



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y
CALEFACCIÓN DE OFICINAS EN NAVE INDUSTRIAL

Iker Indurain Pellejero

Rafael Araujo Guardamino

Pamplona, 22/04/13



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y
CALEFACCIÓN DE OFICINAS EN NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Iker Indurain Pellejero

Rafael Araujo Guardamino

Pamplona, 22/04/13



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.2. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR.....	5
1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	6
1.4. DATOS DE PARTIDA.....	6
1.5. NORMATIVA.....	7

2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN.....	8
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.....	8
2.2.1. Por el grado de concentración.....	9
2.2.2. Por el modo de obtención de calor.....	9
2.2.3. Por el fluido portador de calor.....	10
2.2.4. Por la red de distribución.....	12
2.2.5. Por los tipos de aparatos calefactores.....	14
2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	16
2.4. CONDICIONES DE DISEÑO.....	17
2.4.1. Condiciones interiores.....	17
2.4.2. Condiciones exteriores.....	18
2.5. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL EDIFICIO.....	18
2.5.1. Tipos de cerramientos que componen el edificio.....	18
2.5.2. Condensaciones de los cerramientos.....	20



2.5.3. Fichas justificativas.....	22
2.6. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN.....	26
2.6.1. Pérdidas por transmisión.....	26
2.6.2. Pérdidas por infiltración o renovación.....	27
2.6.3. Pérdidas por suplementos.....	28
2.7. RADIADORES.....	29
2.7.1. Selección de los radiadores.....	30
2.7.2. Colocación y ubicación.....	31
2.7.3. Accesorios.....	31
2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	31
2.8.1. Aspectos generales.....	32
2.8.2. Materiales.....	34
2.8.3. Dimensionado.....	34
2.9. CALDERA.....	37
2.9.1. Chimenea.....	37
3. INSTALACIÓN DE A.C.S. CON APOORTE SOLAR	
3.1. TIPO DE CIRCUITO.....	38
3.2. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN.....	38
3.3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TUBERÍAS.....	39
3.4. RED DE RETORNO.....	40
4. LEGIONELLA	
4.1. DESINFECCIÓN QUÍMICA.....	42
4.2. DESINFECCIÓN TÉRMICA.....	43



5. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA BIENESTAR E HIGIENE

5.1. CALIDAD TÉRMICA AMBIENTE.....44

5.2. EXIGENCIA DE HIGIENE.....44

6. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD



1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de proporcionar las instalaciones de climatización y ACS a las oficinas de una nave industrial, las cuales tendrán que ser diseñadas primeramente, según las exigencias de la empresa contratante.

El objetivo del proyecto es dimensionar los elementos y definir las características técnicas y económicas para poder realizar su instalación.

1.2 EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR

La nave está situada junto a la calle Imárcoain y la calle Sangüesa del polígono de la ciudad del transporte – fase 3, en Imárcoain (Valle de Elorz). Para ver la ubicación exacta véase el plano número 1 del documento PLANOS.

Es un solar aislado rodeado por distintas calles y accesos del polígono. Tiene una superficie en planta de 15.921,11 m².

La nave ya cuenta con los servicios de energía eléctrica y abastecimiento de gas, por lo que no serán objeto del proyecto.



1.3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Se trata de una zona de oficinas con planta baja y primera planta con una superficie de 418,305 m², (11,85 x 35,30). Éstas oficinas están dentro de una nave industrial.

La distribución de las plantas de las oficinas, según exigencias del contratante, y las superficies de cada estancia son las siguientes:

PLANTA BAJA

- Recepción
- Aseos hombres
- Aseos mujeres
- Vestuarios hombres
- Vestuarios mujeres
- Sala de descanso
- Sala de calderas

PRIMERA PLANTA

- Sala de reuniones (x2)
- Aseos hombres
- Aseos mujeres
- Despachos (x6)
- Sala de trabajo o multiusos

La altura total de las oficinas es de 7,088 metros, siendo la altura de cada planta de 3 metros.

1.4 DATOS DE PARTIDA

Es necesaria la composición de los diversos cerramientos que conforman el edificio. Éstos, junto con los planos de la nave industrial forman parte de los datos de partida del presente proyecto.

Antes de ponerse a trabajar con los diferentes tipos de cerramientos que componen el edificio, hay que determinar y especificar la zona climática donde se ubica el edificio, en función de la cual el CTE nos limitará más o menos la calidad de dichos cerramientos.



1.5 NORMATIVA

Para la realización de este proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación (CTE).

DB HS: Salubridad

HS 4 Suministro de agua

HS 5 Evacuación de aguas

DB HE: Ahorro de energía

HE 1 Limitación de demanda energética

HE 4 Contribución solar mínima de Agua Caliente Sanitaria

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE).

(R.D 1029/2007 de 20 de Julio).

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

- Normas UNE correspondientes

Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.



2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

Se llama calefacción al proceso que controla la temperatura mínima de un local. Por tanto, el objetivo final de una instalación de calefacción es lograr que la temperatura dentro de un local no descienda nunca por debajo de un valor previamente fijado.

Una instalación de calefacción depende fundamentalmente de 2 factores:

- las características del local (tamaño, uso, materiales constructivos, ...)
- la climatología del lugar donde se encuentre.

Las instalaciones de calefacción suelen estar integradas por 3 subsistemas:

PRODUCCIÓN

DISTRIBUCIÓN

EMISIÓN DE CALOR

La energía exterior aportada que se invierte en producción de calor es transferida, en parte, al subsistema de distribución, pero por otra parte se pierde hacia el exterior. A su vez, de la energía transferida al subsistema de distribución, una parte se transferirá al exterior y el resto llegará al subsistema de emisión, donde los emisores se encargan de calentar el local.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

A continuación se enumeran las distintas clasificaciones de los sistemas de calefacción siguiendo distintos criterios:

- Por el grado de concentración: unitarias, individuales y colectivas o centralizadas.
- Según el modo de obtención de calor: bomba de calor, calefacción eléctrica, calefacción por energía solar y calefacción convencional.
- En función del fluido portador de calor: aire, agua, vapor y fluidos térmicos.



- En función de la red de conexión de los aparatos calefactores: monotubo, bitubo, retorno directo, retorno invertido, distribución superior y distribución inferior.
- Por el tipo de aparato calefactor: radiadores, convectores, fan-coil y aerotermos.

2.2.1 POR EL GRADO DE CONCENTRACIÓN

- UNITARIA: cuando el calor se produce y emite desde un aparato que calienta total o parcialmente un único local.

- INDIVIDUAL: aquella instalación destinada a calefactor varios locales distintos, a través de varios aparatos calefactores que son propiedad de un único usuario.

- COLECTIVA: aquella instalación que suministra calefacción a un número más o menos grande de locales distintos de diferentes usuarios.

2.2.2. POR EL MODO DE OBTENCIÓN DE CALOR

- BOMBA DE CALOR: consiste en la captación de energía de bajo nivel térmico, generalmente aire del ambiente exterior o un circuito de baja temperatura, para elevar posteriormente su temperatura mediante la utilización de ciclos termodinámicos hasta niveles que permitan su utilización en instalaciones térmicas.

-CALEFACCIÓN ELÉCTRICA: corresponde a todos aquellos sistemas de calefacción que utilizan la disipación de la energía eléctrica mediante el efecto Joule como fuente de calor. Se conoce como efecto Joule el fenómeno de que una corriente eléctrica, al pasar por una resistencia, desprende calor.

-CALEFACCIÓN POR ENERGÍA SOLAR: en estos sistemas la fuente de energía térmica es la radiación procedente del sol, que llega a la superficie terrestre, en la que mediante superficies captadoras (colectores) de dicha energía, se transforma en energía térmica cedida a un fluido caloportador, que o bien a través de un sistema acumulador o bien directamente, la transportan hasta los locales a calefactor.



- CALEFACCIÓN CONVENCIONAL: aquellos sistemas que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico. Éstos se pueden encontrar en tres estados físicos distintos: sólidos, líquidos y gaseosos; de ahí que encontremos esta distinción:

- Instalaciones de calefacción por gas: gas ciudad, gas natural o G.L.P.
- Instalaciones de calefacción de combustibles líquidos: gasóleo o fuelóleo.
- Instalaciones de calefacción de combustibles sólidos: carbón, leña o madera.

En este sistema, un combustible determinado se introduce en un generador de calor, junto con el comburente preciso para realizar su oxidación, desprendiendo una cierta cantidad de calor que es transferida a un fluido caloportador para su posterior utilización.

2.2.3. POR EL FLUIDO PORTADOR DE CALOR

- AIRE

Las ventajas que presenta este sistema son:

- Facilidad con la que se puede convertir en un sistema de refrigeración e incluso en uno de aire acondicionado.
- Es un sistema de muy baja inercia térmica por lo que se puede conseguir un rápido calentamiento del aire de los locales.
- Bajo costo de la instalación.
- Ausencia de aparatos calefactores terminales.

Los inconvenientes son los siguientes:

- Es necesario el movimiento de grandes masas de aire ya que el aire tiene un calor específico muy pequeño; además no se puede suministrar aire a excesiva temperatura. Por tanto, los conductos han de ser voluminosos para llevar el caudal necesario sin ruidos.
- Al tener un gran tamaño, no es fácil alojarlos.
- Complejidad en el cálculo de la instalación dando lugar a falta de uniformidad en la temperatura ambiente.



- AGUA

El agua es elemento abundante y fácil de conseguir. Tiene un calor específico elevado por lo que moviendo cantidades relativamente pequeñas podemos trasladar y transferir gran cantidad de calor. Uno de los inconvenientes del agua es que puede dar lugar a problemas de corrosión en las partes metálicas de la instalación, pero su agresividad está determinada por el contenido de oxígeno disuelto por ella.

Las instalaciones de calefacción por agua caliente se pueden dividir en dos grupos:

- Instalaciones abiertas:

El agua del circuito está en contacto con la atmósfera a través de un depósito de expansión, obteniendo temperaturas máximas de 90 ó 95 °C. Éste tipo de instalación se emplea cuando se quieren obtener bajas o medias temperaturas.

- Instalaciones cerradas:

Aquellas en las que no existe contacto aire-agua, al ir dotadas de vasos de expansión cerrados permitiendo temperaturas de utilización de más de 100 °C. Son adecuadas para bajas, medias y altas temperaturas. Cuando el agua está a más de 100 °C se denomina agua sobrecalentada.

Según el movimiento del agua pueden clasificarse en:

- Por gravedad:

Esta forma produce grandes pérdidas de carga, los diámetros de las tuberías son excesivamente grandes por lo que resulta negativo desde el punto de vista económico.

- Por convección forzada:

Este sistema permite mediante una bomba aumentar la presión disponible produciendo una disminución de las secciones de las tuberías, por lo que de esta manera se compensa el aumento del costo en bombas de circulación. De esta forma se consigue que la circulación por toda la red de distribución sea más homogénea.



-VAPOR

Los sistemas de calefacción cuyo fluido caloportador sea vapor de agua, normalmente a baja temperatura, tienen su funcionamiento similar al de las instalaciones anteriores salvo en que los aparatos calefactores, ya que el vapor de agua al ceder su calor latente de cambio de estado condensa, retomando en estado líquido a la caldera.

Entre sus ventajas destaca que tienen inercia térmica menor que la del sistema por agua y es más favorable que éste cuando se necesitan rápidas puestas en funcionamiento. Normalmente es utilizado a baja presión y temperatura superiores a 120 °C; en estas condiciones tiene la ventaja sobre el agua de que los emisores suelen ser más pequeños.

También tiene inconvenientes como la posibilidad de quemaduras al tener contacto con los emisores por las altas temperaturas.

2.2.4. POR LA RED DE DISTRIBUCIÓN

- BITUBO

Es el sistema más común. El fluido caloportador que sale de la caldera discurre a través de un conjunto de tuberías, denominado circuito de ida, a temperatura constante. Este circuito de ida reparte el caudal necesario a cada uno de los aparatos calefactores. Desde la salida de los equipos calefactores y hasta la caldera, existe otro conjunto de tuberías, circuito de retorno (paralelo al anterior) que puede ser directo o invertido.

Entre las ventajas que presenta el sistema bitubular está la mayor facilidad de cálculo y equilibrado hidráulico de la instalación, debido sobre todo a que a todos los emisores les llega el agua a igual temperatura y en ellos se enfría por igual.

Aunque también precisa un mayor desarrollo de tubería y cambios frecuentes en las secciones de las mismas y por tanto un aumento del coste de la instalación.

- MONOTUBO

Aquí se utiliza un solo tubo que actúa tanto de circuito de ida como de circuito de retorno, estando los emisores en serie y alimentando cada uno al siguiente.



Este sistema necesita válvulas especiales que deben regular el paso e agua hacia el emisor, haciendo que una parte variable pase a éste y desviando el resto del caudal hacia el emisor siguiente.

Respecto al bitubo, se encuentran las siguientes ventajas:

- Más sencillo y más económico (mano de obra, secciones de las tuberías)

Y entre los inconvenientes:

- A los últimos radiadores les llega el agua a menor temperatura que a los primeros, por lo que el cálculo de la superficie radiante de cada radiador es más complicado.
- También el cálculo de las pérdidas de carga se hace más difícil.

- RETORNO DIRECTO

En este tipo de instalación las longitudes de tubeía de ida y retorno, a cada emisor, son prácticamente iguales, siendo en cambio los recorridos de tubería de un emisor a otro muy distintos, con lo que para un mismo diámetro, las pérdidas de presión serán tanto mayores cuanto más alejado de la caldera se encuentre el emisor, por lo que el primero (respecto de la situación de la caldera) recibirá mayor cantidad de agua y a mayor temperatura que el siguiente y así sucesivamente, dando como resultado una desigualdad importante.

- RETORNO INVERTIDO

En este caso se consigue que el recorrido del agua para cada uno de los aparatos calefactores sea aproximadamente el mismo, ya que se compensan los recorridos del circuito de ida con los de retorno, de forma que las pérdidas de carga se igualan, con lo que los cuerpos emisores reciben caudales semejantes y se igualan las aportaciones caloríficas, siempre que se mantenga constante el diámetro de la tubería.

2.2.5. POR LOS TIPOS DE APARATOS CALEFACTORES

Estos aparatos (también llamados emisores) están destinados a proporcionar el calor necesario para mantener la temperatura deseada.



- RADIADOR

Es la superficie de calefacción más utilizada. Emite un 20% de su calor por radiación y el resto por convección. Están formados por un número de elementos y los materiales utilizados son el acero, el hierro fundido y el aluminio.

- CONVECTOR

Cede todo el calor por convección al aire, que se hace circular a través de sus superficies calientes y le dan forma a su cubrición para canalizar el aire del local y hacerle pasar de manera forzosa por un foco de calor ya sea de manera natural o forzada.

- PANELES

Consiste en placas huecas de poco espesor por cuyo interior circula el fluido caloportador, presentan una gran superficie de cesión de calor por radiación y por convección.

- FAN-COIL

Es un serpentín formando un radiador por cuyo interior circula el agua de calefacción y lleva incorporado un ventilador eléctrico que fuerza a pasar el aire recirculado de la habitación a través del citado radiador robándole su calor.

Se suele emplear en instalaciones de climatización, llevando en estos casos también otra batería de agua fría para enfriar el aire en verano.

-SUELO RADIANTE

Se trata de introducir calor en el suelo y deja que la radiación caliente las estancias. La versión moderna es instalar en el solado tubos de polietileno reticulado. Los tubos se colocan de 3 a 5 cms., por debajo de la superficie, con una separación de 10 a 30 cms., entre ellos.

Haciendo circular por los tubos agua entre 35 y 45 °C, el suelo se mantiene entre 20 y 28°C y el ambiente entre 18 y 22°C. el grado de confort que se consigue con este tipo de



calor es ideal. Pensándolo bien, calentamos el agua a 40°C para mantener la casa a 20 °C. Con los sistemas tradicionales quemamos combustible a temperaturas superiores a 800 °C, para calentar agua a 70 u 80 °C y mantener la casa a 20 °C. es obvio que los saltos térmicos son mucho más altos y, de esto, resultan pérdidas de calor mayores.

El calor aportado por el suelo radiante es uniforme en toda la vivienda. Una importante condición para el confort humano es que, entre el punto más caliente y más frío de la casa, no haya una diferencia de temperatura superior a 5 °C. el calor viene del suelo (muy importante en casas con niños pequeños) y llega hasta una altura de 2 a 3 m., justo donde se necesita. Esto nos da un confort a 18 °C, temperatura ambiente, idéntico a 20 °C con sistema convencional. Cada grado de diferencia en la temperatura de la casa significa un ahorro del 6 al 8% en gasto de calefacción.

Ventajas del suelo radiante:

-ESTÉTICA:

No hay aparatos de calefacción en la casa (radiadores, fan-coils), resultando la decoración muy beneficiada.

-SALUDABLE:

El agradable y uniforme calor de la vivienda y el suelo asegura un ambiente sano y limpio, sin acumulación del polvillo quemado, sin turbulencias de aire y sin reseca el ambiente.

Por esto, el suelo radiante está especialmente recomendado para guarderías, hospitales, residencias de ancianos, etc.

-AISLAMIENTO:

El montaje del suelo radiante se realiza durante la construcción o rehabilitación de la vivienda. Una vez levantada la tabiquería, terminadas las instalaciones de fontanería y electricidad y lucidas las paredes. En la instalación se aporta un aislamiento adicional al edificio que mejora notablemente los parámetros del aislamiento térmico y acústico del mismo. Esto contribuye a conseguir mayor confort y economía reduciendo costes de mantenimiento

-BAJO MANTENIMIENTO:

El tubo de polietileno reticulado es prácticamente indestructible, tampoco es atacado por la corrosión. La dilatación térmica del tubo no perjudica al pavimento.

2.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución elegida es de tipo individual, ya que está destinada a calefactar todos los habitáculos de las oficinas de la empresa, por lo que habrá una caldera para calefactar dichos habitáculos.

En cuanto al modo de obtención de calor, antes de comenzar los cálculos, se hizo un estudio para ver si era rentable la calefacción por energía solar (además de energía auxiliar), ya que es una apuesta ecológica y también económica una vez amortizada la instalación, se buscó información y se llegó a la conclusión de que la calefacción solar solo es favorable con suelo radiante, algo imposible para nuestro proyecto ya que el suelo radiante hay que instalarlo antes de finalizar las obras del edificio. Por tanto la calefacción solar quedó descartada por no ser viable con un sistema de calefacción convencional, ya que es una forma de energía que no es suficiente para compensar las cargas térmicas de los locales, debido a que cuando más se necesita la calefacción (en invierno) menos energía obtenemos del sol por lo que no es conveniente. También quedó descartada la calefacción eléctrica porque a pesar de las numerosas ventajas que posee, como no requerir depósitos para combustible, chimenea,... tiene el gran inconveniente de su elevado coste. Por tanto, como fuente de obtención de calor se ha adoptado por una instalación de calefacción convencional, ya que la relación existente entre el coste de la instalación, precio de combustible y potencia calorífica necesaria, es la más adecuada para las necesidades de la empresa. Más concretamente se adoptará un sistema de calefacción convencional con gas natural.

En cuanto al fluido portador de calor, se descarta el aire porque se deben utilizar conductos voluminosos y por la complejidad en el cálculo de la instalación. También se descarta el vapor debido a las altas temperaturas que se alcanzan en los emisores con el consiguiente peligro por quemaduras. Se elige por tanto el agua que presenta menos problemas y resulta al fin y al cabo más económica.

La red de distribución será bitubo y con retorno invertido.

Por último, se emplearán radiadores como emisores de calor por ser los que mejor se adaptan a las oficinas y por existir una mayor experiencia y por tanto mayor información.

Es decir, la solución adoptada es una instalación individual con calefacción convencional que utiliza como fluido caloportador el agua; la red de distribución será bitubular, de retorno invertido y con radiadores como emisores.

2.4 CONDICIONES DE DISEÑO

El punto de partida a la hora de la realización de un proyecto de instalación de calefacción es fijar las condiciones de diseño, tanto interiores como las exteriores del lugar donde se va a realizar la instalación.

2.4.1. CONDICIONES INTERIORES

Las condiciones interiores de diseño quedan definidas por la temperatura de uso de los locales, la humedad relativa, el movimiento y pureza del aire aunque también importan factores como la temperatura superficial de los cerramientos, aportación calorífica, iluminación,...

Teniendo en cuenta que el control de todos esos factores, solamente se conseguirá con la climatización del aire acondicionado, por medio de la calefacción sólo se considerará la temperatura interior, la velocidad media del aire y la humedad relativa interior.

Estos valores deben mantenerse en los espacios habitables que vienen definidos en el CTE. Se ha adoptado, pues, una temperatura del aire interior de 20°C en todos los espacios de las oficinas. En el resto de la nave se considerará una temperatura de 17°, se tomará la mínima establecida para los puestos de trabajo según el Real Decreto 486/1997 (BOE 23-4-97).

2.4.2. CONDICIONES EXTERIORES

Para mantener constante la temperatura de un local debe igualarse en cada instante el flujo de calor que proporcionan los emisores con la pérdida de calor. Por lo tanto, el flujo de calor que se demanda a los emisores en cada instante es variable ya que depende de las condiciones exteriores en cada momento del día y del año.

Con objeto de determinar el tamaño de los equipos que integran la instalación de calefacción, se supone que la temperatura exterior permanece constante e igual a un valor denominado la temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura media del mes de enero. Para nuestro proyecto, estos valores son:

Temperatura exterior: 4,5°C

Humedad exterior: 80%

2.5 PROPIEDADES TÉRMICAS DE LA NAVE

Ya establecidas las condiciones interiores y exteriores, se evalúan las características térmicas de los diferentes cerramientos que componen la nave, con el fin de estimar la cantidad de calor que se intercambia con el exterior y por tanto la cantidad de energía térmica necesaria para mantener unas condiciones de bienestar en el interior de los locales.

2.5.1 TIPOS DE CERRAMIENTOS QUE COMPONEN EL EDIFICIO

Se definen los cerramientos como los cuerpos físicos que se utilizan para reducir el flujo de energía en forma de calor de un foco caliente a otro frío debido a la diferencia de temperaturas existente entre uno y otro. Se trata de los cerramientos que separan las viviendas o locales calefactados de los no calefactados o bien del exterior.

Según el CTE-HE1, Limitación de la demanda energética, se desarrollan los datos necesarios para calcular los valores de transmitancia térmica (U), de cada cerramiento.

Se muestran a continuación los principales elementos constructivos que componen el edificio, y su transmitancia térmica (U), obtenidos bien por el proveedor, bien por el programa CYPE Instalaciones:

CERRAMIENTOS

-Fachada exterior:

- Hormigón armado $d > 2500$
- Cámara de aire
- XPS Expandido con dióxido de carbono CO₂ (0.034 W/mK)
- Aluminio
- MW lana mineral (0.035 W/mK)
- Aluminio
- Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$

SUELOS

-Forjados planta baja:

- Frondosa de peso medio $565 < d < 750$
- Hormigón convencional $d > 2000$
- XPS Expandido con dióxido de carbono CO₂ (0.034 W/mK)
- FU Entrevigado cerámico –Canto 300 mm
- Cámara de aire sin ventilar
- Placa de yeso o escayola $750 < d < 900$

-Forjados entre plantas:

- Frondosa de peso medio $565 < d < 750$
- Hormigón con arcilla expandida como árido principal $d > 1400$
- FU Entrevigado cerámico –Canto 300 mm
- Cámara de aire sin ventilar
- Placa de yeso o escayola $750 < d < 900$

PARTICIONES VERTICALES

-Tabiquería interior:

- Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$
- MW lana mineral (0.035 W/mK)
- Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$

CUBIERTA

-Cubierta transitable oficinas:

- Plaqueta o baldosa cerámica
- Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1250 < d < 1450$
- XPS Expandido con dióxido de carbono CO₂ (0.034 W/mK)
- Betún fieltro o lámina
- Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400
- Forjado unidireccional (Elemento resistente)
- Cámara de aire sin ventilar
- Placa de yeso o escayola $750 < d < 900$

HUECOS

-Ventanas y puertas (de PVC):

- Carpintería PVC, SOFTLINE DOBLE JUNTA DE KOMMERLING.
- Vidrio, CLIMALIT, acristalamiento doble con cámara de 12 mm (4/12/6)

-Puertas (de madera):

- Carpintería de madera maciza de Roble.

2.5.2 CONDENSACIONES DE LOS CERRAMIENTOS

El aire atmosférico contiene cierta cantidad de vapor de agua que varía de una manera cíclica con los cambios estacionales. A una temperatura dada el aire no puede contener en estado vapor más que una cantidad de agua inferior a un nivel máximo denominado de saturación. Cuando el contenido de vapor de agua es menor, el aire no está saturado y se caracteriza por su humedad relativa o relación entre el peso o presión de vapor de agua existente y el vapor de agua saturante.

La presión de saturación será más elevada a medida que la temperatura de aire sea más alta. Una masa de aire inicialmente no saturada llevada a una temperatura más baja puede alcanzar el nivel de saturación sin necesidad de ver modificada su presión de vapor de agua. A partir de ese punto parte del vapor de agua se condensará en estado líquido. La temperatura a partir de la cual se produce esta condensación se denomina punto de rocío (del ambiente considerado).



Así pues, se producirá siempre el fenómeno de la condensación cuando el aire descienda hasta un nivel igual o inferior a su punto e rocío, o cuando el vapor contenido en el aire se encuentre en contacto con un cerramiento u objeto cuya temperatura sea inferior al punto de rocío.

Debido a la diferencia de temperaturas de aire a ambos lados de los cerramientos se produce un movimiento o flujo de calor desde el lado más caliente al más frío. La magnitud de este intercambio depende directamente de la resistencia térmica que ofrezca dicho cerramiento. Ya que es un aspecto muy importante de Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE), del CTE, en el documento CÁLCULOS se puede ver todo perfectamente detallado, paso a paso y se comprueba que los cerramientos que componen el edificio cumplen con lo dispuesto en el CTE.



FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0	Zona de alta carga interna	1
----------------	----	--------------------	---	----------------------------	---

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
N	fachada exterior	226,715	0,312	70,73508	$\Sigma A = 226,72$
				0	$\Sigma A \cdot U = 70,74$
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,31$
E	fachada exterior	66,316	0,312	20,690592	$\Sigma A = 66,32$
				0	$\Sigma A \cdot U = 20,69$
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,31$
O				0	$\Sigma A =$
				0	$\Sigma A \cdot U =$
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
S				0	$\Sigma A =$
				0	$\Sigma A \cdot U =$
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
SE	fachada exterior	205,115	0,312	63,99588	$\Sigma A = 205,12$
				0	$\Sigma A \cdot U = 64,00$
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,31$
SO	fachada exterior	73,216	0,312	22,843392	$\Sigma A = 73,22$
				0	$\Sigma A \cdot U = 22,84$
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,31$
C-TER				0	$\Sigma A = 0,00$
				0	$\Sigma A \cdot U = 0,00$
				0	$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

SUELOS (U_{Sm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
solera con aislante		418,3	0,38	158,954	$\Sigma A = 418,30$
					$\Sigma A \cdot U = 158,95$
					$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,38$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
cubierta transitable oficinas		418,3	0,349	145,9867	$\Sigma A = 418,30$
					$\Sigma A \cdot U = 145,99$
					$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,35$



ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0 Zona de alta carga	1
----------------	----	--------------------	----------------------	---

% de huecos	23
-------------	----

HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
N	puertas	2,1	1,3	3,4	$\Sigma A = 3,90$
	ventanas	1,8	3	4,8	$\Sigma A \cdot U = 8,20$
					$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,10$

Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados
E	puertas	2,1	1,3		2,73	0	$\Sigma A = 11,10$
	ventanas	9	3	0,35	27	3,15	$\Sigma A \cdot U = 29,73$
							$\Sigma A \cdot F = 3,15$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,68$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,28$
O							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
S							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
SE	puertas	2,1	1,3		2,73	0	$\Sigma A = 25,50$
	ventanas	23,4	3	0,35	70,2	8,19	$\Sigma A \cdot U = 72,93$
							$\Sigma A \cdot F = 8,19$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,86$
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,32$	
SO	puertas	4,2	1,3		5,46	0	$\Sigma A = 4,20$
					0	0	$\Sigma A \cdot U = 5,46$
							$\Sigma A \cdot F = 0,00$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1,30$
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,00$	



FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0	Zona de alta carga	1
----------------	----	--------------------	---	--------------------	---

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\max\text{prov}}^{(1)}$	$U_{\max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,312	} \leq 0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	-	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	-	
Suelos	0,38	\leq 0,64
Cubiertas	0,349	\leq 0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	1,7	} \leq 3,5
Marcos de huecos y lucernarios	-	
Medianerías	-	\leq 1

Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	0,59 \leq 1,2 W/m ² K
--	------------------------------------

MUROS DE FACHADA		$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	} \leq	0,31	0,66
E		0,31	
O		0,00	
S		0,00	
SE		0,31	
SO		0,31	

HUECOS Y LUCERNARIOS		$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$
		2,10	\leq 2,5
	} \leq	2,68	2,9
		0,00	
		0,00	$<$ 3,5
	} \leq	2,86	3,5
		1,30	

SUELOS	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$
0,38	\leq 0,49

CUBIERTAS	
$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$
0,35	\leq 0,38



CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS

Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales								
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8	
FACHADA EXTERIOR	f_{Rsi}	0,992	$P_{sat,n}$	865,002	919,035	1470,34	1470,34	2207,31	2207,31	2247,55	
	f_{Rmin}	0,6185	P_n	696,894	696,98	711,042	998,031	998,163	1285,15	1285,32	
CUBIERTA OFICINAS	f_{Rsi}	0,9126	$P_{sat,n}$	858,014	876,761	1665,04	1690,53	1952,61	2097,71	2214,5	2259,75
	f_{Rmin}	0,6185	P_n	674,278	674,736	681,607	1254,22	1257,65	1285,14	1285,25	1285,32
SUELO PLANTA BAJA	f_{Rsi}	0,7869	$P_{sat,n}$	893,93	1503,23	1972,64	2031,19				
	f_{Rmin}	0,6185	P_n	730,755	1048,95	1276,23	1285,32				
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$								
	f_{Rmin}		P_n								
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$								
	f_{Rmin}		P_n								
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$								
	f_{Rmin}		P_n								
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$								
	f_{Rmin}		P_n								

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE



2.6. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN

Para mantener constante la temperatura interior de un local calefactado, hay que suministrar en cada instante una potencia calorífica que equilibre las pérdidas de calor que experimenta el local. Estas pérdidas pueden ser:

- Pérdidas por transmisión
- Pérdidas por infiltración o renovación
- Pérdidas por suplementos

2.6.1. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión a través de los cerramientos es el factor principal en la determinación de la demanda calorífica de un local.

Las pérdidas por transmisión se producen debido a la existencia de una diferencia de temperaturas entre el interior del local y el ambiente exterior que le rodea o bien entre un local calefactado y otro no calefactado; éstas temperaturas se mantienen constantes e iguales a los valores de diseño ya comentados. Se crea, por tanto, un flujo de calor en la dirección de la zona de mayor temperatura a la zona con menor temperatura, ya que se tiende al equilibrio térmico. Son las producidas por el escape por convección y conducción de la zona interior a la exterior, atravesando el medio que las separa (techo, suelo, pared, puerta, ventana,...)

Conducción: es debido a la vibración de las moléculas, aumentando su energía interna. La transmisión de calor se hace a través de la materia pero sin flujo de materia, es decir, las partículas de la zona más caliente comunican con su agitación térmica a las de la zona más fría al chocar con ella y aquella se propaga hacia las regiones de temperatura más baja. Se observa preferentemente en sólidos.

Convección: es debido a un movimiento de la materia basado en una diferencia de densidades. Las moléculas calientes se mueven hacia un foco frío. Es la transmisión de calor de un punto otro, mediante un fluido (aire) en circulación

Dependen de la calidad del cerramiento (dada por la conductividad), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperaturas o salto térmico entre ambas partes y se relacionan de la siguiente manera:

$$Q_T = \sum [U.S.(t_i - t_e)]$$

Donde:

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en kW .

U = Coeficiente de transmisión térmica (en $W/m^2 K$) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos (m^2).

t_i = Temperatura interior del local, en $^{\circ}C$.

t_e = Temperatura exterior, en $^{\circ}C$.

