

4 DESARROLLO TÉCNICO

La Energía más barata es la que no se consume.

4.1. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN ACTUAL

El objeto de este documento es la descripción de la instalación de climatización existente para en un capítulo posterior describir las deficiencias detectadas y la descripción de propuestas de mejora para una mejor eficiencia energética.

4.1.1. EQUIPOS PRODUCTORES TÉRMICOS DE CALOR

La sala de calderas actual se encuentra ubicada en la planta de cubierta del edificio; en la que se encuentran todos los equipos productores térmicos y de A.C.S.

En la producción de agua caliente para calefacción y producción de A.C.S. que da servicio al edificio intervienen los siguientes equipos:

- 2 grupos térmicos para calefacción y A.C.S. de gasóleo marca VULCANO SADECA modelo EUROBLOC-SUPER de 697 kW de potencia nominal y un rendimiento instantáneo del 90%.
- 2 quemadores de gasóleo marca MONARCH WEISHAUPT modelo L5T.
- 1 grupo térmico para calefacción y A.C.S. de gasóleo marca VULCANO SADECA modelo EUROBLOC-SUPER de 232 kW de potencia nominal y un rendimiento instantáneo del 90%.
- 1 quemador de gasóleo marca MONARCH WEISHAUPT modelo W 30Z-C.



Figura 12 Grupos térmicos Vulcano Sadeca

La distribución del agua caliente en el edificio se realiza por medio de 4 circuitos secundarios, cuyo caudal es movido por los siguientes equipos de bombeo:

- Primario de producción de A.C.S. GRUNDFOS TPD32-60/4 AFA BAQE
- Circuito secundario de fan-coils: GRUNDFOS TP (2 UD)
- Circuito secundario de UTAS: GRUNDFOS TP (3 UD)
- Circuito secundario de Cajas GRUNDFOS TPD

4.1.2. EQUIPOS PRODUCTORES DE A.C.S.

La producción de A.C.S. se produce por medio de un circuito secundario que alimenta a un intercambiador de placas y de estos a los acumuladores.

El sistema está compuesto por:

- Circuladores primarios de A.C.S.
- Circuladores secundarios de A.C.S.
- Circuladores de retorno de A.C.S.



Figura 14 Bombas retorno de A.C.S.

- Intercambiadores de placas de circuito de producción de A.C.S.: 2 Ud.



Figura 15 Intercambiadores de placas circuito de producción de A.C.S.

- Depósito de Acumulación de A.C.S. de 1.000 Lts.: 2 Ud.



Figura 16 Depósitos de acumulación de A.C.S.

También existe un sistema de producción de A.C.S. solar como apoyo al sistema convencional compuesto por los siguientes elementos principales:

- Esta instalación se compone de 30 colectores solares planos de dimensiones 2 m. x 1 m., con una superficie aproximada de 56,3 m²



Figura 17 Colectores solares planos producción de A.C.S.

- Intercambiador de placas de circuito de producción de A.C.S. solar: 1 Ud.
- Depósitos de Acumulación de A.C.S. de 4.000 Lts.
- Bombas de circuito primario, secundario y distribución de A.C.S. Solar.



Figura 18 Bombas circuito A.C.S. Solar

4.1.3. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

Como combustible para las calderas se utiliza gasóleo, la instalación consta de 2 depósitos de gasóleo de 20.000 Lts., cada uno enterrados.



Figura 19 Estructura de contención de los depósitos de gasóleo

Para el trasiego del gasóleo a la sala de calderas se utiliza un grupo de bombeo marca INPRO que alimenta a la sala de calderas.



Figura 20 Grupo de bombeo de gasóleo marca INPRO

4.1.4. EQUIPOS PRODUCTORES TÉRMICOS DE FRÍO

La producción de agua fría para la climatización del centro se realiza por medio de:

- 2 unidades enfriadoras de agua condensadas por aire marca CARRIER modelo 30GX-102 A0239PEE con refrigerante R-134^a, con dos compresores de tornillo cada una. Con una potencia térmica nominal de 332 kW/Ud. Térmicos con un E.R.R. nominal de 3.25.



Figura 21 Unidades enfriadoras de agua marca CARRIER

Las características técnicas principales de las enfriadoras son las siguientes:

30GX		082	092	102	112	122	132	152	162	182	207	227	247	267	298	328	358	
Net cooling capacity*	kW	285	309	332	388	417	450	505	536	602	687	744	810	910	1003	1103	1207	
Operating weight	kg	3116	3157	3172	3515	3531	3633	3920	3936	4853	5540	5570	6134	6365	7354	7918	8124	
Refrigerant charge		HFC-134a																
Circuit A/B	kg	55/55	58/50	54/53	55/53	60/57	63/60	75/69	75/75	80/80	130/85	130/85	155/98	170/104	162/150	162/165	175/175	
Oil		Polyolester oil CARRIER SPEC: PP 47-32																
Circuit A/B	l	20/20	20/20	20/20	20/20	20/20	20/20	20/20	20/20	20/20	40/20	40/20	40/20	40/20	40/40	40/40	40/40	
Compressors		Hermetic twin-screw Power ³																
Circ. A, nom. size per compressor**		46	46	56	56	66	66	80	80	80+	66/56	80/66	80/80	80+/80+	80/80	80/80	80+/80+	
Circ. B, nom. size per compressor**		39	46	46	56	56	66	66	80	80+	80	80	80	80+	66/66	80/80	80+/80+	
Control type		PRO-DIALOG Plus control																
Number of capacity steps		6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	10	10	10	
Minimum capacity	%	19	21	19	21	19	21	19	21	21	16	14	14	14	10	10	10	
Evaporator		Shell and tube type, with internally finned copper tubes																
Net water volume	l	65	73	73	87	87	101	91	91	109	140	140	165	181	203	229	229	
Water connections		Factory-supplied flat flange, to be welded on site																
Inlet and outlet	in.	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	8	8	8	
Drain and vent (NPT)	in.	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	
Maximum water-side operating pressure	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Condensers		Copper tubes and aluminium fins																
Fans		Axial FLYING BIRD 2 fan with rotating shroud																
Quantity		4	4	4	6	6	8	8	8	8	10	10	12	12	14	16	16	
Speed	r/s	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	
Total air flow	l/s	21110	21110	21110	31660	31660	31660	42220	42220	42220	52770	52770	63330	63330	73880	84440	84440	

30GX		082	092	102	112	122	132	152	162	182	207	227	247	267	298	328	358	
Power circuit		V-ph-Hz																
Nominal power supply	V	400-3-50																
Voltage range	V	360-440																
Control circuit supply		The control circuit is supplied via the factory-installed transformer																
Nominal power input*	kW	98	109	123	133	150	166	179	196	214	246	281	292	332	364	394	449	
Nominal current drawn *	A	180	200	223	256	273	290	326	352	388	449	492	528	582	642	704	776	
Maximum power input**	kW	127	141	154	175	191	207	234	253	286	319	355	380	429	462	506	572	
Circuit A	kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193	228	253	286	253	253	286	
Circuit B	kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	127	127	143	209	253	286	
Cosine phi, unit at full load		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	
Maximum current drawn (Un - 10%)***	A	237	262	287	323	353	383	429	464	524	585	650	696	786	847	928	1048	
Circuit A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	353	418	464	524	464	464	524	
Circuit B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	232	232	232	262	383	464	524	
Maximum current drawn (Un)***	A	217	240	263	297	324	351	394	426	480	537	596	639	721	777	852	961	
Circuit A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	324	383	426	480	426	426	480	
Circuit B	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	213	213	213	240	351	426	480	
Max. starting current, standard unit**** (Un)	A	334	357	401	435	468	495	590	622	662	1338	1631	1674	1767	1812	1887	2008	
Circuit A****	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1125	1418	1461	1527	1461	1461	1527	
Circuit B****	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1248	1248	1248	1287	1152	1461	1527	
Max. starting current/max. current draw ratio, unit		1.54	1.49	1.53	1.47	1.44	1.41	1.50	1.46	1.38	2.49	2.74	2.62	2.45	2.33	2.22	2.09	
Max. starting current/max. current draw ratio, circuit A		-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.47	3.70	3.43	3.18	3.43	3.43	3.18	
Max. starting current/max. current draw ratio, circuit B		-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.86	5.86	5.86	5.36	3.28	3.43	3.18	
Max. starting current - reduced current start**** (Un)	A	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	878	955	998	1102	1136	1211	1343	
Circuit A	A	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	665	742	785	862	785	785	862	
Circuit B	A	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	572	572	572	622	692	785	862	
Max. starting current - red. current start/max. current draw ratio, unit		std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	1.64	1.60	1.56	1.53	1.46	1.42	1.40	
Circuit A		std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	2.05	1.94	1.84	1.79	1.84	1.84	1.79	
Circuit B		std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	std.	2.69	2.69	2.69	2.39	1.97	1.84	1.79	
Three-phase short-circuit holding current	kA	25	25	25	25	25	25	25	25	25	N/A							
Circuit A	kA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	
Circuit B	kA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	
Customer standby capacity, unit or circuit A, for evaporator water pump connections †	kW	4	4	4	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5	7.5	7.5	9	9	9	15	15	15	

* Standard Eurovent conditions: Evaporator entering/leaving water temperature 12°C and 7°C. Outdoor air temperature 35°C.
 ** Power input, compressor and fan, at unit operating limits (evaporator water entering/leaving temperature = 15°C/10°C, outdoor air temperature = 46°C) and a nominal voltage of 400 V (data given on the unit name plate).
 *** Maximum unit operating current at maximum unit power input.
 **** Maximum instantaneous starting current (maximum operating current of the smallest compressor(s) + fan current + locked rotor current or reduced starting current of the largest compressor).
 † Current and power inputs not included in the values above
 N/A Not advisable

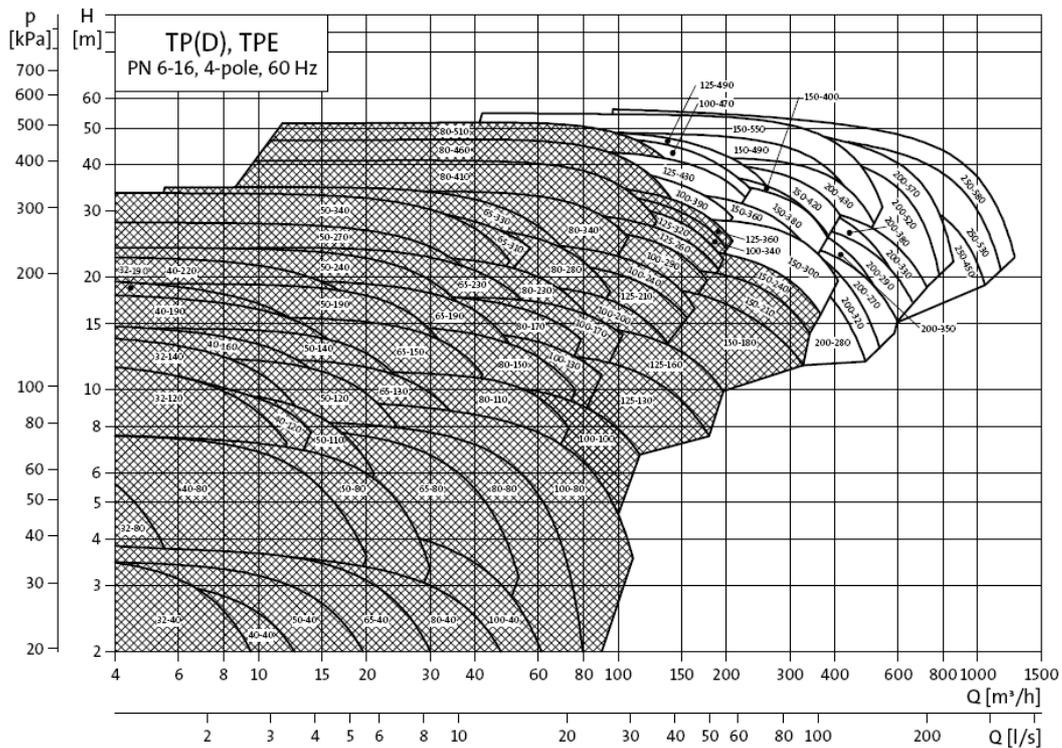
4.1.4.1. SALA DE BOMBEO DE INSTALACIONES DE FRÍO

- La sala de bombas de la instalación de frío es la misma que la de la instalación de calor.
- La distribución del agua fría en el edificio se realiza por medio de 3 circuitos secundarios, cuyo caudal es movido por los siguientes equipos de bombeo:
 - Circuito secundario de fan-coils: GRUNDFOS TPD
 - Circuito secundario de UTAS: GRUNDFOS TPD
 - Circuito secundario de Cajas GRUNDFOS TPD



Figura 22 Bombas secundarias circuitos de frío

Las curvas de funcionamiento de presión-caudal de los circuladores son las siguientes:



4.1.4.2. UNIDADES TERMINALES DE TRATAMIENTO DE AIRE

Para la climatización de las grandes áreas del hospital se utilizan unidades de tratamiento de aire (UTAs) a 4 tubos. En las siguientes fotos se pueden ver algunas de las unidades que se vieron en la instalación.



Figura 23 Unidad de tratamiento de aire a 4 tubos



Figura 24 Unidad de tratamiento de aire a 4 tubos

A parte de estas unidades, también se utilizarán en el hospital otras unidades de tratamiento:

- Fan-Coils
- Cajas

4.1.4.3. GESTIÓN Y CONTROL DE INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

En el Hospital, existe un sistema de Gestión Metasys M3 de la marca Johnson Controls, que controla entre otras, las instalaciones de producción de calor consistentes en tres calderas de gasóleo con sus respectivas bombas.

Vamos a pasar a describir los equipos existentes de Johnson Controls y la manera en que manejarán las nuevas instalaciones.

Johnson Controls dispone en la sala de calderas existente, de un cuadro de control con reguladores autónomos DX-9100 y módulos de ampliación XT-9100, XP-9102, XP-9103 y XP-9105.

Los reguladores DX-9100 disponen cada uno de 8 entradas analógicas, 8 entradas digitales, 2 salidas analógicas y 6 salidas digitales con las que controlan y comandan los distintos puntos de la instalación existente. Para aquellos casos, en que estas entradas y salidas no sean suficientes, se utilizan los módulos de

ampliación que aportan entradas y salidas adicionales de la siguiente manera:

- M Módulo XP-9102: 6 entradas analógicas y 2 salidas analógicas
- Módulo XP-9103: 8 salidas digitales
- Módulo XP-9105: 8 entradas analógicas

Todos estos equipos se unen entre sí y a su vez a otros reguladores distribuidos por el resto del Hospital, mediante el bus de comunicaciones N2 propiedad de Johnson Controls. Este bus, basado en RS-485 a tres hilos va uniendo los distintos controladores y termina en el concentrador central N30 que recopila todos los datos, gestiona las comunicaciones y muestra la información en el PC central. En el cuadro de control se dispone de espacio libre para un modulo de control XT-9100 con dos módulos de ampliación XP que podrá albergar nuevas señales. Además dentro de los reguladores existentes, se dispone de señales de reserva.



Figura 25 Cuadro de control de la sala de calderas

Otro cuadro de control que se han podido ver en la sala de bombas.



Figura 26 Cuadro de control de la sala de bombas

Para monitorizar todos los parámetros de control de las instalaciones de climatización existe un sistema SCADA, en las siguientes fotos se pueden ver los parámetros visibles para los sistemas de producción térmica de calor y producción de A.C.S.

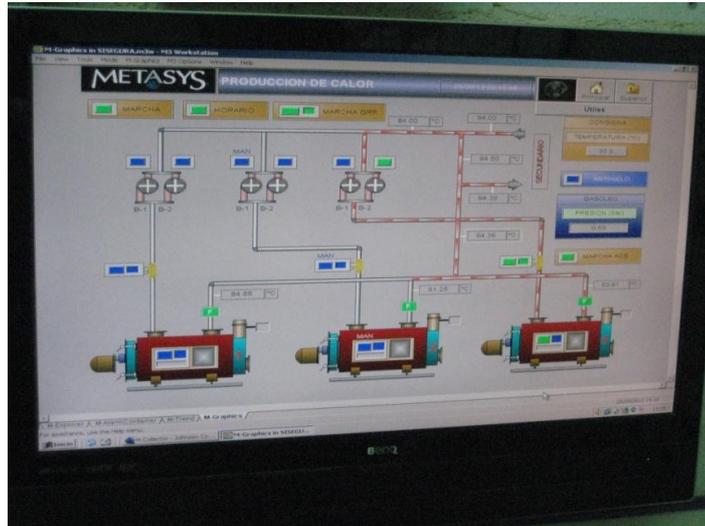


Figura 27 Pantallazo del sistema de control de producción térmica de calor

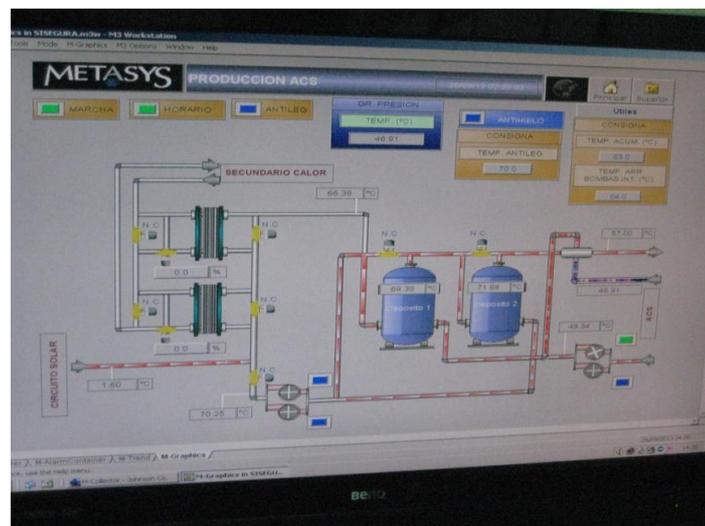


Figura 28 Pantallazo del sistema de control de producción térmica de A.C.S. convencional

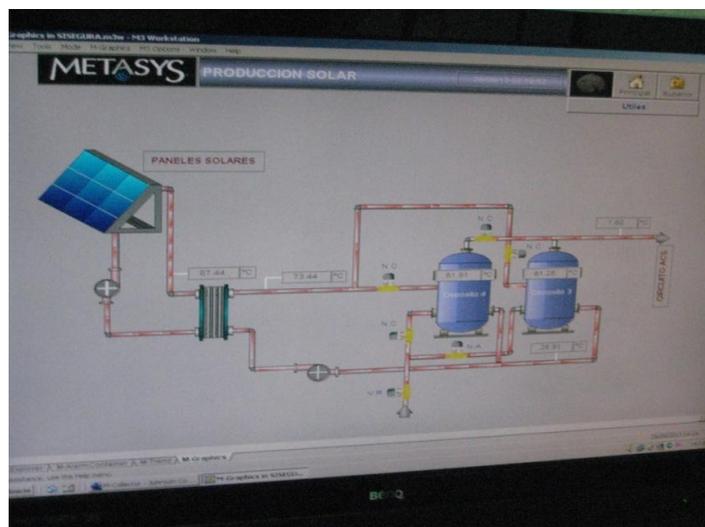


Figura 29 Pantallazo del sistema de control de producción térmica de A.C.S. solar

4.1.5. PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA MAYOR EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Este apartado tiene por objeto desarrollar las deficiencias detectadas en los sistemas de climatización del edificio y la descripción de las propuestas de mejora que para una mayor eficiencia.

Así mismo, se describirán otras propuestas de mejora que se van a implementar a la nueva instalación de biomasa requerida en los pliegos del concurso y que consiguen una mayor eficiencia energética.

4.1.5.1. REFORMA Y EQUILIBRADO HIDRÁULICO DEL COLECTOR DE CALOR EXISTENTE

DEFICIENCIA DETECTADA

Después de haber realizado la visita a las instalaciones del hospital se ha visto que existe un colector único de calor el cual tiene los siguientes circuitos asociados:

- Primario de calderas
 - Impulsión primario de calderas: 1 toma para tubería primaria común
 - Retorno primario de calderas: 3 tomas para cada una de las calderas



Figura 30 Circuito de impulsión y 3 circuitos de primario de calderas

- Circuitos secundarios
 - Impulsión circuito de fan-coils
 - Retorno circuito de fan-coils
 - Impulsión circuito de climatizadores
 - Retorno circuito de climatizadores
 - Impulsión circuito de cajas
 - Retorno circuito de cajas

Las tomas dentro del colector común están muy cercanas unas de otras, lo que hace que se produzca una mezcla de las de los circuitos y apenas haya diferencia de temperatura en el colector.

En la visita realizada a las instalaciones se pudo comprobar que la temperatura del colector en un punto de mezcla de impulsiones y retornos era muy elevada, según se puede ver en la fotografía siguiente:



Figura 31 Temperatura del colector común (88°C)

El sistema de control en el momento de la visita tenía monitorizado el siguiente diagrama del circuito primario:

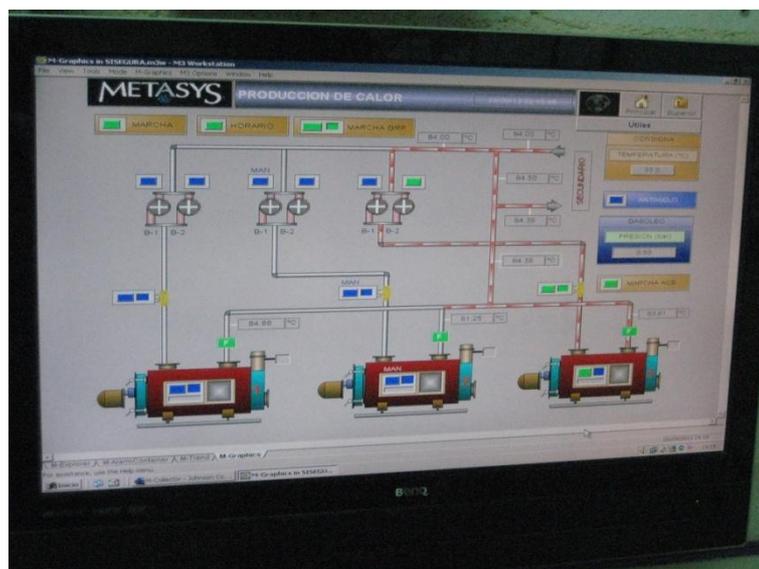


Figura 32 Pantallazo del sistema de control de producción térmica de calor

Como se puede observar en la siguiente imagen existen varias sondas ubicadas en las proximidades del colector monitorizando los siguientes datos:

- Temperatura de impulsión de calderas: 84,81 °C
- Temperatura de retorno a calderas: 84,00 °C
- Temperatura del colector: 84,50 °C

Por lo tanto, después de haber analizado la disposición de las tomas en el colector común y las temperaturas tanto de los termómetros del colector como a través del sistema de control, se puede concluir que las temperaturas de funcionamiento no son las adecuadas dado que se produce una mezcla rápida de las impulsiones y retornos haciendo que las temperaturas en los retornos a las calderas sean muy elevadas.

PROPUESTA DE MEJORA

Como mejora a la instalación se propone la separación física del colector dividiéndolo en impulsión y retorno, de esta forma se conseguirá que no se produzca esa mezcla rápida y las temperaturas de funcionamiento tengan parámetros lógicos, con saltos térmicos comprendidos entre 15°C – 20°C.

Además y para poder producir el equilibrado hidráulico es necesario que los colectores de impulsión-retorno estén unidos entre sí mediante un by-pass con una válvula de equilibrado que haga que se compensen los caudales de funcionamiento ya que en muy pocas ocasiones los caudales de primarios de calderas y de circuitos secundarios de calor serán los mismos.

