

Evaluación y Recomendaciones
Sistema de Agua Caliente Sanitaria Internado “Prof. Diego Missene Burgos”
Cobquecura VIII Región.

Rodrigo Valdovinos - rodrigo.valdovinos@idma.cl

1. Objetivos

El presente documento tiene como objetivo entregar una evaluación preliminar del sistema térmico para calefacción de agua sanitaria del internado Prof. Diego Missene de la comuna de Cobquecura, VIII región, previo a la instalación de un SST financiado por la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional GIZ

El segundo propósito es dar las recomendaciones necesarias para mejorar el rendimiento térmico de la instalación existente y además entregar los cálculos asociados a la futura instalación de un sistema solar de agua caliente sanitaria, para precalentar el agua del sistema actual y reducir el consumo de combustible convencional.

2. Diagnóstico Actual Instalación.

2.1 Capacidad de Alumnos.

Según la información entregada por los encargados del internado, la capacidad total de alumnos internos que puede tener en el internado es de 200. En la actualidad se cuenta con un total de 140 alumnos, que son atendidos de lunes a viernes, entre los meses de marzo a diciembre, con un perfil de demanda de consumo de ACS¹ en jornada matinal.

Si se estima un consumo de agua caliente ideal para el internado, del orden de los 38 litros/alumno/día (tipo apartamento); la cantidad de agua caliente necesaria para el aseo de los alumnos del internado, asciende a 5.320 litros, cantidad sumamente inferior a la que actualmente se dispone para dicho fin en el internado.

2.2 Instalación Térmica de ACS.

En la actualidad el internado cuenta con un sistema de calefacción de agua sanitaria del tipo termo vertical estratificado marca *WINTER* que utiliza gas licuado como combustible.

¹ Agua Caliente Sanitaria

El sistema cuenta con una capacidad total nominal de acumulación de agua caliente de 2.500 litros; subdividido en 3 estanques de 700 litros marca Winter y 2 de 200 litros de igual marca.

Sin embargo en la actualidad sólo se encuentran operativos los 3 estanques de 700 litros, con una capacidad real de utilización de 2.100 litros para el aseo personal de los alumnos.

El modo de operación y uso del sistema no es automático, sino es operado de forma manual en donde el auxiliar del internado, enciende el sistema de calefacción de dos o tres acumuladores (según sea el caso) a las 3:00 hrs AM y hasta las 6:00 hrs PM. Los internos se duchan, siendo la acumulación de agua caliente muy por debajo del óptimo para un establecimiento de este tipo.

En la mayoría de los caso los últimos alumnos se duchan con agua relativamente fría.



Detalle de los acumuladores de ACS.

Por la capacidad nominal de acumulación del sistema (2.500 litros), se asume que se realizó el dimensionado inicial con un criterio de demanda de 12,5 litros/alumno/día de ACS, valor que en la normativa local se utiliza para estimar la demanda y dimensionado de sistemas de calefacción de agua sanitaria en establecimientos educacionales con jornada parcial, tipo escuelas, colegios o liceos.

Para estimar la demanda de ACS en internados educacionales se debe tomar un consumo similar a los utilizados para apartamento, criterio con valores de entre los 38 a 40 litros/alumno día de ACS para el aseo personal.

Según las cifras, el sistema de acumulación nominal (2.500 litros) presenta un déficit de ACS para abastecer la demanda del internado de 2.820 litros. Y en la actualidad con sólo tres estanques de acumulación de 700 litros operativos (2.100 litros), el déficit es de 3220 litros.

Lo anterior se traduce en que cada alumno tiene para el aseo personal un total de 15 litros de ACS, a una temperatura variable de entre los 25° a 38° C, debido a la configuración y fabricación de los estanques, pues a medida que se extrae agua caliente para consumo, automáticamente ingresa agua fría, debido a que el sistema es presurizado. Produciendo un enfriamiento del agua ya calentada.