En el documento CÁLCULOS se especifican las características de cada uno de los espacios a estudiar.

2.6.2. PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que éste alcance la temperatura del habitáculo. Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas y pueden ser continuas e involuntarias o bien voluntarias. Esta renovación es indispensable para mantenerlos a unos niveles de humedad y pureza adecuados. Una renovación se considera la sustitución de todo el volumen de aire del cerramiento.



Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t$$

Donde:

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW .

V = Volumen del habitáculo, en m^3 . Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

C_e = Calor específico del aire, $0,24 \text{ K}_{cal}/\text{K}_g \text{ } ^\circ\text{C} \cong 1 \text{ kJ} / \text{kg } ^\circ\text{C}$

p_e = Peso específico de aire seco, $1,24 \text{ K}_g/m^3$.

n = N° de renovaciones de aire por segundo. Su valor se detallará a continuación.

Δt = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en $^\circ\text{C}$.

<i>Tipo habitáculo</i>	<i>Renovaciones/hora</i>
Despacho grande	0,5
Despacho Estándar	1,5
Vestuarios	1,5
Aseos	1,5
Salas	0.5
Pasillo	1,5

2.6.3. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS

Las pérdidas por suplementos se pueden dividir en:



- Pérdidas por orientación

Estas pérdidas son debidas a la exposición que tienen los cerramientos a la radiación solar y los vientos.

Según las diferentes orientaciones de los cerramientos del edificio, se prevén los siguientes suplementos para el cálculo de las pérdidas totales de calor:

Orientación	Porcentaje aumento potencia (%)
Norte	15
Sur	0
Este	10
Oeste	5

- Pérdidas por intermitencia de uso

Debido a la intermitencia de uso también se añade un suplemento, ya que por razones de ahorro energético la calefacción no funciona durante las 24 horas del día. Esta interrupción del sistema se realiza cuando la actividad es muy reducida. Se tomará un suplemento del 20%.

2.7. RADIADORES

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los locales que componen la vivienda, se puede proceder al dimensionado de los emisores de calor a dimensionar.

En apartados anteriores se describieron los tipos de emisores que existen actualmente en el mercado. De todos ellos se ha optado por los radiadores.



Los radiadores se pueden clasificar, en función de los materiales de que están fabricados en:

- Radiadores de hierro fundido: se caracterizan por tener una duración prácticamente ilimitada, debido a la elevada resistencia a la corrosión del hierro fundido, y por tener una gran inercia térmica. Una de sus mayores ventajas es la de poder ampliar sus elementos gracias a la fácil unión entre ellos.
- Radiadores de acero: son mucho más ligeros que los de fundición, teniendo por lo tanto una masa y una inercia térmica menor. Por el contrario, su resistencia a la corrosión es inferior a los de fundición por lo que su vida es más corta.
- Radiadores de aluminio: trabajan básicamente por convección ya que el aluminio tiene un coeficiente de radiación muy bajo. Además, con frecuencia están constituidos por elementos aleteados longitudinalmente, favoreciendo aún más la transmisión de calor por convección. Son mucho más ligeros que los demás debido a la baja densidad de este material. Tienen muy poca inercia térmica debido a la alta conductividad térmica, por lo que les hace idóneos para calefacciones de puesta en régimen rápidas.

2.7.1. SELECCIÓN DE LOS RADIADORES

Se ha optado por instalar radiadores de aluminio en todas las viviendas. El modelo escogido es el **EUROPA 600 C** de la marca **FERROLI**, con una potencia de:

$$131 \text{ Kcal/h} = 152,3 \text{ W}$$

2.7.1.1. Número de elementos necesarios por local

Para obtener el número de elementos necesarios para cada uno de los locales se divide la carga térmica del local entre la emisión calorífica aportada por cada elemento. Este valor no suele ser un valor entero por lo que se tomará el siguiente número entero.



El resultado de multiplicar el número de elementos por la emisión calorífica de cada elemento da la potencia térmica instalada en el cada local. El número de elementos necesarios en cada uno de los locales de las oficinas se expone en el documento CÁLCULOS.

2.7.2. COLOCACIÓN Y UBICACIÓN

La localización de los radiadores es más favorable debajo de las ventanas, o lo más cerca posible a ellas. La ventana es el elemento separador de menor resistencia térmica y, en muchos casos, está situada en el único cerramiento en contacto con el exterior, por lo que, por ella o en sus inmediaciones se producen la mayor parte de las pérdidas de calor. También por las ventanas se producen infiltraciones de aire frío del exterior, que al entrar tiende a descender calentándose al mezclarse con el aire caliente procedente del emisor. Con esto se trata de evitar el efecto de pared fría.

Cuando no sea posible la instalación de los radiadores debajo de las ventanas, conviene situar los radiadores en la pared más fría. Se procurará también que no rompan con la estética del local y que no produzcan problemas con el mobiliario interior.

2.7.3. ACCESORIOS

Cada uno de los elementos emisores tendrá un dispositivo para poder modificar las aportaciones térmicas o dejarlo fuera de servicio (I.T.E.02.4.11.). Además dispondrán de dispositivos de corte a la entrada y salida.

2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN

La red general de tuberías de una instalación de calefacción tiene por misión el conducir el fluido caloportador que se ha calentado previamente en el generador de calor hasta los distintos emisores que componen la instalación. Se denomina tuberías de ida, al conjunto de canalizaciones que transportan el fluido portador desde el generador

hasta los emisores. Una vez cedido el calor en éstos, el fluido retorna al generador para su recalentamiento a través de las tuberías de retorno.

2.8.1. ASPECTOS GENERALES

Dilatación

Las dilataciones a que están sometidas la tuberías al aumentar la temperatura del fluido se deben compensar a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, donde se concentran los esfuerzos de dilatación, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos.

Para compensar el efecto de la dilatación se puede recurrir a la compensación natural, que se produce cuando la modificación de la longitud de la tubería es absorbida gracias a la elasticidad de cobre por los cambios de dirección a los que obliga el trazado de la red, dando lugar al *codo* y a la *s*. Cuando no puede ser absorbida naturalmente se recurre a dispositivos especiales.

En concreto, para las tuberías de cobre el coeficiente de dilatación térmica es de 0.017 mm por cada metro de tubo (para aumentos de temperatura de unos 100°C).

Se recurrirá pues a la compensación natural, es decir, las posibles dilataciones serán absorbidas por los codos.

Expansión

Los circuitos cerrados con agua o soluciones acuosas estarán equipados de un dispositivo de expansión de tipo cerrado, según se expone en I.T.E.02.8.4.

El vaso de expansión es el dispositivo destinado a absorber el aumento de volumen que experimenta la totalidad del agua contenida en la instalación cuando se calienta desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de servicio, para evitar sobrepresiones.

En nuestro caso, al ser la instalación de tipo individual (un circuito para cada vivienda) no existe demasiado líquido en circulación, por lo que el aumento de volumen

es muy pequeño y el vaso de expansión, de litros se encuentra dentro de la caldera, suponiendo una gran ventaja estética y funcional.

Aislamiento

Se deben aislar térmicamente todas aquellas conducciones y accesorios cuando contengan fluidos a temperatura superior a 40 °C y estén situados en locales no calefactados, según se establece en el apéndice 03.1. del R.I.T.E.

Para el caso de tuberías de diámetro exterior menor de 35 mm y temperatura de fluido comprendida entre 66 °C y 100 °C se deberán instalar aislamientos de espesores mínimos de 20 mm.

El aislante que se instalará es a base de caucho sintético expandido en forma de coquilla de color negro cuya conductividad es de 0.04 W/m K a 20 °C.

Conexiones

Según se establece en la I.T.E.05.2.2., las conexiones entre los equipos y aparatos con las tuberías han de cumplir lo siguiente:

- Las conexiones de los equipos y aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo debido al peso propio y a las vibraciones.
- Las conexiones deberán ser fácilmente desmontables para facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución.
- Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones... deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Uniones

Las uniones cumplirán lo siguiente (I.T.E.05.2.3.):



- El tipo de unión será por soldadura, ya que las tuberías son de cobre.
- Las tuberías se instalarán con el menor número de uniones. No se permite el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.
- Cuando se realice la unión de 2 tuberías no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan sino que deben cortarse a la medida exacta.

2.8.2. MATERIALES

El material empleado es el polibutileno. Como ventajas cabe destacar la ausencia de corrosión y de incrustaciones, la elevada resistencia a la abrasión, resistencia al hielo, menores pérdidas de carga que el cobre, disminución de ruidos, mayor durabilidad de las tuberías y buena relación calidad-precio.

2.8.3. DIMENSIONADO

El dimensionado de una red de tuberías consiste en la determinación de la pérdida de carga o pérdida de presión mediante la selección de los diámetros más adecuados.

La caída de presión en una red de tuberías puede descomponerse en 2 partes:

- Las pérdidas en tramos rectos (pérdidas primarias) ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería
- Las pérdidas singulares (pérdidas secundarias) provocadas por los cambios de velocidad o dirección en los distintos accesorios que forman la red de distribución.

Para cuantificar éstas pérdidas es necesario conocer previamente el caudal másico encada uno de los tramos que componen la red de distribución. Este caudal se determina a través de la siguiente fórmula:



$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{C_p \cdot \Delta t}$$

2.8.3.1. Pérdidas en tramos rectos

Se han establecido fórmulas experimentales para el cálculo de las pérdidas de carga en una tubería recta, tomando en consideración aspectos tales como la velocidad de circulación del fluido, temperatura, diámetro de la tubería ... De acuerdo con estas fórmulas se han construido tablas, curvas y gráficos que permiten agilizar el cálculo.

Estos gráficos son diferentes según sea el material de las conducciones y de la temperatura media del fluido. Para la instalación proyectada, como ya se mencionó, se ha escogido el cobre y la temperatura media del fluido es 80 °C (la media entre la temperatura de entrada, 90 °C y la de salida, 70 °C). La gráfica puede verse en el anexo

Actualmente la reglamentación fija en 2 m/s la velocidad máxima de circulación del agua por el interior de las tuberías que discurren por locales habitados, y que no se sobrepase una caída de presión de 400 Pa/m en tramos rectos, lo que fija una línea horizontal en el gráfico, que no puede ser rebasada.

La intersección de esta línea con la vertical correspondiente al caudal másico que circula por un tramo cualquiera, fijará un punto en el gráfico que puede coincidir o no con una línea de diámetro constante. Si coincide se tomará como valor de diámetro el correspondiente a la línea que pasa por el punto anteriormente fijado, y si no coincide, se descenderá a caudal constante hasta la primera intersección con una línea de diámetro constante, tomándose éste como diámetro del tramo de tubería a estudio.

Una vez fijado el punto de intersección se podrá obtener también en el gráfico los datos de velocidad de circulación v (m/s) y la caída de presión por unidad de longitud $\Delta P/L$ (Pa/m).

Se establece la caída de presión (Pa) en el tramo recto como el producto de la caída de presión por unidad de longitud por la longitud del tramo:



$$P_t = \frac{\Delta P}{L} L$$

2.8.3.2. Pérdidas singulares

Las pérdidas singulares se producen en elementos tales como codos, tes, válvulas, emisores... y serán evaluadas por el método de los coeficientes de pérdidas singulares, a través de la fórmula:

$$P_s = \sum \xi \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

2.8.3.3. Pérdidas de presión totales

Las pérdidas de presión totales que se producen en un tramo son la suma de pérdidas en tramos rectos y pérdidas singulares, es decir:

$$P_T = P_t + P_s$$

2.8.3.4. Equilibrado de la instalación

El equilibrado consiste en igualar las pérdidas de presión de todos los circuitos independientes que forman parte de la red de tuberías, ya que de no poseer la misma caída de presión, el fluido caloportador tenderá a circular por aquel circuito que posea menor pérdida de carga, circulando por él mayor cantidad de fluido de la necesaria.

Para comenzar con el equilibrado se seleccionará el circuito de menor longitud y se sumarán las pérdidas totales de cada uno de los tramos que lo integran. La caída de presión entre los distintos circuitos, no deberá variar más de un 15% de la pérdida total obtenida para el circuito más corto. El equilibrado consistirá en tomar los distintos circuitos que no cumplan esta condición y modificar el diámetro de sus tramos hasta

conseguir que la caída de presión no varíe más del 15% de la pérdida total del circuito más corto.

2.9. CALDERA

La caldera es el aparato de la instalación donde se quema un combustible cuya energía calorífica desprendida se transmite a un fluido, en este caso en estado gaseoso, que será posteriormente distribuido a través de la red de tuberías a los locales a calefactor.

En este caso el fluido caloportador será agua y el combustible empleado, gas natural.

De forma esquemática, el agua caliente sale de la caldera a una temperatura de 90 °C y es impulsada a todos los radiadores de la vivienda de donde retorna hasta la caldera a una temperatura de 70 °C.

Tanto a la entrada como a la salida de fluido de la caldera, se instalarán llaves de corte de tipo esfera, asiento o cilíndrico que permitan aislar la caldera del resto de la instalación de calefacción.

La potencia de la caldera tendrá que ser capaz de cubrir las necesidades caloríficas para la calefacción así como las necesidades caloríficas para agua caliente sanitaria, cuando éstas no puedan ser cubiertas por los colectores solares.

2.9.1. CHIMENEA

Las chimeneas tendrán un diámetro de 150mm y ascenderán 1m por encima de la cubierta, hasta los 11 m. Cuando discurren por el interior del edificio llevan un aislante de 30mm.



3. INSTALACIÓN DE A.C.S. CON APORTE SOLAR

3.1. TIPO DE CIRCUITO

El objeto de la instalación es dotar del servicio de agua caliente sanitaria a los servicios que lo demanden. Como la demanda de agua caliente presenta variaciones en el consumo es necesario tener una reserva acumulada para abastecer al caudal de la instalación.

Nuestro circuito parte de un acumulador de agua caliente que es abastecido por el calor absorbido de unos captadores solares en la cubierta. Ese acumulador mantiene el agua caliente de servicio ayudado por la caldera de gas. El circuito tiene recirculación, con lo que el agua caliente no utilizada vuelve al acumulador y así el sistema está en equilibrio.

3.2. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN

El circuito de distribución es el encargado de llevar el agua caliente sanitaria desde el sistema de acumulación hasta los puntos de consumo.

Para el diseño de la red de distribución de A.C.S. se ha tenido en cuenta las exigencias de DB HS4 del CTE. Constará de una red general de polibutileno. Constará de una llave de corte para cada planta.

Las tuberías están dimensionadas de igual manera que las del circuito de calefacción pero en este caso la velocidad máxima de circulación es de 1,5 m/s.

Ver el apartado de Cálculo “3.1. Circuito de distribución”.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tablas 4.2. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.



Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Los aislamientos son los siguientes:

Tabla 1.2.4.2.1. Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

3.3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TUBERÍAS DE A.C.S.

La presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3. del DB HS salubridad y en todos los puntos de consumo no se supera el calor máximo indicado en el mismo apartado, que se muestra a continuación,

- En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - 100 kPa para grifos comunes;
 - 150 kPa para fluxores y calentadores.
- La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.
- La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C.

Para cumplir dicho apartado hay que determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se han estimado en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación. Véase apartado de Cálculos 3.2 “Pérdidas de presión en tuberías de ACS”.

3.4. RED DE RETORNO

La red de distribución está dotada de una red de retorno porque la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado supera los 15 m y según la DB HS las instalaciones de producción centralizada que igualen o superen este valor deben estar dotadas de una red de retorno.

La red de retorno se compone de:

- Un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector tiene una canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno.
- Columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, hasta el acumulador o calentador centralizado.

La red de retorno discurre paralelamente a la de impulsión.

En los montantes, se realiza el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se disponen válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE, como ya se ha mencionado anteriormente en el apartado 3.2 del presente documento.



Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3°C desde la salida del interacumulador.

4. LEGIONELLA

Es una bacteria ambiental ya que su nicho natural es las aguas superficiales como lagos ríos, estanques, formando parte de su flora bacteriana. Desde estos la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades, y a través de la red de distribución de agua, incorporarse a los sistemas de agua sanitaria (fría o caliente).

Es percibida como una enfermedad infecciosa potencialmente erradicable, se puede controlar con medidas higiénico-sanitarias en las instalaciones implicadas.

Una de las características de Legionella es que es una bacteria capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 °C y 45 °C, destruyéndose a 70 °C, siendo su temperatura óptima de crecimiento de 35 °C a 37 °C.

La transmisión de la infección se realiza por vía aérea mediante la inhalación de aerosoles o gotitas respirables (menores de 5 µm) que contienen Legionella y también por microaspiración de agua contaminada.

La legionella produce:

- Enfermedad del Legionario, es una enfermedad respiratoria aguda con signos focales de neumonía, fiebre, cefalea y mialgias. Alrededor de un tercio de los casos desarrollan diarrea y vómitos y la mitad de ellos pueden presentar confusión mental y delirio.
- La Fiebre de Pontiac, es un síndrome febril agudo y autolimitado.

Un sistema de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno como el del presente proyecto se considera una instalación de alto riesgo para la proliferación de la legionella

Como se combate:

En el circuitos de ACS, los criterios de actuación se basan en el control de la temperatura del agua por encima de los 60 °C, de forma que alcance 60 °C en los depósitos o acumuladores finales.

La desinfección anual de choque en caso de detección de Legionella en la instalación de agua caliente sanitaria se realiza mediante uno de los protocolos que figuran a continuación:

4.1. DESINFECCIÓN QUÍMICA.

En caso de usar cloro

- Clorar el agua del interacumulador con 20-30 mg/l de cloro residual libre, manteniendo el agua por debajo de 30 °C y con un pH de 7-8, haciendo llegar a todos los puntos terminales de la red 1-2 mg/l de cloro.
- Se mantendrá un periodo de 3-2 horas respectivamente.
- Como alternativa, se puede clorar el sistema con 4-5 mg/l, manteniendo estos niveles durante 12 horas.
- Neutralizar la cantidad de cloro residual libre y vaciar el agua del sistema.
- Limpiar a fondo las paredes del interacumulador, o realizar una purga.
- Realizar las reparaciones necesarias en los mismos y aclararlos con agua limpia.
- Volver a llenar con agua y restablecer las condiciones de uso normales.
- Si es necesaria la rechloración, ésta se realizará por medio de dosificadores automáticos.

En caso de usar otro biocida químico se seguirán las recomendaciones del fabricante. Es preciso asegurar que estos biocidas sean aptos para tratamiento de aguas de consumo humano.

4.2. DESINFECCIÓN TÉRMICA.

Interacumulador

- Vaciar el sistema, limpiar a fondo las paredes del depósito interacumulador o realizar una purga. Realizar las reparaciones necesarias en los mismos y aclararlos con agua limpia.
- Llenar el depósito y elevar la temperatura del agua hasta 70 °C y mantener durante 2 horas. Posteriormente dejar correr el agua en los puntos terminales de la red durante 5 minutos de forma secuencial de manera que se alcance en todos los puntos una temperatura de 60 °C.
- Vaciar el depósito interacumulador y volver a llenarlo, restableciendo de este modo su funcionamiento habitual.

En la instalación de ACS podrán llevarse a cabo cualquiera de los protocolos anteriores ya que dicha instalación es compatible con cualquiera de los dos métodos.

El Real Decreto 865/2003 del 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, tiene como objeto la prevención y control de la legionelosis mediante la adopción de medidas higiénicas y sanitarias en aquellas instalaciones en las que la legionella es capaz de proliferar y diseminarse.

Las medidas preventivas utilizadas se basarán en la aplicación de dos principios fundamentales:

- Primero, la eliminación o reducción de zonas sucias mediante un buen diseño y el mantenimiento de las instalaciones.
- Segundo, evitando las condiciones que favorecen la supervivencia y multiplicación de la legionella, mediante el control de la temperatura del agua y la desinfección continua de la misma.

5. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.

5.1. CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE

Las condiciones interiores de diseño se fijan en función de la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos de acuerdo a lo establecido en el RITE.

En oficinas se considera la actividad física como sedentaria de 1,2 met, el grado de vestimenta en invierno de 1 clo (resistencia térmica del vestido) y el porcentaje estimado de insatisfechos entre el 10 y el 15 %.

La temperatura interior de diseño es de 21 °C, en conformidad a lo establecido en el RITE.

5.2. EXIGENCIA DE HIGIENE

La producción de ACS se realizará de forma centralizada en un interacumulador, con un serpentín alimentado desde las calderas.

El sistema realizará las funciones de esterilización térmica para prevención de la legionella, establecidas por la normativa vigente.

La temperatura del agua en el interacumulador será de 60°C y el punto más alejado del circuito de ACS tendrá una temperatura mínima del agua de 50°C.

Los materiales empleados en el circuito de distribución de ACS resisten la acción agresiva del agua sometida a tratamiento de choque químico.

6 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD.

Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficie de los emisores de calor, tendrá una temperatura mayor de 60 °C.



La temperatura máxima del agua calefactora será de 80 °C.

La temperatura máxima de las superficies de los emisores será de 80 °C.

Por ser la instalación de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, el equipamiento mínimo de aparatos de medición es el siguiente:

- a) Colectores de impulsión y retorno de un fluido portador: un termómetro.
- b) Vasos de expansión: un manómetro.
- c) Circuitos secundarios de tuberías de un fluido portador: un termómetro en el retorno, uno por cada circuito.
- d) Bombas: un manómetro para lectura de la diferencia de presión entre aspiración y descarga, uno por cada bomba.
- e) Chimeneas: un pirómetro o un pirostato con escala indicadora.

Intercambiadores de calor: termómetros y manómetros a la entrada y salida de los fluidos.



Iker Indurain Pellejero

Abril 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y
CALEFACCIÓN DE OFICINAS EN NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Iker Indurain Pellejero

Rafael Araujo Guardamino

Pamplona, 22/04/13



ÍNDICE

1. CÓDIGO TÉCNICO de la EDIFICACIÓN.....	4
1.1. APLICABILIDAD.....	4
1.2. CUMPLIMIENTO CTE.....	4
1.2.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA.....	4
1.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS.....	4
1.2.3. ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO.....	4
1.2.4. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS.....	4
1.2.5. EXIGENCIA BÁSICA HE1: LIMITACIÓN DEMANDA ENERGÉTICA.....	10
1.2.6. CONDENSACIONES.....	14
2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	18
2.1. CONDICIONES DE DISEÑO.....	18
2.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO.....	18
2.2.1. CÁLCULO PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN.....	19
2.2.2. CÁLCULO PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN.....	20
2.2.3. CÁLCULO PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS.....	21
2.3. NECESIDADES CALORÍFICAS.....	22
2.4. ELECCIÓN EMISORES DE CALOR.....	34
2.4.1. MÉTODO DE CÁLCULO.....	35
2.4.2. CÁLCULO DE EMISORES A INSTALAR.....	35
2.5. CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	37
2.5.1. CAUDAL MÁSSICO.....	37
2.5.2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERIAS.....	39
2.5.3. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE LAS TUBERIAS.....	41
3. INSTALACIÓN A.C.S. CON APORTE SOLAR.....	46
3.1. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN A.C.S.....	46
3.2. PÉRDIDAS DE PRESIÓN.....	49
3.3. RED DE RETORNO.....	49
3.4. DEMANDA ENERGÉTICA.....	50
3.5. CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR.....	51
4. SALA CALDERAS.....	58
4.1. GENERACIÓN DE CALOR.....	58
4.2. INTERACUMULADOR.....	59
4.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	61
4.4. VASO DE EXPANSIÓN.....	62
4.4.1. CIRCUITO SOLAR.....	63
4.4.2. CALEFACCIÓN.....	63
4.4.3. A.C.S.....	66
4.5. VÁLVULAS DE SEGURIDAD.....	67
4.6. BOMBAS.....	67



4.6.1. CALEFACCIÓN.....	67
4.6.2. A.C.S.....	67
4.6.3. CIRCUITOS SOLAR.....	68
5. CAPTADORES SOLARES.....	69
6. CHIMENEA.....	71



1. CÓDIGO TÉCNICO de la EDIFICACIÓN

1.1. APLICABILIDAD

Ya que el porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie, se escoge, para la realización del proyecto la Opción Simplificada.

1.2. CUMPLIMIENTO DEL CTE

1.2.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA

El edificio, que se encuentra en Noáin (Valle de Elorz), se corresponde con la zona climática D1.

1.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS

Los espacios que componen este edificio son espacios habitables con alta carga interna e higrometría 3 o inferior. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios que no se incluyen en las clases de higrometría 5 ó 4, (lavanderías, piscinas, restaurantes, cocinas industriales,...).

1.2.3. ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO

La envolvente térmica del edificio se compondrá de:

- el suelo de la planta baja de las oficinas.
- las paredes que limitan dichas oficinas que dan contacto al exterior y al interior de la nave industrial.
- el techo de la primera planta en contacto con el interior de la nave industrial.

1.2.4. CÁLCULO DEL LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS

La forma de cálculo seguida se encuentra en el Apéndice E de la sección HE 1 Limitación de la demanda energética, dentro del Documento Básico HE AHORRO DE ENERGÍA, del CTE.

1.2.4.1. Transmitancia térmica

- Cerramientos en contacto con el aire exterior:

La transmitancia térmica viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

R_T : La resistencia térmica del componente constructivo ($m^2 K / W$)

La resistencia térmica total de un componente constructivo se calcula:

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se}$$

Siendo:

- R_1, R_2, \dots, R_n : Las resistencias térmicas de cada capa ($m^2 K / W$)

- R_{Si}, R_{Se} : Las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y al aire exterior. Dependen de la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio. ($m^2 K / W$)

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por:



$$R = \frac{e}{\lambda}$$

- e: el espesor de la capa (m).
- λ: la conductividad térmica del material que compone la capa (W / mK), tomada de la norma UNE EN ISO 10 456:2001.

- Particiones interiores:

La transmitancia térmica U viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b$$

- U_p : la transmitancia térmica en la partición interior.
- b : el coeficiente de reducción de temperatura (Obtenido del CTE)

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{hi}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{hi}		No aislado _{ue} -No aislado _{hi}		Aislado _{ue} -No aislado _{hi}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

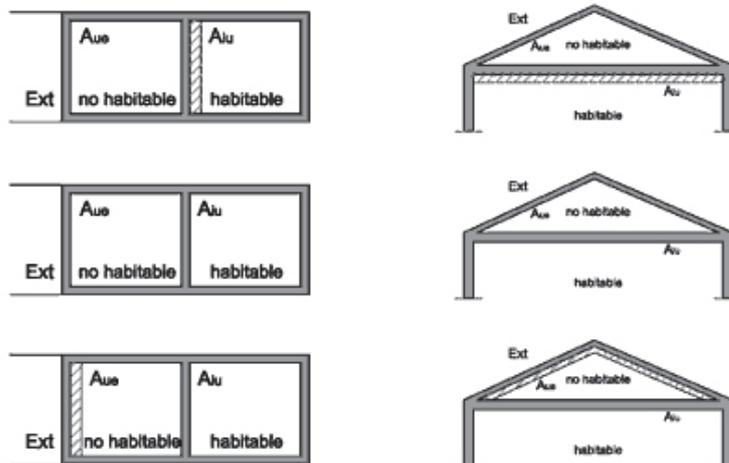


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

Ahora que sabemos cómo calcular el coeficiente de transmitancia térmica (U) de un elemento, vamos a calcular dicho valor para cada uno de los sistemas que componen la instalación, compuesta por sistemas envolventes al edificio y los elementos de compartimentación interior.

FACHADA EXTERIOR

	Listado de capas	e(cm)	λ(W/m2K)	R(m2K/W)
1	Hormigón armado d>2500	10	2,5	0,04
2	Cámara de aire	3	0,167	0,18
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 (0.034 W/mK)	4,9	0,034	1,441
4	Aluminio	0,1	230	0
5	MW lana mineral (0.035 W/mK)	4,6	0,035	1,314
6	Aluminio	0,1	230	0
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5	0,25	0,06

$$R_{Si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} ; R_{Se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W};$$

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_7 + R_{Se} = 3,295 \text{ m}^2\text{K/W}.$$

$$U = 1 / R_T = \mathbf{0,312 \text{ W / m}^2\text{K}}.$$

Obtenemos un valor de transmitancia térmica para la Fachada Exterior de 0,312 W / m²K.

A través de la herramienta de calculo informático CYPE Instalaciones en edificios, podemos calcular la transmitancia térmica de cada elemento de manera algo mas simplificada. Introduciendo en el programa el espesor (m) y conductividad termica (W / m K) de cada capa que compone un elemento, obtenemos el valor de Transmitancia Térmica (U) del conjunto.

A continuación se detallan todos los sistemas envolventes y compartimentales, que componen el edificio con su correspondiente cálculo de cargas térmicas obtenido mediante el programa CYPE Instalaciones.



SISTEMA ENVOLVENTE

- Fachada exterior:

	Listado de capas	e(cm)
1	Hormigón armado d>2500	10
2	Cámara de aire	3
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 (0.034 W/mK)	4,9
4	Aluminio	0,1
5	MW lana mineral (0.035 W/mK)	4,6
6	Aluminio	0,1
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5

$$U = 0,312 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Planta baja en contacto con el terreno:

	Listado de capas	e(cm)
1	plaqueta o baldosa cerámica	2,5
2	Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	7
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 (0.034 W/mK)	6
4	FU Entrevigado cerámico –Canto 300 mm	30

$$U_s = 0,38 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Cubierta transitable de las oficinas:

	Listado de capas	e(cm)
1	Plaqueta o baldosa cerámica	1
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 (0.034 W/mK)	6
4	Betún fieltro o lámina	1
5	Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5
6	Forjado unidireccional (Elemento resistente)	30
7	Cámara de aire sin ventilar	10
8	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1,5

$$U = 0,349 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Huecos verticales:

-Ventanas ALUCAN AL-29 de 1,5 m x 1,2 m con cristal revestido

$$U_{H,v} = 1,7 \text{ W / m}^2\text{K (según catálogo fabricante)}$$

$$FM \leq 32,8$$

$$U_H = 3,0 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Puertas exteriores de aluminio Hörmann de la gama Top Prestige con sistema de perfiles con rotura térmica y revestimiento relleno de espuma PU.

$$U_H = 1,3 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Factor solar modificado de huecos:

El factor solar modificado de huecos FH se determina mediante la siguiente expresión:

$$F = F_s [(1 - FM) g_{\perp} + FM \cdot 0.04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Siendo:

- F_s el factor de sombra del hueco obtenido de las tablas E.11 a E.15. En caso que no se justifique adecuadamente se debe considerar la unidad.

- FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

- g_{\perp} el factor solar de la parte semitransparente del hueco.

- U_m la transmitancia térmica del marco del hueco.

