



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

REDUCCIÓN DE GASTOS GENERALES EN UNA ORGANIZACIÓN DE COMUNIDAD DE VECINOS EN DISTINTOS ESCENARIOS DE INVERSIÓN

Autor:

Javier Álvarez Machado

Director:

D. José María Agudo Valiente

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2017

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Don José María Agudo Valiente por ayudarme a cerrar una etapa. Etapa que empecé hace muchos años atrás y por fin consigo cerrar.

Muy especialmente, gracias a mis padres, por su esfuerzo, dedicación, paciencia y apoyo. A mi hermana, por iluminar mi camino. A mis abuelas, por haber estado esperando y aguantando con paciencia el final de esta película. A mis abuelos, por tener que irse antes de que la película empezara. Siempre os recordaré, siempre os llevaré conmigo. Esta es la familia que me ha tocado tener y no podría haber tenido más suerte. Gracias.

A mis “hermanos y hermanas”, la familia que yo he escogido tener y no podría haber hecho mejor elección. He aprendido tanto de vosotros...los Vicios que tengo son culpa mía, mis Virtudes son culpa vuestra. Gracias.

Me habéis hecho reír y llorar, siempre de emoción. Me habéis enseñado a ser mejor persona y mejor amigo. He aprendido que las copas hay que pedir las sin hielos y luego pedir que te los pongan. He aprendido que el apellido Franco, no tiene por qué ser malo; de hecho, es psicotrópico. He descubierto que el origami es un arte, así como todo lo que haces Budi. He aprendido lo que es el ron con canela, un tupé bien peinado, jugar al “PRO” y lo que son los squats, los pull-ups y no sé que más...Oh Sinas, hijo de Tsamaras, nieto de Braziyauskas. He aprendido que la clave en cualquier batalla no es la fuerza, sino tener al lado un buen teniente; pero nunca rechazaría en combate la ayuda del monstruo de las galletas. He aprendido lo difícil que es decantar vino de todas las maneras habidas y por haber, pero solo Tú lo haces de manera innata a lo grande. He aprendido la cantidad de usos que se le pueden dar a un cigarro y he comprendido el sentido de la palabra trølear. He conocido el significado de la palabra “Victoria”. He descubierto que, no solo por ser de Zaragoza, el nombre de Pilar siempre será especial. He aprendido que incluso a miles de kilómetros de casa se pueden hacer hermanos y hermanas y que incluso con el paso de los años sigas siendo especial, Laura. “¿Laura, preguntas? Las doce menos cuarto”... He aprendido que un chiste no sólo es bueno por el chiste o por cómo se cuenta, sino, sobre todo, por quién lo cuenta...y ahí, HERMANO,” sigues sieeeeeendoooo eeeeeel reeeeeeeeeeeey”. He aprendido que la magia tiene los “minis” por unidad de medida, se guarda en tarros pequeños, pero nunca se gasta, porque eres MUY grande. Especial agradecimiento a ti, sin tu ayuda, ésto no hubiera sido posible. Necesitaré toda una vida para devolverte todo lo que me has dado. Gracias por estar siempre a mi lado. Ned Anthony Frank Soprano Underwood Stark, ha necesitado y seguirá necesitando su “Hand Of The King”, por muy “Meñique” que seas (tranquilos, no entraré en spoilers). Gracias.

He aprendido que en casa del Herrero, cuchara de palo. He descubierto que Madrona es mucho mejor que Maradona, por mucho que se empeñe en adorarlo. He recordado que Toñín fue el primer hermano que hice en mi vida...ya ni me acuerdo cuando fue. Gracias.

He aprendido tanto, tantísimo, que nunca os podré devolver lo que habéis hecho por mí. He aprendido que hace falta tener flow, o “Miniflow” al menos, para Vivir para Contarlo y he aprendido que, Cantando, yo me siento bien.

Gracias a la familia del Nightho. Gracias por aceptar a un Cantoná de la vida y convertirlo en un Valerón. Gracias por acogerme y dejar que el fútbol, las cervezas y las risas fueran mi terapia todos estos últimos años. He aprendido que ser del Renueva es muy fácil, pero ser del Nightho me parece mejor.

A todos y todas que en algún momento del camino me habéis hecho y me hacéis feliz, gracias por formar parte de mi vida y, muchísimas gracias, por dejarme formar parte de la vuestra.

Nada es eterno salvo mi amor y mi gratitud hacia vosotros y vosotras...

...gracias, gracias, gracias, gracias...

Javier Álvarez Machado
Zaragoza, septiembre de 2017

REDUCCIÓN DE GASTOS GENERALES EN UNA ORGANIZACIÓN DE COMUNIDAD DE VECINOS EN DISTINTOS ESCENARIOS DE INVERSIÓN

RESUMEN

El presente proyecto engloba el estudio de las necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria de un edificio de 32 viviendas situado en Zaragoza y se proponen diferentes escenarios de inversión que permitan cubrirlas mediante un sistema de calefacción y producción de agua caliente sanitaria (A.C.S).

Para el desarrollo del proyecto, se comienza por realizar un trabajo de campo y evaluar la instalación actual con la que cuenta el edificio. Se calcula la demanda energética del mismo para calefacción y agua caliente sanitaria. Se detallan aquellos aspectos que podrían mejorarse para adecuar la futura instalación a los tiempos que corren y se propone una serie de alternativas, siempre basándose en criterios medioambientales, de seguridad, mantenimiento, técnicos y económicos que dan lugar a una serie de escenarios posibles.

Se propone el cambio de la totalidad de los equipos de la sala de calderas, se estudiará la biomasa y el gas natural como sustitutos al combustible actual que se utiliza (gasoil), se propondrán un número de calderas determinado que haga frente a la demanda energética del edificio, se tendrá en cuenta las distintas tecnologías de las calderas existentes en el mercado, su configuración o configuraciones a la hora de instalarlas y se estudiará los beneficios que pudieran obtenerse al instalar colectores solares para mejorar la eficiencia energética de la instalación.

Cada escenario contará con una particularidad de diferenciación sobre los demás. Una vez decidido los cambios a implantar, optar por el gas natural como alternativa al gasoil, demostrar la necesidad de los paneles solares como solución energética y medioambiental para la demanda de agua caliente sanitaria del edificio y apostar por dos configuraciones diferentes de caldera para su instalación, se presentarán las cuatro alternativas o escenarios a evaluar atendiendo una vez más a criterios medioambientales, de seguridad, mantenimiento, técnicos y sobre todo económicos. Los escenarios serán los siguientes:

- caldera de gas natural de pie
- caldera de gas natural de pie con apoyo de colectores solares
- cuatro calderas de gas natural modulares de sistema mural
- cuatro calderas de gas natural modulares de sistema mural con apoyo de colectores solares

Se tendrá en cuenta toda la normativa vigente necesaria para el desarrollo de este proyecto dejando constancia de cuál se utiliza. Para la obtención de todos los datos necesarios se contactará con las personas, empresas o instituciones que permitan la obtención de dicha información. Se contactará y se mantendrán varias reuniones con empresas del sector para pedir presupuestos correspondientes a cada escenario planteado y con la comunidad de vecinos para establecer las bases de decisión de la alternativa a implantar.

El estudio final se centrará en determinar qué instalación es la económicamente más viable y rentable realizar sobre alguna de las dos configuraciones de caldera posible con apoyo de colectores solares.

ÍNDICE

MEMORIA	8
1. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO	9
2. PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO	10
2.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	10
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ACTUAL	11
2.2.1 EQUIPAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE CALOR.....	11
2.2.2 RESTO DE LA INSTALACIÓN	12
3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS ASOCIADOS A LA INSTALACIÓN	15
3.1 PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL COMBUSTIBLE ACTUAL	15
3.2 PROBLEMAS PROPIOS DE LAS CALDERAS DE GASOIL.....	16
3.3 PROBLEMAS PARTICULARES DE LA INSTALACIÓN.....	17
4. CÁLCULO DE LA POTENCIA ÓPTIMA A ENTREGAR A LA INSTALACIÓN	19
4.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE A.C.S	19
4.1.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE A.C.S MEDIANTE MÉTODO APROXIMADO ...	19
4.1.2 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE A.C.S SEGÚN EL R.I.T.E	19
4.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA A ENTREGAR PARA A.C.S	20
4.3 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN	22
4.4 CÁLCULO DE LA POTENCIA A ENTREGAR NECESARIA PARA CALEFACCIÓN	23
4.4.1 MÉTODO DE CÁLCULO ESTIMADO DE LA POTENCIA NECESARIA PARA CALEFACCIÓN	23
4.4.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA PARA CALEFACCIÓN A PARTIR DE LOS DATOS DE CONSUMO DE LA CALDERA.....	23
4.5 CÁLCULO DE LA POTENCIA TOTAL NECESARIA A LA SALIDA DEL EQUIPO DE GENERACIÓN DE CALOR	23
4.5.1 CÁLCULO ESTIMADO DE LA POTENCIA TOTAL NECESARIA	23
4.5.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA TOTAL NECESARIA A PARTIR DE LOS DATOS DE CONSUMO DE LA CALDERA	24
4.6 CONSIDERACIONES A LOS CÁLCULOS OBTENIDOS.....	24
5.1 ELECCIÓN DE LOS PANELES SOLARES	26
5.2 DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR	27
5.2.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE AGUA CALIENTE SANITARIA ...	27
5.2.2 CÁLCULO DE LA COBERTURA SOLAR	27
5.2.3 ENERGÍA ÚTIL QUE EL SISTEMA DE CAPTADORES PUEDE CUBRIR.....	29
5.3 DIMENSIONADO Y ORIENTACIÓN DE LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN	29

6. ESTUDIO DE MERCADO REALIZADO PARA BUSCAR SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	31
6.1 ALTERNATIVAS AL COMBUSTIBLE ACTUAL.....	31
6.2 CAMBIOS A EFECTUAR EN LA CALDERA	34
6.2.1 CONTINUAR CON LA CALDERA ACTUAL	34
6.2.2 APOSTAR POR UNA NUEVA CALDERA DE CONDENSACIÓN	35
6.3 MEJORAS A INTRODUCIR PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA INSTALACIÓN.....	35
7. ESCENARIOS PROPUESTOS PARA SUSTITUIR AL ACTUAL.....	37
7.1 CAMBIO DE COMBUSTIBLE.....	37
7.2 CAMBIO DE CALDERA E INSTALACIÓN	37
7.3 ESCENARIOS A ESTUDIAR	38
8. PRESENTACIÓN DE LOS PRESUPUESTOS DE LOS ESCENARIOS PROPUESTOS, AHORRO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD CORRESPONDIENTE.....	39
8.1 RESUMEN DE LOS PRESUPUESTOS.....	39
8.1.1 CASO1: INSTALACIÓN DE UNA CALDERA MODULAR EN SISTEMA DE PIE	39
8.1.2 CASO 2: INSTALACIÓN DE CUATRO CALDERAS MODULARES EN SISTEMA MURAL.....	40
8.1.3 PRESUPUESTO PARA LA IMPLANTACIÓN DE PANELES SOLARES A CUALQUIERA DE LOS DOS CASOS ANTERIORES	40
8.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN DE APOYO SOLAR.....	40
8.2.1 AHORRO ENERGÉTICO	41
8.2.2 AHORRO ECONÓMICO.....	41
8.2.3 AHORRO DE COMBUSTIBLE	42
8.2.4 AHORRO DE EMISIONES	42
Como ha quedado constancia, la implementación de paneles solares es muy positivo para el ahorro energético, económico, de combustible y emisiones independientemente de la caldera utilizada. Suponen un beneficio añadido al caso que se escoja.	43
8.3 ESTUDIO DE COSTES Y AHORROS DE EMISIONES, ENERGÍA CONSUMIDA Y ECONÓMICOS OBTENIDOS EN CADA ESCENARIO	43
8.3.1 ESTUDIO A 20 AÑOS DE LOS COSTES.....	43
8.3.2 ESTUDIO A 20 AÑOS DE LAS EMISIONES EMITIDAS	47
8.3.3 ESTUDIO A 20 AÑOS DE LA ENERGÍA CONSUMIDA.....	50
8.4 ESTUDIO DEL PAYBACK, VAN Y EL TIR	52
8.4.1 PAYBACK	52
8.4.2 VAN Y TIR.....	53
9. ELECCIÓN DEL ESCENARIO A SUSTITUIR LA INSTALACIÓN ACTUAL.....	55

10. CONCLUSIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	63
ANEXO 1	64
1. CONDICIONES DE CÁLCULO PARA AGUA CALIENTE SANITARIA.....	65
ANEXO 2	67
1. CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	68
ANEXO 3	74
1. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....	75
ANEXO 4	84
1. CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA DE LA CALDERA.....	85
PRESUPUESTOS	90
PRESUPUESTO CASO 1	91
PRESUPUESTO CASO 2	95
PRESUPUESTO INSTALACIÓN SOLAR	98
FICHAS TÉCNICAS	12

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO

La limitación de los recursos energéticos, la necesidad de preservar el medio ambiente y la importancia de reducir costes, obligan a plantear soluciones alternativas que posibiliten reducir la utilización de combustibles de origen fósil, mejorar la eficiencia energética de los sistemas y permitir a una comunidad de vecinos reducir los gastos.

Tomando como referencia estos parámetros, se proyecta encontrar la mejor alternativa al sistema de calefacción y A.C.S de una comunidad de vecinos de 32 viviendas, situada en Zaragoza. En primer lugar, se hará una breve descripción de la instalación de climatización actual. En segundo lugar, se plantearán y analizarán los problemas que el cuarto de calderas genera en la comunidad de vecinos y se fijarán los criterios y objetivos que son críticos para la comunidad. A partir de aquí, se propondrán varias soluciones a dichos problemas según las diferentes tecnologías disponibles en el mercado. Finalmente, en base a la información recabada y poniendo foco en la restricción presupuestaria de llevar a cabo las diferentes soluciones, se determinará la solución más viable para la comunidad de vecinos.

El objetivo principal del presente proyecto es, por tanto, realizar un estudio comparativo de las diferentes propuestas que solucionen los problemas del edificio y proporcionar la solución óptima para los vecinos de acuerdo con los criterios fijados por la comunidad.

Las propuestas que se estudiarán incluyen configuraciones para la instalación que proponen continuar con el combustible actual, implementar un cambio de combustible a gas natural y añadir fuentes de energía renovables de tipo solar para hacer frente a la demanda de agua caliente sanitaria.

La propuesta escogida debe garantizar el confort óptimo a los usuarios del edificio, buscando siempre la viabilidad económica de la inversión a realizar, con el mínimo coste energético e impacto medioambiental y siempre trabajando dentro del marco de la eficiencia energética.

Con estas pautas, se ha adoptado una metodología de trabajo encaminada a la consecución de los objetivos previamente definidos. Así, en el desarrollo del proyecto se han seguido las secuencias descritas a continuación:

- Presentación del equipamiento existente para la generación de calefacción y agua caliente sanitaria.
- Presentación del resto de equipos que se encuentran en la instalación.
- Descripción de los problemas asociados a la instalación.
- Exposición de soluciones para subsanar los problemas encontrados.
- Evaluación de las necesidades energéticas para calefacción de las viviendas.
- Cálculo de la potencia necesaria para atender dichas necesidades.
- Estudio de la demanda de A.C.S. para las viviendas.
- Cálculo de la potencia necesaria para atender dichas necesidades.
- Presentación de las diferentes alternativas según las soluciones propuestas.
- Estudio de viabilidad económica de las alternativas finales a presentar a la comunidad de vecinos.

2. PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO

En este apartado se va a describir la situación actual en la que se encuentra el edificio bajo estudio. Como se ha comentado, este primer análisis ayudará más adelante a poder exponer de manera objetiva los diferentes problemas que se encuentren y que afecten a la comunidad de vecinos, para buscar alternativas a la situación actual y poder poner solución a los problemas encontrados.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio se encuentra en la calle Julián Sanz Ibáñez, número 64, en la ciudad de Zaragoza. Pertenece a una zona limítrofe del barrio de las Delicias con los barrios de Monsalud y Oliver. Fue construido en 1982 y desde entonces las únicas obras que se acometieron se mencionarán en el punto 2.2.

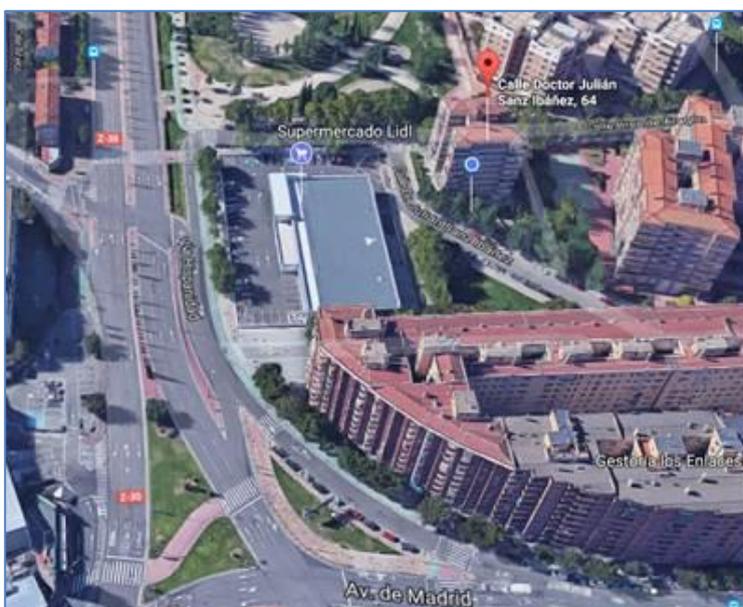


Figura 1. Imagen aérea de la comunidad de vecinos (Fuente: Google Maps)

El edificio recibe luz solar directa todo el día y, como se puede apreciar en la imagen anterior, los edificios cercanos prácticamente no proyectan sombra sobre el mismo. A todos los efectos del proyecto se considerará como un edificio aislado.

El edificio consta de 8 alturas con 4 viviendas en cada una, haciendo un total de 32 viviendas. Cada vivienda cuenta con 3 habitaciones, una cocina, un salón. Las viviendas A y B tienen un área habitable similar, pero mayor que las viviendas C y D, pues las primeras cuentan con aseo y baño, mientras que las dos últimas cuentan con un baño cada una. Concretamente, los metros cuadrados habitables de cada casa se recogen a continuación:

- Casa A: 8 viviendas de 84,02 m²
- Casa B: 8 viviendas de 84,79 m²
- Casa C: 8 viviendas de 75,45 m²
- Casa D: 8 viviendas de 74,60 m²

A continuación, se puede ver una imagen para conocer la orientación del edificio, cuyas coordenadas son 41°39'06.3"N, 0°55'04.7"O. También puede apreciarse la orientación de cada casa para tener una referencia de la situación del mismo.



Figura 2. Orientación de las casas (Fuente: Google Maps)

Tal y como se aprecia en la imagen, cada lado de las casas tiene una orientación diferente. Así pues, la casa A tiene orientación este/sudeste, la casa B sudeste/oeste, la casa C oeste/noroeste y la casa D noroeste/este.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ACTUAL

Actualmente la comunidad cuenta con la instalación original del año de su edificación. Desde entonces, los únicos cambios realizados fueron en el cuarto de calderas: se cambió la caldera de gasoil y la chimenea, que libera los gases de combustión.

El edificio cuenta con un sistema de calefacción centralizado distribuida por montantes. El cuarto de calderas se encuentra en el sótano nivel -1.

2.2.1 EQUIPAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE CALOR

El sistema de generación de calor para hacer frente a la demanda de calefacción y agua caliente sanitaria lo compone una caldera de baja temperatura BUDERUS LOGANO GE515 de 455 kW, con un rendimiento teórico del 96%. En la entrada de la misma, se encuentra un quemador de una marcha que utiliza el gasoil procedente de un depósito enterrado de 10.000 litros. La boca de dicho depósito se encuentra en la acera, localizada en la entrada sudeste de la vivienda



Figura 3. Caldera y quemador de la instalación

Los gases de combustión presentan un 6,3% de oxígeno, un 8,4% de dióxido de carbono y 31 ppm de monóxido de carbono, lo que entra en los límites permitidos según establece la “Ordenanza de protección del medio ambiente en Aragón”, el R.I.T.E o la “Guía de la normativa estatal de emisiones a la atmósfera” junto a la Ley 34/2007 y el Real Decreto 100/2011. En los últimos datos medidos se aprecia, junto a los datos comentados, un rendimiento real del 91,4%, una temperatura de humos de 214,3°C y una temperatura de 24,7°C a la entrada de la caldera con un exceso de aire del 43,1%.

2.2.2 RESTO DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se va a presentar el resto de los equipos, además de las tuberías que forman las conexiones, que componen la instalación de calefacción y agua caliente sanitaria.

La caldera contará con el apoyo de una serie de elementos que conformarán la instalación de calefacción, estos son los vasos de expansión, la chimenea, las bombas que impulsan el agua y la botella de equilibrado.

Los equipos que conforman la instalación de agua caliente sanitaria (aparte claro está de la caldera) son: el tanque de acumulación y la bomba que impulsa el agua caliente que almacena hacia el circuito secundario.

Se empieza presentando los elementos que conforman la red de calefacción y una breve descripción junto a ellos. En este momento se presentan una serie de imágenes de los equipos anteriormente descritos para tener, además de información técnica, información visual sobre el estado de los mismos pues, como se ha determinado en varias ocasiones, es una instalación antigua.

La Figura 4 hace referencia a la chimenea de salida de los gases de combustión, de acero inoxidable 304. En la Figura 5, se puede observar los vasos de expansión que se encuentran conectados a la caldera por medio de una tubería aislada. Su función es la de recoger el agua de la caldera cuando ésta alcanza valores elevados y se expande en el interior de la misma, pudiendo aumentar la presión del circuito. Es una medida de seguridad con la que cuenta la instalación. El primero tiene una capacidad de 300 litros y el segundo de 250 litros (instalados en el año 2015).



Figura 4. Chimenea



Figura 5. Vasos de expansión

Bajo estas líneas puede apreciarse la botella de equilibrado, cuya función es la de ayudar a la instalación a regular el caudal del circuito primario y secundario.



Figura 6. Botella de equilibrado

El siguiente elemento que presentar de la instalación son las bombas de impulsión. Puede apreciarse en la figura 7 una imagen de las mismas. Distribuyen el agua caliente desde el sistema de generación de calor por toda la vivienda a través de todos los conductos presentes (canal norte, canal sur) con una potencia de 380 W.

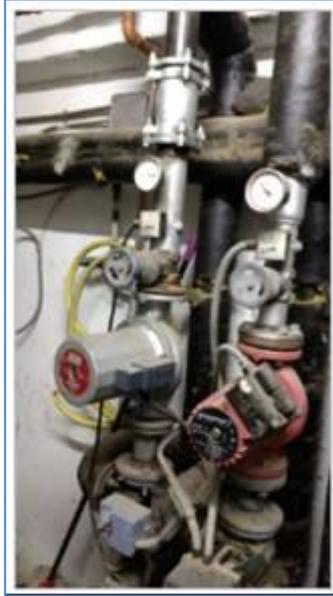


Figura 7. Bombas de impulsión de los circuitos norte y sur

Como se ha mencionado, la instalación consta de dos circuitos de calefacción (norte y sur) y un circuito de A.C.S con acumulador de 2.000 litros de capacidad fabricado en 1981. En la imagen puede apreciarse el mismo, junto con la bomba de 320 W que impulsa el agua calentada a través del circuito secundario de la instalación de agua caliente sanitaria.



Figura 8. Tanque de acumulación de agua caliente sanitaria

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROBLEMAS ASOCIADOS A LA INSTALACIÓN

Para explicar los problemas encontrados en el sistema actual de generación de calor, se va a clasificar dicho análisis refiriéndose a tres aspectos: problemas debidos al tipo de combustible utilizado, problemas propios del sistema de generación térmica y problemas encontrados en la instalación. Para ello, este análisis se apoyará según los siguientes criterios:

- Medioambientales: se valorará si es una instalación “limpia”
- Seguridad: los inquilinos deben vivir en unas instalaciones seguras y que cumplan las normativas correspondientes
- Mantenimiento: facilidad de mantenimiento de los equipos, coste del mismo, vida útil de los equipos,...
- Económicos

3.1 PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL COMBUSTIBLE ACTUAL

El gasoil empleado en calefacción es de tipo C. Es un hidrocarburo líquido refinado procedente del petróleo. Se trata del gasoil más económico de los tres tipos que hay (A y B son para automoción y maquinaria agrícola, respectivamente). Básicamente, su función es generar calor ya que contiene muchas impurezas y un elevado nivel de parafina que aporta un alto nivel calorífico por lo que está destinado a usarse en calderas de calefacción. Este hecho provoca que, al quemarse, se emitan a la atmósfera agentes contaminantes. Su nivel de contaminación está regulado, pero, no por ello, deja de contaminar en mayor medida que otros combustibles destinados a su mismo uso.

Cuando se habla de los efectos en el medio ambiente de distintos combustibles para calefacción, se tiende a hablar únicamente del CO₂ como el gas contaminante. Sin embargo, hay que tener presente que el CO₂ no contamina, sino que es un gas inocuo que provoca el efecto invernadero. En realidad, el CO₂ no es el único resultado de la combustión en una caldera de calefacción. Durante la combustión se generan una serie de partículas, que permanecen en suspensión y que son muy perjudiciales para la salud. Se trata de las partículas finas que permanecen en el aire más tiempo, viajan más lejos y pueden afectar a más partes internas del organismo.

Otro problema relacionado con el gasoil es que el propio combustible puede autodegradarse por sí mismo principalmente por dos motivos: la ausencia de azufre y la presencia de agua. En relación al azufre, en el REAL DECRETO 61/2006, de 31 de enero, se determinan las especificaciones que deben cumplir gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, regulando el uso de determinados biocarburantes. Esta legislación europea ha exigido a las petroleras que eliminen la incorporación de azufre en el gasoil por motivos ecológicos. Al eliminar el azufre se reduce un biocida que evitaba la aparición de microorganismos en el gasoil. El agua aparece en los depósitos debido a la condensación y a las filtraciones e incluso puede aparecer en el propio carburante. En su composición natural, el gasoil contiene entre 75 y 150 ppm de agua. Esta agua se convierte en el medio de vida y de proliferación de los microorganismos contaminantes. Las bacterias pueden existir en un contenido en agua superior a 60 ppm.

