

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA
EDIFICIO DE 63 VPO***

DOCUMENTO 2 - MEMORIA

Alumno/Alumna: Oscar Filgueira Capelo

Director/Directora : Juan Esteban Laradogoitia Alzaga

Curso: 2019-2020

Fecha: 10 de Noviembre de 2019

1 ÍNDICE

1	ÍNDICE	2
2	LISTA DE FIGURAS Y TABLAS	3
3	MEMORIA	3
3.1	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	3
3.2	INSTALACIÓN PROPUESTA.....	3
3.2.1	GENERACIÓN TÉRMICA (IT 1.2.4.1).....	4
3.2.1.1	Rendimiento energético del generador.....	5
3.2.1.2	Fraccionamiento de la potencia.....	5
3.2.1.3	Regulación de quemadores.....	5
3.2.1.4	Expansión.....	5
3.2.1.5	Chimenea.....	6
3.2.1.6	Contabilización de consumos.....	6
3.2.2	CALEFACCIÓN.....	6
3.2.3	AGUA CALIENTE SANITARIA.....	8
3.2.4	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	10
3.2.5	VENTILACIÓN MECÁNICA DE VIVIENDA.....	11
3.2.6	INSTALACIÓN RECEPTORA DE GAS.....	12
3.3	REGULACIÓN AUTOMÁTICA	14
3.3.1	PRODUCCIÓN DE CALOR	14
3.3.2	CALEFACCIÓN.....	15
3.3.3	AGUA CALIENTE SANITARIA.....	15
3.3.4	INSTALACIÓN SOLAR.....	16
3.3.5	VENTILACIÓN DE VIVIENDAS.....	16
3.3.6	SISTEMA DE TELELECTURA DE LOS CONSUMOS.....	17
3.4	SALA DE MÁQUINAS.....	18
3.4.1	EMPLAZAMIENTO.....	18
3.4.2	VENTILACIÓN.....	18
3.4.3	SUPERFICIE DÉBIL ROTURA.....	18
3.4.4	CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DE LA SALA DE máquinas.....	18
3.4.5	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	19
3.5	NORMATIVA.....	21
3.5.1	NORMATIVA GENERAL.....	21
3.5.2	NORMAS UNE.....	22

2 LISTA DE FIGURAS Y TABLAS.

Figura 1 Características técnicas caldera

3 MEMORIA.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

El objeto del presente proyecto es el de describir la instalación de climatización (Ventilación de viviendas, Calefacción, ACS y Energía Solar Térmica), para la construcción de un nuevo edificio destinado a viviendas de protección oficial (VPO), en la parcela RC 7.1 del Sector 13 "Larrein" de Salburua, en Vitoria-Gasteiz.

El edificio se construye en la zona Nor-Este de la parcela a la que pertenece (RC 7), presentando una planta rectangular (corresponde a la torre Norte de la parcela, la cual está compuesta por un total de 3 torres similares a la proyectada, las cuales están proyectadas en paralelo a la avenida principal, no siendo el alcance del presente proyecto, ya que la propiedad, de momento, no desea proceder a la construcción de las mismas).

El edificio consta de un único portal, con la siguiente distribución:

- Planta Sótano -1 y -2, destinada a la guardería de vehículos y trasteros de las viviendas. El acceso a las mismas, se realiza mediante una rampa, desde la planta baja, desde la zona de la urbanización de la parcela.
- Planta Baja, donde se ubica el portal, trasteros, sala de máquinas, local comercial y zonas comunes del edificio. El acceso al edificio, se realiza desde la urbanización interior de la parcela.
- Planta 1ª a 8ª, con seis viviendas por planta (4 viviendas de 2 Dormitorios y 2 viviendas de 1 Dormitorio).
- Planta 9ª a 11ª, con cinco viviendas por planta (2 viviendas de 3 Dormitorios, 2 Viviendas de 2 Dormitorios y 1 vivienda de 1 Dormitorio).

En total, el edificio consta de 63 viviendas.

3.2 INSTALACIÓN PROPUESTA.

Atendiendo al factor de forma del edificio y considerando las ventajas de seguridad y rendimiento energético, se ha seleccionado la siguiente instalación de climatización:

- CALEFACCIÓN: instalación centralizada de calefacción con contadores individuales de energía para el reparto de gastos entre los usuarios.
Con dicho fin, se proyecta una sala de máquinas, en la planta baja del edificio, con acceso directo desde la urbanización interior de la parcela, donde se ubican todos los elementos necesarios de la instalación (calderas, bombas, depósitos, regulación, ...).
El combustible seleccionado es el Gas Natural, ya que se dispone de canalización de la compañía Nortegas en la urbanización exterior, en la vía pública.
- AGUA CALIENTA SANITARIA (ACS): instalación centralizada, aprovechando la generación térmica de calefacción, con contadores volumétricos individuales en cada una de las viviendas, para el reparto de gastos.
- VENTILACIÓN DE VIVIENDAS: ventilación mecánica de acorde al CTE-DB HS3, disponiendo de equipos individuales por cada una de las viviendas, con control de la ventilación, en función de la ocupación de las viviendas (sonda de CO2).

