



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACION DE CALEFACCION, ACS Y VENTILACION
PARA 68 VIVIENDAS.

MEMORIA

Ignacio Ibáñez Puy.

Pablo Palacios.

Pamplona, 29 de Abril de 2010.

MEMORIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCION.....	3.
1.1.	OBJETO DEL PROYECTO.....	3.
1.2.	CARACTERISTICAS GENERALES DEL EDIFICIO.....	3.
1.2.1.	Emplazamiento y descripción del solar.....	3.
1.2.2.	Descripción del edificio.....	4.
1.2.3.	Distribución del edificio.....	4.
1.2.4.	Características constructivas.....	7.
1.2.5.	Normativa.....	8.
1.3.	DESCRIPCION GENERAL DE LA INSTALACION.....	8.
2.	INSTALACION DE CALEFACCION.....	10.
2.1.	INTRODUCCION.....	10.
2.2.	CONDICIONES DE DISEÑO.....	10.
2.2.1.	Condiciones interiores	11.
2.2.2.	Condiciones exteriores.....	11.
2.3.	PROPIEDADES TERMICAS DEL EDIFICIO.....	12.
2.3.1.	Tipos de cerramientos que componen el edificio.....	12.
2.3.2.	Justificación limitación de la demanda energética.....	19.
2.3.3.	Condensaciones de los cerramientos.....	22.
2.3.4.	Calificación energética del edificio	24.
2.4.	ESTIMACION DE LA CARGA TERMICA DEL EDIFICIO...25.	
2.4.1.	Perdidas por transmisión.....	25.
2.4.2.	Perdidas por entrada de aire exterior.....	26.
2.4.3.	Perdidas por suplementos	27.
2.5.	RADIADORES.....	27.
2.5.1.	Selección de radiadores.....	27.
2.5.2.	Colocación y ubicación.....	28.
2.5.3.	Accesorios.....	28.

2.6.	PRODUCCION DE CALOR.....	28.
2.6.1.	Chimenea.....	32.
2.7.	REDES DE DISTRIBUCION.....	33.
2.8.	CONTROL INSTALACION DE CALEFACCIÓN.....	34.
2.9.	BOMBAS CALEFACCION.....	35.
3.	INSTALACION ACS – SOLAR.....	36.
3.1.	INTRODUCCION.....	36.
3.2.	INSTALACION ACS CONVENCIONAL.....	36.
3.2.1.	Temperatura de preparación.....	37.
3.2.2.	Exigencia de higiene.....	37.
3.3.	INSTALACION SOLAR.....	38.
3.3.1.	Aprovechamiento de las energías renovables.....	38.
3.3.2.	Sistema captación solar.....	39.
3.3.3.	Estudio de la instalación solar.....	40.
3.3.4.	Elementos de seguridad: Aerotermo.....	43.
3.4.	DISTRIBUCION ACS.....	43.
3.4.1.	Red distribución general.....	43.
3.4.2.	Distribución de la red de colectores solares.....	44.
3.5.	REGULACION SISTEMA ACS.....	44.
3.6.	VASO EXPANSION ACS.....	45.
3.7.	BOMBA ACS.....	45.
4.	VENTILACION.....	46.
4.1.	INTRODUCCION.....	46.
4.2.	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.....	46.
4.3.	RECUPERACION DE CALOR DEL AIRE DE EXTRACCION.....	47.
4.4.	VENTILACION SALA DE CALDERAS.....	48.
4.5.	REDES DE CONDUCTOS.....	48.

1. INTRODUCCION

1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto consiste en el diseño y cálculo de una instalación de Calefacción, ACS y Ventilación para 68 viviendas, localizado en el barrio de Nuevo Artica, en Pamplona (Navarra).

El presente documento, tiene la finalidad de realizar una descripción detallada de todos los elementos que componen la instalación, dividida en Calefacción, ACS y Ventilación, cuyo cálculo queda reflejado en el documento adjunto CALCULOS y representado en el documento PLANOS.

El objetivo del proyecto es dimensionar todos los componentes de la instalación, para conseguir un correcto funcionamiento en su conjunto, dimensionado con el fin de obtener el mayor rendimiento y eficiencia energética, cumpliendo todos los requerimientos de las normativas vigentes.

El proyecto incluye la valoración económica de toda la instalación (PRESUPUESTO), ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD y PLIEGO DE CONDICIONES.

1.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL EDIFICIO.

1.2.1. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR

El edificio está situado en la calle María Domínguez, en el barrio de Nuevo Artica, en Pamplona. Para ver la ubicación exacta véase el plano N°1 del documento PLANOS.

El edificio se ubica en la cuenca de Pamplona, a 449 m sobre el nivel del mar, con latitud 42,8° N. Sus características climáticas coinciden con las de Pamplona, dada su proximidad a esta ciudad (menos de 4 km), siendo la temperatura media anual de 12,5 °C, y la humedad relativa anual del 68%.

La superficie plana del solar es de 1800 m². El solar posee edificaciones contiguas, aunque dado que se ubica en un barrio moderno, con edificios de nueva construcción, se prevé que se realizarán más bloques de viviendas junto a él.

1.2.2. DESCRIPCION DEL EDIFICIO

Se trata de 2 edificios de viviendas de idéntica construcción con 34 viviendas en cada uno, para formar un total de 68 viviendas.

Cada edificio tiene 8 Plantas (cuatro viviendas por planta) más 1 Ático (2 viviendas por ático), además de planta Baja (Locales comerciales) y planta Cubierta (Instalación Solar). Común a los dos edificios se encuentran el Sótano -1 (sala de calderas, trasteros y garaje) y el Sótano -2 (garaje y trasteros).

La planta baja y plantas sótano no necesitan ser calefactadas, por lo que la instalaciones diseñada cubrirán la demanda de las planta elevadas. En total serán 68 viviendas, localizadas en dos edificios de 34 viviendas con producción centralizada.

1.2.3. DISTRIBUCION DEL EDIFICIO

Altura del edificio = 31 m.

Altura entre plantas = 3 m.

La distribución de las plantas del edificio y las superficies de cada uno de los locales es la siguiente:

SOTANO -2:

- Trasteros y Garajes.

SOTANO -1:

- Sala de Calderas (56,6 m²), Trasteros y Garajes.

PLANTA BAJA:

- Zaguán (42 m²);

- Sala contadores eléctricos (3,75 m²);
- Sala contadores fontanería (4 m²);
- Cuarto de bicis (6 m²).

TOTAL P. BAJA = 55,75 m².

VIVIENDA PLANTA TIPO 1 Y 2:

- Cocina (10 m²);
- Dormitorio 1 (10,5 m²);
- Dormitorio 2 (14 m²);
- Dormitorio 3 (10,5 m²);
- Salón (28 m²),
- Distribuidor (5 m²);
- Baño 1 (4,5 m²);
- Baño 2 (4,5 m²);

TOTAL PLANTA TIPO 1 Y 2 = 87 m².

VIVIENDA PLANTA TIPO 3 Y 4:

- Cocina (11 m²);
- Dormitorio 1 (12,25 m²);
- Dormitorio 2 (14 m²);
- Dormitorio 3 (9 m²);
- Salón (26,25 m²),
- Distribuidor (3 m²);

- Baño 1 (4,5 m²);

- Baño 2 (4,5 m²);

TOTAL PLANTA TIPO 3 Y 4 = 84,5 m².

VIVIENDA ATICO 1:

- Cocina (14 m²);

- Dormitorio 1 (14 m²);

- Dormitorio 2 (10 m²);

- Dormitorio 3 (10 m²);

- Dormitorio 4 (12 m²);

- Salón (27,5 m²),

- Distribuidor (9 m²);

- Baño 1 (5 m²);

- Baño 2 (5 m²);

- Terraza (109,5 m²)

TOTAL VIVIENDA ATICO 1 = 216 m².

VIVIENDA ATICO 2:

- Cocina / Salón (28 m²);

- Dormitorio 1 (10 m²);

- Dormitorio 2 (15,75 m²);

- Distribuidor (3 m²);

- Baño (6 m²);

- Terraza (72,5 m²)

TOTAL VIVIENDA ATICO 2 = 135,25 m².

1.2.4. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

El proyecto de instalación que vamos a realizar, parte de la obtención de los planos de arquitectura del edificio, así como del listado de materiales que componen los cerramientos. Estos datos forman la envolvente del edificio a climatizar, y son el punto de partida para los cálculos.

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.

1.2.5. NORMATIVA

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

CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION:

Destacan:

- Documento Básico HE Ahorro de Energía en sus apartados HE1 Limitación de Demanda Energética, HE2 Rendimiento de las Instalaciones Térmicas y 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 INSTALACIONES TERMICAS EN EDIFICIOS (RITE) Y SUS INSTRUCCIONES TECNICAS COMPLEMENTARIAS:

Destacan:

- Real Decreto 1.027/2.007 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, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 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. B.O.E.: 18 de julio de 2003.

NORMAS UNE CORRESPONDIENTES:

Destacan:

- Norma UNE EN 442 para el cálculo de los emisores con $\Delta T50^\circ$.
- Norma UNE EN 60 601. Reglamento Sala de Calderas.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El Sistema de calefacción y producción de A.C.S. adoptado es el centralizado, con producción de calor por medio de dos calderas, que utilizan como combustible Gas Natural, canalizado desde la red general de abastecimiento de gas en la urbanización.

El Sistema de calefacción utiliza como fluido caloportador el agua caliente a una temperatura máxima de 80 °C, distribuida desde la sala de calderas a través de circuitos independientes por zonas, impulsada por bombas de circulación en línea independientes.