Estas bacterias aerobias, los mohos y levaduras provocan la formación de biofilmes en forma de polímeros y sólidos en forma de biomasa, que generan continuas obstrucciones en filtros y en elementos conductores en la instalación. Además, también puede presentarse problemas en el depósito de gasoil, ya que estas bacterias acidifican el combustible, atacando químicamente a los materiales de los depósitos de almacenaje y tuberías. Este hecho puede dar lugar a fugas que provocasen incendios y poner en peligro, no solo a la propia comunidad, sino a las comunidades circundantes.

Atendiendo a temas de mantenimiento, periódicamente se realizan revisiones de estanqueidad para comprobar que el sistema es seguro, revisiones que hay que pagar. En caso de no superarse estas revisiones, se debería refibrar el depósito para no dar lugar a penalizaciones. También implica un coste la reparación de todos aquellos equipos afectados por las bacterias comentadas o los problemas propios derivados de la combustión del gasoil, anteriormente se hablaba de obstrucciones, tuberías corroídas, etc., en caso de que el material esté dañado.

Si centramos el análisis en la parte económica, el gasoil es un combustible que depende de terceros países, existe mucho lobby y es muy difícil establecer una previsión de la evolución de su precio. No existen subvenciones en el uso de gasoil; es decir, la comunidad de vecinos absorbe todos los costes relacionados con el mismo.

3.2 PROBLEMAS PROPIOS DE LAS CALDERAS DE GASOIL

Para tratar los problemas medioambientales, de seguridad, mantenimiento y económicos, se debe analizar diferentes problemas encontrados en las calderas de gasoil, como son: su bajo rendimiento, las altas temperaturas de los gases de combustión a la salida de la caldera, la posibilidad de una mala combustión y el sobredimensionamiento de la caldera.

Las calderas de gasoil poseen rendimientos muy bajos en comparación con los rendimientos de otros combustibles y tecnologías. Debido a esto se necesitan grandes cantidades de combustible con los problemas de emisiones, costes y mantenimiento que supone. Una de las consecuencias de estos bajos rendimientos es que la temperatura de los gases de escape suele ser superior a los 100°C, agravando más aún los problemas de emisiones. Si además la combustión no es la correcta, quedan restos sólidos de hollín o partículas que obstruyan conductos y, a la larga, limiten el correcto funcionamiento de la caldera y el resto de equipos de la instalación, incurriendo así en mayores costes de mantenimiento.

En las instalaciones de generación de calor la caldera tiende a sobredimensionarse. Existen diferentes vías a través de las cuales poder calcular la potencia necesaria a aportar por la caldera para hacer frente a la demanda del edificio. La potencia puede calcularse a partir de datos verídicos, como los consumos anuales, o a partir de estimaciones. Una vez obtenida la potencia, se aplica un factor de seguridad y se busca una caldera en el mercado con potencias superiores a la calculada y de ese modo se asegura que se satisfaga la demanda energética del edificio. De esta manera, se vuelve a incurrir en un mayor consumo de combustible y electricidad para poner en funcionamiento la caldera. Lo que lleva a recibir mayores facturas al final de mes en los gastos de la comunidad; sin olvidar, que se lleva a cabo un uso abusivo de la energía y se emite una gran cantidad de emisiones.

3.3 PROBLEMAS PARTICULARES DE LA INSTALACIÓN

A partir del análisis de campo realizado en el cuarto de calderas se han detectado una serie de problemas a solucionar.

Tras comprobar diferentes normativas que rigen la disposición de los equipos en el cuarto de calderas para velar por un correcto funcionamiento de los mismos y que todas las medidas de seguridad se cumplan, se han detectado una serie de inconvenientes. La caldera no cumple con las medidas vigentes en cuanto al espacio al que debe distar de las paredes que la puedan rodear. Esto es, 50 cms. como mínimo a los lados y debe estar a una distancia mínima igual a su longitud (2.040 mm.) con respecto a cualquier pared u objeto que se encuentre delante o detrás de ella. La instalación no cumple ninguno de estos requisitos. La caldera se encuentra a una distancia de 37.5 y 47 cms. de las paredes laterales y a una distancia de 154 cms. de la pared con respecto a la cara de la caldera por donde habría que retirar los tubos para realizar su mantenimiento pertinente.

No hay sistema de recirculación en la instalación. La caldera calienta el agua para el circuito de calefacción hasta alcanzar la temperatura de trabajo, momento en el que el termostato del acumulador manda una señal a la caldera, indicando que dicho calentamiento debe acabar. En ese instante, es cuando el quemador deja de funcionar, pero la caldera se mantiene caliente, como es lógico. Por ello, el agua que circula por ella, aumenta de temperatura y de presión, haciendo que la propia caldera deba soportar sobrecargas térmicas que pueden dañarla a largo plazo.

Como se sabe, el agua sobrante correspondiente al aumento de volumen debido al incremento de temperatura sale hacia los vasos de expansión; los cuales presentan problemas de llenado desiguales y las tuberías que las conectan con la caldera se encuentran cubiertas por un aislante; lo que no facilita el enfriamiento (aunque protegen contra quemaduras, siendo una medida de seguridad).

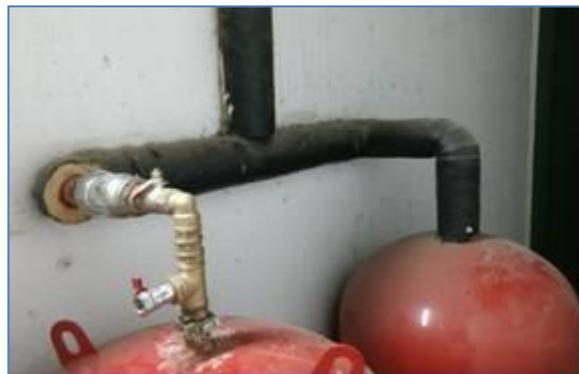


Figura 9. Aislante recubriendo las tuberías que conectan la caldera con los vasos de expansión

Otro aspecto interesante a comentar relacionado con este tema, es la válvula de seguridad de la caldera. Las tuberías que conectan la salida de la caldera con los vasos de expansión, tiene a su paso una válvula. Esta válvula es una medida de seguridad en el caso que la caldera presente una gran cantidad de agua caliente o vapor a altas presiones. Si se da este caso, la válvula permite la salida de vapor o agua caliente al cuarto de calderas, liberando de esa presión extra a la caldera. Por ello, es importante que no exista nada delante de la válvula

en caso de salida de emergencia y se facilite la salida de vapor y la recogida del agua. Como se podrá comprobar en la imagen siguiente, a escasos 30 centímetros se encuentra un cuadro de conexiones, así como una serie de equipos y tuberías, algo más alejados (a 113 cms.).



Figura 10. Disposición de la apertura de la válvula de seguridad

Para continuar con la búsqueda de posibles faltas en la instalación, nos apoyamos en las Exigencias de Utilización del RITE, concretamente en la instrucción IT 1.3.4.4.5 Medición, Punto 6, que recoge que “en instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, debe darse un equipamiento mínimo de aparatos de medición”. En el apartado e de dicho listado, se comenta que en chimeneas debe aparecer un pirostato para medir la temperatura de los gases de escape. La instalación carece de pirostato. En caso que la temperatura de salida de los gases sea muy alta, no se pararía la combustión; con los problemas de temperatura y presión que ello conllevaría.

Sin haber entrado demasiado en cuestiones técnicas, se ha enumerado una serie de problemas que presenta la instalación. A ello hay que añadir que, salvo la caldera, el resto de los equipos son los originales que 30 años atrás se instalaron. No hay más que volver al apartado anterior para ver en la imagen la condición en la que se encuentra el depósito de acumulación del agua caliente sanitaria. La capa protectora está corroída y el aislante puede quitarse con la mano. Además, en la última inspección realizada, se ha visto que el serpentín en su interior presenta fugas.

Todo esto, unido a una clara falta de mantenimiento de la instalación (hay abrazaderas aflojadas, cuarto sucio, cables desprotegidos y no apretados de manera correcta), determina que la instalación necesita una reconstrucción.

4. CÁLCULO DE LA POTENCIA ÓPTIMA A ENTREGAR A LA INSTALACIÓN

Una vez definido los problemas que supone el consumo de gasoil, los problemas encontrados en la caldera y en la instalación, en este apartado se va a tratar de solucionar el problema comentado del sobredimensionamiento de la caldera.

Como se ha comentado, dicho sobredimensionamiento surge como medida para asegurarse que las demandas de calefacción y A.C.S quedan cubiertas en cualquier momento del día, sea la estación del año que sea. Se calculará la potencia necesaria a aportar por la caldera para hacer frente a la demanda energética total del edificio, teniendo en cuenta las pérdidas en la instalación. A continuación, se aplicará el rendimiento de la caldera y así se obtiene la potencia final necesaria. ¿Necesaria? Realmente se le está aportando mucha más energía de la que necesita. Se despilfarra combustible, energía, emisiones y dinero. Así pues, se va a calcular la potencia necesaria de varias maneras: una primera, donde se obtendrá un valor estimado utilizando un método aproximado (que suele utilizarse) y una segunda, donde se obtendrá un valor calculado de manera concisa. De esta manera, se pretende ilustrar el sobredimensionamiento en el que se incurre a la hora de calcular la potencia necesaria a aportar por las máquinas energéticas.

Para calcular la potencia total a instalar, se necesitará calcular por separado la potencia necesaria para cubrir la demanda energética de A.C.S y la potencia necesaria para cubrir la demanda energética de calefacción.

4.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE A.C.S

Se va a proceder a calcular la demanda energética de ACS de la comunidad de vecinos. En un primer caso se calculará, como se ha comentado, de manera aproximada y en un segundo caso, se contará con la normativa presente en el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (R.I.T.E.)*. Se seguirá la metodología establecida en el *Código Técnico de Edificación (C.T.E)* y se utilizará los valores que en los distintos Anexos del *C.T.E H4* se ofrecen, todo ello elaborado por el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (I.D.A.E.)*.

4.1.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE A.C.S MEDIANTE MÉTODO APROXIMADO

Dicho método consta de calcular de manera aproximada la demanda de A.C.S como sigue:

$$\text{Demanda A.C.S} = \text{Número de personas} * \text{Demanda agua} * \text{Número días año} * C_p * \Delta T = 59.758,14 \text{ kWh}$$

4.1.2 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE A.C.S SEGÚN EL R.I.T.E

Se invita a seguir el proceso de cálculo con ayuda del ANEXO 2. CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA, del presente proyecto.

En primer lugar, conviene conocer el consumo diario de agua en la comunidad. Sabiendo que la ocupación total del edificio es de 128 personas y el consumo diario medio por persona es de 22 litros / día, podemos establecer que, el consumo diario en el edificio es de:

$$\text{Consumo diario} = 2.816 \text{ litros/día a } 60^{\circ}\text{C}$$

A partir de los datos anteriores y con la ayuda de una tabla Excel de elaboración propia que se muestra en el punto 1.2 del ANEXO al que se hace referencia, se calcula la demanda energética para cada mes. Sumando todas las demandas mensuales, obtenemos la demanda anual del edificio:

$$\text{Demanda anual de la comunidad de vecinos} = 55.841,31 \text{ kWh}$$

Como se aprecia, un valor inferior al estimado calculado anteriormente. Lo que indica que el valor calculado sobre estas líneas es válido.

4.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA A ENTREGAR PARA A.C.S

Una vez calculada la demanda anual de agua caliente sanitaria necesaria, se calcula la potencia que requiere.

La producción de A.C.S está determinada por el binomio “potencia/capacidad de la acumulación”, donde la capacidad de acumulación suele ser la variable que elegir. Para dimensionar la instalación de producción de A.C.S debe considerarse que la energía aportada (producción más acumulación) ha de igualar a la consumida en la punta. Por ello, si los volúmenes de acumulación son menores, las potencias deberán ser mayores (sistemas de semiacumulación, o semiinstantáneos) y si los volúmenes de acumulación son mayores, las potencias podrán ser inferiores (sistemas de acumulación).

La potencia a instalar viene definida por la expresión:

$$P = [Q_{\text{punta}} * (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} * (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) * F_{\text{uso acumulación}}] * 1,16 / \eta_{\text{prdACS}}$$

El parámetro Q_{punta} es el consumo en la hora punta del año. Este procedimiento, al basarse en estimaciones a partir de la capacidad de acumulación, se toma un valor de Q_{punta} igual a 1.408 litros (recordar que el consumo diario medio de agua en el edificio es de 2.816 litros/día a 60°C)

El parámetro T_{ACS} corresponde a la temperatura (°C) de consumo de A.C.S, que se ha determinado en 50°C ya que, según el apartado de prevención de legionelosis del documento agua caliente sanitaria central del I.D.A.E, se deben asegurar los 50°C en los puntos más alejados para combatir la bacteria.

El parámetro T_{AFCH} es la temperatura (°C) del agua de la red, depende del mes y la localidad. Se ha cogido el valor más desfavorable para la ciudad de Zaragoza, 8°C para el mes de enero.

El parámetro $V_{\text{acumulación}}$ es el volumen del depósito. Este valor lo escoge el diseñador de la instalación, pero como bien se ha comentado antes, su elección influirá en la potencia a instalar. Se ha escogido una capacidad de acumulación equivalente a un 25% del consumo diario, que equivale a un depósito de

$$V_{\text{acumulación}} = 704 \text{ litros}$$

Debido a lo encontrado en el mercado, los tanques con un volumen de acumulación más próximo a lo estimado son de 770 litros; así que se usará este valor para los próximos cálculos.

La $T_{\text{acumulación}}$ es la temperatura de acumulación del agua, que se ha fijado en 60°C para evitar problemas de legionela.

La variable correspondiente a Fuso acumulación es el factor de uso del volumen acumulado. Depende de la geometría del depósito, ya que en el interior del mismo existe una zona de mezcla entre las aguas frías y calientes en la cual la temperatura resulta inferior a la de uso; por lo que dicho volumen no puede ser utilizado.

La fórmula que se utiliza para calcularlo es:

$$\text{Fuso acumulación} = 0,63 + 0,14 * H/D$$

donde H y D se corresponden con la altura y el diámetro del tanque, respectivamente. El depósito escogido tiene una altura de 1.840 mm. y un diámetro de 950 mm.

$$\text{Fuso acumulación} = 0,901 \text{ (90,1\%)}$$

El parámetro η_{prdACS} se corresponde con el rendimiento de la instalación de producción de A.C.S. Tomando un valor conservador, se ha estimado un valor del 75%

Con todos los parámetros definidos, se puede calcular la potencia requerida para la producción de A.C.S, obteniendo un valor de:

$$P = [Q_{\text{punta}} * (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} * (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) * \text{Fuso acumulación}] * 1,16 / \eta_{\text{prdACS}}$$

$$\text{Potencia A.C.S} = 57.44 \text{ (kW)}$$

4.3 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN

Se dispone de los consumos de gasoil de los últimos años. Como puede verse, éstos varían según el año, pero para este ejemplo obtendremos un promedio.

FECHA	LITROS
24/12/2013	5.998
28/01/2014	5.998
04/03/2014	6.001
23/10/2014	5.597
16/12/2014	5.998
14/01/2015	5.997
11/02/2015	5.997
20/03/2015	4.997
28/08/2015	4.997
03/12/2015	6.008
08/01/2016	5.000
04/02/2016	6.002
10/03/2016	5.004
14/04/2016	4.998
11/11/2016	6.563
20/12/2016	5.999

Tabla 1. Consumos de gasoil de los últimos 3 años

De la tabla se obtienen los siguientes valores:

Consumo anual 2.014 = 29.592 litros

Consumo anual 2.015 = 27.996 litros

Consumo anual 2.016 = 33.566 litros

Obteniendo un promedio de un consumo anual de 30.384,67 litros. A partir de los cálculos realizados en el ANEXO 4, CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA DE LA CALDERA, se puede seguir el razonamiento llevado a cabo para explicar el cálculo de la potencia necesaria a suministrar por la misma.

De la página del I.D.A.E, se obtiene el PCI del gasoil, igual a 11,8 (kWh/kg) y su densidad es de 832 kg/m³. Con estos datos, resulta posible obtener un valor de 298.304,50 kWh/año para la demanda total de energía bruta a suministrar por la caldera a lo largo del año.

Conociendo el rendimiento de la misma, que es del 96% la demanda de energía útil a la que la caldera hará frente es de 286.372,32 kWh/año.

Del ANEXO 2, CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA, punto 1.2, Tabla 4, obtenemos una demanda total anual de agua caliente sanitaria de 201,03 MJ, o, mejor dicho, de 55.841,33 kWh/año.

Con estos datos se puede calcular la demanda de calefacción, restando a la demanda de energía útil la demanda de A.C.S, obteniendo un valor de 230.531,01 kWh/año.

4.4 CÁLCULO DE LA POTENCIA A ENTREGAR NECESARIA PARA CALEFACCIÓN

4.4.1 MÉTODO DE CÁLCULO ESTIMADO DE LA POTENCIA NECESARIA PARA CALEFACCIÓN

Una vez más, se recuerda que la potencia que debe aportar la caldera es igual a la potencia necesaria para calefacción y la potencia necesaria para agua caliente sanitaria. Así, se hará frente a la demanda energética para calefacción y para agua caliente.

En este punto se calculará la potencia necesaria para calefacción a partir del método estimado que se lleva a cabo, para demostrar el sobredimensionamiento que tiene lugar en las instalaciones. Para ello, se utiliza una ratio aproximado de 100 W/m² como la demanda energética de una vivienda. Esta ratio multiplicará al área de superficie útil total de las viviendas a calefactar y así se obtendrá la potencia total necesaria:

- Casa A: 8 viviendas de 84,02 m² = 100 (W/m²) * 8 * 84,02 (m²) = 67,22 kW
- Casa B: 8 viviendas de 84,79 m² = 100 (W/m²) * 8 * 84,79 (m²) = 67,83 kW
- Casa C: 8 viviendas de 75,45 m² = 100 (W/m²) * 8 * 75,45 (m²) = 60,36 kW
- Casa D: 8 viviendas de 74,60 m² = 100 (W/m²) * 8 * 74,60 (m²) = 59,68 kW

$$\text{Potencia calefacción estimada} = \text{Casa A} + \text{Casa B} + \text{Casa C} + \text{Casa D} = 255,088 \text{ kW}$$

4.4.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA PARA CALEFACCIÓN A PARTIR DE LOS DATOS DE CONSUMO DE LA CALDERA

Para este punto, se continuará con lo expuesto en el ANEXO 4, CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA DE LA CALDERA.

Se aplica el método de los Grados-Día para conocer la demanda mensual de calefacción a lo largo del año, de donde se podrá despejar el valor de la potencia de calefacción, que es de 90,64 kW.

$$\text{Potencia calefacción calculada} = 90,64 \text{ kW.}$$

4.5 CÁLCULO DE LA POTENCIA TOTAL NECESARIA A LA SALIDA DEL EQUIPO DE GENERACIÓN DE CALOR

4.5.1 CÁLCULO ESTIMADO DE LA POTENCIA TOTAL NECESARIA

La potencia necesaria para el sistema de agua caliente sanitaria queda calculada en el punto 5.2 anterior y es igual a 57.44 kW.

Esto deja como conclusión, que la potencia útil necesaria estimada para aportar por la caldera para hacer frente a la demanda energética destinada a calefacción y agua caliente es la suma de los dos parámetros mencionados:

$$\text{Potencia útil caldera} = \text{Potencia calefacción} + \text{Potencia ACS} = 255,088 \text{ (kW)} + 57,44 \text{ (kW)} = 312,528 \text{ kW}$$

Según lo comentado al inicio de este apartado, tenemos que considerar el rendimiento de la caldera y las pérdidas en el sistema. En este caso, la caldera a utilizar es una BUDERUS LOGANO GE515 con una potencia nominal de 455 kW y un rendimiento del 96%.

$$\text{Potencia bruta estimada} = \text{Potencia útil caldera} * 1,20 / 0,96 = \mathbf{390,66 \text{ kW}}$$

Como se aprecia, la potencia necesaria estimada que tiene que aportar la caldera es de 390 kW, un valor cercano al que realmente tiene la caldera actual. Se concluye que el procedimiento de cálculo expuesto es muy cercano al realizado en su día para diseñar la instalación, ya que, a la hora de escoger una caldera en el mercado con un valor cercano al calculado, ésta excede en 65 kW. Queda comprobado que se incurre en un exceso de potencia, pero las necesidades energéticas quedan cubiertas.

4.5.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA TOTAL NECESARIA A PARTIR DE LOS DATOS DE CONSUMO DE LA CALDERA

A partir de los datos de consumo de gasoil a lo largo del año, la potencia necesaria útil a suministrar por la caldera para hacer frente a la demanda energética de la calefacción y de agua caliente sanitaria, será la suma de las dos potencias ya calculadas:

$$\text{Potencia necesaria a la salida del equipo} = \text{Potencia calefacción (5.4.2)} + \text{Potencia ACS (5.2)} = 148,08 \text{ kW.}$$

A este último valor, se aplica el rendimiento del 96% de la caldera y unas pérdidas en el sistema del 20%, obteniendo una **potencia bruta final necesaria de 185,1 kW**.

4.6 CONSIDERACIONES A LOS CÁLCULOS OBTENIDOS

Se puede apreciar que realmente se necesitaría una potencia la mitad que la actual para hacer frente a la demanda anual. Una caldera capaz de proporcionar una potencia de este valor sería óptima para hacer frente a la calefacción y uso de agua caliente del edificio a lo largo del año.

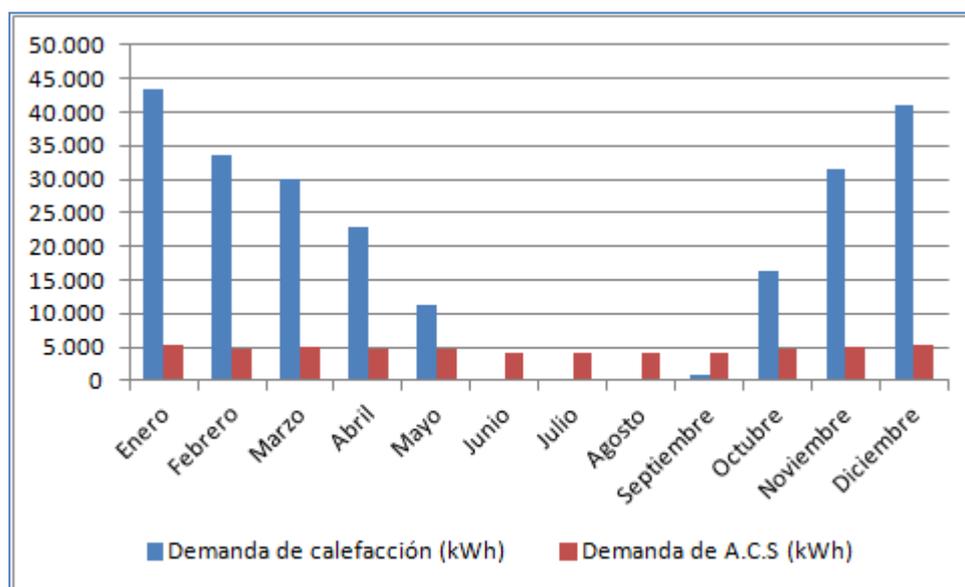
Sin embargo, hay que tener una serie de aspectos en consideración, como que la caldera no trabaja de manera continua a lo largo del día, ni a lo largo del año. La demanda de calefacción y de agua caliente, tampoco son las mismas mes a mes, por lo que utilizar esta potencia podría ser altamente arriesgado.

Como se puede ver a continuación, se ha elaborado una tabla donde se recoge, a modo de resumen, los valores obtenidos para la demanda mensual de calefacción y la demanda de A.C.S.

Mes	Grados_Día	Demanda de calefacción (kWh)	Demanda de A.C.S (kWh)	Demanda total (kWh)
Enero	454,15	43.330,69	5.278,30	48.608,99
Febrero	352,8	33.660,83	4.675,82	38.336,65
Marzo	313,1	29.873,04	5.075,29	34.948,33
Abril	238,5	22.755,41	4.715,11	27.470,52
Mayo	117,8	11.239,36	4.567,76	15.807,12
Junio	0	0,00	4.223,95	4.223,95
Julio	0	0,00	4.060,23	4.060,23
Agosto	0	0,00	4.161,74	4.161,74
Septiembre	9	858,69	4.223,95	5.082,65
Octubre	170,5	16.267,49	4.669,27	20.936,76
Noviembre	328,5	31.342,36	4.911,57	36.253,93
Diciembre	430,9	41.112,40	5.278,30	46.390,70

Tabla 2. Demandas mensuales de calefacción y ACS

De una manera más visual se comprueba cómo a partir de la potencia de caldera calculada, se cubre la demanda energética de la comunidad a lo largo del año:



Gráfica 1. Distribución mensual de la demanda de calefacción y A.C.S

La conclusión que determinar viene en relación a la gráfica anterior y a lo comentado sobre la demanda energética. Se presentan valores mensuales o anuales, pero dicha demanda y, por tanto, el consumo, experimenta discontinuidades, picos, a lo largo del día, del mes o la estación del año. Se aprecia que la potencia de caldera propuesta cubre esos valores necesarios mensuales, pero a lo largo de un mes o un día, pueden tener lugar faltas. Además, se está suponiendo que la caldera trabaja al 100% de sus posibilidades y lo recomendable es que trabaje a su rendimiento óptimo.

5. CÁLCULOS RELACIONADOS CON EL APOYO DE ENERGÍA SOLAR EN LA NUEVA INSTALACIÓN

Para adecuar al edificio a los nuevos tiempos que corren y gracias a las ventajas que las energías renovables ofrecen, se va a dotar al mismo de todas las herramientas posibles para conseguir mejorar la eficiencia, disminuir las emisiones y aumentar el ahorro económico. Para ello, se propone la implantación de paneles solares que ayuden a hacer frente a la demanda energética de agua caliente sanitaria. Con esta medida, se trata de comprobar hasta qué punto se puede reducir el consumo de combustible, el gasto del mismo y la reducción de emisiones globales, sin que conlleve grandes inversiones. Cualquier implantación de este tipo, deberá cumplir la normativa actual de cobertura solar. Una vez presentados los resultados obtenidos, se concluirá si es posible incorporar dicho sistema o no.

Para el desarrollo de este capítulo se aconseja seguir el ANEXO 3. *INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA*.