A continuación, se procede a describir la instalación objeto del presente proyecto:

3.2.1 GENERACIÓN TÉRMICA (IT 1.2.4.1).

Para la producción térmica, se han seleccionado dos calderas de pie de condensación, instaladas en paralelo y con alternancia en el funcionamiento, de la marca Remeha modelo Gas 210-6 ECO PRO, con las siguientes características técnicas:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Marca:	Remeha
Modelo:	Gas 210-6 ECO PRO
$P_{\text{útil máxima}} (80/60^{\circ}\text{C})$:	200 kW.
$P_{\text{útil mínima}} (80/60^{\circ}\text{C})$:	39 kW.
$P_{\text{útil máxima}} (50/30^{\circ}\text{C})$:	217 kW.
$P_{\text{útil mínima}} (50/30^{\circ}\text{C})$:	46 kW.
$P_{\text{max nominal}}$:	205 kW.
$P_{\text{min nominal}}$:	41 kW.
$\eta (60/80^{\circ}\text{C})$	98 %
$\eta (50/30^{\circ}\text{C})$	108,4 %
$T_{\text{max. impulsión}}$:	100 °C.
$T_{\text{min. retorno}}$:	20 °C.
P_{max} :	6 bar.
P_{min} :	0,6 bar.
Pot. eléctrica:	317 W.
Volumen agua:	24 l.
Peso (vacía):	188 kg.

Figura 1. Características técnicas caldera

3.2.1.1 Rendimiento energético del generador.

Acorde a la documentación técnica del fabricante, el rendimiento de cada una de las calderas, a carga parcial (30% de la potencia), es del 108,4 %

Al tratarse de calderas de condensación, no es de aplicación el punto 10 de la I.T. 1.2.4.1.2.1, donde se establece los rendimientos mínimos que deben de cumplir los generadores para calefacción que empleen combustibles fósiles.

3.2.1.2 Fraccionamiento de la potencia.

Al tratarse de una instalación, con una potencia térmica superior a 400 kW, destinada al servicio de Calefacción y ACS, se seleccionan dos generadores térmicos, que serán instalados en paralelo, cumpliendo lo indicado en la I.T. 1.2.4.1.2.2.

3.2.1.3 Regulación de quemadores.

Acorde a la tabla 2.4.1.1. de la I.T. 1.2.4.1.2.3, al tratarse de calderas con una potencia nominal de 205 kW, la regulación mínima del generador, debe de ser de dos marchas.

Las calderas, dispone de un quemador modulante, con una modulación desde el 16 al 100% de la potencia, siendo la regulación de los mismos, superior al mínimo exigido.

3.2.1.4 Expansión.

La instalación dispone de un sistema de expansión, mediante vaso de expansión cerrado con membrana, tanto para la instalación de calefacción como para la instalación de ACS, independientes y aptos para el funcionamiento en cada una de ellas.

Al tratarse de un sistema cerrado de expansión, las calderas estarán equipadas con:

- Presostato o termostato de funcionamiento.
- Presostato o termostato de seguridad (tarado a 110°C)
- Válvula de seguridad, DN 25, conducida de forma visible a desagüe.

3.2.1.5 Chimenea.

La evacuación de los PdC's se realiza mediante el empleo de chimeneas de acero inoxidable AISI 316 L, a la cubierta del edificio, siendo resistente a la acción agresiva de los condensados producidos, con juntas labiadas en su unión para garantizar la estanqueidad de la misma y disponiendo de recogida de condensados en la base de la misma, que serán conducidos al desagüe correspondiente.

Para la admisión del aire para la combustión de cada una de las calderas, se realiza de forma conducida desde el exterior de la sala de máquinas, mediante conductos de acero inoxidable AISI 304, disponiendo en la toma de aire, de rejilla para evitar la entrada de objetos al interior de la caldera.

Los posibles condensados que pudieran formarse, son recogidos a través del desagüe que cada una de las calderas, siendo conducidos a la red, previo paso por un neutralizador de condensados.

3.2.1.6 Contabilización de consumos.

Al tratarse de una instalación de generación térmica, con potencia superior a 70 kW, y acorde a la I.T. 1.2.4.4, dispone de los siguientes elementos de contabilización de energía:

- **Consumo de combustible:** se emplea el contador de la compañía suministradora, ya que el único elemento de consumo de gas de la instalación es la caldera. El contador, se encuentra ubicado en la planta baja del edificio, en recinto independiente con grado de accesibilidad 2 (con llave normalizada de la compañía suministradora).
- **Consumo de energía eléctrica:** se instala un contador en el cuadro eléctrico de la sala de máquinas, para determinar el consumo de la misma.
- **Energía térmica generada:** entre las calderas los colectores de distribución, se dispone de un contador de energía, para determinar la energía térmica que han generado la calderas y aportan a la instalación térmica.
- **Servicio de ACS:** se dispone de contador de energía en el primario de ACS y en la recirculación de ACS.
- **Nº de horas de funcionamiento:** a través de la regulación de las calderas, se obtiene el número de horas de funcionamiento del equipo.
- **Energía producida por la instalación solar térmica:** mediante contador de energía instalado en el depósito de precalentamiento solar.

3.2.2 CALEFACCIÓN.

Para la calefacción de las viviendas, la solución adoptada es mediante radiadores, por el interior de los cuales discurre el agua caliente proveniente de la generación térmica, que se ubica en la sala de máquinas de la planta baja. Como emisores, se han seleccionado radiadores de chapa de acero, de

distintas alturas y longitudes, en función de las dependencias y necesidades de las mismas, tal y como se refleja en los cálculos y en la documentación gráfica.

Para la distribución de calefacción, se dispone de dos circuitos para el edificio, en función de la orientación de las viviendas (se dispone de un circuito que alimenta a las viviendas con orientación principal Este y otro para las Oeste). Cada uno de los circuitos, dispone de válvula mezcladora, con el fin de garantizar el suministro en todo momento, aún y cuando se esté produciendo ACS en la instalación. Las bombas empleadas en cada uno de los circuitos, son bombas con variador de frecuencia (de forma que pueda adaptarse el caudal de la instalación a las necesidades reales de cada momento) y de bomba doble (de forma que se produzca una alternancia del funcionamiento de las bombas, y en caso de rotura de una de ellas, pueda seguir garantizándose el funcionamiento de la instalación).