De la sala de calderas se hace llegar el agua caliente a los colectores de distribución (ida y retorno), situados en la propia sala. De éstos colectores partirán 2 circuitos de calefacción (torre 1, torre 2) y 1 circuito para intercambio de ACS, todos ellos independientes, posibilitando el dejar sin servicio cualquier zona, si fuera necesario.

Para la distribución de calefacción se adopta una red de distribución bitubular en acero negro, que discurrirá calorifugada hasta la derivación en las viviendas.

Para el servicio de A. C. S., se adopta un sistema de preparación por medio de un intercambiador de placas, y depósito acumulador de 4.000 litros. Del depósito acumulador partirá un circuito de distribución del A.C.S. a los diferentes puntos de consumo de las viviendas.

Se proyecta una instalación de captadores solares térmicos en la cubierta del edificio, como sistema de apoyo a la producción de A.C.S., con dos depósitos de acumulación de agua de 3.000 litros cada uno.

Por último, se ha diseñado sistema de ventilación en las viviendas, con extracción en cubierta, para cumplimiento de la norma DB-HS3, Calidad del Aire Interior.

Ahora que hemos realizado una pequeña descripción general de la instalación, vamos a proceder a explicar detalladamente cada uno de sus componentes.

2. INSTALACION DE CALEFACCION

2.1. INTRODUCCION

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 tres subsistemas:

GENERACION

DISTRIBUCION

EMISION 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 transmite al exterior y el resto llegará al subsistema de emisión, donde los emisores se encargan de calentar el local.

2.2. CONDICIONES DE DISEÑO

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

2.2.1. 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 estos factores, deberán ser controlados por la instalación de calefacción, tenemos que considerar 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 y que se corresponden con las habitaciones, salones, baños, aseos, pasillos, distribuidores y las zonas comunes de circulación en el interior de los edificios. Se proyecta una instalación centralizada que permite la utilización a voluntad en función de los tiempos de utilización de cada una de las viviendas.

La temperatura interior media de cálculo se adopta 21 °C, según UNE-EN ISO 7730, que se corresponde con el programa de necesidades fijadas para los locales de vivienda y que está comprendida entre los límites establecidos en la I.T. 1.1.4.1.2 sobre Exigencias de Ahorro de Energía. La instalación cuenta con elementos de regulación y control que permiten que se mantenga esta temperatura. Los locales como garajes, trasteros o zonas comunes de ambos se considerarán espacios no habitables y no se deben calefactar, considerando su temperatura de 8°C.

2.2.2. 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 temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura de media del mes de enero. Para nuestro proyecto estos valores son:

Temperatura exterior: -5 °C.

Humedad exterior: 80 %

2.3. PROPIEDADES TERMICAS DEL EDIFICIO

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 temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura de media del mes de enero. Para nuestro proyecto estos valores son:

2.3.1. 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. En el documento CALCULOS viene desarrollado el proceso de cálculo de la transmitancia térmica de todos los elementos.

Mostramos a continuación los principales elementos constructivos que componen el edificio, y su transmitancia térmica (U), obtenidos del programa de cálculo informático CYPE Instalaciones:

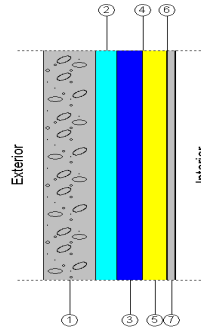
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

CERRAMIENTOS

Fachada Caravista M1		Superficie total 948.97 m ²
	<p>Listado de capas:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm 11.5 cm 2 - Mortero hidrófugo 1.5 cm 3 - Cámara de aire 3 cm 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] 4 cm 5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4.6 cm 6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm <p>Espesor total: 26.1 cm</p>	
<p>Limitación de demanda energética $U_m: 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>		

FACHADA PREFABRICADO M2

Superficie total 622.41 m²



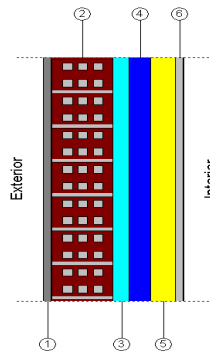
Listado de capas:

1 - Hormigón armado d > 2500	10 cm
2 - Cámara de aire	4 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	4.9 cm
4 - Aluminio	0.1 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
6 - Aluminio	0.1 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	25.2 cm

Limitación de demanda energética U_m: 0.30 W/m²K

Fachada Monocapa (Atico) M6

Superficie total 75.98 m²



Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	1.5 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	11.5 cm
3 - Cámara de aire	3 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	4 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	26.1 cm

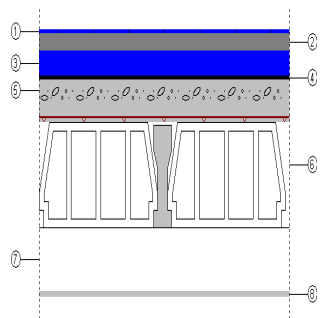
Limitación de demanda energética U_m: 0.31 W/m²K

AZOTEAS

Terraza Transitable Ático

Superficie total 176.38 m²

Falso techo suspendido (yeso) de 15 mm de espesor con cámara de aire de 15 cm de altura. Cubierta plana transitable.



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	1 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	6 cm
4 - Betún fieltro o lámina	1 cm
5 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5 cm
6 - Forjado unidireccional (Elemento resistente)	30 cm
7 - Cámara de aire sin ventilar	15 cm
8 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	63.5 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.38 W/m²K

U_c calefacción: 0.39 W/m²K

Protección frente al ruido

Peso superficial: 5.31 kN / m²

Aislamiento acústico: 58.3 dB(A)

Nivel de ruido de impacto: 76.7 dB(A)

Cubierta Superficie total 192.11 m²

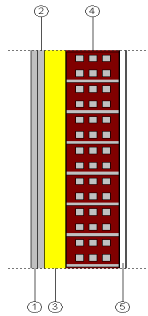
Falso techo suspendido (yeso) de 15 mm de espesor con cámara de aire de 15 cm de altura. Cubierta plana no transitable.

	Listado de capas:	
	1 - Arena y grava [1700 < d < 2200]	5 cm
	2 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	7 cm
	3 - Betún fieltro o lámina	1 cm
	4 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5 cm
	5 - Forjado unidireccional (Elemento resistente)	30 cm
	6 - Cámara de aire sin ventilar	15 cm
7 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1.5 cm	
Espesor total:		64.5 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.35 W/m²K
 U_c calefacción: 0.36 W/m²K
 Protección frente al ruido Peso superficial: 5.30 kN / m²
 Aislamiento acústico: 58.2 dB(A)

PARTICIONES VERTICALES

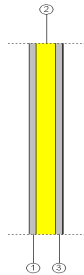
Tabique vivienda-descansillo Superficie total 732.29 m²



Listado de capas:		
1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm	
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm	
3 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm	
4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	11.5 cm	
5 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5 cm	
Espesor total:		20.6 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.51 W/m²K

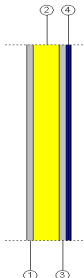
Tabiquería T1 Superficie total 1815.52 m²



Listado de capas:		
1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm	
2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm	
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm	
Espesor total:		7.6 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.59 W/m²K

Tabiquería T2 Superficie total 1020.08 m²



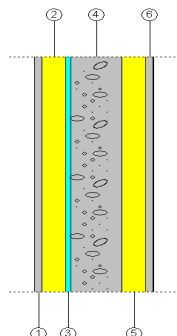
Listado de capas:		
1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm	
2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	6 cm	
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm	
4 - Plaqueta o baldosa cerámica	1 cm	
Espesor total:		10 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.47 W/m²K

Tabique vivienda-vivienda

Superficie total 364.03 m²

Partición de una hoja de ladrillo cerámico perforado de 11.5 cm, con revestimiento de yeso de 1.5 cm en cada cara.



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
3 - Cámara de aire	1 cm
4 - BH convencional espesor 100 mm	10 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm

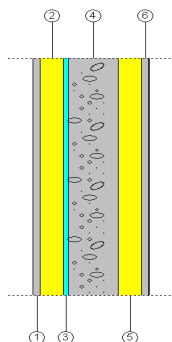
Espesor total: 23.2 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.31 W/m²K

Tabique ascensor

Superficie total 102.83 m²

Partición de una hoja de ladrillo cerámico perforado de 11.5 cm, con revestimiento de yeso de 1.5 cm en cada cara.



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
3 - Cámara de aire	1 cm
4 - BH convencional espesor 100 mm	10 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm

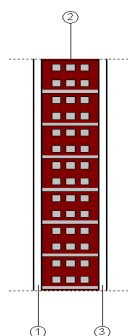
Espesor total: 23.2 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.31 W/m²K

Tabique escaleras

Superficie total 51.65 m²

Partición de una hoja de ladrillo cerámico perforado de 11.5 cm, con revestimiento de yeso de 1.5 cm en cada cara.