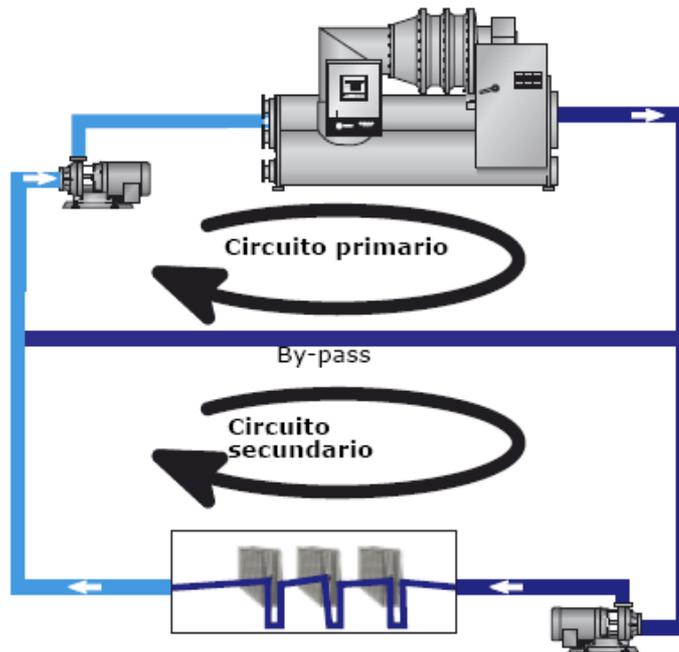
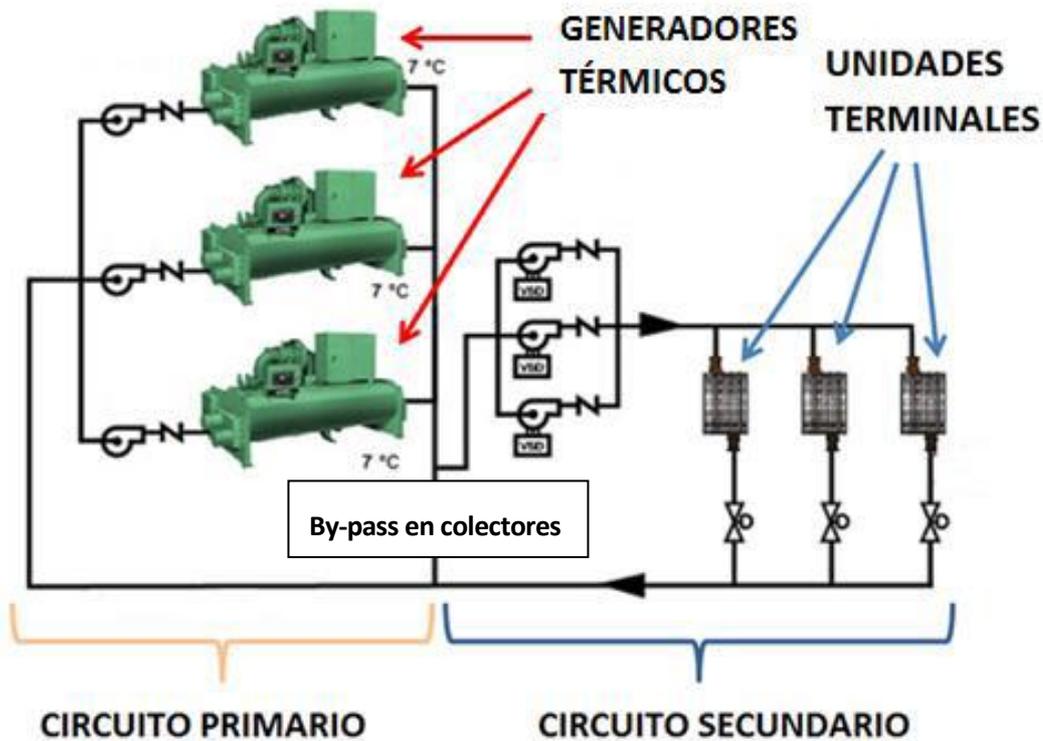


Figura 33 By-pass en una instalación de climatización

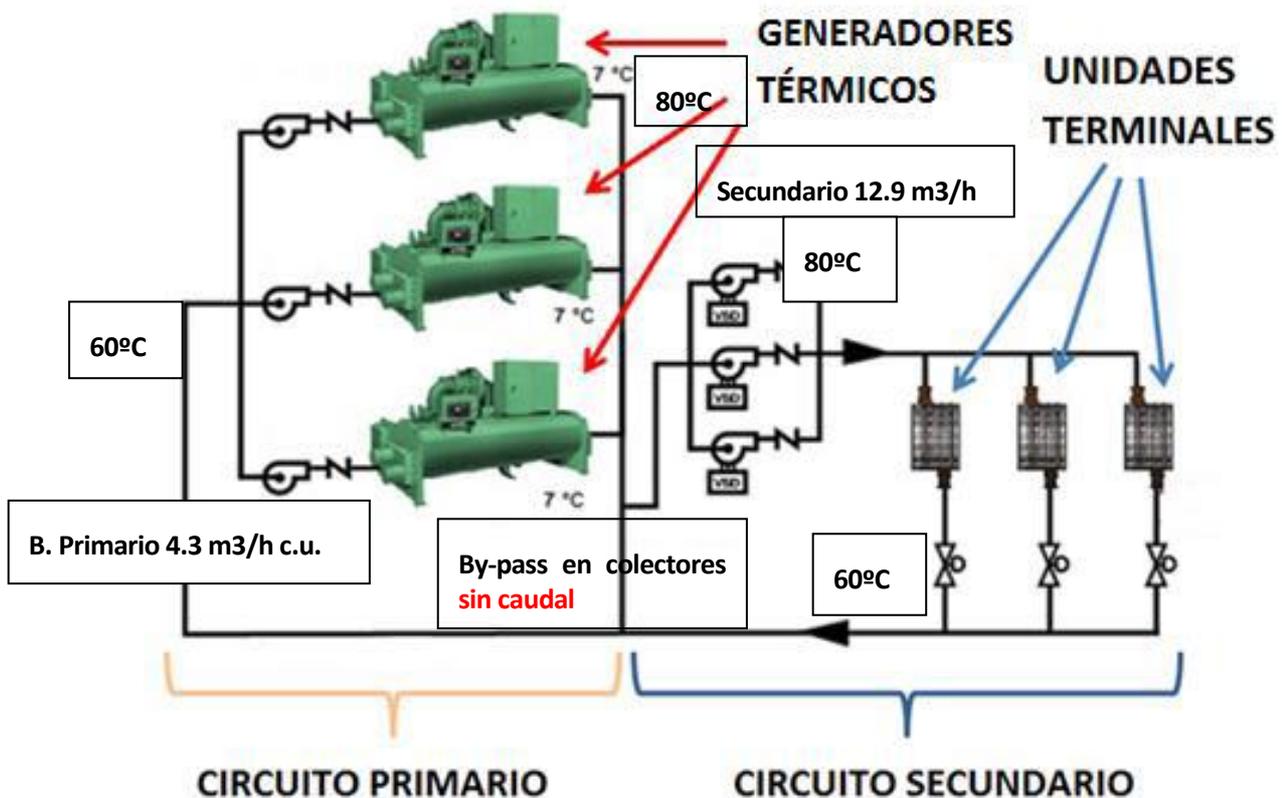
Para explicar el funcionamiento correcto del sistema al colocar el by-pass vamos a simplificarlo a un único circuito primario y un único circuito secundario.



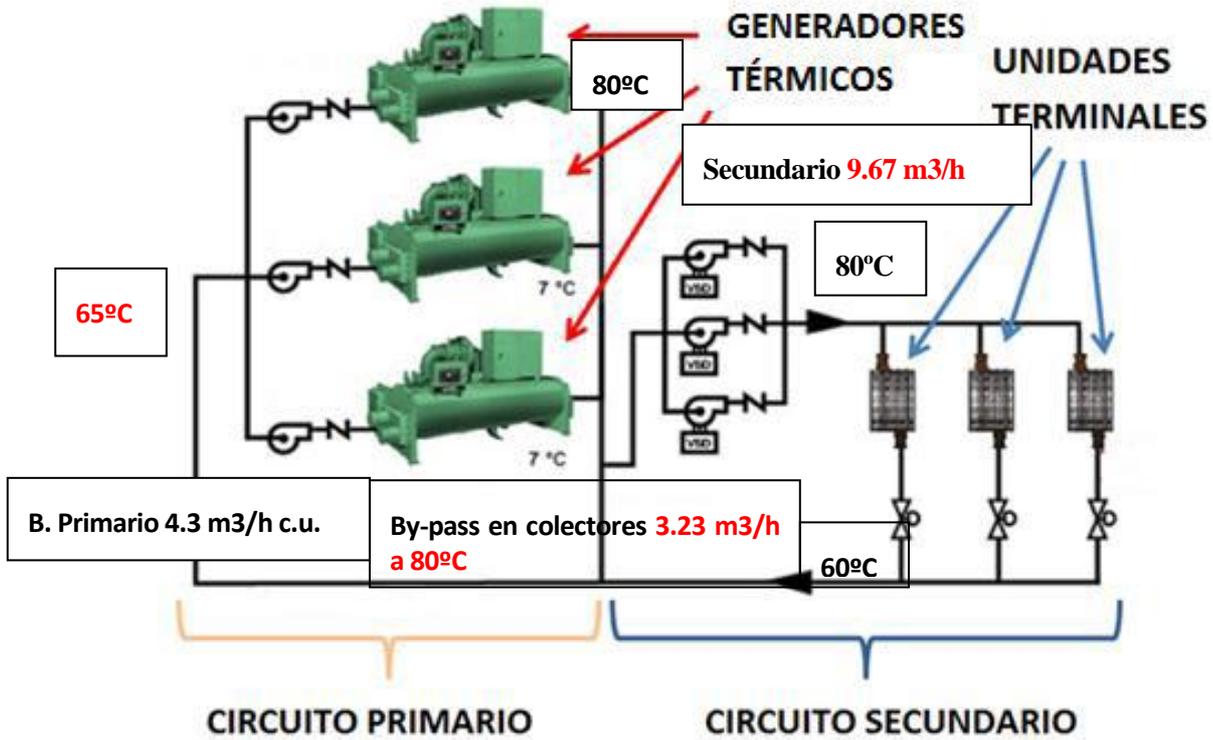
Para ello vamos a partir de un ejemplo de instalación como la que se muestra en el esquema adjunto. Está formado por tres generadores térmicos de agua de 100 Kw de potencia cada uno de ellos. Diseñando la instalación con unas condiciones de $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$, las bombas de circulación del circuito primario deberán de suministrar un caudal nominal de unos $4,3 \text{ m}^3/\text{h}$ cada una, y su presión disponible deberá ser suficiente para vencer la pérdida de carga de cada generador térmico y la del resto de elementos del circuito primario que le afectan (tubería, válvulas y colectores).

Mientras, las bombas del circuito secundario, deberán ser capaces cada una de ellas de suministrar un caudal nominal de unos $4,3 \text{ m}^3/\text{h}$ ($12,9 \text{ m}^3/\text{h}$ de caudal total), y su presión disponible deberá ser suficiente para vencer la pérdida de carga del circuito secundario (tubería, válvulas y batería de la unidad terminal más alejada).

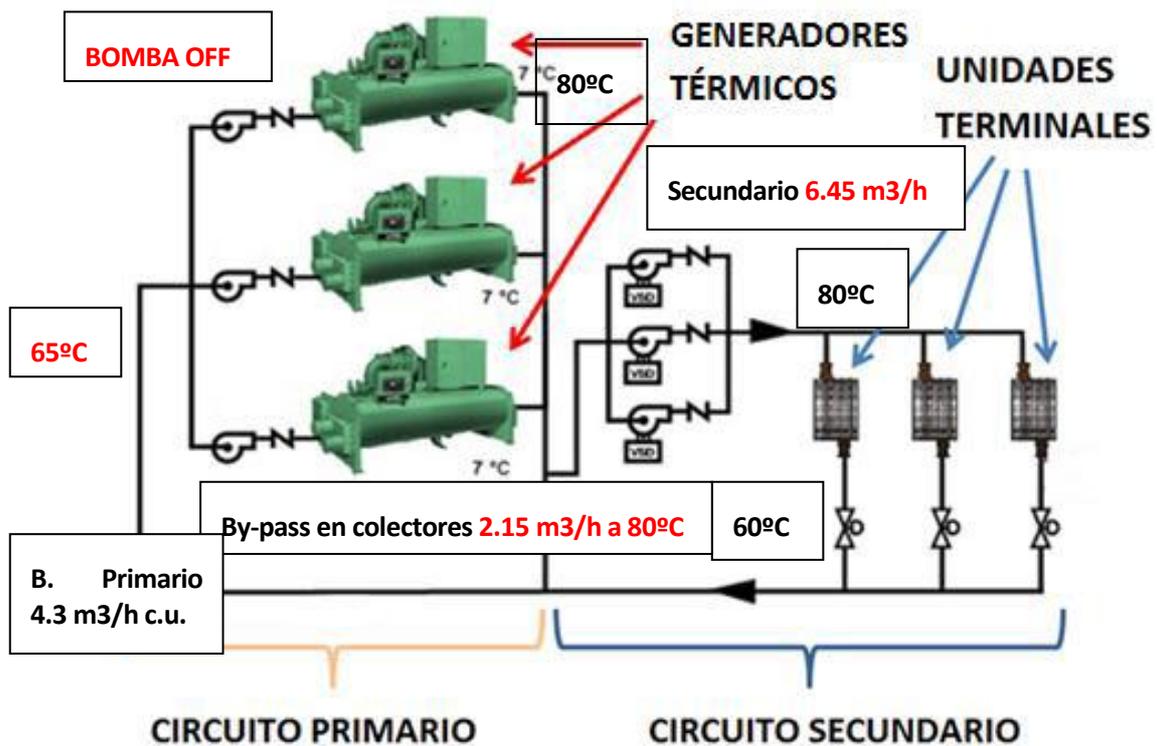
En condiciones de carga térmica del 100% los parámetros de funcionamiento serán los reflejados en el esquema adjunto. Como los caudales que funcionan por el circuito primario y secundario son similares, por el by-pass no circulará caudal de agua.



Veamos ahora qué sucede cuando la demanda de las unidades terminales se reduce al 75%. En estas condiciones, el circuito secundario reducirá su caudal total hasta $9,67 \text{ m}^3/\text{h}$, manteniéndose así las condiciones de $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$ en las baterías de las unidades terminales, pero para poder satisfacer esa necesidad de caudal sin romper el equilibrio, en el circuito primario necesitaremos que las tres bombas permanezcan en funcionamiento, manteniendo operativos los tres equipos generadores. En estas condiciones, por el by-pass deberán circular $3,23 \text{ m}^3/\text{h}$ extras, manteniéndose así el equilibrio hidráulico en la instalación. Ese caudal sobrante se mezcla con el caudal de retorno de la instalación, haciendo que el agua que vuelve a los generadores térmicos lo haga a una temperatura inferior a la prevista, obligándolas a trabajar con un ΔT inferior al de diseño.



Este mismo análisis lo podemos realizar con la instalación funcionando al 50%, tal y como se refleja en el esquema adjunto. En éstas nuevas condiciones, por el circuito secundario sólo circulan 6.45 m³/h de agua manteniéndose un $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$. Para garantizar ese caudal únicamente será necesario que funcionen dos de las bombas del primario, manteniendo así operativos dos generadores térmicos. Al igual que en el caso anterior, para mantener el equilibrio hidráulico del sistema, por el by-pass será necesario hacer circular un caudal de 2.15 m³/h. Ese caudal a 80°C se mezclará con el agua de retorno de la instalación, haciendo que el ΔT con el que trabajan los generadores térmicos sea inferior al de diseño.



En este ejemplo se puede observar que es el by-pass el que mantiene la instalación en equilibrio, y aunque en algunos momentos las temperaturas de retorno que llegan a los generadores no sean las de diseño, si que se puede conseguir que sean similares a las mismas, evitando lo que está ocurriendo actualmente en la instalación del hospital.

La válvula de equilibrado en el by-pass tiene la función de generar la pérdida de presión necesaria para hacer pasar por el mismo la cantidad de caudal adecuada para conseguir el equilibrio hidráulico. **Para ello se propone la instalación de una válvula de equilibrado Tour-Andersson STAF-80 o similar con las siguientes características técnicas:**

VALVULA DE EQUILBRADO Y MEDIDA TA STAF 80		
	Reglaje de caudal	Volante digital
	Medida	Presión diferencial y caudal mediante tomas de presión
	Cuerpo	Fundición gris GG25
	Presión Nominal	PN16
	Temperaturas	-10°C a 120°C
	DN	80
	Kvs	120

4.1.6. OPTIMIZACIÓN DE TEMPERATURAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN TÉRMICA

En cumplimiento con el Pliego de Prescripciones Técnicas, se mantendrá la temperatura de 85 °C en el colector de impulsión y 65°C en el colector de retorno.

Con esta premisa se realizará el Proyecto Básico Avanzado, pero después de ejecutar el equilibrado hidráulico del colector (tal y como se ha explicado en el capítulo anterior) y viendo el funcionamiento y las temperaturas conseguidas en los diferentes circuitos, se estudiará la posibilidad de rebajar la temperatura de impulsión de las calderas de biomasa de tal forma que se pueda conseguir una reducción del consumo energético.

4.1.7. OPTIMIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GASÓLEO EXISTENTE

El objetivo principal de la implantación de la nueva instalación de biomasa es pasar de consumir gasóleo como fuente de energía principal a consumir biomasa mediante pellets y/o astillas.

Se debe tener en cuenta que para la **producción de A.C.S. siempre se le dará prioridad a la instalación solar térmica sobre el resto de energías**. Por lo tanto, la demanda de A.C.S. se cubrirá con la siguiente secuencia:

- 1.- Energía solar térmica.
- 2.- Energía mediante biomasa.
- 3.- Energía mediante gasóleo.

La instalación de biomasa estará destinada a cubrir la totalidad de la demanda del complejo (salvo casos excepcionales). Por lo tanto, se dejarán las calderas actuales de gasóleo como apoyo y para cubrir las puntas de consumo en el caso de que fuera necesario y para los periodos de mantenimiento de las calderas de biomasa.

Como se explicará en la memoria del proyecto técnico avanzado, se integra el control de las nuevas calderas de biomasa junto a las calderas de gasóleo en el sistema de control existente.

De este modo, **si en algún momento punta de demanda térmica del edificio es necesario que la instalación de gasóleo entre en funcionamiento la secuencia se realizará de manera que la producción sea lo más eficiente posible**. Por lo tanto, la caldera que entraría en funcionamiento es la unidad de 232 kW, ya que es el equipo de menor potencia y que por lo tanto de este modo consigue adaptar mejor la producción a la demanda con la mayor eficiencia posible.

Por lo tanto, la secuencia de calderas al crecer la demanda térmica será la siguiente:

SECUENCIA DE ENCENDIDO DEL CONJUNTO DE CALDERAS DEL HOSPITAL			
SECUENCIA DE ENCENDIDO	CALDERA	POTENCIA UNITARIA (Kw/Ud.)	POTENCIA DISPONIBLE (Kw)
1	HERZ BIOMATIC 500	500	500
2	HERZ BIOMATIC 500	500	1.000
3	EUROBLOC SUPER-200	232	1.232
4	EUROBLOC SUPER-600	697	1.929
5	EUROBLOC SUPER-600	697	2.626

La secuencia de calderas al decrecer la demanda térmica será la siguiente:

SECUENCIA DE APAGADO DEL CONJUNTO DE CALDERAS DEL HOSPITAL			
SECUENCIA DE APAGADO	CALDERA	POTENCIA UNITARIA (Kw/Ud.)	POTENCIA DISPONIBLE (Kw)
1	EUROBLOC SUPER-600	697	2.626
2	EUROBLOC SUPER-600	697	1.929
3	EUROBLOC SUPER-200	232	1.232
4	HERZ BIOMATIC 500	500	1.000
5	HERZ BIOMATIC 500	500	500

Las calderas Vulcano Sadeca Eurobloc Super 600 no entrarán en funcionamiento a no ser que alguna de las calderas de biomasa esté en periodo de mantenimiento.

La caldera Vulcano Sadeca Eurobloc Super 200 entrará en funcionamiento en pocas ocasiones durante las puntas de consumo.

4.1.8. INSTALACIÓN DE CIRCULADORES DE RESERVA EN LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN CON BIOMASA

Como medida de optimización energética, y para evitar que la instalación de biomasa quede inhabilitada en caso de fallo de un circulador, se ha previsto tener equipos de reserva tanto en los circuitos primarios como en los circuitos secundarios. De este modo se evita la parada de la instalación en caso de fallo de los equipos.

Tal y como se explicará en la memoria del proyecto básico avanzado, los circuladores del circuito primario de las calderas, será de rotor seco, simples y de 1.400 r.p.m., marca SEDICAL modelo SIM o similar. **Se instalarán tres unidades dejando una de ellas de reserva en el circuito primario de la caldera 1. Se prevé la instalación de una bomba de reserva para poder hacer un cambio rápido de equipo en caso de fallo de una de ellas aunque el fallo se produzca en la caldera 2. Los circuladores del circuito primario de la caldera 1 irán conmutando en su funcionamiento para que los tres circuladores primarios tengan horas de uso y estén en disposición de funcionar en caso de fallo.**

El modelo será el SIM 80/190, 1-1,5/K o similar.

CIRCULADOR SEDICAL SIM 80/190,1-1,5/K		
	Tipo	Rotor Seco
	Conjunto	Simple
	Revoluciones	1400 r.p.m.
	Diámetro de conexiones	DN80
	Motor	Alto rendimiento, trifásico
	Caudal de cálculo	40.00 m3/h
	Presión de cálculo	6.93 m.c.a.
	Potencia eléctrica de cálculo	1.38 kW

Los circuladores seleccionados para el circuito de conexión entre salas de calderas serán de rotor seco, simples y de 1.400 r.p.m. marca SEDICAL modelo SIM o similar. **Se instalará un circulador de reserva para el caso de avería. Los circuladores del circuito secundario irán conmutando en su funcionamiento para que tengan horas de uso y estén en disposición de funcionar en caso de fallo.**

El modelo será el SIM 100/190,1-1,5/K o similar.

Circulador Sedical SIM 100/190-1,5/K		
	Tipo	Rotor Seco
	Conjunto	Simple
	Revoluciones	1400 r.p.m.
	Diámetro de conexiones	DN100
	Motor	Alto rendimiento, trifásico
	Caudal de cálculo	57,33 m ³ /h
	Presión de cálculo	6.06 m.c.a.
	Potencia eléctrica de cálculo	1.56 kW

4.1.9. CONTABILIZACIÓN INDEPENDIENTE DE ENERGÍA TÉRMICA PRODUCIDA POR CADA TIPO DE ENERGÍA PRIMARIA

Como medida de optimización energética y para una comprobación mejor de la eficiencia energética de los equipos productores se propone la instalación de 2 contadores de energía térmica. Uno para la producción de energía térmica de la instalación de biomasa y otro contador de energía térmica de la instalación de gasóleo. La energía térmica total producida será la suma de la energía de los dos contadores.

Las mejoras motivadas por la implantación de los dos contadores son las siguientes:

- **Control de la cantidad de energía producida por cada tipo de energía primaria (biomasa/gasóleo)**
- **Mayor control de la puesta en marcha y los tiempos de funcionamiento de las calderas, junto con el Sistema de Control Centralizado y el Sistema de Gestión Energética.**
- **Control de los rendimientos energéticos estacionales por cada conjunto de calderas (biomasa/gasóleo) comparando la producción térmica con los consumos energéticos.**

Los contadores de energía térmica previstos tendrán las siguientes características técnicas:

Modelo de Caldera	Tipo Caldera	Tipo Combustible	Potencia (kW)	Contador Previsto	
				Diámetro	Qnom (m ³ /h)
HERZ BIOMATIC 500	ESTANDAR	BIOMASA	500	DN100	60
HERZ BIOMATIC 500	ESTANDAR	BIOMASA	500		
VULCANO EUROBLOCK-SUPER 600	ESTANDAR	GASOLEO	697	DN125	100
VULCANO EUROBLOCK-SUPER 600	ESTANDAR	GASOLEO	697		
VULCANO EUROBLOCK-SUPER 200	ESTANDAR	GASOLEO	232		

Las características técnicas principales de los contadores de energía térmica son los siguientes:

Contadores de Energía Térmica Sedical Superstatic 440 con cabeza Supercal 531		
	Medición de caudal	Oscilación hidrodinámica
	Rango de caudales	1 m ³ /h – 400 m ³ /h
	Tipo de conexión	Roscada hasta DN50 Embridada DN65 o más
	Cabeza electrónica compuesta de	Modulo contador
		Modulo funcional
		Puerto óptico
Dos salidas de impulsos		
Tres puertos libres para módulos de comunicación		

Los contadores irán integrados en el sistema de gestión energética en un nivel superior. **Como mejora se realizará un by-pass a los contadores térmicos de las calderas de biomasa y de gasóleo, con el fin de poder dejar la instalación operativa pudiendo realizar calibraciones a los mismos. Dado que se prevé la instalación de dos contadores, no se dejará sin suministro térmico al hospital en el momento de la instalación de los by-pass, ya que siempre una instalación podrá estar activa (suministro de calor mediante calderas de biomasa o mediante calderas de gasóleo).**

4.1.10. SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

Una de las medidas básicas para conseguir ahorro y eficiencia energética es la implantación de un sistema de gestión energética que sea capaz de tener monitorizados los consumos energéticos en tiempo real y así poder tomar decisiones sobre el funcionamiento de las instalaciones.