- α absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 :

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,85	---
Negro	---	0,98	---

Sustituyendo en la ecuación:

$$F = 1 \cdot [(1 - 0.328)0.52 + 0.328 \cdot 0.04 \cdot 2.4 \cdot 0.3] = 0.35$$



SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

- Particiones interiores:

	Listado de capas	e(cm)
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5
2	MW lana mineral (0.035 W/mK)	4,6
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5

$$U = 0,59 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Forjado entreplantas:

	Listado de capas	e(cm)
1	Froncosa de peso medio 565 < d < 750	1,8
2	Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	7
3	FU Entrevigado cerámico –Canto 300 mm	30
4	Cámara de aire sin ventilar	10
5	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1,5

$$U = 0,796 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Huecos verticales interiores:

Puertas de acero/madera modelo OIT de la casa Hörmann con relleno de lana mineral.

$$U_H = 1,3 \text{ W / m}^2\text{K (según catálogo fabricante).}$$

1.2.5. EXIGENCIA BÁSICA HE 1: LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Fichas justificativas de la opción simplificada:



FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0	Zona de alta carga interna	1
----------------	----	--------------------	---	----------------------------	---

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Z	fachada exterior	226,715	0,312	70,73508	$\Sigma A =$	226,72
				0	$\Sigma A \cdot U =$	70,74
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31
E	fachada exterior	66,316	0,312	20,690592	$\Sigma A =$	66,32
				0	$\Sigma A \cdot U =$	20,69
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31
O				0	$\Sigma A =$	
				0	$\Sigma A \cdot U =$	
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
S				0	$\Sigma A =$	
				0	$\Sigma A \cdot U =$	
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
SE	fachada exterior	205,115	0,312	63,99588	$\Sigma A =$	205,12
				0	$\Sigma A \cdot U =$	64,00
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31
SO	fachada exterior	73,216	0,312	22,843392	$\Sigma A =$	73,22
				0	$\Sigma A \cdot U =$	22,84
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31
C-TER				0	$\Sigma A =$	0,00
				0	$\Sigma A \cdot U =$	0,00
				0	$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	

SUELOS (U_{Sm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
solera con aislante		418,3	0,38	158,954	$\Sigma A =$	418,30
					$\Sigma A \cdot U =$	158,95
					$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,38

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} y F_{Lm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
cubierta transitable oficinas		418,3	0,349	145,9867	$\Sigma A =$	418,30
					$\Sigma A \cdot U =$	145,99
					$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,35



ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0 Zona de alta carga	1
----------------	----	--------------------	----------------------	---

% de huecos	23
-------------	----

HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Z	puertas	2,1	1,3	3,4	$\Sigma A = 3,90$
	ventanas	1,8	3	4,8	$\Sigma A \cdot U = 8,20$
					$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,10$

Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados
E	puertas	2,1	1,3		2,73	0	$\Sigma A = 11,10$
	ventanas	9	3	0,35	27	3,15	$\Sigma A \cdot U = 29,73$
							$\Sigma A \cdot F = 3,15$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,68$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,28$
O							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
S							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
SE	puertas	2,1	1,3		2,73	0	$\Sigma A = 25,50$
	ventanas	23,4	3	0,35	70,2	8,19	$\Sigma A \cdot U = 72,93$
							$\Sigma A \cdot F = 8,19$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2,86$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,32$
SO	puertas	4,2	1,3		5,46	0	$\Sigma A = 4,20$
					0	0	$\Sigma A \cdot U = 5,46$
							$\Sigma A \cdot F = 0,00$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1,30$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,00$



FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga	0	Zona de alta carga	1
----------------	----	--------------------	---	--------------------	---

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\max\text{proy}}^{(1)}$	$U_{\max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,312	} \leq 0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	-	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	-	} \leq 0,64
Suelos	0,38	
Cubiertas	0,349	\leq 0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	1,7	} \leq 3,5
Marcos de huecos y lucernarios	-	
Medianerías	-	\leq 1

Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	0,59 \leq 1,2 W/m ² K
--	------------------------------------

MUROS DE FACHADA	
	$U_{Mm}^{(4)}$ $U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,31
E	0,31
O	0,00
S	0,00
SE	0,31
SO	0,31
	} \leq 0,66

HUECOS Y LUCERNARIOS	
	$U_{Hm}^{(4)}$ $U_{Hlim}^{(5)}$
	2,10 \leq 2,5
	2,68 } \leq 2,9
	0,00 } \leq 2,9
	0,00 < 3,5
	2,86 } \leq 3,5
	1,30 } \leq 3,5

SUELOS

CUBIERTAS



$\frac{U_{Sm}^{(4)}}{0,38} \leq \frac{U_{Slim}^{(5)}}{0,49}$	$\frac{U_{Cm}^{(4)}}{0,35} \leq \frac{U_{Clim}^{(5)}}{0,38}$
--	--

1.2.6 CONDENSACIONES

1.2.6.1. Condensaciones superficiales.

La comprobación de las condensaciones se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie inferior (f_{Rsi}) y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo ($f_{Rs\ min}$) de cada cerramiento, partición interior o puente térmico.

$f_{Rs\ min}$ Se obtiene en la tabla 3.2. Del CTE.

Para la zona climática en la que nos situamos, zona D1:

$$f_{Rs\ min} = 0,62$$

f_{Rsi} se obtiene de la siguiente forma:

$$f_{Rsi} = 1 - U * 0,25$$

Siendo U la transmitancia térmica de cada cerramiento, partición interior o puente térmico ($W / m^2 K$).

Debe cumplir: $f_{Rsi} > f_{Rs\ min}$

Condensaciones exteriores:

- Temperatura exterior (minima): 4,5 °C (enero).
- Humedad exterior: 80%.

Condensaciones interiores:

- Temperatura interior: 20 °C
- Humedad relativa interior: 55%.

1.2.6.2. Condensaciones intersticiales

El procedimiento se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor que existe en cada punto intermedio de un cerramiento. Estas presiones deberán ser inferiores a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento se calculará:

1º) Distribución de t^a .

- T^a superficial exterior:

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t}(\theta_i - \theta_e)$$

Donde:

θ_e : T^a exterior localidad según tabla.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmed	4.5	6.5	8	9.9	13.3	17.3	20.5	20.3	18.2	13.7	8.3	5.7
HRmed	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79

- R_{se} : Resistencia térmica superficial exterior según CTE.

- R_t : Resistencia térmica total del componente, calculado en el apartado 1.

$\theta_i = 20^\circ\text{C}$, T^a interior.

- Cálculo de las T^a en cada una de las capas:

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_t}(\theta_i - \theta_e)$$

θ_n : T^a en cada capa ($^\circ\text{C}$).

R_n : Resistencia térmica en cada capa.

- Cálculo de la T^a superficial interior:

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_t}(\theta_i - \theta_e)$$

R_{si} : Resistencia térmica superficial interior según CTE.

2º) Distribución presión de vapor.



$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} (P_i - P_e)$$

Donde:

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n$$

u_n : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, se encuentra en UNE EN ISO-10.456:2001

e_n : Espesor capa (m).

P_n : Presión de vapor de cada capa (Pa).

P_i : Presión vapor del aire interior (Pa).

P_e : Presión vapor del aire exterior (Pa).

Estas presiones se calculan según la fórmula propuesta a continuación:

$$P_e = \phi_e * P_{sat}(\theta_e) = 0.8 \cdot 841.9 = 673.52 \text{ Pa}$$

$$P_i = \phi_i * P_{sat}(\theta_i) = 0.55 \cdot 2336.95 = 1285.32 \text{ Pa}$$

Donde:

$\phi_i = 0.55$ Humedad relativa interior

$\phi_e = 0.8$ (tabla) Humedad relativa exterior.

A continuación la Presión de saturación para cada t^a .

$$P_{sat}(\theta) = 610.5 e^{\frac{17.269 \cdot \theta}{237.3 + \theta}}$$

$$P_{sat}(20) = 2336.95$$

$$P_{sat}(4.5) = 841.9$$

Debe cumplir: $P_{sat}(\theta_n) > P_n$



FICHA 3: CONFORMIDAD- Condensaciones

Condensaciones superficiales

CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS											
Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales								
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8
FACHADA EXTERIOR	f_{Rsi}	0,992	$P_{sat,n}$	865,002	919,035	1470,34	1470,34	2207,31	2207,31	2247,55	
	f_{Rmin}	0,6185	P_n	696,894	696,98	711,042	998,031	998,163	1285,15	1285,32	
CUBIERTA OFICINAS	f_{Rsi}	0,9126	$P_{sat,n}$	858,014	876,761	1665,04	1690,53	1952,61	2097,71	2214,5	2259,75
	f_{Rmin}	0,6185	P_n	674,278	674,736	681,607	1254,22	1257,65	1285,14	1285,25	1285,32
SUELO PLANTA BAJA	f_{Rsi}	0,7869	$P_{sat,n}$	893,93	1503,23	1972,64	2031,19				
	f_{Rmin}	0,6185	P_n	730,755	1048,95	1276,23	1285,32				
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$								
	f_{Rmin}		P_n								
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$								
	f_{Rmin}		P_n								
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$								
	f_{Rmin}		P_n								
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$								
	f_{Rmin}		P_n								

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE



2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. CONDICIONES DE DISEÑO

Para realizar la evaluación del calor que tiene que ser proporcionado por la caldera y el conjunto de la instalación de calefacción a toda la vivienda, habrán de establecerse en primer lugar las condiciones ambientales tanto exteriores, como las condiciones óptimas que se pretenden obtener en el interior de las viviendas.

La temperatura ambiente interior a obtener en los diferentes habitáculos de las viviendas será de 21°C.

Se ha tomado una humedad relativa interior: $HR(\text{Interior}) = 55\%$

La temperatura exterior: $T_e = 4,5\text{ °C}$

La humedad relativa exterior: $H_R(\text{Exterior}) = 80\%$

La temperatura de los locales no calefactados: 10°C.

No se han tenido en cuenta las aportaciones internas debidas a las personas ni al alumbrado.

2.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO

Si se quiere calefactar un edificio de se necesita conocer las pérdidas caloríficas que se producen en cada habitáculo del edificio para que se puedan elegir los emisores que calienten dicho habitáculo.

Estas pérdidas de calor son debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los cerramientos verticales y horizontales, así como a la infiltración de aire debida a las rendijas de algún cerramiento particular y como por las renovaciones de aire. Por último, habrá que aplicar un factor corrector debido a características propias como; orientación e intermitencia.

De esta manera, se tiene que, la cantidad de calor que es necesario suministrar a un habitáculo en particular para mantener la temperatura objetivo constante viene dada por la siguiente fórmula.

$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Donde:

Q_0 = Demanda calorífica total en *kW*

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en *kW* .

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en *kW* .

Q_S = Pérdidas de calor por Suplementos por orientación, en *kW* .

2.2.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión, son las debidas a la diferencia de temperatura existente entre el local calefactado objeto del cálculo y el exterior, o bien entre el local calefactado y otro no calefactado.

Las pérdidas por transmisión dependen de la calidad del cerramiento (dada por el coeficiente U de transmisión), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperatura o salto térmico entre el exterior y el interior.

Estos parámetros se relacionan por medio de la siguiente expresión, ecuación para las pérdidas caloríficas por conducción:

$$Q_T = \sum [U.S.(t_i - t_e)]$$



Donde:

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en kW .

U = Coeficiente de transmisión térmica (en $W/m^2 K$) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos.

t_i = Temperatura interior del local, en $^{\circ}C$.

t_e = Temperatura exterior, en $^{\circ}C$.

En los cálculos posteriores habrán de tenerse en cuenta las características geométricas de cada uno de los habitáculos a estudiar, así como todos los elementos constructivos que separan este con el exterior o locales no calefactados.

2.2.2.- CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que este alcance la temperatura del habitáculo. Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas.

Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t$$

Donde:

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en kW .

V = Volumen del habitáculo, en m^3 . Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

C_e = Calor específico del aire, $0.24 K_{cal}/K_g \text{ } ^\circ C \cong 1 \text{ kJ} / \text{kg } ^\circ C$

p_e = Peso específico de aire seco, $1.24 K_g/m^3$.

n = N° de renovaciones de aire por hora. Su valor se detallará a continuación.

Δt = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en $^\circ C$.

Tipo habitáculo	Renovaciones/hora
Despacho estándar	1.5
Despacho grande	0.5
Vestuarios	1.5
Aseos	1.5
Sala multiusos	0.5
Sala reuniones	0.5

2.2.3. – CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS.

2.2.3.1. Suplemento por orientación

Según las diferentes orientaciones del edificio, se han previsto los siguientes suplementos para el cálculo de las pérdidas totales de calor:



Orientación	Porcentaje aumento potencia (%)
Norte	15
Sur	0
Este	10
Oeste	5

2.2.3.2. Suplemento por intermitencia de funcionamiento

Para este edificio, se ha previsto un suplemento de potencia global de la instalación por intermitencia de funcionamiento el 40 %, junto con un porcentaje de mayoración de cargas en invierno del 20%.

Estos dos suplementos serán implementados en los cálculos sobre el cómputo global de pérdidas caloríficas.

2.3. - NECESIDADES CALORÍFICAS

A continuación se muestran los cálculos de la demanda calorífica de los habitáculos a calefactar en el edificio. Para su cálculo se han utilizado las ecuaciones anteriormente explicadas.

Planta Baja
Oficinas

-Habitáculo: **VESTUARIOS 1**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	33,48	0,38	16,5	197,1972
Pared exterior	32,925	0,312	16,5	159,2253

Puerta exterior	2,1	1,3	16,5	42,315
-----------------	-----	-----	------	--------

$$Q_t = 398,7375 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 398,7375 \cdot 0.2 = 79,7475 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 100,44 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 804,357 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1282,842 \text{ W}$

-Habitáculo: **VESTUARIOS 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	33,48	0,38	16,5	197,1972
Pared exterior	32,925	0,312	16,5	159,2253
Puerta exterior	2,1	1,3	16,5	42,315

$$Q_t = 398,7375 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 398,7375 \cdot 0.35 = 139,558125 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 100,44 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 804,357 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 1342,65263 \text{ W}$

-Habitáculo: **COMEDOR**



Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	29,28	0,38	16,5	172,4592
Pared exterior	17,46	0,312	16,5	84,43656
Ventana	1,8	3	16,5	83,7

$$Q_t = 340,59576 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 340,59576 \cdot 0.2 = 68,119 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 87,84 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 16,5 = 234,484 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 643,199 \text{ W}$$

-Habitáculo: ASEOS 1

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	10,675	0,38	16,5	62,87575
Pared exterior	9,15	0,312	16,5	44,2494

$$Q_t = 107,12515 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 107,12515 \cdot 0.35 = 37,494 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 32,025 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 256,467 \text{ W}$$



Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 401,086 \text{ W}$

-Habitáculo: **ASEOS 2**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	10,675	0,38	16,5	62,87575
Pared exterior	9,15	0,312	16,5	44,2494

$$Q_t = 107,12515 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 35 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 107,12515 \cdot 0.35 = 37,494 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 32,025 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 256,467 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 401,086 \text{ W}$

-Habitáculo: **RECEPCIÓN**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	33,84	0,38	16,5	199,3176
Pared exterior	12,18	0,312	16,5	58,9
Ventana	5,4	3	16,5	251,1

$$Q_t = 509,32 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 10%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 30 %



$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 509,32 \cdot 0,30 = 152,796 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 101,52 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 0,5/3,6 \cdot 16,5 = 271,002 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = \mathbf{933,118 \text{ W}}$$

-Habitáculo: SALA MULTIUSOS

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	38,38	0,38	16,5	226,06
Pared exterior	19,86	0,312	16,5	96,043
Ventana	3,6	3	16,5	167,4

$$Q_t = 489,50 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 489,50 \cdot 0,20 = 97,9 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 115,14 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 0,5/3,6 \cdot 16,5 = 307,36 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = \mathbf{894,76 \text{ W}}$$

-Habitáculo: PASILLO

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Suelo	146,9	0,38	16,5	865,24
Pared exterior	43,23	0,312	16,5	209,06
Ventana	1,8	3	16,5	83,7
Puerta exterior	6,3	1,3	16,5	126,945



$$Q_t = 1284,946 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 1284,946 \cdot 0.20 = 256,99 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 440,7 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 3529,2725 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = \mathbf{5071,21 \text{ W}}$$

Primera Planta
Oficinas

-Habitáculo: **DESPACHO ESTÁNDAR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	12,32	0,349	16,5	66,645
Pared exterior	17,4	0,312	16,5	84,146
Ventana	1,8	3	16,5	83,7

$$Q_t = 234,49 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 234,49 \cdot 0.2 = 46,898 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 36,96 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 295,988 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 577,377 \text{ W}$

-Habitáculo: **DESPACHO ESTÁNDAR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	12,32	0,349	16,5	66,645
Pared exterior	6,6	0,312	16,5	31,9176
Ventana	1,8	3	16,5	83,7

$$Q_t = 182,26 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 182,26 \cdot 0.2 = 36,453 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 36,96 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 295,988 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 514,703 \text{ W}$

-Habitáculo: **SALA REUNIONES**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	38,48	0,349	16,5	208,15756
Pared exterior	13,5	0,312	16,5	65,286
Ventana	1,8	3	16,5	83,7

$$Q_t = 357,144 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 357,144 \cdot 0.2 = 71,43 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 115,44 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 16,5 = 308,16 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 736,733 \text{ W}$

-Habitáculo: DESPACHO GRANDEPérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	21,28	0,349	16,5	115,114
Pared exterior	13,5	0,312	16,5	65,286
Ventana	1,8	3	16,5	83,7

$$Q_t = 264,1 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 234,49 \cdot 0.2 = 52,82 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 63,84 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 0.5/3.6 \cdot 16,5 = 170,417 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 487,337 \text{ W}$

-Habitáculo: DESPACHO ESTÁNDARPérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	13,65	0,349	16,5	73,84
Pared exterior	7,2	0,312	16,5	34,82

Ventana	1,8	3	16,5	83,7
---------	-----	---	------	------

$$Q_t = 192,36 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 192,36 \cdot 0.2 = 38,47 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 40,95 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 327,94 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 558,772 \text{ W}$

-Habitáculo: **DESPACHO ESTÁNDAR**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	13,65	0,349	16,5	73,84
Pared exterior	7,2	0,312	16,5	34,82
Ventana	1,8	3	16,5	83,7

$$Q_t = 192,36 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 0%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 192,36 \cdot 0.2 = 38,47 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 40,95 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 327,94 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 558,772 \text{ W}$



-Habitáculo: DESPACHO ESTÁNDAR

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	14	0,349	16,5	75,733
Pared exterior	13,8	0,312	16,5	66,737
Ventana	3,6	3	16,5	167,4

$$Q_t = 309,87 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 10%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 30 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 309,87 \cdot 0.3 = 92,96 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 42 \cdot 1 \cdot 1.24 \cdot 1.5/3.6 \cdot 16,5 = 336,35 \text{ W}$$

$$\text{Total pérdidas: } Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 739,18 \text{ W}$$

-Habitáculo: DESPACHO GRANDE

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	20,65	0,349	16,5	111,7
Pared exterior	24,6	0,312	16,5	118,96
Ventana	1,8	3	16,5	83,7

$$Q_t = 314,37 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 110,03 \cdot 0,35 = 38,47 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 61,95 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 0,5/3,6 \cdot 16,5 = 165,37 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 589,774 \text{ W}$

-Habitáculo: ASEOS 1Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	10,675	0,349	16,5	57,746
Pared exterior	9,15	0,312	16,5	44,25

$$Q_t = 101,996 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 110,03 \cdot 0,35 = 35,699 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 32,025 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 1,5/3,6 \cdot 16,5 = 256,467 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 394,161 \text{ W}$

-Habitáculo: ASEOS 2Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	10,675	0,349	16,5	57,746
Pared exterior	9,15	0,312	16,5	44,25

$$Q_t = 101,996 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos



Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 110,03 \cdot 0,35 = 35,699 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 32,025 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 1,5/3,6 \cdot 16,5 = 256,467 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 394,161 \text{ W}$

-Habitáculo: **CUARTO SERVIDORES**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	8,05	0,349	16,5	43,546
Pared exterior	6,9	0,312	16,5	33,37

$$Q_t = 76,915 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 76,915 \cdot 0,35 = 26,92 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 24,15 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 1,5/3,6 \cdot 16,5 = 193,40 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 297,236 \text{ W}$

-Habitáculo: **ARCHIVO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	21,455	0,349	16,5	116,06

Pared exterior	18,39	0,312	16,5	88,934
----------------	-------	-------	------	--------

$$Q_t = 204,995 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 204,995 \cdot 0,35 = 71,75 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 64,365 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 1,5/3,6 \cdot 16,5 = 515,456 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 792,199 \text{ W}$

-Habitáculo: **PASILLO**

Pérdidas por transmisión

Cerramiento	S(m ²)	U(W/m ² °C)	ΔT(°C)	Qt(W)
Cubierta	181,91	0,349	16,5	984,042
Pared exterior	46,89	0,312	16,5	226,76
Ventanas	3,6	3	16,5	167,4

$$Q_t = 1378,2 \text{ W}$$

Pérdidas por suplementos

Orientación: 15%

Intermitencia de uso: 20 %

Factor suplementos: 20 %

$$Q_s = Q_t \cdot F_s = 1378,2 \cdot 0,35 = 482,37 \text{ W}$$

Pérdidas por infiltración

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = 545,73 \cdot 1 \cdot 1,24 \cdot 1,5/3,6 \cdot 16,5 = 4370,38775 \text{ W}$$

Total pérdidas: $Q_o = Q_t + Q_s + Q_R = 6230,9607 \text{ W}$

2.4. ELECCIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR



2.4.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Una vez conocidas las necesidades caloríficas de cada habitáculo, se continuará con el cálculo de las dimensiones y características de los emisores que aportarán el calor necesario para ello.

Los emisores irán sujetos por soportes y no estarán alojados en ninguna cavidad, por lo que su factor de corrección será 1. Es por ello que la carga calorífica corregida será, en todos los casos, igual a la calculada.

Se calculará el número de elementos que compondrá cada conjunto de emisores. Se va a realizar para un salto térmico de 60°C.

Para la realización del proyecto se ha optado por radiadores FERROLI de aluminio, cuyo modelo es el EUROPA. Dentro de este modelo se ha cogido:

EUROPA 600 C (131 Kcal/h = 152,3 W)

Por último se calcula la potencia final ofrecida por el modelo de emisor elegido en base al número de elementos resultantes del cálculo y de la potencia calorífica final de cada elemento de dicho modelo.

2.4.2. CÁLCULO DE LOS EMISORES A INSTALAR

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los habitáculos de cada planta, se procede al dimensionado de los radiadores. Para ello se presentan las siguientes condiciones de trabajo:

t_e : Temperatura de entrada de fluido calefactor al radiador = 90 °C

t_s : Temperatura de salida de fluido calefactor al radiador = 70 °C

t_m : Temperatura media del radiador = $(90 + 70)/2 = 80$ °C

t_a : Temperatura ambiente = 20 °C

La diferencia entre la temperatura de entrada y salida para una determinada temperatura ambiente es característica fundamental en el cálculo del salto térmico Δt de un radiador, ya que en función de este salto se dimensionará el radiador.

- Cuando $\Delta t_s / \Delta t_e \geq 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media aritmética.

$$\Delta t = t_m - t_a$$

- Cuando $\Delta t_s / \Delta t_e < 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media logarítmica.

$$\Delta t = \frac{t_e - t_s}{\ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$$

Donde

$$\Delta t_s = t_s - t_a$$

$$\Delta t_e = t_e - t_a$$

En nuestro caso,

$$\frac{70 - 20}{90 - 20} = 0.714 > 0.7 \Rightarrow \Delta t = 80 - 20 = 60 \text{ °C}$$

Planta Baja Oficinas y vestuarios
--

LOCAL	Total pérdidas(W)	Nº elementos	Potencia(W)
VESTUARIOS 1	1282,842	8,42 → 9	1370,7
VESTUARIOS 2	1342,65	8,81 → 9	1370,7
COMEDOR	643,199	4,22 → 5	761,5
ASEOS 1	401,085	2,63 → 3	456,9



ASEOS 2	401,085	2,63 → 3	456,9
PASILLO	5071,21	33,3 → 34	5178,2
SALA MULTIUSOS	894,76	5,875 → 6	913,8
RECEPCIÓN	933,118	6,12 → 7	1066,1

TOTAL	11574,8 W
--------------	------------------

Primera Planta
Oficinas

LOCAL	Total pérdidas(W)	Nº elementos	Potencia(W)
DESPACHO 10	577,338	3,79 → 4	609,2
DESPACHO 12	514,7	3,38 → 4	609,2
SALA REUNIONES	736,733	4,837 → 5	761,5
DESPACHO 16	487,337	3,199 → 4	609,2
DESPACHO 18	558,772	3,669 → 4	609,2
DESPACHO 20	558,772	3,669 → 4	609,2
DESPACHO 21	739,18	4,853 → 5	761,5
DESPACHO 11	589,774	3,87 → 4	609,2
ASEOS 1	394,16	2,588 → 3	456,9
ASEOS 2	394,16	2,588 → 3	456,9
SALA SERVIDOR	297,236	1,95 → 2	304,6
ARCHIVO	792,199	5,2 → 6	913,8
PASILLO	6230,96	40,91 → 41	6244,3

TOTAL	13554,7 W
--------------	------------------

2.5. CÁLCULO DE LA RED DISTRIBUCIÓN

2.5.1. CAUDAL MÁSIKO

Para dimensionar las tuberías necesitamos saber el caudal de circulación. Para conocer el caudal que circula en las tuberías que llegan al radiador lo tenemos que aplicar a cada radiador la siguiente expresión:

$$q = \frac{Q}{C_e \cdot C_p \cdot \Delta t \cdot 3600} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

Siendo:

Q= potencia emisor * número elementos

Δt= 20 K

Para el resto de tuberías será la suma de los caudales de los radiadores a los que debe transporta el agua caliente.

PLANTA BAJA:

local	potencia teorica (W)	emisores			nº elementos	peso especifico agua (kg/l)	calor especifico co agua (kcal/kgº C)	caudal emisor (l/h)
		modelo	nº emisores	potencia elemento (W)				
vestuarios 1	1282,84	europa 600C	1	152,3	9	0,979	1	60,204
vestuarios 2	1342,65	europa 600C	1	152,3	9	0,979	1	60,204
comedor	643,199	europa 600C	1	152,3	5	0,979	1	33,446
aseos 1	401,085	europa 600C	1	152,3	3	0,979	1	20,068
aseos 2	401,085	europa 600C	1	152,3	3	0,979	1	20,068
pasillo	5071,21	europa 600C	1	152,3	12	0,979	1	80,272
		europa 600C	1	152,3	12	0,979	1	80,272
		europa 600C	1	152,3	5	0,979	1	33,446
		europa 600C	1	152,3	5	0,979	1	33,446
sala multiusos	894,76	europa 600C	1	152,3	3	0,979	1	20,068
		europa 600C	1	152,3	3	0,979	1	20,068
recepción	933,118	europa 600C	1	152,3	3	0,979	1	20,068
		europa 600C	1	152,3	4	0,979	1	26,757

PRIMERA PLANTA:

local	potencia teorica (W)	emisores			nº elementos	peso especifico agua (kg/l)	calor especifico co agua (kcal/kg ºC)	caudal emisor (l/h)
		modelo	nº emisores	potencia elemento (W)				
despacho 10	577,338	europa 600C	1	152,3	4	0,979	1	26,757
despacho 12	514,7	europa 600C	1	152,3	4	0,979	1	26,757

s. reuniones	736,733	europa 600C	1	152,3	5	0,979	1	33,446
despacho 16	487,337	europa 600C	1	152,3	4	0,979	1	26,757
despacho 18	558,772	europa 600C	1	152,3	4	0,979	1	26,757
despacho 20	558,772	europa 600C	1	152,3	4	0,979	1	26,757
despacho 21	739,18	europa 600C	1	152,3	5	0,979	1	33,446
despacho 11	589,774	europa 600C	1	152,3	4	0,979	1	26,757
aseos 1	394,16	europa 600C	1	152,3	3	0,979	1	20,068
aseos 2	394,16	europa 600C	1	152,3	3	0,979	1	20,068
sala servidor	297,236	europa 600C	1	152,3	2	0,979	1	13,378
archivo	792,199	europa 600C	1	152,3	6	0,979	1	40,136
pasillo	6230,96	europa 600C	1	152,3	14	0,979	1	93,651
		europa 600C	1	152,3	14	0,979	1	93,651
		europa 600C	1	152,3	13	0,979	1	86,96

2.5.2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS

Para hallar el diámetro se aplica la siguiente ecuación:

$$\frac{q}{v} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

En esta expresión se introduce una velocidad de diseño de 0,6 m/s ya que la norma nos dice que la velocidad del agua que circula en las tuberías debe estar entre 0,3 y 1,5 m/s. En función del caudal de los diferentes emisores, hallamos el valor del diámetro. A partir de ahí, buscamos el valor normalizado y obtenemos la velocidad real de circulación.

PLANTA BAJA:

local	emisores			Vdiseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)		Vreal (m/s)
	modelo	nº emisores	caudal emisor (l/h)					
vestuarios 1	ferrolli europa 600C	1	60,2044	0,6	0,006	PB 10	7,4	0,39
vestuarios 2	ferrolli europa 600C	1	60,2044	0,6	0,006	PB 10	7,4	0,39
comedor	ferrolli europa 600C	1	33,4469	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,22
aseos 1	ferrolli europa	1	20,0681	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13

	600C							
aseos 2	ferrolli europa 600C	1	20,0681	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13
pasillo	ferrolli europa 600C	1	80,2725	0,6	0,007	PB 15	12,4	0,18
	ferrolli europa 600C	1	80,2725	0,6	0,007	PB 15	12,4	0,18
	ferrolli europa 600C	1	33,4469	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,22
	ferrolli europa 600C	1	33,4469	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,22
	ferrolli europa 600C	1	20,0681	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13
sala multiusos	ferrolli europa 600C	1	20,0681	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13
	ferrolli europa 600C	1	20,0681	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13
recepción	ferrolli europa 600C	1	20,0681	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13
	ferrolli europa 600C	1	26,7575	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,17
	TOTAL		508,393	0,6	0,017	PB 22	20	0,45

PRIMERA PLANTA:

local	emisores			Vdiseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)		Vreal (m/s)
	modelo	nº emisores	caudal emisor (l/h)					
despacho 10	ferrolli europa 600C	1	26,75751	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,17
despacho 12	ferrolli europa 600C	1	26,75751	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,17
sala reuniones	ferrolli europa 600C	1	33,44688	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,22
despacho 16	ferrolli europa 600C	1	26,75751	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,17
despacho 18	ferrolli europa 600C	1	26,75751	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,17
despacho 20	ferrolli europa 600C	1	26,75751	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,17
despacho 21	ferrolli europa 600C	1	33,44688	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,22
despacho 11	ferrolli europa 600C	1	26,75751	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,17
aseos 1	ferrolli europa 600C	1	20,06813	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13
aseos 2	ferrolli europa 600C	1	20,06813	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13
sala servidor	ferrolli europa 600C	1	13,37875	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,09
archivo	ferrolli europa 600C	1	40,13626	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,26

pasillo	ferrolli europa 600C	1	93,65128	0,6	0,007	PB 15	12,4	0,22
	ferrolli europa 600C	1	93,65128	0,6	0,007	PB 15	12,4	0,22
	ferrolli europa 600C	1	86,9619	0,6	0,007	PB 15	12,4	0,20
TOTAL			595,3545	0,6	0,019	PB 22	20	0,53

En nuestras oficinas disponemos de un montante para la distribución del agua a la primera planta.

	caudal emisor (l/h)	Vdiseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)		Vreal (m/s)
SALIDA CALDERA	1103,74	1	0,020	PB 28	24,8	0,63
PLANTA BAJA	508,393	1	0,017	PB 22	20	0,45
MONTANTE P1	595,35	1	0,019	PB 22	20	0,53

Todas las tomas cumplen con lo dispuesto en la normativa sobre velocidades mínimas y máximas.

2.5.3. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS EN LAS TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN

El material empleado en las conducciones para calefacción es el cobre.

Las pérdidas se pueden clasificar en dos tipos: pérdidas primarias ó pérdidas en tramos rectos y pérdidas secundarias ó singulares.

2.5.2.1. Pérdidas de carga en tramos rectos

Son las ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería. Un buen diseño técnico en hidráulica es aquel que conjuga unas pérdidas menores a un costo de instalación menor. Esto requiere de un buen número de cálculos. Sin embargo, en el caso que nos ocupa, calefacción por agua caliente, existen innumerables ábacos y gráficos que ayudan y simplifican el cálculo. La expresión que nos determina estas pérdidas (Pa) es:



$$Pt = R \cdot L$$

Donde:

$$R = \frac{\Delta P}{L} = \text{Caída de presión por unidad de longitud (Pa/m)}.$$

L = Longitud de tramos rectos (m).

Con la gráfica para tuberías de cobre para una temperatura media del agua de 80°C, y el caudal másico, se determina el diámetro de la tubería, teniendo en cuenta que no se debe sobrepasar la línea horizontal de caída de presión de 400 Pa/m (presión máxima autorizada en la actualidad). Una vez fijado el diámetro mínimo permitido, se puede calcular la caída de presión por unidad de longitud así como la velocidad, que será útil para el cálculo de las pérdidas singulares que se explican a continuación.

Es aconsejable no superar una velocidad máxima de 1,5m/s en los distribuidores.

A continuación el dimensionado de las tuberías (mm), la velocidad del fluido (m/seg) y las pérdidas (mmca) por longitud por tramos.

En el documento de planos se puede ver la distribución de las tuberías y la situación de cada nudo, y así comprender mejor los cálculos.

2.5.2.2. Pérdidas secundarias

Estas pérdidas se deben a los elementos auxiliares pertenecientes al circuito de tuberías: codos, curvas, tes, válvulas...) que incrementan notablemente el valor de la energía disipada por el fluido.