Las tuberías generales de distribución a viviendas parten desde la sala de máquinas y discurren por el techo de la planta baja, hasta el patinillo de calefacción (se dispone de un único patinillo de calefacción, por el que discurrirán las tuberías de ambos circuitos de calefacción).

La distribución se realiza mediante tubería de acero negro acorde a la norma UNE-EN 10.255, de los diámetros necesarios para cada uno de los tramos, según cálculos, aislado térmicamente mediante espuma elastomérica del espesor necesario según IT 1.2.4.2.1.2. del R.I.T.E.

En cada una de las planta se realizan las derivaciones a vivienda situadas en la misma.

En los patinillos se sitúan los contadores de calefacción; cada vivienda dispone de las correspondientes llaves de corte, de modo que pueda anularse su servicio desde el exterior a la misma, acorde a la I.T. 1.2.4.4. Los contadores seleccionados, disponen de sistema de comunicación MBus y de entrada de pulsos (para la transmisión de la señal de los contadores de ACS), para la transmisión de datos al sistema central de telelectura, para la realización de las mediciones de consumo de cada uno de los usuarios de la instalación.

La instalación de cada vivienda dispone de una válvula motorizada accionada por un termostato ambiente situado en los espacios diurnos de las viviendas (salón), de modo que cada usuario pueda programar los horarios de calefacción y las temperaturas de confort que desee; para ello el horario de servicio comunitario debe ser suficientemente amplio. Dicha válvula es de dos vías, a excepción de las viviendas de las últimas plantas, que son de tres vías, de forma que a través de la instalación se puede mantener una circulación mínima de agua, independientemente el estado de uso de cada vivienda, ya que los grupos de bombeo instalados, son bombas con variador de frecuencia, de forma que se adaptan en todo momento a las necesidades de la instalación, optimizando de esta forme el rendimiento energético de la instalación (menor pérdidas energéticas en la instalación y menor consumo eléctrico de los circuladores).

Para equilibrar los caudales en las viviendas, en el retorno general de la vivienda se coloca una válvula de caudal constante (K-Flow), que se adecua a las condiciones de pérdida de carga de cada momento, garantizando, de esta forma, un caudal correcto en cada uno de los usuarios (viviendas) y evitando problemas de desequilibrios en la instalación, con los consiguientes problemas de confort en los usuarios y de ruidos en la instalación.

La distribución interior de las viviendas, se realiza mediante sistema bitubular con colector, con tubería de polietileno multicapa (PERT-AL-PERT), 25x2,5 mm, entre el patinillo y los colectores situados en el hall de entrada de la vivienda y de 16x2 mm., desde el colector hasta cada uno de los radiadores. La tubería y accesorios empleados, disponen de los correspondientes certificados y homologaciones, tanto individuales como de sistema.

Para poder realizar un equilibrado hidráulico en el interior de cada vivienda, todos los radiadores dispondrán de válvula de corte en la entrada y detentor en la salida, para equilibrar el caudal de agua que entra al radiador. Además, de este modo, puede repararse cada radiador sin necesidad de cortar el servicio al resto de la instalación. En los dormitorios, la válvula de corte será con cabeza termostática, de forma que se pueda regular la potencia de uso de cada uno de ellos. Para evitar los problemas de aire en los radiadores, en los mismos se instalarán purgadores manuales.

La regulación se realiza mediante termostato ambiente, ubicado en el punto de mayor carga térmica, que corresponde con el salón de cada una de las viviendas.

A su vez, y con el mismo fin de evitar los problemas de aire en el circuito de calefacción, se evitará la formación de puntos altos. Aun así, si no es posible su eliminación, en las partes altas de la instalación que pudieran formarse, así como en los posibles puntos críticos de la instalación, se instalarán purgadores automáticos,

3.2.3 AGUA CALIENTE SANITARIA.

Al disponerse de dos suministros de agua distintos (para las plantas 1ª a 7ª el suministro es mediante presión de red mientras que para las plantas 8ª a 11ª se emplea un grupo de presión), se dispone de dos instalaciones independientes, en función de la presión disponible.

En ambos casos, el agua caliente sanitaria se produce mediante un sistema de acumulación con un intercambiador de placas de acero inoxidable, que presenta la ventaja de facilidad de limpieza, de modo que es más fácil mantener un alto rendimiento a lo largo del tiempo y de un depósito de acumulación (de 500 litros para la instalación que da servicio a las plantas 1ª a 7ª y de 300 litros para la planta 8ª a 11ª).

Este sistema requiere dos bombas de circulación, una para el primario, en la zona de producción de energía, y otra para el secundario, para poder hacer la acumulación del agua en los depósitos.

Todos los elementos necesarios para la producción de ACS, se ubican en la sala de máquinas de la planta baja del edificio.

Para evitar que el agua caliente tarde excesivo tiempo en salir por los grifos se realiza un bucle de recirculación del ACS para cada una de las instalaciones, mediante dos bombas idénticas instaladas en paralelo y con funcionamiento alterno, para cada una de las instalaciones.

Se instala un sistema de regulación con válvula termostática mezcladora a la salida de cada uno de los depósitos, de manera que el agua acumulada se puede mantener a una temperatura superior a la de consumo, por lo que se tiene una mayor eficacia en la prevención de la Legionelosis; para poder elevar periódicamente la temperatura del agua de la instalación, se dispone de un by-pass de accionamiento manual, de forma que cuando tenga que realizarse la operación, se encuentre personal de mantenimiento en la instalación.