5.1 ELECCIÓN DE LOS PANELES SOLARES

Es necesario elegir el tipo de panel que se desea instalar ya que sus medidas y sus características técnicas se antoja necesario conocerlas para el desarrollo de los cálculos a analizar. Por ello, se presenta a continuación el panel solar con el que se desea trabajar.



Figura 11. Colector solar Logasol SKS 4.0 vertical (fuente: www.buderus.es, 25/05/17))

- Dimensiones (mm): 1.145 x 2.070 x 90
- Área total (m²): 2,4
- Área captación (m²): 2,1
- Factor de eficiencia (η): 0.851
- Coeficiente de pérdidas lineal K_1 (W/m²K²): 4,036
- Coeficiente de pérdidas lineal K_2 (W/m²K²): 0,0108

5.2 DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR

La cobertura solar, es el porcentaje de demanda de agua caliente sanitaria que los paneles solares pueden cubrir. De los resultados obtenidos, se podrá concluir si la instalación cumple la normativa exigida por el *Código Técnico de la Edificación*, tal y como se recoge en las páginas 11 y 12 de la *Sección HE-4 Contribución Solar mínima del agua caliente sanitaria del Documento Básico HE del Ahorro de la Energía*. Éste recoge que la energía producida no puede superar en ningún mes el 110% de la demanda de consumo y no puede haber una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos. Además, la cobertura solar no podrá ser menor al 60%.

Conocida la normativa, se va a proceder a desarrollar los cálculos necesarios para constatar si la implantación de los paneles solares en el edificio sería la adecuada. Todos los cálculos han sido realizados en tablas Excel de configuración propia.

5.2.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Anteriormente en el *Anexo 2. CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA*, apartado 1.2 Demanda energética de agua caliente sanitaria, se ha calculado la demanda energética de agua caliente sanitaria del edificio; habiéndose obtenido los siguientes resultados:

MES	DEMANDA (MJ)	DEMANDA (kWh)
Enero	19.001,89	5.278,30
Febrero	16.832,94	4.675,82
Marzo	18.271,05	5.075,29
Abril	16.974,40	4.715,11
Mayo	16.443,95	4.567,76
Junio	15.206,23	4.223,95
Julio	14.616,84	4.060,23
Agosto	14.982,26	4.161,74
Septiembre	15.206,23	4.223,95
Octubre	16.809,37	4.669,27
Noviembre	17.681,66	4.911,57
Diciembre	19.001,89	5.278,30
	201.028,73	55.841,31

Tabla 3. Demanda energética para el agua caliente sanitaria

5.2.2 CÁLCULO DE LA COBERTURA SOLAR

Para calcular la cobertura solar aportada por los colectores, se recurre a la expresión:

$$f = 1,029 * D_1 - 0,065 * D_2 - 0,245 * D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

Se aconseja seguir el planteamiento como queda explicado en el ANEXO 3. *INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA*; en él puede verse las fórmulas aplicadas para calcular tanto la energía absorbida y perdida en los captadores. Así como los valores de las variables de la expresión de la cobertura solar. En la siguiente tabla, se recogen los valores de los parámetros comentados y se comprueba que cumplen los rangos que el método establece:

MES	RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE (kWh/m2)	D1	D2	f (%)
Enero	2,06	0,46	1,30	34
Febrero	3,22	0,81	1,77	57
Marzo	4,67	1,07	2,02	72
Abril	5,83	1,41	2,30	88
Mayo	6,75	1,63	2,68	96
junio	7,56	1,93	2,78	106
Julio	7,75	1,99	3,10	106
Agosto	6,64	1,68	2,78	97
Septiembre	5,25	1,34	2,29	85
Octubre	3,53	0,84	1,96	59
Noviembre	2,36	0,56	1,30	42
Diciembre	1,78	0,40	1,31	29
Cobertura solar media (%)				73

Tabla 4. Resumen de los resultados obtenidos

Tal y como puede comprobarse, se cumple la acotación que tanto D1 como D2 deben tener, así como los valores de la cobertura solar mensual f comentados al principio del apartado, que en estas líneas vuelve a recordarse:

- la cobertura solar en ningún mes alcanza el 110% de la demanda de consumo (como máximo el 106%)
- no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos (sólo en junio y julio)

Por último, queda por comprobar si la cobertura solar anual es superior al 60%. Mediante el cálculo:

$$\text{Cobertura solar anual} = \frac{\sum_{u=1}^{u=12} Q_u \text{ necesaria}}{\sum_{a=1}^{a=12} Q_a \text{ necesaria}}$$

donde Q_u es la energía útil absorbida por los captadores y Q_a la demanda energética de agua caliente sanitaria. Se obtiene un valor del 71% para la cobertura solar anual; superándose el 60% que la normativa exige.

5.2.3 ENERGÍA ÚTIL QUE EL SISTEMA DE CAPTADORES PUEDE CUBRIR

En la siguiente tabla puede comprobarse los valores mensuales de las necesidades de agua caliente sanitaria y la parte de dicha demanda que los captadores son capaces de cubrir:

MES	f (%)	DEMANDA ACS (kWh)	APOYO COLECTORES (kWh)
Enero	34	5.278,30	1.802,04
Febrero	57	4.675,82	2.673,77
Marzo	72	5.075,29	3.655,98
Abril	88	4.715,11	4.163,75
Mayo	96	4.567,76	4.379,84
junio	106	4.223,95	4.487,66
Julio	106	4.060,23	4.316,67
Agosto	97	4.161,74	4.053,00
Septiembre	85	4.223,95	3.602,04
Octubre	59	4.669,27	2.736,40
Noviembre	42	4.911,57	2.059,50
Diciembre	29	5.278,30	1.527,53

Tabla 5. Comparativa entre los valores de la demanda de A.C.S y el apoyo de los colectores (kWh)

5.3 DIMENSIONADO Y ORIENTACIÓN DE LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

Para el dimensionado de los colectores solares, existe un cierto margen con el cual se puede trabajar para establecer los metros cuadrados de captación. Ese margen viene dado por la relación entre el volumen de acumulación del agua caliente sanitaria y la propia área de captación:

$$50 < V/A < 180$$

donde, como se ha comentado:

- V = volumen de acumulación del tanque de agua caliente sanitaria (litros)
- A = metros cuadrados de la superficie de captación

Desde el principio se ha establecido que el nuevo tanque de acumulación tendrá un volumen de 770 litros, luego cualquier área de captación que cumpla la relación anterior, será válida para la instalación. Sabiendo esto y que el captador propuesto tiene una superficie útil de captación de 2,1 m², las variantes que se presentan son las siguientes:

NÚMERO DE CAPTADORES	V/A
1	366,67
2	183,33
3	122,22
4	91,67
5	73,33
6	61,11
7	52,38
8	45,83
9	40,74
10	36,67

Tabla 6. Relación entre el número de captadores y el sistema de acumulación

Con "A" igual al número de captadores multiplicando el área de los mismos, en la tabla anterior se ve la cantidad de captadores que son capaces de hacer cumplir la relación comentada. Así pues, se establece que el número de captadores capaces de cubrir el 71% de la demanda energética de agua caliente sanitaria es 7.

Una vez dimensionado el volumen de acumulación y la superficie de captación, queda establecer la orientación de los paneles. Tal y como establece el *Documento Básico del C.T.E H4*:

- Con el objeto de obtener el máximo aprovechamiento energético en instalaciones con una demanda de agua caliente sensiblemente constante a lo largo del año, si la inclinación del sistema de captación respecto a la horizontal es fija, se procurará que ésta sea igual a la latitud geográfica, es decir $41^{\circ}39'$. Esta inclinación puede variar entre $+10^{\circ}$ y -10° , según si las necesidades de agua caliente sean preferentemente en invierno o en verano. Cuando se prevean diferencias notables en la demanda entre diferentes meses o estaciones, podrá adoptarse el ángulo de inclinación que resulte más favorable con relación a la estacionalidad de la demanda. En resumen, en verano deberán estar orientados con una inclinación de $31^{\circ}39'$ y en invierno con una inclinación de $51^{\circ}39'$; pero siempre orientados al sur. Por ello, se escogerá la cara sur del edificio para su ubicación.

En el apartado 8 se entrará a evaluar los beneficios que se obtienen del uso de paneles solares en términos energéticos, económicos y de emisiones de CO₂.

6. ESTUDIO DE MERCADO REALIZADO PARA BUSCAR SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

A lo largo de este trabajo se ha dado a conocer la localización del edificio bajo estudio, su cuarto de calderas y los elementos que la componen. Se ha analizado los problemas encontrados debidos al combustible actual, la caldera utilizada y los equipos que conforman la instalación. Hasta ahora se ha tratado el problema del sobredimensionamiento de la caldera y se ha propuesto paneles solares como ayuda para mejorar la eficiencia, reducir las emisiones, el consumo de combustible y los costes. A continuación se van a exponer las diferentes soluciones a los problemas que suponen el combustible, la caldera actual y se propondrán medidas que subsanen los defectos propios encontrados en la instalación.

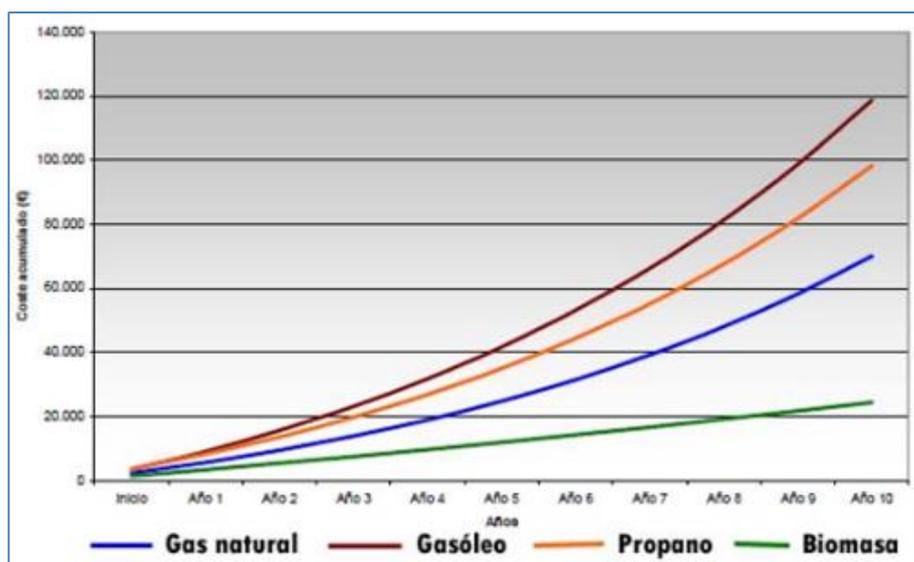
6.1 ALTERNATIVAS AL COMBUSTIBLE ACTUAL

Los combustibles más comunes utilizados para hacer frente la demanda de calefacción y agua caliente sanitaria son gasoil, biomasa y gas natural. Por supuesto que hay una gran variedad de alternativas, como los pellets, pero se busca un combustible común y que garantice su funcionalidad perfectamente. Para poder plantear una comparativa objetiva y homogénea entre los combustibles, se va a asentar una serie de parámetros a partir de los cuales establecer dicha comparación. Estos parámetros a estudiar serán: tipología caldera, el poder calorífico de combustión, precio, origen o procedencia del combustible, emisiones contaminantes, distribución, necesidad de acumulación e impacto social.

Las calderas de gas natural son las que ofrecen mayores rendimientos. Todas poseen valores superiores al 100% al aprovecharse el calor latente residual del agua presente en la combustión. Este hecho las coloca en mejor posición con respecto a la caldera de gasoil y la de biomasa, cuyo rendimiento es algo menor a las calderas que utilizan combustible fósil líquido o gaseoso.

La finalidad del combustible no es otra que la de quemarlo para aprovechar el poder calorífico que ofrece. En este aspecto la biomasa presenta unos valores más bajos que su competencia, necesitando de más recursos para llegar a los valores que el gasoil o el gas natural ofrecen. Tanto el gasoil como el gas natural presentan poderes caloríficos muy similares.

Puede apreciarse en la gráfica siguiente el gasto acumulado en 10 años de los combustibles que se estudian. La biomasa presenta un precio mucho menor en comparación con el gas natural o el gasoil.



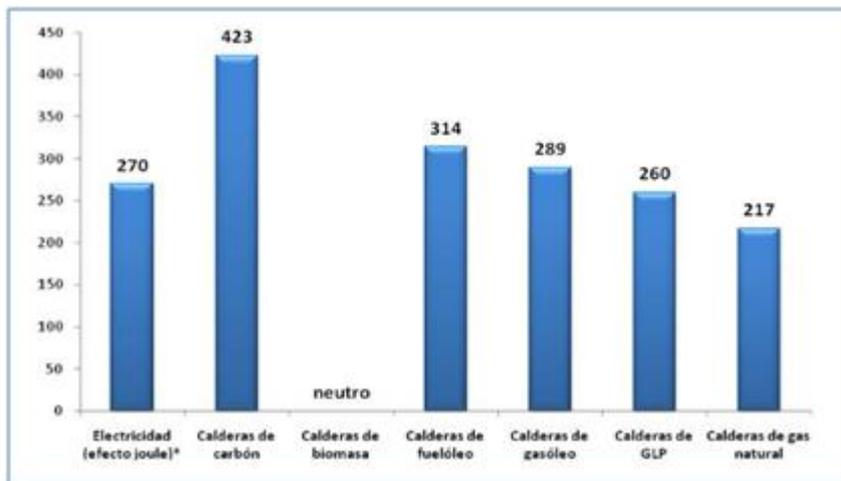
Gráfica 2. Gasto acumulado en 10 años según el tipo de combustible (Fuente: www.caloryfrio.com, 17/07/2017)

Si se entra a valorar la parte económica, actualmente el precio del gas natural según la tarifa correspondiente a nuestra demanda es de 0,04086 €/kWh frente a los 0,06 €/kWh del gasoil. Representa un ahorro del 31,9% por kWh consumido. Sin embargo hay que tener en cuenta una cuestión muy importante y son las ayudas públicas que existen para fomentar el uso de un combustible u otro. Actualmente no hay ayudas por parte del Gobierno de Aragón para realizar el cambio del sistema actual de calefacción al de biomasa para instalaciones con una potencia superior a 70 kW, mientras que sí las hay para el cambio de instalación a gas natural (ORDEN EIE/840/2017, de 7 de junio, por la que se convocan para el año 2017, ayudas en materia de ahorro y diversificación energética, uso racional de la energía y aprovechamiento de los recursos autóctonos y renovables, financiadas con fondos propios de la Comunidad Autónoma de Aragón y dirigidas a particulares). Además, en el caso de decidir realizar el cambio de instalación a gas natural, tanto REDEXIS como el Gobierno de Aragón, ofrecen una serie de ayudas económicas muy interesantes (ORDEN VMV/971/2017, de 7 de julio, por la que se convocan, para el ejercicio 2017, ayudas de fomento a la rehabilitación edificatoria correspondientes a la prórroga, para 2017, del Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas 2013-2016.)

Una vez valorado el precio del combustible hay que valorar el coste de inversión. La inversión a realizar para unas instalaciones donde se consuma gasoil o gas natural serán parecidas, pero dicha inversión resulta más cara si se trata de la biomasa.

La biomasa es una energía renovable, está disponible en todo el mundo y puede considerarse que es una fuente de combustible inagotable. Alcoholes y otros combustibles producidos a partir de la biomasa son muy eficientes. Mientras que el gasoil y el gas natural son de origen fósil. Es cierto que el gas natural no necesita de tratamientos para su uso, si para su transporte, pero es el gasoil el que necesita más procesos de refinados para facilitar su uso. A diferencia de la biomasa, tanto el gasoil como el gas natural se encuentran en yacimientos en lugar lejanos al nuestro, como el Mar del Norte, o en países como Argelia y Libia; países que suelen ser foco de tensiones sociales, políticas y económicas y depender de ellos para su distribución no solo puede ser caro, sino un problema.

Si se habla de las emisiones contaminantes, esta tal vez sea la mayor y más importante ventaja de la energía procedente de la biomasa con respecto al gasoil y gas natural. La biomasa entra de lleno en el ciclo del carbono. El carbono de la atmósfera es captado por las plantas durante la fotosíntesis y pasa a formar parte de sus estructuras. Cuando la planta muere o es quemada, ese carbono retorna a la atmósfera. Puesto que es un ciclo, los siguientes cultivos absorben el carbono una y otra vez, por lo que se mantiene un equilibrio entre la cantidad de carbono que el combustible de la biomasa libera a la atmósfera y la cantidad que las plantas extraen de ella. Por este motivo, los combustibles procedentes de la biomasa no contribuyen al calentamiento global, y tienen la consideración de combustibles limpios. Además, las cenizas que surgen de la combustión de la biomasa son poco agresivas para el medio ambiente. La única salvedad es que los biocombustibles líquidos contribuyen a la formación de lluvia ácida.



Gráfica 3. Emisiones de CO₂ (g/kWh) (fuente: gasnaturaldistribucion.com, 04/08/2017)

En la gráfica anterior puede verse una comparativa entre las emisiones de dióxido de carbono de los tres combustibles que se presentan, apreciándose también la gran diferencia entre las emisiones de una caldera de gasoil y una de gas natural. Comparando el gas natural con el gasoil, al estar formado por un 97% de metano, representa un combustible más limpio que el gasoil.

Todavía existen dificultades para mantener el transporte y almacenamiento de la biomasa sólida. Al ser un recurso de uso reciente las redes y canales de distribución de los mismos no se encuentran tan desarrollados como los de los combustibles líquidos y/o sólidos. Esto juega a favor del gas natural pues existen redes de distribución que permiten realizar acometidas sin tener que acumularlo, como la biomasa o el gasoil. En el caso que se trata tiene fácil solución pues está al otro lado de la calle, a escasos 6 metros de la comunidad.



Figura 12. Lugar donde realizar la acometida para la comunidad (Fuente: Google Maps)

Al comentar la necesidad de contar con sistemas de acumulación para la biomasa y el gasoil, debe recordarse los problemas que el depósito de gasoil puede llegar a generar

Es justo realizar un pequeño comentario sobre la repercusión social que generan o promueven estos combustibles. En el caso de la biomasa se favorece la economía de los sectores rurales por el aprovechamiento comercial de los rastrojos agrícolas y del bosque. La materia prima para obtener la energía de biomasa es muy abundante y en muchos casos, se reutilizan desechos y basuras que se acumulan perjudicando el medio ambiente. Se fomenta la creación de puestos de trabajo en los medios rurales. La parte negativa es que el cultivo destinado a la producción de la biomasa es más rentable que el de comestibles, por lo que muchos agricultores dejan de cultivar comida repercutiendo negativamente en la crisis alimentaria. También, el mal uso de la biomasa puede promover la deforestación de los bosques y la destrucción de los hábitats naturales.

6.2 CAMBIOS A EFECTUAR EN LA CALDERA

Si se decidiera cambiar de combustible, resulta necesario adecuar la caldera para ello. Si se decide apostar por la biomasa, sería necesario el cambio total de la instalación y por supuesto de la caldera. Si se opta por el cambio a gas natural, se presentan dos alternativas: continuar con la caldera actual o instalar una nueva de condensación.

6.2.1 CONTINUAR CON LA CALDERA ACTUAL

Se podría continuar con la caldera actual adecuándola al cambio de tecnología. Lo primero sería necesario inertizarla para asegurarse que no queda resto alguno de gasoil. Una vez inertizada, para poder quemar gas natural en ella, sería condición obligatoria cambiar el quemador. La marca BUDERUS tiene quemadores para gas natural compatibles con el modelo de caldera con el que cuenta el cuarto de calderas.

Se seguiría contando, por contra, con los problemas propios de la caldera como el sobredimensionamiento y la alta temperatura de los gases de combustión a la salida de la misma. Para paliar dichos problemas puede añadirse un recuperador de energía a la salida de los gases, para que estos calienten el agua que retorna a la caldera y de este modo, reducir la temperatura de dichos gases. No habría problema al evacuar los condensados, pues en un lugar muy próximo a la caldera se encuentra el desagüe.

6.2.2 APOSTAR POR UNA NUEVA CALDERA DE CONDENSACIÓN

Vistas las mejoras que aporta este tipo de tecnología, en el caso que la comunidad de vecinos contara con una caldera de condensación, las opciones son las siguientes: caldera mural o caldera de pie. Las calderas murales, las más comunes, tienen unas dimensiones más reducidas, lo que permite su adaptación a cualquier espacio (aspecto importante) y van ancladas a la pared. Las calderas de pie suelen ser de mayor potencia y sobre todo con mayores prestaciones en agua caliente sanitaria. Se denominan así porque en lugar de ir ancladas a la pared van posicionadas sobre el suelo. Para ambos casos, se tendrá en cuenta el tipo de configuración, de manera que atienda las necesidades energéticas del edificio de la manera más eficiente energética y económicamente posible. Habrá que considerar pues, configuración única o modular.

Un aspecto que se tendrá que tener en cuenta con este tipo de tecnología, es el mantenimiento necesario. Existen dos tipos de revisiones: la de la instalación del gas y la de las calderas. Ambas son obligatorias pero se ocupan en elementos diferentes y, por ello, tienen condiciones distintas. Cuando se habla de la inspección de la instalación de gas, se hace mención a la supervisión de todo el sistema vinculado a la misma. Esto incluye el contador, las tuberías, los mandos, las gomas y el estado de conservación propio de cada una de las partes. Se debe realizar cada 5 años.

Por otro lado, está la revisión de la caldera de gas, cuya comprobación se deberá realizar cada dos años de manera obligatoria (cada uno de manera recomendada). Puede darse el caso que la revisión también deba realizarse cada año, depende de la especificación que aporte el fabricante.

Este mantenimiento anual se puede hacer con cualquier empresa que sea mantenedora de gas. Los costes de mantenimiento anual suelen tener un precio de entre 90 y 130 euros más IVA. Hay seguros que con una cuota anual permiten, además de realizar el mantenimiento obligatorio anual de la caldera, contar con un seguro en caso de fallo de la máquina. También, los radiadores necesitarán revisarse adecuadamente realizando su correspondiente purgado.

6.3 MEJORAS A INTRODUCIR PARA SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA INSTALACIÓN

Las mejoras a plantear para solucionar los problemas propios encontrados en la instalación, van a ir dirigidos en dos niveles: uno a nivel técnico, mejoras a introducir para subsanar los problemas encontrados, y otro a nivel de instalación, rediseño o recolocación de los equipos para que se cumplan las medidas impuestas por las normativas vigentes.

A nivel técnico se comentaba que no hay sistema de recirculación en la caldera. Por ello, debería cambiarse la llave de dos vías que conecta la caldera y el acumulador por una de tres. De este modo, nos aseguramos que no haya sobrecalentamientos innecesarios en la caldera.

Como se ha comentado anteriormente, el agua sobrante en la caldera al expandirse por aumentar su temperatura, se dirige hacia los vasos de expansión. Presentan un llenado desigual y las tuberías que las conectan con la caldera, se encuentran cubiertas por un aislante; lo que no facilita el enfriamiento. Otra mejora a introducir sería la retirada de dicho aislante.

También se comentó que no existe un pirostato para medir la temperatura de los gases de escape. Es importante dotar a la instalación de este aparato para poder controlar el funcionamiento de la caldera en caso que dichos gases alcancen altas temperaturas.

Teniendo en cuenta que se ha propuesto la posibilidad de instalar calderas de condensación, aparte de añadir un elemento de recuperación, sería necesario cambiar la chimenea. La comunidad cuenta con una de acero inoxidable 304 y se requeriría instalar una de acero inoxidable 316 para prevenirla de la corrosión debido a la condensación.

Como ha quedado patente, el tanque de acumulación presenta problemas de aislamiento y no está en condiciones de funcionar como debe. En este caso, convendría aislarlo completamente o cambiar el tanque. Solución a implantar más que lógica ya que, como se ha comentado, se trata de un tanque de hace más de 30 años.

El resto de las medidas a considerar son a nivel de mantenimiento. El cuarto de calderas necesita de una revisión elemento a elemento para cerciorarse que todo está bien conectado y los equipos se encuentran en unas condiciones óptimas para poder trabajar.

Los problemas encontrados en cuanto al posicionamiento de los elementos de la instalación, hay que considerarlo según el cambio que se vaya a realizar. Es decir, hay que considerar dimensiones de los equipos que se encuentren en el cuarto de calderas para poder ver si cumplen la normativa vigente, ya comentada. Dado el diseño original de la instalación, resultará difícil adecuarlo conforme a nuestras necesidades y que al mismo tiempo se cumpla la normativa. Por ello, convendrá estudiar qué elementos introducir y cómo situarlos.

Otra opción es la de rediseñar el cuarto de calderas. Sin embargo este hecho es complicado por dos motivos. Uno, la comunidad solo quiere realizar las obras estrictamente necesarias. Dos, el cuarto de calderas está rodeado de una zona común, así como de las escaleras que conectan el bajo con el sótano -1, el hueco de los ascensores y el garaje. Así pues, ganar espacio para la sala de calderas es tarea muy complicada, pero no imposible. Hay que intentar acondicionar el cuarto según las dimensiones que tiene e intentar que los equipos encajen cumpliendo las medidas de seguridad. En caso de realizar las obras, los distintos colegios encargados de las mismas adecuarían la instalación de la manera que consideren.

7. ESCENARIOS PROPUESTOS PARA SUSTITUIR AL ACTUAL

7.1 CAMBIO DE COMBUSTIBLE

Para solucionar los problemas que presenta el uso y consumo de gasoil a nivel de emisiones, costes, mantenimiento, eficiencia energética y seguridad se opta por un cambio a gas natural por los siguientes motivos:

- Las calderas de gas natural de condensación presentan altos rendimientos y su mantenimiento es más cómodo y barato
- Alto poder calorífico
- Precio razonable y existencia de ayudas públicas
- Coste de inversión medio para su instalación
- Emisiones contaminantes medias, pero mucho más inferiores con respecto al gasoil
- Red de difusión que permite no tener que acumular el gas

7.2 CAMBIO DE CALDERA E INSTALACIÓN

Como conclusión a lo comentado hasta ahora, valorando las diferentes alternativas a la tecnología de la instalación actual, tanto en términos de potencia, energía, eficiencia, niveles de emisiones y ahorro económico, se recomienda la renovación total del cuarto de calderas y el cambio de tecnología. Por ello, se aconseja el cambio de caldera acorde al combustible a utilizar: caldera de condensación para gas natural.