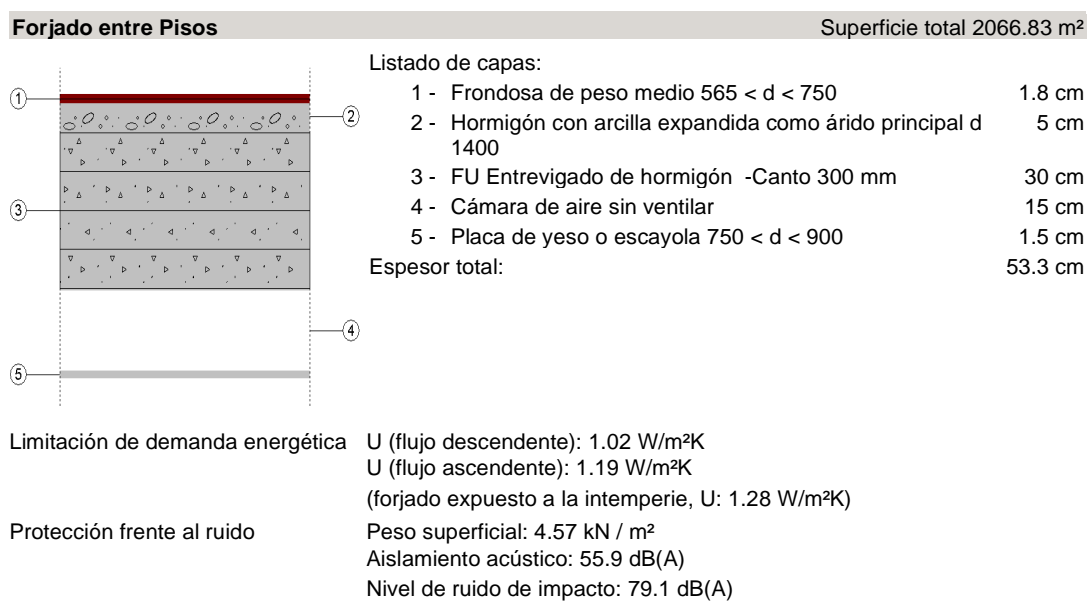
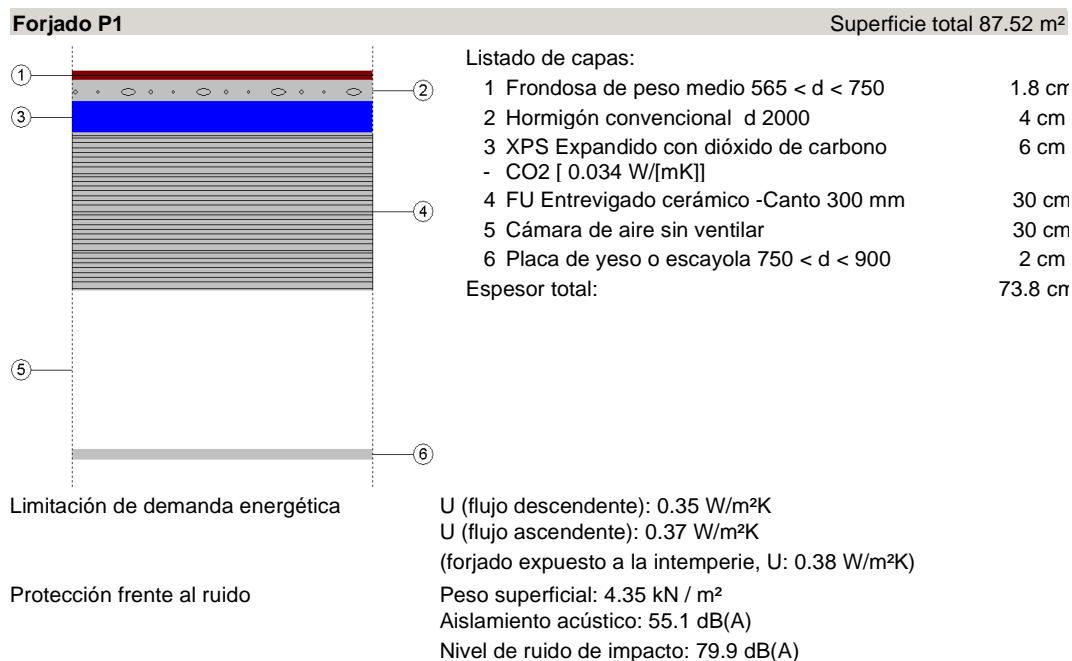
Listado de capas:

1 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	11.5 cm
3 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5 cm

Espesor total: 14.5 cm

Limitación de demanda energética U_m : 1.94 W/m²K

FORJADO ENTRE PISOS



HUECOS VERTICALES. VENTANAS

Ventanas									
Tipo	Acrilamiento	MM	UMar co	Vidrio (%)	Pa	CM	UHue co	FS	FH
Tipo 1 (x66)	Acrilamiento doble con cámara de aire (6/12/8 mm) (x66)	PVC, con dos huecos	2.20	92	Clase 2	Intermedio (0.60)	2.75	1.00	0.67
Tipo 1 (x49)	Acrilamiento doble con cámara de aire (6/12/8 mm) (x49)	PVC, con dos huecos	2.20	92	Clase 2	Intermedio (0.60)	2.75	0.81	0.54
Tipo 1 (x9)	Acrilamiento doble con cámara de aire (6/12/8 mm) (x9)	PVC, con dos huecos	2.20	93	Clase 2	Intermedio (0.60)	2.76	0.81	0.54
Tipo 1 (x27)	Acrilamiento doble con cámara de aire (6/12/8 mm) (x27)	PVC, con dos huecos	2.20	95	Clase 2	Intermedio (0.60)	2.77	1.00	0.69
Tipo 1 (x9)	Acrilamiento doble con cámara de aire (6/12/8 mm) (x9)	PVC, con dos huecos	2.20	95	Clase 2	Intermedio (0.60)	2.77	0.86	0.59
Tipo 1 (x8)	Acrilamiento doble con cámara de aire (6/12/8 mm) (x8)	PVC, con dos huecos	2.20	93	Clase 2	Intermedio (0.60)	2.76	0.81	0.55
Tipo 1 (x8)	Acrilamiento doble con cámara de aire (6/12/8 mm) (x8)	PVC, con dos huecos	2.20	91	Clase 2	Intermedio (0.60)	2.75	0.74	0.49
Tipo 1 (x3)	Acrilamiento doble con cámara de aire (6/12/8 mm) (x3)	PVC, con dos huecos	2.20	93	Clase 2	Intermedio (0.60)	2.76	1.00	0.67
Abreviaturas utilizadas									
MM	Material del marco		UHue co	Coeficiente de transmisión (W/m ² K)					
UMar	Coeficiente de transmisión (W/m ² K)		FS	Factor de sombra					
Pa	Permeabilidad al aire de la carpintería		FH	Factor solar modificado					

PUENTES TÉRMICOS

Puentes térmicos lineales		
Nombre	Ψ	FRsi
Fachada en esquina vertical saliente	0.08	0.84
Fachada en esquina vertical entrante	0.08	0.91
Forjado en esquina horizontal saliente	0.39	0.72
Unión de solera con pared exterior	0.14	0.75
Forjado entre pisos	0.41	0.76
Ventana en fachada	0.20	0.76
Abreviaturas utilizadas		
Ψ	Transmitancia lineal (W/mK)	FRsi
		Factor de temperatura de la superficie interior

MATERIALES

Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	11.5	102	0.567	0.203	100	10
1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	11.5	900	0.512	0.225	100	10
Aluminio	0.1	270	230	4.35e-	880	100000
Arena y grava [1700 < d < 2200]	5	145	2	0.025	105	50
Betún fieltro o lámina	1	110	0.23	0.0435	100	50000
BH convencional espesor 100 mm	10	121	0.632	0.158	100	10
Cámara de aire	1	100	0.117	0.0851	100	1
Cámara de aire	3	100	0.117	0.255	100	1
Cámara de aire	4	100	0.117	0.341	100	1
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5	115	0.57	0.0263	100	6
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2	115	0.57	0.0351	100	6
Froncosa de peso medio 565 < d < 750	1.8	660	0.18	0.1	160	50
FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30	111	0.846	0.355	100	10
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30	124	1.42	0.211	100	80
Hormigón armado d > 2500	10	260	2.5	0.04	100	80
Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5	140	0.55	0.0909	100	6
Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	7	140	0.55	0.127	100	6
Hormigón convencional d 2000	4	200	1.32	0.0303	100	120
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	1.5	1350	0.7	0.0214	1000	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4	1350	0.7	0.0571	1000	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1.5	1900	1.3	0.0115	1000	10
Mortero hidrófugo	1.5	190	1.3	0.0115	100	110
MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6	40	0.034	1.32	100	50
MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	6	40	0.034	1.72	100	50

Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	825	0.25	0.06	100	4
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1.5	825	0.25	0.06	100	4
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2	825	0.25	0.08	100	4
Plaqueta o baldosa cerámica	1	200	1	0.01	800	30
Plaqueta o baldosa cerámica	2.5	200	1	0.025	800	30
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4	37.5	0.034	1.18	100	100
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4.9	37.5	0.034	1.44	100	100
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	6	37.5	0.034	1.76	100	100
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	7	37.5	0.034	2.06	100	100

Abreviaturas utilizadas

e	Espesor (cm)	RT	Resistencia térmica (m ² K/W)
ρ	Densidad (kg/m ³)	Cp	Calor específico (J/kgK)
λ	Conductividad (W/mK)	μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor de

2.3.2. JUSTIFICACION DE LA LIMITACION DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Dado que se trata de un edificio de viviendas de nueva construcción será necesaria la justificación de la demanda energética según el CTE- DB-HE1, cuya hoja justificativa mostramos a continuación:

Fichas justificativas de la opción simplificada

Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
-----------------------	-----------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------

Muros (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m²)	U (W/m²K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Fachada Caravista M1	187.38	0.31	58.25	$\Sigma A = 1225.15 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 434.75 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.67)	6.92	0.34	2.38	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.69)	6.10	0.35	2.16	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.60)	8.36	0.31	2.57	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.62)	105.65	0.32	33.60	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.77)	3.97	0.39	1.57	
	FACHADA PREFABRICADO M2	481.23	0.30	142.78	
	Tabiquería T2	175.03	0.47	82.95	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.61)	9.80	0.31	3.07	
	Tabiquería T1	129.84	0.59	76.44	
	Tabique ascensor (b = 0.60)	4.82	0.18	0.89	
	Tabique ascensor (b = 0.62)	28.90	0.19	5.50	
	Tabique ascensor (b = 0.68)	9.81	0.21	2.05	
	Fachada Monocapa (Atico) M6	47.80	0.31	14.81	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.63)	15.15	0.32	4.90	
Tabique ascensor (b = 0.63)	4.40	0.19	0.85		
E					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
O					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
S					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
SE	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.76)	19.87	0.39	7.74	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.85)	4.98	0.44	2.17	
	Fachada Caravista M1	431.19	0.31	134.05	
	Tabiquería T1	163.85	0.59	96.46	