Este sistema es el que más se adecua al cumplimiento de la UNE 100.030 y el R.D. 865/2.003, ya que permite mantener el agua acumulada a temperaturas más altas, puede ser incluso de manera continua a 70°C, mientras que la temperatura de distribución se adapta a la compatible con el uso (55 a 60°C); periódicamente y previo conocimiento de los usuarios se puede poner a 70°C toda la instalación, pudiendo llegar a esa temperatura hasta las griferías.

Desde el punto de vista energético también presenta otras ventajas:

- Se obtienen volúmenes de consumo superiores a los acumulados, ya que a estos últimos se les añade el caudal de mezcla.
- Se disminuye la estratificación, ya que el caudal de recirculación no retorna al depósito sino que, en un alto porcentaje, vuelve a recircularse.
- Como consecuencia de lo anterior se consigue que la recirculación extraiga del depósito el caudal de agua estrictamente necesario para mantener la temperatura en las tuberías, evitando los excesos de caudal que habitualmente se recirculan.

Desde los depósitos de almacenamiento de ACS, parte una distribución por cada una de las instalaciones, disponiéndose de dos patinillos, independientes a los de calefacción, con el fin de que los contadores de cada vivienda, se encuentren lo más próximos a los puntos de consumo, y de esta forma, se reduzcan las pérdidas de agua, para disponer de ACS en los puntos de consumo de cada una de las viviendas.

Con el fin de poder realizar una telegestión, los contadores de ACS instalados disponen de salida de pulsos, que se conectan con los contadores de calefacción, los cuales disponen de salidas M-Bus, para transmitir la información, a la red de telelectura que dispone el edificio.

3.2.4 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.

Los colectores solares, se instalan en la cubierta del edificio, con orientación hacia el Sur, instalándose un total de seis baterías de cuatro captadores cada una con objeto de poder hacer una mejor integración arquitectónica en la cubierta del edificio, generando un campo solar formado por 24 captadores solares térmicos, con una superficie total de captación de 55,68 m².

Para la fijación de los colectores sobre la cubierta plana, se utilizan estructuras de perfilaría de aluminio, suministradas por el fabricante de los colectores, con una inclinación de 45° sobre la horizontal, y fijadas mediante tortillería de acero inoxidable sobre vigas de hormigón armado, que se emplean como lastre, apoyadas sobre la cubierta del edificio.

Los paneles se orientan hacia el Sur, respetando la alineación del mismo, con una inclinación de 45° respecto a la horizontal, de forma que según la figura 3.3 del DB-HE 4 del CTE, la pérdida de rendimiento es del 3%, valor claramente inferior al máximo marcado, que es del 10% de pérdidas.

En la instalación de los paneles, se han respetado las distancias mínimas de separación entre filas de captadores y entre los diferentes obstáculos existentes en las cubiertas, de forma que se minimicen la formación de sombras.

Debido a la distribución que se dispone en cubierta, y que para conseguir un correcto equilibrado, el realizar un retorno invertido generaría un excesiva longitud de tubería, se opta por el equilibrado de los equipos, mediante válvulas dinámicas de equilibrado (k-Flow).

Cada batería de colectores, y según el DB-HE 4 del CTE, dispone de sus propias válvulas de corte en la impulsión y el retorno, para aislamiento de la batería en caso necesario, purgador automático de aire con válvula de corte previa, para poder eliminar el aire en la puesta en marcha de la instalación y poder aislarlo del funcionamiento de la instalación mediante la válvula previa que dispone, ubicado en la parte alta del captador, válvula de seguridad y válvula de equilibrado dinámica.

Como fluido caloportador, se utiliza propelenglicol al 30%, con temperatura de congelación de -28°C, ampliamente inferior a la mínima histórica de la localidad.

La instalación dispone de vaso de expansión cerrado con compresor, apto para el funcionamiento con propelenglicol, con un dimensionamiento capaz de absorber las dilataciones del fluido y los efectos de las posibles vaporizaciones cuando la disipación de calor sea inferior a la energía solar absorbida, que se ubica en la sala de máquinas del edificio.

La instalación se realiza con tubería de cobre acorde a la norma UNE-EN 1.057, de los diámetros necesarios, con aislamiento de espuma elastomérica apta para el funcionamiento a altas temperaturas, los espesores necesarios según diámetro y protegida mediante chapa de aluminio en los tramos exteriores, para evitar su degradación.

El intercambio térmico, se realiza mediante los serpentines interiores de los interacumuladores instalados en la sala de máquinas (uno de 2.000 litros para la instalación de ACS de las viviendas de la planta 1ª a 7ª y otro de 1.000 litros para las de la planta 8ª a 11ª). La temperatura de uso necesaria, en caso de no ser suficiente, se consigue mediante los intercambiadores de placas existente en la zona de producción de ACS, acumulándose el agua en los depósitos de ACS litros existentes para tal fin (de 500 y 300 litros respectivamente, en función de las viviendas a las que da servicio).

Debido a que la superficie de captación es superior a 20 m², se dispone de contador de energía para poder determinar la energía producida por el sistema (se ubica en la conexión de los depósitos de solar con los depósitos de ACS).