Tal y como se describirá en la memoria del Proyecto Básico Avanzado, el Sistema de Gestión Energética recogerá por una parte, los consumos de gasóleo, electricidad y energía térmica en la sala de calderas existentes y por otro lado los consumos de electricidad y energía térmica en la nueva caldera de biomasa.

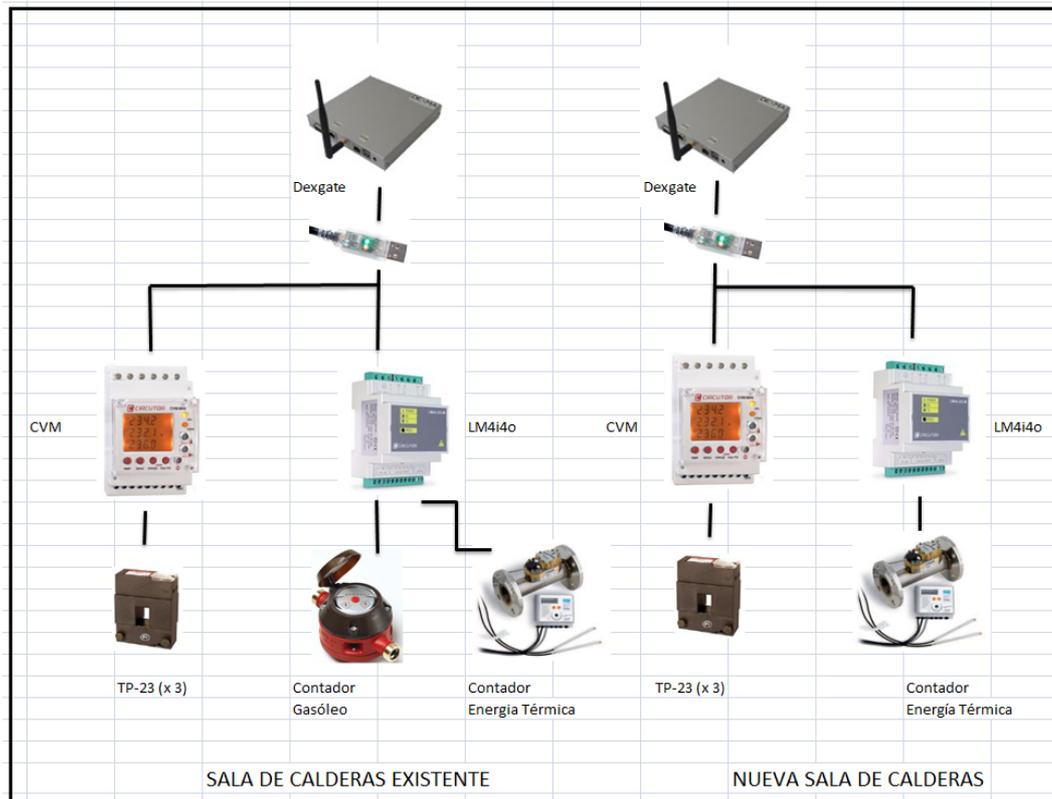


Figura 34: Tipología del sistema de gestión energética propuesto

Las funcionalidades del sistema se han realizado una división en 4 apartados principales. Se explican las funcionalidades y características de la aplicación atendiendo a cada uno de los mencionados apartados.

- Monitorización
- Análisis
- Alarmas e informes
- Concienciación

MONITORIZACIÓN

- Almacenamiento ilimitado de lecturas de medidores energéticos y sondas inalámbricas.
- Localizaciones: agrupación de consumos por zonas o grupos lógicos.
- Centralización de consumos remotos (contadores de compañía, medidores Modbus, sondas Zigbee)
- Mapa de ubicación de instalaciones
- Estado del sistema (comunicaciones, baterías)
- Exportación en Excel, CSV o XML
- Backups

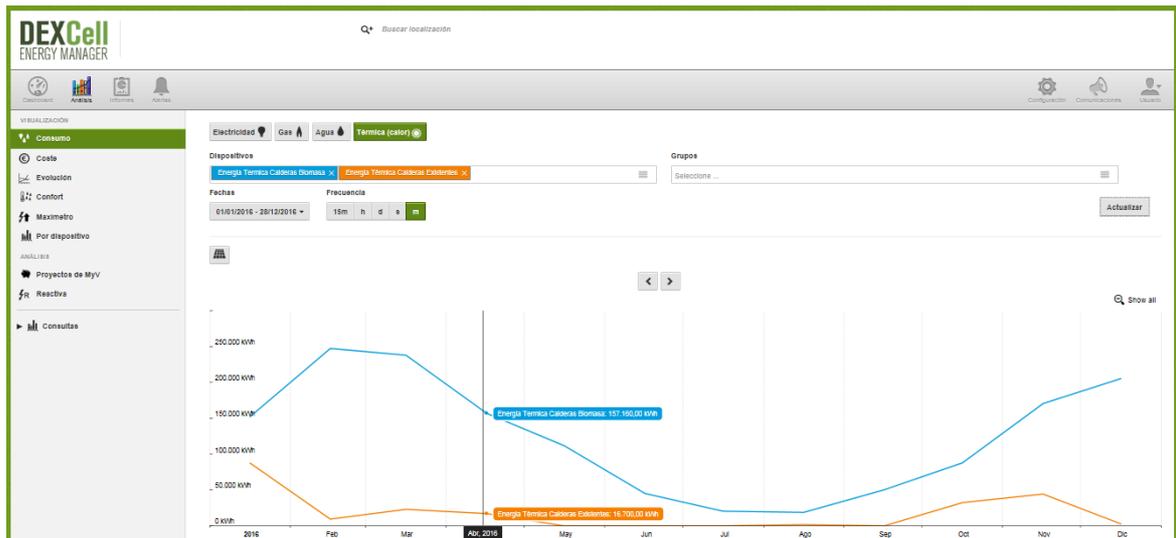


Figura 35: DEXCELL ENERGY MANAGER

ANÁLISIS

- Cuadro de mando (Dashboard) configurable según usuario
- Históricos diarios, semanales, mensuales o anuales (en gráficas o en forma tabla)
- Creación de parámetros calculados (promedios, MAX, MIN)
- Correlación de datos (por ejemplo consumo vs temperatura)
- Coste: Sistema tarifario eléctrico oficial y simulación
- Ratios ó KPIs (kWh/ocupante, kWh/m², etc.)
- Benchmarking mediante KPIs (m², ocupación)
- Proyección y seguimiento del consumo óptimo
- Contabilidad energética/gestión de facturas (manual y automática)
- Comparativo con línea base definida en el protocolo de verificación y medida.

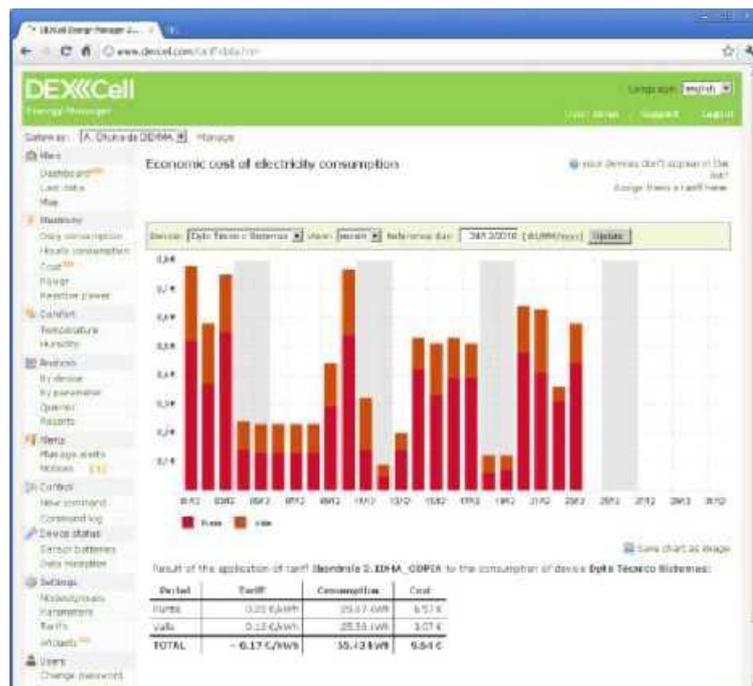


Figura 36: Tarificador

ALARMAS E INFORMES

- Configuración de alertas vía web, e-mail y/o SMS
- Generación automática de informes (general, coste, confort) en pdf
- Activación/desactivación instantánea de actuadores remotos
- Integración con BMS ó SCADA de control (bajo demanda)

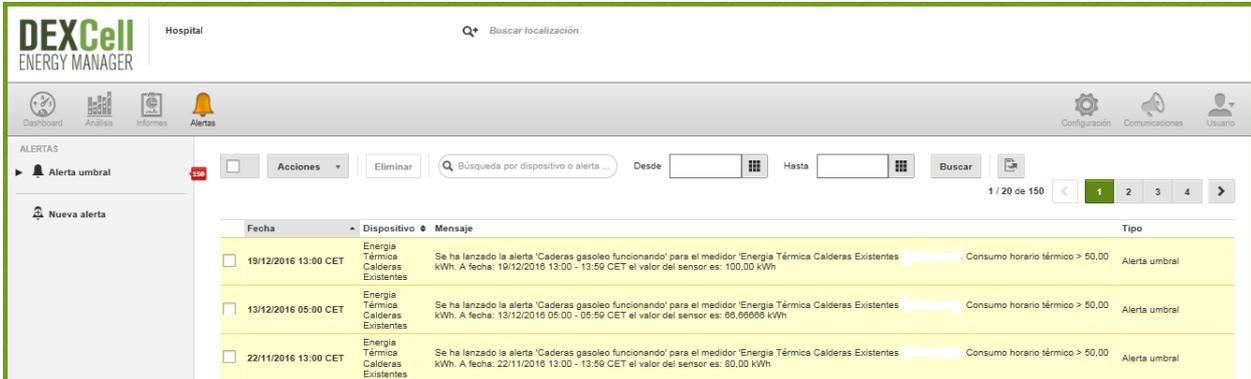
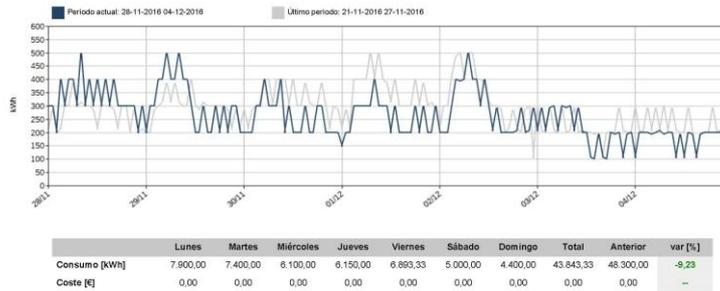


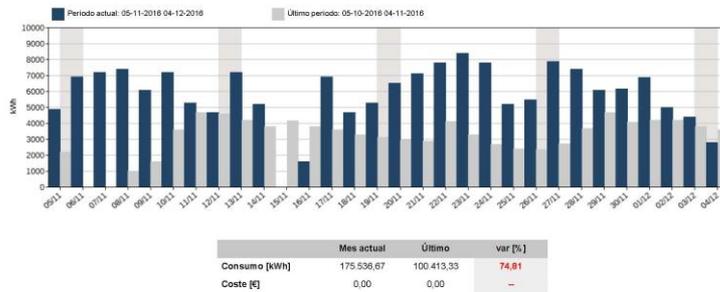
Figura 37: Alarmas Web/Email/SMS



Consumo semanal hora a hora vs semana anterior



Consumo mensual día a día vs mes anterior





ENERGÍA TÉRMICA PRODUCIDA DURANTE LA SEMANA

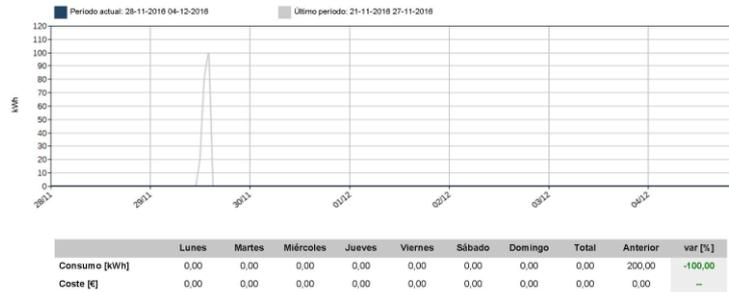
2

Período: 28/11/2016 - 04/12/2016

Energía Térmica Calderas Existentes - Hospital

Contrato	-
Id de medidor	-
Fin contrato	-
Precio	-

Consumo semanal hora a hora vs semana anterior



Consumo mensual día a día vs mes anterior

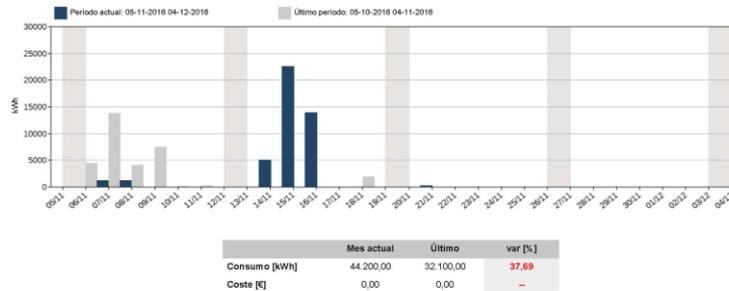
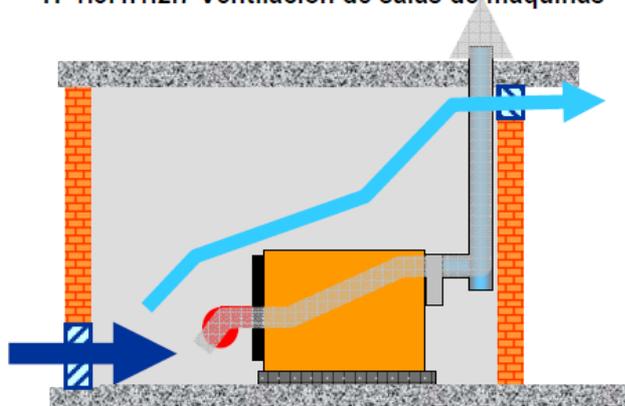


Figura 38: Informes

4.1.11. VENTILACIÓN FORZADA EN NUEVA SALA DE CALDERAS

Se garantizará la ventilación del local donde se ubican las calderas. Los objetivos de la ventilación son los que se indican a continuación:

IT 1.3.4.1.2.7 Ventilación de salas de máquinas



Objetivos de la Ventilación:

- Aportar el aire para la combustión.
- **Disipar el calor que se genera en la sala.**
- Eliminar contaminantes y/o fugas de combustible.

La sala de calderas dispondrá de dos sistemas de ventilación, la ventilación natural con sección suficiente para cumplir con normativa, pero adicionalmente y como medida de seguridad adicional se instalará una

ventilación forzada que aportará aire para una mejor combustión.

Se colocará el siguiente ventilador marca ESCOCLIMA o similar, con motor con un índice de protección IP55 con las siguientes características:

Extractor ESCOCLIMA modelo BD 33/25 T6		
 <p>Configuración de descarga horizontal</p>	Tipo	Caja de ventilación con ventilador centrífugo,
	Caudal máximo	5.800 m ³ /h
	Caudal cálculo	2.476 m ³ /h
	Velocidad cálculo	700 r.p.m.
	Potencia absorbida Calc.	0.735 Kw
	Nivel presión sonora a 1.5 m.	56 dB(A)

4.1.12. ACCESIBILIDAD A COMPONENTES PARA MANTENIMIENTO Y DIMENSIONES DE ALMACÉN

Para que una instalación de climatización tenga un funcionamiento óptimo es imprescindible la realización de un buen mantenimiento de los equipos, para ello es básico disponer de los espacios adecuados para poder acceder a los distintos componentes de tal manera que los componentes sean accesibles y el mantenimiento de los mismos pueda ser el adecuado.

Por lo tanto, **unas dimensiones adecuadas de los espacios repercute en la eficiencia energética de los equipos.**

Con esta premisa se ha diseñado la sala de calderas, en la que la ubicación de los equipos no solo cumple con las premisas del RITE, sino que van más allá.

De este modo, se ha previsto una sala de calderas con las siguientes características:

- **Longitud: 825 cm**
- **Anchura: 815 cm**
- **Altura: Comprendida entre 340 cm y 370 cm**
- **Distancia entre calderas: 115 cm**
- **Distancia entre calderas y equipos auxiliares: 88 cm**
- **Distancia entre equipos, elementos auxiliares y cerramientos (salvo vasos de expansión): 50 cm**
- **Distancia desde el frontal delantera de caldera hasta cualquier equipos (sin contar ceniceros): 240 cm**
- **Altura libre por encima de equipos dentro de la sala de calderas:**
 - o **Altura libre mínima con respecto a calderas: 140 cm**
 - o **Altura libre mínima con respecto a ciclón: 110 cm**

Todo el conexionado hidráulico de los distintos equipos se realizará soportado y de forma aérea, de tal manera que el acceso a los distintos componentes se haga sin obstáculos.

Adicionalmente para poder tener repuestos próximos a la sala de calderas se ha previsto la ejecución de un cuarto de mantenimiento de 15 m² anexo a la sala de calderas para disponer herramientas y repuestos próximos a la sala. El almacén de mantenimiento tiene las dimensiones siguientes:

- Longitud: 500 cm
- Anchura: 300 cm
- Altura: Comprendida entre 350 cm y 370 cm

4.2. PROYECTO BÁSICO AVANZADO

El objeto de este apartado es la descripción de las actuaciones a realizar para la mejora de la instalación térmica mediante la implementación de una nueva sala de calderas con biomasa. Para ello se describirán la propuesta de instalación térmica con su instalación hidráulica, almacenamiento y trasiego de combustible.

Se propone la ampliación del sistema de producción térmica actual, pasando de consumir gasóleo como fuente de energía principal a consumir biomasa mediante pellets y/o astillas.

Dicha instalación de biomasa estará destinada a cubrir la totalidad de la demanda del complejo (salvo casos excepcionales de demanda). De este modo se dejarán las calderas actuales VULCANO SADECA EUROBLOC SUPER 600 (2 Ud.), y VULCANO SADECA EUROBLOC SUPER 200 como apoyo y para cubrir las puntas de consumo en el caso de que fuera necesario

Se propone la instalación de **dos nuevos grupos térmicos de biomasa de 500 Kw cada uno de ellos** para la producción de calefacción y A.C.S.

Así mismo, se instalarán dentro de la nueva sala de calderas todos los componentes necesarios para la instalación de producción térmica mediante biomasa (bombas, depósitos de inercia, vasos de expansión, ciclones, tornillos sinfín, etc.)

Se realizará en la zona posterior del complejo hospitalario una **nueva sala de calderas** donde se ubicarán las nuevas calderas de biomasa, **así como un silo de almacenamiento y un almacén de mantenimiento.**

Se realizará la interconexión hidráulica y de control entre las dos salas térmicas, así como otra serie de mejoras descritas en el Apartado Anterior.

Así mismo se ejecutará la adecuación del nuevo edificio destinado a la sala de calderas y el silo a la normativa vigente, así como un almacén para mantenimiento.

En el desarrollo de las actuaciones estarán debidamente indicadas las características de las instalaciones objeto del concurso, a efectos de poder ser adecuadamente valoradas, y suficiente documentación para la inequívoca definición de los equipos previstos.

Todas las actuaciones previstas cumplirán con las premisas del Pliego de Prescripciones Técnicas en cuanto a sus características técnicas y las actuaciones de ejecución.

EMPLAZAMIENTO: La edificación de las instalaciones a proyectar se sitúa en la parcela en la que se encuentra el Hospital.

FUNCIONALIDAD: Los trabajos consistirán en la construcción de un nuevo edificio industrial para ubicar los nuevos equipos de producción térmica, compuesto por una sala de calderas, un silo de almacenamiento para el combustible y un almacén para el material de mantenimiento. Además se instalarán un sistema de llenado exterior del silo. Todo ello ubicados en la parte sur del hospital actual.

A continuación, se muestra un cuadro de superficies donde se indican las actualizaciones a realizar.

ESPACIO	SUPERFICIE ÚTIL (M2)
ALMACÉN MANTENIMIENTO	15
SALA DE CALDERAS BIOMASA	67,65
SILO ALMACENAMIENTO	38,07
TOTAL	120,72
SUPERFICIE CONSTRUIDA (M2)	131,44

4.2.1. JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS NUEVAS EDIFICACIONES

4.2.1.1. SALA DE CALDERAS

ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se considera “sala de máquinas” según la IT 1.3.4.1.2.1 del RITE al local técnico donde se alojan los equipos de producción de frío o calor y otros equipos auxiliares y accesorios de la instalación térmica, con potencia superior a 70 kW.

En nuestro caso, dado que la potencia de los equipos a implantar es de 1.000 kW, el cuarto donde se instalarán los nuevos equipos se denomina sala de calderas.

DIMENSIONES NECESARIAS DE LAS SALAS DE CALDERAS

La sala de máquinas y el silo se diseñarán con el **espacio suficiente para albergar las calderas, depósitos de inercia, vasos de expansión, tubería, tornillos sinfín, etc. y el espacio suficiente para facilitar el mantenimiento e, incluso, para quitar o reponer equipos.**

El dimensionamiento de una sala de calderas debe cumplir con las indicaciones de la IT 1.3.4.1.2.6. del RITE.

Las dimensiones de las salas de máquinas deben permitir el acceso sin dificultar a los órganos de maniobra y control, y una correcta explotación y mantenimiento del sistema, para lo cual se respetarán siempre las indicaciones del fabricante de los equipos.

Sobre el generador siempre ha de respetarse una altura mínima libre de tuberías y obstáculos de 0,5 m. En edificios de nueva construcción, la altura mínima de la sala de máquinas debe ser de 2,50 m.

Los espacios adicionales a tener en cuenta en salas de máquinas con calderas atmosféricas:

- El espacio libre en el frente de la caldera será como mínimo de 1 m, con una altura mínima de 2 m libre de obstáculos.
- Entre calderas, así como las calderas extremas y los muros laterales y de fondo, debe existir un espacio libre de al menos 0,5 m que podrá disminuirse en los modelos en que el mantenimiento de las calderas y su aislamiento térmico lo permita. Deben tenerse en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- Con calderas de combustibles sólidos, la distancia entre éstas y la chimenea será igual, al menos, al tamaño de la caldera.
- Las calderas de combustibles sólidos en las que sea necesaria la accesibilidad al hogar, para carga o reparto del combustible, tendrán un espacio libre frontal igual, por lo menos, a vez y media la profundidad de la caldera.
- Las calderas de biocombustibles sólidos en las que la retirada de cenizas sea manual, tendrán un espacio libre frontal igual, por lo menos, a vez y media la profundidad de la caldera.

IT.1.3.4.1.2.6 Dimensiones de las salas de máquinas

Calderas Atmosféricas.

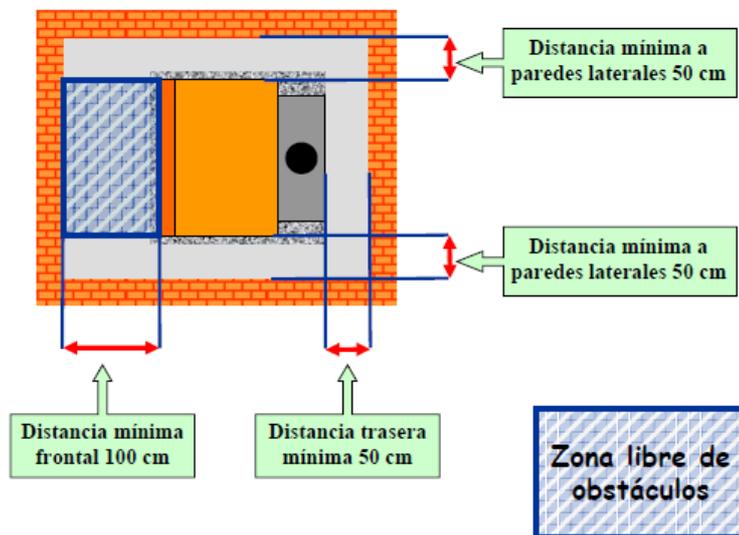


Figura 39: Dimensiones de las salas de máquinas con quemador de combustión atmosférico: Plano de Planta

IT.1.3.4.1.2.6 Dimensiones de las salas de máquinas

Calderas Atmosféricas.