	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.61)	5.05	0.31	1.58	$\Sigma A = 717.67 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 272.72 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabiquería T2	6.90	0.47	3.27	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.60)	5.02	0.31	1.55	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.62)	65.47	0.32	20.82	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.68)	5.02	0.35	1.75	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.63)	10.32	0.32	3.33	
SO	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.76)	10.36	0.39	4.04	$\Sigma A = 581.76 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 205.95 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.69)	6.45	0.35	2.28	
	Fachada Caravista M1	179.74	0.31	55.88	
	FACHADA PREFABRICADO M2	134.75	0.30	39.98	
	Tabiquería T1	76.63	0.59	45.11	
	Tabique ascensor (b = 0.61)	4.84	0.19	0.91	
	Tabiquería T2	61.90	0.47	29.34	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.60)	4.55	0.31	1.40	
	Tabique ascensor (b = 0.62)	33.91	0.19	6.45	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.62)	27.33	0.32	8.69	
	Tabique ascensor (b = 0.68)	4.55	0.21	0.95	
	Fachada Monocapa (Atico) M6	27.40	0.31	8.49	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.63)	4.86	0.32	1.57	
	Tabique ascensor (b = 0.63)	4.48	0.19	0.86	
C-TE R					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Suelos (U_{Sm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado Planta Baja - S.MC (B' = 10.5 m)	38.58	0.34	13.18	$\Sigma A = 365.25 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 133.92 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.37 \text{ W/m}^2\text{K}$
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.76)	59.90	0.28	16.80	
Forjado P1 - S.WD (Voladizo)	171.43	0.42	71.74	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.76)	55.30	0.29	15.95	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.69)	1.91	0.25	0.49	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.60)	2.92	0.22	0.65	
Forjado P1 - S.MC (Voladizo)	14.92	0.43	6.45	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.85)	4.40	0.32	1.42	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.69)	1.41	0.26	0.37	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.60)	0.73	0.23	0.17	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.77)	3.49	0.28	0.99	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.62)	1.36	0.23	0.31	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.67)	4.01	0.25	0.99	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.62)	2.25	0.24	0.53	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.85)	0.42	0.31	0.13	
Forjado entre Pisos - S.WD	2.08	1.66	3.46	

Forjado entre Pisos - S.MC	0.16	1.90	0.30
----------------------------	------	------	------

Cubiertas y lucernarios (U_{Cm}, F_{Lm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.60)	2.29	0.23	0.52	$\Sigma A = 378.36 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 143.49 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.38 \text{ W/m}^2\text{K}$
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.61)	1.13	0.23	0.26	
T.C30.PES - Forjado P1	0.89	0.38	0.34	
T.C15.PES - Terraza Transitable Ático	176.38	0.39	68.98	
T.C15.PES - Forjado entre Pisos	2.85	1.35	3.84	
M15 - Terraza Transitable Ático	2.71	0.43	1.16	
T.C15.PES - Cubierta	192.11	0.36	68.39	

Tipos	A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados
				$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Huecos (U_{Hm}, F_{Hm})					
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	185.82	1.76	327.04	$\Sigma A = 228.32 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 401.41 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.76 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	42.50	1.75	74.37	

Tipos	A (m ²)	U	F	A · U	A · F (m ²)	Resultados
E						$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/> $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>
O						$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/> $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>
S						$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/> $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/> $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>
SE	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	58.28	1.76	0.49	102.57	$\Sigma A = 68.16 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 119.95 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 32.90 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.76 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.48$
	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	9.88	1.76	0.44	17.39	

SO	Acrisolamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	65.63	1.76	0.49	115.51	32.16	$\Sigma A = 99.58 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 174.92 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 50.15 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.76 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.50$
	Acrisolamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	33.95	1.75	0.53	59.41	17.99	

Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
-----------------------	-----------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U _{máx} (proyecto)(1)	U _{máx} (2)
Muros de fachada	0.31 W/m ² K	≤ 0.86 W/m ² K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.82 W/m ² K	≤ 0.86 W/m ² K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.59 W/m ² K	≤ 0.86 W/m ² K
Suelos	0.43 W/m ² K	≤ 0.64 W/m ² K
Cubiertas	0.43 W/m ² K	≤ 0.49 W/m ² K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	1.76 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K
Medianerías		≤ 1.00 W/m ² K

Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾		≤ 1.20 W/m ² K
--	--	---------------------------

Muros de fachada		Huecos				
	U _{Mm} (4)	U _{Mlim} (5)	U _{Hm} (4)	U _{Hlim} (5)	F _{Hm} (4)	F _{Hlim} (5)
N	0.35 W/m ² K	≤ 0.66 W/m ² K	1.76 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K		
E		≤ 0.66 W/m ² K		≤ 3.50 W/m ² K		
O		≤ 0.66 W/m ² K		≤ 3.50 W/m ² K		
S		≤ 0.66 W/m ² K		≤ 3.50 W/m ² K		
SE	0.38 W/m ² K	≤ 0.66 W/m ² K	1.76 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K		
SO	0.35 W/m ² K	≤ 0.66 W/m ² K	1.76 W/m ² K	≤ 3.50 W/m ² K		

Cerr. contacto terreno		Suelos		Cubiertas y lucernarios		Lucernarios	
U _{Tm} (4)	U _{Mlim} (5)	U _{Sm} (4)	U _{Slim} (5)	U _{Cm} (4)	U _{Clim} (5)	F _{Lm} (4)	F _{Llim} (5)
	≤ 0.66 W/m ² K	0.37 W/m ² K	≤ 0.49 W/m ² K	0.38 W/m ² K	≤ 0.38 W/m ² K		≤ 0.36

(1) U_{máx}(proyecto) corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en el proyecto.

(2) U_{máx} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

(3) En edificios de viviendas, U_{máx}(proyecto) de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

2.3.3. CONDENSACIONES DE LOS CERRAMIENTOS

El aire atmosférico está formado por un 21% de oxígeno, un 78% de nitrógeno, y el 1% restante es CO, CO₂, argón,... En este aire hay disuelta una pequeña cantidad de vapor de agua que varía según las condiciones climatológicas. A una temperatura dada del aire, el máximo nivel de vapor que éste puede contener viene determinado por la presión de

saturación, que depende de la temperatura, y a partir de la cual el vapor del aire se condensa.

La presión de saturación será más elevada a medida que la temperatura del 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 ser 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.

Ya que es un aspecto muy importante en el Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE1), del CTE, en el documento adjunto CALCULOS se puede ver todo el proceso de cálculo de condensaciones detallado paso a paso. Se comprueba que los cerramientos que componen el edificio cumplen con lo dispuesto en el CTE.

Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos									
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales						
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$P_n \leq$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	
Fachada Caravista M1	f_{Rsi}	0.92	P_n	750.08	859.92	861.92	1128.21	1281.33	1285.32
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$	920.17	923.73	1005.57	1470.76	2207.75	2247.86
FACHADA PREFABRICADO M2	f_{Rsi}	0.93	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Forjado P1 - S.WD (Voladizo)	f_{Rsi}	0.90	P_n	798.38	1048.09	1247.87	1285.32		
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$	1000.43	2076.82	2101.87	2186.40		
Forjado P1 - S.MC (Voladizo)	f_{Rsi}	0.90	P_n	799.67	1051.96	1253.79	1285.32		
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$	1005.81	2133.32	2159.77	2181.81		
T.C15.PES - Terraza Transitable Ático	f_{Rsi}	0.90	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
M15 - Terraza Transitable Ático	f_{Rsi}	0.89	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Fachada Monocapa (Atico) M6	f_{Rsi}	0.92	P_n	685.45	776.95	779.33	1097.57	1280.55	1285.32
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$	859.47	926.51	1008.31	1472.91	2208.14	2248.13
T.C15.PES - Cubierta	f_{Rsi}	0.91	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico en esquina saliente de cerramiento	f_{Rsi}	0.84	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico en esquina entrante de cerramiento	f_{Rsi}	0.91	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y cubierta	f_{Rsi}	0.72	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y solera	f_{Rsi}	0.75	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y forjado	f_{Rsi}	0.76	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y voladizo	f_{Rsi}	0.65	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						

2.3.4. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Utilizando el programa de cálculo informático CALENER VYP (Calificación energética de edificios), obtenemos el certificado de calificación energética para nuestro edificio objeto.

A continuación se presentan los resultados del cálculo de la calificación energética, realizados con el método simplificado.



Resultados:

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto	Edificio Referencia
Demanda calefacción kWh/m ²	D 61,4	D 78,7
Demanda refrigeración kWh/m ²	-	-
Emisiones CO ₂ calefacción kgCO ₂ /m ²	C 13,3	D 25,2
Emisiones CO ₂ refrigeración kgCO ₂ /m ²	-	-
Emisiones CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	A 1,7	D 3,7

En el, ANEXO I. CALIFICACION ENERGETICA DEL EDIFICIO, al final del documento CALCULOS, se desarrollan todos los cálculos realizados para la obtención de dicha calificación energética.

A través de un complejo proceso de cálculo con el programa CALENER, obtenemos que nuestro edificio se cataloga de clase B, con emisiones de 15 KgCO₂/m², muy inferiores al valor de referencia que nos marca el programa de 28,9 KgCO₂/m².