Actualmente el sistema convencional de ACS presenta algunos detalles de instalación, produciendo considerables pérdidas energéticas que es necesario poder solucionar.

En la visita realizada al sistema, se pudo apreciar que el regulador de temperatura de la llama de calefacción, se encuentra trabajando en un nivel máximo, situación que se produce pues el sistema presenta serías pérdidas energéticas en el trazado hacia las duchas, ubicadas en el primer y segundo piso, con el consiguiente gasto de gas.

3. Cálculos Energéticos.

Los siguientes cálculos están realizados para tres casos particulares tomando como base el sistema de ACS del internado de Cobquecura. Son realizados con el propósito de analizar los reales costos del sistema principalmente relacionados con el consumo de gas.

Para dichos cálculos se han tomado tres casos de estudio:

- **Caso Base – Condiciones Óptimas:** se asume un consumo ideal de agua caliente sanitaria, del orden de los 38 a 40 litros/alumnos/día de consumo.
- **Caso Base – Condiciones Reales:** situación que actualmente se produce en el internado, con un consumo de agua caliente que se dispone en el internado; 15 litros/alumnos/día.
- **Caso Base – Condiciones Reales – SST²:** con el consumo actual de agua caliente, más un sistema solar térmico para precalentar el agua de ingreso al sistema.

² Sistema Solar Térmico.

3.1 Caso Base – Condiciones Óptimas.

Datos:

- Usuarios: 140 alumnos.
- Tasa de Ocupación: 90% de lunes a viernes y de marzo a diciembre.
- Temperatura de Consumo: 40° C.
- Temperatura de agua red: mínimo 13,6°C – máximo 16,4°C.
- Volumen de ACS: 38 – 40 litros/alumnos/día.

Con los datos anteriormente descritos, se estima una demanda de energía necesaria de 34,5 MWh anual. Con un promedio mensual para los 10 meses de uso de 3,45 MWh mes y 115 kWh día.

Para dicha demanda de energía se necesitaría un volumen de combustible de 6.332,3 Lts/gas/año, a un costo total de \$ 3.235.794 a \$ 511 el litro de gas licuado.

3.2 Caso Base – Condiciones Reales.

Datos:

- Usuarios: 140 alumnos.
- Tasa de Ocupación: 90% de lunes a viernes y de marzo a diciembre.
- Temperatura de Consumo: 40° C.
- Temperatura de agua red: mínimo 13,6°C – máximo 16,4°C.
- Volumen de ACS: 15 litros/alumnos/día

Con los datos anteriormente descritos, que describe la situación real hoy en día del sistema en Cobquecura. Se estima una demanda de energía necesaria de 13,6 MWh anual de energía consumida. Con un promedio mensual para los 10 meses de uso de 1,36 MWh mes y 45,3 kWh día.

Para dicha demanda de energía se necesitaría un volumen de combustible de 2.491,3 Lts/gas/año, a un costo total de \$ 1.272.980.- a \$ 511 el litro de gas licuado. Valor que se ajusta a los costos que actualmente tiene el internado para el sistema de calefacción.

3.3 Caso Base – Condiciones Reales – SST.

El presente caso toma como parámetros de cálculos las condiciones reales actuales del sistema, al que se le realizará una instalación de un SST para precalentar el agua de entrada al sistema.

Datos:

- Usuarios: 140 alumnos.
- Tasa de Ocupación: 90% de lunes a viernes y de marzo a diciembre.
- Temperatura de Consumo: 40° C.
- Temperatura de agua red: mínimo 13,6°C – máximo 16,4°C.
- Volumen de ACS: 15 litros/alumnos/día.
- Tipo de SST: 12,5 mt² de Heat Pipe con acumulación de 505 litros.

Con la tecnología propuesta y una inversión inicial en el sistema solar de \$4.500.000; se estaría recuperando la inversión a 3,5 años con una TIR del 27,6%.