3.2.5 VENTILACIÓN MECÁNICA DE VIVIENDA.

En el DB – HS 3 “*Calidad del aire interior*”, se establece la necesidad de que las viviendas deben disponer de un sistema de ventilación, que asegure la eliminación de los contaminantes producidos en las viviendas de forma habitual durante su uso normal, de forma que, se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado. En este caso el sistema seleccionado es mecánico, y se diseña de acuerdo a las siguientes premisas:

- El aire se aporta a la vivienda desde los locales secos (salón, y dormitorios), mediante rejillas instaladas en los paramentos verticales, garantizando unas superficies de entrada de aire superiores a las mínimas exigidas.
- El aire viciado se extrae de la vivienda por los locales húmedos, (cocina y baños) rejillas situadas en los techos de los locales.
- Se dispone de un ventilador por cada uno de los apartamentos, el cual va a ser controlado por el sistema central, de forma que pueda adaptarse el caudal de extracción a la ocupación de la vivienda, en función del CO₂ de la misma.

La circulación de aire desde locales secos a locales húmedos, se asegura mediante aberturas de paso en todas las particiones intermedias (puertas de separación de locales).

La evacuación del aire extraído se efectuará por las cubiertas de los edificios, para limitar el riesgo de contaminación.

Los caudales utilizados para el diseño del sistema, se extraen de la tabla 2.1 “*Caudales de ventilación mínimos exigidos*” del DB – HS 3 del CTE :

3.2.6 INSTALACIÓN RECEPTORA DE GAS.

Como combustible para la generación térmica, se emplea Gas Natural, procedente de la red, que la compañía suministradora Nortegas, dispone en la urbanización exterior de la parcela (en la vía pública).

Para dicho fin, se realizará una acometida mediante tubería de polietileno enterrada, acorde a la norma UNE-EN 1.555, con calidad SDR-11 desde la red que discurre paralela por el edificio. Discurrirá enterrada hasta la Estación de Regulación y Medida, que se ubica junto a la entrada peatonal a la urbanización, estando ubicada en el cierre de la misma, hacia el exterior (vía pública). En las proximidades del armario, en la vía pública, se ubicará la correspondiente válvula de acometida. La mínima presión garantizada en la acometida, por la compañía distribuidora (Nortegas) es de 0,6 bar.

El acceso al armario de regulación y medida, se realiza desde el exterior de la urbanización (desde la vía pública). El armario, dispone de una superficie mínima de 200 cm², en comunicación directa con el exterior (a través de rejillas en el cierre del armario), para la ventilación del mismo. La cerradura, será normalizada de la compañía distribuidora.

El caudal del regulador proyectado es de 100 Nm³/h (para tener en cuenta posibles ampliaciones a los locales comerciales que se disponen en el edificio y de otros edificios en la parcela), estando equipado con válvula de seguridad de alivio (VAS) y válvula de seguridad por máxima presión (VIS_{max}).

Previo al regulador se instala un filtro, capaz de separar partículas de 100 micras y soportar una diferencia de presión entre las dos caras del elemento filtrante de 0,5 bar.

Existirán dos llaves de cierre, una a la entrada al armario y otra en la salida del contador, ambas de PN5.

Las tomas de presión en la zona de MOP>150 mbar serán de tipo enchufe rápido con tapón estanco, y para MOP<150 mbar, serán de débil calibre, posicionadas en posición horizontal.

Los regímenes máximos y mínimos de utilización de la instalación corresponden a la época de invierno, siendo los mismos:

-Máx. potencia: 410 kW, correspondiendo a un consumo de 27,01 Nm³/h.

-Min. potencia: 19,2 kW, correspondiendo a un consumo de 1,82 Nm³/h.

El contador a instalar será de pistones, tipo G-40, con un caudal máximo de 65 Nm³/h y un caudal mínimo de 3 Nm³/h, estando dentro de los valores máximos y mínimos de la instalación, ya que el caudal mínimo es inferior a la demanda mínima de la instalación y el caudal máximo de funcionamiento de la instalación representa el 59,6% del caudal nominal del contador.

Desde el armario, hasta la sala de máquinas, la instalación se realiza con tubería de acero, con características y dimensiones acorde a la norma UNE-EN 10.255, discurriendo envainada a través del

techo de la planta sótano (guardería de vehículos), hasta llegar a la sala de máquinas, ubicada en la planta primera, donde discurrirá visto.

La electroválvula del sistema de detección de fugas se instala junto al armario de regulación, en recinto independiente al armario de regulación y medida, y correctamente ventilado.

La tubería estará pintada de amarillo, acorde a normativa y de forma que sea fácilmente distinguible respecto al resto de instalaciones, tanto en el trazado que discurre por zonas comunes del edificio, como por el interior de la sala de máquinas.

3.3 REGULACIÓN AUTOMÁTICA

La regulación de la instalación se realiza mediante un sistema de gestión, integrado en la regulación de las calderas, que recibe las señales de todas las sondas actuando sobre los equipos (caldera, bombas, etc) y válvulas de regulación. De esta manera se propondrán las estrategias necesarias en la programación para minimizar el gasto de combustible y proporcionar el mayor confort posible a los usuarios.

3.3.1 PRODUCCIÓN DE CALOR

La producción de calor estará en disposición de funcionamiento siempre que se requiera algún servicio: Calefacción y/o ACS.

La temperatura de consigna se controla mediante la sonda de temperatura exterior, ubicada en la cara Norte del edificio, con el fin de controlar las demandas necesarios para cada uno de los circuitos, al objeto de trabajar constantemente con las temperaturas de producción más bajas, compatibles con un correcto servicio, de forma que se obtenga el mayor rendimiento térmico de la producción mediante calderas de condensación. La consigna variará continuamente, manteniéndose unos 5°C por encima de la del servicio más desfavorable en cada momento.