Se va a profundizar en dos variantes finales al escenario actual: una primera con una caldera de condensación de gas natural configurada en sistema “de pie” y una segunda variante con cuatro calderas de condensación de gas natural modulares murales. El primer caso contempla una caldera de condensación de gas natural modular de pie, marca Dietrich C330-430 ECO con una potencia máxima de 425 kW, rendimiento de 108,6%. El segundo caso cuenta con cuatro calderas de condensación de gas natural de la marca BAXI modelo BIOS PLUS 110F, de 102 kW de potencia útil cada una de ellas conectadas en cascada (total 408 kW) y un rendimiento del 107,4%. A cada alternativa comentada se le va a dotar de un sistema de apoyo solar para estudiar la posible mejora añadida.

7.3 ESCENARIOS A ESTUDIAR

Como se ha comentado, se apuesta por el cambio de gasoil a gas natural y el uso de calderas de condensación. Se han propuesto dos casos con configuraciones de caldera y rendimientos diferentes y se añade la posibilidad de implementar dichos casos con apoyo solar para estudiar los beneficios y mejoras que se obtendrían. Por todo esto se concluye que los escenarios a estudiar son:

- Caso 1: caldera gas natural en configuración “de pie” y rendimiento 108,6%
- Caso 1 con apoyo solar
- Caso 2: cuatro calderas murales modulares de gas natural y rendimiento 107,4%
- Caso 2 con apoyo solar

8. PRESENTACIÓN DE LOS PRESUPUESTOS DE LOS ESCENARIOS PROPUESTOS, AHORRO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD CORRESPONDIENTE

En este apartado se va a presentar el presupuesto, así como se estudiará los costes, ahorros, emisiones emitidas y energía necesaria para cada uno de los escenarios planteados. También se realizará un estudio de inversión para establecer qué escenario es el económicamente más viable. Los escenarios a plantear son:

- CASO 1
- CASO 1 + Apoyo de colectores solares
- CASO 2
- CASO 2 + Apoyo de colectores solares

Se recuerda que el CASO 1 comprende una instalación de una caldera de condensación de gas natural modular de pie, con una potencia máxima de 425 kW y rendimiento de 108,6%, y el CASO 2 cuenta con 4 calderas de condensación de gas natural de la marca BAXI modelo BIOS PLUS 110F, de 102 kW de potencia útil cada una de ellas conectadas en cascada (total 408 kW) y un rendimiento de 107,4%.

8.1 RESUMEN DE LOS PRESUPUESTOS

A continuación se exponen resumidos los diferentes presupuestos con los que se cuenta. Al final del proyecto se presentan los mismos totalmente detallados.

8.1.1 CASO1: INSTALACIÓN DE UNA CALDERA MODULAR EN SISTEMA DE PIE

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
I.-	Generadores de calor y regulación telegestionada	38.433,97
II.-	Instalación hidráulica	14.134,53
III.-	Red de tuberías y valvulería	10.970,51
IV.-	Instalación de gas natural	4.884,21
V.-	Instalación eléctrica	4.890,28
VI.-	Seguridad detección y corte	1.154,44
VII.-	Ventilación y renovación de aire	1.035,90
VIII.-	Obra civil	3.857,00
IX.-	Proyecto y legalización	2.819,60
X.-	Inertización depósito gasóleo	6.251,00
	Aportación Redexis Gas	-22.619,00
	ACUMULADO	65.812,44
	IVA (21%)	13.820,61
	TOTAL	79.633,05

Tabla 7. Presupuesto correspondiente a la instalación con única caldera de pie

8.1.2 CASO 2: INSTALACIÓN DE CUATRO CALDERAS MODULARES EN SISTEMA MURAL

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
I.-	Instalación de gas natural	3.131
II.-	Instalación hidráulica	32.322
II.-/A	Generadores de calor y regulación telegestionada	22.513
III.-	Instalación eléctrica y sistemas de detección	9.140
IV.-	Ventilación y renovación de aire	2.157
V.-	Obra civil	3.307
VI.-	Evacuación de humos	2.154
VII.-	Proyecto y legalización	2.500
	Aportación Redexis Gas	-21.020
	ACUMULADO	56.204
	IVA (21%)	11.802,84
	TOTAL	68.006,84

Tabla 8. Presupuesto correspondiente a la instalación con cuatro calderas murales

8.1.3 PRESUPUESTO PARA LA IMPLANTACIÓN DE PANELES SOLARES A CUALQUIERA DE LOS DOS CASOS ANTERIORES

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
I.-	Suministro de captadores solares	7.891,53
II.-	Suministro e instalación de sistemas necesarios	8.570,40
	IVA incluido	
	TOTAL	16.461,93

Tabla 9. Presupuesto correspondiente a la instalación de paneles solares como apoyo a los casos propuestos

8.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN DE APOYO SOLAR

Para mejorar la eficiencia de la instalación y aprovechar al máximo los recursos disponibles, se propone como implementación paneles solares que apoyen la demanda energética de agua caliente sanitaria para reducir, en la medida de lo posible, la cantidad de combustible a utilizar y, con ello, las emisiones y los costes. Todo esto se tratará a continuación, donde se demostrará que resulta muy interesante la instalación de paneles solares a la alternativa final escogida; ya que, los paneles solares por sí solos, presentan los siguientes ahorros teniendo en cuenta las características de la caldera con la que se cuenta.

8.2.1 AHORRO ENERGÉTICO

En la siguiente tabla se establece la demanda mensual de A.C.S, el ahorro que se obtiene en caso de instalar los colectores solares y el consumo al que debe hacerse frente mediante el aporte de gas natural:

MES	DEMANDA ACS (kWh)	APOYO COLECTORES (kWh)	CONSUMO FINAL (kWh)
Enero	5.278,30	1.802,04	3.476,26
Febrero	4.675,82	2.673,77	2.002,04
Marzo	5.075,29	3.655,98	1.419,31
Abril	4.715,11	4.163,75	551,36
Mayo	4.567,76	4.379,84	187,92
junio	4.223,95	4.487,66	0,00
Julio	4.060,23	4.316,67	0,00
Agosto	4.161,74	4.053,00	108,74
Septiembre	4.223,95	3.602,04	621,91
Octubre	4.669,27	2.736,40	1.932,87
Noviembre	4.911,57	2.059,50	2.852,07
Diciembre	5.278,30	1.527,53	3.750,78
TOTAL	55.841,31	39.458,19	16.903,26

Tabla 10. Consumo final anual de A.C.S al instalar los colectores solares

Se comprueba que con los colectores se cubre el 71% de la demanda energética de agua caliente sanitaria.

8.2.2 AHORRO ECONÓMICO

El ahorro en los costes que surgen del apoyo de los paneles solares, teniendo en cuenta el ahorro de la demanda energética en el que se incurre, el impuesto de hidrocarburos y el impuesto del I.V.A., se aprecia en las siguientes tablas. En la tabla 11 se comprueba el ahorro económico anual de gas natural correspondiente al CASO 1, donde el rendimiento de la caldera es del 108,6%, y en la tabla 12 se comprueba el ahorro que habrá en el CASO 2, teniendo en cuenta que la caldera que se instalaría tendría un 107,4% de rendimiento.

Apoyo de los colectores	35.074,33	kWh
Precio gas natural	0,04086	€/kWh
Impuesto hidrocarburos	0,00234	€/kWh
21% de I.V.A sobre 1.433,14	300,96	€/año
Ahorro Facturación	1.816,17	€/año

Tabla 11. Ahorro económico debido al apoyo de los paneles solares para el caso 1

Apoyo de los colectores	35.466,22	kWh
Precio gas natural	0,04086	€/kWh
Impuesto hidrocarburos	0,00234	€/kWh
21% de I.V.A sobre 1.449,15	304,321	€/año
Ahorro Facturación	1.836,46	€/año

Tabla 12. Ahorro económico debido al apoyo de los paneles solares para el caso 2

8.2.3 AHORRO DE COMBUSTIBLE

Sabiendo el ahorro de la demanda de A.C.S debido al apoyo de los colectores, el poder calorífico del combustible y su densidad, se puede calcular el ahorro obtenido de gas natural. En las tablas 13 y 14 pueden apreciarse dichos ahorros según los rendimientos de las calderas utilizados en cada caso. Como se aprecia, se ahorra una gran parte de combustible gracias a los colectores solares.

Demanda anual	35.074,33	kWh
PCI	12,77	kWh/kg
Densidad gas natural	0,74	kg/m ³
Consumo gas natural	3.696,08	m³
Consumo gas natural	2.746,19	kg

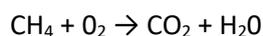
Tabla 13. Ahorro de gas natural debido al apoyo de los paneles solares para el caso 1

Demanda anual	35.466,22	kWh
PCI	12,77	kWh/kg
Densidad gas natural	0,74	kg/m ³
Consumo gas natural	3.737,38	m³
Consumo gas natural	2.776,87	kg

Tabla 14. Ahorro de gas natural debido al apoyo de los paneles solares para el caso 2

8.2.4 AHORRO DE EMISIONES

Al conocer los kilogramos de gas natural que no habría que quemar en cada caso debido al apoyo de los colectores solares y sabiendo la ecuación química de la combustión del mismo:



donde por cada kilogramo de metano ahorrado, se ahorra un kilogramo de CO₂. Para cada alternativa, el ahorro de emisiones de CO₂ puede apreciarse en las tablas 15 y 16.

Ahorro de energía	35.074,33	kWh
PCI	12,77	kWh/kg
Ahorro de emisiones CO₂	2.746,19	kg

Tabla 15. Ahorro de emisiones de CO₂ debido al apoyo de los paneles solares para el caso 1

Ahorro de energía	35.466,22	kWh
PCI	12,77	kWh/kg
Ahorro de emisiones CO₂	2.776,87	kg

Tabla 16. Ahorro de emisiones de CO₂ debido al apoyo de los paneles solares para el caso 1

Como ha quedado constancia, la implementación de paneles solares es muy positivo para el ahorro energético, económico, de combustible y emisiones independientemente de la caldera utilizada. Suponen un beneficio añadido al caso que se escoja.

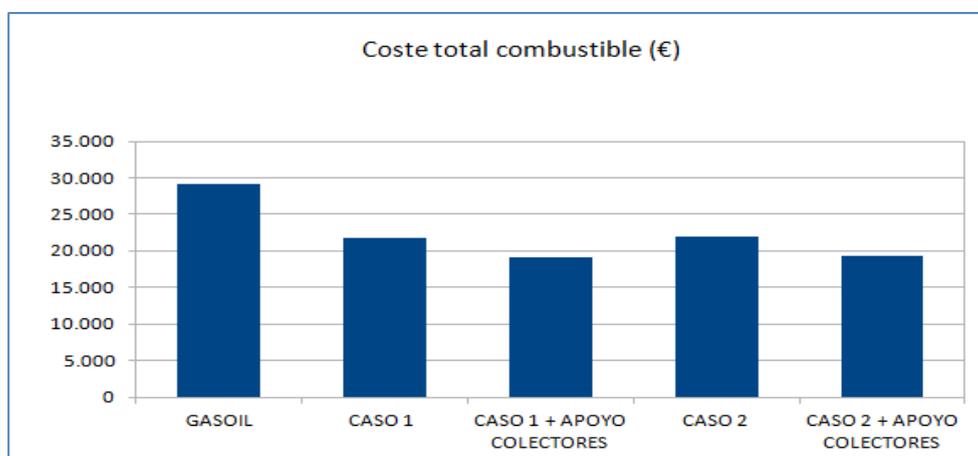
8.3 ESTUDIO DE COSTES Y AHORROS DE EMISIONES, ENERGÍA CONSUMIDA Y ECONÓMICOS OBTENIDOS EN CADA ESCENARIO

Para establecer una comparación objetiva entre los costes, emisiones liberadas, energía consumida y ahorros obtenidos de los diferentes escenarios, se ha establecido como vida útil de la instalación un período de 20 años. Los valores obtenidos se presentan a continuación y, como siempre, se ha utilizado hojas de cálculo Excel de configuración propia para su desarrollo.

8.3.1 ESTUDIO A 20 AÑOS DE LOS COSTES

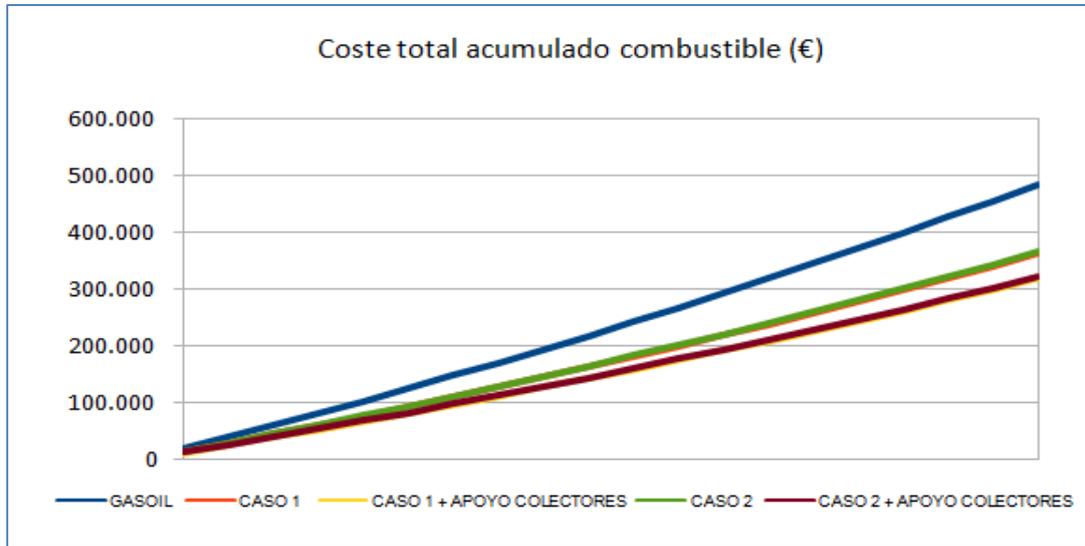
8.3.1.1 COSTE Y AHORRO TOTAL DE COMBUSTIBLE

El coste total incluye el coste de combustible y el coste debido al mantenimiento de la instalación en cada escenario. El coste de mantenimiento de la instalación de gasoil es de 1.800 €/año y para la instalación de gas natural de 1.200 €/año.



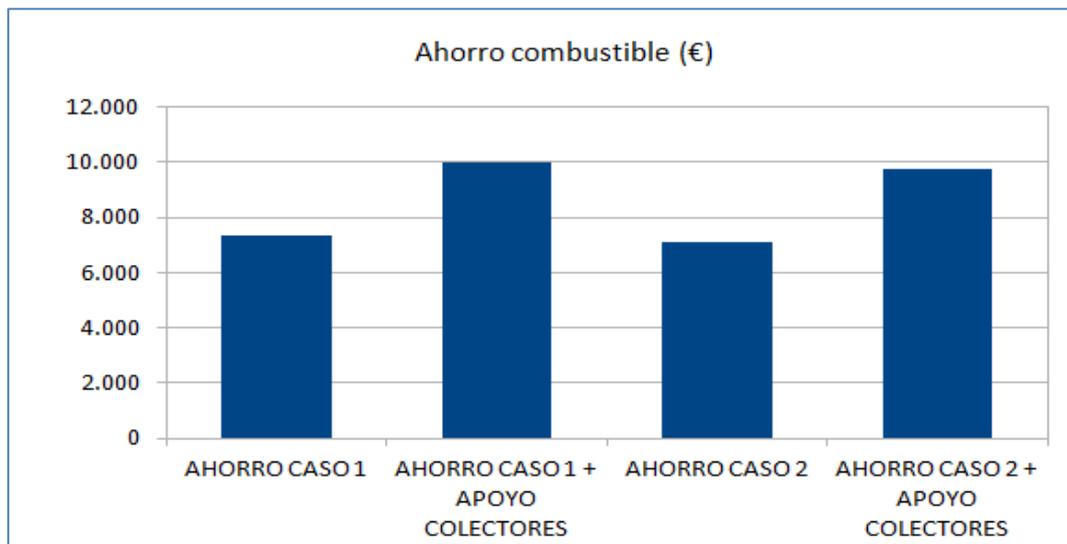
Gráfica 4. Coste total del combustible para cada escenario

Queda claro que al contar con gasoil en la instalación se incurre en mayores costes. A lo largo del presente trabajo se ha indicado las desventajas que resultan de su utilización y en este punto queda de manifiesto la desventaja que hace referencia a la parte económica.



Gráfica 5. Coste total acumulado del combustible para cada escenario

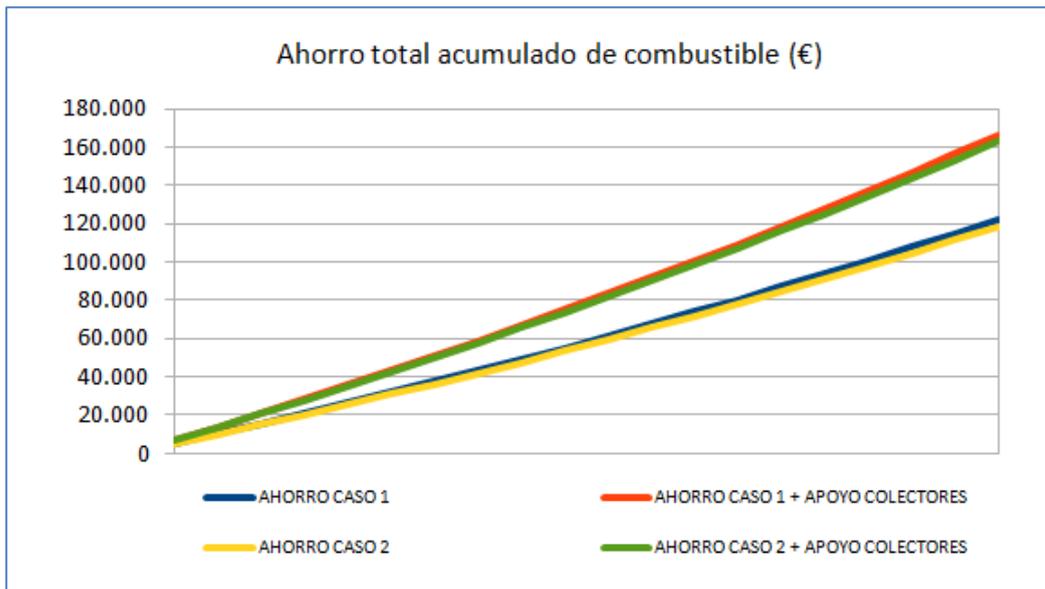
En la gráfica sobre estas líneas, se observa la diferencia en el coste acumulado de los diferentes escenarios planteados. La incorporación del gas natural es mucho más económica y en aquellos escenarios donde se cuenta con colectores solares, el coste que supone a 20 años de vista, resulta mucho más favorable que los mismos casos pero sin los colectores.



Gráfica 6. Ahorro económico de combustible para cada escenario

Desde otro punto de estudio, se aprecia notablemente la diferencia en los ahorros obtenidos gracias a la ayuda de los colectores solares. Teniendo en cuenta un IPC del 2% cada

año, durante los próximos 20 años esas diferencias entre los ahorros obtenidos en cada escenario, resulta más palpable y evidente:

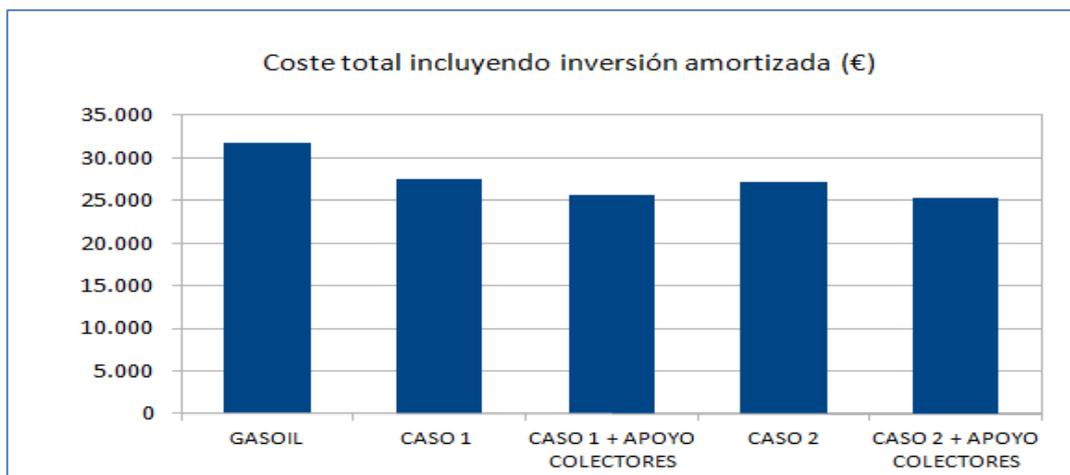


Gráfica 7. Ahorro acumulado económico de combustible para cada escenario

Dicha diferencia es aún mayor entre los casos con y sin paneles solares, como es lógico. Se aprecia como en los casos con paneles y sin paneles solares, sus líneas de ahorro prácticamente se superponen; dando como resultado que el caso 1 con apoyo solar ofrece más ahorro con respecto al caso 2 también con paneles solares. Cuando no entra en juego la inversión, prevalece aquel escenario que cuenta con una caldera con mejor rendimiento.

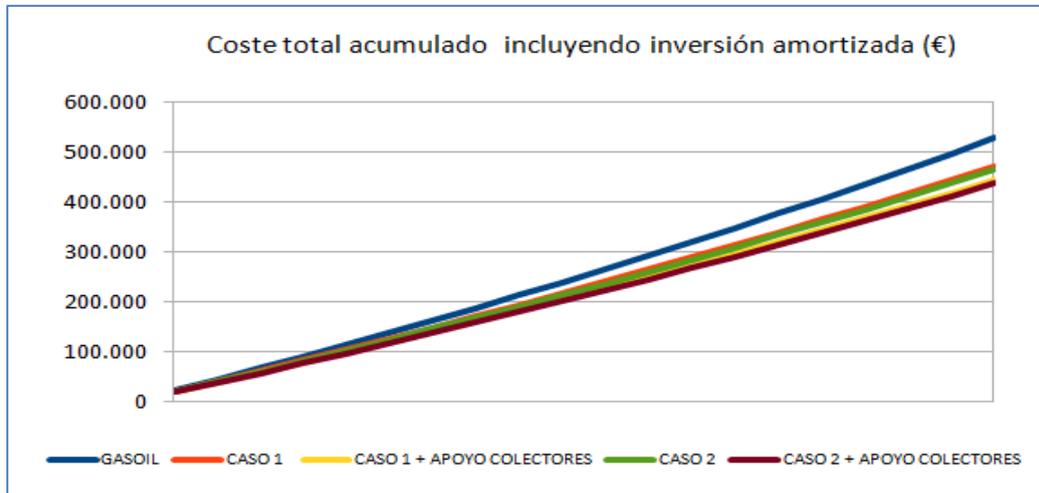
8.3.1.2 COSTE Y AHORRO TOTAL INCLUYENDO INVERSIÓN AMORTIZACIÓN

En este punto se estudia el coste y ahorro total obtenido incluyendo la parte correspondiente a la amortización de la inversión.



Gráfica 8. Coste total incluyendo inversión amortizada para cada escenario

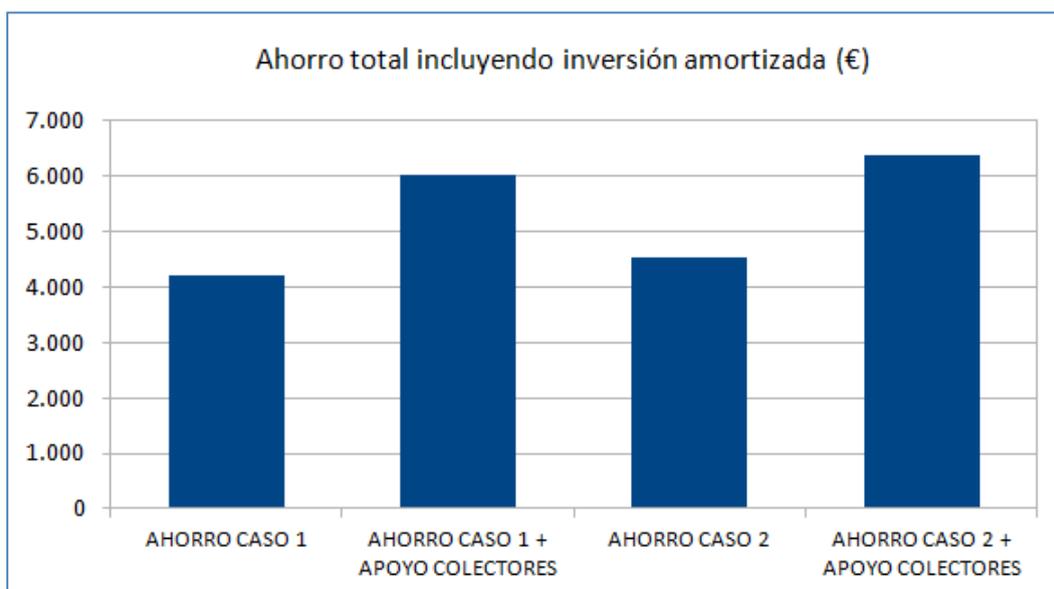
Resulta llamativo ver que la instalación actual es la que cuenta con mayores costes pese a considerarse que la inversión que se realizó para su instalación ya está amortizada. Los casos con apoyo solar representan los costes más bajos teniendo en consideración que cuentan con mayores inversiones.



Gráfica 9. Coste total acumulado incluyendo inversión amortizada para cada escenario

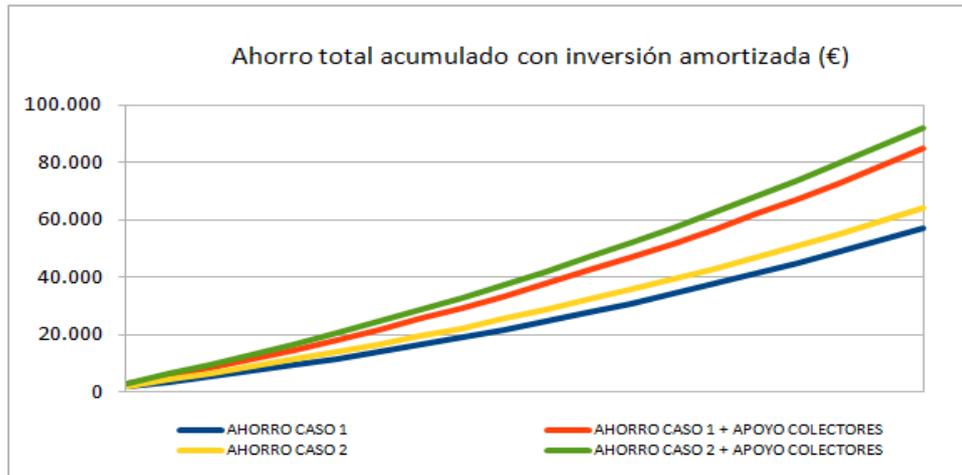
Aquellos escenarios que cuentan con gas natural, el coste de mantenimiento es el mismo. Sólo les diferencia el coste debido a la cantidad de combustible utilizado: por contar con calderas de rendimientos diferentes, por la presencia de paneles solares y el coste debido a la amortización que supone la inversión.