Para el cálculo de las pérdidas secundarias hemos aplicado un 20% de la pérdida de carga debida a la tubería.

En las siguientes tablas se puede apreciar el cálculo de las pérdidas en las tuberías así como los diámetros de las tuberías que llevan agua a los radiadores. Hacemos una tabla para la tubería de ida y otra para la de vuelta, en planta baja y en primera planta.



PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS PLANTA BAJA (IDA)

TRAMO	m (l/h)		Dc (mm)	v (m/s)	R (mmcda/m)	L (m)	Pct (mmcda)	Pcac (mmcda)	Pc (mmcda)	RADIADOR	Porg (mmcda)
1-2	80,27	PB 15	12,4	0,18	4,95	5,70	28,22	5,64	33,86	PASILLO 1	694,25
2-3	80,27	PB 15	12,4	0,18	4,95	0,25	1,24	0,25	1,49	PASILLO 2	661,88
2-4	160,54	PB 15	12,4	0,37	16,50	5,79	95,47	19,09	114,56		
4-5	26,75	PB 10	7,4	0,17	8,61	2,67	22,99	4,60	27,59	RECEPCIÓN 1	573,42
4-6	187,29	PB 18	15,4	0,28	7,71	1,23	9,48	1,90	11,38		
6-7	20,06	PB 10	7,4	0,13	5,29	3,51	18,57	3,71	22,28	RECEPCIÓN 2	556,73
6-8	207,35	PB 18	15,4	0,31	9,20	8,15	74,98	15,00	89,98		
8-9	20,06	PB 10	7,4	0,13	5,29	3,51	18,57	3,71	22,28	MULTIUSOS 1	466,75
8-10	227,41	PB 18	15,4	0,34	10,80	5,09	54,97	10,99	65,97		
10-11	20,06	PB 10	7,4	0,13	5,29	3,51	18,57	3,71	22,28	MULTIUSOS 2	400,79
10-12	247,47	PB 18	15,4	0,37	12,50	3,67	45,88	9,18	55,05		
12-13	33,44	PB 10	7,4	0,22	12,60	3,51	44,23	8,85	53,07	PASILLO 3	376,53
12-14	280,91	PB 18	15,4	0,42	15,70	2,30	36,11	7,22	43,33		
14-15	33,44	PB 10	7,4	0,22	12,60	3,51	44,23	8,85	53,07	PASILLO 4	333,20
14-16	314,35	PB 22	19,4	0,30	6,36	3,59	22,83	4,57	27,40		
16-17	33,44	PB 10	7,4	0,22	12,60	3,51	44,23	8,85	53,07	COMEDOR	305,80
16-18	347,79	PB 22	19,4	0,33	7,59	9,92	75,29	15,06	90,35		
18-19	60,2	PB 10	7,4	0,39	34,70	0,25	8,68	1,74	10,41	VESTUARIOS 1	172,78
18-20	407,99	PB 22	19,4	0,38	10,00	4,64	46,40	9,28	55,68		
20-21	60,2	PB 10	7,4	0,39	34,70	0,25	8,68	1,74	10,41	VESTUARIOS 2	117,10
20-22	468,19	PB 28	25,4	0,26	3,55	11,21	39,81	7,96	47,77		
22-23	20,06	PB 10	7,4	0,13	5,29	2,05	10,84	2,17	13,01	ASEOS 1	84,41
22-25	488,25	PB 28	25,4	0,27	3,82	3,08	11,75	2,35	14,10		
25-24	20,06	PB 10	7,4	0,13	5,29	2,05	10,84	2,17	13,01	ASEOS 2	70,31
25-26	508,31	PB 28	25,4	0,28	4,10	8,28	33,95	6,79	40,74		
26-27	1103,7	PB 35	31,6	0,39	5,68	0,60	3,41	0,68	4,09		

PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS PLANTA BAJA (RETORNO)

TRAMO	m (l/h)		Dc (mm)	v (m/s)	R (mmcda/m)	L (m)	Pct (mmcda)	Pcac (mmcda)	Pc (mmcda)	RADIADOR	Porg (mmcda)
1-3	20,06	PB 10	7,4	0,13	4,80	25,39	5,08	30,47	4,80	ASEOS 2	756,58
3-2	20,06	PB 10	7,4	0,13	2,50	13,23	2,65	15,87	2,50	ASEOS 1	741,98
3-4	40,12	PB 10	7,4	0,26	17,20	11,51	198,04	39,61	237,65		
4-5	60,2	PB 10	7,4	0,39	34,70	0,35	12,15	2,43	14,57	VESTUARIOS 1	503,03
4-6	100,32	PB 15	12,4	0,23	7,28	4,21	30,65	6,13	36,78		
6-7	60,2	PB 10	7,4	0,39	34,70	1,40	48,58	9,72	58,30	VESTUARIOS 2	509,97
6-8	160,52	PB 18	15,4	0,24	5,89	9,80	57,72	11,54	69,27		
8-9	33,44	PB 10	7,4	0,22	12,60	3,66	46,12	9,22	55,34	COMEDOR	437,75
8-10	193,96	PB 18	15,4	0,29	8,19	3,59	29,40	5,88	35,28		



Iker Indurain Pellejero

Universidad Pública de Navarra

10-11	33,44	PB 10	7,4	0,22	12,60	3,66	46,12	9,22	55,34	PASILLO 4	402,47
10-12	227,4	PB 18	15,4	0,34	10,80	2,30	24,84	4,97	29,81		
12-13	33,44	PB 10	7,4	0,22	12,60	3,66	46,12	9,22	55,34	PASILLO 3	372,66
12-14	260,84	PB 18	15,4	0,39	13,80	3,51	48,44	9,69	58,13		
14-15	20,06	PB 10	7,4	0,13	5,29	3,66	19,36	3,87	23,23	MULTIUSOS 2	282,43
14-16	280,9	PB 22	19,4	0,26	5,22	5,09	26,57	5,31	31,88		
16-17	20,06	PB 10	7,4	0,13	5,29	3,66	19,36	3,87	23,23	MULTIUSOS 1	250,55
16-18	300,96	PB 22	19,4	0,28	5,89	8,15	48,00	9,60	57,60		
18-19	20,06	PB 10	7,4	0,13	5,29	3,66	19,36	3,87	23,23	RECEPCIÓN 2	192,94
18-20	321,02	PB 22	19,4	0,30	6,59	0,98	6,46	1,29	7,75		
20-21	26,75	PB 10	7,4	0,17	8,61	2,25	19,37	3,87	23,25	RECEPCIÓN 1	185,21
20-23	347,77	PB 22	19,4	0,33	7,59	6,55	49,68	9,94	59,61		
23-22	80,27	PB 15	12,4	0,18	4,95	0,35	1,73	0,35	2,08	PASILLO 2	104,43
23-24	428,04	PB 22	19,4	0,40	10,90	5,06	55,15	11,03	66,18		
24-25	80,27	PB 15	12,4	0,18	4,95	0,55	2,72	0,54	3,27	PASILLO1	39,43
24-26	508,31	PB 28	25,4	0,28	4,10	7,35	30,14	6,03	36,16		
26-27	1103,7	PB 35	31,6	0,39	5,68	0,60	3,41	0,68	4,09		

PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS PRIMERA PLANTA (IDA)

TRAMO	m (l/h)		Dc (mm)	v (m/s)	R (mmcda/m)	L (m)	Pct (mmcda)	Pcac (mmcda)	Pc (mmcda)	RADIADOR	Porg (mmcda)
1-2	40,13	PB10	7,4	0,26	17,20	10,54	181,29	36,26	217,55	ARCHIVO	756,88
2-3	93,65	PB 15	12,4	0,22	6,46	0,45	2,91	0,58	3,49	PASILLO 1	542,82
2-4	133,78	PB 15	12,4	0,31	12,00	3,67	44,06	8,81	52,88		
4-5	93,65	PB 15	12,4	0,22	6,46	0,45	2,91	0,58	3,49	PASILLO 2	489,95
4-6	227,43	PB 18	15,4	0,34	10,80	3,77	40,74	8,15	48,89		
6-7	33,447	PB10	7,4	0,22	12,60	3,65	45,99	9,20	55,19	DESPACHO	492,76
6-8	260,88	PB 18	15,4	0,39	13,80	4,19	57,82	11,56	69,39		
8-9	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,65	31,43	6,29	37,71	DESPACHO	405,90
8-10	287,63	PB 22	19,4	0,27	5,44	4,00	21,76	4,35	26,11		
10-11	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,65	31,43	6,29	37,71	DESPACHO	379,79
10-12	314,38	PB 22	19,4	0,30	6,36	5,06	32,20	6,44	38,64		
12-13	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,65	31,43	6,29	37,71	DESPACHO	343,68
12-14	341,13	PB 22	19,4	0,32	7,34	4,37	32,05	6,41	38,46		
14-15	86,962	PB 15	12,4	0,20	5,69	3,65	20,77	4,15	24,92	PASILLO 3	289,90
14-16	428,09	PB 22	19,4	0,40	10,90	5,06	55,15	11,03	66,18		
16-17	33,447	PB10	7,4	0,22	12,60	3,65	45,99	9,20	55,19	S. REUNIONES	253,98
16-18	461,54	PB 28	25,4	0,25	3,46	4,98	17,23	3,45	20,68		
18-19	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,65	31,43	6,29	37,71	DESPACHO	215,83
18-20	488,29	PB 28	25,4	0,27	3,82	3,62	13,83	2,77	16,59		
20-21	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,65	31,43	6,29	37,71	DESPACHO	199,23
20-22	515,04	PB 28	25,4	0,28	4,19	9,77	40,94	8,19	49,12		
22-23	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	0,40	3,44	0,69	4,13	DESPACHO	116,53
22-24	541,79	PB 28	25,4	0,30	4,58	7,07	32,38	6,48	38,86		
24-25	20,068	PB10	7,4	0,13	5,29	0,40	2,12	0,42	2,54	ASEOS 1	76,08
24-26	561,85	PB 28	25,4	0,31	4,89	3,05	14,90	2,98	17,88		
26-27	20,068	PB10	7,4	0,13	5,29	0,40	2,12	0,42	2,54	ASEOS 2	58,20
26-M	581,92	PB 28	25,4	0,32	5,20	8,92	46,38	9,28	55,66		
M-29	13,378	PB10	7,4	0,09	2,68	0,97	2,60	0,52	3,12	SERVIDOR	



PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS PRIMERA PLANTA (RETORNO)

TRAMO	m (l/h)		Dc (mm)	V (m/s)	R (mmcda/m)	L (m)	Pct (mmcda)	Pcac (mmcda)	Pc (mmcda)	RADIADOR	Porg (mmcda)
1-4	20,068	PB10	7,4	0,13	5,29	3,60	19,03	3,81	22,83	ASEOS 2	768,92
4-3	20,068	PB10	7,4	0,13	5,29	0,55	2,91	0,58	3,49	ASEOS 1	749,57
4-6	40,136	PB10	7,4	0,26	17,20	6,99	120,23	24,05	144,27		
6-5	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	0,55	4,74	0,95	5,68	DESPACHO	607,49
6-7	66,886	PB 15	12,4	0,15	3,62	9,37	33,92	6,78	40,70		
7-8	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,75	32,29	6,46	38,75	DESPACHO	599,85
7-9	93,636	PB 15	12,4	0,22	6,46	3,62	23,39	4,68	28,06		
9-10	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,75	32,29	6,46	38,75	DESPACHO	571,79
9-11	120,39	PB 15	12,4	0,28	9,99	4,90	48,95	9,79	58,74		
11-12	33,447	PB10	7,4	0,22	12,60	3,75	47,25	9,45	56,70	S. REUNIONES	531,00
11-13	153,83	PB 15	12,4	0,35	15,30	4,34	66,40	13,28	79,68		
13-14	86,962	PB 15	12,4	0,20	5,69	3,75	21,34	4,27	25,61	PASILLO 3	420,23
13-15	240,8	PB 18	15,4	0,36	12,00	5,16	61,92	12,38	74,30		
15-16	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,75	32,29	6,46	38,75	DESPACHO	359,06
15-17	267,55	PB 18	15,4	0,40	14,40	5,06	72,91	14,58	87,49		
17-18	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,75	32,29	6,46	38,75	DESPACHO	271,57
17-19	294,3	PB 22	19,4	0,28	5,66	4,00	22,64	4,53	27,17		
19-20	26,75	PB10	7,4	0,17	8,61	3,75	32,29	6,46	38,75	DESPACHO	244,40
19-21	321,05	PB 22	19,4	0,30	6,60	4,11	27,13	5,43	32,55		
21-22	33,447	PB10	7,4	0,22	12,60	3,75	47,25	9,45	56,70	DESPACHO	229,81
21-23	354,49	PB 22	19,4	0,33	7,85	3,35	26,31	5,26	31,58		
23-24	93,65	PB 15	12,4	0,22	6,46	0,55	3,55	0,71	4,26	PASILLO 2	145,80
23-25	448,14	PB 22	19,4	0,42	11,90	3,75	44,65	8,93	53,58		
25-26	93,65	PB 15	12,4	0,22	6,46	0,55	3,55	0,71	4,26	PASILLO 1	92,22
25-27	541,79	PB 28	25,4	0,30	4,58	10,45	47,86	9,57	57,43		
27-28	40,13	PB10	7,4	0,26	17,20	0,55	9,46	1,89	11,35	ARCHIVO	41,87
27-29	581,92	PB 28	25,4	0,32	5,20	4,48	23,27	4,65	27,92		
29-30	13,378	PB10	7,4	0,09	2,68	0,55	1,47	0,29	1,77	SERVIDOR	4,37
29-M	595,3	PB 28	25,4	0,33	5,41	0,40	2,16	0,43	2,60		



3. INSTALACIÓN DE A.C.S.

3.1. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN

Las tuberías se dimensionarán de igual manera que las del circuito de calefacción, pero en este caso la velocidad máxima de circulación será de 1,5 m/s.

Calcularemos el caudal de cada planta, para conocer el caudal del montante para la planta superior. Conociendo los caudales de los puntos de consumo mediante la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Para conocer los diámetros de los ramales domésticos, acudimos a lo establecido en la tabla 4.2., en el resto, se dimensionará en consonancia con los resultados obtenidos en función de los caudales, coeficientes de simultaneidad y otros valores. Los diámetros

que aparecen son para la acometida de agua fría. Para agua caliente dimensionaremos las tuberías con suficiencia de que cumplan las velocidades mínimas de circulación.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

El material de las tuberías será polibutileno, caracterizado por aguantar altas temperaturas.

El dimensionamiento de las tuberías quedaría así:

PLANTA BAJA A.C.S.						
TRAMOS	CAUDAL MÁX. (l/h)	V. DISEÑO (m/s)	D. TEÓRICO (m)	DN (mm)	D int (mm)	V real (m/s)
9-D5	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
9-D7	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
9-8	720	1,5	0,013	PB 20	17,4	0,84
8-D6	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
8-D8	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
8-7	1440	1,5	0,018	PB 25	22	1,05
7-L4	234	1,5	0,007	PB15	12,4	0,54
7-3	1674	1,5	0,020	PB 25	22	1,22
6-D1	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
6-D4	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
6-5	720	1,5	0,013	PB 20	17,4	0,84
5-D2	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
5-D3	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
5-4	1440	1,5	0,018	PB 25	22	1,05
4-L3	234	1,5	0,007	PB15	12,4	0,54
4-3	1674	1,5	0,020	PB 25	22	1,22

3-2	3348	1,5	0,028	PB 35	31	1,23
2-L2	234	1,5	0,007	PB15	12,4	0,54
2-1	3582	1,5	0,029	PB 35	31	1,32
1-L1	234	1,5	0,007	PB15	12,4	0,54
1-0	3816	1,5	0,030	PB 40	35,2	1,09

PRIMERA PLANTA A.C.S.						
TRAMOS	CAUDAL MÁX. (l/h)	V. DISEÑO (m/s)	D. TEÓRICO (m)	DN (mm)	D int (mm)	V real (m/s)
2-L2'	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
2-1	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
1-L1	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
1-0	468	1,5	0,011	PB 15	12,4	1,08

TRAMOS	CAUDAL MÁX. (l/h)	V. DISEÑO (m/s)	D. TEÓRICO (m)	DN (mm)	D int (mm)	V real (m/s)
SALA CALDERA	4284	1,5	0,030	PB 40	35,2	1,09

Las velocidades en las tuberías cumplen con la norma sobre velocidades máximas y mínimas.

También está el circuito (tuberías de cobre) por el que discurre el fluido caloportador de los colectores que cede calor al ACS a través del intercambiador.

A continuación se calculan los diámetros del circuito primario.

COLECTORES-INTERCAMBIADOR

El fabricante de los colectores nos ofrece una serie de valores que se han seguido debido al gran conocimiento y experiencia que tienen en estos temas.

- Hasta 20 m² de superficie colectora el caudal recomendado es de 40 l/m²h. Para este caso, se tiene Q=100 l/h.
- La velocidad de flujo en los tubos de cobre no debe exceder 1 m/s, y se recomienda entre 0.3 y 0.5 m/s. Para este caso se ha cogido v = 0.4 m/s.
- Con estas velocidades se obtienen unas pérdidas de carga de entre 1 y 2.5 mbar/m

Para este caso se han escogido unas tuberías de 12x1 mm.

INTERCAMBIADOR-ACUMULADOR

Para este circuito se utiliza el mismo diámetro que en el circuito primario, es decir, un diámetro de 12x1 mm de tuberías de cobre. Lo recomienda el fabricante.

3.2. PÉRDIDA DE PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS DE A.C.S.

Para calcular las pérdidas de las tuberías se ha buscado la toma más desfavorable, es decir, la que se encuentra más alejada de la sala de la caldera, que ha resultado ser una ducha de la planta baja.

Para obtener la pérdida de presión se ha procedido igual que en el apartado 2.5.3 para las tuberías de calefacción.

Aplicamos a las pérdidas estimadas un plus del 30%.

TRAMO	m (l/h)	Dc(mm)	v(m/s)	$\Delta P/L$ (mmcda/m)	L (m)	ΔP (mmcda)	ΔP (kPa)
D7-9	360	12,4	0,83	150,00	0,45	67,50	0,66
9-8	720	17,4	0,84	80,00	3,75	300,00	2,94
8-7	1440	22	1,05	60,00	3,28	196,68	1,93
7-3	1674	22	1,22	200,00	7,82	1564,00	15,32
3-2	3348	31	1,23	83,00	0,85	70,55	0,69
2-1	3582	31	1,32	90,00	5,05	454,50	4,45
1-0	3816	35,2	1,09	55,00	9,40	517,00	5,06
TOTAL ΔP MÁS DESFAVORABLE (DUCHA)						3170,23	31,05
ΔP ESTIMADA (+30%)						4121,30	40,37

3.3. RED DE RETORNO DE A.C.S.

El caudal de retorno se estima de la siguiente manera:

- Se considera que recircula el 10% como mínimo del agua de alimentación. De cualquier manera se considera que la tubería de retorno tiene que tener un diámetro mínimo de 16mm.
- Los diámetros se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS

Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1100
1 ½	1800
2	3300

El caudal máximo de la tubería de ida hasta el punto más alejado es de 3816 l/h, así que el caudal de recirculación es de 381,6 l/h, por lo que la red de retorno debe ser PB 22.

3.4. DEMANDA ENERGÉTICA DE A.C.S.

Según el CTE, para las duchas (vestuarios) se necesitan 15 l/servicio y para los lavabos de las oficinas se requieren 3 l/persona, a una temperatura de 60°C. Así quedaría una demanda de:

- 8 personas/turno en almacén
- 12 personas en oficinas

$$15 \cdot 8 + 3 \cdot 12 = 156l / día$$

La carga calorífica es la cantidad de calor necesaria mensual (demanda energética) para calentar el agua destinada al consumo doméstico. Dicha carga será directamente proporcional al consumo volumétrico previamente calculado. Para ello se emplea la expresión:

$$Q_a = C_e \cdot C \cdot N \cdot (T_{ac} - T_r)$$

Se obtienen los siguientes valores:

Q_a : Carga calorífica mensual de calentamiento de ACS (J).

C_e : Calor específico del agua: $4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

C : Consumo diario de ACS: 156 litros/día.

T_{ac} : Temperatura del agua caliente de acumulación: 60°C .

T_r : Temperatura del agua de la red ($^\circ\text{C}$).

N : Número de días del mes.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Novi.	Dici.
Tred ($^\circ\text{C}$)	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
Qa (kWh)	309	274	292	271	275	261	264	269	266	280	282	309

3.5. CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR

Se va a realizar el estudio de las necesidades de ACS solar con el método F-Chart.

3.5.1. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada de los captadores

En esta tabla se muestra la energía (KWh) que incide sobre un m^2 de superficie horizontal en un día medio de cada mes.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Novi.	Dici.
Radiación (KWh/m²)	5,3	8,3	12,4	15,2	18,7	22,8	24,2	21,1	16,5	10,6	6,4	4,7

Para la situación a estudiar nos hace falta un factor de corrección k para superficies inclinadas, que representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal.

Latitud = 43°

Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Novi.	Dici.
40°	1,43	1,33	1,20	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54



Con estas dos tablas tenemos el valor de la radiación incidente sobre los colectores solares a 43° de latitud y una inclinación de 40° respecto de la horizontal.

3.5.2. Cálculo de X

El parámetro X expresa la relación entre las pérdidas de energía en los captadores, para una determinada temperatura, y la energía necesaria durante un mes.

$X = \text{Energía perdida por el captador } (E_p) / \text{Energía necesaria mensual } (Q_a)$

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

$$\frac{E_p}{S_c} = F_r' U_L (100 - T_a) \Delta T K_1 K_2$$

S_c : Superficie útil de los captadores instalada (m^2)

$F_r' U_L$: Se calcula por la siguiente expresión.

$$F_r' U_L = F_r U_L / (F_r' / F_r)$$

$F_r U_L = 3.36 \text{ W} / m^2 \text{ } ^\circ C$, es la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador Vitosol 100).

(F_r' / F_r) : Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0.95.

T_a : Temperatura ambiente media mensual.

ΔT : Periodo de tiempo considerado (segundos).

K_1 : Factor corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = \left[kg \text{ acumulación} / (75 S_c)^{-0.25} \right] = 0,97$$

K_2 : Factor corrección para ACS, que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de la red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11.6 + 1.18T_{ac} + 3.86T_r - 2.32T_a}{100 - T_a}$$

Donde:

T_{ac} : Temperatura de ACS: 60°C.

T_r : Temperatura del agua de red (°C).

T_a : Temperatura media mensual del ambiente (°C).

3.5.3. Cálculo de Y

El parámetro Y expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la energía necesaria total durante un mes.

$$Y = \text{Energía absorbida por el captador (E}_a\text{)} / \text{Carga calorífica mensual (Q}_a\text{)}$$

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

$$\frac{E_a}{S_c} = F_r'(\tau \cdot \alpha) \cdot R_1 \cdot N$$

S_c : Superficie útil de captadores instalada (m²).

R_1 : Radiación útil media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área, en MJ / m².

N : Número de días del mes.

$F_r'(\tau\alpha)$: Factor adimensional que calculado por la siguiente expresión:

$$F_r'(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n \left[\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right] \left(\frac{F_r'}{F_r} \right)$$

$F_r(\tau\alpha)_n$: Factor de incidencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador. En el caso del Vitosol 100: 0.83.

$(\tau\alpha)/(\alpha)$: Modificador del ángulo de incidencia. En general se toma como constante 0.96 para superficie transparente sencilla.

(F_r'/F_r) : Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0.95.

Para obtener la superficie útil de captadores instalada (S_c), se ha seguido un proceso iterativo para obtener una cobertura solar anual, de al menos 30% de las necesidades, marcado por el CTE, para la zona climática en la que nos encontramos. Se exponen únicamente los resultados finales de dicho proceso, que suponen la colocación de 1 colectores modelo **Vitosol 100 w2.5** de la marca **Viessmann** de 2.5 m² de superficie de captación, que abastecerán el 85% de la demanda de ACS en los meses de verano.

Cálculo de los parámetros X, Y

Son los parámetros resultantes (multiplicados los anteriores por el area total de colectores) y que llevaremos a la ecuación siguiente para calcular el grado de cobertura mensual:

	Enero	Febre	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octub	Novi.	Dici.
X	1,35	1,45	1,48	1,6	1,57	1,48	1,5	1,39	1,37	1,5	1,52	1,35
Y	0,38	0,54	0,84	0,91	1,01	1,1	1,26	1,22	1,21	0,86	0,53	0,37

En esta tabla se pueden apreciar los resultados de los diferentes factores:



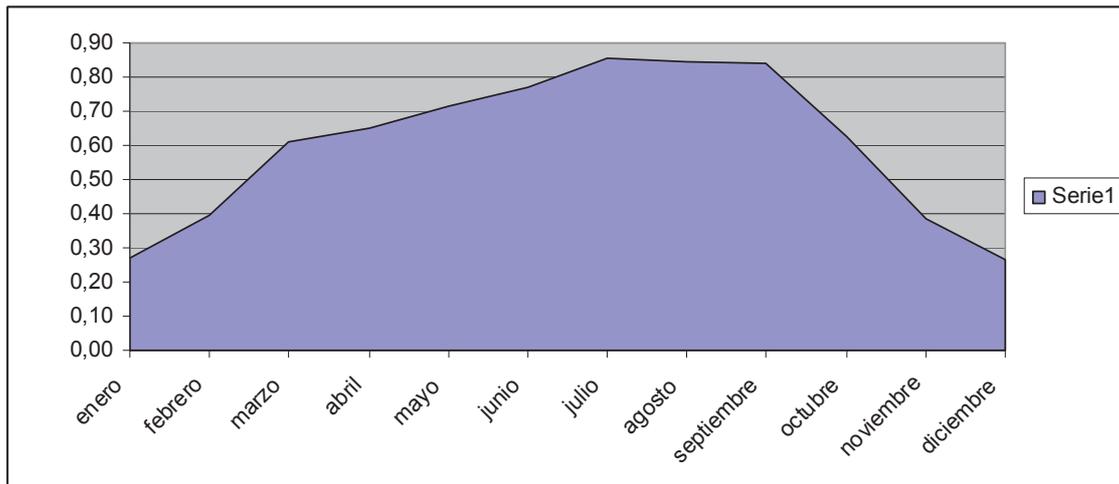
CALCULO ENERGÉTICO MEDIANTE EL METODO F-CHART												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rad. horiz. [kWh/m2-mes]:	43,09	57,68	106,02	120,90	147,25	157,50	176,39	156,86	135,00	87,73	50,10	38,75
Coef. K. inc[40°] lat[43°]	1,43	1,33	1,20	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54
Rad. inclin. [kWh/m2-mes]:	61,62	76,71	127,22	129,36	144,31	149,63	172,86	170,98	168,75	126,33	78,16	59,68
Demam. Ener. [KWh]:	309	274	292	271	275	261	264	269	266	280	282	309
Ener. Ac. Cap. [KWh/mes]:	118	147	244	248	276	287	331	327	323	242	150	114
Y =EA/DE	0,38	0,54	0,84	0,91	1,01	1,10	1,26	1,22	1,21	0,86	0,53	0,37
K1	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
K2	0,76	0,80	0,82	0,87	0,87	0,84	0,86	0,81	0,80	0,84	0,84	0,76
Ener. Per. Cap. [KWh/mes]:	418	398	431	434	431	387	395	373	365	422	430	418
x =EP/DE	1,35	1,45	1,48	1,60	1,57	1,48	1,50	1,39	1,37	1,50	1,52	1,35

3.5.4. Determinación de la gráfica f

Una vez obtenidos los parámetros X e Y, se aplica la ecuación antes mostrada para calcular la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar:

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3$$

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octub	Novi.	Dici.
f	0,27	0,40	0,61	0,65	0,71	0,77	0,86	0,84	0,84	0,62	0,39	0,26



3.5.5. Valoración de la cobertura solar mensual

Obtenidos los valores de f , el siguiente paso es evaluar la energía útil captada por los paneles solares mes a mes. Para ello basta con aplicar la siguiente relación:

$$Q_u = f Q_a$$

A continuación se muestra el grado de cobertura de la instalación solar. Q_u será la demanda satisfecha por la energía solar. La diferencia entre Q_u y Q_a será satisfecha por el sistema tradicional.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septie	Octub	Noviemb	Diciemb
Q_u	85	108	178	177	196	201	225	226	224	175	109	81

3.5.6. Valoración de la cobertura solar anual

Finalmente, la cobertura solar anual se obtendrá empleando todos los datos mensuales mediante la siguiente expresión:

$$\text{Cobertura solar anual} = \frac{\sum Q_u}{\sum Q_a} = \frac{1985}{3351}$$



Obteniéndose:

Cobertura solar anual= 59 %



4. SALA DE CALDERAS

4.1. GENERACIÓN DE CALOR

Para elegir la caldera tenemos que conocer la potencia más desfavorable. Para ello, hemos realizado los cálculos en el mes más frío del año, que una vez hechos los cálculos son los siguientes:

PLANTA BAJA.....	11,575 KW
PRIMERA PLANTA.....	13.555 KW
TOTAL.....	25.130 KW
TOTAL (+10%).....	27,643 KW

Además la caldera tiene que dar abasto al A.C.S. El diseño de la instalación es para que la contribución solar sea como mínimo del 30% de las necesidades. Pero la caldera tiene que ser diseñada para abastecer la totalidad de la demanda de A.C.S. en caso de avería o mal funcionamiento de los captadores solares. Las necesidades de A.C.S. de las oficinas son las siguientes.

	CÁLCULO ENERGÉTICO											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días por mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Cons. agua (l/día)	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
Tª agua red (°C)	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
Incremento Tª	55	54	52	50	49	48	47	48	49	50	52	55
Dem. energética	309	274	292	271	275	261	264	269	266	280	282	309

Por lo que el caso más desfavorable es para enero-diciembre, donde hay mayor salto térmico. En esos meses, calculando para que toda la producción de A.C.S. sea gracias a la caldera tenemos:

La potencia total en calefacción y A.C.S. es de:

$$27,643 \text{ KW} + 9,97 \text{ KW} = 37,61 \text{ KW}$$

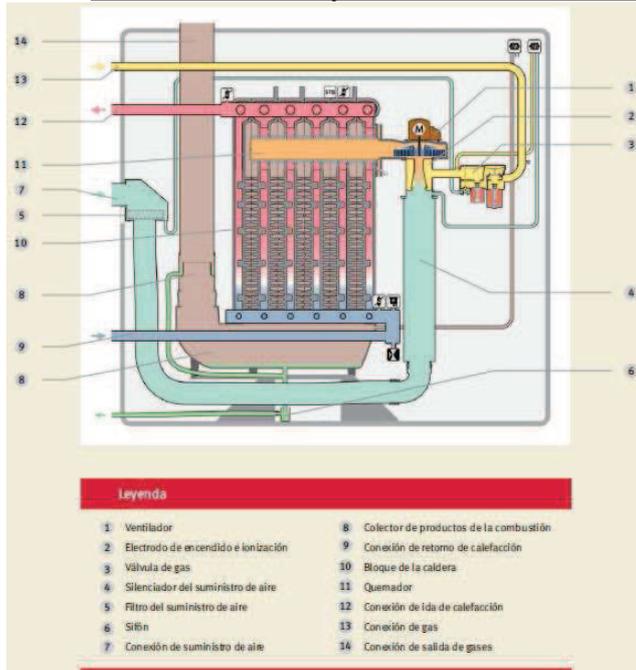


Observando las necesidades del edificio, la caldera que más se ajusta es la siguiente:

Modelo	Potencia (kW)	Categoría del gas	Rango de potencia calorífica (kW)	Modulación (%)
THERMOSYSTEM CONDENS F80/3	80	I2H	14,7 - 84,1 (40/30 °C) 13,6 - 78,2 (80/60 °C)	17,5 - 100
THERMOSYSTEM CONDENS F120/3	120	I2H	23,1 - 121,8 (40/30 °C) 21,3 - 113,4 (80/60 °C)	19 - 100
THERMOSYSTEM CONDENS F160/3	160	I2H	28,4 - 168,2 (40/30 °C) 26,2 - 156,5 (80/60 °C)	17 - 100
THERMOSYSTEM CONDENS F200/3	200	I2H	46,2 - 210,2 (40/30 °C) 43,1 - 196,8 (80/60 °C)	22 - 100
THERMOSYSTEM CONDENS F240/3	240	I2H	50,4 - 252,2 (40/30 °C) 47,0 - 236,2 (80/60 °C)	20 - 100

De las calderas anteriores, elegimos la THERMOSYSTEM CONDENS F80/3. es la que más se ajusta a nuestras necesidades, teniendo un potencia modulada desde el 17,5% según la temperatura de salida.