Las consignas de temperatura de producción de la caldera, las determinará directamente el sistema de regulación no siendo precisos los termostatos de calderas; las dos calderas son modulantes desde un mínimo del 20 % de la potencia, por lo que la regulación actuará directamente sobre sus regulaciones disponiéndose de la modulación de potencia necesaria (mediante una señal de 0 a 10 V).

Además de los elementos de control indicados, la caldera disponen de los siguientes elementos de seguridad:

- Termostato de Seguridad, de rearme manual, tarado a 110 °C.
- Termostato de Humos, de rearme manual, tarado a 200 °C.
- Válvula de seguridad de escape conducido, tarada a 6 bar.

Para evitar problemas de cavitación en bombas se instala un presostato en la instalación, con tara a 4 bar, correspondiendo a la presión mínima de la instalación, teniendo en cuenta la ubicación de las calderas.

3.3.2 CALEFACCIÓN

En el horario de calefacción, y si la temperatura exterior no es superior a la prefijada para corte de este servicio, el sistema de regulación pone en marcha las bomba de calefacción; el sistema recibe las señales de la sonda de temperatura exterior y de la sonda de temperatura de impulsión a radiadores del circuito, las compara, y en función de las curvas que se le programen, regula la temperatura de caldera y en caso de que haga falta (porque se dé servicio de ACS a la vez) posiciona las válvulas de tres vías, de modo que para cada temperatura exterior, y para cada circuito, se obtenga la temperatura de impulsión correspondiente.

El sistema de calefacción permanecerá en disposición de funcionamiento, mientras que la temperatura exterior se mantenga por debajo de la de consigna para corte de este servicio (aproximadamente 18°C) y durante el horario de calefacción que se determinará por acuerdo comunitario.

3.3.3 AGUA CALIENTE SANITARIA

La regulación de la producción de ACS se realiza mediante las sondas de temperatura ubicada en la parte inferior de cada uno de los depósitos, de forma que cuando detecta una temperatura inferior a la de consigna mínima (55°C) el sistema pone en marcha a las bombas de primario y secundario iniciándose de esta forma la producción de ACS; el sistema permanecerá en funcionamiento hasta que la sonda detecte que ha alcanzado la temperatura de consigna máxima (60°C), momento en el que se pararán las bombas.

El horario del sistema de producción de ACS puede determinarse por acuerdo comunitario, o bien mantenerlo en disposición de funcionamiento las 24 horas del día, ya que ello no conlleva un mayor consumo, puesto que por la noche solo entrará en funcionamiento si la sonda del depósito detecta una temperatura baja, y desde ese momento funcionará hasta calentar toda el agua acumulada; como por la noche apenas habrá consumo, no volverá a ponerse en funcionamiento hasta la mañana siguiente, obteniéndose por contra una mayor fiabilidad de servicio, pues se puede hacer frente al consumo de primera hora con el depósito prácticamente al completo.

El funcionamiento de la bomba de recirculación se controla mediante programador horario, incorporado en la regulación del sistema de calefacción de la instalación. Se tendrá en cuenta el funcionamiento de las bombas, de forma que se alterne el funcionamiento de las mismas, y en caso de fallo de una de ellas, pueda funcionar la gemela, garantizando en todo momento el suministro de energía.

La prioridad al ACS se logra con la sonda de retorno del circuito primario, actuando sobre las válvulas de tres vías de calefacción, de modo que no se permite la apertura de las mismas, aunque se esté demandando el servicio de calefacción, hasta que en el retorno se tenga una temperatura que permite cubrir los dos servicios de manera conjunta.

La temperatura de producción se regula permanentemente mediante la válvula termostática mezcladora, situada a la salida de los depósitos de acumulación, la misma actúa mezclando agua caliente del depósito con agua de recirculación y agua fría, de manera que mantiene la temperatura del agua de distribución, constantemente a la temperatura de consigna.

3.3.4 INSTALACIÓN SOLAR.

Para un mejor control de la instalación, se prevé una regulación independiente a la de calefacción. El funcionamiento normal de esta instalación puede considerarse independiente, ya que su función es precalentar el ACS, siendo la instalación tradicional la que eleva la temperatura hasta las condiciones de uso.

Cuando la temperatura a la salida de los colectores, en el campo de captación, es superior a 8°C con respecto al acumulador más frío que se dispone en la sala de máquinas, procede a la apertura de la válvula de dos vías del circuito primario del acumulador y pone en marcha la bomba de primario del circuito. El sistema permanece en funcionamiento mientras exista una diferencia de temperatura mínima de 4°C entre la acumulación y los colectores.

Cada uno de los dos depósitos de solar (uno para cada instalación de ACS que se dispone), dispone de una válvula de dos vías en el circuito primario solar, de forma, que solo circule el circuito por el intercambiador del mismo, cuando exista posibilidad de aporte de energía al mismo.

El sistema, garantizará que previo al funcionamiento de la bomba de primario solar, una de las dos válvulas se encuentra abierta.

Por seguridad, en el circuito se dispondrá de un interruptor de flujo.

3.3.5 VENTILACIÓN DE VIVIENDAS.

El funcionamiento del sistema de ventilación de las viviendas, es individual, disponiendo para ello, de un ventilador en el falso techo de cada vivienda.

El funcionamiento del sistema de ventilación es permanente, realizándose un ajuste del caudal, en función de la ocupación de las viviendas, con el fin de conseguir una óptima ventilación y optimizar la eficiencia energética del edificio.

En el interior de la vivienda, en el salón, se dispone de una sonda que mide la concentración de CO₂ existente. Dicha información, es transmitida al sistema de control central del edificio, el cual, en función

de la concentración, le dará una señal 0-10 V al ventilador, para que adecue su punto de funcionamiento, a las necesidades reales.