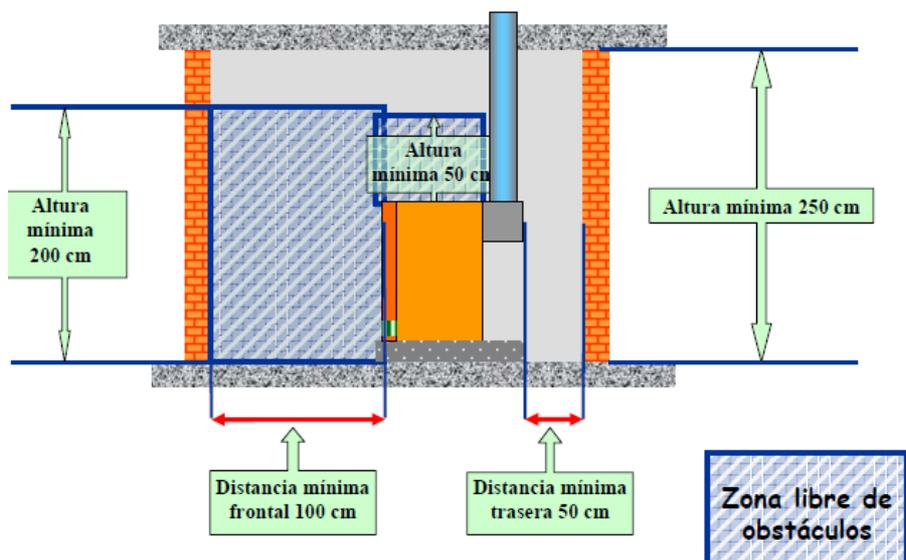
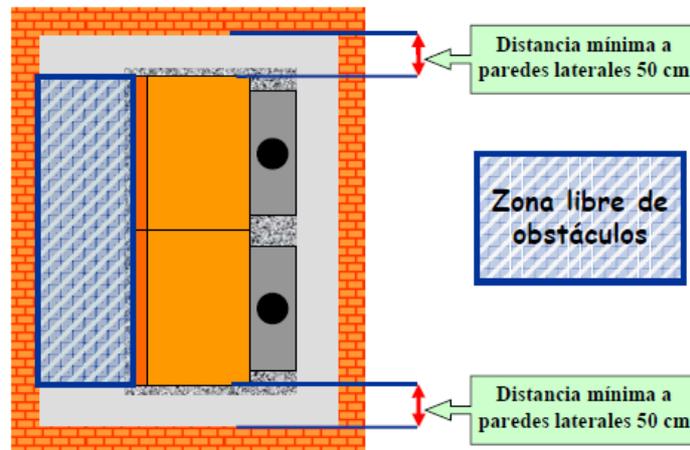


Figura 40: Dimensiones de las salas de máquinas con quemador de combustión atmosférico: Plano de alzado

IT.1.3.4.1.2.6 Dimensiones de las salas de máquinas Calderas Atmosféricas.



Las calderas modulares pueden colocarse adosadas

Figura 41: Dimensiones de las salas de máquinas con quemador de combustión atmosférico: Separación entre calderas

La sala de calderas cumple con las dimensiones necesarias para la ubicación de los equipos de producción en ella cumpliendo las distancias requeridas a paredes, techo, etc.

Se debe tener en cuenta que según el IT 1.3.4.1.2.8 del RITE, las dimensiones propuestas pueden no cumplirse en edificaciones existentes siempre que se garantice el mantenimiento de los equipos instalados.

Los criterios del pliego como distancias mínimas son las siguientes:

- Distancia mínima entre calderas y entre calderas y equipos auxiliares: 80 cm.
- Distancia entre equipos, elementos auxiliares y cerramientos: 50 cm.
- Distancia desde el frontal delantera de caldera hasta cualquier equipo: 1,80 m.
- Altura de la sala de máquinas: 100 cm o más por encima del punto más alto de la caldera o del equipo de depuración de humos.
- Se deberá prever el espacio suficiente para la evacuación de cenizas, mediante un acceso fácil al cenicero.
- Se deberá prever el acceso alrededor del equipo de tratamiento de humos y al correspondiente cenicero.

DIMENSIONES PREVISTAS DE LAS SALAS DE CALDERAS

La sala de calderas previstas tiene las dimensiones siguientes:

- Longitud: 825 cm
- Anchura: 815 cm
- Altura: Comprendida entre 340 cm y 370 cm

Teniendo en cuenta el tamaño de la sala de calderas y las dimensiones mínimas se han considerado las siguientes distancias cumpliendo lo indicado tanto normativamente como de requerimiento de pliego.

- **Distancia entre calderas: 115 cm**
- **Distancia entre calderas y equipos auxiliares: 88 cm**
- **Distancia entre equipos, elementos auxiliares y cerramientos (salvo vasos de expansión): 50 cm**
- **Distancia desde el frontal delantera de caldera hasta cualquier equipos (sin contar ceniceros): 2,40**

m

- **Altura libre por encima de equipos dentro de la sala de calderas:**
 - o **Altura libre mínima con respecto a calderas: 140 cm**
 - o **Altura libre mínima con respecto a ciclón: 110 cm**

4.2.1.2. SILO DE ALMACENAMIENTO DE BIOMASA

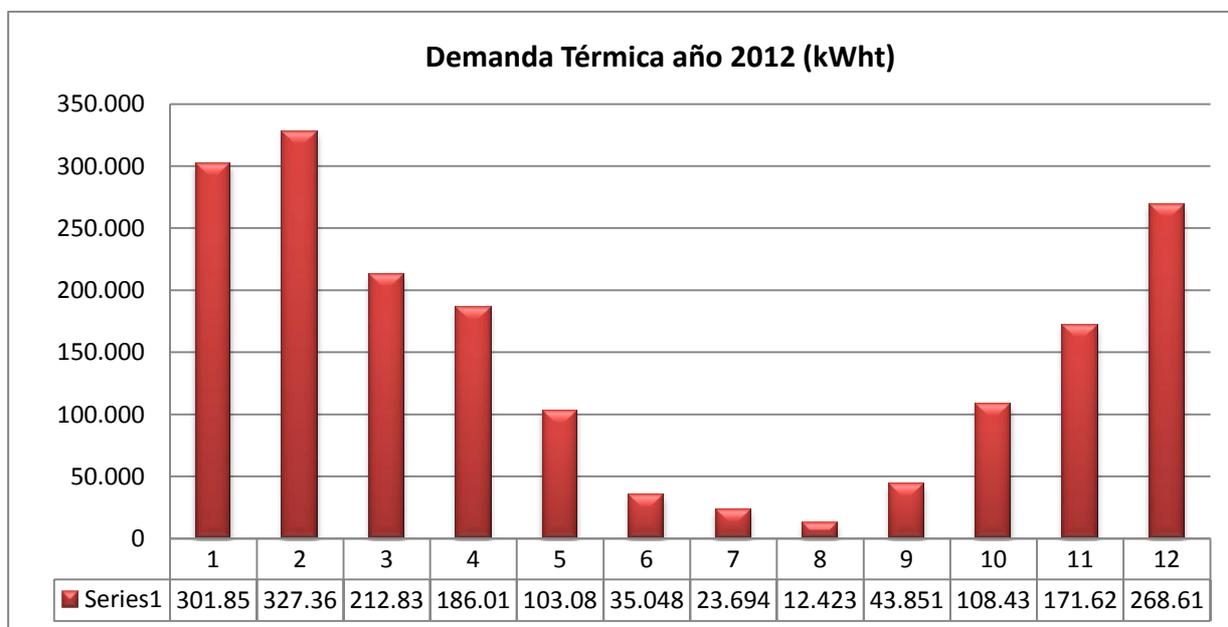
DIMENSIONES NECESARIAS PARA EL SILO DE ALMACENAMIENTO

El silo de almacenamiento debe cumplir con las premisas de la IT 1.3.4.1.4. del RITE en cuanto a la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustible.

De esta forma se requiere un almacenamiento mínimo de combustible para cubrir el consumo de 15 días.

CONSUMO PUNTA DE COMBUSTIBLE

La demanda térmica mensual del edificio teniendo en cuenta el consumo energético de gasóleo del año 2012, es la siguiente:

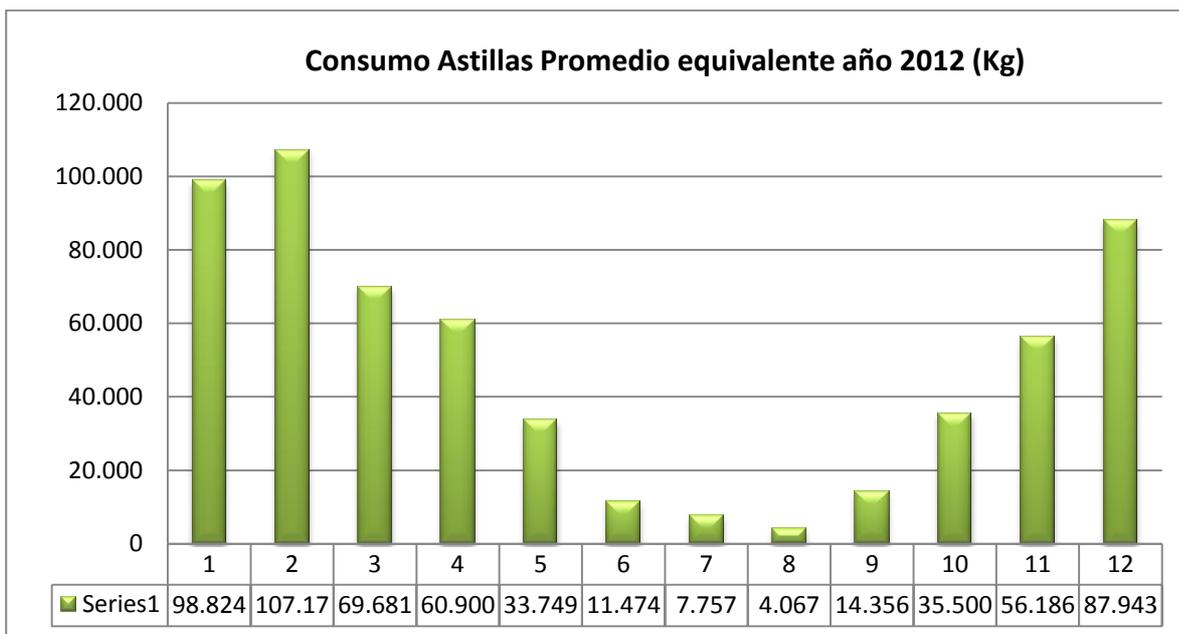
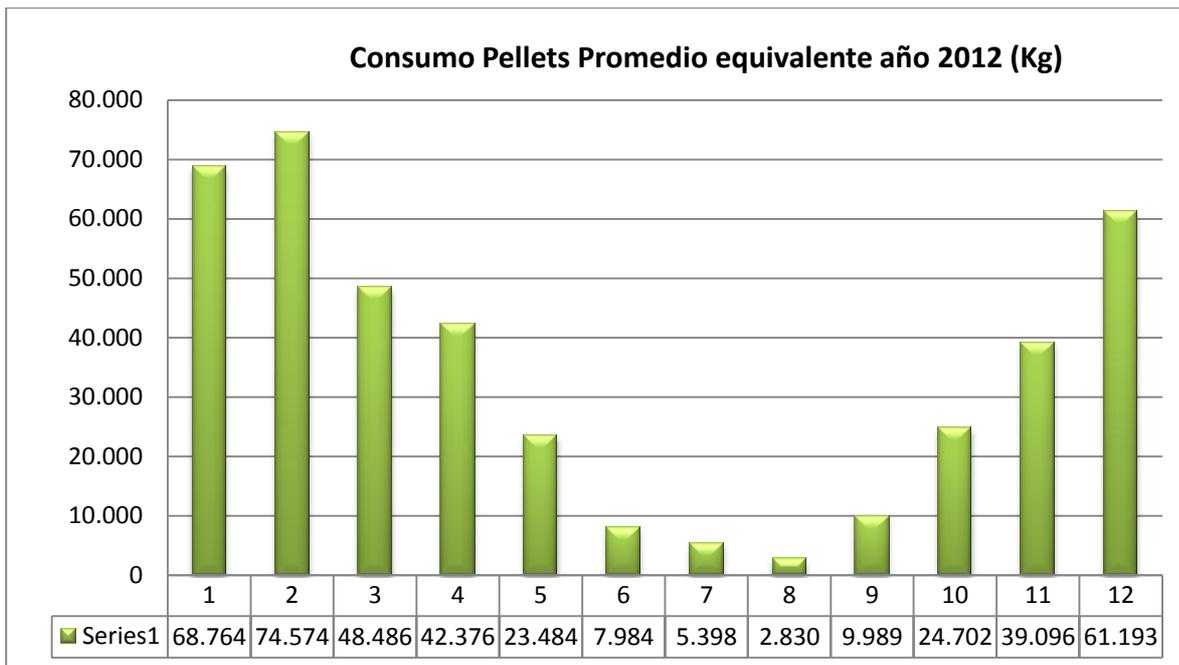


Teniendo en cuenta los nuevos rendimientos estacionales de las nuevas calderas de biomasa a instalar, y los poderes caloríficos y densidades de los combustibles (que se indican en la Tabla 14):

TIPO DE CBLE	PODER CALORÍFICO MEDIO (kWhts/PCI/Kg)	DENSIDAD (Kg/M3)
Pellets	5,03	650
Astillas	3,5	250

Tabla 14: Poderes caloríficos y densidades de los combustibles

Las necesidades energéticas mensuales de pellet y astilla para cubrir la demanda térmica indicada son las siguientes:



De este modo, y teniendo en cuenta el consumo punta del mes de febrero, la capacidad necesaria del silo para cumplir con la IT 1.3.4.1.4. del RITE, es la siguiente:

TIPO DE CBLE	PODER CALORÍFICO MEDIO (kWhs/PCI/Kg)	DENSIDAD (Kg/M3)	CONSUMO ENERGÉTICO MES MÁS DESFAVORABLE (Kg/mes)	VOLUMEN NECESARIO DEL SILO (15 días)
Pellets	5,03	650	74.574	57,36
Astillas	3,5	250	107.174	214,35

DIMENSIONES PREVISTAS PARA EL SILO DE ALMACENAMIENTO

El silo de almacenamiento tiene las dimensiones siguientes:

- Longitud: 800 cm
- Anchura: 500 cm
- Altura: 300 cm (altura útil de silo teniendo en cuenta espacios para carga, etc.)

Esta sala es suficiente según las necesidades energéticas del edificio para el suministro de pellets durante un periodo de 1 mes aproximadamente y para el almacenamiento de astilla para una semana.

En la siguiente Tabla 15 se indica las necesidades de almacenamiento en función del tipo de combustible utilizado y la autonomía prevista.

TIPO DE CBLE	PODER CALORÍFICO MEDIO (kWhs/PCI/Kg)	DENSIDAD (Kg/M3)	CONSUMO ENERGÉTICO MES MÁS DESFAVORABLE (Kg/mes)	AUTONOMÍA DEL SILO (DÍAS)
Pellets	5,03	650	74.574	31,4
Astillas	3,5	250	107.174	8,4

Tabla 15: Necesidades de almacenamiento

Con el suministro mediante pellets se cumple con la IT 1.3.4.1.4. del RITE en cuanto a la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustible.

4.2.2. OTROS

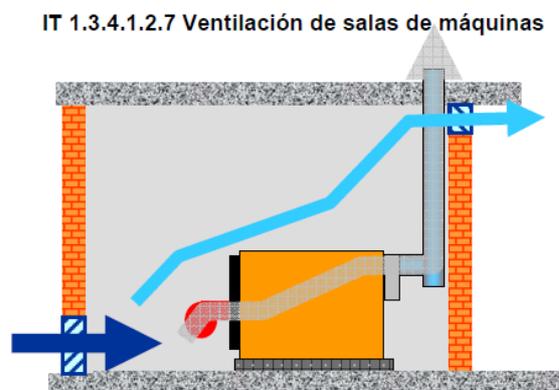
4.2.2.1. BANCADA PARA ALBERGAR LOS EQUIPOS PRODUCTORES DE CALOR Y DEPÓSITO DE CENIZAS

El fabricante de las calderas de biomasa HERZ recomienda no utilizar bancada para ubicación de sus calderas, por este motivo no se prevee su implantación en este proyecto.

4.2.2.2. JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN PROPUESTA

VENTILACIÓN DE LA SALA DE CALDERAS

Se garantizará la ventilación del local donde se ubican las calderas. Los objetivos de la ventilación son los que se indican a continuación:

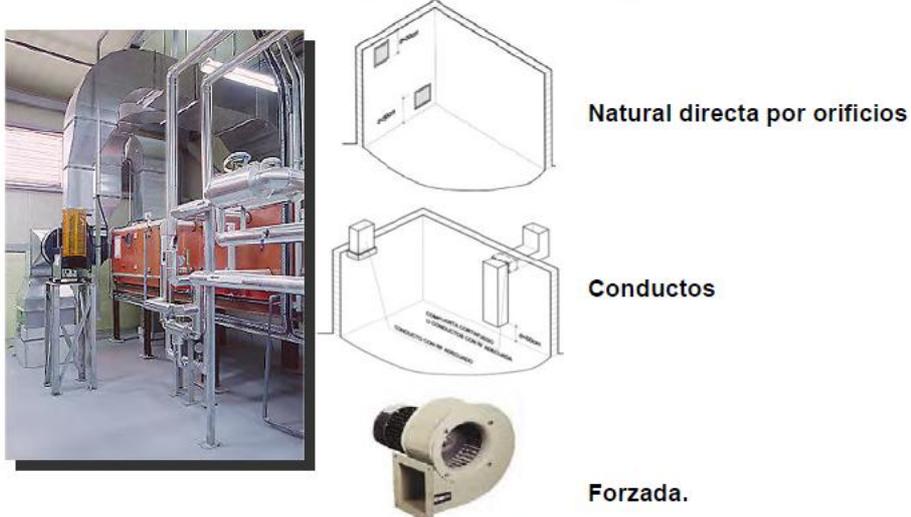


Objetivos de la Ventilación:

- Aportar el aire para la combustión.
- Disipar el calor que se genera en la sala.
- Eliminar contaminantes y/o fugas de combustible.

Los tipos de ventilaciones que se pueden dar son los que se indican a continuación:

IT 1.3.4.1.2.7 Ventilación de salas de máquinas



Se han previsto dos tipos de ventilación para la sala de calderas:

1.- Ventilación natural directa por orificios

La ventilación natural de la sala de calderas debe cumplir con el siguiente supuesto:

IT 1.3.4.1.2.7 Ventilación de salas de máquinas

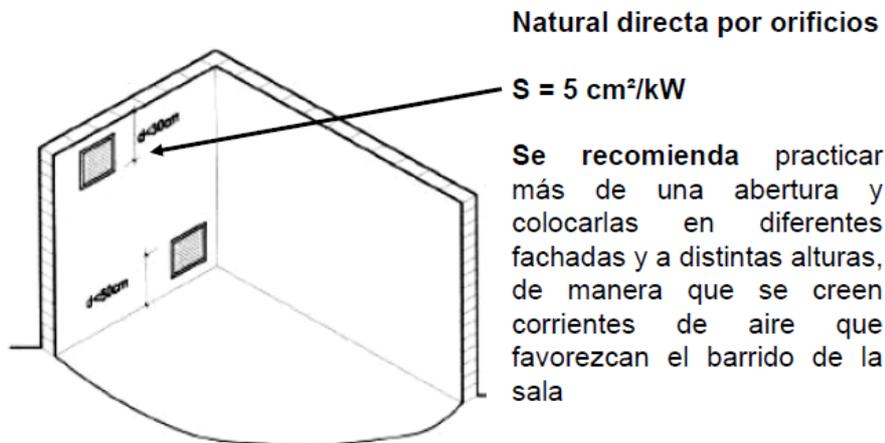


Figura 42: Distribución de ventilaciones en una sala de calderas

La sección necesaria para la ventilación inferior debe ser superior a la obtenida mediante la expresión:

$$S = 5 \text{ cm}^2 * P = 5 * 1.000 = 5.000 \text{ cm}^2$$

Siendo P la potencia de la instalación en kW.

Se instalarán dos rejillas en paredes opuestas con una sección cada una de 150 cm X 100 cm; es decir una sección total de 30.000 cm², muy superior de los 5.250 cm² necesarios (+5% por ser orificio rectangular).

2.- Ventilación forzada

Adicionalmente y como medida de seguridad adicional se instalará una ventilación forzada.

En la ventilación forzada se dispondrá de un ventilador de impulsión, soplando en la parte inferior de la sala, que asegure un caudal mínimo de:

$$Q_{min} = 1,8 * PN + 10 * A = 1,8 * 1.000 + 10 * 67,65 = 2.476 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Qmin: Caudal mínimo (m³/h)
- PN: Potencia nominal instalada (kW)
- A: Superficie de la sala (m²)

El ventilador estará enclavado eléctricamente con los quemadores, de manera que entre en funcionamiento cuando al menos uno de los quemadores funcione y pare cuando todos los quemadores estén parados.

Las pautas del funcionamiento del sistema de ventilación forzada serán las siguientes:

PAUTAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN FORZADA	
ENCENDIDO	1 Arrancar el ventilador 2 Mediante un detector de flujo o un presostato debe activarse un relé temporizado que garantice el funcionamiento del sistema de ventilación antes de dar la señal de encendido a la caldera 3 Arrancar el generador de calor
APAGADO	1 Parar el generador de calor 2 Sólo cuando todas las calderas de la sala estén paradas debe desactivarse el relé mencionado anteriormente y parar el ventilador

Se colocará el siguiente ventilador marca ESCOCLIMA o similar, con motor con un índice de protección IP55 con las siguientes características:

Extractor ESCOCLIMA modelo BD 33/25 T6		
 <p>Configuración descarga horizontal</p>	Tipo	Caja de ventilación con ventilador centrífugo,
	Caudal máximo	5.800 m ³ /h
	Caudal cálculo	2.476 m ³ /h
	Velocidad cálculo	700 r.p.m.
	Potencia absorbida Calc.	0.735 Kw
	Nivel presión sonora a 1.5 m.	56 dB(A)

4.2.3. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Se describen en este apartado las distintas actuaciones necesarias para la implantación del sistema de climatización.

Se comenzará con la descripción del sistema de almacenamiento de biomasa empleado, sistema de alimentación de combustible, equipos generadores, sistemas hidráulicos, así como el sistema eléctrico y de control de la instalación.

4.2.3.1. REGLAMENTACIONES

Para la elaboración del proyecto y justificación de las medidas de seguridad contra incendios que ha de satisfacer el edificio, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE). Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio.
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007 de 28 de febrero de 2008.
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, publicado en BOE número 38, de 12 de febrero de 2010.
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, publicado en BOE número 127, de 25 de mayo de 2010.
- Real Decreto 238/2013 de 5 de abril, que modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios ante la necesidad de transponer la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Modificación del Real Decreto 1751/1988, por el que se aprueba el reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE). Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. En el que se recogen los diferentes Documentos Básicos:
 - o DB SE: Seguridad Estructural
 - o DB SI: Seguridad Caso de Incendio.
 - o DB-SUA: Seguridad de Utilización y Accesibilidad.
 - o DB HS: Salubridad.
 - o DB HR: Protección frente al Ruido.
 - o DB HE: Ahorro de Energía.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (REBT). Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Instrucción del Hormigón Estructural, EHE. Real Decreto 2661/1998.
- Pliego de Prescripciones Técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua. Orden de 28/07/74, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE 03 de octubre de 1974.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis.
- Reglamento de Aparatos a Presión e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-AP. Real Decreto 1244/1979, de 04 de abril de 1979.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Ordenanza municipal reguladora de la Eficiencia Energética y utilización de Energías Renovables en los Edificios y sus Instalaciones. BOP de 10 de julio de 2013.
- Ordenanzas municipales en materia acústica si procediesen y resto de normativa vigente que le sea de aplicación.

4.2.3.2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE BIOMASA

Para suministrar biomasa a las calderas se va a construir una sala anexa a la sala de calderas donde se realizará el almacenamiento de la misma.

El tamaño de las salas dependerá del tipo de biomasa prevista así como del sistema de transporte de biomasa a las calderas elegido.

Los sistemas de almacenamiento existentes son básicamente dos, almacenamiento prefabricado y almacenamiento de obra. Las posibilidades son las indicadas en la tabla siguiente.