Diferencial constructivo



		F80/3	F120/3	F160/3	F200/3	F240/3	F280/3							
Características generales		Unidad												
Potencia nominal	80/60°C	kW	13,6	18,2	21,3	113,4	26,2	156,5	43,1	196,8	47,0	236,2	51,0	275,5
	60/40°C	kW	14,1	88,4	22,1	116,5	27,1	160,8	44,2	201,0	48,2	241,2	52,3	281,4
	40/30°C	kW	14,7	84,1	23,1	121,8	28,4	168,2	46,2	210,2	50,4	252,2	54,7	294,3
Temperatura de gases de evacuación		°C	60-70											
Presión máx. disponible aspiración-expulsión		Pa	200											
Clase NOx		-	5											
Rendimiento nominal (fijo)	80/60	%	97,8											
	60/40	%	100,5											
	50/30	%	103,0											
	40/30	%	105,1											
Rendimiento homologado (referido al ajuste en la potencia calorífica nominal) (DIN 4702:98)	75/60	%	106,0											
	40/30	%	106,0											
Rendimiento del 30% (DIN EN 483)		%	108,0											
Presión de funcionamiento máxima		bar	6											
Volumen de agua en caldera		L	5,74	8,07	10,4	13,73	15,05	17,37						
Caudal nominal de agua en circulación	$\Delta t=20K$	m ³ /h	3,44	4,99	6,88	8,60	10,33	12,05						
Pérdida de carga	$\Delta t=20K$	mbar	80,0	85,0	90,0	95,0	100,0	105,0						
Cantidad de agua de condensación	40/30	L/h	13,0	20,0	27,0	34,0	40,0	47,0						
Características eléctricas														
Tensión nominal		W/Hz	230/50											
Absorción de potencia eléctrica máxima		W	260	260	320	320	320	320						
Tipo de protección		-	IP 20											
Dimensiones y peso														
Altura		mm	1.285											
Anchura		mm	695											
Profundidad		mm	1.240											
Peso de montaje		kg	200	220	235	275	295	310						
Peso operacional		kg	210	235	255	300	320	340						
Conexión de calefacción			R2"											
Conexión evacuación condensados		mm	21											
Conexión de gas		-	R 1 1/2"											
Conexión chimeneas expulsión/admisión		mm	150/130											
Otros														
Tipos de instalación autorizados		-	B23, B23P, C33, C43, C53, C83, C93											

VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS.

Según establece la norma UNE 60 601, la ventilación de la sala de calderas será de

tipo forzada. Se utilizarán medios mecánicos para el suministro del aire de combustión y ventilación.

El caudal necesario debe ser superior al obtenido mediante la expresión:

$$Q = (10 * A) + (2 * P)$$

Donde:

- **Q** = Caudal de aire en m³/h
- **A** = Superficie planta de la sala de maquinas en (18,2 m²)
- **P** = Suma de los consumos caloríficos nominales, en kW, de los generadores y/o equipos de cogeneración instalados en la sala

$$Q = (10 * 18,2) + (2 * 80) = 342 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para cumplimiento de la norma se instalará un extractor capaz de extraer 400 m³/h.

4.2. INTERACUMULADOR

El fabricante proporciona esta fórmula para el cálculo del acumulador:

$$V_{sp} = \frac{2 \cdot V_p \cdot P (t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k}$$

Donde:

V_{sp} : Volumen del interacumulador mínimo (litros).

V_p : Demanda de ACS (litros/día·persona)

P : Número de personas

t_w : Temperatura de ACS en la toma (°C).

t_k : Temperatura de agua fría (°C).

t_{sp} : Temperatura de ACS en el acumulador (°C).

$$V_{sp} = \frac{2 \cdot V_p \cdot P (t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k} = \frac{2 \cdot 156 \cdot (45 - 5)}{60 - 5} = 227 \text{ litros} \Rightarrow \mathbf{V = 300 \text{ litros}}$$

$$50 < V/A < 180$$

Donde:

A: área colectores = 2,5 m²

V: volumen acumulado = 300 litros

$$50 < 300/2.5 = \underline{120} < 180$$

Por tanto, **CUMPLE**.

Se ha elegido el DEPÓSITO ACUMULADOR **GX 300 R** de la marca **LAPESA**

Características:

- Capacidad ACS: 300 litros
- Temperatura máxima en el depósito: 90 °C
- Presión máxima: 8 bar
- Altura: 1685 mm
- Diámetro: 620 mm

4.3. CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

Para el caso de intercambiador, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la siguiente ecuación:

$$P > 500 A$$

P: potencia mínima intercambiador (W)

A: área captadores (m²)

$$P > 500 \cdot 2,5 = 1250 \text{ W} = 1,25 \text{ kW}$$

Se ha cogido el Intercambiador de placas de la marca ADISA modelo ITO 21 con un rango de potencias hasta 155 kW. Sus características son:

Area de intercambio: 0.021 m²

Volumen de intercambio: 3.5 litros

Presión de uso: 10 bar

4.4. VASO DE EXPANSIÓN

4.4.1. Circuito solar

La expresión para dimensionar el vaso de expansión, proporcionada también por el fabricante, es la siguiente:

$$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K)(p_e + 1)}{p_e - p_{st}}$$

Donde:

V_N : Volumen nominal del depósito de expansión (litros).

V_V : Reserva de seguridad (medio portador de calor)

$$V_V = V_a (0.01 \dots 0.02) \text{ [Mínimo 1 litro]}$$

V_a : Volumen de fluidos de toda la instalación (litros).

-V colectores= 1 colectores x 2.33 litros/colector= 2,33 litros

-V bomba= 0.7 litros

-V intercambiador= 3.5 litros

-V tuberías= 0.284 litros/metro tubo · 59,42 metros = 16,87

litros

$$V_a = 23,4 \text{ litros}$$

V_2 : Aumento del volumen al calentarse la instalación.



$$V_2 = V_a \cdot \beta = 23,4 \cdot 0.07 = 1,63 \text{ l.}$$

$\beta = 0.07$ para medio portador de calor VIESSMANN

p_e : Sobrepresión final admisible (bar).

$$p_e = p_{si} - 0.5 = 6 - 0.5 = 5.5 \text{ bar}$$

p_{si} : Presión de escape de la válvula de seguridad (bar).

p_{st} : Presión inicial nitrógeno del depósito de expansión (bar)

$$p_{st} = 1.5 \text{ bar} + 0.1 \cdot h = 1.5 + 0.1 \cdot 3 = 1.8 \text{ bar}$$

h : Altura estática (m). → 3 m

z : Número de colectores. → 1

V_K : Capacidad de los colectores (litros). → 2.2 litros

$$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K)(p_e + 1)}{p_e - p_{st}} = \frac{(1 + 1,63 + 1 \cdot 2.2)(5.5 + 1)}{5.5 - 1.8} = 4,57 \text{ litros}$$

Se ha elegido el modelo **8 SMF** de la casa **SALVADOR ESCODA S.A.**, que tiene las siguientes características:

- Capacidad: 8 litros
- Presión máxima: 10 bar
- Dimensiones: 200 (diámetro) x 340 (altura)
- Temperatura máxima: 130 °C
- Conexión : 3/4" (19,05 mm)

4.4.2. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN

El depósito de expansión tiene como fin, absorber las dilataciones del agua del circuito. Se colocará un vaso de expansión que evite las variaciones de presión que provocarían esfuerzos en la instalación.

Se debe calcular el contenido de agua de todo el sistema de calefacción lleno. El volumen total de la instalación será:

$$\mathbf{V_{agua} = V_{tuberías} + V_{radiadores} + V_{caldera}}$$

$$V_{tuberías} = 55,1 \text{ litros}$$

$$V_{emisores} = V_{elemento} \cdot \text{número total elementos} = 0,39 \cdot 165 = 64,35 \text{ litros}$$

$$V_{caldera} = 5,74 \text{ litros}$$

$$\mathbf{V_{TOTAL} = 125,19 \text{ litros}}$$

Se calculará el volumen útil del depósito de expansión:

$$V_u = V_i a$$

Donde:

V_u = Volumen útil depósito.

V_i = Volumen total instalación.

a = 0.029, coeficiente dilatación del agua a 80 °C.

$$V_u = 3,63 \text{ litros}$$

Se calculará el coeficiente de utilización, que depende de la altura manométrica de la instalación y de la presión máxima de trabajo.

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f} = \frac{10 - 3,5}{10} = 0,86$$

η : Coeficiente de utilización.

P_f : Presión absoluta máxima de trabajo (= $P_{relat} + P_{atm}$)

P_i : Presión absoluta de altura manométrica (= $P_{man} + P_{atm}$)

$P_{atm} = 1 \text{ bar}$

$$V_v = \frac{V_u}{\eta} = 5,58 \text{ litros}$$

Elegimos el siguiente vaso de expansión:

GERCE 8.- VASO EXPANSION - CALEFAC.8L



Temperatura de trabajo: -10°C a 110°C
Presión de precarga: 1,5 bar **Declaración de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad, según previsto en la normativa 97/23/CE (PED).**

Vasos de expansión para calefacción.
 Capacidad: 8 litros Rosca: 3/4" Diámetro: 205
 Altura: 300

4.4.3. VASO DE EXPANSIÓN A.C.S.

Se ha calculado en base a los siguientes datos:

- T máxima: 60°C
- T mínima: 5°C
- Coef. Dilatación volumétrica: 5×10^{-4}
- Presión de tarado válvula de seguridad: 6 bar
- Presión inicial en el vaso: 1,5 bar

Volumen total = $V_{\text{tuberías}} + V_{\text{interacumulador}} = 14 + 300 = 314 \text{ l}$

A partir de estos valores se obtiene:

- $V_{\text{expansión}}$: 5,4 l
- V_{nominal} : 8,3 l

Con este valor nominal, elegimos un vaso de expansión de 12 litros de la marca **SEDICAL** modelo **S12**.

4.5. VÁLVULA DE SEGURIDAD

La instalación consta de dos válvulas de seguridad, una para calefacción que debe soportar 4 bar de presión y otra para ACS que debe soportar 6 bar de presión.

Para ambos casos se ha escogido la válvula de seguridad modelo SV68M de la marca PNEUMATEX con las siguientes características técnicas:

- Presión de trabajo: hasta 10 bar
- Temperatura máx de trabajo: 130°C

4.6. BOMBAS

4.6.1. CALEFACCIÓN

Una vez conocidos el caudal y las pérdidas de carga de la instalación completa, se procede a seleccionar la bomba necesaria. Se ha escogido el modelo **SAM 25/2 T** de la marca **Sedical**:

Sus características son:

- máximo caudal: 1,3 m³/h
- válvula seguridad: 4 bar
- máxima temperatura de funcionamiento: 120 °C
- máxima presión de servicio: 10 bar

4.6.2. A.C.S.

Una vez conocidos el caudal y las pérdidas de carga de la instalación completa, se procede a seleccionar la bomba necesaria que se colocará en el circuito secundario. En este caso también se ha seguido el procedimiento dado por el fabricante. Se ha escogido el modelo **SAP 25-8 T** de la marca **Sedical**:



Sus características son:

- máximo caudal: 4,3 m³/h
- válvula seguridad: 6 bar
- máxima temperatura de funcionamiento: 120 °C
- máxima presión de servicio: 10 bar
- Conexiones:
 - Circuito de energía solar: 12mm

4.6.3. CIRCUITO SOLAR

Incorporaremos un grupo de bombeo que impulsará el líquido por el circuito primario, que será modulable en función de la temperatura del fluido. **GRUNFOS UPS Solar 25-120 180**, capaz de impulsar el fluido caloportador a lo alto de la cubierta.

5. CAPTADORES SOLARES

Los captadores solares elegidos son:

Modelo: Vitossol 100 W 2,5

Fabricante: Viessmann

Captadores en cubierta con inclinación de 40°

Datos técnicos del colector de energía solar Vitosol 100

Modelo		s 2,5	w 2,5
Superficie bruta	m ²	2,71	2,71
Superficie de absorción	m ²	2,50	2,50
Superficie de abertura	m ²	2,50	2,50
Dimensiones			
Anchura	mm	1 138	2385
Altura	mm	2385	1 138
Profundidad	mm	102	102
Rendimiento óptico^{*1}	%	84	84
Coefficiente de pérdida de calor	k_1^{*1}	W/(m ² · K)	3,36
	k_2^{*1}	W/(m ² · K ²)	0,013
Capacidad térmica	kJ/(m ² · K)	6,4	6,4
Peso	kg	60	60
Volumen del fluido (medio portador de calor)	litros	2,2	3,0
Presión máx. de servicio admisible^{*2}	bar	6	6
Temperatura de inactividad máx.^{*3}	°C	211	211
Conexión	Ø mm	22	22
Superficie de emplazamiento sobre tejados planos	m ²	—	aprox. 2,15
Requisitos para el soporte y los anclajes	El tejado debe soportar la carga de las fuerzas eólicas atacantes		

^{*1}Referido a la superficie de absorción.

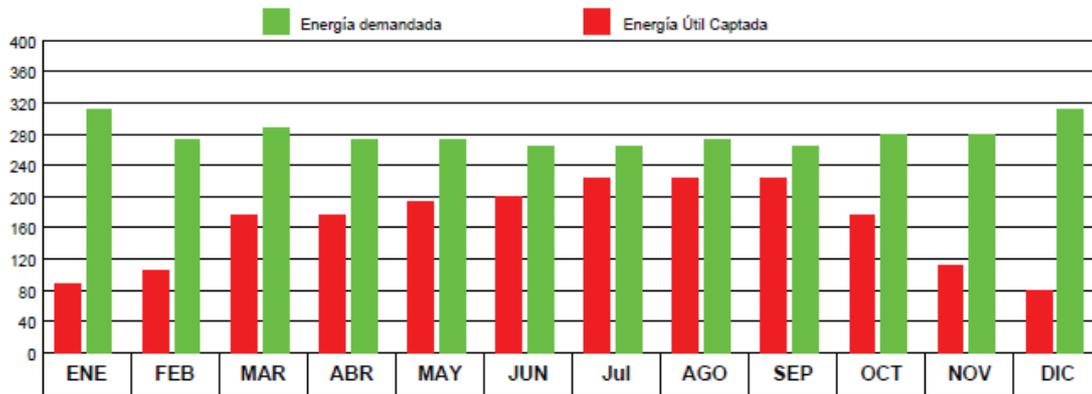
^{*2}En los colectores debe haber, en caso de sistemas cerrados, en estado frío una sobrepresión de al menos 1,5 bar.

^{*3}La temperatura de inactividad es la temperatura en el punto más caliente del colector a una intensidad de irradiación global de 1000 W, cuando no se le extrae ningún calor.

Los captadores se colocarán en la cubierta de la nave en la orientación sur. Se estudia colocarlos con la misma inclinación que la cubierta y se decide por colocarlos con una inclinación extra de 30°, ya que da mejores resultados y cumple con las exigencias energéticas de nuestras oficinas.



GRAFICA COMPARATIVA DEMANDA-ENERGIA CAPTADA





6. CHIMENEA

La evacuación de los productos de la combustión en las instalaciones térmicas se diseña y dimensiona bajo los siguientes criterios:

El tramo horizontal de sistema de evacuación, con pendiente hacia el generador de calor, es lo más corto posible.

Se dispone de un registro en la parte inferior del conducto de evacuación que permita la eliminación de residuos sólidos y líquidos.

Para la evacuación de los productos de la combustión de calderas que incorporan extractor, la sección de la chimenea, su material y longitud son los certificados por el fabricante de la caldera. El sistema de evacuación de estas calderas tendrán el certificado CE conjuntamente con la caldera.

En ningún caso el diseño de la terminación de la chimenea obstaculiza la libre difusión en la atmosfera de los productos de la combustión.

Según lo detallado anteriormente la chimenea que se va a utilizar en nuestra instalación tiene las siguientes características:

- Diámetro del conducto: 150 mm que corresponde con el diámetro de la salida de humos de la caldera.
- Material: acero inox/aislante/acero inox para que los humos puedan salir a elevada temperatura y no condensar.
- El acero inoxidable será AISI 304 18110 con aislamiento de alta densidad.



Iker Indurain Pellejero

Abril 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

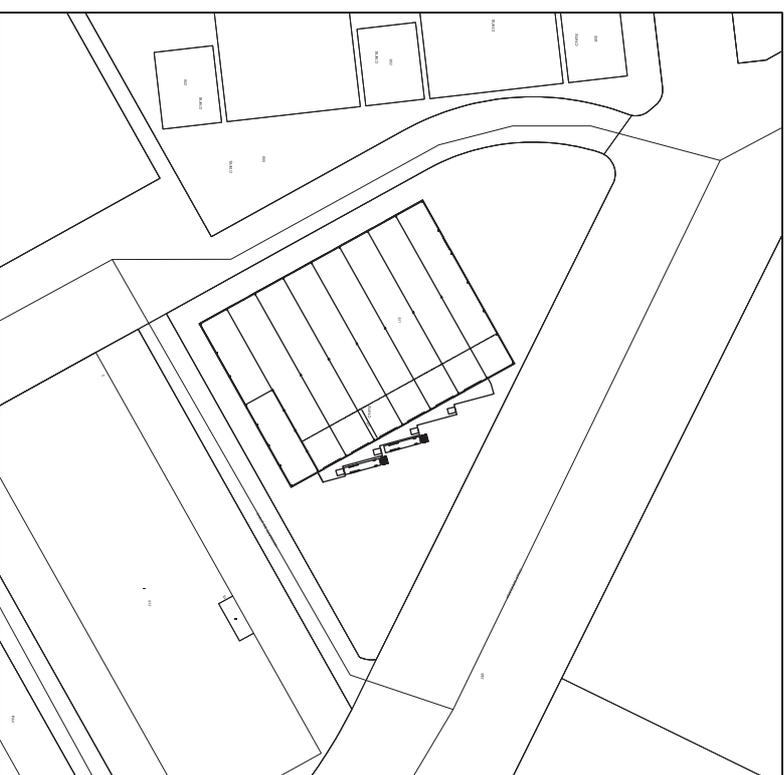
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y
CALEFACCIÓN DE OFICINAS EN NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 3: PLANOS

Iker Indurain Pellejero

Rafael Araujo Guardamino

Pamplona, 22/04/13



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
OFICINAS E INSTALACIÓN DE
CALEFACCIÓN Y ACS**

REALIZADO:
**INDURAIN PELLEJERO
DÍAZ**

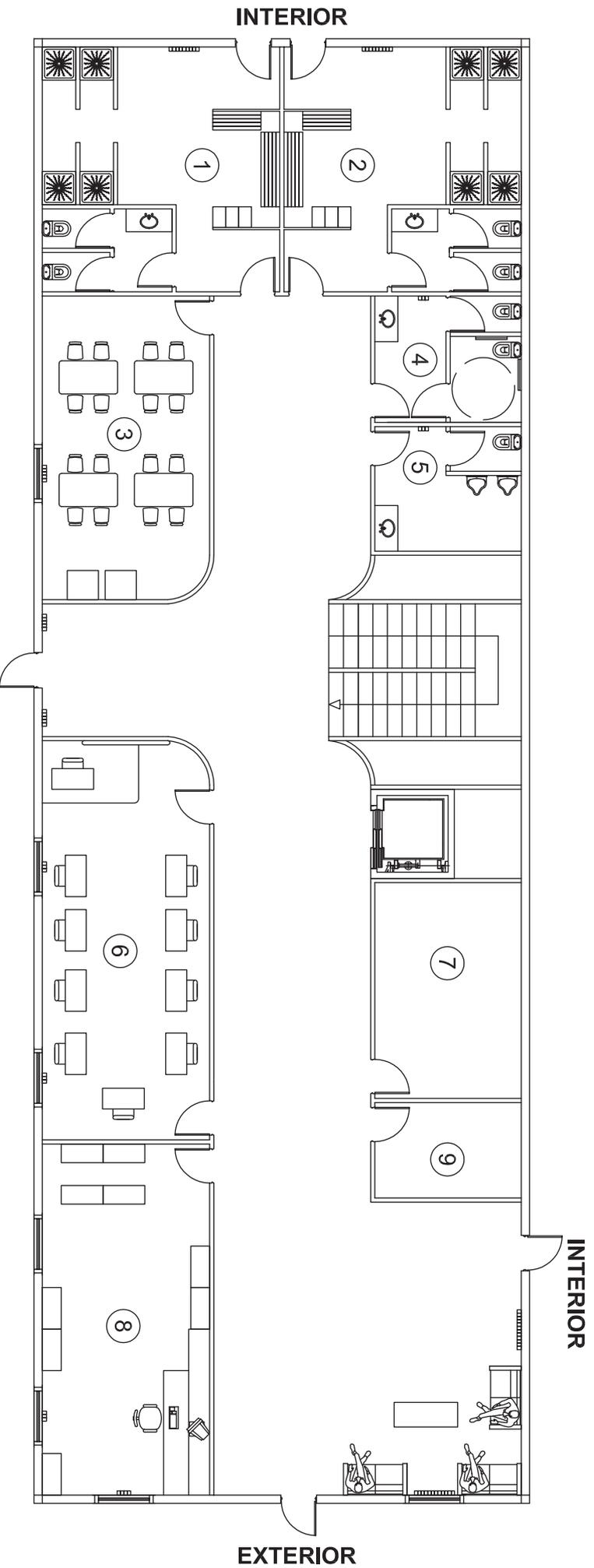
FIRMA:

PLANO:
SITUACIÓN

FECHA:
abril 2013

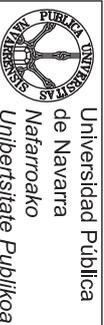
ESCALA:
1:2000

Nº PLANO:
1



ESTANCIA Nº	NOMBRE	SUPERFICIE (m ²)
1	vestuarios mujeres	33,4825
2	vestuarios hombres	33,4825
3	comedor	29,28
4	aseos mujeres	10,675
5	aseos hombres	10,675
6	sala multiusos	38,38
7	sala caldera	18,2
8	recepción	33,84
9	cuarto limpieza	8,05

PLANTA BAJA



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
OFICINAS E INSTALACIÓN DE
CALEFACCION Y ACS**

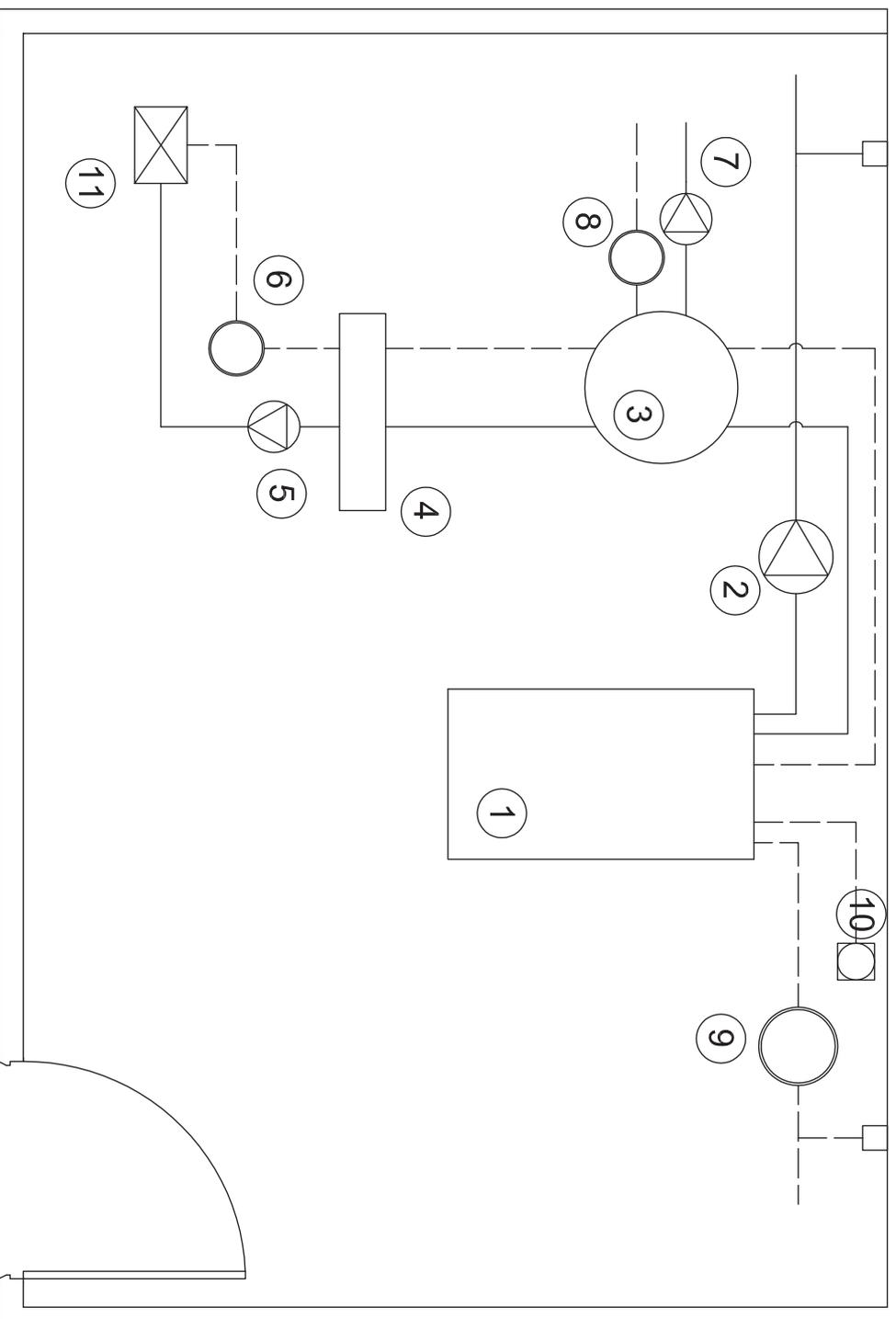
REALIZADO:
INDURAIN PELLEJEROTIKER
FIRMA:

PLANO:
DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA

FECHA:
abril 2013

ESCALA:
1:100

Nº PLANO:
2



1. Caldera SAUNIER DUVAL THERMOSYSTEM F80/3
2. Bomba SEDICAL SAM 25/2 T
3. Depósito interacumulador ACS LAPESA GX300R
4. Intercambiador solar ADISA ITO 21
5. Bomba SEDICAL SAP 25-8 T
6. Vaso de expansión SALVADOR ESCODA 8SMF
7. Bomba SEDICAL SAP 25-8 T
8. Vaso de expansión SEDICAL S12
9. Vaso de expansión GERCE 8
10. Chimenea Ø150mm
11. Bajante solar



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
OFICINAS E INSTALACIÓN DE
CALEFACCION Y ACS**

REALIZADO:
INDURAIN PELLEJERO
FIRMA:

PLANO:

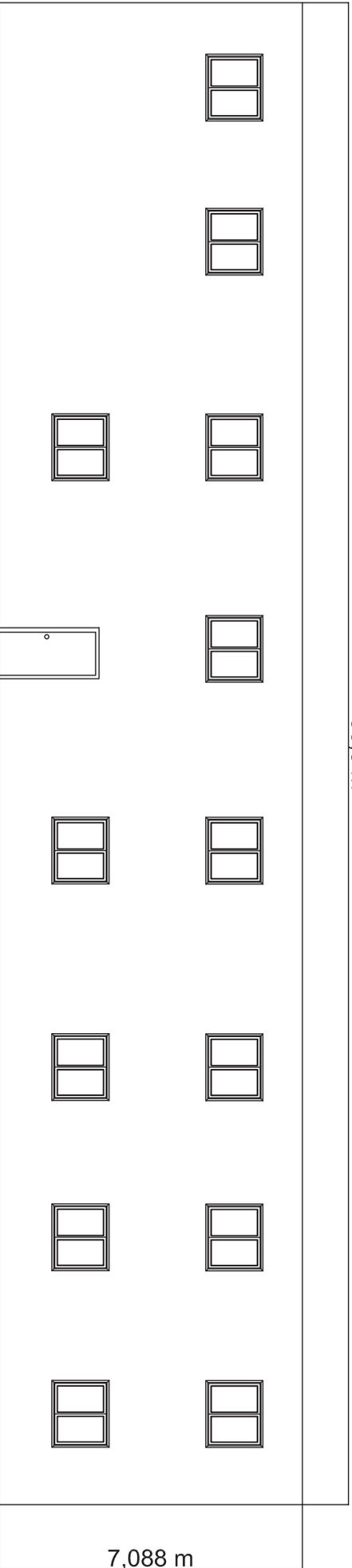
SALA CALDERA

FECHA: abril 2013
ESCALA: 1:20
Nº PLANO: 4



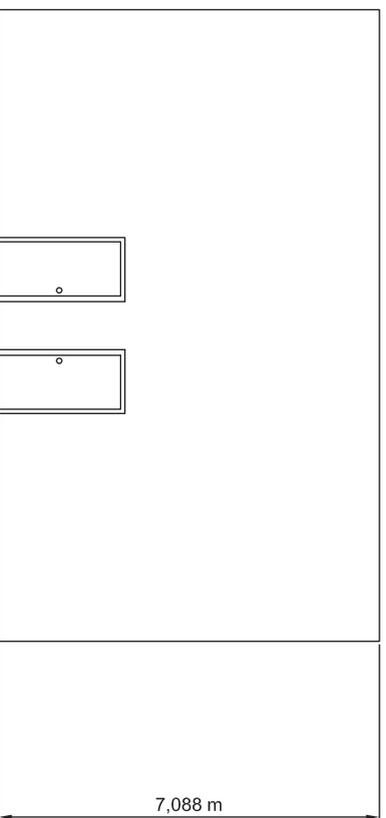
INTERIOR

35,3 m

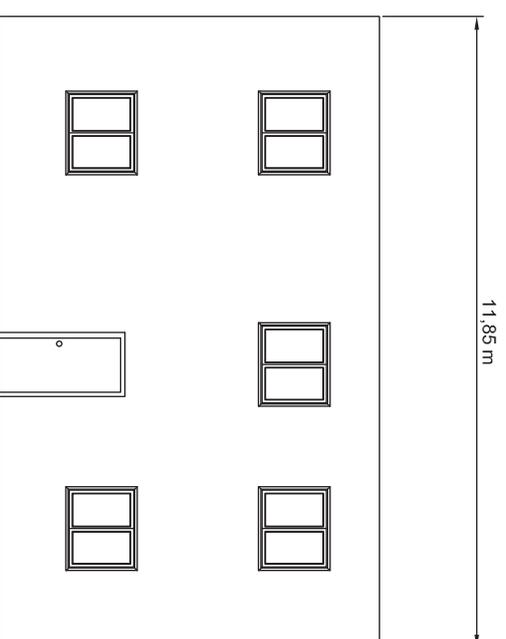


EXTERIOR

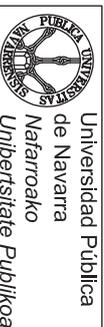
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS		REALIZADO: INDURAIN PELLEJERO IRIKER	
PLANO: FACHADAS	FIRMA:	FECHA: abril 2013	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: 5.1