3.3.6 SISTEMA DE TELELECTURA DE LOS CONSUMOS.

En este edificio, se instalará un sistema de contadores de energía tanto para el sistema de calefacción como del sistema de ACS.

Esta información se llevara a unos concentradores en la sala de máquinas median el uso de MBus. Esta información será integrada con el sistema de prepago mediante pasarela, con el fin de poder servir esa cantidad de datos al sistema de gestión de cobros y pagos del edificio.

Para poder hacer una correcta gestión, los contadores de ACS (que se ubican en dos patinillos, independientes al de calefacción), se conectarán con los contares de Calefacción, mediante un cable de dos hilos, que discurrirá por el falso techo de cada una de las plantas.

3.4 SALA DE MÁQUINAS.

3.4.1 EMPLAZAMIENTO

Se sitúa en la planta baja del edificio. El acceso se realiza desde el exterior del edificio, desde la urbanización interior de la parcela.

3.4.2 VENTILACIÓN

La entrada de aire para la combustión de las calderas, se realiza mediante conductos de aire, de forma que la ventilación que se dispone en la sala de máquinas, es exclusivamente para la ventilación del propio local.

INFERIOR: da directamente al exterior, a través de rejilla acústica colocada en la fachada de la sala de máquinas.

SUPERIOR: da directamente al exterior, a través de rejilla acústica, colocada en parte superior de la sala de máquinas.

3.4.3 SUPERFICIE DÉBIL ROTURA.

La superficie de débil rotura se consigue a través de la doble hoja de la puerta de acceso a la sala de máquinas, que comunica directamente con el exterior de la misma.

3.4.4 CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DE LA SALA DE MÁQUINAS.

Según el apartado 3 de la MIE-BT 029 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, las salas de calderas a gas son emplazamientos de clase I.

La instalación consta de un sistema de detección de fugas y corte, realizado según el apartado 8.1. de la Norma UNE 60.601, y según el Anexo A3 de la citada norma, la sala de calderas se clasifica como emplazamiento **no peligroso**.

Con la consideración anterior la sala de calderas resulta **zona no clasificada**.

Aún así, se adoptarán las siguientes precauciones:

- El cuadro eléctrico se colocará en una zona de la sala alejada de las tuberías de gas.

- Las conducciones eléctricas serán bajo tubo de acero galvanizado, con conductores aislados; las uniones serán roscadas y las entradas y salidas de equipos y cajas de derivación, con uniones estancas. Las conexiones a los equipos serán bajo tubo metálico flexible.
- Las canalizaciones eléctricas discurrirán lo más alejadas posible de las tuberías de gas y por la parte inferior de los paramentos.
- Los equipos que requieran suministro eléctrico (bombas, válvulas de regulación, etc.) se agruparán en una zona de la sala donde no haya tuberías de gas.
- Los equipos de alumbrado serán estancos, estarán situados a una distancia del techo superior a 50 cm. y con la acometida eléctrica por la parte inferior.

3.4.5 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La potencia nominal de la sala de calderas es de 410 kW, por lo deberá de cumplir las exigencias de locales y zonas de riesgo especial clasificado como **Riesgo Medio**, según el DB-HS1, del Código Técnico de la Edificación.

Estas exigencias son:

* **Accesos.**

El acceso se realiza directamente desde el exterior del edificio, por lo que no es necesario el disponer de un vestíbulo de independencia.

* **Elementos constructivos.**

Resistencia al fuego de la estructura portante:	R 120.
Resistencia al fuego de las paredes y techos:	EI 120.
Reacción al fuego de revestimientos:	
- Techos y paredes:	B-s1,d0
- Suelos:	B _{FL} -s1

* **Dotación de instalaciones de protección contra incendios.**

Se instalará un extintor portátil, con una capacidad de 6 kg., de polvo seco (o polivalente), con eficacia mínima 21A-113B, en el exterior de la sala, junto al acceso a la misma, no existiendo en el interior del mismo, una distancia superior a 15 m. de recorrido hasta el mismo.

* **Pasos de tuberías.**

Se sellarán todos los pasos de tuberías que salgan de la sala de calderas.

3.5 **NORMATIVA.**

3.5.1 **NORMATIVA GENERAL.**

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E.) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT), Real Decreto 1.027/2.007, de 20 de Julio.
- 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.
- Real Decreto 238/2013 de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- Real Decreto 919/2.006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos a gas, Real Decreto 1.428/1.992 de 27 de noviembre y modificación Real Decreto 276/1.995 de 24 de febrero.
- Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimientos para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas por combustibles líquidos o gaseosos, modifica por la Directiva 93/68/CEE del Consejo.
- Reglamento de Aparatos a Presión, Real Decreto 1.244/1.979 de 4 de abril, ITC-MIE-AP 2, calderas de agua caliente, orden de 31 de mayo de 1.985.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, Real Decreto 842/2.002, de 2 de agosto.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HE0 Limitación del consumo energético, Real Decreto 314/2.006, de 17 de marzo.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HE1 Limitación de la demanda energética, Real Decreto 314/2.006, de 17 de marzo.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, Real Decreto 314/2.006, de 17 de marzo.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HS4 Suministro de agua, Real Decreto 314/2.006, de 17 de marzo.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HS3 Calidad del aire interior, Real Decreto 314/2.006, de 17 de marzo.
- Código Técnico de la Edificación, DB-SI Seguridad en caso de incendio, Real Decreto 314/2.006, de 17 de marzo.
- Criterios Higiénico-Sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis, Real Decreto 865/2.003, de 4 de julio.