La recuperación de la inversión para el caso propuesto, se relaciona al ahorro por concepto de gas licuado no utilizado en el calentamiento de agua sanitaria. Se recomienda en un futuro poder disponer de un sistema solar para una mayor capacidad y disponer del sistema a gas sólo como apoyo.

4. Recomendaciones.

A continuación se entregan las recomendaciones que es de suma importancia poder realizar en la actual instalación de ACS del internado. Lo anterior con el propósito de reducir al máximo las pérdidas térmicas que actualmente tiene la instalación.

A continuación se detallan:

- La construcción que alberga el sistema, se encuentra en el exterior del recinto, con serias deficiencias en la aislación y sellado de la caseta, ocasionando considerables pérdidas energéticas al exterior. Se recomienda cerrar y aislar la sala de calefacción e instalación las tuberías de extracción de gases de los termos.



Detalle de la sala de calefacción con deficiencias en la aislación.

- Las tuberías de agua caliente no está aisladas, produciendo que en el transporte del agua caliente al primer y segundo piso, se produzcan pérdidas energéticas. Se recomienda aislar las tuberías de agua caliente y agua fría del sistema con espuma de poliuretano para tuberías, de unos 2 a 3 cms de espesor de aislante. El tramo de aislación en las tuberías en lo posible debe considerar desde los acumuladores hasta las duchas. Si no es posible, aislar los tramos que están a la vista.



Detalle con no existencia de aislación en las tuberías de ACS.

- El termistor que regula el agua caliente al servicio (duchas) en la válvula de 3 vías, se encuentra mal dispuesta. Se recomienda instalar una vaina y que ésta quede sumergida en el agua que va a servicio.



Detalle del termistor de la válvula de mezcla.

- Será necesario aislar aún más los estanques acumuladores de ACS que actualmente posee el sistema, con espuma de poliuretano tipo colchoneta con 50 mm de espesor, recubierta con tela impermeable o similar. Debe ser aislado toda la pared perimetral del estanque y la pared del extremo superior. Con ello mejoraría notablemente la acumulación de calor ganado durante el periodo y cedido a los estanques por el sistema solar.

5. Instalación de Sistema Solar para ACS.

Por el presupuesto establecido para el presente proyecto, se considera la instalación de un sistema solar de calentamiento de agua con tecnologías Heat Pipe de 12,5 mtr² de área captadora que será utilizada para calentar un volumen día de 500 litros.

El sistema solar térmico será conectado en serie al sistema convencional aportando la energía producida al sistema convencional, con ello precalentará el agua de entrada a los acumuladores, aumentando la temperatura del agua almacenada, reduciendo considerablemente el consumo de gas.

El sistema captador, será montado en una estructura metálica de anclaje en la techumbre con orientación norte que se encuentra en el ala sur del internado. Debido que dicha techumbre cuenta con una orientación norte y una inclinación adecuada para tener un máximo de aprovechamiento de radiación solar.

El sistema acumulador y de control, estará dispuesto en la caseta del sistema convencional, sin embargo deberán retirarse los acumuladores de 200 litros que se encuentran no operativos para dar el espacio suficiente a los componentes del SST.

Las tuberías de agua caliente y retorno de agua fría al sistema captador bajarán con la pared norte del internado, debidamente aisladas y con protección a la intemperie.

Como es un sistema indirecto con circulación forzada, la recirculación del fluido caloportador será realizada por una bomba con caudal regulable.



Imagen con disposición de sistema captor.

Tomando en cuenta la actual acumulación del internado de 2.100 litros para las duchas, el sistema solar compuesto por 12,5 mt² de superficie captadora y una acumulación de 500 Lts ACS. La contribución energética solar que el sistema aportaría sería del 18% durante el periodo de marzo a diciembre.

En el futuro, no existiría problema en seguir ampliando el SST para aumentar aún más la contribución solar al sistema, con el propósito de reducir aún más el consumo de combustible.