2.4. ESTIMACION DE LA CARGA TÉRMICA DEL EDIFICIO

Para el cálculo de la demanda energética de los diferentes locales a calefactar, se ha utilizado el programa CYPE instalaciones. El programa CYPE Instalaciones basa sus cálculos en los procedimientos teóricos explicados a continuación y aplicados según una base de datos correspondiente a lo requerido por el CTE. En el documento CÁLCULOS se encuentran detallados todos los cálculos y valores de cargas térmicas del edificio.

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. Las pérdidas pueden ser:

- Pérdidas por transmisión.
- Pérdidas por entrada de aire exterior.
- Pérdidas por suplementos.

2.4.1. PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

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

Las pérdidas por transmisión se producen cuando existe una diferencia de temperaturas entre dos locales separados por un mismo cerramiento, o bien con el exterior. Estas 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 de menor temperatura, ya que se tiende al equilibrado 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,...)

La transmisión de calor depende 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 / m² 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 °C.

t_e = Temperatura exterior, en °C.

2.4.2. PERDIDAS POR ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

Las pérdidas por infiltración de aire desde el exterior son debidas a la falta de estabilidad en los cerramientos, infiltraciones por los huecos y sistemas de ventilación. Se debe determinar la carga térmica necesaria para calentar ese aire exterior hasta que alcance la temperatura del habitáculo. 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:

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

Donde:

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

V = Volumen del habitáculo, en m³. Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

C_e = Calor específico del aire, 0.24 K_{cal} / K_g °C ≈ 1 KJ / kg °C.

p_e = Peso específico de aire seco, 1.24 K_g / m³.

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 °C.

2.4.3. PERDIDAS 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 la orientación de la fachada del edificio (Norte, sur, este, oeste), cambian los niveles de radiación solar, por lo que se deberá considerar a la hora de realizar los cálculos.

- 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, como en las horas de sueño, por ejemplo.

Las pérdidas por transmisión, infiltración y suplementos, son tomadas en cuenta por el programa CYPE a la hora de realizar los cálculos. En el documento CALCULOS se reflejan las pérdidas de carga de todos locales y viviendas del edificio.

Se obtienen unos valores medios de 6600 Kcal /h por vivienda, unos 7,5 KW. Para ver las pérdidas exactas de cada vivienda acudir al documento CALCULOS.

2.5. RADIADORES

Una vez conocidas las pérdidas térmicas en cada uno de los locales que componen la vivienda, se puede determinar el número de elementos necesario para equilibrarlas y alcanzar un ambiente óptimo en la estancia.

2.5.1. SELECCIÓN DE RADIADORES

Se ha optado por radiadores marca ROCA constituidos por paneles dobles de acero, modelo PCCP, para todos los recintos a calefactar. Como elemento de apoyo en el salón, se instalará un segundo radiador simple mod. PC, en apoyo del PCCP existente.

Los paneles son emisores de calor para instalaciones de calefacción por agua. Su reducido espesor los define como una auténtica lámina de agua caliente radiante.

Se planteó instalar radiadores de aluminio por elementos, dado que resultan algo más económicos que los paneles dobles de acero, pero dado que la experiencia ha demostrado que los radiadores de elementos suelen acabar dando problemas con el tiempo, me he decantado por la opción de instalar los radiadores dobles PCCP de chapa de acero.

En el segundo aseo de cada vivienda, se instalarán radiadores especiales para baño modelo HO45, marca ROCA, elegidos por su gran utilidad y funcionalidad, además de conseguir un toque sofisticado y de armonía en la vivienda.

2.5.2. COLOCACION Y UBICACION

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 50°C, según EN 442. El cálculo del salto térmico se encuentra en el documento CALCULOS

2.5.3. ACCESORIOS

Los emisores estarán dotados individualmente de válvula termostática y purgador manual de pitón de 1/8". Los radiadores se colocarán, como mínimo a 4 cm. de la pared y 10 cm. del suelo, completamente exentos de obstáculos. Los radiadores de tipo panel se podrán colocar a 2,5 cm de la pared y se sujetarán a la pared con soportes adecuados.

2.6. PRODUCCION DE CALOR

Una vez seleccionados los elementos terminales de la instalación, debemos seleccionar la caldera que produzca la energía calorífica demandada.

En el documento CALCULOS, se desarrolla el cálculo de la demanda de energía total de la instalación. Necesitaremos de una caldera de 607,4 KW de potencia para abastecer toda la instalación que cumpla con los requisitos de la norma DB-HE2, Rendimiento de Instalaciones Térmicas, del CTE. Llegados a este punto, surge el dilema de seleccionar el tipo de combustible más adecuado para la caldera de nuestra instalación.

Vamos a desarrollar un estudio comparativo entre tres fuentes de energía: GASOIL, GAS NATURAL y BIOMASA.

CONBUSTIBLE	GASOIL		GAS NATURAL		BIOMASA
	Convencional	Caldera BT	Convencional	Condensación	
TIPO DE CALDERA					
PODER CALORIFICO (Kcal/kg)	10250	10250			
PODER CALORIFICO (Kcal/m3)			9000	9000	
PODER CALORIFICO (KWh/kg)	11,90	11,90			4,7
DENSIDAD (Kg/l)	0,85	0,85			
PRECIO (€/l)	0,65	0,65			
PRECIO (€/Kg)					0,18
COSTE (€/KWh)	0,07	0,07	0,044	0,044	0,0383
RENDIMIENTO DE LA CALDERA	80,00%	90,00%	80,00%	105,00%	90,00%
CONSUMO EDIFICIO (KWh/año)	1.118.790,80	1.118.790,80	1.118.790,80	1.118.790,80	1.118.790,80
COSTE ANUAL (€)	88304,56	80945,85	59072,15	46765,46	47134,66
AHORRO ANUAL RESPECTO A CALDERA DE GASOIL (€)		7358,71	29232,41	41539,10	41169,90

Ante los datos obtenidos, descartamos la opción de instalar una caldera de Gasoil por el elevado coste que requiere, además de las molestias que supone el tener que disponer de un depósito de gasoil para almacenar el combustible, así como los trabajos de llenado del depósito cada cierto periodo de tiempo.

La opción más adecuada, quedaría entre Gas Natural o Biomasa. La biomasa cuenta con la ventaja de ser un combustible orgánico, cuyos principios se basan en un ciclo de contaminación cero. Además contando con las subvenciones económicas que actualmente proporciona el estado para fomentar este tipo de instalaciones.

Sin embargo, las calderas de biomasa requieren un elevado coste en el mantenimiento de la instalación, (limpieza, cenizas,..) además de que exigen un mayor espacio y necesitan de un silo adecuado junto a la sala de calderas donde almacenar los pellets, que en nuestro caso, no está previsto en la sala de calderas.

Además, los sistemas de biomasa funcionan a con buenos rendimientos en instalaciones de media y baja potencia, trabajando a baja temperatura, que en nuestro caso, con 607,4 Kw de potencia, para un sistema que va a trabajar a alta temperatura, el suministro de energía con biomasa podría ser algo inestable.

Instalar Gas Natural, parece la opción más correcta, por la comodidad que supone tener canalización de suministro a pie de parcela y ser un combustible potente con rendimientos en equipos de condensación de más de un 100%. Este dato del rendimiento puede llegar a ser engañoso. El rendimiento superior al 100 % de las calderas de condensación de gas viene dado porque los cálculos de rendimiento se hacen en función del PCI del combustible. Basándose en ese dato, las calderas pueden tener un rendimiento hasta del 97%, pero a ese rendimiento en el caso de estas calderas hay que añadirle el que obtienen de aprovechar el calor de los humos de combustión, y de ahí salen esos rendimientos superiores al 100 % en comparación con las calderas tradicionales.

Tras el análisis realizado se llega a la conclusión de que para nuestro tpo de instalación, lo más adecuado es instalar un equipo de producción de calor, con Gas Natural como combustible.

Las calderas utilizarán como combustible el gas natural y serán mixtas para calefacción y producción de A.C.S.

La norma exige que para instalaciones de más de 400 KW, la producción debe parcializarse por lo que se proyectan dos calderas de chapa de acero de condensación y alto rendimiento modulares, marca REMEHA, Equipadas con quemadores modulante de antorchas de inducción atmosférica equipados con sus mandos de regulación y seguridad para Gas Natural a baja presión (18-25 mbar) de encendido electrónico, con rampa de gas interna dotada de filtro, extractor de gases de combustión con presostato de seguridad, controlador de flujo, panel de mandos con interruptor general, con contador horario, termómetro de humos y de agua, cableado eléctrico, etc.

Las calderas montadas serán sometidas a una prueba hidráulica de estanqueidad a la presión de 7,2 Kg./cm².

Las calderas llevan envolvente de chapa de acero, esmaltada y calorifugada interiormente con lana de roca prensada. La caja de humos es de salida vertical. Sus características generales son:

- | | |
|------------------|----------------------|
| - Marca: | REMEHA |
| - Modelo: | 310 ECO 6 Elementos. |
| - Potencia útil: | 336 KW |

- Presión máxima de trabajo:	6 Kg./cm ²
- Presión mínima de trabajo:	1 Kg./cm ²
- Temperatura máxima:	90 °C
- Temperatura mínima retorno:	45 °C
- Rendimiento anual:	108,9%
- Capacidad agua:	60 l.
- Dimensiones exteriores:	1.600 x 720 x 1.445 mm.
- Orificio de ida y retorno:	3"
- Orificio de vaciado:	1"
- Orificio para chimenea:	250 mm.
- Orificio de gas:	2"

Estas calderas están concebidas para utilizar combustibles gaseosos por lo que se cumple lo especificado en la Instrucción I.T.IC. 02.15.5.