TIPO DE ALMACENAMIENTO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	SISTEMA DE CARGA DEL SILO	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA	OBSERVACIONES
Almacenamiento prefabricado	Contenedor o tolva exterior	Sistema neumático	Tornillo sinfín o sistema neumático	Normalmente se utiliza en viviendas unifamiliares
	Silo flexible	Sistema neumático o semiautomático	Tornillo sinfín o sistema neumático	Capacidad de entre 2 y 5 toneladas. Para viviendas unifamiliares o pequeños edificios (calderas de < 40 kW). Puede ser de lona o de polipropileno
	Depósito subterráneo	Sistema neumático	Sistema neumático	Tanto en viviendas unifamiliares como en grandes instalaciones
	Tolva o almacenamiento integrado	Semiautomático	Semiautomático	Almacenamiento integrado en la caldera. Pequeño tamaño (100-1.000 L)
Almacenamiento de obra (sala de nueva construcción o adaptación de una existente)	Con suelo inclinado de 2 lados	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sinfín o sistema neumático	No necesita agitador
	Con suelo inclinado de 1 lado	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sinfín o sistema neumático	Agitador sólo hasta 25°. A mayor ángulo de inclinación, mayor espacio muerto bajo los lados inclinados.

TIPO DE ALMACENAMIENTO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	SISTEMA DE CARGA DEL SILO	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA	OBSERVACIONES
Almacenamiento de obra (sala de nueva construcción o adaptación de una existente)	Con suelo horizontal	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sinfín o sistema neumático	Con agitador siempre
		Descarga directa	Semiautomático	Para combustibles de tamaño o forma heterogénea como leña o briquetas, que son difíciles de automatizar

Los almacenamientos previstos para este proyecto es almacenamiento de obra, el cual se consideran adecuado según las necesidades energéticas del edificio.

Los almacenamientos de obra son salas de nueva construcción o salas existentes adaptadas para su uso como silo de biomasa. Su característica más importante es la ausencia de humedad, ya que ésta hace que la biomasa aumente de volumen y pierda parte de sus propiedades como combustible.

Los almacenamientos de obra pueden constituirse de una de las opciones descritas con anterioridad, que son:

- Suelo inclinado por los dos lados.

Esta solución es recomendable en silos rectangulares en los que un rascador no podría barrer toda el área del silo. Se colocan dos falsos suelos inclinados para que el pellet almacenado entre ellos se deslice por gravedad hasta el tornillo sinfín que transporta el combustible a la caldera o hasta el sistema de alimentación neumática que permite que el silo esté situado hasta a 30 m de la caldera.

El tornillo sinfín, en codo, consta a su vez de un tornillo rígido de extracción, que es el que está en el silo propiamente dicho, y de uno elevador, que salva el desnivel entre el final del tornillo de extracción y la entrada de biomasa a la caldera. Es recomendable una inclinación de las rampas de entre 35 y 45° para facilitar el vaciado del silo. La desventaja principal de este sistema radica en los espacios muertos existentes debajo de las rampas inclinadas, lo que hace que sólo alrededor de 2/3 del total del volumen del silo sea útil como almacenamiento.

Es muy importante la inclinación y altura de las rampas, pues la biomasa puede atascarse si el diseño

no es el adecuado.

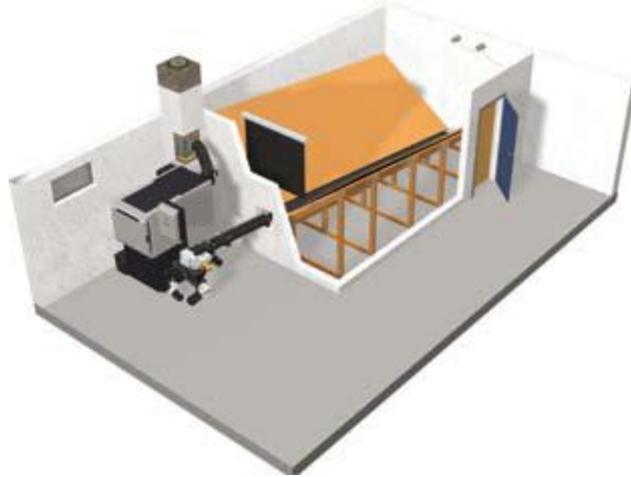


Figura 43: Silo de almacenamiento de obra civil con dos lados inclinados

- Suelo inclinado de un lado.

Se trata del sistema idóneo para silos cuadrados.

La inclinación del suelo determina la necesidad de rascadores. Una menor inclinación implica mayor espacio de almacenamiento pues se desaprovecha menos espacio bajo la rampa inclinada, pero conlleva la necesidad de la utilización de rascadores, con su consiguiente coste, ya que la fuerza de la gravedad no es suficiente para suministrar biomasa de una manera continua al sistema de alimentación de la caldera (tornillo sinfín o sistema neumático).

En estos casos la inclinación de la rampa y la posición de la caldera se diseñan de tal manera que el tornillo sinfín de extracción conecta directamente con la entrada de biomasa a la caldera, haciendo innecesaria la instalación de un tornillo elevador, como en el caso de los silos con dos suelos inclinados.

A partir de un cierto ángulo de inclinación no pueden utilizarse rascadores ya que se generarían fuertes irregularidades en su funcionamiento debido a la diferencia de fuerzas que debería ejercer en la parte inferior y superior del almacenamiento.

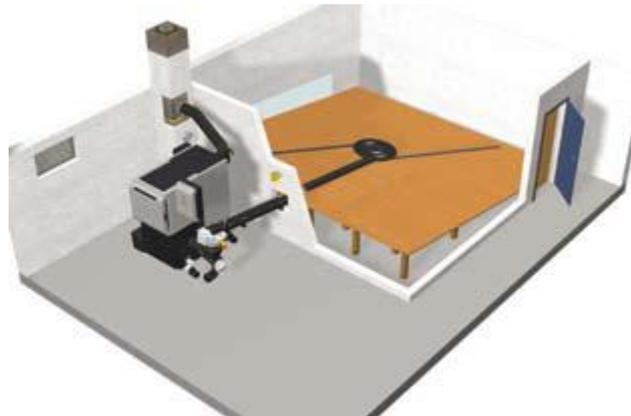


Figura 44: Silo de almacenamiento de obra civil con un lado inclinado

- Suelo Horizontal

Es la opción más acertada cuando se dispone de poco espacio disponible o el combustible tiene poca densidad. El suelo plano necesita de rascadores horizontales hidráulicos, lo que implica un mayor

coste pero optimiza el volumen del silo.

Los rascadores giratorios (laminas de acero) son más económicos y pueden utilizarse con una gran variedad de combustibles (piña troceada, astillas de madera, etc.). El sistema de alimentación de la caldera puede ser tanto por tornillo sinfín como mediante un sistema neumático. Conviene que el silo de almacenamiento sea redondo o cuadrado para evitar espacios muertos.

Un sistema de transporte a las calderas cuando se usa el suelo horizontal es el sistema de suelo móvil por rastreles.

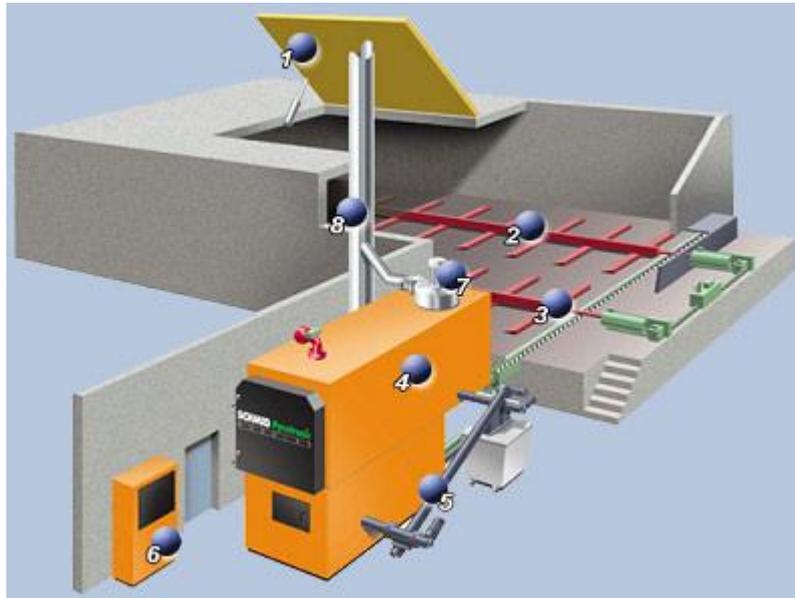


Figura 45: Silo de almacenamiento de obra civil con suelo horizontal (Suelo móvil)

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Permite una mayor capacidad de almacenaje
- Permite un mayor caudal de abastecimiento de biomasa a las calderas

Como inconveniente principal tiene el incremento de coste con respecto a otros sistemas de almacenamiento.

Las características técnicas estructurales principales que debe cumplir un silo de almacenamiento de obra civil son las indicadas en los esquemas siguientes:

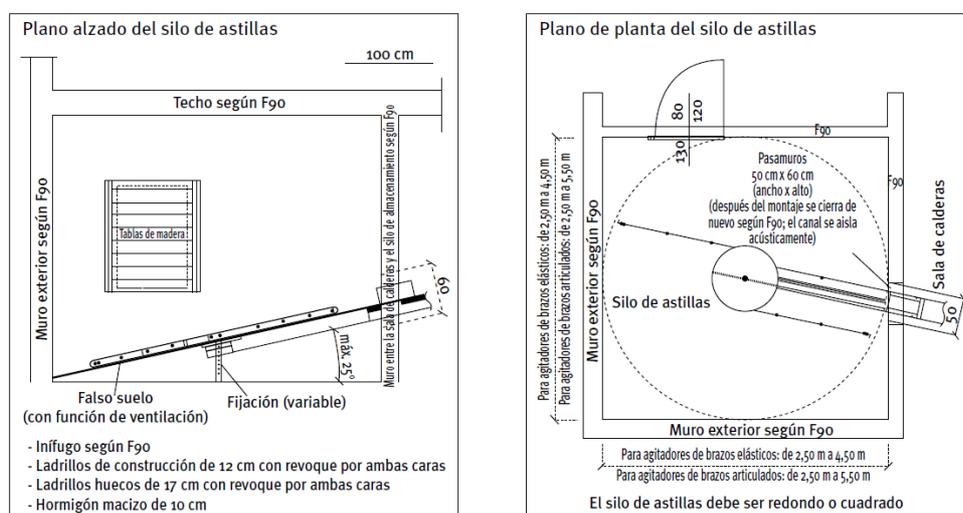


Figura 46: Silo de almacenamiento de obra civil con un lado inclinado y suministro mediante agitador

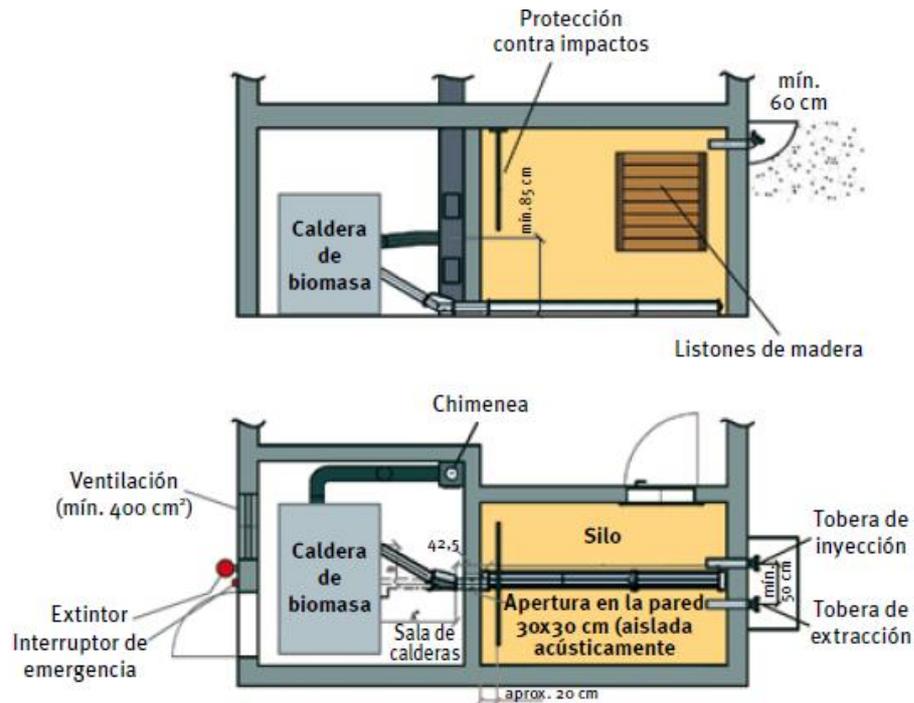


Figura 47: Silo de almacenamiento de obra civil con suelo horizontal

Los silos de almacenamiento cumplirán adicionalmente con las siguientes premisas para prevenir el daño del combustible, o una autocombustión:

- Ausencia de humedad. Las paredes, suelo y techo del almacenamiento no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándolas en caso necesario. El almacenamiento de las astillas debe estar bien ventilado para permitir su secado y evitar la aparición de mohos.
- Instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas dentro del almacén no están permitidas y cuando se utilice un sistema neumático para el transporte de la biomasa, ya sea del camión al silo o del silo a la caldera, el sistema deberá contar con una toma de tierra para evitar la aparición de chispas por cargas electrostáticas.
- Vaciado del sistema de almacenamiento. Se preverá un procedimiento de vaciado de almacenamiento de biocombustible para el caso de que sea necesario, para la realización de trabajos de mantenimiento, de reparación o en situaciones de riesgo de incendio.
- Capacidad mínima. En edificios nuevos la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustible será la suficiente para cubrir el consumo de dos semanas, tal y como solicita el RITE.
- Protección contra incendios. En edificios nuevos el almacenamiento y la sala de máquinas deben encontrarse situados en locales distintos y con las aperturas para el transporte desde el almacenamiento a los generadores de calor dotadas con los elementos adecuados para evitar la propagación de incendios de una a otra.

En instalaciones térmicas existentes que se reformen, en donde no pueda realizarse una división en dos locales distintos, el depósito de almacenamiento estará situado a una distancia de la caldera superior a 0,7 m y deberá existir entre el generador de calor y el almacenamiento una pared con resistencia ante el fuego de acuerdo con la reglamentación vigente de protección contra incendios.

La resistencia al fuego de los elementos delimitadores y estructurales del almacenamiento de biocombustible será la que determine la reglamentación de protección contra incendios vigente (Código Técnico de la Edificación – Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio). En el caso del silo, nivel de riesgo medio.

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	No	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI2 45-C5	2 x EI2 30-C5	2 x EI2 30-C5
Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m

- Resistencia a la presión del combustible. Las paredes y puertas del almacén deben ser capaces de soportar la presión del biocombustible almacenado.
- Mantenimiento del tornillo sinfín. Una vez al año se limpiará el polvo acumulado y se engrasará los cojinetes del tornillo sinfín.

SOLUCIÓN ADOPTADA

Para suministrar biomasa a las dos nuevas calderas de biomasa se va a ejecutar un silo donde se realizará el almacenamiento de la misma.

Esta sala de almacenamiento dispondrá de las dimensiones de 8 x 5 x 3 m (altura de silo útil teniendo en cuenta las cargas, etc.), el cual es suficiente según las necesidades energéticas del edificio para el suministro de pellets durante un período de 1 mes aproximadamente y para el almacenamiento de astilla para una semana.

La disposición de silo rectangular es perfecta para la configuración de suelo plano, es ideal para un sistema de alimentación a las calderas mediante agitadores con sinfín de elevación de astillas.

En la siguiente tabla se indica las necesidades de almacenamiento en función del tipo de combustible utilizado y la autonomía prevista.

TIPO DE CBLE	PODER CALORÍFICO MEDIO (kWh/PCI/Kg)	DENSIDAD (Kg/M3)	CONSUMO ENERGÉTICO MES MÁS DESFAVORABLE (Kg/mes)	AUTONOMÍA DEL SILO (DÍAS)
Pellets	5,03	650	74.574	31,4
Astillas	3,5	250	107.174	8,4

Con el suministro mediante pellets se cumple con la IT 1.3.4.1.4 del RITE en cuanto a la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustible.

4.2.3.3. SISTEMAS DE CARGA DE LOS SILOS DE BIOMASA

INTRODUCCIÓN

Considerando el tipo de almacenamiento detallado en el punto anterior, los sistemas de carga de los mismos pueden clasificarse en tres grupos:

- Sistema semiautomático
- Sistema de descarga directa
- Sistema automático

Las características de los mismos es la siguiente:

SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO

Es el caso de las tolvas y los almacenamientos integrados en la caldera. El propio usuario recarga dichos silos mediante bolsas pequeñas o provisiones almacenadas.

También existen silos flexibles que pueden ser recargados manualmente con sacos de pellets.



Figura 48: Bolsas pequeñas y big-bag para el suministro de biomasa

SISTEMA DE DESCARGA DIRECTA

Es el utilizado por volquetes y camiones de piso móvil para cargar los silos accesibles mediante trampillas en el suelo. El camión de suministro necesita tener acceso directo desde la entrada a la propiedad hasta la trampilla y suficiente espacio alrededor para dar la vuelta tras la descarga.

Es un sistema simple y económico, aunque genera polvo durante el suministro, y, además, hay que limpiar los restos del combustible al final de la recarga. La trampilla cuenta con una rejilla de acero que elimina la posibilidad de la caída de personas dentro del silo, pero con aberturas suficientemente amplias para el paso del combustible sin obstrucciones.



Figura 49: Sistema de suministro mediante camión tipo volquete

SISTEMA NEUMÁTICO

Este sistema de suministro es cómodo y limpio, permitiendo rellenar un silo de almacenamiento mediante un tubo flexible desde distancias de hasta 40 m, aunque a partir de los 20 m. el proceso de llenado se complica.

El conductor del camión instala y desinstala el sistema de descarga en menos de 5 minutos, y el propio camión está equipado con un dispositivo de pesado para garantizar el suministro exacto de la cantidad demandada.



Figura 50: Sistema de suministro mediante camión cisterna neumático

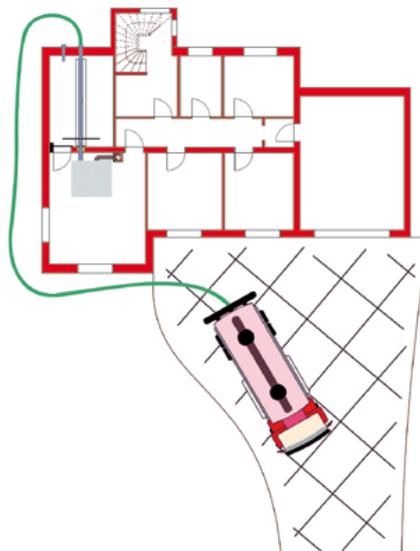


Figura 51: Suministro mediante sistema neumático a silo de almacenamiento

Antes de la recarga conviene seguir los siguientes pasos:

COMPROBACIÓN	DESCRIPCIÓN
Preparación del silo	Vaciado y limpieza en caso de cambio del tipo o tamaño del combustible
Estado de la caldera	Apagada Sistema de antirretorno cerrado
Estado del silo	Cerrado en todos los casos
Combustible existente en el silo	Comprobación del tipo y estimación de la cantidad de combustible presente en el silo antes de la recarga

El camión de abastecimiento dispondrá de dos mangueras, una de llenado y otra de succión que se conectan a sendas toberas del silo. La manguera principal será de material antiestático para prevenir cargas electrostáticas, rellena el silo de pellets o astillas.

Mientras tanto, la manguera de succión genera una ligera depresión que absorbe los finos introducidos inevitablemente por la manguera principal y evita la creación de una sobrepresión en el almacenamiento.

El equipo de succión dispondrá de un filtro antipolvo con capacidad suficiente para los finos absorbidos. No obstante, a pesar de la existencia de tales dispositivos, se debe situar el camión de suministro tan cerca del almacenamiento como sea posible ya que cuanto menor sea el recorrido de la biomasa a través de la

manguera menor será la cantidad de finos que entren en el silo.

En el caso del suministro neumático de biomasa, además de los pasos aconsejados anteriormente, conviene cumplir asimismo con las recomendaciones específicas para estos sistemas.

TAREA	OBSERVACIÓN
Abrir toberas de llenado y succión	Limpieza de las conexiones antes del acoplamiento de las mangueras con las toberas
Acoplamiento de las mangueras con las toberas	Anotación de la longitud de la manguera utilizada
Encendido del sistema de succión	Uso de filtros limpios y secos
Carga del silo	
Apagado del sistema de succión	
Desacoplamiento de las mangueras y las toberas	
Cierre de las toberas de llenado y succión	Limpieza de las conexiones antes del cierre

Las toberas de succión y llenado en el silo cumplirán con las siguientes especificaciones adicionales:

- Estarán situadas en la misma pared y al menos a 20 cm. del techo (medido entre el techo y el borde superior de la tobera). La pared debe ser la más corta del silo para aprovechar mejor el espacio de almacenamiento.
- La tobera de llenado debe estar situada en el medio de la pared para garantizar una máxima simetría en la carga del silo y entrar unos 30 cm. en el silo para asegurar la entrada del combustible en la dirección deseada. La tobera de llenado debe ser más larga que la de succión para prevenir cortocircuito del flujo.
- La tobera de succión debe estar alineada con la superficie de la pared por el interior.
- Las toberas deben ser metálicas y estar conectadas a tierra para evitar la aparición y los efectos de cargas electrostáticas. Además deben ser resistentes a la corrosión y al paso del tiempo ya que no se prevé su recambio con el tiempo.
- Dispondrán de una tapa o cierre que debe estar permanentemente puesta excepto durante la carga del silo.
- Se garantizará un suficiente espacio libre alrededor de la toma exterior de las toberas para que su conexión con las mangueras no presente problemas.

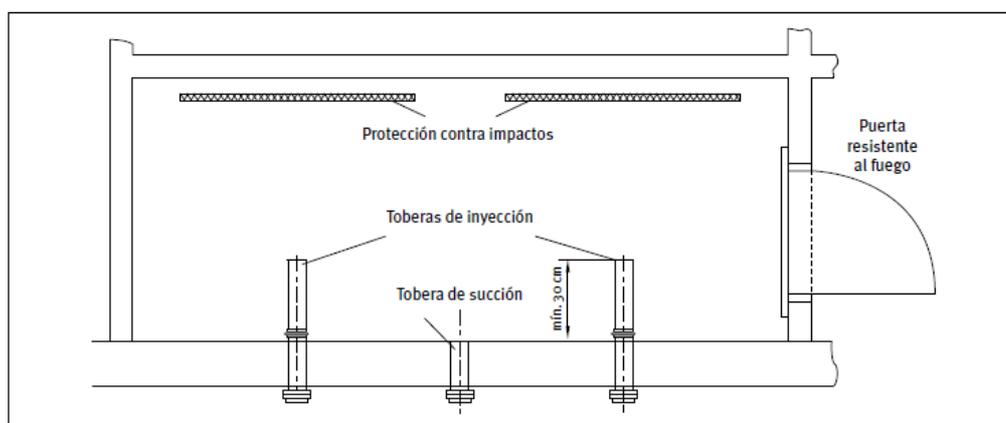


Figura 52: Disposición de toberas en un silo

SOLUCIÓN ADOPTADA

Para el suministro de biomasa al silo, se ha considerado un sistema de descarga directa mediante volquete, ya que según la disposición de la sala de calderas y del cuarto del silo, se puede acceder con un camión para el suministro de este modo.

Este volquete abastecerá a un sistema de llenado vertical de silo, de tal manera que el combustible se transporta a través de un sistema neumático hasta el interior del silo. Las características principales del sistema son las siguientes:

- Longitud de llenado hasta 6 metros.
- Sistema de llenado con tramos modulares de 0,6 a 1,2 metros
- Uniones de alta calidad de acero galvanizado
- Piezas exteriores con acabados anticorrosión
- Todos los motores son adecuados para la instalación en el exterior
- Altura vertical máxima 10 metros
- Distribución óptima de las astillas (posible hasta 12 metros)

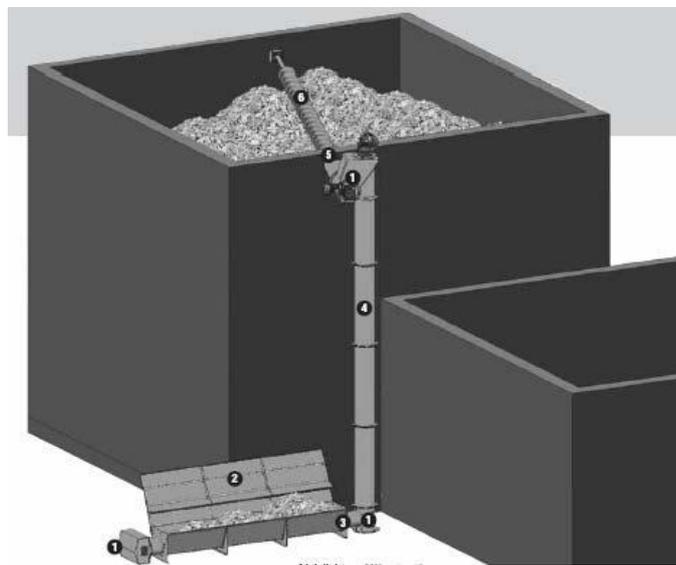


Figura 53: Sistema de llenado para silos

4.2.3.4. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE DE LOS SILOS A LAS CALDERAS

INTRODUCCIÓN

El combustible puede ser transportado desde el lugar de su almacenaje hasta las calderas mediante uno de los sistemas descritos a continuación. Independientemente del sistema elegido, éste tiene que limitar de alguna manera la granulometría máxima del biocombustible que se ha de mover, su densidad y el caudal, para poder fijar así un diseño y evitar bloqueos y otras incidencias.

