C. En caso de tomar una temperatura de referencia distinta de 60°C los valores expresados en la Tabla 1.1 pueden ser fácilmente modificados calculándolos por la siguiente fórmula:

$$Cdt = Cd60 \bullet (60 - tared) / (tac - tared) \quad (1.1)$$

Donde:

Cdt → Consumo unitario diario a temperatura de consumo deseada, lt/u • día.

Cd60 → Consumo unitario diario a temperatura de consumo de referencia (60°C), lt./u • día.

tared → Temperatura del agua de la red, °C.

tac → Temperatura requerida de Agua Caliente Sanitaria, °C.

Las temperaturas del agua en los diferentes puntos del sistema de preparación y acumulación, se toman según (López, 2014). Las mismas hacen referencia a una temperatura mínima de 45°C del Agua Caliente Sanitaria y una temperatura de almacenamiento del agua caliente de como mínimo de 55°C, para garantizar una temperatura de distribución no inferior a 50°C. Además, el sistema de calentamiento debe ser capaz de llevar la temperatura hasta 70°C de forma periódica. Para determinar la temperatura del agua fría de la red se debe recolectar estos datos en el hotel u obtenerlos de la empresa encargada de su suministro.

Tabla 1.2 Valores de consumos unitarios para diferentes usos, (López, 2014).

Criterio de consumo	Litros/día
Viviendas unifamiliares	30 por persona
Viviendas multifamiliares	22 por persona
Hospitales y clínicas	55 por cama



Hoteles (4 y 5 estrellas)	70 por cama
Hoteles (3 estrellas)	55 por cama
Hoteles/Hostales (2 estrellas)	40 por cama
Campings	40 por emplazamiento
Hostales/Pensiones (1 estrella)	35 por cama
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	55 por cama

Con los valores de consumo unitarios de Agua Caliente Sanitaria obtenidos de la Tabla 1.1 y los datos de ocupación suministrados por el hotel se calcula el consumo mensual de Agua Caliente Sanitaria, con la siguiente fórmula:

$$Vm = \frac{Ocm}{100} \cdot Vd \max \cdot Ndm \quad (1.2)$$

Donde:

Vm → Consumo mensual de Agua Caliente Sanitaria, m^3 .

Ocm → Ocupación hotelera, %.

Ndm → Números de días del mes.

$Vdmax$ → Consumo diario máximo de Agua Caliente Sanitaria, m^3 .

El consumo diario máximo de Agua Caliente Sanitaria se calcula por la siguiente fórmula:

$$Vd \max = \frac{Cdt}{1000} \cdot Deh \cdot Chab \quad (1.3)$$

Donde:

Cdt → Consumo diario en litros por huéspedes a la temperatura de consumo deseada, $lt/$ huésped \cdot día. 70litros/días

Deh → Densidad habitacional, huésped/habitación. 2 huéspedes

$Chab$ → Cantidad total de habitaciones en el bungalow. 48 habitaciones

Para el cálculo de las necesidades energéticas mensuales de Agua Caliente Sanitaria se emplea la siguiente fórmula:

$$Qm = Vm \cdot \rho_{H2O} \cdot C_{pH2O} \cdot (t_{ac} - t_{ared}) \quad (1.4)$$

Donde:

Qm → Demanda calorífica mensual de Agua Caliente Sanitaria, J.

ρ_{H2O} → Densidad del agua, kg/m^3 .



C_{pH_2O} → Calor específico del agua, J/kg • °C.

Con los valores mensuales de la demanda calorífica se puede construir una tabla agrupada por meses para calcular la demanda energética anual con la siguiente fórmula:

$$Q_a = \sum_{i=1}^{12} Q_{mj} \quad (1.5)$$

Donde:

Q_a → Demanda calorífica anual de Agua Caliente Sanitaria, J.

Para el cálculo del consumo horario punta se puede tomar como referencia lo expuesto en (ASHRAE, 1999) que da como recomendación general para Hoteles un factor de demanda de 25 % de la demanda diaria de Agua Caliente Sanitaria a 60°C y también lo planteado por (ACV, 1993), que recomienda para Hoteles de 4 y 5 Estrellas con 250 habitaciones un caudal punta de 10 minutos de 5525 litros y un caudal horario punta de 16000 litros ambos de agua caliente a 55°C. No obstante estas recomendaciones, con el objetivo de tener una mayor capacidad de respuesta ante posibles consumos horarios puntas elevadas es posible utilizar un factor de demanda superior. El cálculo del consumo horario se efectuaría de la siguiente manera:

$$V_{hp} = V_{d \max} \cdot F_d \quad (1.6)$$

Donde:

V_{hp} → Consumo horario punta, m³.

$V_{d \max}$ → Consumo diario máximo del año, m³.

F_d → Factor de demanda máxima con respecto al consumo diario de Agua Caliente Sanitaria.