INTERIOR



EXTERIOR



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
OFICINAS E INSTALACIÓN DE
CALEFACCION Y ACS**

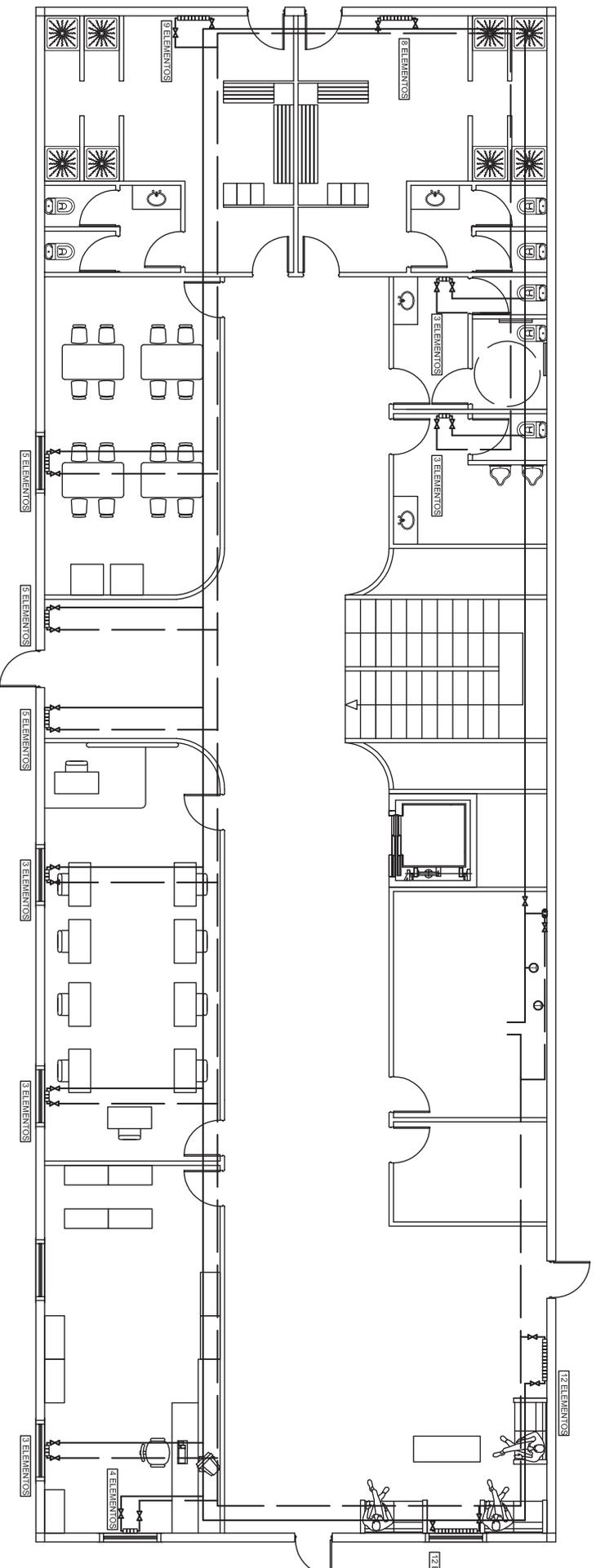
REALIZADO:
INDURAIN PELLEJERO

PLANO:
FACHADAS

FECHA:
abril 2013

ESCALA:
1:100

Nº PLANO:
5.2



- _____ CALEFACCION IDA
- _____ CALEFACCION RETORNO
- ⌘ VÁLVULA DE CORTE
- Ⓢ TERMÓMETRO
- Ⓜ MONTANTES IMPULSIÓN Y RETORNO


 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
 OFICINAS E INSTALACIÓN DE
 CALEFACCION Y ACS**

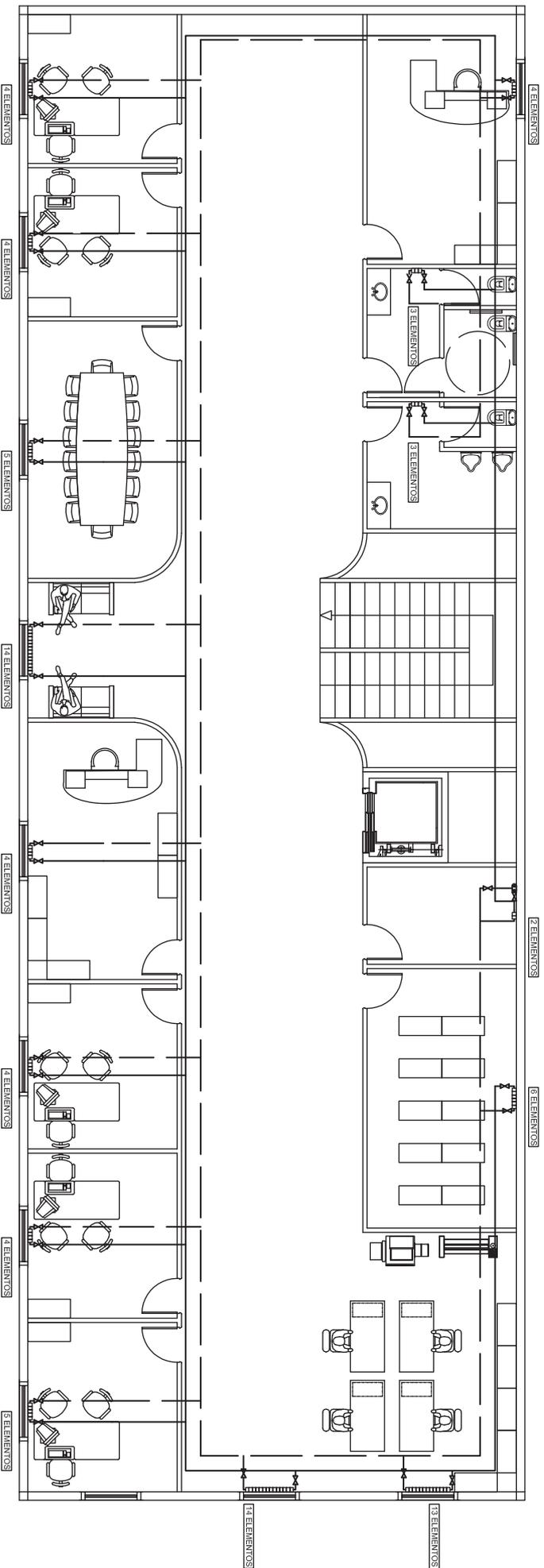
REALIZADO:
**INDURAIN PELLEJERO
 OIKER**
 FIRMA:

PLANO:
CALEFACCION PLANTA BAJA

FECHA:
 abril 2013

ESCALA:
 1:100

Nº PLANO:
 6



— CALEFACCION IDA

- - - CALEFACCION RETORNO

⋈ VÁLVULA DE CORTE

Ⓜ TERMÓMETRO

⊕ MONTANTES IMPULSIÓN Y RETORNO


 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
 OFICINAS E INSTALACIÓN DE
 CALEFACCION Y ACS**

REALIZADO:
INDURAIN PELLEJERO

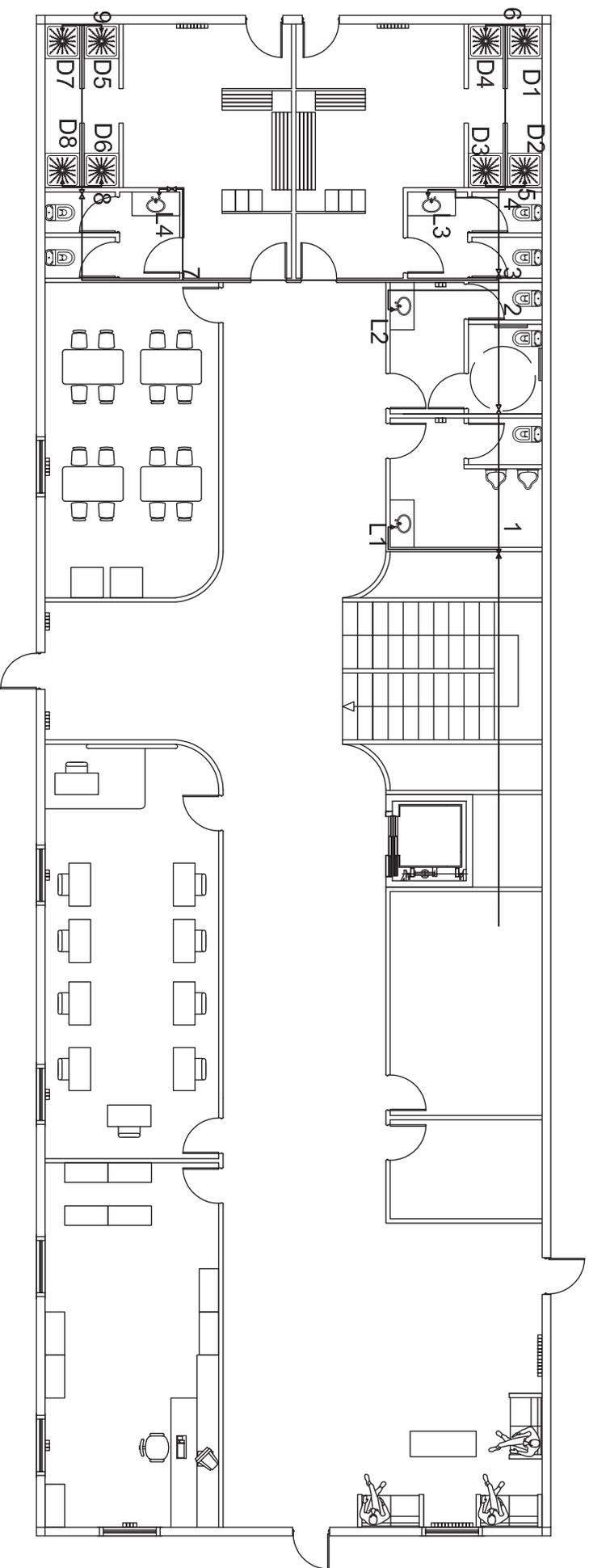
PLANO:

CALEFACCION PRIMERA PLANTA

FECHA:
 abril 2013

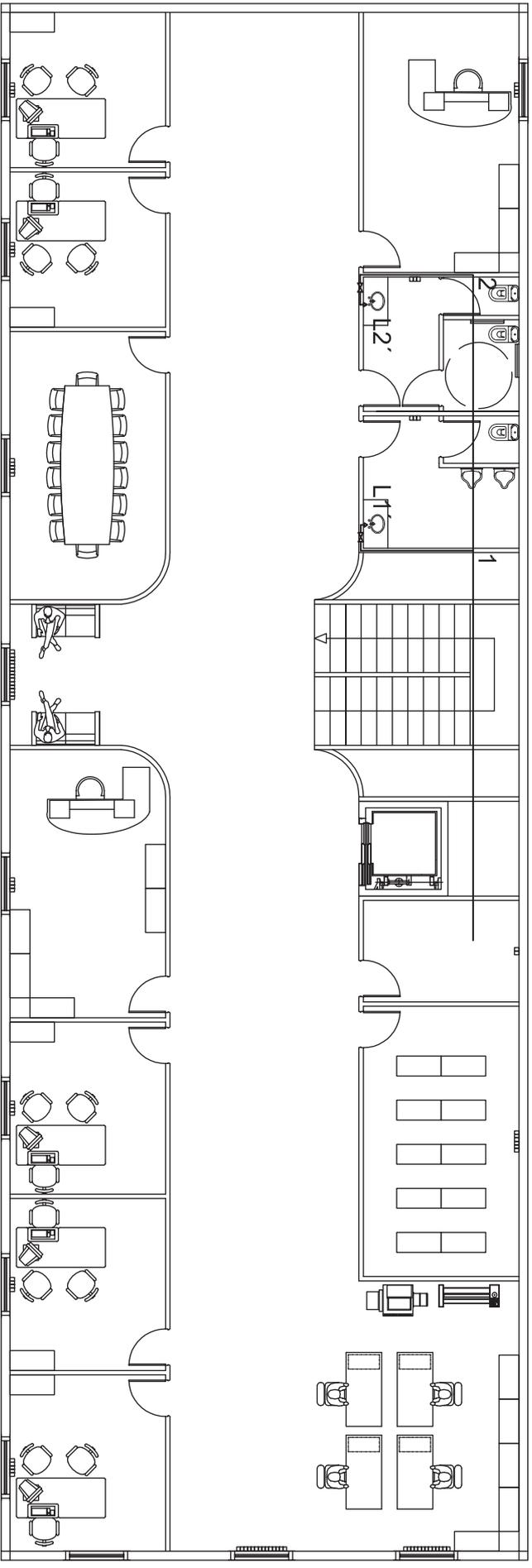
ESCALA:
 1:100

Nº PLANO:
 7



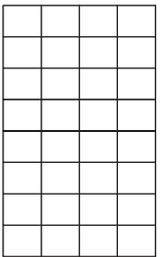
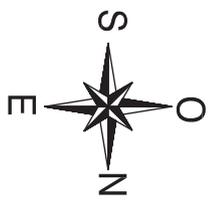
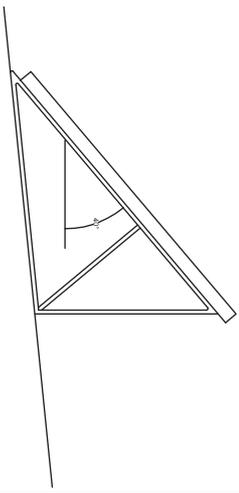
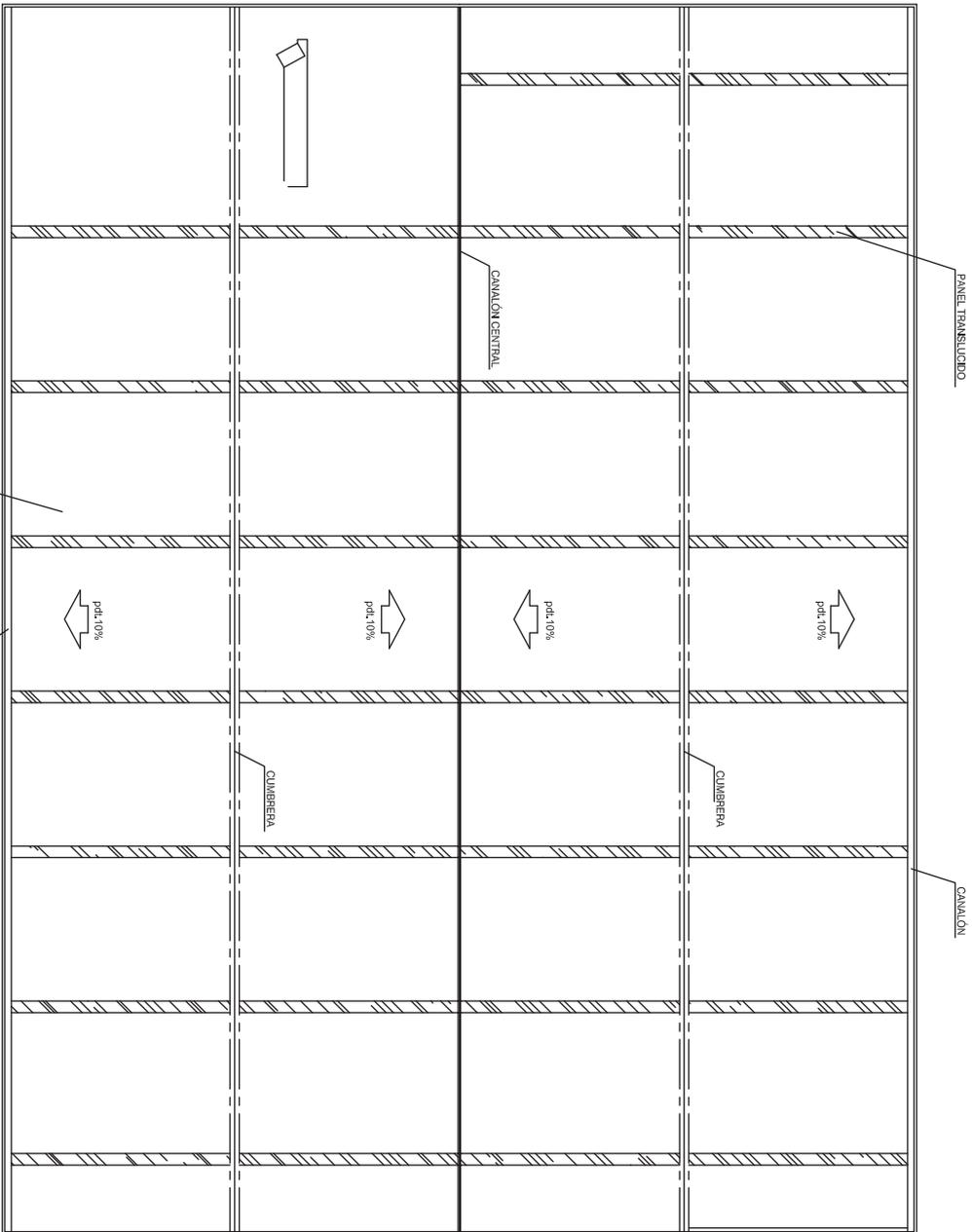
➤ VÁLVULA DE CORTE

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	
PROYECTO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
REALIZADO: INDURAIN PELLEJERO		FIRMA:	
PLANO: ACS PLANTA BAJA	FECHA: abril 2013	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: 8



➤ VALVULA DE CORTE

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO:	DEPARTAMENTO DE
		PROYECTO:	PROYECTOS E ING. RURAL
DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS		REALIZADO:	INDURAIN PELLEJERO IKER
PLANO:	ACS PRIMERA PLANTA	FIRMA:	
FECHA:	abril 2013	ESCALA:	1:100
Nº PLANO:	9		




 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL M.

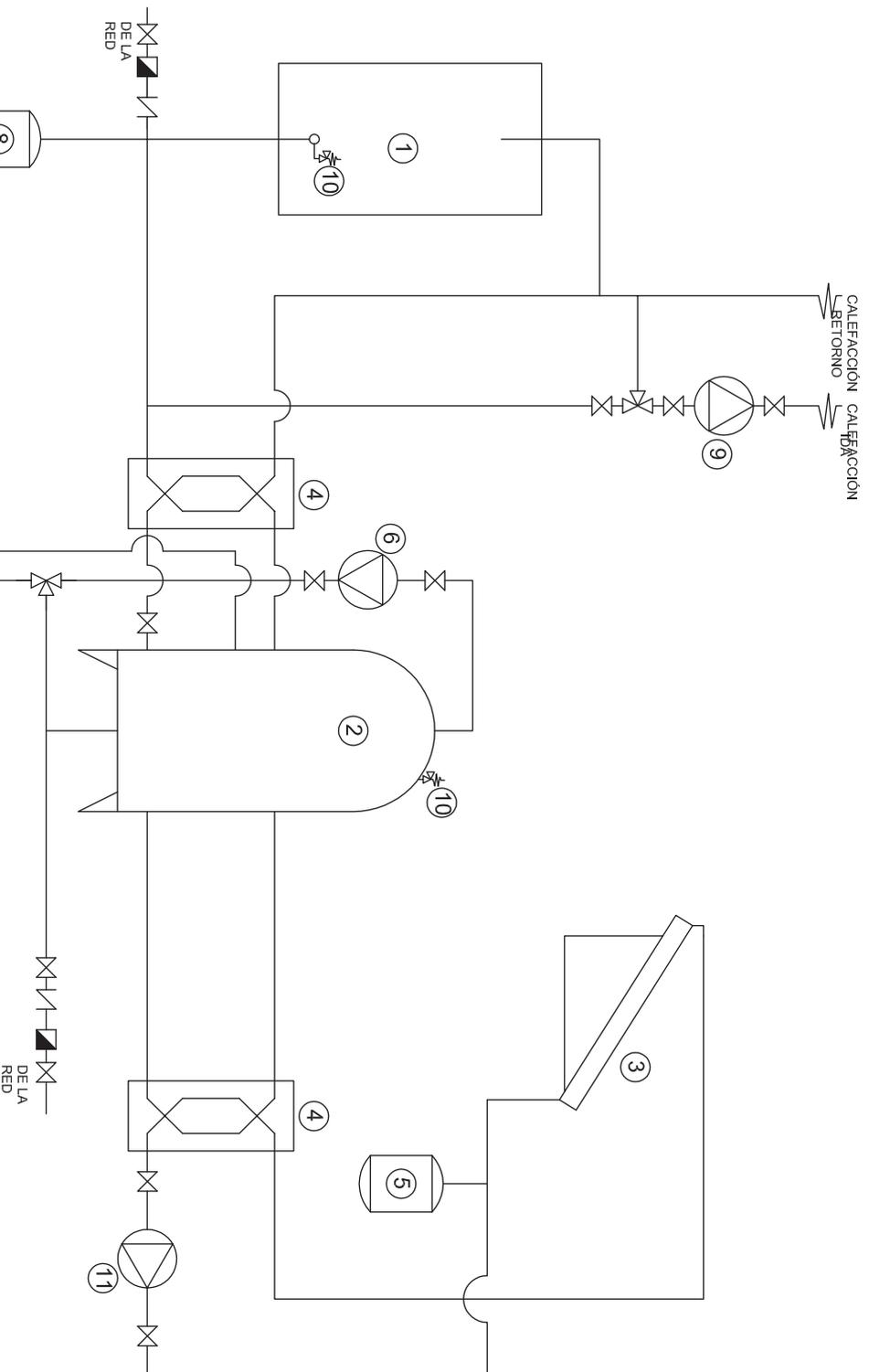
DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
 OFICINAS E INSTALACIÓN DE
 CALEFACCION Y ACS**

REALIZADO:
**INDURAIN PELLEJERO
 OIKER**

PLANO:
CUBIERTA SOLAR

FIRMA:
 FECHA: abril 2013
 ESCALA: 1:500
 Nº PLANO: 10



- ① Caldera SAUNIER DUVAL THERMOSYSTEM F80/3
 - ② Intercambiador LAPESA GX300R
 - ③ Captador Solar VIESSMAN VITOSSOL 100W/2,5
 - ④ Intercambiador solar ADISA ITO 21
 - ⑤ Vaso de expansión SALVADOR ESCODA 8SM/F
 - ⑥ Bomba SEDICAL SAP25-8T
 - ⑦ Vaso de expansión SEDICAL S12
 - ⑧ Vaso de expansión GERCE 8
 - ⑨ Bomba SEDICAL 25/2T
 - ⑩ Válvula de seguridad SV68M PNEUMATEX
 - ⑪ Bomba GRUNFOS UPS SOLAR 25-120
- ▣ Contador de caudal
 - ∨ Válvula de retención de disco
 - ⊗ Válvula de esfera


 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
 OFICINAS E INSTALACIÓN DE
 CALEFACCIÓN Y ACS**

REALIZADO:
**INDURAIN PELLEJERO
 INGIENIERO**

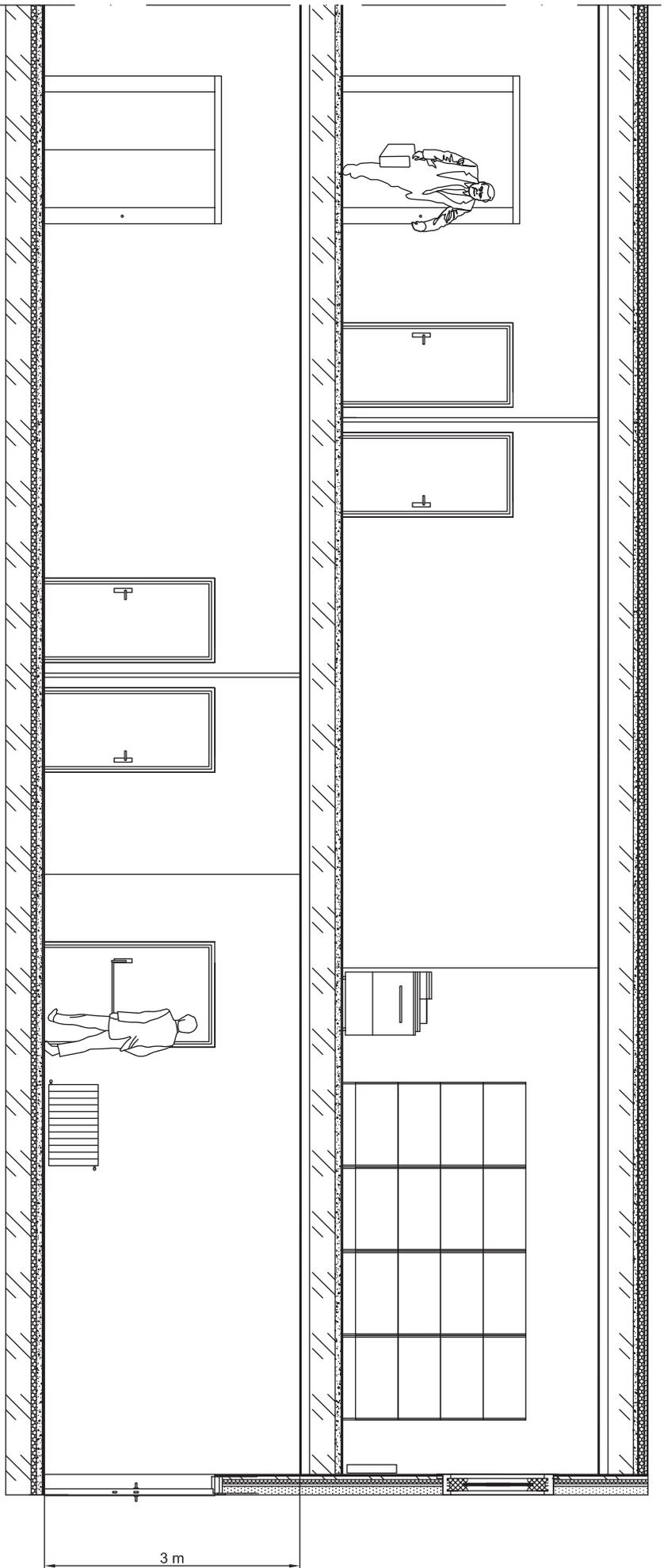
PLANO:

ESQUEMA HIDRÁULICO

FECHA:
abril 2013

ESCALA:

Nº PLANO:
11



- CUBIERTA**
- Plaqueta o baldosa cerámica
 - Mortero
 - XPS Expandido
 - Betún fieltro o lámina
 - Hormigón con arcilla expandida
 - Fojado unidireccional
 - Cámara de aire sin ventililar
 - Placa de yeso o escayola

- FACHADA**
- Hormigón armado
 - Cámara de aire
 - XPS Expandido
 - Aluminio
 - MW lana mineral
 - Aluminio
 - Placa de yeso o escayola

- ENTREPLANTA**
- Frondosa de peso medio
 - Hormigón con arcilla expandida
 - FU entrevigado cerámico
 - Cámara de aire sin ventililar
 - Placa de yeso o escayola

- PLANTA BAJA**
- Plaqueta o baldosa cerámica
 - Hormigón con arcilla expandida
 - XPS Expandido
 - FU entrevigado cerámico


 Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
 INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE
 OFICINAS E INSTALACIÓN DE
 CALEFACCION Y ACS**

REALIZADO:
INDURAIN PELLEJEROTIKER
 FIRMA:

PLANO:
SECCIÓN

FECHA: abril 2013
 ESCALA: 1:50
 Nº PLANO: 12

Iker Indurain Pellejero

Abril 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y
CALEFACCIÓN DE OFICINAS EN NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Iker Indurain Pellejero

Rafael Araujo Guardamino

Pamplona, 22/04/13



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	5
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	6
1.4. NORMATIVA.....	6

2. CONDICIONES GENERALES

2.1. NORMAS GENERALES.....	6
2.2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS.....	8
2.3. CONDICIONES ECONÓMICAS.....	11
2.4. DISPOSICIONES LEGALES.....	12

3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.1. INTRODUCCIÓN.....	13
3.2. EQUIPOS Y MATERIALES.....	14
3.2.1. CALDERA.....	14
3.2.2. QUEMADORES.....	17
3.2.3. CIRCULADORES.....	17
3.2.4. VASO DE EXPANSIÓN.....	18
3.2.5. VÁLVULAS.....	18
3.2.6. EMISORES DE CALOR.....	19
3.2.7. TERMOSTATOS.....	20



3.2.8.TUBERÍAS.....	20
3.2.9.AISLANTE.....	20
3.2.10.CHIMENEA.....	21
4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA SALA DE MÁQUINAS	
5. CONDICIONES DE MONTAJE	
5.1. GENERALIDADES.....	23
5.2. TUBERÍAS Y VÁLVULAS.....	23
5.3. GRUPO TÉRMICO.....	25
5.4. CHIMENEA.....	26
5.5. EMISORES.....	26
5.6. INTERACUMULADOR.....	27
5.7. CIRCULADORES.....	27
6. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y EJECUCIÓN	
7. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN	
7.1. MONTAJE, PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	29
7.2. PRUEBAS DE TUBERÍAS.....	32
7.3. PUESTA EN MARCHA.....	33
7.4. RECEPCIÓN.....	34
8. MANTENIMIENTO	
8.1. GENERALIDADES.....	34



8.2. PLAN DE VIGILANCIA.....	35
8.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	36
8.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	36
8.5. CONTROL DE LA INSTALACIÓN TERMINADA.....	37

9. GARANTÍAS

9.1. GARANTÍAS DE CALIDAD Y CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA.....	37
9.2. APLICACIÓN DE LA GARANTÍA.....	38



1. INTRODUCCION

1.1. OBJETO

El objeto del presente documento es el establecimiento de las condiciones en las que se debe realizar la contratación y ejecución de la obra de instalación de calefacción y agua caliente sanitaria detallada en este proyecto.

Además el pliego de condiciones fijará las condiciones de calidad de los elementos y materiales, y las condiciones en las que se realizará el montaje y puesta a punto de la instalación.

1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación del presente documento se extiende a cada uno de los componentes que forman parte de la instalación.

En el presente documento se indican los certificados oficiales exigibles previo al suministro de los materiales en los cuales la dirección de la obra puede realizar los ensayos oportunos para certificar que la calidad de los materiales suministrados corresponde con la avalada en las certificaciones que aporta el fabricante del material.

Este documento también recoge las certificaciones a realizar referentes al funcionamiento de la instalación con los resultados consignados en acta firmada por el director facultativo de la obra, requisito previo a la recepción provisional y liquidación de la obra. Los gastos de toda índole originados por la realización de ensayos, pruebas, etc., serán a cargo del contratista hasta la cuantía correspondiente al 1% del presupuesto ya incluido.

Se entiende que el contratista conoce y acepta en su totalidad las condiciones presentadas en el presente pliego de condiciones antes de empezar la obra.

En caso de contradicción entre los planos y el pliego de condiciones, prevalecerá lo redactado en este documento.



1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como ya se ha descrito en la Memoria el proyecto consiste en la instalación de un sistema de calefacción y agua caliente sanitaria con combustible gas natural en las oficinas y vestuarios de una nave industrial.

La descripción y características del presente proyecto está reflejada en los documentos Memoria, Cálculos y Planos. Las obras que comprenden el proyecto deberán ajustarse a las condiciones señaladas en este pliego.

La producción de agua caliente destinada para la calefacción y para el sistema auxiliar de A.C.S. se consigue mediante la combustión de gas natural y contribución mínima de energía solar. Para la distribución de calefacción se ha optado por el sistema bitubular.

La producción de agua caliente sanitaria se realizara mediante un intercambiador. El A.C.S. debe ser almacenada a una temperatura mínima de 60 °C en el interacumulador y no bajar de 50 °C en ningún punto del circuito.

Se dispondrá de una sala de maquinas que albergue con seguridad a los grupos térmicos, interacumulador, depósitos de expansión, circuladores, y una central electrónica de control.

La distribución de las tuberías se realizará bajo el suelo y se usarán tuberías de polibutileno.

1.4. NORMATIVA

Para el diseño de la instalación y la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta principalmente lo siguiente normativa:

Código Técnico de la Edificación (CTE) con sus documentos HE 1 y HS 4.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas (ITE).

2. CONDICIONES GENERALES



El presente Pliego de Condiciones Administrativas forma parte del PROYECTO DE CALEFACCIÓN Y PRODUCCIÓN DE ACS, para oficinas de nave industrial en Noain (Navarra). Junto a las demás partes del Proyecto, definen la instalación y servirá para la ejecución de la misma.

Toda la documentación incluida en el Proyecto, será de obligado cumplimiento. Además de éste, también será de obligado cumplimiento la documentación complementaria y ordene, facilitadas por la Dirección Facultativa.

A continuación se presentan las normas generales de ejecución que serán de obligado cumplimiento:

- El presente Pliego de Condiciones forma parte de la documentación del proyecto que se cita, y se utilizará en las obras para la realización del mismo.

- Las dudas que se planteasen en su interpretación o al aplicarse, o bien cualquier modificación sobre la obra proyectada deberán ser puestas en conocimiento del Ingeniero Director de la obra.

El Contratista deberá conocer y admitir el Pliego de Condiciones.

La Dirección Facultativa de la Obra, a través del Ingeniero Director de Obra, resolverá las dudas en la interpretación y aplicación del Proyecto.