Es en este momento, al tener en cuenta la amortización de la inversión, se obtienen valores diferentes de costes y ahorros con respecto a comparaciones anteriores, donde no se tenía en cuenta.



Gráfica 10. Ahorro económico contando con la inversión amortizada para cada escenario

Anteriormente se había llegado a la conclusión de manera objetiva que el caso 1 con apoyo de los colectores presentaba menores costes de combustible y, por lo tanto, un mayor ahorro. En el instante que se estudia los costes o ahorros totales en la instalación teniendo en cuenta el coste de amortización debido a la inversión a realizar, se observa como el caso 2 con apoyo solar presenta mejores valores en el ahorro.

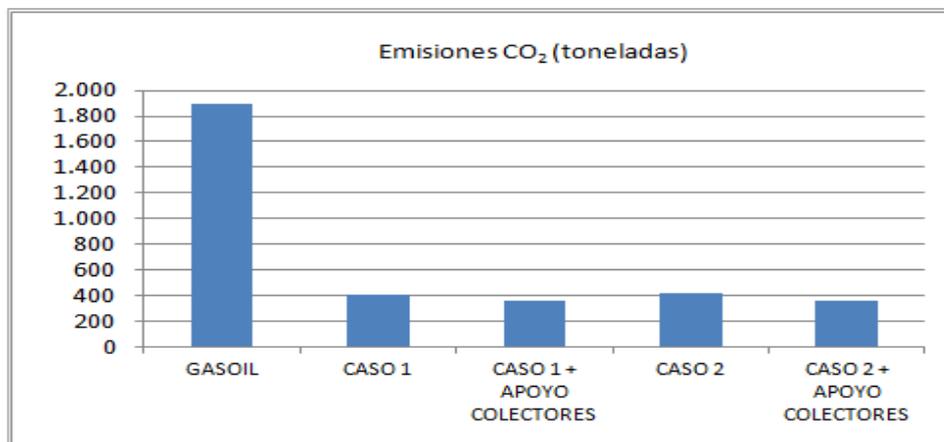


Gráfica 11. Ahorro acumulado incluyendo inversión amortizada para cada escenario

Al presentar unos flujos de ahorro parecidos al caso 1 con apoyo solar, pero contando con una menor inversión y, por lo tanto, un menor coste de amortización, la instalación con calderas murales y paneles solares presenta el mejor estudio económico de todas las alternativas. Aún queda conocer el período de amortización, VAN y TIR de cada escenario para poder llegar a una conclusión final de rentabilidad basado en ratios económicos. Pero antes, se va a presentar el tipo y cuantía de costes y ahorros obtenidos en cada escenario.

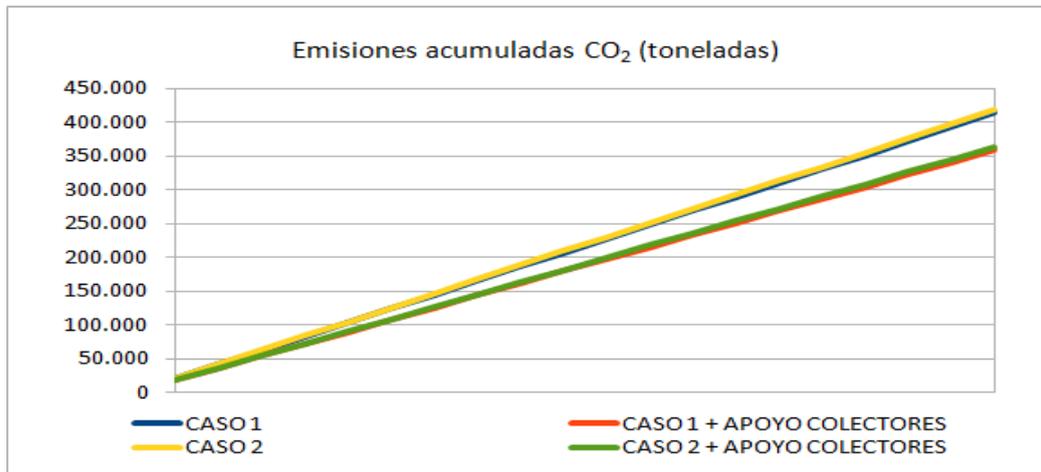
8.3.2 ESTUDIO A 20 AÑOS DE LAS EMISIONES EMITIDAS

Se ha demostrado que el gasoil es un combustible caro y ahora puede apreciarse que es un combustible contaminante con respecto al gas natural.



Gráfica 12. Emisiones de CO₂ en cada escenario

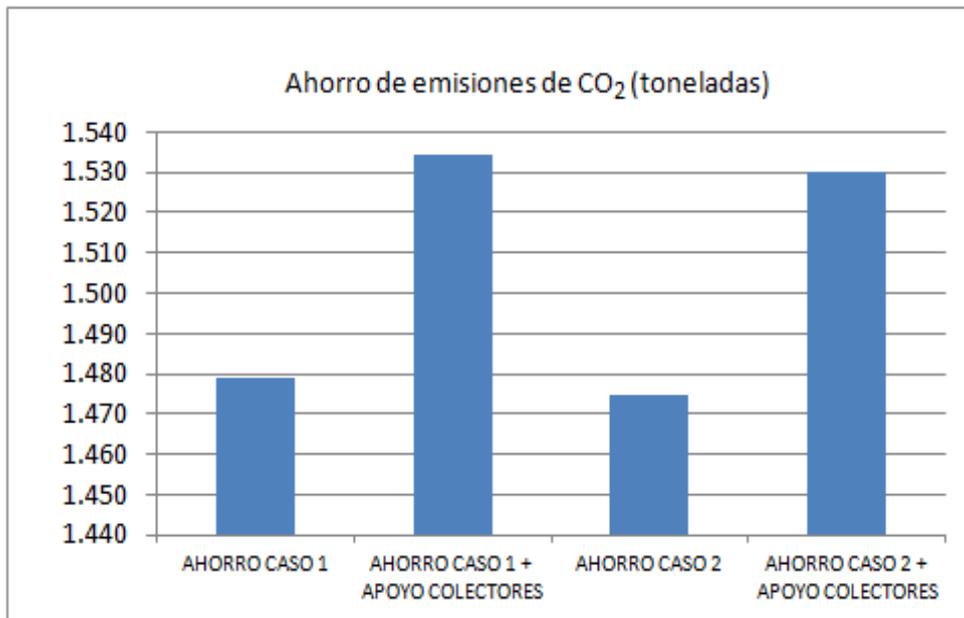
La cantidad de emisiones reducidas simplemente con el cambio de combustible es sorprendente. También hay que considerar que al cambiar de combustible se cambiaba de tecnología, apostando por calderas de condensación donde se reduce la temperatura de los gases de escape y, con ello, las emisiones. Sin embargo, se comprueba que en el resto de escenarios las emisiones que se emitirían son muy parecidas. Esta gráfica puede resultar engañosa puesto que se hace una comparativa con respecto a las emisiones de dióxido de carbono de la instalación actual. Al realizar la misma comparación entre el resto de escenarios sin contar la instalación actual, se comprueba como existe una diferencia interesante:



Gráfica 13. Comparativa de misiones acumuladas de CO₂ entre alternativas a la instalación actual

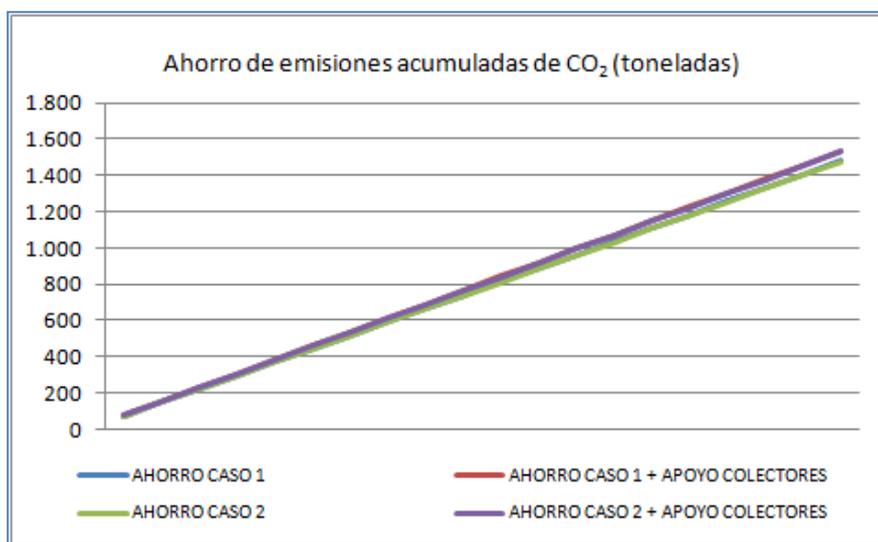
En la gráfica anterior se comprueba como también hay diferencia entre los casos que cuentan con apoyo solar y los que no. Al realizar un estudio sólo entre las alternativas a la instalación actual, se aprecia esa diferencia en las emisiones que viene dado por necesitar menos combustible, debido a que los paneles se encargan de captar la energía irradiada del sol y transmitirla para poder calentar el agua.

Emulando el análisis realizado a los costes, resulta interesante comparar los ahorros obtenidos en cada escenario.



Gráfica 14. Ahorro de emisiones de CO₂ en cada escenario

De esta manera se observa el impacto que tienen los paneles solares en la reducción de emisiones de dióxido de carbono. En cualquier escenario donde se proponga como caldera una de condensación que cuente con un rendimiento mayor, se consiguen menores emisiones. Se aprecia que, cuando no hay análisis económicos que tengan en cuenta la inversión a realizar, el caso 1 con paneles solares toma ventaja sobre el resto de alternativas.

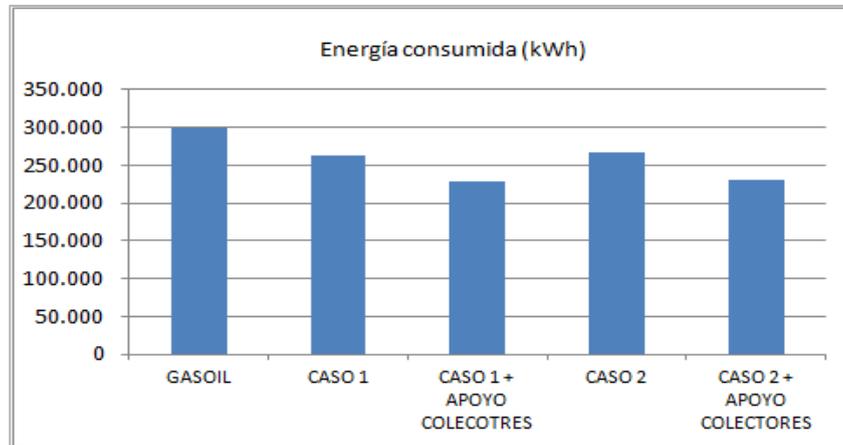


Gráfica 15. Ahorro de emisiones de CO₂ en escenarios con paneles solares

Se ha representado una gráfica comparando el ahorro de emisiones de dióxido de carbono en aquellos escenarios que cuenten con paneles solares y se aprecia como ambas líneas se superponen. Esto es debido al tipo de escala utilizado y a que la diferencia entre ambas es muy pequeña, siendo mayor el ahorro en el caso de caldera con mayor rendimiento.

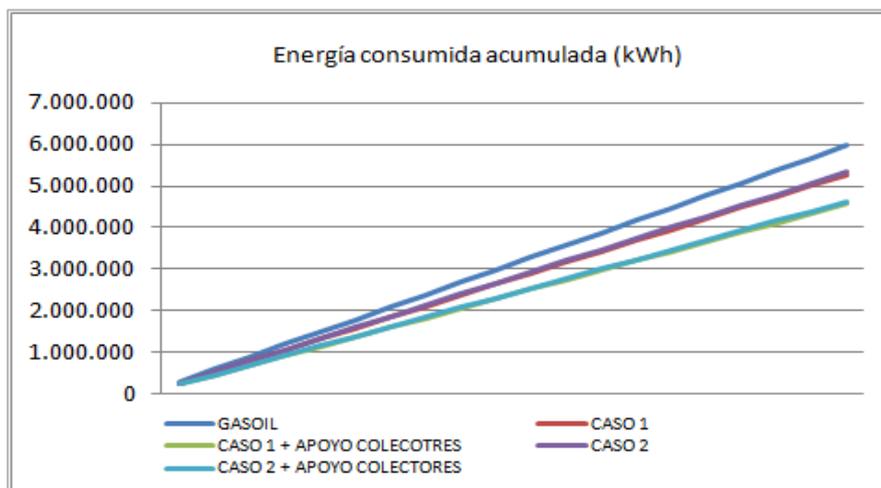
8.3.3 ESTUDIO A 20 AÑOS DE LA ENERGÍA CONSUMIDA

Ha quedado demostrado que el uso de gasoil conlleva costes y emisiones de dióxido de carbono por encima del resto de alternativas. Ahora se aprecia como además necesita consumir más energía que cualquier otro caso para poder hacer frente a la demanda del edificio.



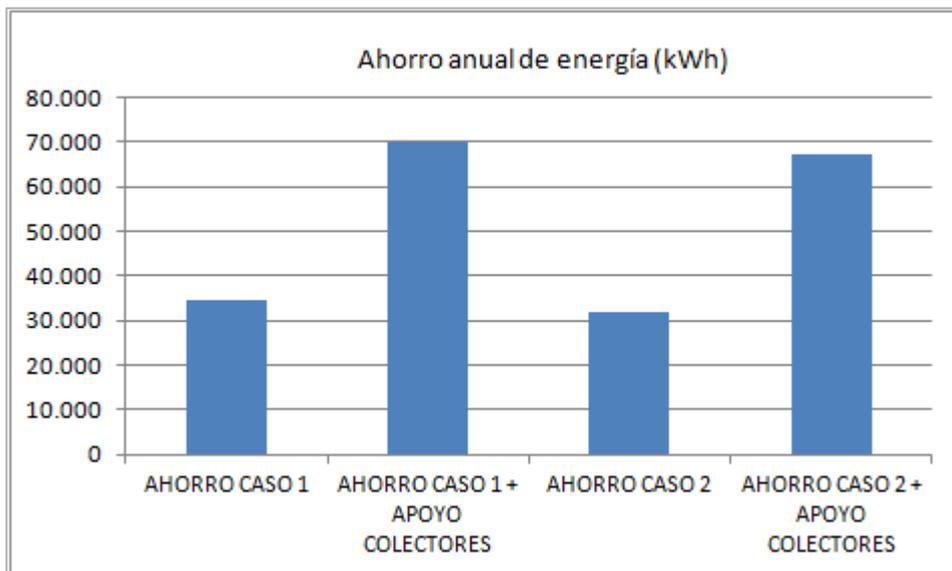
Gráfica 16. Energía consumida en cada escenario

Estableciendo una comparación entre los escenarios candidatos a sustituir la instalación actual, se observa cómo, lógicamente, aquellos que no cuenten con aporte solar necesitarán consumir más energía que los casos que presentan colectores solares y éstos ayudan a reducir la energía necesaria para hacer frente a la demanda de calefacción y agua caliente sanitaria.



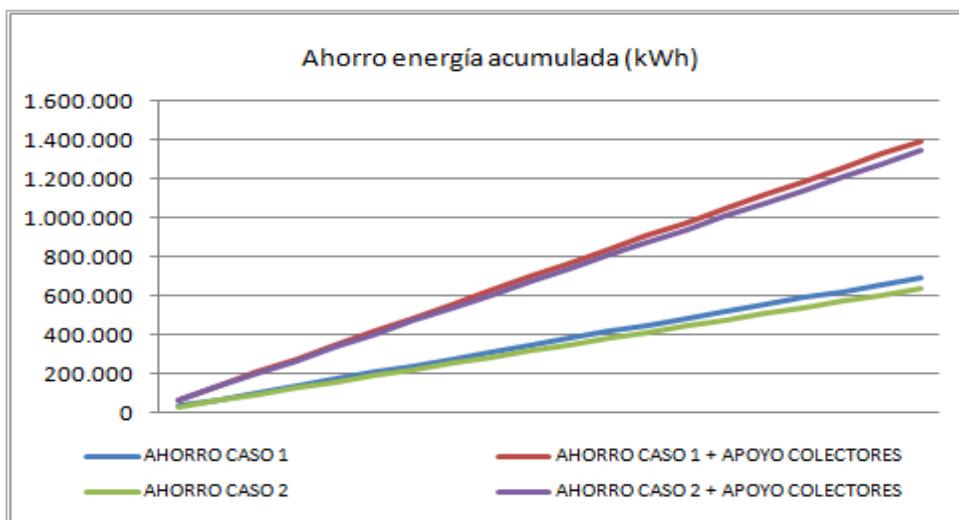
Gráfica 17. Energía consumida acumulada en cada escenario

Se aprecia como las líneas de energía consumida acumulada de las alternativas a la instalación actual, de los casos con y sin colectores solares, quedan prácticamente solapadas entre ellas. Conviene estudiar los casos con y sin colectores, para observar si existe una gran diferencia entre ellos.



Gráfica 18. Energía ahorrada en cada alternativa

Se pone de manifiesto una vez más la importancia del rendimiento de la caldera. Si se compara las alternativas según haya paneles o no, la alternativa con la caldera de mayor rendimiento presentará más ahorro.



Gráfica 19. Energía ahorrada acumulada en cada alternativa

Ese 1,2% más de rendimiento que presenta la caldera de pie con respecto a la mural, marca una pequeña diferencia, apreciable, en la gráfica del ahorro acumulado de energía. Ese 1,2% más, por pequeño que sea su valor, tiene una repercusión importante.

8.4 ESTUDIO DEL PAYBACK, VAN Y EL TIR

8.4.1 PAYBACK

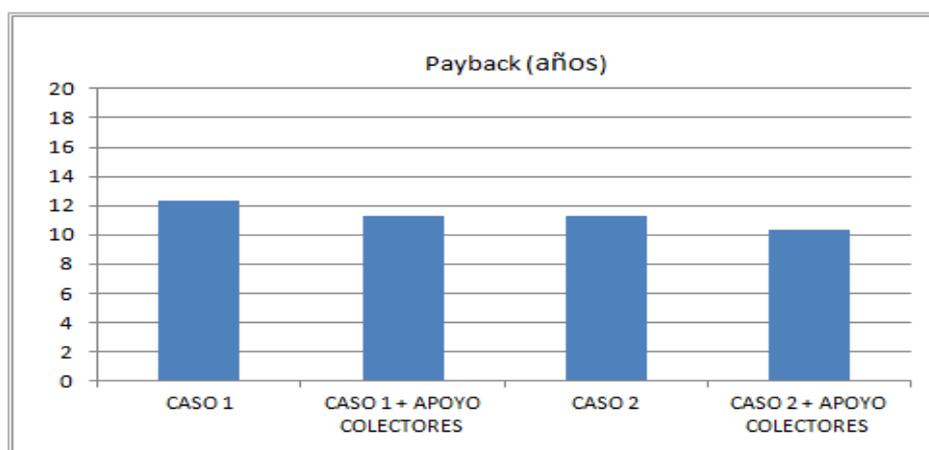
Teniendo en cuenta los ahorros anuales que se han obtenido durante 20 años para cada escenario y el presupuesto necesario para llevar a cabo cada uno de los mismos, permite conocer el período de retorno de cada inversión.

Payback caso 1	12 años y 4 meses
Payback caso 1 + apoyo colectores	11 años y 4 meses
Payback caso 2	11 años y 3 meses
Payback caso 2 + apoyo colectores	10 años y 4 meses

Tabla 17. Payback obtenido para cada escenario

Resulta evidente que los casos sin apoyo solar con respecto a los que sí cuentan con ese apoyo, son los que resultan con un mayor plazo de retorno al ser los que menos ahorro obtienen. A pesar de que el caso 1 cuenta con un mayor ahorro con respecto al caso 2 al disponer de una caldera más eficiente, su instalación presenta un presupuesto más alto y es lo que marca negativamente su plazo de recuperación. Debido a esto, en el caso 2 se recupera casi un año antes la inversión realizada.

A pesar de que el caso 1 con colectores solares cuenta con un ahorro ligeramente superior al caso 2 con colectores solares, es éste último el que obtiene un menor payback al contar con un presupuesto inferior.



Gráfica 20. Payback obtenido para cada escenario

De una manera visual puede verse como para el primer escenario se necesita un período mayor para recuperar la inversión al disponer de menor ahorro y gran presupuesto. El período de recuperación entre el caso 1 con apoyo solar y el caso 2 difiere en un mes a pesar de que el primero cuenta con casi 2.000 €/año más de ahorro, pero su inversión lastra el payback. Se aprecia como el caso 2 con apoyo solar, cuenta con un payback ligeramente inferior al resto, representa la segunda inversión más cara a realizar y obtiene casi el mismo

ahorro que el caso 1 con apoyo solar. En definitiva, en comparación a los demás, es el escenario que cuenta con un mejor equilibrio entre inversión a realizar y ahorro obtenido.

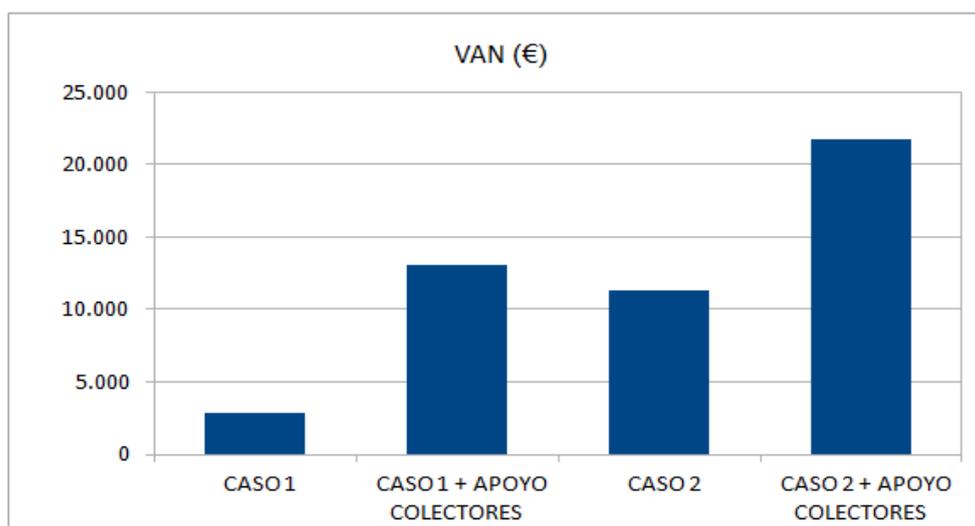
8.4.2 VAN Y TIR

Para cada escenario diferente se calcula el VAN y el TIR de la inversión. Se ha escogido como tasa de descuento un 5%. Para los cálculos se ha configurado una tabla Excel de elaboración propia y los resultados se muestran a continuación:

	VAN	TIR
CASO 1	2.875,37	4,97%
CASO 1 + APOYO COLECTORES	13.048,30	6,44%
CASO 2	11.274,21	6,73%
CASO 2 + APOYO COLECTORES	21.744,73	7,64%

Tabla 18. VAN y TIR obtenido para cada escenario

Se aprecia que el VAN obtenido para los casos con colectores solares es mucho mayor que para los mismos casos sin ellos, ya que a pesar de incurrir en un mayor presupuesto al tener que contar con los mismos, los ahorros económicos obtenidos son mucho mayores al haber una parte importante de la energía que los colectores se encargan de satisfacer. Aunque el caso 1 con paneles solares presenta mayores “cash flows” con respecto al caso 2 también con paneles, es éste último el que presente el mejor VAN de todos. Nuevamente la inversión a realizar en el primero, le resta valor al proyecto.

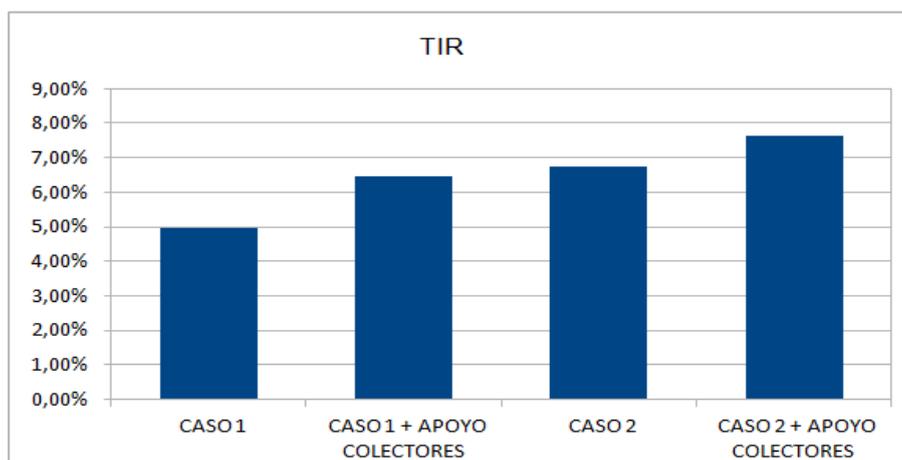


Gráfica 21. VAN para cada escenario

En la gráfica anterior se observa la gran diferencia entre el VAN del último escenario y los anteriores. Los paneles dotan a la instalación de un gran ahorro con respecto a la instalación actual de caldera de gasoil y el presupuesto planteado para su cambio no perjudica

ni en el período de recuperación, como se ha comprobado, ni en obtener el mejor valor presente de unos flujos de caja que se obtendrán a 20 años vista.

En cuanto a la T.I.R obtenida, se aprecia en cada escenario que la tasa de descuento estimada resulta ser correcta y que, para los casos con apoyo solar, la rentabilidad que ofrece el proyecto es mayor que sin los mismos.