El rendimiento de los Generadores de calor cumplirán lo especificado en el Real Decreto 275/1995, de 24 de Febrero por el que se dictan normas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE relativa a los requisitos mínimos de rendimiento para las calderas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos. Este extremo deberá acreditarse mediante documentación oportuna, siendo responsabilidad del fabricante el cumplimiento de los rendimientos indicados.

Se han dimensionado las calderas incrementando un 10% la potencia de cálculo de calefacción con objeto de vencer inercias térmicas y reducir el tiempo necesario para alcanzar la temperatura de régimen.

Se ha estudiado la variación de la demanda en relación a las horas del día y el mes del año de manera que se ha calculado la demanda máxima simultánea. Esta demanda es la que se refleja en el apartado de cálculos.

Las 2 calderas están conectadas hidráulicamente en cascada, tal y como se observa en los PLANOS.

2.6.1. CHIMENEA

La evacuación de los productos de la combustión se realizará por medio de chimenea prefabricada de acero inoxidable de sección circular en todo su trazado e independientes para cada generador ya que la potencia de los generadores de calor es superior a 400 KW. de acuerdo a la Instrucción Técnica IT 1.3.4.1.3. Serán de diámetro 250 mm, con aislamiento interior, resistente a los humos, al calor y a las posibles corrosiones ácidas que se pueden formar.

En ningún caso se podrán conectar a un mismo conducto de humos generadores que empleen combustibles diferentes.

Las chimeneas deberán ser resistentes a la corrosión y a la temperatura, así como estancas, tanto por la naturaleza de los materiales que la constituyen como por el tipo y modo de realizar las uniones de piezas y accesorios

Las chimeneas sobresaldrán al menos 1 m. por encima de la cubierta del edificio. Se preverá en la parte inferior del tramo vertical del conducto de humos el correspondiente registro de limpieza en fondo de saco y los registros necesarios en los tramos no verticales. El conducto de unión del tubo de humos a la caldera estará colocado de manera que sea fácilmente desconectable de ésta y metálico. La unión estará soportada rígidamente, siendo además estanca. Se evitará la formación de bolsas de gas mediante una disposición conveniente de los canales y conductos de humos y se preverá la evacuación de condensados. Los registros para comprobación de las condiciones de combustión se harán en la Sala de Calderas o al exterior, nunca en comunicación con locales interiores. Existirá un orificio para toma de muestras a la salida de la caldera, a una distancia de 50 cm. de la unión de a la caldera y de cualquier accidente que perturbe las medidas que se realicen.

Igualmente existirá otro orificio a una distancia no menor de 1 m. ni mayor de 4 m. de la salida de humos de la chimenea. Estos orificios de medida tendrán un diámetro entre 5 y 10 mm.

Cuando los registros se hagan en los tramos de chimenea que van dentro del fuste, se adoptarán las medidas adecuadas para asegurar la estanqueidad en cada chimenea una vez realizada la medición.

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalaciones, etc.).

El conducto de humos estará aislado térmicamente de modo que la resistencia térmica del conjunto conducto-caja sea tal que la temperatura en la superficie de la pared de los locales contiguos a la chimenea no sea mayor de 5°C por encima de la temperatura ambiente de proyecto de este local y en ningún caso superior a 28°C. La localización de este aislamiento térmico se hará sobre el conducto para evitar el enfriamiento de los gases.

Se cuidará la estanqueidad de la caja donde va alojado el conducto de humos, en especial en los encuentros con forjados, cubierta, etc.

La estructura de los conductos de humos serán independientes de la obra y de la caja, a las que irá unida únicamente a través de soportes perfectamente metálicos, que permitirán la libre dilatación de la chimenea.

La emisión de humos debe tener las siguientes características:

- Límite máximo de partículas sólidas contenidas en los humos: 150 mg/N m³ máximo.
- Emisión de SO₂: 1.700 mgr/n m³, siendo además de 0,2 % en volumen máximo.
- La concentración de CO₂ debe estar comprendida entre el 10% y el 13% en volumen para asegurar que la combustión sea perfecta.
- El índice opaciométrico de los humos debe ser como máximo 2 en la escala Bacharach y 1 en la escala Ringelmann.
- El contenido de CO en los gases e la combustión no será superior a 500 p.p.m.

Deberá efectuarse un contrato de asistencia técnica con una casa especializada en quemadores para mantener siempre a punto la instalación y así evitar que se superen estos valores.

2.7. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Las tuberías generales de distribución de fluido calefactor serán de hierro negro, unidas mediante soldadura, disponiéndose de los adecuados dispositivos dilatadores. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm². Estas tendrán en cuenta los códigos de buena práctica dictados por las normas UNE 53.394, UNE 53.399 y UNE 53.495/2.

Las tuberías de distribución general que discurren por el garaje y por los patinillos se aislarán con material aislante de conformidad con lo estipulado en la I.T. 1.2.4.2.1, con conductividad inferior a 0,04 W/m°C y con espesores determinados en la tabla 1.2.4.2.1. (30 mm.)

Los diámetros de las tuberías, calculados en el documento CALCULOS, de acuerdo al Reglamento, para un salto térmico de 15 °C, para una velocidad máxima de circulación del agua de 1,5 m/seg. en tramos que discurren por locales habitados en caso de tuberías enterradas, y para una caída de presión máxima de 400 Pa/m en tramos rectos. No obstante en este proyecto estos valores no sobrepasan los 200 Pa/m de caída de presión, y 1 m/s de velocidad del agua en las tuberías.

Las tuberías de distribución de fluido calefactor en el interior de la vivienda, serán de polietileno multicapa, discurriendo sin uniones. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm², aisladas con material aislante de conformidad con lo estipulado en la I.T. 1.2.4.2.1, con conductividad inferior a 0,04 W/m°C y con espesores determinados en la tabla 1.2.4.2.1. (25 mm.)

La red de distribución individual dentro de las viviendas se realizará mediante un colector al que se alimenta desde el patinillo donde está ubicado el colector individual de cada vivienda. Del colector parte un tubo de ida y otro de retorno a cada radiador, los tubos serán de polietileno multicapa.

Para el equilibrado de los circuitos se emplearán válvulas de equilibrado dinámico tipo TA.

2.8. CONTROL INSTALACION DE CALEFACCION

La regulación del sistema de calefacción se realizará mediante un termostato ambiente colocado en el salón, a 1,5 m. del suelo, por ser el local de más carga térmica y puede considerarse representativo de la vivienda.

El termostato actuará sobre la electroválvula de zona ubicada a la entrada de las viviendas, cortando el paso de agua caliente cuando la temperatura ambiente sobrepase el punto de consigna, volviéndose a abrir el paso de agua al descender esta temperatura por debajo de 1°C.

De esta forma el usuario puede seleccionar la temperatura de ambiente deseada, quedando regulado automáticamente, aprovechando los aportes de energía gratuitos y evitándose despilfarros inútiles.

La regulación de los circuitos principales se confía a una centralita que en función de la temperatura de retorno regula una válvula de tres vías que envía agua desde las calderas o recircula la existente en el circuito.

En función de la temperatura exterior se actúa sobre las calderas regulando a la baja la temperatura de preparación del agua que se envía a los circuitos. Las calderas proyectadas son de condensación. (I.T.1.2.4.3.1.6)

Los quemadores de las calderas son de tipo modulante. Las calderas de calefacción se conectarán en cascada multiplicando así las etapas de parcialización posibles.

2.9. BOMBAS CALEFACCION

La bomba es el elemento encargado de impulsar el fluido caloportador de la instalación, para que éste pueda llegar a cada punto de consumo (emisor) con la presión correspondiente y solventar la pérdida de carga existente en la instalación. Es por ello que se dimensiona según las pérdidas de presión existentes.

En el documento CALCULOS se encuentran los cálculos de todas las bombas de la instalación.

3. INSTALACIÓN DE ACS

3.1. INTRODUCCION

El objetivo principal de la instalación de ACS es que en cada punto de consumo, se disponga en cualquier momento del caudal necesario de agua caliente a la temperatura adecuada.

La solución adoptada para la obtención de agua caliente sanitaria es una instalación colectiva que empleará como sistema de preparación un depósito acumulador de 4000 litros utilizando como fuentes de energía, la energía solar térmica obtenida de los captadores instalados en cubierta, y la energía calorífica aportada por intercambiador desde calderas.

Ya que la energía solar no es capaz de cubrir las necesidades energéticas requeridas (porque se trata de una energía difusa e intermitente), es preciso disponer de una fuente de energía auxiliar si se desea asegurar la continuidad en la disponibilidad de ACS en los periodos sin sol, y especialmente en invierno.

Por tanto, la misma caldera empleada en la instalación de calefacción será el apoyo necesario (energía auxiliar) a la instalación solar. Por tanto, como ya se sabe, la potencia de la caldera será tal que pueda cubrir la carga térmica de la instalación de calefacción y las necesidades energéticas de ACS (100%).

3.2. INSTALACION DE A.C.S. CONVENCIONAL

Está compuesto por un depósito de A.C.S. de 4.000l conectado directamente a la instalación solar, un intercambiador de placas, y las calderas de calefacción que funcionarán con prioridad para el A.C.S.

El agua de los depósitos de energía solar entra directamente en el depósito de A.C.S. a temperatura apta para su uso cuando la radiación solar es suficiente, y en los meses de baja radiación solar entrará precalentada, y una de las calderas funcionará con prioridad para el A.C.S. elevándola hasta la temperatura adecuada, por medio del intercambiador de placas. De esta manera el consumo de combustible para la producción de A.C.S. se reduce considerablemente.

La capacidad del depósito acumulador de A.C.S. se calcula en previsión de consumos punta, con regulación independiente para este servicio, con vaso de expansión cerrado y con tubería de retorno para recirculación del agua caliente mediante grupo electrobomba, a fin de conseguir una respuesta inmediata en los puntos de consumo.