SISTEMA MANUAL

Este sistema es utilizado en calderas pequeñas con almacenamiento tipo tolva o integrado ya que estos almacenamientos cumplen simultáneamente las funciones de silo de almacenamiento y depósito de la caldera previo a la combustión.

TORNILLO SINFIN

Los tornillos sinfín son sistemas mecánicos que conducen el combustible a lo largo de su longitud hasta el depósito que alimenta directamente a la caldera. En caso de estar situado en canal, como en el caso de un silo con dos lados inclinados, la biomasa desliza desde las paredes hasta el canal en toda su longitud, mientras que de estar situado en el interior de un tubo la biomasa entra solamente al principio del tornillo.

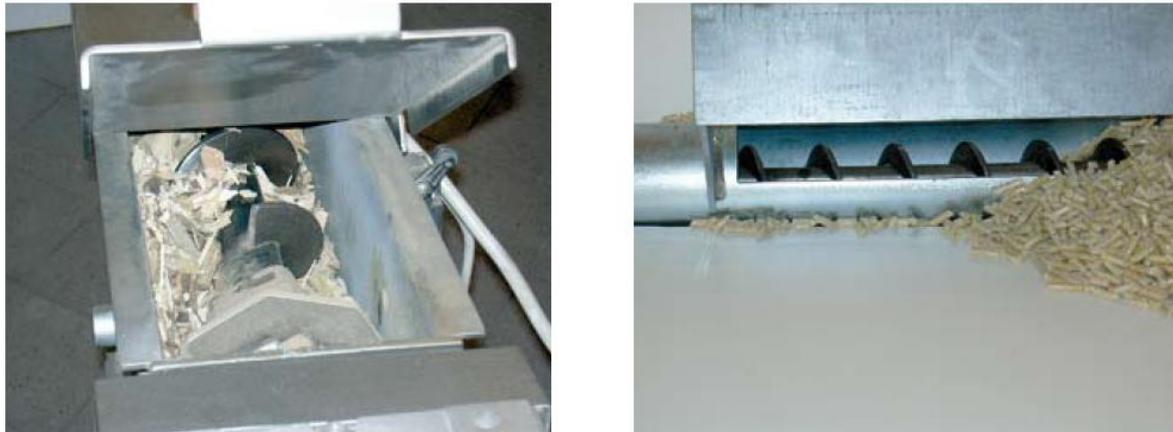


Figura 54: Tornillos sin fin de alimentación a calderas

Los sistemas de alimentación mecánica basados en tornillos sin fin son susceptibles de quedar bloqueados por trozos de biocombustible que excedan el límite dimensional, especialmente cuando los tornillos sin fin están dentro de un tubo. El límite de la granulometría aceptada queda definido por el diámetro, el paso y el eje del tornillo sin fin, así como por la distancia que hay entre el diámetro exterior del tornillo y el interior del tubo. En los casos de transporte por canal los bloqueos son menos frecuentes, aunque se han de utilizar motorizaciones sobredimensionadas debido al mayor caudal circulante.

En la siguiente tabla se indican las características de los tornillos sin fin.

PROPIEDADES DE LOS TORNILLOS SIN FÍN CONVENCIONALES (RÍGIDOS Y EN CODO)	
Capacidad de transporte (en horizontal, para relets) (kg/h)*	3.500 - 18.000
Longitud máxima de transporte (m)	25 - 20
Diámetro exterior del tubo (mm)	100 - 200
Material de la pared del tubo	Acero galvanizado
Espesor de la pared del tubo (mm)	1,5 - 2

* Para pendientes de 45º la capacidad de transporte es un 30% menor

Figura 55: Propiedades de los tornillos sin fin convencionales

Los tipos de tornillos sin fin existentes son los siguientes:

TORNILLO SIN FÍN RÍGIDO

Para silos cuadrados al lado o sobre la sala de calderas se recomienda el sistema de alimentación mediante agitador y tornillo sin fin. Este sistema no precisa mantenimiento y tiene un consumo propio mínimo. Una ventaja adicional es el aprovechamiento óptimo del volumen del silo.

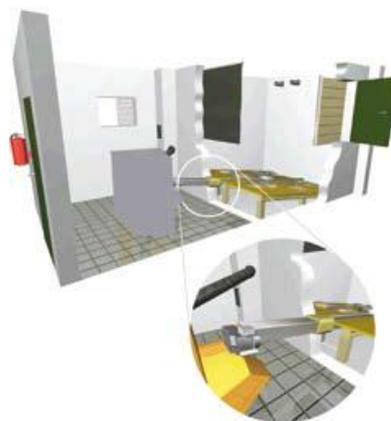
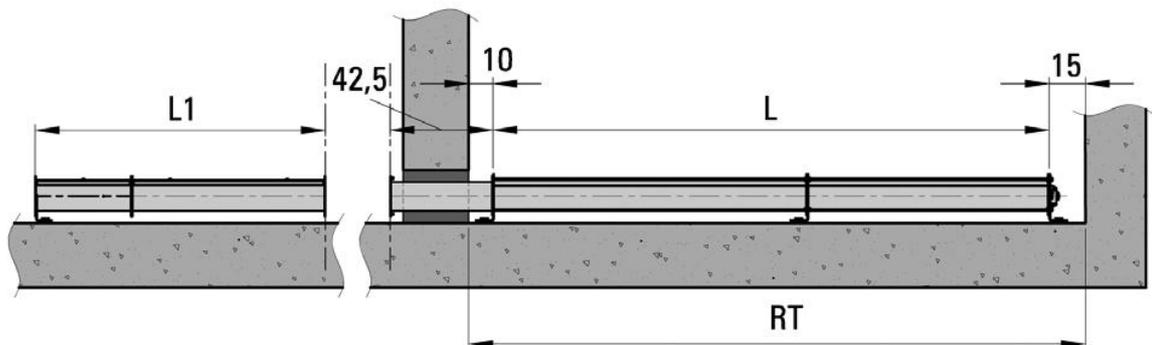


Figura 56: Tornillo Sin fin rígido

El dimensionamiento del sinfín rígido viene determinado por diferentes parámetros, como se muestra en la tabla siguiente:



Tornillo sinfín de alimentación

Tornillo sinfín de alimentación-L=1.300 mm; prof. mín. habitación: 1.550 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=1.800 mm; prof. mín. habitación: 2.050 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=2.300 mm; prof. mín. habitación: 2.550 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=2.600 mm; prof. mín. habitación: 2.850 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=2.800 mm; prof. mín. habitación: 3.050 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=3.100 mm; prof. mín. habitación: 3.350 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=3.600 mm; prof. mín. habitación: 3.850 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=4.600 mm; prof. mín. habitación: 4.850 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=4.900 mm; prof. mín. habitación: 5.150 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=5.400 mm; prof. mín. habitación: 5.650 mm

Prolongación del tornillo sinfín de alimentación

Extensión del canal del sinfín-L1=400 mm
Extensión del canal del sinfín-L1=800 mm
Extensión del canal del sinfín-L1=1.200 mm
Extensión del canal del sinfín-L1=1.600 mm
Extensión del canal del sinfín-L1=2.000 mm
Extensión del canal del sinfín-L1=2.400 mm

TORNILLO SINFÍN EN CODO

Esta variante es la solución idónea para almacenamientos rectangulares situados al lado o sobre la sala de calderas. Se compone de un tornillo de extracción y otro de subida y es ampliable mediante módulos. Tanto el consumo propio de energía eléctrica como el nivel de ruido son reducidos.

SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la alimentación de combustible desde el silo a cada caldera se ha previsto un tornillo sinfín.

Los tornillos sinfín son sistemas mecánicos que conducen el combustible a lo largo de su longitud hasta el depósito que alimenta directamente a la caldera.

Para cada caldera prevista se propone un sistema de tornillo sinfín en codo, que se compone de un tornillo de extracción y otro de subida y es ampliable mediante módulos. Tanto el consumo propio de energía eléctrica como el nivel de ruido son reducidos.

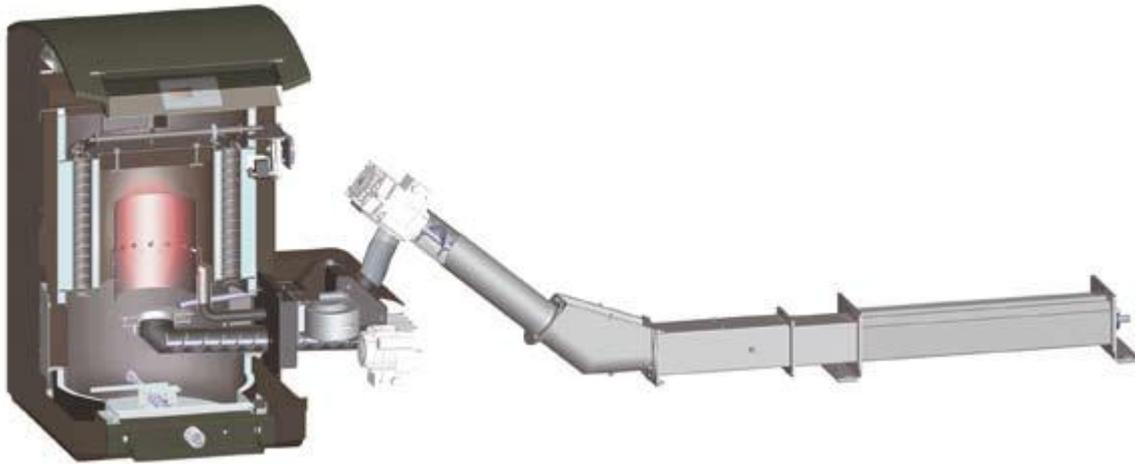


Figura 57: Tornillo Sinfín en codo

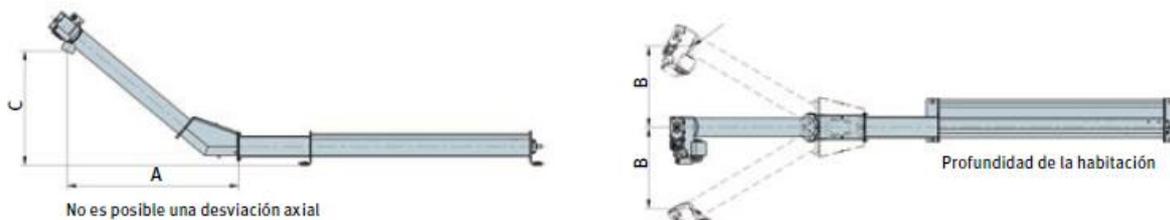


Figura 58: Disposiciones posibles de tornillo Sinfín en codo

El dimensionamiento del tornillo sinfín en codo se rige por los parámetros indicados en la siguiente tabla:

B (mm)	Dimensiones del sinfín en codo (mm)			
	A=785 C=487	A=910 C=699	A=1010 C=679	A=1160 C=808
0	0	0-350	0-470	440-640
50	-	0-270	0-420	350-600
100	-	0-120	0-340	220-550
150	-	-	0-240	0-500
200	-	-	-	0-430
250	-	-	-	0-330
300	-	-	--	0-190
350	-	-	-	-
400	-	-	-	-

Tornillo sinfín de alimentación

Tornillo sinfín de alimentación-L=1.300 mm; prof. mín. habitación: 1.550 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=1.800 mm; prof. mín. habitación: 2.050 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=2.300 mm; prof. mín. habitación: 2.550 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=2.600 mm; prof. mín. habitación: 2.850 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=2.800 mm; prof. mín. habitación: 3.050 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=3.100 mm; prof. mín. habitación: 3.350 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=3.600 mm; prof. mín. habitación: 3.850 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=4.600 mm; prof. mín. habitación: 4.850 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=4.900 mm; prof. mín. habitación: 5.150 mm
Tornillo sinfín de alimentación-L=5.400 mm; prof. mín. habitación: 5.650 mm

Para la recolección de biomasa del silo al tornillo sinfín, se ha previsto la instalación de un sistema de agitadores ubicados sobre suelo plano, tal y como se puede ver en el esquema siguiente:

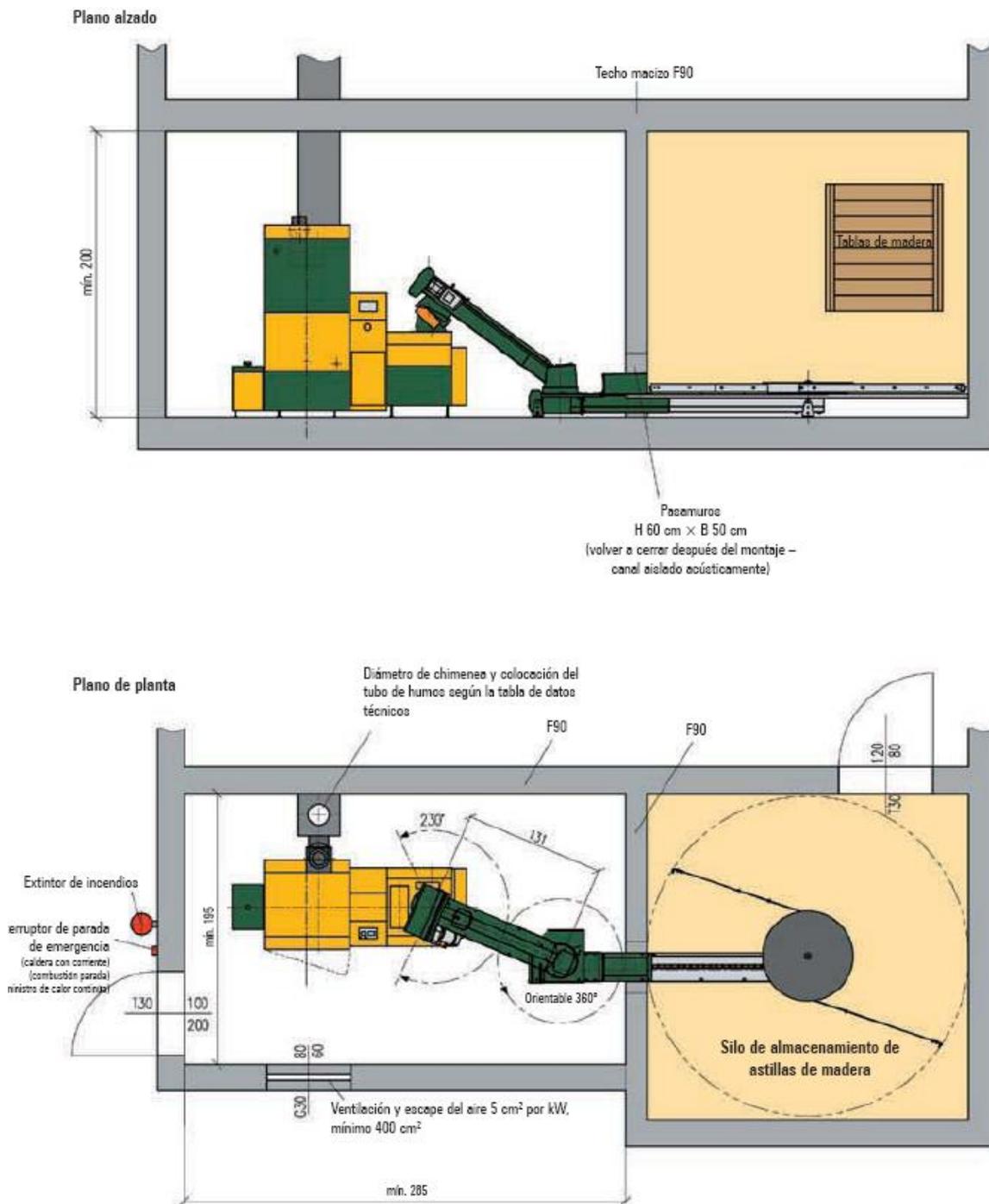


Figura 59: Recogida de biomasa mediante agitadores y tornillo Sinfín en codo

4.2.4. INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE CALOR

4.2.4.1. EQUIPOS GENERADORES

Los equipos generadores de calor cumplirán con los requisitos de rendimiento energético, fraccionamiento de potencia y regulación de los quemadores descritos en la IT 1.2.4.1.2. del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

Se propone la instalación de calderas de la marca HERZ modelo BIOMATIC o equivalentes.

Dado que son equipos que cumplen con los requisitos descritos en el pliego de prescripciones técnicas.

Estos equipos disponen de modulación de la potencia desde el 20% en función de la demanda y rendimiento

del 90% sobre PCI según la temperatura media del agua del circuito primario.

Las características técnicas de este tipo de calderas son las siguientes:

- Potencia mínima a instalar será de 1.200 kW.
- Temperatura máxima de trabajo: 90°C
- Presión máxima de trabajo: 3 bar
- Temperatura de salida de los gases a plena carga: 150 °C
- Caudal másico de gases de salida: 0,341 Kg/sg
- Concentración de CO₂: Porcentaje en volumen igual a 12,8
- Interruptor de flujo para detener la circulación del fluido en el interior de la caldera
- Dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión en el caso de alcanzarse temperaturas superiores a las de diseño o de existir retroceso de los productos de la combustión o de llama.
- Dispositivo contra el retroceso de llama hacia el silo de almacenamiento de la biomasa.
- Sistema de eliminación del calor residual para eliminar el calor adicional producido por la biomasa ya introducida en la caldera cuando se interrumpe la combustión.
- Válvula de seguridad
- Las calderas deben contar con un sistema de alimentación automático
- Las calderas deben contar con un sistema de extracción automática de cenizas
- Las calderas deben contar con un sistema de optimización automática de la combustión con sonda lambda (que hace que el rendimiento a carga parcial se mantenga por encima del 85%)

Se propone la instalación de dos sistemas de combustión de biomasa marca HERZ, modelo BIOFIRE similar.

Los dos equipos serán el **modelo HERZ BIOMATIC 500 o similar de 500 kW** de potencia térmica útil máxima con modulación de la potencia desde el 20% en función de la demanda y rendimiento del 90% sobre PCI según la temperatura media del agua del circuito primario, y una presión de trabajo de 3 bar tal y como solicita el PPT.

Por lo tanto, la regulación del conjunto parte desde el 15% (150 kW sobre los 1.000 kW instalados)

Las ventajas principales de esta caldera con respecto a otros modelos disponibles en el mercado son las siguientes:

- Combustión óptima gracias a la sonda lambda: la sonda Lambda integrada, que controla permanentemente los valores de los gases de salida, consigue siempre unos valores de combustión perfectos y unos valores de emisiones mínimos. Corrige la cantidad de combustible que se necesita así como el aire secundario y garantiza la combustión más limpia en todo momento, incluso trabajando con carga parcial. El resultado es un consumo menor de combustible y unos valores mínimos de emisiones, incluso con distintas calidades de combustibles.
- Limpieza automática: Las superficies del intercambiador vertical de calor se mantienen automáticamente limpias, incluso mientras funciona la calefacción, gracias a un sistema automático de limpieza integrado que garantiza un elevado rendimiento uniforme y una pérdidas mínimas de los gases de salida. La limpieza de la ceniza de la cámara de combustión se realiza también de forma automática con un plato vibratorio. La extracción de la ceniza del módulo de la caldera, así como del módulo intercambiador, se realiza automáticamente con ayuda de un tornillo sinfín.

Las calderas previstas presentan las siguientes características técnicas principales.

Sistema de combustión de biomasa marca HERZ BIOMATIC 500		
	Potencia útil máx. (T=90°C) (kW)	500
	Potencia útil min. (T=90°C) (kW)	79
	Rendimiento	90% s/PCI
	Temperatura máxima de impulsión (°C)	90
	Tiro máx./min admisible (mbar)	0.05/0.15
	Presión máxima de trabajo (bar)	3
	Contenido de agua (lts)	940
	Tº gases salida a plena carga y carga parcial (°C)	140 - 85
	Caudal másico de gases de salida	0.341 – 0.0787
	Concentración de CO2 a plena carga y carga parcial (% Vol)	12.8 – 7.8
	Tensión	400 a 50Hz, trifásica

Los quemadores serán modulantes y cumplirán los requisitos del RITE en el apartado IT 1.2.4.2.3. de regulación de potencia.

SISTEMAS DE SEGURIDAD ADICIONALES DE LAS CALDERAS DE BIOMASA

Las calderas de biomasa, por su naturaleza, deben disponer de algún sistema de seguridad específico para ellas, recogido en la siguiente y que se describe a continuación:

Elemento	Función
Interruptor de flujo	Detener la circulación del fluido en el interior de la caldera
Dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión	Interrumpir la combustión en el caso de alcanzarse temperaturas superiores a las de diseño o de existir retroceso de los productos de la combustión o de llama
Dispositivo contra el retroceso de llama	Evitar el retroceso de la llama de la caldera hacia el silo de almacenamiento de la biomasa
Sistema de eliminación del calor residual	Eliminar el calor adicional producido por la biomasa ya introducida en la caldera cuando se interrumpe la combustión
Una válvula de seguridad	Desviar el agua a sumidero en caso de sobrepasarse en más de 1 bar la presión de trabajo de agua

Las especificaciones son las siguientes:

- Interruptor de flujo: Salvo que el fabricante especifique que no requieren circulación mínima, las calderas estarán equipadas con un interruptor de flujo con el objeto de poder detener la circulación del fluido en su interior.
- Dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión: Este dispositivo, que será de rearme manual, actuará en dos situaciones críticas:
 - En el caso de alcanzarse temperaturas superiores a las de diseño.
 - En el caso de existir retroceso de los productos de la combustión o de llama.
- Dispositivo contra el retroceso de llama: Se deberá evitar el retroceso de la llama de la caldera hacia el silo de almacenamiento de la biomasa. Para ello, existen varios sistemas entre los que se destacan:
 - Compuerta de cierre estanca contra el retroceso de la combustión, que interrumpe la entrada de combustible a la caldera.
 - Rociador de extinción de emergencia, que tenga la capacidad para inundar el tubo de transporte del combustible en el caso de que se produzca el retroceso de la llama. Se recomienda que este sistema aporte un caudal mínimo de 15 l/h de agua. Este sistema sólo se instala para calderas de grandes potencias.
 - Sistemas que garanticen la depresión en la zona de combustión.

En nuestro caso, se instalará una compuerta de cierre estanca.

- Sistema de eliminación del calor residual: Las instalaciones de biomasa tienen mayor inercia que las de gas o de gasóleo al seguir generando calor cuando tenga lugar un corte eléctrico. Esto se debe a que la biomasa introducida en la caldera continuará quemándose.

El sistema de eliminación del calor residual debe garantizar la liberación de ese calor adicional producido en la caldera cuando se interrumpe el funcionamiento del sistema de combustión. Para la evacuación del calor residual, en una caldera cargada de combustible, la solución es

instalar un sistema de acumulación en el tubo de equilibrador del colector (agua o material de cambio de fase), como por ejemplo el presentado en la siguiente Figura 60:

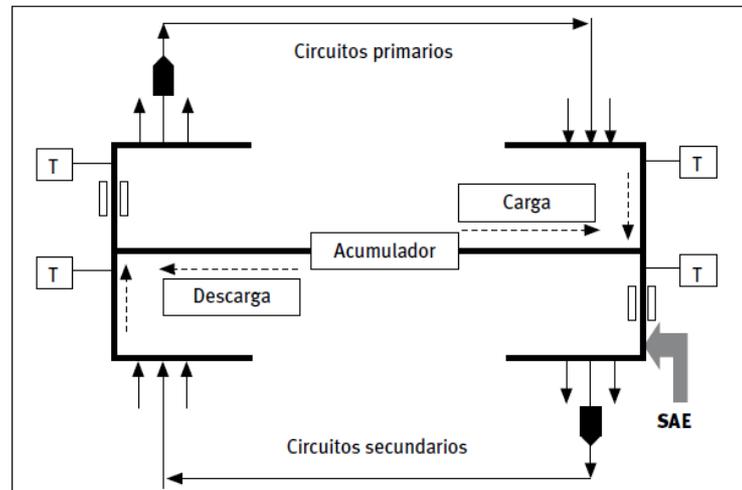


Figura 60: Sistema de acumulación en el tubo de equilibrador del colector

- Un recipiente de expansión abierto que pueda liberar el vapor si la temperatura del agua alcanza los 100 °C dentro de la caldera.
- Un intercambiador de calor de seguridad en la caldera, refrigerado por una corriente de agua cuando la temperatura en el interior de la caldera aumente demasiado.
- Un depósito de acumulación, siempre y cuando la circulación natural tenga la capacidad de enfriar la caldera.