3.5.2 NORMAS UNE

- UNE-EN 14.336 Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- UNE-CEN/TR 1749 IN 2012 Esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de la combustión (tipos).
- UNE-EN 1751 1999 Ventilación de edificios. Unidades terminales de aire. Ensayos aerodinámicos de compuertas y válvulas.
- CR 1752 1998 Ventilation for buildings. Design criteria for de indoor environment.
- UNE-CR 1725 IN 2008 Ventilación de edificios. Criterios de diseño para el ambiente interior.
- UNE-EN 1856 1 2004 Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares.
- UNE-EN 1856 1 2010 Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares.
- UNE-EN 1856 1/1 M 2005 Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: Chimeneas modulares.
- UNE-EN 1856 2 2005 Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2: Conductos interiores y conductos de unión metálicos.
- UNE-EN 1856 2 2010 Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2: Conductos interiores y conductos de unión metálicos.
- UNE-EN ISO 7730 2006 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica de interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).
- UNE-ENV 12097 1998 Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de sistemas de conductos.
- UNE-EN 12097 2007 Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de los sistemas de conductos.
- UNE-ENV 12108 ERRATUM 2002 Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en al interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- UNE-ENV 12108 2011 Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- UNE-EN 12237 2003 Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica.
- UNE-EN 12237 ERRATUM 2007 Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica.
- UNE-EN 12502 3 2005 Protección da materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y

almacenamiento de agua. Parte 3: Factores que influyen para materiales férreos galvanizados en caliente.

- UNE-EN 12599 AC 2002 Ventilación de edificios. Procedimiento de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados.
- UNE-EN 12599 2001 Ventilación de edificios. Procedimiento de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados.
- UNE-EN 13053 2003 Ventilación de edificios. Unidades de tratamiento de aire. Clasificación y rendimiento de unidades, componentes y secciones.
- UNE-EN 13053 2007 Ventilación de edificios. Unidades de tratamiento de aire. Clasificación y rendimientos de unidades, componentes y secciones.
- UNE-EN 13180 2003 Ventilación de edificios. Conductos. Dimensiones y requisitos mecánicos para conductos flexibles.
- UNE-EN 13384 1 2003 Chimeneas. Métodos de cálculo térmico y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- UNE-EN 13384 1/AC 2004 Chimeneas. Métodos de cálculo térmico y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- EN 13384 1 2002/A1: 2005 Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- UNE-EN 13384 1 2003 +A2:2011 Chimeneas. Métodos de cálculo térmico y fluido-dinámico. Parte 1: Chimeneas que prestan servicio a un único aparato de calefacción.
- UNE-EN 13403 2003 Ventilación de edificios. Conductos no metálicos. Red de conductos de planchas de material aislante.
- UNE-EN 14336 2005 Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- UNE-EN ISO 16484 3 2006 Sistemas de automatización y control de edificios (BACS). Parte 3: Funciones.(ISO 16484-3:2005).
- UNE 20324 1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989).
- UNE 20.324 1 M 2000 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE 20324 Erratum 2004 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 50194 2001 Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
- UNE-EN 50194 Erratum 2005 Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
- UNE-EN 50194 1 2011 Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
- UNE-EN 50194 2 2007 Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Parte 2: Aparatos eléctricos de funcionamiento continuo en instalaciones fijas de

vehículos recreativos y emplazamientos similares. Métodos de ensayo adicionales y requisitos de funcionamiento.

- UNE 50244 + Erratum 2001 Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, uso y mantenimiento.
- UNE 50244 2011 Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento.
- UNE 60601 2006 Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.
- UNE 60670-1:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 1: Generalidades.
- UNE 60670-2:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 2: Terminología.
- UNE 60670-3:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 3: Tuberías, elementos, accesorios y sus uniones.
- UNE 60670-4:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 4: Diseño y construcción.
- UNE 60670-5:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 5: Recintos destinados a la instalación de contadores de gas.
- UNE 60670-6:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y evacuación de los productos de la combustión en los locales destinados a contener los aparatos a gas.
- UNE 60670-7:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 7: Requisitos de instalación y conexión de los aparatos a gas.
- UNE 60670-8:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación inferior o igual a 5 bar. Parte 8: Pruebas de estanquidad para la entrega de la instalación receptora.
- UNE 60670-9:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 9: Pruebas previas al suministro y puesta en servicio.
- UNE 60670-10:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 10: Verificación del mantenimiento de las condiciones de seguridad de los aparatos en su instalación.
- UNE 60670-11:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 11: Operaciones en instalaciones receptoras en servicio.

- UNE 60670-12:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 12: Criterios técnicos básicos para el control periódico de las instalaciones receptoras en servicio.
- UNE 60670-13:2014. Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 13: Criterios técnicos básicos para el control periódico de los aparatos a gas de las instalaciones receptoras en servicio.
- UNE-EN 61779 1 2002 Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 1: Requisitos generales y métodos de ensayo.
- UNE-EN 61779 1/A11 2004 Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Parte 1: Requisitos generales y métodos de ensayo.
- UNE-EN 61779 4 2002 Aparatos eléctricos para la detección y medida de gases inflamables. Parte 4: Requisitos de funcionamiento para los aparatos del Grupo II, pudiendo indicar una fracción volumétrica de hasta el 100% del límite inferior de explosividad.
- UNE 123003 2011 Cálculo, diseño e instalación de chimeneas autoportantes.
- UNE 123001 2012 Cálculo, diseño e instalación de chimeneas modulares, metálicas y de plástico.

Bilbao, Noviembre 2.019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Oscar Filgueira Capelo', with a large, stylized flourish above the name.

Oscar Filgueira Capelo