No podrá realizarse ninguna variación sobre el Proyecto sin ser conocida y autorizada por la Dirección Facultativa.

El Contratista deberá tener en cuenta, para su aplicación también, todas las normativas y reglamentos de aplicación; así como la normativa propia de cada compañía suministradora de energía o agua.

- Las contratistas y subcontratistas participantes en la obra deberán conocer y aceptar lo propuesto en este Pliego.

- Las contratistas deberán emplear los materiales que cumplen las exigencias y que se han detallado en este proyecto, así mismo deberá realizarse todos los trabajos de acuerdo a las condiciones exigidas.

- Si el Ingeniero Director de la obra advierte de materiales o elementos defectuosos, o defectos en los trabajos realizados, antes de verificarse la recepción definitiva de la obra podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas según las condiciones acordadas.



- Los gastos correspondientes a la demolición y reconstrucción de trabajos ya realizados correrán de cuenta de la empresa contratada si esta ha incumplido con lo exigido en el contrato.

- El empleo de materiales y la colocación de los elementos de la instalación no se realizarán hasta que sean aceptados por el Ingeniero Directo de la obra.

- La Dirección de la obra designará un encargado que dispondrá de un Libro de Órdenes y Asistencias, mediante el cual la Dirección de obra escribirá aquellas órdenes o datos que se estimen convenientes. Este Libro de Órdenes y Asistencias se regirá según el Decreto 462/1.971.

2.2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

Será obligación del Contratista el ejecutar la obra de acuerdo con todas las especificaciones indicadas en el Proyecto, y las normativas y reglamentos de aplicación.

El Contratista deberá contar con los medios humanos y materiales necesarios para ejecutar la instalación en el plazo dispuesto y acordado con la Propiedad a la firma del Contrato. Deberá disponer de personal cualificado y debidamente acreditado, si fuera necesario, para realizar los trabajos para los que ha sido contratado.

Las obras se desarrollarán dentro de los plazos previstos contractualmente. Con un mínimo de cuarenta y ocho horas antes del comienzo de las mismas, el Contratista avisará a la Dirección Facultativa de la fecha de inicio y entregará un planning de ejecución de la instalación.

El Contratista deberá ajustarse a los plazos de ejecución previstos. La Dirección Facultativa estará informada, en todo momento, del cumplimiento de los plazos y de cualquier incidencia en la ejecución de los trabajos.

Anteriormente al comienzo de las obras, se realizará un replanteo por parte de la Dirección Facultativa, en presencia del Contratista.

Todo el personal empleado por el Contratista en la obra, se registrará en una lista, que se entregará a la Dirección Facultativa, y en la cual se indicará su puesto, el trabajo desarrollado, el tiempo de permanencia en la obra, la fecha de entrada y la de salida.

El Contratista deberá disponer de un seguro de responsabilidad civil a terceros. Cada mes deberá entregar un justificante de estar al día del pago del seguro, así como de las cotizaciones a la Seguridad Social del personal empleado en la obra.



La Dirección Facultativa podrá reclamar al Contratista la sustitución de cualquiera de sus encargados u operarios, por no cumplir las instrucciones dadas por el Ingeniero Director de Obra, o por perturbar la marcha de los trabajos.

Todos los medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, serán por cuenta y riesgo del Contratista.

El Contratista deberá emplear, obligatoriamente, los materiales indicados en la oferta y realizará los trabajos de acuerdo con lo especificado en el Proyecto. La Dirección Facultativa podrá requerir al Contratista la presentación de muestras de los materiales. De aquellos materiales que el Contratista presente como variante, la Dirección Facultativa podrá requerir pruebas y ensayos de calidad, siendo el coste a cuenta del Contratista.

Cualquier variación sobre el Proyecto, de los materiales empleados por el Contratista y que no hubieran sido aprobados por escrito por la Dirección Facultativa, serán inmediatamente sustituidos, siendo todos los costes a cargo del Contratista.

Hasta la recepción definitiva de la obra, será responsable el Contratista de la ejecución de los trabajos realizados, de los defectos que puedan existir por su mala ejecución, o por la deficiente calidad de los materiales empleados. También será responsabilidad suya, hasta la recepción definitiva, los daños o robo de materiales que se puedan producir.

Cuando la Dirección Facultativa advierta vicios o defectos ocultos en los trabajos ejecutados o en los materiales, podrá ordenar la demolición y reconstrucción de las partes defectuosas para comprobar que no sean defectuosos. Los gastos provocados correrán a cargo del Contratista en caso de que existieran los defectos, en caso contrario correrán a cargo de la Propiedad

Al finalizar el montaje de la instalación, el Contratista está obligado a realizar las pruebas, y el ajuste y equilibrado incluido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en la IT 2.2. e IT 2.3. Si el resultado de las pruebas fuera negativo, se subsanará el problema por el cual ha sido negativo y se volverán a realizar las pruebas desde el principio.

Todas las pruebas se realizarán en presencia del Ingeniero Director de Obra de la instalación.

A lo largo de la ejecución de la obra, la Dirección Facultativa podrá requerir la realización de pruebas parciales de la instalación.

De todas las pruebas realizadas, tanto parciales como finales, el Contratista documentará los resultados y se entregarán a la Dirección Facultativa.

Se entenderá como inicio de garantía la fecha de recepción provisional de la instalación con comprobación del correcto funcionamiento, y con la entrega por parte del instalador de la siguiente documentación por triplicado:

Planos y esquemas actualizados de la instalación (AS-BUILT) con la inclusión de las modificaciones introducidas en el transcurso de la obra.

Pruebas realizadas con su resultado final.

Instrucciones de servicios y mantenimiento.

Relación de materiales empleados y catálogos.

Potencias y consumos de los equipos.

Indicación de puntos de ajuste y tarado de los elementos de control.

Documentación necesaria para legalizaciones y trámites de visado y permisos que debe incluir el instalador.

1 soporte informático de planos y esquemas (AUTOCAD).

Una vez comprobada toda la documentación entregada, se procederá a formalizar la Recepción Provisional de la obra. El plazo de garantía de la instalación será de doce meses, a contar a partir de la fecha de firma de la Recepción Provisional de la obra.

La Recepción Definitiva se realizará doce meses después de la Recepción Provisional. Solo será recibida definitivamente en el caso de que la obra este en perfecto estado y funcionando.

EMPRESA INSTALADORA

Es aquella que legalmente establecida tiene como objeto el montaje y reparación de las instalaciones como las indicadas en este proyecto. Esta empresa debe estar inscrita en el registro correspondiente como Empresa Instaladora (EI), y poseer el correspondiente certificado emitido por el órgano competente.

Las ejecuciones relacionadas con este tipo de actividad solamente pueden ser realizadas por empresas registradas como empresa instaladora.

Esta empresa deberá ejecutar el montaje de la instalación cumpliendo con las exigencias descritas en el proyecto, y siguiendo las órdenes del director de obra. No podrá variar trazados, cambiar materiales ni introducir otras modificaciones.

La empresa instaladora es también la responsable de la puesta en marcha de la instalación y del equilibrado de los circuitos hidráulicos.



EMPRESA DE MANTENIMIENTO

Es aquella que legalmente establecida tiene como objeto el mantenimiento y reparación de las instalaciones como las indicadas en este proyecto. Esta empresa debe estar inscrita en el registro correspondiente como Empresa de Mantenimiento (EM), y poseer el correspondiente certificado emitido por el órgano competente.

Esta empresa es responsable de que el mantenimiento de la instalación y sus elementos y las reparaciones que haya que efectuar sean las adecuadas para garantizar la seguridad de la instalación y el uso racional de la energía.

Si hay que sustituir algún elemento de la instalación, es la empresa de mantenimiento la responsable de que los nuevos elementos instalados cumplen la normativa vigente y cumple con las condiciones del proyecto.

2.3 CONDICIONES ECONOMICAS

Se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos realizados si estos cumplen con lo exigido en el Proyecto y en las condiciones en las que se establece el contrato.

Antes de proceder a la ejecución de la obra se deberán presentar los precios de las unidades de obra, materiales o mano de obra. El contratista los presentará descompuestos y será necesaria una aprobación de estos precios por parte del Ingeniero Director de la obra.

Una vez aceptados y firmado la aprobación de los precios, el contratista no podrá reclamar un aumento de los precios fijados, que se mostrarán en el presupuesto de la ejecución de las obras.

El contratista deberá percibir el importe de las ejecuciones realizadas con arreglo a los Documentos del proyecto y las condiciones del contrato. El importe será siempre el establecido en los presupuestos aprobados.

Si se produce un retraso en los pagos, el contratista no podrá suspender o ralentizar los trabajos, deberá cumplir con los plazos previstos.

La contrata no tendrá derecho a una indemnización por pérdida o averías en materiales y elementos salvo en los casos de fuerza mayor como los que se enumeran a continuación:

- Daños producidos por terremotos.

- Daños producidos por vientos huracanados o por crecidas de los ríos, siempre que la contrata haya tomado las medidas posibles.

- Incendios causados por la electricidad atmosférica.

La indemnización se refiere a los elementos y materiales ya construidos o situados a pie de obra, y no a la maquinaria propiedad de la contrata.

La contrata debe asegurar la obra durante el tiempo que dure esta, hasta la entrega definitiva.

2.4 DISPOSICIONES LEGALES

Todas las partes quedan sometidas a la Legislación Civil, Mercantil y Procesal Española. A todos los efectos, las partes se someten a la jurisdicción y competencia de los Juzgados y Tribunales de la provincia donde se halle ubicado el trabajo a realizar.

La contrata es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen este proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento).

Como consecuencia de esto, la contrata se verá a obligada a la demolición y reconstrucción de lo que este mal ejecutado, según las condiciones anteriormente establecidas.

A continuación se enumeran las causas que son suficientes para la rescisión del contrato:

- Incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o actos de mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

- No comenzar la obra dentro del plazo señalado en las condiciones peculiares del proyecto, o llegar al término de plazo de ejecución de la obra sin acabarse.

- Alteraciones del proyecto que signifiquen una variación del 25% de unidades del presupuesto, o un 40% en el precio de una de las unidades.

- El abandono de la obra sin causa justificada.

- La empresa contratada entra en quiebra.

Cuando las obras hayan terminado cumpliéndose en principio con las condiciones establecidas se procederá a una reopción provisional dentro del mes siguiente a su finalización. A este acto deberán acudir un representante de la empresa contratante, el Ingeniero Director de la obra y el contratista, los cuales levantarán el acta correspondiente.

Si en este acto se aprecia que las obras no están en las condiciones exigidas de entrega, se constara así en el acta, y el Ingeniero Director de la obra deberá constar al contratista los defectos percibidos. Se deberá fijar un plazo para ejecutar los cambios necesarios, y al finalizar se procederá a un nuevo reconocimiento al que acudirán de nuevo todas las partes.

Cuando se levante el acta, la cual indica que la obra ha sido entregada comenzará el plazo de garantía. El contratista debe garantizar todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ella.

El plazo de garantía será de un año y durante este periodo el contratista está obligado a corregir todos los defectos que se observen en la obra, así como arreglar las averías que se puedan producir por culpa de la obra. Los gastos de estas actuaciones correrán a cargo del contratista.

3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DE EN LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se especifican marcas, tipos, modelos, etc. de los componentes básicos de la instalación, que han sido seleccionados a nivel de proyecto en función de sus características técnicas, prestaciones, dimensiones, garantías, etc., con la finalidad de indicar un nivel de calidad.

La aceptación de equipos similares corresponde a la Dirección Facultativa, por lo que el Contratista se verá obligado a instalar las marcas y calidades indicadas en el caso en que las modificaciones no sean aceptadas.

Las variantes que pudiesen plantearse deberán indicarse en sobre aparte y no intervendrán en el estudio comparativo de ofertas. Su incumplimiento será motivo de rechazo de las ofertas.

Cualquier material o elemento de la instalación deberá ser de primera calidad, no siendo usado y encontrarse en perfecto estado. Los materiales y elementos instalados deben aguantar las condiciones de trabajo y no deteriorarse prematuramente.



El contratista debe disponer de la maquinaria y los medios adecuados para realizar la obra en las condiciones correctas y en el tiempo establecido.

Toda la información de los elementos deberá estar expresada en castellano y en unidades de Sistema Internacional.

A continuación se hace un estudio de las condiciones que deben cumplir cada uno de los elementos que forman la instalación de calefacción.

3.2 EQUIPOS Y MATERIALES

3.2.1 CALDERAS

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria y Energía que dispondrán de la etiqueta de identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal con cada uno de ellos. Estos datos estarán escritos en castellano, marcados en caracteres indelebles. Cumplirá los requisitos mínimos establecidos en el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero.

Los generadores de calor estarán equipados de un interruptor de flujo, salvo que el fabricante especifique que no requieren circulación mínima.

El fabricante de la caldera deberá suministrar toda la documentación de la misma.

La potencia de los generadores de calor será la necesaria para cumplir con la demanda conjunta en la instalación de calefacción y el 100% de la demanda de la instalación de agua caliente sanitaria.

Como la potencia térmica nominal es inferior a 400 kW, la I.T. 1.2.4. para la instalación suministradora del servicio de calefacción y de agua caliente sanitaria, se podrá emplear un único generador siempre que la potencia demandada por el servicio de agua caliente sanitaria será igual o mayor que la potencia del primer escalón del quemador, se ha colocado un grupo térmico de 80 kW de potencia.

El generador de calor cumplirán con el Real Decreto 1.027/2007 del 20 de julio de de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Los puntos de interés referidos a los sistemas de calefacción con biomasa:

En lo referente a los requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor (IT 1.2.4.2.1), cuando se utilice biomasa como combustible, el

rendimiento mínimo instantáneo exigido será del 75% a plena carga. Si se utilizan biocombustibles sólidos se deberá indicar dicho rendimiento para el conjunto caldera-sistema de combustión para el 100% de la potencia máxima. Además, se deberá indicar el rendimiento y la temperatura media del agua del conjunto caldera-sistema de combustión cuando se utilice biomasa, a la potencia máxima demandada por el sistema de calefacción o por el sistema de agua caliente sanitaria.

En caso de tener que realizar un fraccionamiento de la potencia se deberá seguir lo dispuesto en la IT 1.2.4.1.2.2.

Dentro de la seguridad del sistema de calefacción, los sistemas alimentados con biocombustibles sólidos deberán cumplir lo dispuesto en la IT 1.3.4.1.1, es decir, un sistema de interrupción del funcionamiento de la combustión y del retroceso de la llama, un sistema de evacuación del calor residual de la caldera como consecuencia del biocombustible ya introducido antes de la interrupción del funcionamiento del sistema, etc.

Para el cumplimiento de la dimensión de la sala de máquinas deberá cumplirse la IT 1.3.4.1.2.5.

Para el almacenamiento de los biocombustibles sólidos se deberán cumplir las normas contempladas en la IT 1.3.4.1.4. El lugar de almacenamiento podrá estar fuera o dentro del edificio destinado únicamente a este uso, y en función de ello habrá unas normas u otras.

Del mantenimiento y uso mencionando en la IT 3. Es importante destacar que, como norma, en las instalaciones alimentadas con biocombustible sólido se deberá comprobar el estado de almacenamiento del combustible, apertura y cierre del contenedor plegable, limpieza de cenizas, control visual de la caldera, comprobación y limpieza, si procede, del circuito de humos de caldera y conductos de humos y chimeneas y la revisión de los elementos de seguridad. Todo esto está reflejado en la tabla 3.1 “Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad” del mencionado Real Decreto.

Las calderas deberán estar construidas para poder ser equipadas con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión.

Los generadores de calor con combustibles que no sean gases dispondrán de:

- Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del quemador en caso de retroceso de los productos de la combustión.

- Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del quemador que impida que se alcancen temperaturas mayores que las de diseño, que será de rearme manual.

Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar la llama. Deberán poderse realizar, con facilidad e in situ, las operaciones de mantenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrán, los registros para limpieza necesarios.

Se podrán realizar, con facilidad e in situ, las operaciones de mantenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrán, siempre que el tamaño de la caldera lo permita, los registros para la limpieza necesarios.

El fabricante de la caldera deberá suministrar la documentación exigible por otras reglamentaciones aplicables y además, como mínimo, los siguientes datos:

Información sobre potencia y rendimiento requerida por el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.

Condiciones de utilización de la caldera y condiciones nominales de salida del fluido portador.

Características del fluido portador.

Contenido de fluido portador de la caldera.

Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por la caldera.

Dimensiones máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación: salida de humos, salida y entrada de fluido portador, etc.

Dimensiones de la bancada.

Pesos en transporte y en funcionamiento.

Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento

Curvas de potencia-tiro necesarias en la caja de humos para las condiciones citadas en el Real Decreto 275/1995, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.

Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión u otros que le afecten, deberán incluirse:

Utensilios necesarios para la limpieza.

Aparatos de medida (manómetros y termómetros). Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior de la caldera. No

se admiten termómetros de contacto. Los aparatos de medida irán situados en lugar visible y fácilmente accesible para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

La caldera estará sometida a la reglamentación de aparatos de presión.

3.2.2. QUEMADORES

Los quemadores dispondrán de una etiqueta de identificación energética en la que se especifiquen, con caracteres indelebles, los siguientes datos:

Nombre del fabricante o importador en su caso.

Marca, modelo y tipo de quemador

Tipo de combustible

Valores límite de gasto honorario.

Potencias nominales para los valores anteriores del gasto.

Presión de alimentación del combustible del quemador.

Tensión de alimentación.

Potencia del motor eléctrico.

Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, LWA, en decibelios determinado según UNE 7410.

Dimensiones y peso.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

El quemador deberá suministrarse con la documentación siguiente:

Dimensiones y características generales.

Características técnicas de cada uno de los elementos del quemador.

Esquema eléctrico conexionado.

Instrucciones de montaje.

Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento.

3.2.3. CIRCULADORES

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte manómetro para poder apreciar la presión diferencial.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser suficiente para asegurar que no se produzcan fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

Las bombas se seleccionarán de forma que el caudal y las pérdidas de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificada por el fabricante.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

3.2.4. VASO DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión colocados en la instalación de calefacción son de tipo cerrado.

Deberán absorber las variaciones de volumen del fluido caloportador contenido en el circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo pérdida y reposiciones de la masa de fluido.

La colocación de los vasos de expansión cerrados debe ser preferentemente en la aspiración de las bombas evitando la formación de una bolsa de aire en las mismas. La presión mínima en el vaso deberá ser tal que se eviten los fenómenos de cavitación.

No existirá ningún elemento de corte entre el generador y los vasos de expansión. Los vasos de expansión cerrados deberán colocarse preferentemente en la sala de máquinas. Las membranas de los vasos de expansión serán resistentes a temperaturas de 110°C y a esfuerzos alternativos.

Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.

3.2.5. VÁLVULAS

Las válvulas termostáticas serán de latón y estancas en la posición de cierre para una presión diferencial de 0,6 bar. Tendrán un tiempo de respuesta menor de 30 minutos.

Todas las válvulas serán de fácil acceso. La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura).

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba entre la boca y el manguito antivibratorio y, en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

No producirán pérdidas de presión excesivas cuando se encuentren totalmente abiertas.

Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito. En la parte más alta de cada circuito se pondrá una purga para eliminar el aire que pudiera allí acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a 15 mm con un purgador y conducción de la posible agua que se eliminase con la purga. Esta conducción irá en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.

Mecanismo de acero inoxidable.

Flotador y asiento de acero inoxidable.

Obturador de goma sintética.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados la presión nominal, expresada en bar o kp/cm², y el diámetro nominal expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

3.2.6. EMISORES DE CALOR

Los radiadores y convectores cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 442.

Serán de aluminio, de color blanco y, deberán ser montados y dimensionados por elementos. Se montarán según las instrucciones del fabricante y se colocarán de acuerdo con los planos del presente proyecto.

Se colocarán en la medida de lo posible en la pared fría del local.

Se recomienda la instalación de un detentor a la salida de cada radiador.

Los elementos calefactores serán fácilmente desmontables, sin necesidad de desmontar parte de la red de tuberías.

Dispondrán de llave termostática para regular las emisiones. El salto térmico del agua a través de ellos se considerará de 20 °C, siendo la temperatura de entrada de 90°C y la de salida de 70 °C.

3.2.7. TERMOSTATOS

Los termostatos serán del tipo todo-nada.

3.2.8. TUBERIAS

Todas las tuberías cumplirán con la normativa vigente en cuanto a dimensiones y características, según el material de su composición. Para las tuberías de materiales plásticos se tendrá en cuenta los códigos de buenas prácticas AEN/CTN 53/SC 2 y las instrucciones del fabricante en particular.

En todos los circuitos de las instalaciones proyectadas, las tuberías empleadas serán de polibutileno.

Las tuberías deberán ser resistentes a la corrosión y totalmente estables con el tiempo en sus propiedades físicas; resistencias, rugosidad, etc. Tampoco deberán alterar ninguna de las características del agua como el sabor, olor o la potabilidad.

Los equipos y componentes y tuberías, que se suministren aislados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante.

3.2.9. AISLANTE

Los espesores del aislamiento deberán cumplir con lo indicado en el RITE en cuanto a eficiencia energética.

3.2.10. CHIMENEAS

Las chimeneas serán de material metálico prefabricado resistente a la acción agresiva de los productos de la combustión y a la temperatura, con la estanqueidad adecuada al tipo de generador empleado. En el caso de chimeneas metálicas la designación según la norma UNE-EN 1856-1 o UNE-EN 1856-2 de la chimenea elegida en cada caso y para cada aplicación será de acuerdo a lo establecido en la norma UNE 123001.

La chimenea será de material incombustible de tipo M0 de conformidad con la Norma UNE 32727 liso interiormente, rígido, resistente a la corrosión y capaz de soportar temperaturas de trabajo de 200 °C sin alterarse. Los conductos de evacuación de los aparatos de condensación no están sujetos a la limitación de temperatura.

La chimenea deberá disponer de un punto para la toma de muestras situado preferentemente a 15 cm del collarín del aparato y a un máximo de 40 cm de éste, con el fin de permitir la introducción de una sonda para medir la composición de los gases de escape y el tiro del conducto, cuando el propio aparato no lo incorpore.

Para la evacuación de los productos de la combustión de calderas que incorporan extractor, la sección de la chimenea, su material y longitud serán los certificados por el fabricante de la caldera. El sistema de evacuación de estas calderas tendrá el certificado CE conjuntamente con la caldera y podrá ser de pared simple, siempre que quede fuera del alcance de las personas.

Para el caso de aparatos de tipo estanco, el sistema de evacuación de los productos de la combustión y admisión de aire debe ser el diseñado por el fabricante para el aparato. El extremo final del tubo debe estar diseñado de manera que se favorezca la salida frontal (tipo cañón) a la mayor distancia horizontal posible de los productos de la combustión.

Será necesaria una certificación, acreditativa de que las chimeneas cumplen con lo dispuesto en las normas UNE 123001, UNE-EN 13384-1 y UNE-EN 13384-2, en cuanto a su diseño y cálculo, y en cuanto a materiales con lo indicado en las normas UNE-EN 1856-1 o NTE-ISH-74, según se trate de materiales metálicos o no. Si el certificado de dirección de obra no incluye ya dicha acreditación, será necesaria una certificación extendida por el técnico facultativo competente responsable de su construcción o por un organismo de control. Será responsabilidad del contratista recoger este documento, antes de la puesta en marcha de la instalación.



La chimenea será estanca y no podrá utilizarse para otros usos. Sobresaldrá al menos un metro por encima de la cumbre del tejado.

Los conductos de unión del tubo de humos a la caldera estarán colocados de tal manera que sean fácilmente desconectables de ésta y serán metálicos.

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma.

La estructura del conducto de humos será independiente de la obra y de la caja, a las que irá unida únicamente a través de soportes metálicos, que permitirá la libre dilatación de la chimenea.

Antes de empezar las obras el Contratista tendrá que estudiar sobre el terreno los servicios, servidumbres e instalaciones afectadas, considerando la mejor manera de ejecutar la obra sin perjudicarla. En último caso, la Dirección Facultativa indicará el procedimiento a seguir.

4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA SALA DE MAQUINAS

La sala de maquinas se diseñará de forma que se satisfagan unos requisitos mínimos de seguridad para las personas y los edificios donde se emplacen y en todo caso se faciliten las operaciones de mantenimiento y conducción. En especial se tendrá en cuenta la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios. Se estará en lo dispuesto en UNE 100020 en los aspectos relativos a ventilación, nivel de iluminación, seguridad eléctrica, dimensiones mínimas de la sala, separación entre maquinas para facilitar su mantenimiento así como en lo concerniente a la adecuada protección frente a la humedad exterior y la previsión de un eficaz sistema de desagüe.

En todo caso la sala de maquinas no puede utilizarse para fines diferentes a los de alojar equipos y aparatos al servicio de la instalación de calefacción y A.C.S., y en ellas además, no podrán realizarse trabajos ajenos a los propios de la instalación. En particular, se prohíbe la utilización de la sala de maquinas como almacén, así como la colocación en la misma de depósitos de almacenamiento de combustibles, salvo cuando lo permita la reglamentación específica que sobre ese combustible pudiera existir.

5. CONDICIONES DE MONTAJE



5.1. GENERALIDADES

El montaje de la instalación y de los elementos deberá realizarse por una empresa instaladora, que debe estar registrada como tal y poseer el certificado correspondiente.

El montaje de la instalación se debe realizar con medios y procedimientos que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Además el montaje de la instalación se debe realizar acuerdo con el RITE, a través de Instrucción Técnica 2: Montaje.

La empresa instaladora se compromete a seguir estrictamente lo expuesto en los Documentos de este Proyecto. Si es necesario realizar alguna modificación se deberá solicitar permiso al director de la obra, así como la sustitución de un elemento por otro.

La empresa instaladora deberá almacenar los materiales necesarios en un lugar previamente establecido. Estos materiales se deberán recibir de fábrica correctamente embalados para protegerlos de golpes, elementos climatológicos y transporte. Los componentes pesados o voluminosos se deberán manipular con medios que garanticen la seguridad y el buen trato del elemento.

En la parte exterior de los embalajes deben colocarse etiquetas que indiquen el contenido del bulto.

Al recibirse los materiales y elementos se deberá comprobar que son los que se especifican en el proyecto.

Los materiales y elementos que se encuentren a pie de obra deberán protegerse de posibles golpes, humedades y de la oxidación. Para evitar la oxidación, se debe aplicar a los materiales antioxidantes que deberán ser limpiados cuando se proceda a su montaje en la instalación.

La realización de la obra deberá cumplir con la exigencia vigente sobre ruidos.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser colocados en lugares visibles y de fácil acceso.

5.2. TUBERIAS Y VÁLVULAS

Antes de instalar las tuberías se debe comprobar que estas están en perfecto estado, no pueden estar rotas, dobladas, aplastadas o que presenten oxidación.

Las tuberías deberán almacenarse en lugares que las protejan de las inclemencias del tiempo, y en su manipulación deberá evitarse roces o arrastamientos, ya que pueden dañar su resistencia.

La instalación de las tuberías se debe efectuar de forma ordenada, disponiéndolas siempre que sea posible en paralelo a tres ejes perpendiculares entre sí, y paralelos a los elementos constructivos del edificio.

Se deberá dejar un espacio suficiente entre la tubería y cualquier otro elemento que permita una correcta manipulación y mantenimiento de la tubería y los diferentes accesorios como válvulas o purgadores. Esta separación no será inferior a 5 cm.

Las válvulas deberán estar correctamente acopladas a las tuberías, de tal manera que la manipulación de estas no interfiera con el aislante de las tuberías.

Los cambios de sentido se utilizarán piezas especiales como tés, codos o curvas que irán roscadas o soldadas a la tubería. Cuando se realicen curvas en las tuberías la sección transversal no podrá reducirse ni deformarse.

Las conexiones de los elementos a las tuberías se realizarán de forma que no se transmite ningún esfuerzo mecánico entre la tubería y el elemento, debidos al peso propio o las vibraciones. Las conexiones deben ser fácilmente desmontables para facilitar el acceso al elemento en caso de reparación o sustitución. Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de interceptación y regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones, filtros etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Las uniones de tubería de polibutileno se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. Los extremos de las tuberías de forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

Antes de efectuar la unión se repararán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlos y cualquier otra impureza que pudiera haber depositado en el interior o exterior, utilizando para ello los productos recomendados por el fabricante. La limpieza de la superficie de las tuberías debe realizarse de forma esmerada ya que, al ser de polibutileno, de ella depende la estanqueidad de la unión.

Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones. En particular no se permite el aprovechamiento de recorte de tuberías entamos rectos.

Las tuberías no han de forzarse para que los extremos de dos tuberías coincidan para su unión, sino que han de ser cortadas con la debida exactitud. No deberán

realizarse uniones en el interior de los manguitos que atraviese muros forjados u otros elementos estructurales,

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Los tramos horizontales se montarán siempre con una pendiente ascendente en el sentido de circulación o hacia el purgador más cercano del 1% en el caso del circuito primario solar y de 0,2% para el resto. Esta medida evitará la formación de bolsas de aire.

Se instalarán purgadores automáticos en el circuito de consumo de A.C.S., y en el circuito de calefacción.

Los purgadores deben ser accesibles y la salida de la mezcla aire-agua debe conducirse de forma que la descarga sea visible.

5.3. GRUPO TÉRMICO

La caldera del grupo térmico estará colocada, en su posición definitiva, sobre una superficie incombustible y que no altere a la temperatura que normalmente va a soportar. No deberá ir colocada directamente sobre la tierra, sino sobre una cimentación adecuada.

Tendrá los orificios necesarios para poder montar, al menos los siguientes elementos:

Hidrómetro

Vaciador de la caldera

Válvula de seguridad o dispositivo de expansión

Termómetro

Termostato de funcionamiento y de seguridad.

El quemador del grupo térmico tiene que estar perfectamente alineado con la caldera, sujeto rígidamente a la misma o a una base soporte.

Serán fácilmente accesibles todas las partes del quemador que requieran limpieza, mantenimiento o ajuste.



5.4. CHIMENEA

La chimenea tendrá un recorrido por el interior del edificio y será totalmente independiente de los elementos estructurales y de cerramiento del edificio, al que irá unida únicamente a través de los soportes, diseñados para permitir la libre dilatación de la chimenea.

El recorrido por el interior del edificio se realizará por un armario herméticamente cerrado hacia los locales y con paredes que tengan resistencia al fuego RF 120 y una atenuación acústica de 40 dB por lo menos.

La chimenea no podrá atravesar elementos cortafuegos del edificio.

Los tramos horizontales de la chimenea tendrán al menos un 3% de inclinación ascendente en el sentido de evacuación de los humos. La unión entre el tramo horizontal y el vertical se hará preferentemente mediante una pieza T con ángulo sobre la horizontal entre 30° y 60° para evitar la formación de turbulencias.

Los cambios de dirección se efectuarán con radios de curvatura iguales o superiores a 1,5 veces el diámetro hidráulico en los tramos verticales y de 1 vez en los tramos horizontales. Se evitarán los cambios de sección.

5.5. EMISORES

Los emisores se montarán en un circuito bitubular. Dispondrán de llaves de corte que permitirán su aislamiento del resto del circuito de calefacción tanto para la interrupción de sus emisiones por parte del usuario como para posibles operaciones de mantenimiento o sustitución.

Se instalarán en la pared fría del habitáculo que deben calentar siempre que sus dimensiones así lo permitan. Si no fuera posible, se instalarán lo más cerca posible a dicha pared fría.

Las distancias mínimas que han de mantener tanto con respecto al suelo como a la pared son las indicadas por el fabricante. Una distancia de 100 mm con respecto al suelo y una separación de 25 mm con respecto a la pared en la que está colocado provocarán un buen flujo.

El emisor permanecerá sensiblemente horizontal apoyado sobre todos sus apoyos. No ejercerá esfuerzo alguno sobre las tuberías.

La instalación del radiador y su unión con la red de tuberías se efectuará de forma que el radiador se pueda purgar bien de aire hacia la red, sin que queden bolsas de aire que eviten el completo llenado del radiador o impidan el buen circulación del agua a través del mismo. En caso contrario cada radiador dispondrá de un purgador automático o manual.

No se instalarán los emisores en nichos y se evitará en lo posible colocar repisas u otros elementos sobre ellos mismos.