Gráfica 22. TIR para cada escenario

El caso 1 cuenta con la menor rentabilidad mientras que para el caso 2 resulta una tasa de retorno mayor que el caso 1 con colectores. Esto es debido a que se obtiene un ahorro considerable con menor presupuesto. Una vez más, el caso 2 con apoyo de colectores solares muestra una ventaja apreciable frente al resto de los escenarios estudiados. Los flujos de caja obtenidos gracias a su instalación en el edificio, permite obtener casi un 1% más de rentabilidad que el caso 2.

El ROI (Return on Investment) indica lo que se obtiene por cada euro invertido en la inversión. Como se aprecia el caso más favorable es el caso 2 con apoyo de los colectores, un indicativo más que llevar a cabo esa alternativa es la más favorable en términos económicos.

Caso 1	0,72 %
Caso 1 + apoyo colectores	0,88 %
Caso 2	0,93 %
Caso 2 + apoyo colectores	1,08 %

Tabla 19. ROI de casa alternativa

Estableciendo un criterio económico basado en los valores que se acaban de mostrar, queda claro que la inversión a realizar para instalar cuatro calderas murales modulares, tiene una mayor rentabilidad y grandes ahorros con respecto al resto de los escenarios, además de recuperarse la inversión en menor tiempo.

9. ELECCIÓN DEL ESCENARIO A SUSTITUIR LA INSTALACIÓN ACTUAL

Dando fuerza a los criterios aplicados para la comparación de los distintos escenarios, como son los criterios medioambientales, de seguridad, mantenimiento, técnicos y criterios económicos, el escenario a sustituir la instalación actual es el que presenta cuatro calderas modulares murales con apoyo de paneles solares.

Hay que discernir entre los ahorros energéticos, de emisiones y económicos, sin contar la inversión, y los ahorros económicos contando la inversión. En la primera parte, el escenario escogido obtuvo grandes resultados a pesar de que el caso 1 con apoyo solar presenta los mejores valores, pero al tener en cuenta la inversión a realizar, la elección propuesta resulta la más rentable. Esto es muy importante pues a lo largo de la elaboración del proyecto se mantuvo del orden de 3 a 4 reuniones con la comunidad y se estableció la importancia de optar por aquella alternativa que resultara la más económica.

Esto se puede observar en la siguiente tabla donde se aprecia que el caso 2 con apoyo solar presenta un mayor ahorro económico acumulado contando la inversión a realizar.

Caso 1 + apoyo colectores	84.731,62 €
Caso 2 + apoyo colectores	92.154,03 €

Tabla 20. Ahorro económico acumulado contando inversión amortizada

Inversión que resultó ser la segunda más cara, pero gracias a los ahorros que se obtienen a lo largo de la vida útil de la instalación, se obtiene que el VAN es el más favorable, la tasa interna de retorno también, la recuperación de la inversión (ROI) es más alta que cualquiera otra y el plazo de recuperación obtenido con respecto al resto de escenarios, también era el más corto. No sólo eso, sino que se recupera la totalidad de la inversión en 10 años, la mitad de la vida útil estimada de la instalación.

Por todo esto, la configuración modular de cuatro calderas murales es la que más gusta. Dentro de las opciones que otorga el mercado, siempre puede buscarse calderas de mayor rendimiento, pero la caldera propuesta consta de un excelente equilibrio calidad-precio.

10. CONCLUSIONES

De la elaboración del proyecto que se presenta, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- El cambio a gas natural supone una serie de ventajas para el medio ambiente, con la implantación de la caldera de condensación seleccionada se reducen las emisiones de CO₂ un 78% respecto al caso primitivo de instalación con gasoil como combustible.
- Al poder tomar el gas natural de la red de distribución, que pasa muy cerca del edificio, no debe acumularse y se eliminan los problemas que ocasiona contar con un depósito de 10.000 litros de gasoil enterrado bajo el edificio. La comunidad gana en seguridad.
- El gas natural presenta una combustión más limpia que el gasoil y el mantenimiento de la caldera sólo debe realizarse cada dos años (recomendado realizarlo anualmente) y es más económico que el mantenimiento necesario para una instalación con gasoil.
- El cambio de combustible supone un ahorro de 5.473,5€/año, lo que representa una disminución del 25% de la factura; contando coste de combustible y mantenimiento y sin tener en cuenta la inversión a realizar.
- En términos energéticos, se reduce en un 10% la demanda de la misma.
- La utilización de la energía solar, frente a otras fuentes de energía convencionales, se postula como alternativa real para equipar los sistemas de producción de agua caliente sanitaria en edificios de tipo residencial. Como se deduce del estudio de ahorro energético elaborado, el 71% de la demanda de A.C.S queda cubierta por la instalación solar; lo que representa un ahorro del 14% de la demanda total de energía del edificio.
- Además de los ahorros comentados, la energía solar no requiere una gran inversión o utilización de grandes infraestructuras. El desembolso a realizar son de unos 500 € por vivienda y realizar la obra no supone muchos problemas. Se cuenta con espacio suficiente tanto en la sala de calderas como en la azotea para instalar los equipos necesarios y la zona de los tejados que dan a la cara sur cuentan con espacio suficiente para colocar los paneles solares.
- El grado de aprovechamiento de la energía solar difiere de la localización y condiciones ambientales de donde la vivienda esté situada, pero en Zaragoza se dan dichas condiciones para poder sacar partido de esta tecnología. Su utilización es recomendable en lugares donde se carezca de infraestructuras suficientes para la canalización de combustibles. Hoy en día, es posible abastecer una parte importante de la demanda energética de una vivienda gracias a las energías renovables; solar en este caso.
- Con el apoyo de los colectores solares se consigue reducir 2,75 toneladas al año de emisiones de dióxido de carbono, un 13% menos de emisiones con respecto al uso de calderas de condensación de gas natural.
- La energía solar proviene de una fuente de energía inagotable, como es el Sol. No

existen subvenciones para su uso, pero tampoco supone un coste extra, a excepción de la energía eléctrica consumida por las bombas de impulsión.

- Considerando la inversión a realizar, la alternativa propuesta presenta los mejores ratios económicos estudiados. Se recupera la inversión en 10 años, que es la mitad de los años estimados para la vida útil de los equipos. Se obtiene el mejor VAN, el TIR más alto y el ROI supera la unidad.
- Por todo ello, se cumplen los objetivos presentados al principio del proyecto, donde se comentaba la importancia de implantar una instalación acorde a los tiempos que corren y aprovecharse de las ventajas tecnológicas presentes, instalar una sala de calderas amable con el medio ambiente y todo acompañado de un gran ahorro en las facturas.

En el plano personal, la realización del proyecto ha tenido los siguientes resultados:

- Conocer el funcionamiento y complejidad de un sistema de calefacción y agua caliente sanitaria, así como el de todos sus equipos.
- Llevar a cabo un proyecto real que se ha presentado a la comunidad de vecinos en el que he podido aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera.
- Recurrir a toda la normativa necesaria y apropiada para verificar y justificar lo hecho y descrito en el proyecto.
- Utilizar la lógica y establecer un criterio basado en los conocimientos y apoyado en el sentido común que me han permitido determinar la coherencia de los resultados obtenidos, comprobando si responden con la realidad.
- Tomar conciencia de lo que supone en términos reales el consumo energético de un edificio, el importe económico, el coste de las instalaciones a realizar y las emisiones de dióxido de carbono para que pueda disponer de agua caliente y calefacción, algo a lo que mucha gente no tiene acceso.
- Mostrar iniciativa y acudir a las personas, empresas o instituciones que fueran necesarias para lograr avanzar en los obstáculos encontrados y solucionarlos.
- Sobreponerme a la grave situación que viví al tener que abandonar un proyecto en abril del 2017 y contar con cinco meses para empezar uno nuevo y acabarlo a tiempo. Más aún con la gran restricción de tiempo disponible al estar trabajando y tener que viajar por motivos laborales fuera de España, mínimo, una semana al mes.
- He sido capaz de poder organizarme sacando tiempo de donde pudiera, robando horas de sueño, aprovechando los viajes en tren o las esperas en aeropuertos de todo el mundo.
- He aprendido a sufrir para poder, académicamente, presentar un proyecto y optar al título y, profesionalmente, poder realizar un proyecto “tangible” que puede llevarse a cabo.

- No sólo he aprendido a realizar el proyecto mientras trabaja, sino a trabajar mientras hacía el proyecto. En los tiempos que corren tener trabajo es una suerte y tener un buen trabajo, es un regalo. Aún así, mi primera y única prioridad fue el proyecto y he aprendido a no bajar mi nivel profesional debido a ello.
- Por todo esto, aunque ha costado mucho trabajo, tiempo y sacrificio, me siento muy contento y orgulloso del trabajo realizado y lleno de motivación para emprender nuevos retos, proyectos y aventuras.

BIBLIOGRAFÍA

WEBS CONSULTADAS

COLECTOR SOLAR

<http://www.buderus.es>

CTE

<https://www.uclm.es>

<http://www.coaa.es>

<http://www.arquitectura-tecnica.com>

<http://www.aytojaen.es>

<http://www.mbatalla.es>

ATLAS DE RADIACIÓN SOLAR EN ESPAÑA – EUMETSAT

<http://www.aemet.es>

<http://repositorio.aemet.es>

<http://docplayer.es>

<http://bases.cortesaragon.es>

GUÍA PRÁCTICA SOBRE INSTALACIONES INDIVIDUALES DE CALEFACCIÓN Y ACS EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

<http://www.idae.es>

<https://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com>

<http://www.minetad.gob.es>

IDAE

<http://www.idae.es>

ACUMULADORES

<http://grupobiosan.com/depositos-de-inercia-acumuladores-ac/accumuladores-para-ac.html>

<http://www.lapesa.es/es/agua-caliente-sanitaria/geiser-inox.html>

METODO F-CHART

<http://konstruir.com/C.T.E/HE-4-Contribucion-solar-minima-de-agua-caliente-sanitaria/Metodo%20F-Chart.pdf>

AEMET

<http://www.aemet.es>

CHEQ4

<http://cheq4.idae.es/userfiles/file/Manual%20de%20usuario%20CHEQ4.pdf>

TEMPERATURA MEDIA EXTERIOR EN ZARAGOZA EN 2016, HORAS MEDIA DE SOL MENSUAL EN LOS ULTIMOS 7 AÑOS

<http://www.aragon.es>

DATOS TÉCNICOS CALDERA BULDERUS LOGANO GE515

<http://www.buderus.es/files/201208231021010.DT%20515.pdf>

COMPARADOR DE PRESUPUESTOS SEGUN TIPO DE CALDERA

<https://www.habitissimo.es>

RATIO NORMALIZADO USADO PARA EL CÁLCULO DE POTENCIA PARA CALEFACCION

<http://www.clickrenovables.com>

ESTIMACION PERDIDAS EN SISTEMA CALEFACCION

<https://orff.uc3m.es>

<http://upcommons.upc.edu>

PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL GASOIL

<http://www.fremm.es/portal/UserFiles/file/Noticias/2014/Noviembre/inteman.pdf>

EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL PETRÓLEO Y EL GASOIL

<http://www.datosmacro.com>

<http://www.datosmacro.com/materias-primas/opec>

<http://www.eleconomista.es>

<https://blog.bankinter.com>

<http://www.datosmacro.com>

REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS (R.I.T.E)

<http://www.idae.es>

www.sistemamid.com/download.php?a=5365

BOLETÍN OFICIAL DE ARAGÓN

<http://www.boa.aragon.es>

BOLETÍN OFICIAL DE ESPAÑA

<https://www.boe.es>

GAS NATURAL

<http://www.empresaeficiente.com>

<http://www.foe.es>

<http://www.fundaciongasnaturalfenosa.org>

CÁLCULO DE EMISIONES

<http://www.agenergia.org>

CALOR Y FRÍO

<https://www.caloryfrio.com>

ANEXOS

ANEXO 1

1. CONDICIONES DE CÁLCULO PARA AGUA CALIENTE SANITARIA

1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El edificio objeto del presente proyecto se localiza en Zaragoza, en los siguientes parámetros:

- C/ Julián Sanz Ibáñez, nº64
- Coordenadas: 41°39'06.3"N, 0°55'04.7"O

1.2 CONDICIONES DE CÁLCULO PARA CLIMATIZACIÓN

1.2.1 CONDICIONES EXTERIORES

Para el cálculo de las cargas térmicas, se han adoptado las condiciones exteriores de cálculo que se muestran a continuación. Decir que se han tomado siempre como referencia datos normalizados, como los de la norma *UNE*, o datos contrastados, como los procedentes de organismos competentes como la *Agencia Estatal de Meteorología (AMET)* o la *Asociación Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR)*.

TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES EN ZARAGOZA (°C)												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tª máx.	10,3	13,3	16,6	18,7	23,2	27,7	31,5	31	26,7	20,7	14,3	10,7
Tª mín	2,4	3,5	5,2	7,4	11,2	14,8	17,6	17,8	14,7	10,3	5,8	3,5

Tabla 1. Temperaturas máximas y mínimas medias mensuales en el municipio de Zaragoza

1.2.2 COEFICIENTES DE AJUSTE POR TIPO DE SERVICIO Y ORIENTACIÓN

Estos coeficientes se aplican para ajustar las cargas térmicas a las condiciones del servicio y la orientación del edificio.

El coeficiente de intermitencia es un coeficiente de seguridad que se utiliza debido a que en las antiguas instalaciones colectivas sin contabilización de consumo, el generador arrancaba únicamente en horario predefinido.

El coeficiente de mayoración se emplea como otro coeficiente de seguridad.

A continuación podemos ver los coeficientes utilizados:

CARACTERÍSTICA	VALOR
Coeficiente de mayoración por la orientación N	1,15
Coeficiente de mayoración por la orientación S	1
Coeficiente de mayoración por la orientación E	1,10
Coeficiente de mayoración por la orientación O	1,05
Suplemento de intermitencia	1,05
Coeficiente de mayoración de cargas (Invierno)	1,1
Coeficiente de mayoración de cargas (Verano)	1,05

Tabla 2. Coeficientes de ajustes por servicio y orientación

1.3 CONDICIONES DE CÁLCULO PARA AGUA CALIENTE SANITARIA

Las condiciones de temperatura del agua caliente sanitaria se han tomado de los datos normalizados que se rigen según la norma *UNE* y los datos contrastados de un organismo con competencias en la materia como es el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*.

TEMPERATURAS	VALOR	REFERENCIA
Temperatura mínima del agua de red	8°C	UNE 94.002/95
Temperatura mínima de consumo	50°C	IDAE
Temperatura de acumulación	60°C	IDAE

Tabla 3. Condiciones de temperaturas para el agua caliente sanitaria

A continuación se muestran las temperaturas medias mensuales del agua de red de Zaragoza:

Mes	TEMPERATURA DEL AGUA DE LA RED (°C)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8	13

Tabla 4. Condiciones de temperatura del agua de la red

Para el cálculo del consumo medio diario de A.C.S se considera que el consumo medio de A.C.S es de 22 litros/persona*día a 60°C, tal y como recoge la tabla 4.1 *Demanda de referencia a 60°C en la página 62 del Documento Básico HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*.

1.4 CONDICIONES DE CÁLCULO PARA ENERGÍA SOLAR

Las condiciones de cálculo que se han actualizado para el cálculo de la instalación de energía solar se han extraído de los datos normalizados que marca la norma *UNE* y de datos contrastados de organismos con competencias en la materia como son la *Comisión Europea de Energía Solar (European Commission Joint Research Centre)* o la *Agencia Estatal de Meteorología (AMET)*. Las condiciones utilizadas son las que se muestran a continuación:

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Radiación Diaria (MJ/m ²)	7,4	11,6	16,8	21	24,3	27,2	27,9	23,9	18,9	12,7	8,5	6,4

Tabla 5. Radiación global diaria

El resto de condiciones utilizadas para el cálculo de la energía solar térmica se han definido anteriormente en el apartado *1.3 CONDICIONES DE CÁLCULO PARA AGUA CALIENTE SANITARIA*.

ANEXO 2

1. CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA

En este anexo se procede al cálculo de las necesidades de agua caliente sanitaria (A.C.S.) para el edificio de viviendas. Con la ayuda de la normativa que se encuentra en el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (R.I.T.E.)* y en el *Código Técnico de la Edificación (C.T.E.)*, se obtendrán dichos cálculos prestando especial atención a lo que estos reglamentos establecen sobre la prevención de la legionelosis y la *Legionella Pneumophila*. Los cálculos se realizan mediante tablas Excel de elaboración personal con la ayuda del documento "Agua caliente sanitaria central", elaborado por el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (I.D.A.E.)*.

1.1 CONDICIONES DE CÁLCULO PARA AGUA CALIENTE SANITARIA

Se han tomado como referencia los datos normalizados de la norma *UNE* y los datos contrastados que el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía* ofrece, para tomar los valores de temperatura del agua caliente sanitaria. Esto se ha detallado en el *ANEXO 1. CONDICIONES DE CÁLCULO PARA AGUA CALIENTE SANITARIA*, y volvemos a ver a continuación:

TEMPERATURAS	VALOR	REFERENCIA
Temperatura mínima del agua de red	8°C	UNE 94.002/95
Temperatura mínima de consumo	50°C	IDAE
Temperatura de acumulación	60°C	IDAE

Tabla 1. Condiciones de cálculo para el agua caliente sanitaria

A la hora de calcular el consumo medio diario de A.C.S se considera que el consumo medio del mismo es 22 litros/persona y día a 60°C. Estos datos se han extraído de la tabla 3.1 de la página 72 del *documento básico HE-4 del Código Técnico de la Edificación*:

Criterio de consumo de ACS para diseño de instalaciones		
Tipo de edificio	Litros/día a 60 °C	Energía para T Red = 15 °C
Viviendas unifamiliares	30 por persona	573 kWh/año persona
Viviendas multifamiliares	22 por persona	420 kWh/año persona
Hospitales y clínicas	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Hotel 4*	70 por cama	1.337 kWh/año cama
Hotel 3*	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Hotel/Hostal 2*	40 por cama	764 kWh/año cama
Hostal/Pensión 1*	35 por cama	668 kWh/año cama
Camping	40 por emplazamiento	764 kWh/año emplazamiento
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15 por servicio	286 kWh/año servicio
Escuela	3 por alumno	57 kWh/año alumno
Cuarteles	20 por persona	382 kWh/año persona
Fábricas y talleres	15 por persona	286 kWh/año persona
Administrativos	3 por persona	57 kWh/año persona
Gimnasios	20 a 25 por usuario	477 kWh/año usuario
Lavanderías	3 a 5 por kg de ropa	95 kWh/año kg de ropa
Restaurantes	5 a 10 por comida	191 kWh/año comida
Cafeterías	1 por almuerzo	19 kWh/año almuerzo

Tabla 2. Consumo medio diario a 60° C de agua caliente sanitaria (fuente: HE-4 del C.T.E, 26/06/2017)

El número de habitantes por vivienda que se tiene que considerar en pisos es el que se corresponde con la siguiente tabla que recoge el HE-4 del C.T.E en la página 72:

Nº de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	>7
Nº de personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº Dormitorios

Estimación del número de personas en función del número de dormitorios de la vivienda

Tabla 3. Número de habitantes por vivienda considerado según el número de dormitorios (fuente: HE-4 del C.T.E, 26/06/2017)

El consumo diario se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo diario} = \text{Número de personas} \times 22 \text{ litros} / \text{día persona}$$

En el caso que ocupa:

- Número de pisos: 8
- Número de viviendas por piso: 4
- Número de dormitorios por vivienda: 3
- Número de personas por vivienda: 4
- Número total de personas por piso: $4 \times 4 = 16$ personas / piso
- Número total de personas en el edificio: $16 \times 8 = 128$ personas / edificio

La ocupación total es de 128 personas; con lo que el consumo diario es:

$$\text{Consumo diario} = 128 * 22 = 2.816 \text{ litros/día a } 60^{\circ}\text{C}$$

1.2 DEMANDA ENERGÉTICA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

A partir de los datos anteriores y con la ayuda de la tabla Excel de elaboración propia que se muestra a continuación, se calcula la demanda energética para cada mes.

MES	OCUPACIÓN (%)	NÚMERO DE DÍAS / MES	CONSUMO MENSUAL (m ³)	T ^º DE AGUA DE RED (°C)	SALTO TÉRMICO (°C)	DEMANDA (MJ)	DEMANDA (kWh)
Enero	100	31	87,30	8	52	19.001,89	5.278,30
Febrero	100	28	78,85	9	51	16.832,94	4.675,82
Marzo	100	31	87,30	10	50	18.271,05	5.075,29
Abril	100	30	84,48	12	48	16.974,40	4.715,11
Mayo	100	31	87,30	15	45	16.443,95	4.567,76
Junio	100	30	84,48	17	43	15.206,23	4.223,95
Julio	100	31	87,30	20	40	14.616,84	4.060,23
Agosto	100	31	87,30	19	41	14.982,26	4.161,74
Septiembre	100	30	84,48	17	43	15.206,23	4.223,95
Octubre	100	31	87,30	14	46	16.809,37	4.669,27
Noviembre	100	30	84,48	10	50	17.681,66	4.911,57
Diciembre	100	31	87,30	8	52	19.001,89	5.278,30
DEMANDA TOTAL ANUAL						201.028,73	55.841,31

Tabla 4. Cálculo de la demanda energética de agua caliente sanitaria

La descripción de los valores mostrados para cada columna de la tabla anterior es la siguiente:

- Ocupación: estimación del porcentaje mensual de ocupación.
- Consumo mensual: se calcula multiplicando el consumo diario por el número de días del mes.
- Temperatura de red: temperatura a la que el agua es suministrada (tabla 4, Anexo 1).
- Demanda: demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente (MJ).

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{ACS} = \rho * C * C_p * \Delta T$$

Siendo:

- Q_{ACS} : Demanda de agua caliente (MJ)
- ρ : Densidad volumétrica del agua (Kg/m^3)
- C : Consumo mensual (m^3)
- C_p : Calor específico del agua ($\text{KJ}/\text{Kg}^\circ\text{C}$)
- ΔT : Salto térmico, diferencia de temperaturas entre 60°C y el agua de red ($^\circ\text{C}$)

Finalmente, se calcula que la demanda total anual de energía para agua caliente sanitaria se estima en:

$$\text{Demanda} = 201.028,73 \text{ (MJ)} = 201.028,73 \text{ (MW*s)} * 1.000 \text{ (kW/MW)} * (h/3.600 \text{ s}) = 55.841,31 \text{ kWh}$$

1.3 CAUDAL MÁXIMO SIMULTÁNEO DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Se calcula primero los caudales instantáneos. Estos se obtienen como la suma de los caudales de todos los aparatos del edificio, aplicando un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no todos los aparatos de un mismo edificio se utilizan a la vez. Se utilizará para ello la siguiente expresión:

$$Q_c = A * (Q_T)^B + C$$

El parámetro Q_T corresponde al caudal total, suma de todos los aparatos del edificio. Tiene un valor de 19,6 l/s, y se ha calculado a partir de los siguientes datos tabulados que facilita el IDAE mediante la utilización de las tablas que se adjuntan.

Cálculo de los caudales (l/s) y aparatos				
Zonas y locales	ACS			
	Aparatos	Unitario	Total	
Cocina	Fregadero	1	0,1	0,1
	Lavadora	1	0,15	0,15
	Lavavajillas	1	0,1	0,1
	Total cocina	3	-	0,35
Baño	Bañera >1,40 m	1	0,2	0,2
	Lavabo	1	0,065	0,065
	Bidé	1	0,065	0,06
	Inodoro con cisterna	-	-	-
Total baño	3	-	0,33	
Aseo	Ducha	1	0,1	0,1
	Lavabo	1	0,065	0,065
	Inodoro con cisterna	-	-	-
Total aseo	2	-	0,165	
Total vivienda	8	-	0,845	

Tabla 5. Caudal unitario de A.C.S para los distintos aparatos (fuente: HE-4 del C.T.E, 26/06/2017)

Según la tabla anterior y contabilizando el número de aparatos que hay en el edificio, se calcula el caudal total de A.C.S.:

		Nº APARATOS	A.C.S. UNITARIO (l/s)	CAUDAL A.C.S (l/s)
	Fregadero	32	0,1	3,2
COCINA	Lavadora	32	0,15	4,8
	Lavavajillas	32	0,1	3,2
	Total cocina			11,2
BAÑO	Lavabo	16	0,065	1,04
	Total baño			1,04
ASEO	Ducha	32	0,1	3,2
	Lavabo	32	0,065	2,08
	Bidé	32	0,065	2,08
Total aseo			7,36	
CAUDAL TOTAL A.C.S			19,6	

Tabla 6. Cálculo de caudal de A.C.S

Un breve comentario de la tabla anterior. Los pisos A y B tienen baño y aseo, mientras que los pisos C y D sólo aseo, de ahí el gran número de lavabos. De la tabla se obtiene que el caudal total de A.C.S es 19,6 l/s, como se había comentado antes.

Las constantes A, B y C son coeficientes que dependen del tipo de edificio, de los caudales totales del edificio y de los caudales máximos por aparatos. Sus valores se obtienen también del IDAE y se recogen en la siguiente tabla:

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_r	A	B	C
Viviendas	< 0,5	≤ 20	0,682	0,450	-0,140
	≥ 0,5	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	≥ 0,5	≤ 20	1,700	0,210	-0,700
	Sin Límite	> 20	1,700	0,210	-0,700

Tabla 7. Valores de las constantes A, B y C para el cálculo del caudal máximo simultáneo (fuente: HE-4 del C.T.E, 26/06/2017)

Donde Q_u es el caudal mayor de los aparatos unitarios, que es 0,15 l/s.

Con este valor y el calculado en la tabla 6, se comprueba que los valores de las constantes son:

$$A = 0,682$$

$$B = 0,45$$

$$C = -0,14$$

Una vez conocido el valor de todos los parámetros conocidos, se calcula el caudal simultáneo de cálculo:

$$Q_c = A \cdot (Q_T)^B + C = 0,682 \cdot (19,6)^{0,45} - 0,14 = 2,46 \text{ l/s}$$

Obteniéndose pues, que el caudal máximo simultáneo de agua caliente sanitaria es 2,46 l/s.

1.4 POTENCIA NECESARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA. VOLUMEN DE ACUMULACIÓN

En este apartado se procede a calcular la potencia necesaria para A.C.S. Los cálculos se han efectuado atendiendo al documento "Agua caliente sanitaria central", elaborado por el IDAE (*Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía*).