Las bombas que impulsan el agua de la calefacción por el edificio no deben estar controladas mediante sistemas electrónicos incluidos en la caldera, de modo que puedan seguir funcionando hasta que se haya eliminado el calor residual en caso de un corte eléctrico en la caldera.

Válvula de seguridad: Estará tarada a 1 bar por encima de la presión de trabajo

CIRCUITOS HIDRÁULICOS

Se propone la instalación de los circuitos primarios para la conexión de las calderas con los depósitos de inercia y de estos hasta la conexión con los colectores desde donde parten los circuitos secundarios (existentes en la sala de calderas actual).

Así mismo se realizará la compensación hidráulica de los colectores existente para realizar el equilibrio hidráulico de los colectores. Dicha actuación se realizara **dividiendo el colector actual en 2 (impulsión – retorno) y colocando una válvula de regulación entre ambos.**

La distribución de los circuitos primarios y el secundario de conexión entre salas, se realizará con tubería de Hierro Negro DIN 2440 de secciones adecuadas, y se aislará con coquilla de espuma elastomérica de espesores correspondientes según la Normativa vigente tipo armaflex SH o similar. Además al

aislamiento se le dará un acabado en chapa lisa de aluminio y **se le marcarán los sentidos de los fluidos y los colores que distingan los trazados de impulsión y retorno.**

Todo el conexionado hidráulico de los distintos equipos se realizará soportado y de forma aérea, de tal manera que el acceso a los distintos componentes se haga sin obstáculos.

Las pérdidas de carga por metro lineal se han calculado en base a la fórmula de Flamant, con coeficientes 0,00052 para tuberías lisas de agua caliente.

Se han incluido las pérdidas en los elementos puntuales. Las pérdidas accidentales en valvulería, codos, derivaciones, etc. se contabilizarán incrementando entre un 20% y un 40% las pérdidas lineales en tubería. Se ha considerado como norma general de cálculo el no superar un gradiente de 20 mm.c.a./m. Para el salto térmico de los circuitos primarios se han considerado 10,75°C y 15°C para el circuito secundario.

En cada circuito primario se añadirá un vaso de expansión de 140 lts. para la seguridad de cada caldera y dos vasos de 800 lts para la seguridad de la red.

Las características técnicas principales de los mismos son las siguientes:

Vasos de expansión cerrados Sedical modelo NG, N		
	Tipo	Cerrados
		Membrana
	Tipo de conexión	Roscada
	Presión máxima trabajo	6 bar / 120°C
	Volumen	NG 8 Lts – 140 Lts
		N 200 Lts – 1000 Lts

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION NG - 140/6

Datos generales

Tipo de aplicación : Circuitos cerrados conocido
 Tipo de vaso : Sin transferencia de masa
 Modelo de vaso : N - 140/6
 Temperatura de llenado : 10.0 °C

Volumen de agua

El volumen de la instalación : No es
 N° de tramos a calcular : 1
 Volumen de la instalación : 940.0 litros

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol : 0.0 %
 Presión estática : 10.0 m
 Presión mínima - tª mínima : 1.5 bar
 Presión máxima - tª máxima : 5.0 bar
 Presión de la válvula de seguridad : 6.0 bar

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
940 l	10 °C	95 °C

Modelo seleccionado

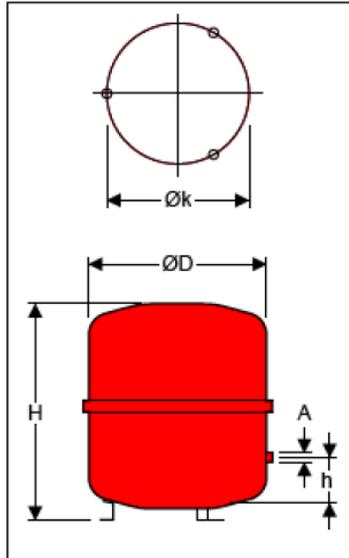
Vaso de expansión principal : 1 x NG - 140/6

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo : 6 bar
 Pres. vaso sin conectar al circuito : 1.3 bar
 Cap. de acumulación necesaria : 68.9 litros
 Expansión total de la instalación : 37.0 litros
 Volumen de agua en el vaso a
 - temperatura mínima : 11.2 litros
 - temperatura de llenado : 11.2 litros

Dimensiones del vaso NG - 140/6

Anchura (D) : 480.0 mm
 Altura (H) : 912.0 mm
 Diámetro de conexiones (A) : R 1"
 Medida h : 175.0 mm
 Medida k : 490.0 mm
 Peso : 14.5 kg

Croquis del vaso NG - 140/6**Características del tipo Thermopress N**

- Para sistemas cerrados de calefacción y climatización.
- Conexiones roscadas.
- Membrana no recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70°C.
- Temp. máxima de la instalación: 120°C.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Color rojo.
- Presión inicial : 1.5 bar

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION N - 800/6

Datos generales

Tipo de aplicación : Circuitos cerrados conocido
 Tipo de vaso : Sin transferencia de masa
 Modelo de vaso : N - 800/6
 Temperatura de llenado : 10.0 °C

Volumen de agua

El volumen de la instalación : No es
 N° de tramos a calcular : 1
 Volumen de la instalación : 6971.3 litro:

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol : 0.0 %
 Presión estática : 10.0 m
 Presión mínima - tª mínima : 1.5 bar
 Presión máxima - tª máxima : 5.0 bar
 Presión de la válvula de seguridad : 6.0 bar

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
6971 l	10 °C	90 °C

Modelo seleccionado

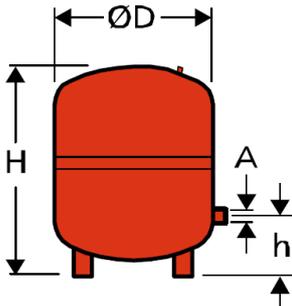
Vaso de expansión principal : 1 x N - 800/6

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo : 6 bar
 Pres. vaso sin conectar al circuito : 1.3 bar
 Cap. de acumulación necesaria : 462.8 litros
 Expansión total de la instalación : 248.4 litros
 Volumen de agua en el vaso a
 - temperatura mínima : 64.0 litros
 - temperatura de llenado : 64.0 litros

Dimensiones del vaso N - 800/6

Anchura (D) : 740.0 mm
 Altura (H) : 1995.0 mm
 Diámetro de conexiones (A) : R 1"
 Medida h : 245.0 mm
 Medida k : 540.0 mm
 Peso : 103.0 kg

Croquis del vaso N - 800/6**Características del tipo Thermopress N**

- Para sistemas cerrados de calefacción y climatización.
- Conexiones roscadas.
- Membrana no recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70°C.
- Temp. máxima de la instalación: 120°C.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Color rojo.
- Presión inicial : 1.5 bar

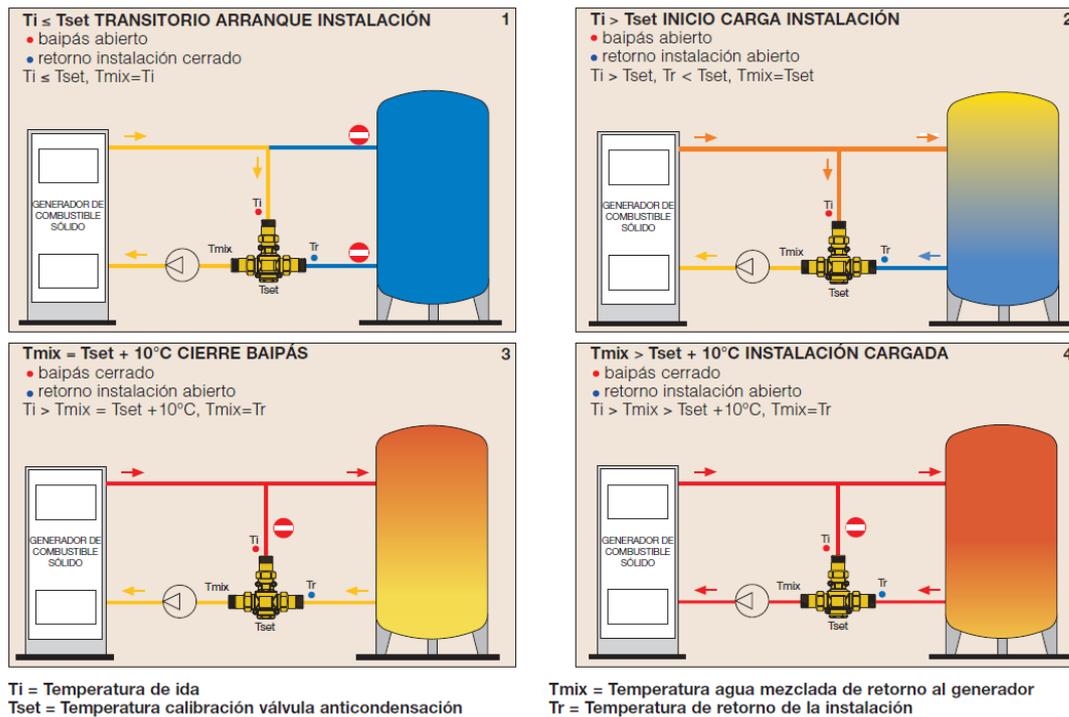
Se colocarán dos depósitos de inercia de 5.000 Lts para cada caldera de 500 kW. Por lo tanto se colocará un volumen de inercia total de 10.000 Lts.

Las características técnicas principales de los mismos son las siguientes:

Deposito de inercia marca LAPESA modelo MV MASTER INERCIA		
	6 bar / 100°C	2000 Lts – 5000 Lts
	Material	Acero al carbono
	Aislamiento	Poliuretano inyectado 80 mm. Densidad 45 Kg/m3
	Presión máxima trabajo	6 bar / 100°C

El principio de funcionamiento de una instalación de un circuito primario de biomasa compuesto por la caldera, bomba circuladora, válvula de 3 vías y depósito de inercia es el siguiente:

- Cuando arranca el generador de calor, la válvula anticondensación hace recircular el agua de ida para que el generador alcance cuanto antes la temperatura de funcionamiento (1).
- Cuando la temperatura de ida T_i supera el valor T_{set} de calibración de la válvula anticondensación, la boca de agua fría de la válvula comienza a abrirse para obtener la temperatura de agua mezclada T_{mix} . En esta fase comienza la carga de la instalación (2).
- Cuando la temperatura T_{mix} de retorno al generador es aproximadamente 10°C superior al valor de calibración de la válvula anticondensación, se cierra la vía de by-pass y la temperatura del agua que vuelve al generador es igual a la temperatura de retorno desde la instalación (3) y (4).



De este modo, para un mejor funcionamiento de la instalación de biomasa teniendo en cuenta la potencia instalada en las calderas, se propone una inercia común para los dos circuitos primarios de las dos calderas.

Las ventajas de realizarlo de esta forma son las siguientes:

- Posibilidad de realizar un mayor almacenamiento térmico
- Mejor control de la temperatura de retorno a calderas
- Duplicidad completa de instalaciones para el caso de rotura de acumulador.
- Posibilidad de aumentar el suministro de calor para los picos térmicos.
- Evita que las calderas arranquen con más frecuencia con las pérdidas de rendimiento asociadas a esos arranques.

Se instalarán las bombas circuladoras precisas para mover el caudal del circuito primario de cada caldera y vencer la pérdida de carga prevista, tal y como se indica en la tabla siguiente:

CIRCUITOS PRIMARIOS.												
CALDERA	Nº Módulos	POTENCIA	P. ACUM	At	CAUDAL	D Int.	D. Comer.	Velocidad	L. TRAMO	P. CARGA	P. C. TOTAL	
		Kw	Kcal/h									l/h
HERZ BIOMATIC 500	1	500	430.000	10,75	40.000,00	105,3	4"	1,28	25	0,013	0,631	
											Tubería	1,261
											Accesorios	5,668
											TOTAL	6,929

CIRCULADOR			
1º CALEF.	Caudal	40,00	m ³ /h
	Presión	6,93	mca

CALDERA	Nº Módulos	POTENCIA	P. ACUM	At	CAUDAL	D Int.	D. Comer.	Velocidad	L. TRAMO	P. CARGA	P. C. TOTAL
		Kw	Kcal/h								
TRAMO COMUN A DOS CALDERAS	1	1.000	860.000	10,75	80.000,00	155,4	6"	1,17	25	0,007	0,334

Los circuladores del circuito primario de las calderas, será de rotor seco, simples y de 1.400 r.p.m., marca SEDICAL modelo SIM o similar. **Se instalarán como mejora tres unidades dejando una de ellas de reserva en el circuito primario de la caldera 1. Se prevé la instalación de una bomba de reserva para poder hacer un cambio rápido de equipo en caso de fallo de una de ellas aunque el fallo se produzca en la caldera 2. Los circuladores del circuito primario de la caldera 1 irán conmutando en su funcionamiento para que los tres circuladores primarios tengan horas de uso y estén en disposición de funcionar en caso de fallo.**

El modelo para la caldera de 500 kW será el SIM 80/190,1-1,5/K o similar.

Circulador Sedical SIM 80/190,1-1,5/K		
	Tipo	Rotor Seco
	Conjunto	Simple
	Revoluciones	1400 r.p.m.
	Diámetro de conexiones	DN80
	Motor	Alto rendimiento, trifásico
	Caudal de cálculo	40.00 m³/h
	Presión de cálculo	6.93 m.c.a.
	Potencia eléctrica de cálculo	1.38 kW

Se instalarán las bombas circuladoras precisas para mover el caudal del circuito secundario y vencer la pérdida de carga prevista, tal y como se indica en la tabla siguiente:

CIR. SECUNDARIO. CONEXIONES INERCIA- COLECTORES											
CIRCUITO	Nº Modulos	POTENCIA	P. ACUM	At	CAUDAL	D Int.	D. Comer.	Velocidad	L. TRAMO	P. CARGA	P. C. TOTAL
		Kw	Kcal/h		l/h	mm	pulgadas	m/s	m	mca/m	mca
CONEXIÓN COLECTORES DEPOSITOS DE INERCIA	1	1.000	860.000	15	57.333,33	130	5"	1,20	55	0,009	0,958
										Tubería	1,915
										Accesorios	4,141
										TOTAL	6,056

CIRCULADOR			
BOMBA CONEXIÓN INERCIA - COLECTORES	Caudal	57,33	m3/h
	Presión	6,06	mca

CIRCUITO	Nº Modulos	POTENCIA	P. ACUM	At	CAUDAL	D Int.	D. Comer.	Velocidad	L. TRAMO	P. CARGA	P. C. TOTAL
		Kw	Kcal/h		l/h	mm	pulgadas	m/s	m	mca/m	mca
CONEXIÓN COLECTORES	1	500	430.000	15	28.666,67	105,3	4"	0,91	10	0,007	0,141

Los circuladores seleccionados para el circuito de conexión entre salas de calderas serán de rotor seco, simples y de 1.400 r.p.m. marca SEDICAL modelo SIM o similar. **Se instalará como mejora un circulador de reserva para el caso de avería. Los circuladores del circuito secundario irán conmutando en su funcionamiento para que tengan horas de uso y estén en disposición de funcionar en caso de fallo.**

El modelo será el SIM 100/190,1-1,5/K o similar.

Circulador Sedical SIM 100/190-1,5/K		
	Tipo	Rotor Seco
	Conjunto	Simple
	Revoluciones	1400 r.p.m.
	Diámetro de conexiones	DN100
	Motor	Alto rendimiento, trifásico
	Caudal de cálculo	57,33 m3/h
	Presión de cálculo	6.06 m.c.a.
	Potencia eléctrica de cálculo	4.56 kW

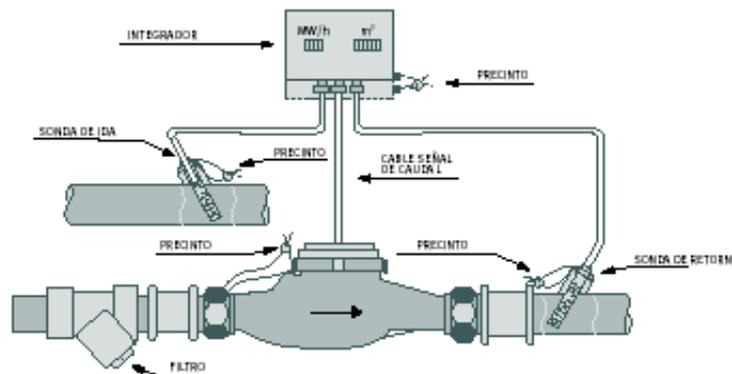
CONTADORES DE ENERGÍA TÉRMICA

Se colocarán contadores de energía térmica en los circuitos de alimentación a los colectores secundarios tal y como se describe en el pliego.

Como mejora a las exigencias del pliego se considera la colocación de dos contadores de energía térmica, uno para el circuito secundario de la instalación de biomasa antes de la llegada a los colectores, y otro para el circuito primario de las calderas de gasóleo.

De este modo se puede conocer la producción térmica de cada una de las instalaciones de cada combustible.

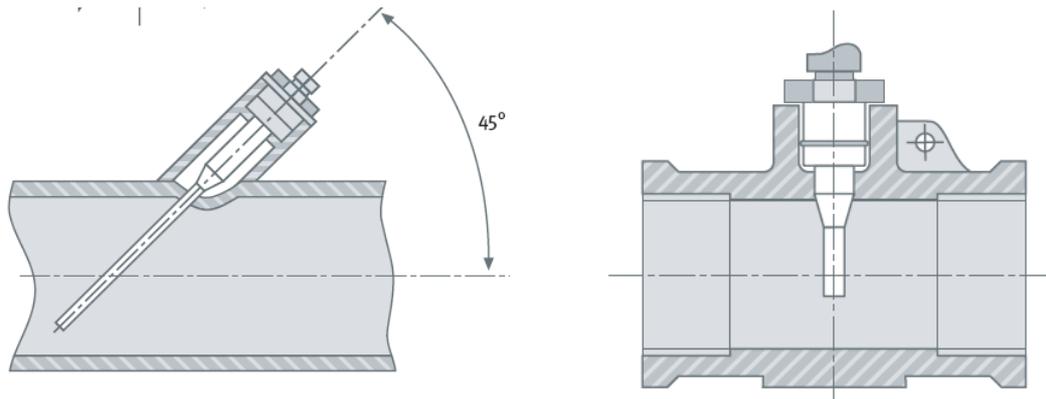
Los contadores de energía térmica son instrumentos concebidos para medir el calor cedido por un líquido caloportador en un circuito de intercambio térmico. Estos equipos están compuestos por un caudalímetro con cable de señal al integrador, una sonda de temperatura de impulsión, una sonda de temperatura de retorno y un integrador (cabeza de medición).



Se deberá instalar un contador de energía térmica, de tal forma que se pueda registrar la energía útil demandada. La colocación de este equipo sigue las directrices marcadas por el documento reconocido del actual RITE, "Guía Técnica de Contabilización de Consumos" en el que indica que el caudalímetro deberá ir colocado en el tubo más frío del circuito, por lo que para una instalación de ACS irá situado en el retorno. Se instalará un filtro antes del caudalímetro para evitar que las partículas sólidas que pueda llevar el agua produzcan errores en la lectura del contador. Se respetarán las longitudes mínimas de trayecto recto de tubería antes del caudalímetro, siendo estas un múltiplo del diámetro nominal del mismo, según la siguiente tabla:

Caudal nominal (l/h)	x DN caudalímetro
Hasta 3.500	3 x DN
De 3.500 a 35.000	5 x DN
De 35.000 a 60.000	8 x DN
Más de 60.000	10 x DN

Las sondas de temperatura se colocarán en la tubería de impulsión y retorno del circuito primario. El elemento sensible de la sonda debe quedar ubicado en el centro de las tuberías en las que se instalan, señalando en la dirección contraria a la del flujo de agua.



Con el fin de evitar inducciones, todos los cables de control (sondas y caudalímetro) se instalarán por separado, no en paralelo con otros cables de tensión, siendo la distancia mínima con éstos de, al menos 25 cm.

Las sondas se precintarán dentro de las portasondas con hilo de cierre y un sello permanente de tal manera que cualquier manipulación quedará identificada, dejando el precinto roto, y activará un código de anomalía en el integrador debido a la lectura fuera de rango de la sonda.

Con el fin de aumentar la exactitud de la medida de las sondas de temperatura, éstas estarán convenientemente aisladas, evitándose errores por radiación de la tubería.

Los contadores de energía térmica previstos tendrán las siguientes características técnicas:

Edificio	Modelo de Caldera	Tipo Caldera	Tipo Combustible	Potencia (KW)	Contador Previsto	
					Diametro	Q nom (m3/h)
H.A.R.S.S.	HERZ BIOMATIC 500	ESTANDAR	BIOMASA	500,00	DN100	60,00
	HERZ BIOMATIC 500	ESTANDAR	BIOMASA	500,00		

Edificio	Modelo de Caldera	Tipo Caldera	Tipo Combustible	Potencia (KW)	Contador Previsto	
					Diametro	Q nom (m3/h)
H.A.R.S.S.	VULCANO EUROBLOCK-SUPER 600	ESTANDAR	GASOLEO	697,00	DN125	100,00
	VULCANO EUROBLOCK-SUPER 600	ESTANDAR	GASOLEO	697,00		
	VULCANO EUROBLOCK-SUPER 200	ESTANDAR	GASOLEO	232,00		

Se colocará un contador de energía para la instalación de las calderas de biomasa en conjunto marca SEDICAL o similar de diámetro DN100 para un caudal nominal de 60 m3/h. y otro para la instalación de gasóleo en conjunto, marca SEDICAL o similar de diámetro DN125 para un caudal nominal de 100 m3/h.

Las características técnicas principales de los contadores de energía térmica son los siguientes:

Contadores de Energía Térmica Sedical Superstatic 440 con cabeza Supercal 531		
	Medición de caudal	Oscilación hidrodinámica
	Rango de caudales	1 m³/h – 400 m³/h
	Tipo de conexión	Roscada hasta DN50 Embridada DN65 o más
	Cabeza electrónica compuesta de	Modulo contador
		Modulo funcional
Puerto óptico		
Dos salidas de impulsos		
	Tres puertos libres para módulos de comunicación	

Los contadores irán integrados en el sistema de gestión energética en un nivel superior.

Como mejora se realizará un by-pass a los contadores térmicos de las calderas de biomasa y de gasóleo, con el fin de poder dejar la instalación operativa pudiendo realizar calibraciones a los mismos. Dado que se prevé la instalación de dos contadores, no se dejará sin suministro térmico al hospital en el momento de la instalación de los by-pass, ya que siempre una instalación podrá estar activa (suministro de calor mediante calderas de biomasa o mediante calderas de gasóleo).

SALIDA DE HUMOS

Las salidas de humos deben cumplir con las indicaciones realizadas en la IT 1.3.4.1.3 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. La salida de humos procedentes de la combustión deberá ser realizada mediante chimeneas con las siguientes características generales:

- que no serán utilizadas para otro fin.
- que no serán atravesadas por elementos ajenos al propio sistema de evacuación de humos.
- Cada generador dispondrá de su propia chimenea si la potencia conjunta de los mismos es superior a 400 Kw térmicos.

Prohibido	Unificar conductos evacuación Pdc's con otras instalaciones de evacuación	
	Conectar generadores de diferentes combustibles a un conducto	
Pn generador > 400kW	Tendrán conducto propio	
Varios generadores de Pn ≤ 400kW	Podrán usar un único conducto si:	<ul style="list-style-type: none"> • Suma de sus potencias $P_n \leq 400kW$ • Son generadores de igual características de evacuación de pdc's.
	En generadores atmosféricos en cascada	• El tramo vertical conexión al colector común será $\geq 0,2m$.