Los datos, cálculos y resultados de las necesidades energéticas del Hotel se obtienen a partir de lo expuesto. Los datos de temperatura de agua de red se obtienen de la Empresa Aguas Varadero; los valores de ocupación se suministran por la Administración del Hotel; la temperatura recomendada de Agua Caliente Sanitaria para la acumulación es de 55°C, según (Bonamusa, 2012); y los valores de densidad y calor específico del agua se obtienen del (Bejean, 2003) con la temperatura media de agua caliente sanitaria, se pueden obtener los resultados que se muestran en la tabla 1.2

Tabla 1.2 Necesidades energéticas para la producción de Agua Caliente Sanitaria.



mes	Ndm	Tared	Tac	Ocm	Vm	Qm
enero	31	21	55	100	241	6743322111
febrero	28	21	55	100	218	2819032567
marzo	31	22	55	100	241	6743322111
abril	30	23	55	75	175	2263053261
mayo	31	25	55	50	120	1551807951
junio	30	26	55	50	128	1655261814
julio	31	27	55	66	159	1939759938
agosto	31	27	55	66	159	1939759938
septiembre	30	26	55	50	116	1500081019
octubre	31	25	55	50	132	1711752691
noviembre	30	22	55	50	116	1500081019
diciembre	31	21	55	82	198	2560405726
Total anual					2003	22798163400

Donde:

Vm → Consumo mensual de Agua Caliente Sanitaria, m³.

Qm → Necesidad energética mensual de Agua Caliente Sanitaria, J.

Para un correcto emplazamiento del sistema de producción de Agua Caliente Sanitaria, se comprueba la disponibilidad que ofrece el hotel para la instalación de los colectores solares y su correspondiente Sala de Máquinas Se empieza por la superficie disponible exterior para la instalación de los colectores. En la búsqueda de la disponibilidad de espacio para la colocación de los colectores solares teniendo en cuenta los criterios de diseño, se selecciona la cubierta del Bungaló. El techo del bungaló tiene una superficie total de 144 m² y no tiene edificaciones a su alrededor que dificulte la radiación solar sobre los colectores, equipos u otro tipo de obstáculos, todo aprovechable, la Sala de Máquinas tiene un área total interior de 24 m² de techo, con una altura máxima de 3.0 m. En ella se encuentra el sistema actual de producción de Agua Caliente Sanitaria, dos tanques de termo acumulación uno de 5m³ y otro de 3m³, dos intercambiadores de calor a placas, las bombas y tuberías del circuito primario, secundario y terciario.

Se escoge un sistema de semi-acumulación por sus múltiples ventajas respecto a los otros dos sistemas, para hallar el volumen de acumulación hay que tener en cuenta la superficie efectiva disponible en la Sala de Máquinas en caso que haya que adicionar tanques de acumulación. Se selecciona un factor de almacenamiento de 80% con respecto a la demanda máxima horaria probable de Agua Caliente Sanitaria, de acuerdo a lo que recomienda (ASHRAE, 1999). El volumen de acumulación calculado es de 8 m³. Se selecciona el colector solar de tubos al vacío modelo LPC47-1530, El flujo de trabajo recomendado es de 52.7Lt/m² de superficie de colector.

Tipo de tubo al vacío	Ø 47 x 1500 mm
Cantidad de tubos	30
Longitud expuesta del tubo	1.4
diámetro exterior del tubo	0.047
diámetro interior del tubo	0.037



Los precios de los productos utilizados para el cálculo de la inversión inicial se obtienen de ofertas recientes de inversiones similares a la de esta propuesta, que se ejecutan en la provincia (López, 2014), El tiempo de recuperación de la inversión es de aproximadamente 4 años, el cual se considera un valor normal en este tipo de inversiones.

Conclusiones

La utilización de un sistema de energía solar térmica con colectores solares de tubos al vacío para la producción de agua caliente sanitaria es factible económicamente y aumenta la capacidad de respuesta del hotel para ese servicio, las modificaciones propuestas ejercen un beneficio económico neto en el Hotel, al permitir un considerable ahorro de energía eléctrica para generación de agua caliente sanitaria, Se logra garantizar un mejor servicio de habitación, incrementándose así la satisfacción al cliente.

Bibliografía

ASHRAE CD Handbook; Chapter 44, *Applications Handbook* (SI). 1999.

ACV. Manual de sistemas de cálculo para la producción de agua caliente. 1993.

BEJEAN, Adrian: *Handbook of Heat Transfer*. Edit. JOHN WILEY & SONS, United States of America, 1480 páginas, 2003.

BONAMUSA DANIEL .Análisis y propuesta de solución para la producción de agua caliente sanitaria en el Hotel Meliá Las Américas.2012.

GAREA B, CURBELO A, JIMENEZ O, GAREA E. MARTIN G. SWERA. Cuba

LOPEZ DIAZ NESTOR. Evaluación del sistema de producción de agua caliente en el hotel Meliá Marina.2014.

MUHLIA V. AGUSTIN, Sánchez, “Requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos, para calentamiento de agua”, Edición 2005, México.

RENSOL. Hoja de cálculo de sistemas de producción de ACS.2012.

SWERA Solar and Wind Energy Resource Assessment. Disponible en Internet: <http://swera.unep.net>.2014.

SWERA. Solar and Wind Energy Resource Assessment. Disponible en Internet: <http://swera.unep.net>.2014.





CD de Monografías 2016
(c) 2016, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
ISBN: XXX-XXX-XX-XXXX-X



CD de Monografías 2016
(c) 2016, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
ISBN: XXX-XXX-XX-XXXX-X