La producción de A.C.S está determinada por el binomio "potencia/capacidad de la acumulación", donde la capacidad de acumulación suele ser la variable a elegir. Para dimensionar la instalación de producción de A.C.S debe considerarse que la energía aportada (producción más acumulación) ha de igualar a la consumida en la punta; por ello, si los volúmenes de acumulación son menores, las potencias deberán ser mayores (sistemas de semiacumulación, o semiinstantáneos) y si los volúmenes de acumulación son mayores, las potencias podrán ser inferiores (sistemas de acumulación).

La potencia a instalar será:

$$P = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16 / \eta_{\text{prdACS}}$$

El parámetro Q_{punta} es el consumo en la hora punta del año. No existen datos oficiales publicados ni normas establecidas para el cálculo del mismo, todos los métodos existentes son empíricos basados en estimaciones. Por ello, hipótesis conservadoras que conllevan sistemas que no presentan problemas de funcionamiento, suelen tomar como consumo en la hora punta el 50% del consumo medio diario en edificios de viviendas. Es por ello que se toma un valor de Q_{punta} igual a 1.408 litros (se recuerda que el consumo diario medio de agua en el edificio es de 2.816 litros/día a 60°C).

El parámetro T_{ACS} corresponde a la temperatura (°C) de consumo de A.C.S que se ha determinado en 50°C, ya que según el apartado de prevención de legionelosis del documento "Agua caliente sanitaria central" del IDAE, se deben asegurar los 50°C en los puntos más alejados para combatir la bacteria.

El parámetro T_{AFCH} es la temperatura (°C) del agua de la red, depende del mes y la localidad. Se ha cogido el valor más desfavorable para la ciudad de Zaragoza, 8°C para el mes de enero y diciembre.

El parámetro $V_{\text{acumulación}}$ es el volumen del depósito. Este valor lo escoge el diseñador de la instalación, pero como bien se ha comentado antes, su elección influirá en la potencia a

instalar. Se ha escogido una capacidad de acumulación equivalente a un 25% del consumo diario, que equivale a un depósito de

$$V_{acumulación} = 2.816 \text{ (litros)} * 0,25 = 704 \text{ litros}$$

Debido a lo encontrado en el mercado, los tanques con un volumen de acumulación más próximo a lo estimado son de 770 litros, así que se utilizará este valor para los próximos cálculos.

La $T_{acumulación}$ es la temperatura de acumulación del agua, que se ha fijado en 60°C para evitar problemas de legionela.

El factor $F_{uso\ acumulación}$ es el factor de uso del volumen acumulado. Depende de la geometría del depósito, ya que en el interior del mismo existe una zona de mezcla entre las aguas frías y calientes, en la cual la temperatura resulta inferior a la de uso, por lo que dicho volumen no puede ser utilizado. La fórmula que se utiliza para calcularlo es:

$$F_{uso\ acumulación} = 0,63 + 0,14 * H/D$$

Donde H y D se corresponden con la altura y el diámetro, respectivamente. El depósito escogido tiene una altura de 1.840 mm. y un diámetro de 950 mm.

Usando estos datos, se obtiene un valor de $F_{uso\ acumulación}$ de:

$$F_{uso\ acumulación} = 0,63 + 0,14 * H/D = 0,63 + 0,14 * (1840/950) = 0,901 \text{ (90,1\%)}$$

El parámetro η_{prdACS} se corresponde con el rendimiento de la instalación de producción de A.C.S. Tomando un valor conservador, se ha estimado un valor del 75%.

Con todos los parámetros definidos, se puede calcular la potencia requerida para la producción de A.C.S, obteniendo un valor de:

$$P = [Q_{punta} * (T_{ACS} - T_{AFCH}) - V_{acumulación} * (T_{acumulación} - T_{AFCH}) * F_{uso\ acumulación}] * 1,16 / \eta_{prdACS}$$

$$P = [1408 * (60-8) - 770 * (60-8) * 0,901] * 1,16 / 0,75 = 57.443,14 \text{ W (57.44 kW)}$$

Lo que equivale a unos 1,80 kW/vivienda.

El tiempo de recuperación para el calentamiento del depósito es:

$$\underline{\text{Tiempo de recuperación}} = 770 \text{ (l)} * (60-8) \text{ (}^\circ\text{C)} * 1,16 \text{ (Wh/l }^\circ\text{C)} / [57.443,14 \text{ (W)} * 0,75]$$

$$= 1.078 \text{ horas} = \underline{65 \text{ minutos}}$$

A*NEXO 3*

1. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica se sugiere el método f-Chart, que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar; es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo.

Ya que el objeto es el calcular las estimaciones a largo plazo, no es problema utilizar este tipo de cálculo, otra cosa sería aplicarlo para estimaciones de tipo semanal o diario.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales medios meteorológicos obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Son perfectamente válidos para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento, en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos.

La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029*D_1 - 0,065*D_2 - 0,245*D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

La secuencia de trabajo a seguir será la siguiente:

1. Elección de paneles solares
2. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de A.C.S.
3. Valoración de la radiación solar incidente en la superficial inclinada del captador o captadores
4. Cálculo del parámetro D_1
5. Cálculo del parámetro D_2
6. Determinación de la cobertura solar mensual f
7. Valoración de la cobertura solar mensual
8. Dimensionamiento y orientación de la superficie de captación

1.1 ELECCIÓN DE PANELES SOLARES

Los datos correspondientes de los colectores solares tenidos en cuenta para el desarrollo de los cálculos son:



Figura 1. Colector solar Logasol SKS 4.0 vertical (fuente: www.buderus.es, 25/05/17)

Captador solar		Logasol SKS 4.0 S	Logasol SKS 4.0 W
Tipo de montaje		vertical	horizontal
Dimensiones	▶ [mm]	1.145 x 2.070 x 90	2.070 x 1.145 x 90
Área total	▶ [m ²]	2,4	2,4
Área de apertura	▶ [m ²]	2,1	2,1
Área de absorción	▶ [m ²]	2,1	2,1
Volumen de absorbedor	▶ [l]	1,43	1,76
Peso vacío m	▶ [kg]	46	47
Revestimiento		Altamente selectivo (PVD)	
	Absortividad ▶ [%]	95 ± 2	
	Emisividad ▶ [%]	5 ± 2	
Factor de eficiencia η^*		0,851	0,851
Coef. pérdida lineal K_1		4,036	4,036
Coef. Pérdida secundario K_2	▶ [W/m ² K ²]	0,0108	0,0108
Capacidad térmica (J/K)		10080	10080
IAM_dir (50°)		0,95	0,95
Presión máxima p_{max}	▶ [bar]	10	10
Caudal nominal		50	50

Figura 2. Características del colector solar Logasol SKS 4.0 vertical (fuente: www.buderus.es, 25/05/17)

1.2 VALORACIÓN DE LAS CARGAS CALORÍFICAS PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE A.C.S

Las cargas caloríficas determinan la cantidad de calor necesaria mensual para calentar el agua destinada al consumo doméstico, habiéndose calculado anteriormente en el *Anexo 2. CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA, apartado 1.2 Demanda energética de agua caliente sanitaria.*

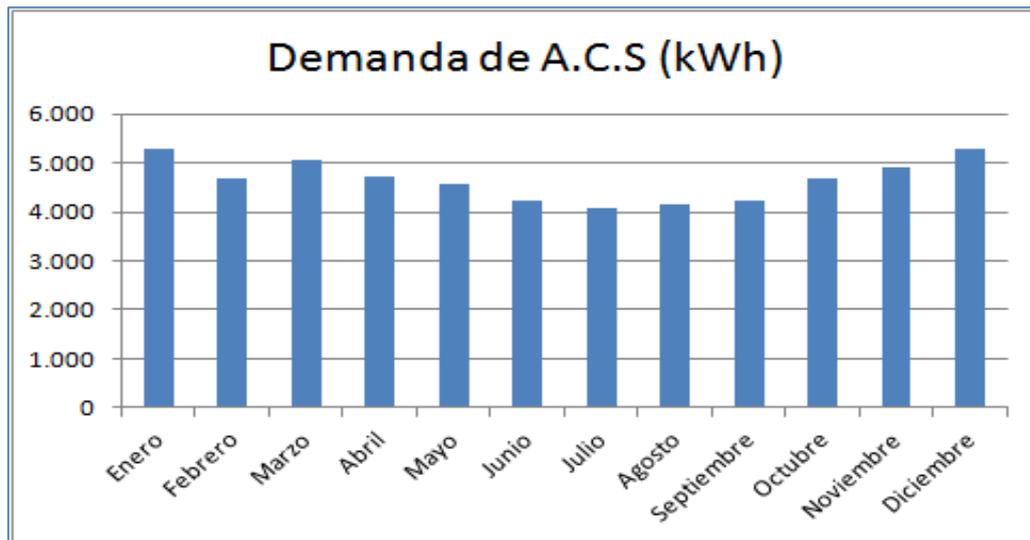
$$Q_{ACS} = \rho * C * C_p * \Delta T$$

Se rescata la tabla de la demanda de agua caliente sanitaria:

MES	DEMANDA (MJ)	DEMANDA (kWh)
Enero	19.001,89	5.278,30
Febrero	16.832,94	4.675,82
Marzo	18.271,05	5.075,29
Abril	16.974,40	4.715,11
Mayo	16.443,95	4.567,76
Junio	15.206,23	4.223,95
Julio	14.616,84	4.060,23
Agosto	14.982,26	4.161,74
Septiembre	15.206,23	4.223,95
Octubre	16.809,37	4.669,27
Noviembre	17.681,66	4.911,57
Diciembre	19.001,89	5.278,30
	201.028,73	55.841,31

Tabla 1. Demanda energética para el agua caliente sanitaria

En la gráfica siguiente, puede verse la evolución de la demanda en kWh según el mes:



Gráfica 1. Demanda mensual de agua caliente sanitaria en kWh

1.3 VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DEL CAPTADOR O CAPTADORES

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_A = S_C * F_{\tau'}(\tau\alpha) * R_1 * N$$

donde:

- S_C = Superficie del captador (m^2)
- R_1 = Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie del captador por unidad de área (kJ/m^2)
- N = Número de días del mes
- $F_{\tau'}(\tau\alpha)$ = Factor adimensional, que viene dado por la siguiente expresión:

$$F_{\tau'}(\tau\alpha) = F_{\tau}(\tau\alpha)_n [(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n]^n * (F_{\tau'}/F_{\tau})$$

donde:

- $F_{\tau}(\tau\alpha)_n$ = Factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador.
- $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ = Modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante: 0,96 (superficie transparente sencilla) o 0,94 (superficie transparente doble).
- $(F_{\tau'}/F_{\tau})$ = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

1.4 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$$D_1 = \text{Energía absorbida por el captador} / \text{Carga calorífica mensual}$$

debiéndose cumplir la acotación:

$$0 < D_1 < 3$$

1.5 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre las pérdidas de energía en el captador para una determinada temperatura y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

$$D_2 = \text{Energía perdida por el captador} / \text{Carga calorífica mensual}$$

Con:

$$0 < D_2 < 18$$

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c * F_{\tau'} U_L (100 - T_a) \Delta t K_1 K_2$$

donde:

- S_c = Superficie del captador (m^2)
- $F_{\tau'} U_L = F_{\tau} U_L (F_{\tau'} / F_{\tau})$

donde:

- $F_{\tau} U_L$ = Pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador)
- T_a = Temperatura media mensual del ambiente
- Δt = Período de tiempo considerado en segundos (s)
- K_1 = Factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = [kg \text{ acumulación} / (75 S_c)]^{-0,25}$$

- K_2 = Factor de corrección para A.C.S. que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = 11,6 + 1,18 T_{ac} + 3,86 T_{red} - 2,32 T_a / (100 - T_a)$$

donde:

- T_{ac} = Temperatura mínima del A.C.S.
- T_{red} = Temperatura del agua de red
- T_a = Temperatura media mensual del ambiente

1.6 DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR f

Una vez obtenido D_1 y D_2 , aplicando la ecuación inicial se calcula la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar.

De esta forma, la energía útil captada cada mes, Q_u , tiene el valor:

$$Q_u = f * Q_a$$

donde:

$$Q_a = \text{Carga calorífica mensual de A.C.S.}$$

Mediante igual proceso operativo que el desarrollado para un mes, se operará para todos los meses del año. La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas caloríficas, o necesidades mensuales de calor, determinará la cobertura anual del sistema:

$$\text{Cobertura solar anual} = \sum_{u=1}^{u=12} Q_u \text{ necesaria} / \sum_{a=1}^{a=12} Q_a \text{ necesaria}$$

1.7 VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL

A continuación se recogen los resultados obtenidos para la radiación solar incidente sobre los captadores solares (E_A), los parámetros D_1 y D_2 así como lo que interesa, el valor de la cobertura solar mensual f :

MES	RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE (kWh/m2)	D1	D2	f (%)
Enero	2,06	0,46	1,30	34
Febrero	3,22	0,81	1,77	57
Marzo	4,67	1,07	2,02	72
Abril	5,83	1,41	2,30	88
Mayo	6,75	1,63	2,68	96
junio	7,56	1,93	2,78	106
Julio	7,75	1,99	3,10	106
Agosto	6,64	1,68	2,78	97
Septiembre	5,25	1,34	2,29	85
Octubre	3,53	0,84	1,96	59
Noviembre	2,36	0,56	1,30	42
Diciembre	1,78	0,40	1,31	29
			Cobertura solar media (%)	73

Tabla 2. Resumen de los resultados obtenidos en el Anexo presente

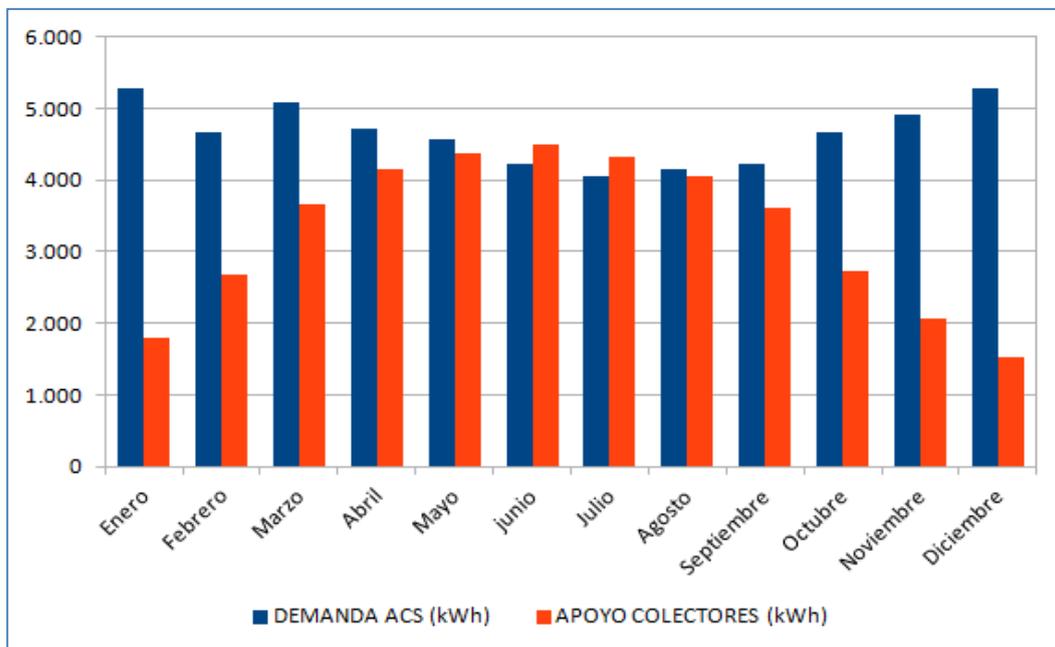
De los resultados obtenidos se puede concluir que la instalación cumpliría la normativa exigida por el *Código Técnico de la Edificación*, tal y como se recoge en las páginas 11 y 12 de la *Sección HE4 Contribución Solar mínima del agua caliente sanitaria del Documento Básico HE del Ahorro de la Energía*. Éste recoge que la energía producida no puede superar en ningún mes el 110% de la demanda de consumo y no puede haber una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos. Además, la cobertura solar anual no podrá ser menor al 60%.

Como se observa en la tabla, el valor máximo que se recoge es del 106%, con lo que se respeta el máximo del 110% establecido y, además, sólo en los meses de junio y julio se supera el 100%, sin llegar a los 3 meses consecutivos. Para terminar, la cobertura solar anual obtenida es del 71%; por lo que también, en este aspecto, la instalación cumplirá con la reglamentación vigente.

MES	f (%)	DEMANDA ACS (kWh)	APOYO COLECTORES (kWh)
Enero	34	5.278,30	1.802,04
Febrero	57	4.675,82	2.673,77
Marzo	72	5.075,29	3.655,98
Abril	88	4.715,11	4.163,75
Mayo	96	4.567,76	4.379,84
junio	106	4.223,95	4.487,66
Julio	106	4.060,23	4.316,67
Agosto	97	4.161,74	4.053,00
Septiembre	85	4.223,95	3.602,04
Octubre	59	4.669,27	2.736,40
Noviembre	42	4.911,57	2.059,50
Diciembre	29	5.278,30	1.527,53
TOTAL	70,66%	55.841,31	39.458,19

Tabla 3. Comparativa entre los valores de la demanda de A.C.S y el apoyo de los colectores (kWh)

De una manera visual, se puede comprobar qué parte de la demanda energética de A.C.S mensual queda cubierta por el apoyo que ofrece la instalación de paneles solares.



Gráfica 2. Comparativa entre la demanda energética de A.C.S y el apoyo de los colectores (kWh)

1.8 DIMENSIONADO Y ORIENTACIÓN DE LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN

Para el dimensionado de los colectores solares, existe un cierto margen con el cual se puede trabajar para establecer los metros cuadrados de captación. Ese margen viene dado por la relación entre el volumen de acumulación del agua caliente sanitaria y la propia área de captación:

$$50 < V/A < 180$$

donde, como se ha comentado:

- V = volumen de acumulación del tanque de agua caliente sanitaria (litros)
- A = metros cuadrados de la superficie de captación

Desde el principio se ha establecido que el nuevo tanque de acumulación tendría un volumen de 770 litros, luego cualquier área de captación que cumpla la relación anterior, será válida para la instalación. Sabiendo esto y que el captador propuesto tiene una superficie útil de captación de 2,1 m², las variantes que se presentan son las siguientes:

Num captadores	V/A
1	366,67
2	183,33
3	122,22
4	91,67
5	73,33
6	61,11
7	52,38
8	45,83
9	40,74
10	36,67
11	33,33

Tabla 4. Relación entre el número de captadores y el sistema de acumulación

Con "A" igual al número de captadores multiplicando el área de los mismos, en la tabla anterior se ve la cantidad de captadores que son capaces de hacer cumplir la relación comentada. Así pues, se establece que el número de captadores capaces de cubrir el 71% de la demanda energética de agua caliente sanitaria es de 7.

Una vez dimensionado el volumen de acumulación y la superficie de captación, queda establecer la orientación de los paneles. Tal y como establece el *Documento Básico del C.T.E H4*,

- El proyecto contemplará para obtener la máxima eficiencia en la captación de la energía solar que el subsistema de captación esté orientado al sur con un margen máximo de entre +25º y -25º. En circunstancias excepcionales, como las creadas por

edificaciones u obstáculos naturales, o para mejorar la integración en el edificio, se podrá modificar la mencionada orientación.

- Con el objeto de obtener el máximo aprovechamiento energético en instalaciones con una demanda de agua caliente sensiblemente constante a lo largo del año, si la inclinación del sistema de captación respecto a la horizontal es fija, se procurará que ésta sea igual a la latitud geográfica, es decir $41^{\circ}39'$. Esta inclinación puede variar entre $+10^{\circ}$ y -10° , según si las necesidades de agua caliente sean preferentemente en invierno o en verano. Cuando se prevean diferencias notables en la demanda entre diferentes meses o estaciones, podrá adoptarse el ángulo de inclinación que resulte más favorable con relación a la estacionalidad de la demanda. En resumen, en verano deberán estar orientados con una inclinación de $31^{\circ}39'$ y en invierno con una inclinación de $51^{\circ}39'$; pero siempre orientados al sur. Por ello, se escogerá la cara sur del edificio para su ubicación.

A*NEXO 4*

1. CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA DE LA CALDERA

En este anexo se procederá al cálculo de la potencia necesaria que tendrá que suministrar la caldera para hacer frente a las necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria del edificio a lo largo del año.

1.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN A PARTIR DE LOS CONSUMOS REALES DE COMBUSTIBLE

Se cuenta con el consumo de gasoil de los últimos 3 años. Estos valores se recogen en la Tabla 1 que puede verse a continuación.

FECHA	LITROS
24/12/2013	5.998
28/01/2014	5.998
04/03/2014	6.001
23/10/2014	5.597
16/12/2014	5.998
14/01/2015	5.997
11/02/2015	5.997
20/03/2015	4.997
28/08/2015	4.997
03/12/2015	6.008
08/01/2016	5.000
04/02/2016	6.002
10/03/2016	5.004
14/04/2016	4.998
11/11/2016	6.563
20/12/2016	5.999

Tabla 1. Consumos de gasoil de los últimos 3 años

Para calcular el consumo de litros de gasoil anual, se hará un promedio de los litros consumidos los últimos 3 años:

$$\begin{aligned} \text{Consumo litros gasoil anual} &= (\text{Consumo litros 2.014} + \text{Consumo litros 2.015} + \text{Consumo litros 2.016}) / 3 \\ &= (29.592 + 27.996 + 33.566) / 3 = 30.384,67 \text{ litros gasoil} \end{aligned}$$

Conocido el consumo de gasoil, sabiendo que el PCI del gasoil es de 11,8 (kWh/kg) y que la densidad del mismo es 832 kg/m³, resulta posible calcular la demanda total de calefacción y agua caliente sanitaria que debe cubrir la caldera. Decir, que tanto el PCI como la densidad del gasoil se han obtenido de la página web del IDAE (ver bibliografía).

$$\begin{aligned} \text{Demanda total} &= \text{PCI gasoil} * \text{Densidad gasoil} * \text{Consumo anual gasoil} \\ &= 11,8 \text{ (kWh/kg)} * 832 \text{ (kg/m}^3\text{)} * 30.384,67 \text{ (litros)} * (1 \text{ m}^3 / 1.000 \text{ litros}) = 298.304,50 \text{ kWh/año} \end{aligned}$$

Ahora debe tenerse en cuenta que el rendimiento de la caldera es del 96%. Así pues:

$$\text{Demanda total útil} = 298.304,50 * 0,96 = 286.372,32 \text{ kWh/año}$$

Esta demanda total útil será la necesaria para hacer frente a la demanda de calefacción y a la demanda de agua caliente sanitaria anual. Del ANEXO 2, CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA, punto 1.2, se obtiene una demanda total anual de agua caliente sanitaria de 55.841,31 kWh. Con estos datos se puede calcular la demanda de calefacción:

$$\text{Demanda total útil} = 286.372,32 \text{ kWh/año} = \text{Demanda calefacción} + \text{Demanda A.C.S}$$

$$\text{Demanda calefacción} = 286.372,32 \text{ (kWh/año)} - 55.841,31 \text{ (kWh/año)} = 230.531,01 \text{ kWh/año}$$

1.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA A INSTALAR

El método utilizado para el cálculo de las necesidades de calefacción es el método de los GRADOS-DÍA para calefacción. Los Grados-Día para calefacción (GDcal) son la suma de las diferencias de temperatura entre una temperatura base de referencia y la temperatura media de un día a lo largo de un período de tiempo definido. Como se quiere calcular la demanda mensual, este período será un mes. A partir de los GDcal, se puede calcular la cantidad de energía necesaria para calefactar el edificio objeto del proyecto.

1.2.1. CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO

De manera similar al caso del cálculo de las cargas térmicas de calefacción, se han adoptado las condiciones de cálculo detalladas en el ANEXO 1, tomando siempre como referencia datos normalizados, como los de la norma UNE o los del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE 1027/2007).

CONDICIONES DE CÁLCULO	VALOR	REFERENCIA
Percentil para invierno	97,50%	UNE 100.001-2001
Temperatura exterior invierno	- 1,8 °C	UNE 100.001-2001
Temperatura interior invierno	21 °C	R.I.T.E

Tabla 2. Condiciones de cálculo para invierno

Los datos climáticos de temperatura se han obtenido de los datos proporcionados por la *Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)*. En el caso de calefacción, la temperatura base de referencia se considera la misma que la temperatura interior de proyecto para invierno, esto es, 21°C.

La fórmula para el cálculo de los Grados-Día para calefacción es la siguiente:

$$GDcal = \sum_{i=1}^n \left(T_{Bc} - \frac{T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n}}{2} \right) N_i X_c$$

Donde

- T_{Bc} es la temperatura base de calefacción, 21°C
- T_{máx} es la temperatura máxima media mensual, en °C
- T_{mín} es la temperatura mínima media mensual, en °C
- N_i es la cantidad de días del mes considerado
- X_c es un coeficiente lógico que vale 1 cuando la temperatura media mensual es menor a la T_{Bc} y cero cuando es mayor

1.2.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Mediante una tabla Excel de elaboración propia, que se adjunta a continuación, se calculan los GDcal para cada mes del año a partir de los datos climáticos de temperatura.

Mes	T _{máx}	T _{mín}	Días/mes	X _c	Gdcal
Enero	10,3	2,4	31	1	454,15
Febrero	13,3	3,5	28	1	352,8
Marzo	16,6	5,2	31	1	313,1
Abril	18,7	7,4	30	1	238,5
Mayo	23,2	11,2	31	1	117,8
Junio	27,7	14,8	30	0	0
Julio	31,5	17,6	31	0	0
Agosto	31	17,8	31	0	0
Septiembre	26,7	14,7	30	1	9
Octubre	20,7	10,3	31	1	170,5
Noviembre	14,3	5,8	30	1	328,5
Diciembre	10,7	3,5	31	1	430,9

Tabla 3. Cálculo de los Grados-Día de calefacción

Con esto, se calcula la demanda energética de calefacción mensual mediante la fórmula:

$$D = \frac{P * GDcal * 24}{\Delta T}$$

donde:

- P es la carga térmica de calefacción (kW)
- GDcal son los Grados-Día que se acaban de calcular
- ΔT es la diferencia de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) entre la temperatura base para calefacción, 21°C (coincidente con la temperatura interior para invierno) y la temperatura exterior de cálculo para invierno, $-1,8^{\circ}\text{C}$.