Figura 61: Tabla de selección del tipo de chimenea de evacuación a cubierta según la potencia de los generadores

En medio de la conexión de la salida de humos de la caldera y la chimenea se colocará un ciclón de humos para la recolección de partículas y polvo tal y como se puede ver en el esquema siguiente:

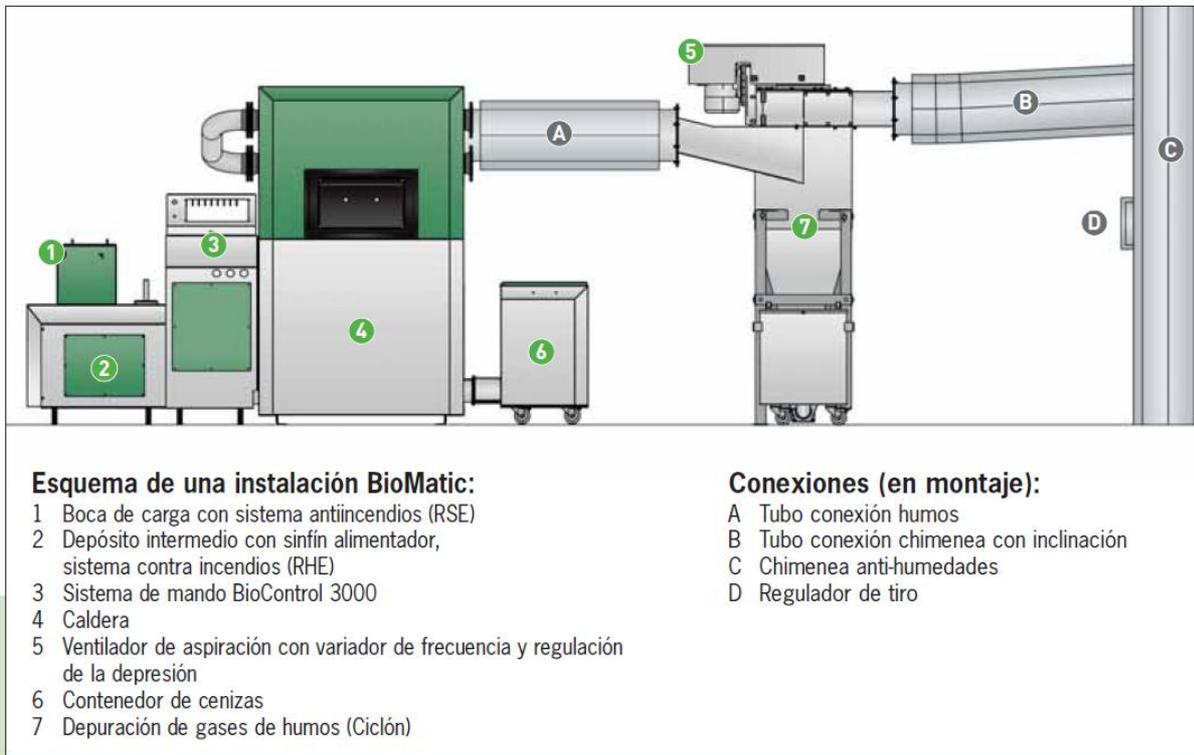


Figura 62: Representación esquemática del sistema de producción por biomasa

Cada caldera dispondrá de su correspondiente chimenea de evacuación de humos. El diámetro de las chimeneas previstas para cada caldera de biomasa es DN350 para las calderas de 500 KW.

Resultados del cálculo								
Dimensionamiento		Tramo horizontal		Tramo vertical		Salida		
Gama		DINAK		DINAK				
Diámetro interior	mm	350		350				
Diámetro exterior	mm	425		425				
Longitud	m	3		6				
		Pot. nominal	Pot. mínima	Pot. nominal	Pot. mínima	Pot. nominal	Pot. mínima	
Caudal	m³/h	2831,08	815,13	2818,64	808,59	2810,33	804,3	
Velocidad media de humos	m/s	8,2	2,4	8,1	2,3	8,1	2,3	
Tª media de humos	°C	130	90	129	88	127	86	
Tª media de pared exterior	°C	27	22	3	1	3	1	
Pérdidas de carga	Pa	35,1	3,4	25,8	2,6	0	0	
Comprobaciones		Requisitos con aire		Valores		Cumple?		Optimizar
Primer requisito de presión		FZ ≥ FZe		Pot. nominal	Pa -9,24 = -9,24	SI (*)		
				Pot. mínima	Pa 9,02 = 9,02	SI (*)		
Segundo requisito de presión		FZ ≥ PB'		Pot. nominal	Pa -9,24 > -82,31	SI (*)		
				Pot. mínima	Pa 9,02 > -3,18	SI (*)		
		(*) El sistema con ventilador funciona pero no cumple con los cálculos según norma						
Primer requisito de temperaturas		Tiob ≥ Tg		Pot. nominal	°C 122,1 > 0	SI		
				Pot. mínima	°C 77,2 > 0	SI		
Resultado final				Pot. nominal	Pot. mínima			
Tiro de la instalación (PZ-PZe) ≥ 0				Pa 0	0			

Cada caldera dispondrá de una chimenea de evacuación con las siguientes características técnicas:

Chimeneas inox-inox doble pared aislada		
	Tipo	Chimenea modular de doble pared en acero inoxidable aislada
	Pared interior	Acero AISI 316L
	Pared exterior	Acero AISI 304
	Aislamiento	Lana de ROCA

4.2.4.2. INSTALACIÓN DE CONTROL

El objeto de este documento es introducir el sistema para el control de las instalaciones de biomasa. Las calderas propuestas disponen de un controlador específico que gobierna todas las funciones internas de las calderas (control de las bombas de elevación de la temperatura, control del depósito de inercia, alimentadores, maniobras de encendido-apagado, seguridades, etc.). **Adicionalmente, se dotará a las calderas de un sistema que permitirá la gestión y seguimiento remoto de las mismas.** Este sistema, se conectará al controlador específico de cada caldera y servirá de pasarela para el envío de los datos a

través de internet. De esta forma, desde cualquier ordenador, dotado de navegador y acceso a internet, se podrá hacer el seguimiento de los principales parámetros de las calderas.

Por otra parte, **se obtendrá de las calderas, las señales necesarias, para que se integren en el sistema de gestión existente en el edificio** (Metasys M3 de Johnson Controls). De esta forma, el sistema de gestión Johnson Controls, podrá incluir las calderas de biomasa en su secuencia de arranque junto a las calderas de gasóleo existentes, para, en función de las necesidades, optimizar el uso de la energía, usando la biomasa de manera prioritaria.

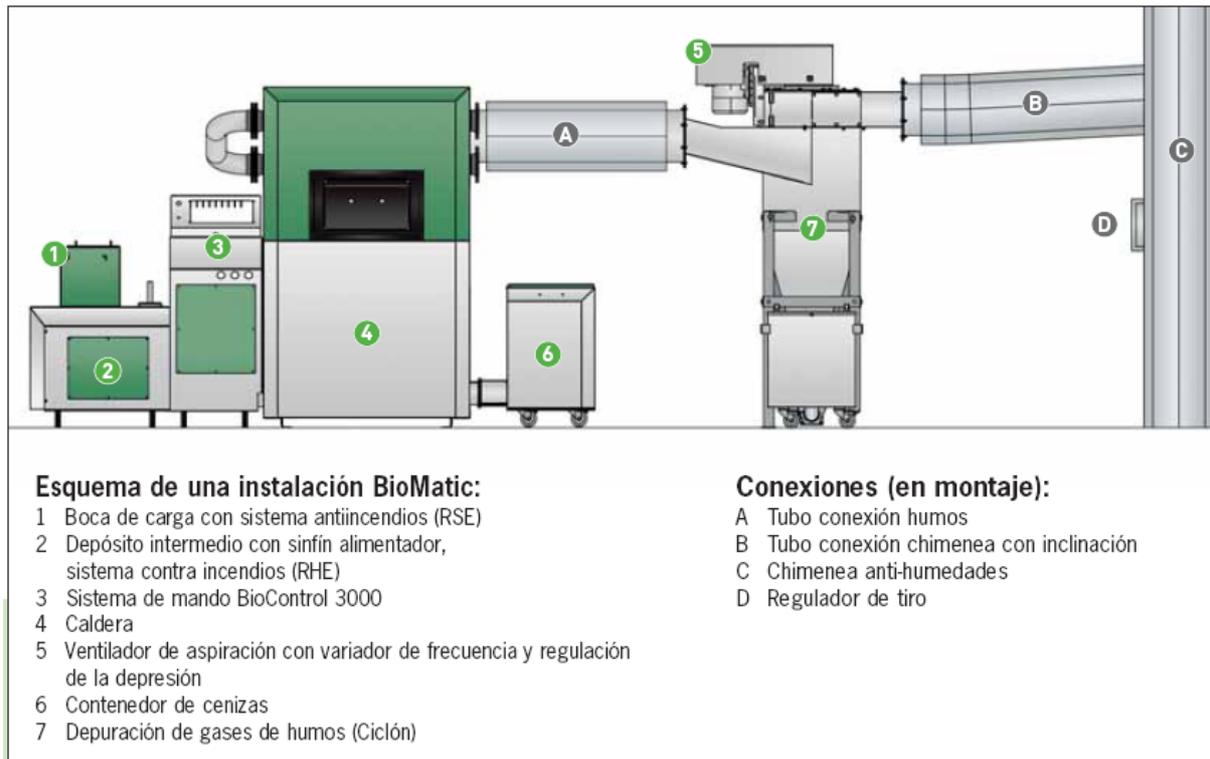
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESPECÍFICO

Las calderas propuestas, están dotadas de un controlador BIOCONTROL 3000 que realiza todas las funciones de la caldera, por lo que tan solo hay que confirmar o cambiar (caso de ser necesario), los parámetros de funcionamiento que han sido pre-configurados de fábrica.

Características principales

- Manejo de todas las funciones internas.
- Mensajes de alarma y anomalías de funcionamiento.
- Control horario.
- Control de combustión de aire.
- Fácil manejo gracias a una organización sencilla de la pantalla y un sistema cómodo de menús.
- El control está montado en la caldera y sirve como unidad central de regulación.
- Controles de seguridad (control de temperatura alta, sistema de protección contra incendios, control de la temperatura del sinfín alimentador).
- Posibilidad de conexión en cascada de varias calderas.

A continuación se muestra de manera esquemática una caldera de biomasa en donde se puede ver la ubicación del sistema de control BIOCONTROL 3000 en la posición 3.



Funcionamiento

El arranque de la caldera vendrá condicionado al horario establecido que se configure. Se configurarán horas de arranque distintas según las necesidades específicas de calefacción. Una vez arrancada, la caldera se utiliza a una temperatura de 65 a 90°C. Por debajo de 60 °C de temperatura de realimentación, una parte de los gases de combustión pueden condensarse en el interior de la caldera. Una vez puesta en marcha la caldera, la temperatura de funcionamiento (de 65 a 90 °C) debe alcanzarse lo más rápidamente posible, a fin de evitar la condensación.

La temperatura de realimentación siempre es inferior a la temperatura de la caldera. La temperatura de realimentación debe ascender lo más rápidamente posible hasta 55°C (60°C) tras la puesta en marcha de la caldera. El mantenimiento de la temperatura de realimentación y de la caldera se consigue mediante la denominada elevación o fijación de flujo de retorno. Aquí, el agua de alimentación, es admitida a través de una bomba y la válvula correspondiente.

En el documento de “Certificados de los elementos de la instalación” se incluirá de manera más detallada toda la información relativa al manejo y a las características del BIOCONTROL 3000.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO REMOTO

Como complemento al sistema de control descrito en el apartado anterior, se dispondrá de una pasarela de comunicaciones que hará visibles los principales parámetros en un sistema remoto. Dicha pasarela, que recibe el nombre de **MODCONTROL**, posibilita la visualización, parametrización y gestión de las calderas a distancia. Posee dos modos de integración:

- Ethernet TCP/IP
- Modbus

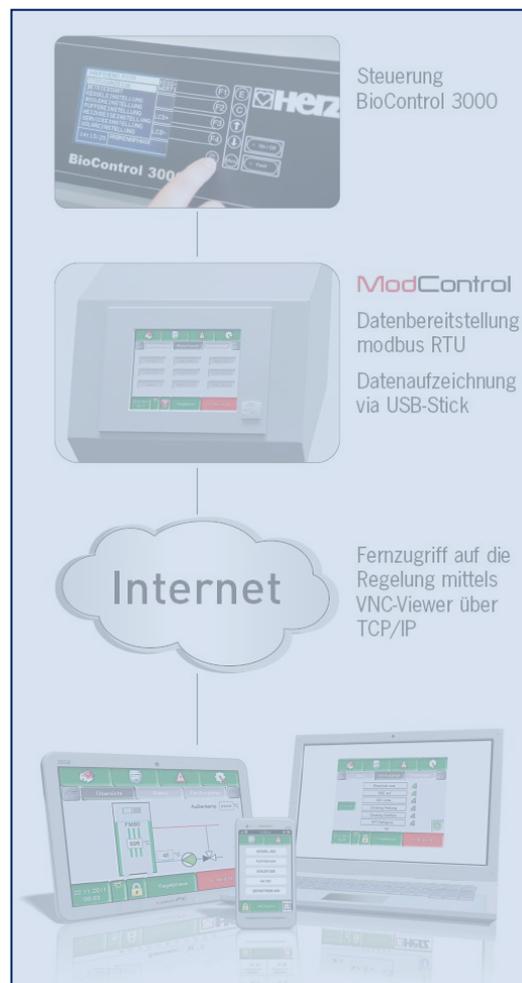
Con el primero de ellos, podemos conectar el equipo a un router ADSL convencional y de esta forma conectarnos remotamente desde cualquier ordenador, tablet o Smartphone dotado de acceso a internet.

El protocolo Modbus, permite integrarse con un sistema de Gestión Técnica Centralizada existente, siempre que este último disponga de dicho protocolo Modbus. El sistema Metasys de Johnson Controls está dentro de las muchas marcas que son compatibles con el protocolo de comunicaciones Modbus.

Ventajas que aporta **ModControl**:

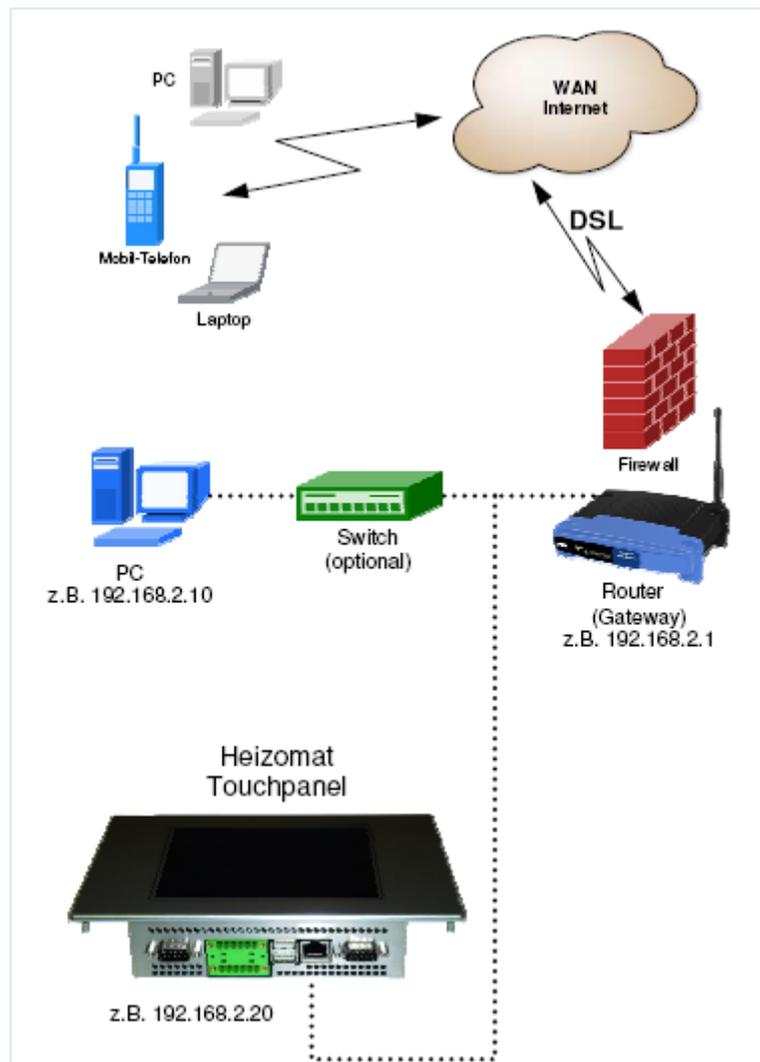
- Interfaz gráfica para BIOCONTROL3000
- Pantalla táctil de fácil manejo
- Modo de bajo consumo en espera
- Obtención del estado de la instalación y los mensajes de error a través de correo electrónico
- Transferencia de datos y actualizaciones de software a través de una memoria USB
- Presentación clara de las funciones de los distintos componentes (bomba bomba de alimentación de calderas, válvula mezcladora, actuadores, etc.).
- Pantalla de inicio configurable

A continuación se muestra la arquitectura del conjunto Caldera-Biocontrol-Modcontrol:



MÉTODO OPERATIVO DE TELE-GESTIÓN

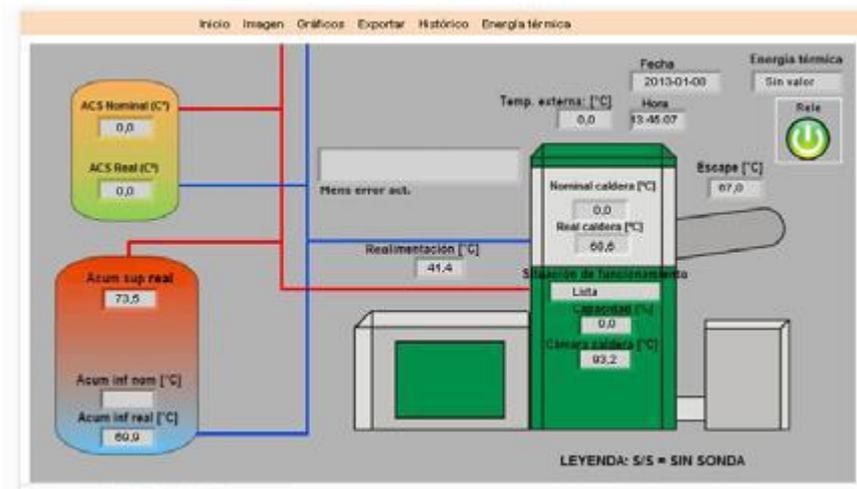
Como se ha indicado anteriormente el sistema ModControl posibilita la **vigilancia y gestión a distancia**. La arquitectura de comunicaciones es la mostrada en el siguiente esquema, en el que como se puede ver, las posibilidades de acceso van desde un ordenador local hasta un ordenador remoto, teléfono móvil, portátil con acceso a internet, etc.



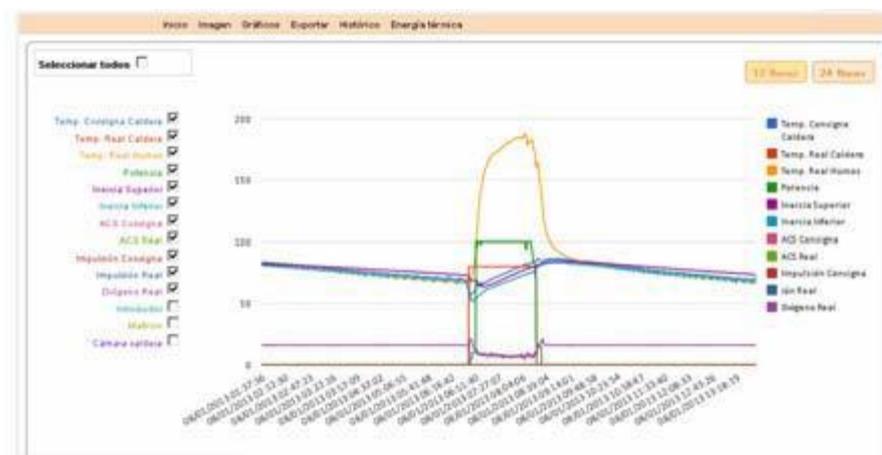
El sistema de visualización permite la lectura de parámetros de caldera en tiempo real, desde internet o dispositivo móvil (I-pad, Android, etc.). **Este acceso, lógicamente, solo estará accesible al personal autorizado que disponga de la correspondiente clave de acceso. Se dará acceso al personal designado por el hospital.**

El sistema permite la visión de los datos de las calderas en dos formatos:

- Pantalla de estado de la caldera. Se visualiza la imagen de la caldera con los valores instantáneos de temperaturas, acumuladores, estados, consignas, etc.



- Gráfico con las curvas de los distintos parámetros de la caldera en las últimas 24 horas, así como los valores de temperatura históricos.



Los parámetros de caldera que se visualizan son los siguientes:

- Temperatura caldera
- Temperatura de consigna
- Temperatura de humos
- Temperatura de combustión
- Potencia de Caldera
- Nivel de Oxígeno de la combustión
- Temperatura Depósito de ACS
- Temperatura Acumulador Inercia superior
- Temperatura Acumulador Inercia inferior
- Estado de caldera: marcha, paro

Como el sistema dispone de la posibilidad de envío de e-mail y sms, en caso de producirse una avería o alarma de la caldera, se procederá a la notificación inmediata al personal de la empresa encargado del

mantenimiento y vigilancia del sistema. Dicho personal abrirá una incidencia en el software de mantenimiento, quedando registrada su actuación, tiempo de respuesta y resolución.

INTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE CONTROL EXISTENTE

En el Hospital, existe un sistema de gestión Metasys M3 de la marca Johnson Controls, que controla entre otras, las instalaciones de producción de calor consistentes en tres calderas de gasóleo con sus respectivas bombas y el sistema de paneles solares. **No se pretende hacer un sistema independiente, sino que aprovechando las ventajas y la potencia del sistema existente, se integra el control de las nuevas calderas de biomasa junto a las calderas de gasóleo. De esta forma, se podrán incluir dentro de la secuencia de arranque que ya tiene implementada el Hospital. Al añadir las nuevas calderas, y con objeto de optimizar el uso de la energía, se priorizará el uso del sistema de paneles solares (ACS) y en segundo lugar, el uso de las nuevas calderas de biomasa, dejando las calderas de gasóleo, como apoyo, cuando los paneles solares y las calderas de biomasa no sean suficientes para cubrir la demanda de calor del edificio.**

Vamos a pasar a describir los equipos existentes de Johnson Controls y la manera en que manejarán las nuevas instalaciones.

EQUIPOS EXISTENTES

Johnson Controls dispone en la sala de calderas existente, de un cuadro de control con reguladores autónomos DX-9100 y módulos de ampliación XT-9100, XP-9102, XP-9103 y XP-9105.

Los reguladores DX-9100 disponen cada uno de 8 entradas analógicas, 8 entradas digitales, 2 salidas analógicas y 6 salidas digitales con las que controlan y comandan los distintos puntos de la instalación existente. Para aquellos casos, en que estas entradas y salidas no sean suficientes, se utilizan los módulos de ampliación que aportan entradas y salidas adicionales de la siguiente manera:

- Módulo XP-9102: 6 entradas analógicas y 2 salidas analógicas
- Módulo XP-9103: 8 salidas digitales
- Módulo XP-9105: 8 entradas analógicas

Todos estos equipos se unen entre sí y a su vez a otros reguladores distribuidos por el resto del Hospital, mediante el bus de comunicaciones N2 propiedad de Johnson Controls. Este bus, basado en RS-485 a tres hilos va uniendo los distintos controladores y termina en el concentrador central N30 que recopila todos los datos, gestiona las comunicaciones y muestra la información en el PC central. En el cuadro de control se dispone de espacio libre para un módulo de control XT-9100 con dos módulos de ampliación XP que podrá albergar nuevas señales. Además dentro de los reguladores existentes, se dispone de señales de reserva.



LISTADO DE SEÑALES A INTEGRAR

Para que el sistema de control Metasys M3 sea capaz de integrar en su funcionamiento las nuevas calderas, es necesario que disponga de una serie de señales mínimas para poder arrancarlas, conocer su estado, poder rotarlas para igualar horas de funcionamiento y en definitiva, poder aprovechar todo el potencial que ofrece un sistema de control. Las señales que se integrarán en el sistema existente serán:

- Orden de encendido-apagado (dos)
- Temperatura de impulsión de calderas (dos)
- Temperatura de depósitos de inercia (dos)
- Estado de calderas (dos)
- Estado de bombas de elevación (dos)
- Nivel de almacenamiento en silo
- Alarma por nivel mínimo de almacenamiento
- Alarma de temperatura máxima de producción
- Alarma de temperatura mínima de producción
- Alarma general de calderas (dos)
- Orden de encendido y extractor de sala

Para las señales de encendido, estado de bombas de elevación, estado y alarma de las calderas, se dotará a las mismas de los relés necesarios para obtener un contacto libre de tensión y de esta forma poderlo conectar en las entradas digitales del sistema existente. El resto de señales se llevarán directamente al sistema de control de Johnson.

Es importante destacar que el control propio de los sistemas específicos de las calderas, será ejecutado por el controlador dedicado de la propia caldera (BIOCONTROL 3000), dejando en manos del sistema de control existente, la gestión global de los encendidos, alarmas, rotaciones, históricos de temperaturas, etc.