5.6. INTERACUMULADOR

El interacumulador se montará sobre estructuras cuya resistencia deberá ser comprobada. Su instalación se hará siguiendo las indicaciones del fabricante. La disposición de los depósitos cilíndricos será vertical para favorecer la estratificación.

El depósito irá alojado en la sala de calderas guardando las distancias mínimas para su fácil acceso. En particular se guardarán con la caldera las distancias mínimas exigidas.

La disposición del depósito cilíndrico será vertical para favorecer la estratificación.

Las conexiones cumplirán con lo siguiente:

La alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior.

La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

5.7. CIRCULADORES

Las bombas en línea se instalaran con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse aguas arriba por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. Así mismo, deberán ir montadas válvulas que aislen el manómetro.

Las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará al suelo y no a las paredes.

La bomba y su motor estarán montados con holgura suficiente a su alrededor para una fácil inspección de todas sus partes.

6. CONDICIONES DE SUMINISTRO Y EJECUCIÓN

El Contratista dispondrá de los medios humanos y mecánicos necesarios para la realización de todos los trabajos para los que ha sido contratado.

Todo el personal deberá tener la debida cualificación y en los casos necesarios, acreditación, para realizar los trabajos para los que sea designado por parte del Contratista.

La instalación se ajustará a los planos constructivos aprobados y se realizara siguiendo las prácticas normales de buena ejecución y las especificaciones de las empresas suministradoras.

Para cualquier modificación será necesaria la previa solicitud de permiso a la Dirección Facultativa.

Durante el transcurso de la obra se realizarán controles de ejecución ajustándose al indicado en proyecto y/o en replanteo.

El Contratista dispondrá de protecciones adecuadas en todos los equipos que lo requieran para evitar accidentes.

Todo el personal que intervenga en la instalación irá provisto de los elementos de seguridad correspondientes de acuerdo con las normas de Seguridad y Salud.

Todos los elementos auxiliares de montaje (andamios, etc.) dispondrán de los elementos de seguridad adecuados.

Es responsabilidad del Contratista el cumplimiento de las normas de Seguridad y Salud.

En el replanteo del proyecto el Contratista estará obligado a corregir las contradicciones y omisiones que puedan existir en el mismo.

Las variaciones de obra que se presenten en el planteamiento o en el transcurso del montaje serán sometidos a la Dirección Facultativa para su aprobación.

El Contratista estará obligado a programar el trabajo en coordinación con otros contratistas.

En el caso de existir dificultades o interferencias, la Dirección Facultativa determinará las preferencias correspondientes.

El Contratista estará obligado a ejecutar las obras en presencia de las servidumbres o servicios existentes que sean necesarios respetar, debiendo utilizar los medios adecuados necesarios para la ejecución de los trabajos, de forma que se eviten interferencias y riesgo de accidentes de cualquier tipo.

Antes de empezar las obras el Contratista tendrá que estudiar sobre el terreno los servicios, servidumbres e instalaciones afectadas, considerando la mejor manera de ejecutar la obra sin perjudicarla. En último caso, la Dirección Facultativa indicará el procedimiento a seguir.

7. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

7.1. MONTAJE. PROTOCOLO DE PRUEBAS

Para cada equipo y aparato deberá realizarse una ficha técnica en la que sean incluidos todos los parámetros de funcionamiento del equipo o aparato, y en su caso, sus accesorios.

Se deberán indicar las magnitudes previstas en el Proyecto y al lado, las magnitudes medidas en obra. Las diferencias entre las os servirán para efectuar el ajuste y equilibrado de la instalación, particularmente de los circuitos hidráulicos.

Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el Proyecto y se comprobará el funcionamiento de sus componentes.

Será el Contratista el encargado de redactar estas fichas técnicas y entregarlas al Director de Obra, para dar su aprobación.

La prueba final será en presencia del Director de Obra y en esta prueba se comprobará toda la instalación, independientemente de las pruebas parciales que se hubieran realizado con anterioridad.

Los quemadores se ajustarán a las potencias de los generadores, verificando, al mismo tiempo los parámetros de la combustión.

Todas las redes de tuberías deberán ser sometidas a una prueba de estanquidad.

Las pruebas de estanquidad podrán realizarse sobre la totalidad de la misma o sobre una parte de ella, cuando así lo exijan las circunstancias de la obra o la extensión de la red.

Todas las partes de la red o tramo de tubería en prueba deberán ser accesibles para la observación de fugas y su reparación. No deberá estar instalado el aislamiento térmico. Esta prueba se realizará antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Para realizar las pruebas se seguirán la norma UNE-EN 14.336 para tuberías metálicas y la norma UNE-ENV 12.108 para tuberías plásticas.

El procedimiento a seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo de tuberías y con el fin de detectar los fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderán las siguientes fases:

- Preparación y limpieza de la red de tuberías

Todos los extremos de la sección de tuberías en prueba deberán sellarse herméticamente.

Antes de realizar la prueba y sellar los extremos, se deberá limpiar la red de todos los residuos procedentes del montaje. La limpieza se efectuará llenando la red de agua y vaciándola el número de veces que sea necesario. El agua podrá estar aditivada con algún producto detergente; esta práctica no está permitida cuando se trata de redes de agua para usos sanitarios. Si se utiliza algún producto detergente en redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, el agua final del circuito deberá tener un pH<7,5.

Deberá comprobarse que los equipos, aparatos y accesorios que queden incluidos en el tramo a probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales elementos deberán quedar excluidos mediante el cierre de válvulas o la sustitución por tapones.



- Prueba preliminar de estanquidad

Se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad de la red y evitar los daños que pudiera provocar la prueba de resistencia mecánica. Se utilizará generalmente agua a la presión de llenado, se comprobará que no exista aire en la instalación y tendrá la duración suficiente para verificar la estanquidad de todas las uniones. Se deberá recorrer toda la red para comprobar la presencia de fugas.

Será la Dirección Facultativa la que determine la duración de la prueba.

- Prueba de resistencia mecánica

Una vez realizada la prueba preliminar con resultado satisfactorio, se llenará la red a presión de prueba. La presión de prueba será para circuitos cerrados hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C de vez y media la presión máxima efectiva de trabajo, con un mínimo de 6 bar. Para circuitos de ACS, la presión de prueba será equivalente a dos veces la presión máxima efectiva de trabajo a temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar. Se deberá recorrer toda la red para comprobar la presencia de fugas.

Será la Dirección Facultativa la que determine la duración de la prueba, pero tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

- Reparación de fugas

La reparación de las uniones donde se han originado las fugas se hará desmontando la parte defectuosa o averiada y sustituyéndola por otra nueva. Una vez corregidas las anomalías, se volverá a repetir las pruebas desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá todas las veces que sea necesario hasta tanto la red no sea estanca.

- Terminación de la prueba

Una vez terminada la prueba con resultado satisfactorio, se reducirá la presión utilizada en la prueba, a la presión de trabajo, y el Contratista redactará una hoja con el resultado de las pruebas.

- Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado anteriormente la actuación de los aparatos de regulación automática. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no hayan tenido

lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

La estanquidad de los conductos de evacuación de humos se ensayará según las instrucciones de su fabricante.

El Contratista realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética:

Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.

Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor y frío en las condiciones de trabajo. El rendimiento el generador de calor no deberá ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.

Comprobación de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.

Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de energía de origen renovable.

Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control.

Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen.

Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el Proyecto.

Comprobación del funcionamiento y de la potencia absorbida por los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.

Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

7.2. PRUEBAS EN TUBERÍAS

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, debe efectuarse una prueba final de estanqueidad de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 6 bares, de acuerdo a UNE 100151.

Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Posteriormente se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y, finalmente, se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.

Por último, se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

Una vez que las pruebas en las tuberías hayan sido satisfactorias y se hayan comprobado hidrostáticamente los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con calderas se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Por último se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía de estas instrucciones técnicas. Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

7.3. PUESTA EN MARCHA

Para la puesta en funcionamiento de la instalación es necesaria la autorización del organismo de control autorizado u OCA, para lo que se deberá presentar ante el mismo un certificado suscrito por el director de la instalación, cuando sea preceptiva la presentación de proyecto y por un instalador, que posea carné, de la empresa que ha realizado el montaje. El certificado de la instalación tendrá, como mínimo, el contenido que se señala en el modelo que se indica en el apéndice de esta instrucción técnica. En el certificado se expresará que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado y registrado por el organismo territorial competente y que cumple con los requisitos exigidos en este reglamento y sus instrucciones técnicas. Se harán constar también los resultados de las pruebas a que hubiese lugar.



7.4. RECEPCIÓN

Transcurrido el plazo de garantía, que será de un año si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional se transformará en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía.

Si durante el período de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, éstos deberán ser subsanados gratuitamente por la empresa instaladora, salvo que se demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.

8. MANTENIMIENTO

8.1. GENERALIDADES

Uno de los factores más importantes de ahorro de energía es el mantenimiento constante a lo largo del año de todo el funcionamiento de las características técnicas de la instalación y los equipos que la forman. De aquí la necesidad de que las instalaciones sean objeto de una buena atención para obtener de ellas el mejor rendimiento energético posible, observando la seguridad y máxima eficiencia de sus prestaciones.

Una instalación bien proyectada y ejecutada sólo conseguirá los ahorros energéticos previstos a través de un correcto mantenimiento, de ahí lo importante de este punto. Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía.

Desde el momento en que se realiza la recepción provisional de la instalación, el titular de ésta debe realizar las funciones de mantenimiento, sin que éstas puedan ser sustituidas por la garantía de la empresa instaladora.

El mantenimiento será efectuado por empresas mantenedoras o por mantenedores debidamente autorizados por la correspondiente Comunidad Autónoma. El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

El mantenedor deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas. El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o mediante mecanizado, en cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación, debiendo figurar la siguiente información, como mínimo:

El titular de la instalación y la ubicación de ésta.

El titular del mantenimiento.

El número de orden de la operación en la instalación

La fecha de ejecución.

Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

La lista de materiales sustituidos o repuestos cuando se hayan efectuado operaciones de este tipo.

Las observaciones que se crean oportunas.

8.2. PLAN DE VIGILANCIA

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos.

Las instalaciones de agua caliente sanitaria se limpiarán y se desinfectarán, como mínimo, una vez al año cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

Para la realización de la limpieza y la desinfección se utilizarán sistemas de tratamiento y productos aptos para el agua de consumo humano.

En el caso de la desinfección química con cloro, el procedimiento a seguir será el siguiente:

Clorar el depósito con 20-30 mg/l de cloro residual libre, a una temperatura no superior a 30 °C y un pH de 7-8, haciendo llegar a todos los puntos terminales de la red 1-2 mg/l y mantener durante 3 ó 2 horas respectivamente.



Neutralizar la cantidad de cloro residual libre y vaciar.

Limpiar a fondo las paredes de los depósitos, eliminando incrustaciones y realizando las reparaciones necesarias y aclarando con agua limpia.

Volver a llenar con agua y restablecer las condiciones de uso normales. Si es necesaria la rechloración, ésta se realizará por medio de dosificaciones automáticas.

En el caso de la desinfección térmica, el procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Vaciar el sistema y, si fuera preciso, limpiar a fondo las paredes de los depósitos acumuladores, realizar las reparaciones necesarias y aclarar con agua limpia.

2. Llenar el depósito acumulador y elevar la temperatura del agua hasta 70 °C y mantener al menos 2 horas. Posteriormente abrir por sectores todos los grifos y duchas, durante 5 minutos, de forma secuencial. Confirmar la temperatura para que en todos los puntos terminales de la red se alcance una temperatura de 60 °C.

3. Vaciar el depósito acumulador y volver a llenarlo para su funcionamiento habitual.

8.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones y protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

8.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o bien en el mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.



Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

8.5 CONTROL DE LA INSTALACIÓN TERMINADA

En la instalación terminada, bien en su conjunto o en sus diferentes partes, deben realizarse las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el Proyecto, las exigidas por la normativa vigente y las incluidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Las pruebas se realizarán por el Contratista, para lo cual dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuarlas.

Las pruebas se realizarán en presencia del Director de Obra, quien dará conformidad al procedimiento seguido y a los resultados obtenidos.

Todos los resultados quedarán documentados por parte del Contratista y formarán parte de la documentación final de la instalación.

9. GARANTÍAS

9.1 GARANTÍAS DE CALIDAD Y CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA

Se comprobará en obra, por parte del Contratista, que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el Proyecto.

También verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales. Esta documentación comprenderá al menos:

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- Copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo a la Ley 23/2003, de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
- Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

El Contratista deberá guardar toda esta documentación, pudiendo ser reclamada por la Dirección Facultativa para su revisión, en cualquier fase de la obra.

Para aquellos equipos o materiales, que no estén obligados al marcado CE correspondiente, puede ser necesario realizar ensayos y pruebas para comprobar que se cumplen las características exigidas en el Proyecto. Será la Dirección Facultativa la que determine qué tipo de pruebas y ensayos se realizarán, y a que equipos o materiales. El Contratista será el encargado de realizar las pruebas.

En último lugar, será la Dirección Facultativa la que decida si los equipos y materiales cumplen con lo exigido en el Proyecto.

9.2. APLICACIÓN DE LA GARANTÍA

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con las condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempo de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación. Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicios de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiera incurrido el suministrador.



La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará al fabricante.



Iker Indurain Pellejero

Abril 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y
CALEFACCIÓN DE OFICINAS EN NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Iker Indurain Pellejero

Rafael Araujo Guardamino

Pamplona, 22/04/13



5. PRESUPUESTO

5.1 MEDICIONES.....3
5.2 PRESUPUESTO EJECUCIÓN.....14



5. PRESUPUESTO

5.1 MEDICIONES

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS EN OFICINAS Y VESTUARIOS DE NAVE INDUSTRIAL				CanPres	PrPres	ImpPres
Presupuesto						
Código	Nat	Ud	Resumen			
1	Capítulo		INSTALACIÓN SOLAR	1	7108,10	7108,10
1.001	Partida	UD	Colector solar	1	475	475,00
			Suministro e instalación de captadores solares planos modelo Vitosol 100 w 2,5 de VIESSMANN			
1.002	Partida	UD	Estructura para 1 captador	1	210	210,00
			Suministro e instalación de 1 estructura para 1 captador solar para la colocación sobre la cubierta			
1.003	Partida	UD	Válvula de seguridad	3	127	381,00
			Suministro y colocación de las correspondientes válvulas de seguridad del circuito			
1.004	Partida	UD	Líquido caloportador	1	105	105,00
			Suministro y colocación del líquido caloportador. 25 litros			
1.005	Partida	UD	Aerotermo	1	1880	1880,00
			Suministro e instalación de un aerotermo para líquidos con temperaturas de 80 °C			
1.006	Partida	UD	Bomba SAP 25 8 T	2	461	922,00
			Bomba de la casa SEDICAL de rotor seco.			
1.007	Partida	UD	Tubo de acero negro	35,78	30,97	1108,11
			Suministro e instalación de tubería de acero negro serie M según UNE_EN 10255			
1.008	Partida	UD	Aislamiento 40 mm	35,78	67,3	2407,99
			Aislante para tubería de acero negro. Realizada en espuma de caucho de célula cerrada. T máxima de 120 °C			
			1	1	7108,10	7108,10



2	Capítulo		PRODUCCIÓN DE CALOR	1	5669,54	5669,54
2.001	Partida	UD	Caldera SAUNIER DUVAL F80/3	1	4823,00	4823,00
			Ud. De caldera, marca SAUNIER DUVAL modelo THERMOSYSTEMS F80/3, para una potencia útil máxima de 80 kW, con quemador integrado, muy bajo nivel sonoro, con control integrado para funcionamiento con descenso de temperatura en función de temperatura exterior mediante control centralizado externo al de caldera, bomba recirculadora integrada para control de caudal de circuitos de caldera, incluido montaje, conexionado hidráulico y eléctrico, accesorios, pequeño material, medios auxiliares, mano de obra y puesta en marcha por servicio técnico oficial			
2.002	Partida	UD	Soportes antivibratorios	1	846,54	846,54
			Ud. de juego de amortiguadores de vibraciones totalmente metálico, marca Antivibratic mod. BF-900-B2, para un mínimo de 180 Kg. y un máximo de 500 Kg., y una frecuencia de resonancia de 4 a 7 Hz, totalmente colocados			
			2	1	5669,54	5669,54
3	Capítulo		ELEMENTOS SALA MÁQUINAS Y RED DE DISTRIBUCIÓN	1	17246,86	17246,86
3.001	Partida	UD	Interacumulador ACS	1	1379	1379,00
			Ud. de deposito interacumulador de agua caliente sanitaria, con serpentín en acero inoxidable para la producción de ACS, construido en acero inoxidable, marca LAPESA, modelo GX 300 R de 300 litros de capacidad, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas			
3.002	Partida	UD	Vaso Expansión GERCE 8	1	37,51	37,51
			Ud. de vaso de expansion cerrado de membrana de 8 litros de capacidad, marca ELBI, incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, y mano de obra de montaje y pruebas.			

3.003	Partida	UD	Vaso Expansión SALVADOR ESCODA 8SMF	2	53,24	106,48
			Ud. de vaso de expansion cerrado de membrana de 8 litros de capacidad, marca SALVADOR ESCODA, incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.004	Partida	UD	Vaso Expansión SEDICAL S12	1	90	90,00
			Ud. de vaso de expansion cerrado de membrana de 12 litros de capacidad, marca SEDICAL, incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.005	Partida	UD	SISTEMA DE LLENADO SEDICAL	1	764,1	764,10
			Ud. de sistema de llenado con electroválvula y llaves marca SEDICAL modelo FILLSET con contador de agua de impulsos, totalmente colocado, incluso llaves de corte y retención, filtro, manómetro, accesorios y pequeño material, y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.006	Partida	UD	Bomba SEDICAL SAM 25/2 T	1	487	487,00
			Ud. de bomba simple para calefacción y climatización de rotor seco tipo simple, con motor trifásico, marca SEDICAL mod. SAP 25/2 T, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.007	Partida	UD	Bomba SEDICAL SAP 25-8 T	2	461	922,00
			Ud. de bomba simple para acs, de rotor seco tipo SIMPLE, con motor trifásico, marca SEDICAL mod.SAP 25-8 T, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.008	Partida	ML	Tubería PB 10 UNE 53415 S10	144,08	1,4	201,71
			M.l. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diametro Nominal 7,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.			
3.009	Partida	ML	Tubería PB 15 UNE 53415 S10	52,15	1,63	85,00



			M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diametro Nominal 12,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.			
3.010	Partida	ML	Tubería PB 18 UNE 53415 S10	57,82	1,98	114,48
			M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diametro Nominal 15,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.			
3.011	Partida	ML	Tubería PB 22 UNE 53415 S10	77,68	2,76	214,40
			M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diametro Nominal 19,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.			
3.012	Partida	ML	Tubería PB 28 UNE 53415 S10	82,66	4,13	341,39
			M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diametro Nominal 25,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.			
3.013	Partida	ML	Tubería PB 35 UNE 53415 S10	1,2	5,27	6,32
			M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diametro Nominal 31,6 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.			
3.014	Partida	ML	COQ F KFLEX TUB e=25 PB10	144,08	5,48	789,56



			M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado, para tubería de PB10.			
3.015	Partida	ML	COQ F KFLEX TUB e=25 PB15	52,15	5,73	298,82
			M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado, para tubería de PB15.			
3.016	Partida	ML	COQ F KFLEX TUB e=25 PB18	57,82	5,79	334,78
			M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado, para tubería de PB18.			
3.017	Partida	ML	COQ F KFLEX TUB e=25 PB22	77,68	5,88	456,76
			M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado, para tubería de PB22.			
3.018	Partida	ML	COQ F KFLEX TUB e=25 PB28	82,66	6,94	573,66



			M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado, para tubería de PB28.			
3.019	Partida	ML	COQ F KFLEX TUB e=25 PB35	1,2	7,92	9,50
			M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado, para tubería de PB35.			
3.020	Partida	UD	SEÑALIZACIÓN CIRCUITOS Y ESQ HID	1	450	450,00
			Ud. de señalización de circuitos según lo dispuesto en la revisión vigente de norma UNE100100, totalmente terminado y revisado, incluso suministro de ficha código de colores de las diferentes conducciones y esquema de principio de la instalación correspondiente, para todas las salas de máquinas existentes.			
3.021	Partida	UD	PURGA PUNTOS ALTOS RED	2	50,64	101,28
			Ud. de purga en puntos altos de red, formado por válvula de esfera de 3/8", tubería de polibutileno PB15 de 12,4 mm, pote de recogida de aire y parte proporcional de colector de purgas y conducción a desagüe.			
3.022	Partida	UD	PUNTO DE VACIADO DE RED DE 3/4"	2	147,95	295,90
			Ud. de punto de vaciado formado por llave de esfera de 3/4" y tubería de polibutileno PB25 de 22 mm, para conducirlo a desagüe, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.023	Partida	UD	TERMOMETRO BIMETALICO ESFERA	10	30	300,00



			Ud. de termometro bimetalico de inmersion de esfera con sonda rigida, escala 0-120 grados centigrados, D-80x100 mm. incluso vaina, accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas			
3.024	Partida	UD	MANOM. 06 kg/cm2 522 MARTINMART	6	30	180,00
			Ud. de manometro en caja estanca con baño de glicerina, construido en caja de laton estampado D63, escala 06 Kg/cm2, MARTINMARTEN tipo fig. 52 incluso llave de corte			
3.025	Partida	UD	VAL SEG T/6 SV68M PNEUMATEX 1 1/2" 4 bar	1	275	275,00
			Ud. de valvula de seguridad tarada a 6 Kg/cm2 marca PNEUMATEX mod. SV 68 M 1 1/2", incluso conducción a desagüe según normativa, incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.026	Partida	UD	VAL SEG T/6 SV68M PNEUMATEX 1 1/2" 6 bar	1	275	275,00
			Ud. de valvula de seguridad tarada a 6 Kg/cm2 marca PNEUMATEX mod. SV 68 M 1 1/2", incluso conducción a desagüe según normativa, incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.027	Partida	UD	VAL ESF BRONCE 10 ATM 31,6 mm	2	27,31	54,62
			Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de laton cromoduro y asiento de teflon PN10 de 31,6 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.028	Partida	UD	VAL ESF BRONCE 10 ATM 25,4 mm	6	21,42	128,52
			Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de laton cromoduro y asiento de teflon PN10 de 25,4 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.029	Partida	UD	VAL RET DISC RK71 DN50 GESTRAD	1	114,22	114,22
			Ud. de valvula de retencion de disco con muelle, cuerpo de laton prensado y disco de acero inoxidable, marca GESTRADISCO mod. RK 71, incluso bridas planas, esparragos y tuercas, DN50 (2"), accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas.			



Iker Indurain Pellejero

Universidad Pública de Navarra

3.030	Partida	UD	VAL RET DISC RK71 DN20 GESTRAD	1	53,22	53,22
			Ud. de valvula de retencion de disco con muelle, cuerpo de laton prensado y disco de acero inoxidable, marca GESTRADISCO mod. RK 71, incluso bridas planas, esparragos y tuercas, DN20 (3/4"), accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas.			
3.031	Partida	UD	VAL MEZ TERM TA-MATIC 3400 DN50	1	115	115,00
			Ud. de valvula mezcladora termostática, cuerpo de bronce, marca TOURANDERSON mod. TA-MATIC 3400 DN50, incluso bridas planas, esparragos y tuercas, DN50 (2"), accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas			
3.032	Partida	UD	VAL MOT. 3 VIAS SQK33VBF50	1	230	230,00
			Ud. de valvula motorizada de 3 vias, cuerpo de bronce, marca SIEMENS mod. SQK33VBF50 DN50, incluso bridas planas, esparragos y tuercas, DN50 (2"), accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas			
3.033	Partida	UD	FILTRO BELGICAST PN-16 DN-50	1	89,84	89,84
			Filtro en "Y" con bridas, con cuerpo de hierro fundido GG-25, con tamiz de acero inoxidable, PN-16, DN-50 de 2", marca BELGICAST mod. BC-03-20, totalmente colocado.			
3.034	Partida	UD	INSTALACION ELECTRICA	1	5.900,00	5900,00
			Ud. de instalación eléctrica completa de sala de calderas compuesta por:- Conexionado desde los elementos de campo, sondas, válvulas, bombas, quemadores, etc. y señales de alarma y gestión, hasta el bornero del cuadro de control. Todo conectado a través de tubo de acero roscado, puntos de registro y todo lo necesario. Armario de control con elementos de potencia y maniobra para la ejecución de la regulación y el control de la planta.			
3.035	Partida	UD	REGULACION DE CAUDALES	1	450	450,00
			Ud. de regulación de caudales de circuitos hidraulicos de calefacción y ACS, a los valores de proyecto.			
3.036	Partida	UD	VAL ESF BRONCE 10 ATM 7,4 mm	60	10,4	624,00



			Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de laton cromoduro y asiento de teflon PN10 de 7,4 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.037	Partida	UD	FILT CUER LATÓN MALLA 31,6 mm	1	25,4	25,40
			Ud. de filtro J.C. con cuerpo de latón y malla de acero inoxidable de 0.25 mm. de 31,6 mm PN 16, incluso accesorios de montaje, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas.			
3.038	Partida	UD	PURGA PUNTOS ALTOS RED	1	50,64	50,64
			Ud. de purga en puntos altos de red, formado por valvula de esfera de 3/8", tubería de hierro negro de 12,4 mm, pote de recogida de aire y parte proporcional de colector de purgas y conducción a desagüe.			
3.039	Partida	UD	VAL MOT 3V 31,6 mm	2	99,98	199,96
			Ud. de valvula de tres vias motorizada con actuador DN20, incluso racores, accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.			
3.040	Partida	UD	REJ + MALLA AWG 385x330 TROX	1	75,26	75,26
			Rejilla de toma de aire exterior construida en aluminio, con malla metálica posterior, incluso marco de montaje, marca TROX mod. AWG de 385 x 330			
3.041	Partida	UD	REJ + MALLA AWG 785x495 TROX	1	46,52	46,52
			Rejilla de toma de aire exterior construida en aluminio, con malla metálica posterior, incluso marco de montaje, marca TROX mod. AWG de 785 x 495.			
				3	1	17246,86
						17246,86
4	Capítulo		CHIMENEA	1	6688,90	6688,90
4.001	Partida	UD	D.P.MASTER ø150 MOD.REC.1000 NEG.	12,5	313,78	3922,25
			Ud. de Modulo recto 1000mm, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas.			
4.002	Partida	UD	D.P.MASTER ø150 MOD.REC.500 NEG.	1	190,06	190,06

			Ud. de Modulo recto 500mm, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas			
4.003	Partida	UD	D.P.MASTER ø350 MOD.COM. NEG.	1	282,85	282,85
			Ud. de Modulo comprobador(500mm), marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø350 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas.			
4.004	Partida	UD	D.P.MASTER ø150 COD90 NEG.	5	251,92	1259,60
			Ud. de Codo 90º, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas			
4.005	Partida	UD	D.P.MASTER ø150 ABRA.FIJ.P. NEG.	2	282,85	565,70
			Ud. de Abrazadera fijación pared regulable, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas.			
4.006	Partida	UD	D.P.MASTER ø150 MOD.ALLU. NEG.	1	468,44	468,44
			Ud. de Modulo final deflector antilluvia, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas.			
				4	1	6688,90
5	Capítulo		RADIADORES	1	1510,38	1510,38
5.001	Partida	UD	RAD EUROPA 600 C / 3 elem	8	25,41	203,28
			Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo EUROPA 600 C. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos			
5.002	Partida	UD	RAD EUROPA 600 C / 4 elem	6	33,88	203,28
			Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo EUROPA 600 C. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos			



Iker Indurain Pellejero

Universidad Pública de Navarra

5.003	Partida	UD	RAD EUROPA 600 C / 5 elem	5	42,35	211,75
			Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo EUROPA 600 C. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos			
5.004	Partida	UD	RAD EUROPA 600 C / 6 elem	1	50,82	50,82
			Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo EUROPA 600 C. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos			
5.005	Partida	UD	RAD EUROPA 600 C / 9 elem	2	76,23	152,46
			Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo EUROPA 600 C. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos			
5.006	Partida	UD	RAD EUROPA 600 C / 12 elem	2	101,64	203,28
			Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo EUROPA 600 C. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos			
5.007	Partida	UD	RAD EUROPA 600 C / 13 elem	1	110,11	110,11
			Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo EUROPA 600 C. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos			
5.008	Partida	UD	RAD EUROPA 600 C / 14 elem	2	118,58	237,16
			Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo EUROPA 600 C. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos			
5.009	Partida	UD	DETENTOR 3/8" FERROLI	27	5,12	138,24
			Detentor, escuadra 3/8" marca FERROLI completamente colocado.			
				5	1	1510,38
6	Capítulo		VARIOS FIN DE OBRA	1	850,00	850,00
6.001	Partida	UD	PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS	1	850	850,00



			Ud. de puesta en marcha de instalación de calefacción y A.C.S, incluyendo: -Llenado de la instalación con fluido compatible con los materiales de la instalación y uso. -Prueba de funcionamiento de calderas. -Prueba de funcionamiento de suministro de combustible. -Prueba de funcionamiento de A.C.S. -Prueba de funcionamiento termostatos y valvulas mezcladoras. -Pruebas redes de distribución. Documentación de todas las pruebas realizadas, según RITE 2007.			
				6	1	850,00
						850,00
			PFC		1	39073,78
						39073,78

5.2 PRESUPUESTO EJECUCIÓN

TOTAL CAPITULO 01:	7.108,1 €
TOTAL CAPITULO 02:	5.669,59 €
TOTAL CAPITULO 03:	17.246,86 €
TOTAL CAPITULO 04:	6.688,90 €
TOTAL CAPÍTULO 05:	1.510,38 €
TOTAL CAPITULO 06:	<u>850 €</u>

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL: 39.073,78 €

GASTOS GENERALES

Y BENEFICIO INDUSTRIAL (15%): 5.861,07 €

44.934,85 €

I.V.A. (21 %)

9.436,32 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN: 54.371,17 €

El presupuesto total de ejecución asciende a CINCUENTA Y CUATRO MIL TRECIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON DIEZ Y SIETE CÉNTIMOS.



Iker Indurain Pellejero

Abril 2013



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y
CALEFACCIÓN DE OFICINAS EN NAVE INDUSTRIAL

DOCUMENTO 6: BIBLIOGRAFÍA

Iker Indurain Pellejero

Rafael Araujo Guardamino

Pamplona, 22/04/13



6.1. NORMATIVA

- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos (DB):
 - Documento Básico – HE1 – Limitación de demanda energética.
 - Documento Básico – HE2 – Rendimiento de las instalaciones térmicas.
 - Documento Básico – HE4 – Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
 - Documento Básico HS Salubridad en sus apartados HS3 Calidad del aire interior, HS4 Suministro de Agua.
- Reglamento de Instrucciones Técnicas de la Edificación (RITE) y sus Instrucciones Técnicas IT, destacan:
 - Real Decreto 1.027/2007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).
 - Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio. BOE: 28 de Febrero de 2008.
 - Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo. BOE: 18 de Julio de 2003.
 - IT 1.1.4.1. Exigencia de calidad térmica del ambiente.
 - IT 1.1.4.3 Exigencia de Higiene
- UNE 60601: Instalación de calderas a gas para calefacción y agua caliente sanitaria de consumo calorífico superior a 70 kW.
- UNE 53394, UNE 53399, UNE 53495, redes de tuberías.



6.2. LIBROS Y MANUALES

- MANUAL TÉCNICO POLIBUTILENO. Terrain
- INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. Marti Rosas i Casals. Editorial UOC
- MANUAL DE INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE. Franco Martín Sánchez. AMV Ediciones.
- MECÁNICA DE LOS FLUIDOS. Victor L. Streeter.
- GUÍA PRÁCTICA INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA. IDEA
- MANUAL TÉCNICO SOLUCIÓN MULTITUBO EN INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN “multitubo Systems”.



6.3. CATÁLOGOS

- Calderas Saunier Duval
- Chimeneas modulares metálicas, NEGARRA
- Catálogo SEDICAL + software cálculo
- Depósitos LACESA
- SALVADOR ESCODA
- Válvulas de seguridad PNEUMATEX
- Captadores solares VIESSMANN
- Radiadores FERROLI



Iker Indurain Pellejero

Abril 2013