Se llega a un punto donde se conoce la demanda total de calefacción. Ésta será igual a la suma de todas las demandas mensuales de calefacción que están en función de los Grados-Día, del incremento de temperatura entre el interior de la vivienda y el exterior, de la carga térmica y la potencia de calefacción, que es el objetivo.

Así pues, se procede a su cálculo:

Demanda calefacción = 230.531,01 kWh/año

Demanda calefacción = Demanda enero + Demanda febrero + Demanda marzo + Demanda abril + Demanda mayo + Demanda junio + Demanda julio + Demanda agosto + Demanda septiembre + Demanda octubre + Demanda noviembre + Demanda diciembre

donde,

*Demanda calefacción = $(P*454,15*1,053) + (P*352,8*1,053) + (P*313,1*1,053) + (P*238,5*1,053) + (P*117,8*1,053) + 0 + 0 + 0 + (P*9*1,053) + (P*170,5*1,053) + (P*328,5*1,053) + (P*430,9*1,053)$*

Demanda calefacción = $2.543,26*P = 230.531,01 \text{ kWh/año}$

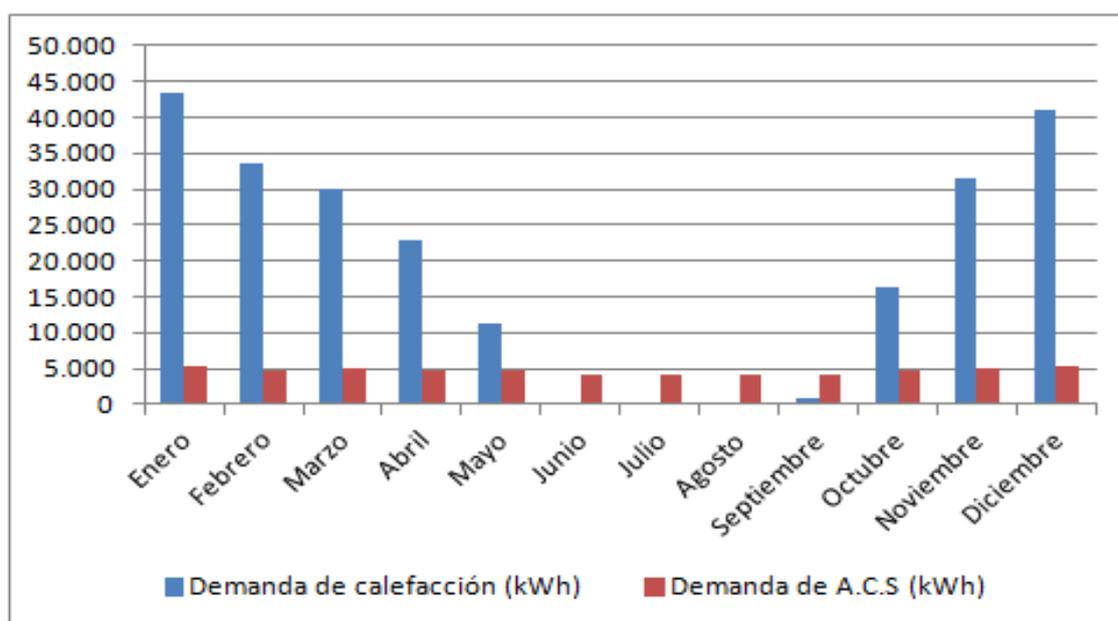
de donde resulta que la potencia de calefacción P es:

$$\mathbf{P = 90,64 \text{ kW}}$$

A modo de resumen, se recoge a continuación los resultados obtenidos:

Mes	Grados_Día	Demanda de calefacción (kWh)	Demanda de A.C.S (kWh)	Demanda total (kWh)
Enero	454,15	43.330,69	5.278,30	48.608,99
Febrero	352,8	33.660,83	4.675,82	38.336,65
Marzo	313,1	29.873,04	5.075,29	34.948,33
Abril	238,5	22.755,41	4.715,11	27.470,52
Mayo	117,8	11.239,36	4.567,76	15.807,12
Junio	0	0,00	4.223,95	4.223,95
Julio	0	0,00	4.060,23	4.060,23
Agosto	0	0,00	4.161,74	4.161,74
Septiembre	9	858,69	4.223,95	5.082,65
Octubre	170,5	16.267,49	4.669,27	20.936,76
Noviembre	328,5	31.342,36	4.911,57	36.253,93
Diciembre	430,9	41.112,40	5.278,30	46.390,70

Tabla 4. Demandas mensuales y totales de calefacción y A.C.S



Gráfica 1. Distribución mensual de la demanda de calefacción y A.C.S

Conocida la potencia para la calefacción, la potencia para el agua caliente sanitaria, el rendimiento de la caldera y asumiendo un 20% de pérdidas en la instalación, se concluye que la potencia necesaria que debe aportar la caldera es de:

$$\text{Potencia caldera} = (\text{Potencia calefacción} + \text{Potencia A.C.S}) * (\text{Pérdidas}) / (\text{Rendimiento caldera})$$

$$= (90,64 + 57,44) * 1,2 / (0,96) = \mathbf{185,1 \text{ kW}}$$

PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO CASO 1

 	CAMBIO A GAS	OP3822
	C.P. JULIAN SANZ IBAÑEZ 64	JULIO 2017

OFERTA

CAMBIO A GAS

**COMUNIDAD DE PROPIETARIOS
C/ JULIAN SANZ IBAÑEZ 64
ZARAGOZA**




innotec

 **SERCAL 2000, S.L.**
SERVICIO ASISTENCIA TÉCNICA

HACEMOS EFICIENTE SU ENERGÍA

	CAMBIO A GAS	OP3822
	C.P. JULIAN SANZ IBAÑEZ 64	JULIO 2017

4. **IMPORTE DE LA OFERTA**

Nota 1: La contratación de esta propuesta incluye un año de mantenimiento de la sala de calderas completamente GRATIS.

Nota 2: Los trabajos no especificados en la presente oferta, o los requeridos por cada vecino a título individual, no están incluidos en esta oferta, y por lo tanto deberán de contar con su aprobación para su ejecución.

Nota 3: Nuestra empresa puede ofrecer a la comunidad condiciones de financiación bancaria muy ventajosas en el caso de que la comunidad lo desee.

Nota 4: Los precios NO incluyen IVA. Se aplicará el IVA que esté en vigor en cada momento.

Nota 5: Forma de pago:

- 30% a la firma de contrato.
- Certificaciones quincenales hasta finalización de los trabajos.

IMPORTE CAMBIO A GASOLEO	
Importe	65.812,44.- €
IVA (21%)	13.820,61 €
TOTAL ANUAL	79.633,05.- €

Tabla 1. Presupuesto de cambio a gas.

En Zaragoza, a 25 de Julio de 2017

POR LA PROPIEDAD	POR MACOR CALEFACCIÓN S.L. (INNOTECH) C.I.F. B-50897982
Fdo:	Fdo: Luis Solsona Pérez
NºCueÿta:	Administrador

CAPÍTULO 01 GENERADORES TÉRMICOS		
TOTAL CAPÍTULO 01 GENERADORES TÉRMICOS.....		38.433,97
CAPÍTULO 02 CIRCUITO HIDRÁULICO		
TOTAL CAPÍTULO 02 CIRCUITO HIDRÁULICO.....		14.134,53
CAPÍTULO 03 RED DE TUBERÍAS Y VALVULERÍA		
TOTAL CAPÍTULO 03 RED DE TUBERÍAS Y VALVULERÍA.....		10.970,51
CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN DE GAS NATURAL		
TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN DE GAS NATURAL.....		4.884,21
CAPÍTULO 05 ELECTRICIDAD		
TOTAL CAPÍTULO 05 ELECTRICIDAD.....		4.890,28
CAPÍTULO 06 SEGURIDAD DETECCIÓN Y CORTE		
TOTAL CAPÍTULO 06 SEGURIDAD DETECCIÓN Y CORTE.....		1.154,44
CAPÍTULO 07 VENTILACIÓN		
TOTAL CAPÍTULO 07 VENTILACIÓN.....		1.035,90
CAPÍTULO 08 ALBAÑILERÍA, OBRA CIVIL Y DESGUACE		
TOTAL CAPÍTULO 08 ALBAÑILERÍA, OBRA CIVIL Y DESGUACE.....		3.857,00
CAPÍTULO 09 LEGALIZACIONES		
TOTAL CAPÍTULO 09 LEGALIZACIONES		2.819,60
CAPÍTULO 10 INERTIZACIÓN DEPÓSITO GASÓLEO		
TOTAL CAPÍTULO 10 INERTIZACIÓN DEPÓSITO GASÓLEO.....		6.251,00
CAPÍTULO 11 APORTACIÓN		
	1,00	-24.619,00
TOTAL CAPÍTULO 11 APORTACIÓN.....		-22.619,00
TOTAL		65.812,44

PRESUPUESTO CASO 2

ASUNTO: **PRESUPUESTO PARA REFORMA DE CALEFACCION E INSTALACION DE SUMINISTRO DE GAS NATURAL PARA SALAS DE CALDERAS.**

PETICIONARIO: **COMUNIDAD DE PROPIETARIOS.**

SITUACIÓN: **DR. JULIAN SANZ IBAÑEZ 64,
ZARAGOZA**

FECHA: **JULIO 2.017**

REFERENCIA: **17-079**



OSCAGAS, S.A.
Ingeniería e Instalaciones de Gas y Procesos Energéticos

Polígono Malpica

C/ F Oeste, s/n, Grupo Quejido, nave 99 50016 ZARAGOZA

Teléfono: 976 465 690

Fax: 976 465 718

Peticionario: CPP
Dr. Julián Sanz
Ibáñez 64

Asunto: **PRESUPUESTO PARA REFORMA DE
CALEFACCION E INSTALACION DE GAS
NATURAL PARA SALAS DE CALDERAS**

Fecha:
Julio 2017

RESUMEN DE LA OFERTA

Capitulo	Descripción	Importe
I.-	Instalación gas natural	3.131,00 .- Euros
II.-	Instalación Hidraulica	32.322,00 .- Euros
II/A.-	Generadores de calor y regulación telegestionada	22.513,00 .- Euros
III.-	Instalación electrica y sistemas de detección	9.140,00 .- Euros
IV.-	Ventilación y renovación de aire	2.157,00 .- Euros
V.-	Obra civil	3.307,00 .- Euros
VII.-	Evacuación de humos	2.154,00 .- Euros
VIII.-	Proyectos y legalización	2.500,00 .- Euros
	Aportación Redexis Gas	-21.020,00 .- Euros
	TOTAL	56.204,00 .- Euros

El presupuesto queda con un importe total de
**CINCUENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CUATRO EUROS
(56.204,00-€) IVA NO INCLUIDO.**

Redexis Gas aporta a la comunidad:

4 calderas BAXI BIOS PLUS 110F por un valor total de 22.600,00.-€ + IVA y además realizará sin coste alguno para la comunidad la acometida por la calle Dr. Julián Sanz Ibáñez. En contraprestación, la comunidad debe de abonar a Redexis Gas la cantidad de 2.700,00 .-€ + IVA en un único pago antes de la puesta en marcha de la

El Ingeniero Técnico Industrial
al servicio de OSCA GAS S.A.
José Palacios Bergua



Zaragoza, Julio 2017



P***RESUPUESTO*** ***INSTALACIÓN SOLAR***

ID	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.19.	<p>Suministro e instalación de captador solar térmico formado por batería de 7 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, modelo Logasol SKS 4.0-s "BUDERUS", con panel de montaje vertical de 1145x2070x90 mm, superficie útil 2,1 m², rendimiento óptico 0,851, coeficiente de Pérdidas primario 4,036 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,0108 W/m²K², según UNE-EN 12975-2, compuesto de panel de vidrio de alta transmisividad (granulado), lámina absorbidora de una sola pieza con tratamiento selectivo (Tinox-PVD), tubos absorbedores de doble meandro, aislamiento térmico, panel trasero, bastidor de fibra de vidrio negro con esquinas de plástico inyectado y vaina para sonda de temperatura, colocados sobre estructura soporte para cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y fijación, conjunto de conexiones hidráulicas entre captadores solares térmicos, líquido de relleno para captador solar térmico, válvula de seguridad, purgador, válvulas de corte y demás accesorios. Totalmente montado, conexionado y probado.</p>	1,00 ud	7.891,53 €/ud	7.891,53 €
2.20.	<p>Suministro e instalación de sistema de llenado de agua glicolada para primario de circuito solar, depósito de almacenamiento de poliéster de 100 litros de capacidad, sistema de llenado de agua formado por, contador de volumen, válvulas de corte, válvula de retención y flotador de boya. Bomba de carga para el agua glicolada con manómetro, válvulas de corte, filtro, válvula de retención y manguitos antivibratorios. Incluso p/p de material auxiliar para montaje, conexión eléctrica y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p>	1,00 ud	310,49 €/ud	310,49 €

ID	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.21.	<p>Suministro e instalación de tubería de distribución de mezcla de agua y anticongelante para circuito primario de sistemas solares térmicos, formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 26/28 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>130,58 m</p>	29,02 €/ud		3.789,43 €
2.22.	<p>Suministro e instalación de punto de vaciado de red de circuito primario solar conducido a depósito de agua glicolada, formado por 2 m de tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 26/28 mm de diámetro, colocada superficialmente y válvula de corte. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p>	1,00 ud	51,37 €/ud	51,37 €
2.23.	<p>Suministro e instalación de electrobomba centrífuga marca SEDICAL modelo SAM 25/2 T con una potencia de 0,06 kW, rosca de conexión de 1", con cuerpo de la bomba de bronce, rodete de tecnopolímero B, eje motor de acero inoxidable, aislamiento clase F, para alimentación trifásica. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre, caudalímetro, válvula de retención, termómetros y válvulas de corte; p/p de elementos de montaje; caja de conexiones eléctricas con condensador y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.</p>	2,00 uds	520,00 €/ud	1.040,00€
2.24.	<p>Suministro e instalación de vaso de expansión cerrado, marca SEDICAL modelo S 18, con una capacidad de 18 l, 380 mm de altura, 280 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión, incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, Conexionado y probado.</p> <p>1,00 ud</p>	91,00 €/ud		91,00 €

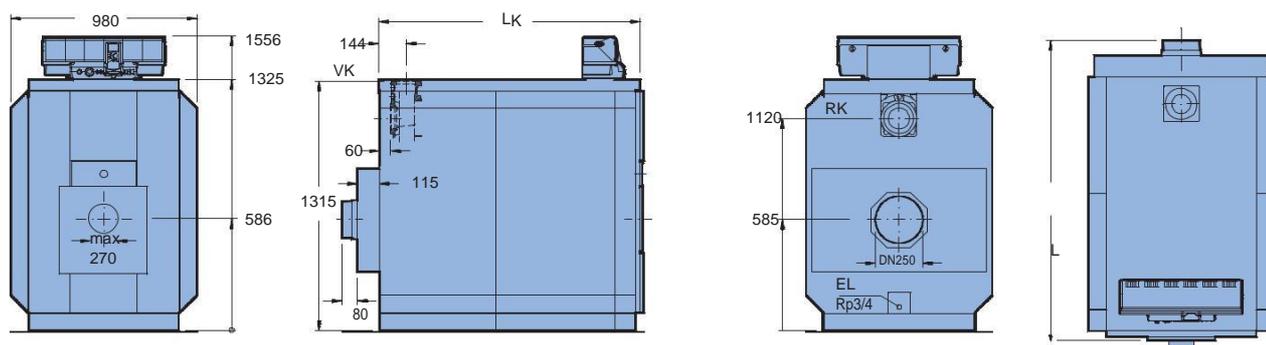
ID	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.25.	Suministro e instalación de acumulador con serpentín, para producción de A.C.S., modelo Logalux ER 750 "BUDERUS", de 770 l de capacidad, altura 1840 mm, diámetro 950 mm, azul, con cuba de acero vitrificado, ánodo de magnesio, aislamiento térmico, termómetro, registro de inspección y toma para recirculación. Incluso válvulas de corte, sonda de temperatura, válvula de seguridad y sistema de vaciado; elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00 ud	2.425,84 €/ud	2.425,84 €
2.26.	Suministro e instalación de purgador manual de aire con válvula de esfera, para una presión máxima de trabajo de 10 bar y una temperatura máxima de 140°C; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	5,00 uds	10,83 €/ud	54,15 €
2.27.	Suministro e instalación de contador de kWh solar marca SEDICAL modelo Supercal 539 DN15, para temperatura máxima de trabajo de 140°C, presión nominal 10 bar. Incluso sonda de impulsión, elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00 ud	279 €/ud	279 €
2.28.	Suministro e instalación de termostato diferencial para sistema de captación solar térmica, Logamatic SC10 "BUDERUS", con 2 entradas para sondas de temperatura, una para colector y otra para acumulador; salida para control de la bomba; pantalla LCD con indicación de temperaturas, códigos de error, modo de funcionamiento y estado de la bomba; de 134x137x38 mm; incluso 2 sondas de temperatura. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,00 ud	529,12 €/ud	529,12 €

TOTAL CAPÍTULO 2: INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA:

16.461,93 €

FICHAS TÉCNICAS

Datos técnicos GE515



Conexiones

EL = Conexión de vaciado (Rp ¾)

L = Longitud total de la caldera

LK = Longitud del bloque de la caldera

RK = Conexión de retorno de la caldera

VK = Conexión de impulsión de la caldera

Tipos		240	295	350	400	455	510
Potencia útil	[kW]	201-240	241-295	296-350	351-400	401-455	456-510
Potencia calorífica nominal	[kW]	215,6-259,7	257,8-319	316,6-377,1	374,6-429,6	428,4-489,2	488,2-547,8
Número de elementos		7	8	9	10	11	12
Longitud total de la caldera	L [mm]	1580	1750	1920	2090	2260	2430
Longitud bloque de la caldera	LK [mm]	1360	1530	1700	1870	2040	2210
Longitud cámara de combustión	[mm]	1165	1335	1505	1675	1845	2015
Diámetro cámara de combustión	Ø [mm]	515					
Profundidad puerta del quemador	[mm]	142					
Peso neto	[Kg]	1270	1430	1590	1753	1900	2060
Contenido de agua	[l]	258	294	330	366	402	438
Contenido de gas en combustión	[l]	421	487	551	616	681	745
Temperatura de gas de escape	Carga 60% [° C]	138	138	140	129	130	140
	Plena carga [° C]	164-183	161-183	161-177	157-171	159-172	164-174
Gasóleo	Carga 60% [kg/s]	0,0647	0,080	0,094	0,108	0,123	0,137
	Plena carga [kg/s]	0,092-0,110	0,109-0,135	0,134-0,160	0,159-0,182	0,182-0,208	0,207-0,233
Caudal másico de gas de escape	Carga 60% [kg/s]	0,065	0,080	0,095	0,108	0,123	0,138
	Plena carga [kg/s]	0,092-0,111	0,110-0,136	0,135-0,161	0,160-0,183	0,183-0,208	0,208-0,233
Contenido en CO ₂	Gas [%]	13					
	Gasóleo [%]	10					
Tiro disponible	[Pa]	0					
Resistencia lado gas combustión	[mbar]	0,5-0,6	1,0-1,4	1,1-1,6	2,1-2,9	2,5-3,3	2,4-3,1
Máx. temp. de impulsión	[° C]	100-120					
Máx. presión de trabajo	[bar]	6					

CE 0461 AR 6154

- Notas:
- En los importes de las calderas van incluidas las contrabridas. Precisar el diámetro deseado (DN65, DN80, DN100).
 - Se incluye en el precio de la caldera la placa ciega del quemador. Para sistemas de regulación consultar el capítulo Regulaciones.
 - Peso sin quemador, con embalaje unos 6-8% mayor
 - Límite de seguridad (limitador de temperatura de seguridad). Temperatura máxima de impulsión = límite de seguridad (STB)-18K
 - Montaje y puesta en marcha a consultar

RESULTADOS DE LA ÚLTIMA REVISIÓN REALIZADA A LA CALDERA DE GASOIL

MANTENIMIENTOS - CALEFACCIÓN - CLIMATIZACIÓN
AGUA CALIENTE SANITARIA

CALSER 2000
SERVICIO ASISTENCIA TÉCNICA

Francisco de Asís, 2 - 301 y Fax 970 53 66 71 - 50011 ZARAGOZA

**INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN Y A.C.S.
REGISTRO DE LAS OPERACIONES
DE MANTENIMIENTO**

TÍTULO: 15784127
Juliana Sanz
IBANIZ

DATOS DE LA INSTALACIÓN

Titular: C.R.

Situación: JARDIN LINA JARDIN N.º 6

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

1 Consumo de combustible (ts-Kg-m ³)	M	Lectura ant.:	Lectura actual:
2 Consumo de energía eléctrica	M	Lectura ant.:	Lectura actual:
3 Consumo de agua	M	Lectura ant.:	Lectura actual:
4 Temperatura ambiente sala calderas	m ³ /q	Comienzo operación:	°C

MEDICIONES EN GENERADORES

		N.º 1	N.º 2
		I:	R:
5 Temperaturas del fluido, Ida y Retorno	3m/M	°C	°C
6 Temperatura de humos	3m/M	°C	°C
7 Contenido de CO ₂ en 1% humos secos	3m/M	%	%
8 Contenido de CO ₂ en p.p.m.	3m/M		
9 Opacidad en humos (escala Bacharach)	3m/M		
10 Tiro en la caja de humos, en mm.c.i.a.	3m/M		
11 Limpieza circuito humos caldera	(x) 2A		
12 Limpieza conducto humos chimenea	(x) 2A		
13 Comprobación material refractario	(x) 2A		
14 Compr. Estanqueidad cierre caldera	(x) M		
15 Limpieza del quemador	M		
16 Comprobación niveles agua	(x) M	22 Revisión sistema producc.	
17 Comprobación estanqueidad circuitos	(x) A	23 Revisión estado aislamien	
18 Comprobación estanqueidad llaves	(x) 2A	24 Revisión sistemas control	
19 Comprobación tarado elem. seguridad	(x) M	25 Revisión vaso expansión	M
20 Revisión/limpieza filtros agua	(x) 2A	26 Revisión general de calderas	A
21 Revisión bombas y consumos	(x) M	27 Instalación de energía solar térmica	A

CO/CO₂ 0.8805
% EXCES AIRE 43.1
CO mg/m³ 38
NO mg/m³ 00
DE REP %
NOx CALC % 05
PRESIO hbar -0.33

CLIENTE
CALDERA
REF.

MATERIALES O ELEMENTOS SUSTITUIDOS

DATOS ENERGÉTICOS: COMBUSTIBLE: GASOIL; USO MIXTO
CALDERA ZUCERUS DE SIF.
Pn: 4.55 Kw.
O₂: 489.2 Kw.
Rend: 90%

OBSERVACIONES

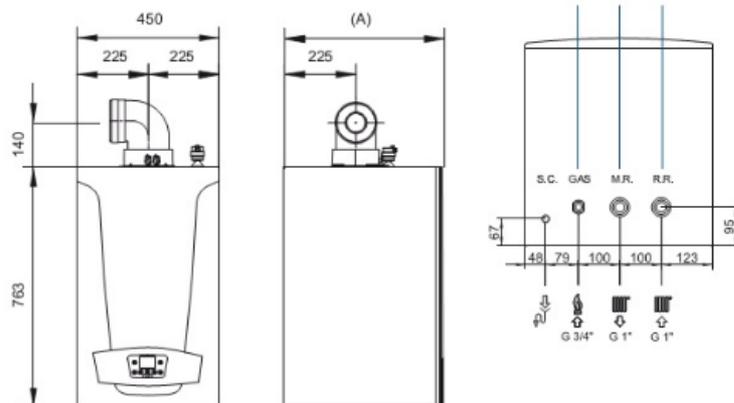
A.C.S.: LAGUNA: 2000 litros A 70.81.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS – BAXI BIOS PLUS 110F

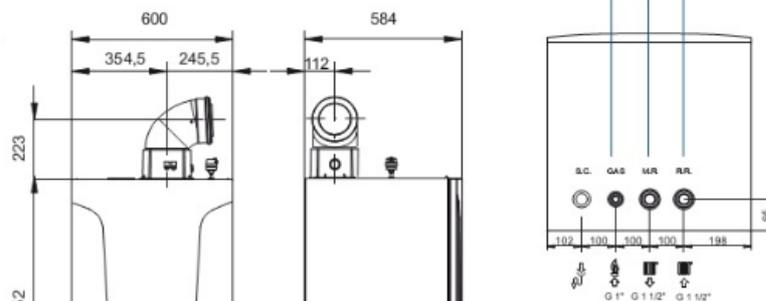
	90 F	110 F
Potencia útil 80/60°C	kW 85,0	102,0
Potencia útil 50/30°C	kW 92,3	110,3
Clase de eficiencia en calefacción	A	A
Rendimiento útil (1) con carga 100%	% 107,5%	107,4%
Rendimiento útil (1) con carga 30%	% 105,5%	105,1%
Rendimiento útil (2) con carga 100%	% 97,3%	97,2%
Peso neto aproximado	kg 83	93
Longitud máx. conducto concéntrico (3)	m 10	10
Longitud máx. conducto doble (3)	m 27	27
Capacidad agua	l 9	10
Presión máxima de trabajo	bar 4	4
Tipo de gas (4)	GN/GP	GN/GP
Conexión gas	1"	1"
Conexiones Ida y Retorno IC-RC	1 1/2"	1 1/2"
Ø conducto concéntrico evacuación humos	mm 110/160	110/160
Ø conducto doble evacuación humos	mm 110	110
A	mm -	-
Referencia (instalación individual) (5)	14H269102	14H270102
Forma de suministro	En un solo bulto	En un solo bulto

• Dimensiones

BIOS PLUS 50 F y 70 F



BIOS PLUS 90 F y 110 F



- Ida Calefacción:
1" en BIOS PLUS 50 F y 70 F;
1 1/2" en BIOS PLUS 90 F y 110 F.
- Conexión gas:
3/4" en BIOS PLUS 50 F y 70 F;
1" en BIOS PLUS 90 F y 110 F.
- Retorno Calefacción:
1" en BIOS PLUS 50 F y 70 F;
1 1/2" en BIOS PLUS 90 F y 110 F.