Con este sistema se consiguen grandes caudales puntuales de A.C.S. reduciendo el volumen de acumulación y la potencia calorífica, en relación a la necesaria en el caso de que la producción fuese instantánea a la temperatura de utilización.

3.2.1. TEMPERATURA DE PREPARACION

El agua caliente para usos sanitarios (ACS) se preparará a la temperatura mínima compatible con su uso, considerando las pérdidas en la red de distribución y de acuerdo a las prescripciones de la Norma UNE 100-030-94, en especial el pto. 5.1.2, en lo que concierne a la prevención de la Legionella.

El agua caliente sanitaria se preparará a 60°C y el sistema de calentamiento será capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70°C de forma periódica para su pasteurización y tratamiento anti-legionella.

La temperatura del agua en la distribución no será inferior a 50 °C, a fin de conseguir un nivel de temperatura aceptable para el usuario y al mínimo tiempo la temperatura necesaria para reducir la multiplicación de la legionella.

3.2.2. EXIGENCIA DE HIGIENE

La preparación de A.C.S. se realiza mediante un sistema de captación solar apoyada por sistema tradicional de producción de A.C.S. mediante intercambiador de placas exterior calentado desde la caldera, con lo que no existe mezcla con condensados o vapor de la caldera. La preparación así como también todo el sistema de producción cumple con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis (IT1.1.4.3.1. RITE) cumpliendo con los siguientes puntos:

- La totalidad de la red de A.C.S. será estanca y se garantizará la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento. Se han colocado puntos de purga para vaciar completamente la instalación tanto en los depósitos como en los puntos bajos de la

distribución de tuberías, dimensionados de manera que en el vaciado se eliminen completamente los sedimentos que la instalación pudiera haber almacenado.

- Se dispondrá un filtro en el aporte de agua fría a la instalación.
- Los depósitos de A.C.S. dispondrán de boca de hombre para su limpieza desde el interior, en general todos los elementos de la instalación serán accesibles para su inspección y limpieza.
- En el diseño de la instalación de A.C.S. se ha empleado acero galvanizado y PP reticulado que son materiales que soportan los agentes químicos y los choques térmicos que se aplican a la instalación para su desinfección.
- El diseño de la red se ha llevado a cabo de manera que no entren en contacto las tuberías de agua fría con las de agua caliente evitando así la existencia de temperaturas de agua fría superiores a 20°C. Todas las tuberías estarán convenientemente aisladas.
- La temperatura del agua en los depósitos no será nunca inferior a 60°C para lo que se colocarán sondas de temperatura en la parte baja de los mismos que accionarán la bomba del intercambiador.
- La instalación se ha diseñado de manera que sea capaz de soportar temperaturas de 70°C.

3.3. INSTALACION SOLAR.

3.3.1. APROVECHAMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En los edificios nuevos, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar, adecuada a la radiación global de su emplazamiento y la demanda total de agua caliente del edificio.

Las instalaciones térmicas destinadas a la producción de agua caliente sanitaria cumplirán con la exigencia fijada en la sección del HE 4 “Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria”, del Código Técnico de la Edificación. El cálculo de la instalación solar se encuentra detallado en el documento CALCULOS, adjunto en el proyecto.

Se ha dotado la instalación de paneles solares térmicos de manera que se cubre el 30% de la demanda de energía necesaria para la producción de A.C.S.

3.3.2. SISTEMA DE CAPTACION SOLAR

Los sistemas de captación y aprovechamiento solar son aquellos dispositivos destinados a convertir la energía proveniente del sol en energía útil. El colector solar es el elemento principal de una instalación solar. Éste se encarga de captar la radiación solar incidente y transformarla en calor, que se cede al fluido caloportador.

En cumplimiento de la norma DB-HE4, Contribución solar mínima, del CTE, la principal fuente de energía para la preparación del A.C.S. será la energía solar, captada por 18 colectores solares planos, de alta eficiencia marca WAGNER & CO EURO mod. C20 AR en orientación vertical, montado en baterías de 3 colectores, dispuestos en la cubierta del edificio, y con las siguientes características técnicas:

- Dimensiones:	2.151x1.215x110 (mm)
- Superficie bruta:	2,6 m ²
- Superficie útil:	2,4 m ²
- Peso:	48 Kg.
- Rendimiento:	85,4 %
- Producción normalizada:	546 KWh /m ² a
- Conexión hidráulica:	½” rosca macho para junta plana.
- Contenido Agua:	1,2 l
- Factor de ganancia:	0,85
- Factor de pérdidas:	3,37
- Material asilamiento:	Fibra de vidrio
- Orientación horizontal:	45°

La radiación solar en los colectores es captada por un fluido caloportador a base de agua y glicol. El fluido caloportador circula por un circuito cerrado gracias a una bomba de impulsión, haciéndolo pasar por un intercambiador de placas, cediendo así el calor al agua de la red, de esta manera el A.C.S. y el fluido caloportador no estarán nunca en contacto físico.

El agua de la red previamente calentada, se almacena en dos depósitos de 3.000l cada uno, volumen suficiente para abastecer al edificio durante un día. Estos depósitos a su vez estarán conectados directamente con el sistema convencional de producción de A.C.S. centralizada.

El sistema de captación solar se regula por medio de una centralita, que pone en marcha la instalación cuando los sensores detectan que hay radiación solar suficiente.

3.3.3. ESTUDIO DE LA INSTALACION SOLAR

Se trata de dos torres de edificios con 34 viviendas en cada torre, que discurren a razón de 4 viviendas por planta. Se considerará una ocupación del 100% a lo largo de todo el año y que se corresponden con 272 personas en función del número de habitantes existentes.

Según lo establecido en el CTE, se necesitan 22 litros por persona y día que consume una persona, a la temperatura de 60°C, por lo que da un total de demanda diaria de 5984l/día.

METODO EMPLEADO

El método empleado para el dimensionamiento de la instalación solar el método F-CHART (método de las curvas f), avalado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), en su pliego de condiciones técnicas.

La aproximación que hace el método de las curvas f consiste, en primer lugar, en identificar las variables adimensionales importantes del sistema térmico solar. A continuación, utiliza la simulación detallada mediante ordenador para hallar correlaciones entre variables y el rendimiento medio largo de un periodo de tiempo para que sean aplicables de manera sencilla y directa en el resto de sistemas. Las curvas f no son sino la representación gráfica de estas correlaciones, y la letra f hace referencia a la fracción de necesidades energéticas que podemos cubrir gracias a la energía solar.

La secuencia completa de los cálculos a seguir se encuentra detallada en el documento CALCULOS.

A continuación mostramos una tabla resumen de los cálculos realizados:

ESTUDIO DE LA ENERGIA SOLAR

MES	Tª MEDIA DE LA RED (TR)	ENERGIA NECESARIA DIARIA (MJ) End	DIAS FUNCIONANDO (N)	ENERGÍA NECESARIA MENSUAL (MJ) Enm	RADIACION HORIZONTAL DIARIA (MJ/m2) Rhd	FACTOR INCLINACION (K)	RADIACION EFECTIVA MENSUAL (MJ/m2) Rem	APORTE SOLAR MENSUAL (MJ) Asm
ENERO	7	1286,7764	31	39890,0684	5	1,41	218,55	6467,98199
FEBRERO	8	1262,4976	28	35349,9328	7,4	1,31	271,432	8012,616723
MARZO	9	1238,2188	31	38384,7828	12,3	1,2	457,56	13387,93257
ABRIL	10	1213,94	30	36418,2	14,5	1,09	474,15	13696,11502
MAYO	12	1165,3824	31	36126,8544	17,1	1,01	535,401	15226,72346
JUNIO	15	1092,546	30	32776,38	18,9	0,98	555,66	15516,9691
JULIO	17	1043,9884	31	32363,6404	20,5	1,01	641,855	17596,38717
AGOSTO	17	1043,9884	31	32363,6404	18,2	1,1	620,62	17177,31326
SEPTIEMBRE	16	1068,2672	30	32048,016	16,2	1,25	607,5	16938,47579
OCTUBRE	13	1141,1036	31	35374,2116	10,2	1,42	449,004	13055,32803
NOVIEMBRE	9	1238,2188	30	37146,564	6	1,52	273,6	8135,546556
DICIEMBRE	7	1286,7764	31	39890,0684	4,5	1,5	209,25	6215,429351
TOTAL			365	428132,3592				151426,819
m2 DE PANEL: 43					Nº PANELES: 18			
					LATITUD: 42,8			
					INCLINACION: 35º		RENDIMIENTO:	
					AREA CAPTADOR: 2,39		37,50%	

CURVAS f :

MES	ENERGÍA NECESARIA MENSUAL (MJ) Q_a	f	APORTE SOLAR MENSUAL (MJ) Q_u
ENERO	39890,0684	0,162145172	6467,98199
FEBRERO	35349,9328	0,226665685	8012,616723
MARZO	38384,7828	0,348782293	13387,93257
ABRIL	36418,2	0,376078857	13696,11502
MAYO	36126,8544	0,42147936	15226,72346
JUNIO	32776,38	0,473419246	15516,9691
JULIO	32363,6404	0,543708525	17596,38717
AGOSTO	32363,6404	0,530759613	17177,31326
SEPTIEMBRE	32048,016	0,528534303	16938,47579
OCTUBRE	35374,2116	0,369063435	13055,32803
NOVIEMBRE	37146,564	0,219012088	8135,546556
DICIEMBRE	39890,0684	0,155813956	6215,429351
TOTAL	428132,3592		151426,819

GRAFICO MENSUAL CURVAS *f*:

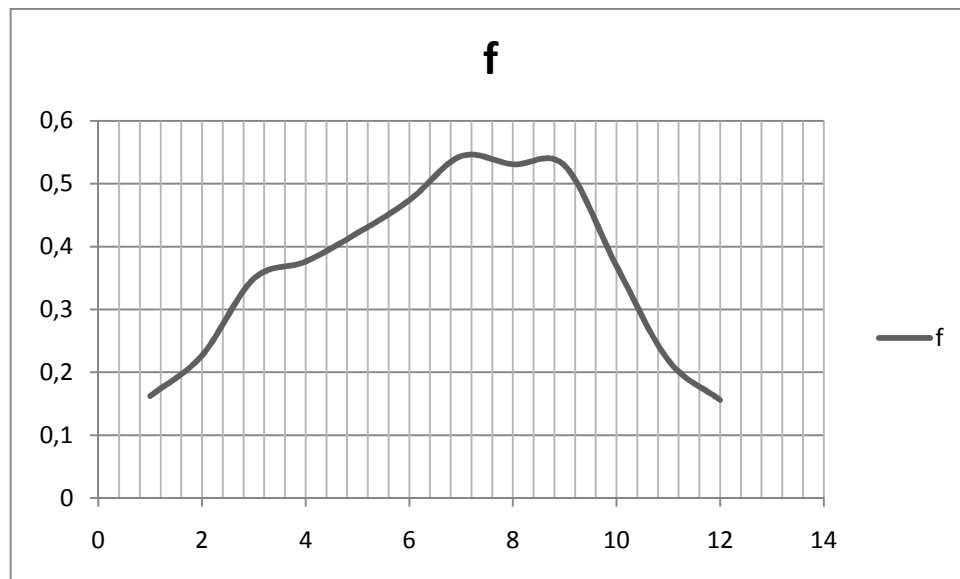
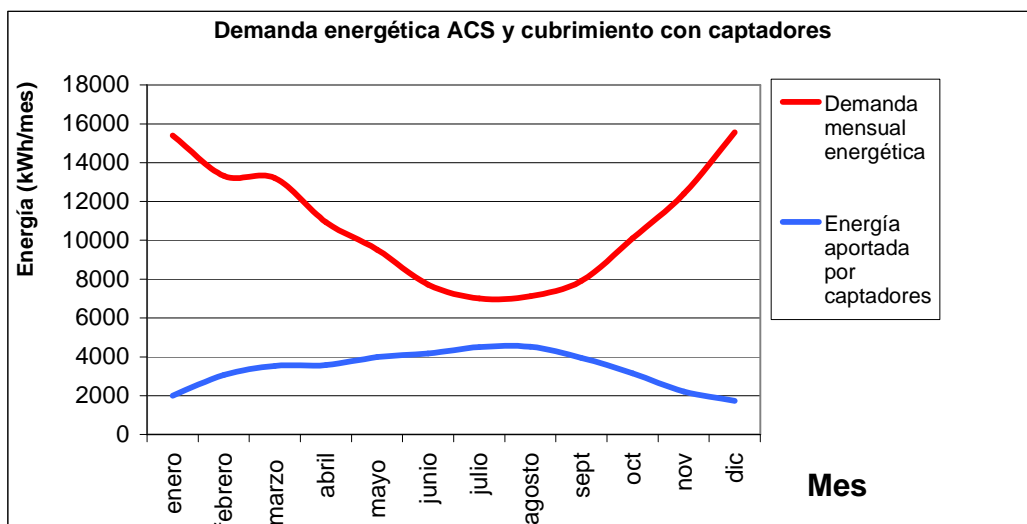


GRAFICO COMPARATIVO DEMANDA DEL EDIFICIO FRENTE AL APORTE SOLAR



3.3.4. ELEMENTO DE SEGURIDAD: AEROTERMO

En el circuito de retorno de la instalación solar, se instalará un aerotermo mural, como elemento de seguridad para la disipación de calor en el circuito solar en caso de que se alcancen temperaturas excesivamente elevadas para el correcto funcionamiento de la instalación.

Un termostato, medirá la temperatura del fluido en el circuito de retorno del sistema solar, de forma que cuando sobrepase la temperatura previamente regulada, se mandará señal a la válvula de tres vías del aerotermo para que envíe el fluido a dicho aparato y se disipe el calor del fluido a la atmósfera.

Conviene instalar este tipo de elementos, dado que si la instalación sigue funcionando con temperaturas de trabajo demasiado elevadas se producen deterioros en las tuberías, captadores, así como del líquido caloportador, mezcla de agua y glicoles, puesto que comienza a vaporizar perdiendo sus propiedades.

3.4. DISTRIBUCION ACS

3.4.1. RED DE DISTRIBUCIÓN GENERAL

Se ha diseñado una red de tuberías de ida y retorno de secciones calculadas en el documento CALCULOS, en función del caudal demandado, con el objetivo de disponer de agua caliente en todo punto de consumo de modo inmediato aún en los periodos de poco consumo.

Las redes de suministro de agua han sido calculadas en cumplimiento de la norma DB-HS4 Salubridad, “Suministro de Agua”.

Las tuberías de distribución del fluido serán de polipropileno unidas mediante soldadura, disponiéndose de los adecuados dispositivos dilatadores. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm²., discurriendo calorifugadas por todo su trazado.

La red de recirculación comienza en los puntos de derivación de las tomas más alejadas, discurriendo paralela a la tubería de ida y está dotado de una bomba de recirculación colocada a la llegada a los acumuladores y de una válvula de retención que impedirá la circulación del agua en sentido contrario al deseado.

3.4.2. DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE COLECTORES SOLARES.

Se proyectan dos circuitos independientes para cada uno de los colectores situados en la cubierta de cada edificio, con una bomba para todo el circuito. Los circuitos irán unidos al intercambiador de placas mediante un colector de ida y otro de retorno.

De la sala de calderas partirán los dos circuitos, que discurrirán por el techo del sótano-1, hasta llegar al patinillo donde subirán a la cubierta correspondiente.

Las tuberías de distribución de fluido calefactor serán de cobre rígido, unidas mediante accesorios y soldadura fuerte, disponiéndose de los adecuados dispositivos dilatadores. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm². Estas tendrán en cuenta los códigos de buena práctica dictados por las normas UNE 53.394, UNE 53.399 y UNE 53.495/2.

Las tuberías que discurran por tramos horizontales se deberán montar con una pendiente mínima del 1%, en sentido ascendente de la circulación.

Las tuberías discurrirán por el techo del sótano-1, patinillos y cubierta del edificio, recubiertas en todo momento con coquilla aislante de conductividad inferior a 0,04 W/m°C, resistente a la radiación solar, y espesores de acuerdo al apéndice 03.1 y a la Norma UNE 100.171-98, para evitar pérdidas térmicas en la tuberías y el deterioro del pavimento.

3.5. REGULACIÓN SISTEMA ACS

La instalación de ACS propuesta consta con un sistema de regulación y control, prestando especial atención a los siguientes parámetros:

- Control y limitación de la temperatura del agua acumulada.
- Control de la temperatura del agua a la entrada de la red de distribución, cuando sea diferente de la de almacenamiento.

Así, el sistema de control de la temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se realiza mediante un programador colocado en los depósitos, que en función de la temperatura del agua en el acumulador, previamente seleccionada, medida mediante sonda de inmersión, , pone en funcionamiento las bombas del circuito primario de A. C. S.

Del depósito acumulador partirá un circuito de distribución del A.C.S. a los diferentes puntos de consumo. La temperatura del agua en la distribución se regula por una válvula de asiento de 3 vías, controlada por un Regulador de temperatura colocado a la salida del acumulador, que controla la apertura de la válvula cuando la demanda así lo requiera, mezclando agua de retorno con agua del acumulador hasta obtener el agua a la temperatura de consumo elegida.

El sistema de captación solar tendrá un sistema de regulación independiente de la producción de A.C.S. convencional, controlando las bombas de impulsión por una centralita, de manera que las bombas estarán paradas cuando la diferencia de temperatura sea menor de 2°C, y no estarán paradas cuando la diferencia sea mayor que 7°C.

También cabe contemplar la posibilidad de la bomba del circuito primario, funcione durante la noche, para disipar el calor, cuando la temperatura en los depósitos de energía solar sea demasiado grande, de esta manera se evitará que los colectores alcancen temperaturas altas y puedan dañarse.

El aerotermo solar, elemento disipador del circuito, será controlado desde cuadro eléctrico, mediante termostato y válvula de tres vías que enviará señal de apertura a la válvula (todo-nada), cuando el termostato alcance la señal de alarma.

3.6. VASO DE EXPANSIÓN A.C.S.

En el circuito secundario se colocará un depósito de expansión en cada acumulador, serán de tipo cerrado no automático de 200 litros de capacidad de la marca Pneumatex, Md. PWU 200 o similar, preparados para soportar 10 Kgr/cm².

3.7. BOMBAS ACS

La bomba es el elemento encargado de impulsar el fluido caloportador de la instalación, para que éste pueda llegar a cada punto de consumo (emisor) con la presión correspondiente y solventar la pérdida de carga existente en la instalación. Es por ello que se dimensiona según las pérdidas de presión existentes.

Para el circuito de ACS se ha seleccionado un grupo de presión , compuesto por un grupo de dos bombas con variadores de frecuencia para suministrar un caudal máximo de 20 m³/h a una altura de 75 m.

En el documento CALCULOS se encuentran los cálculos de todas las bombas de la instalación.

4. VENTILACION:

4.1. INTRODUCCION

Para un completo bienestar en las viviendas y cumplimiento de lo establecido en la norma DB-HS3 Salubridad, “Calidad del aire interior”, se diseña un sistema de ventilación mediante extracción para las viviendas.

4.2. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.

En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación, y deben ser justificado en el proyecto.

La ventilación de los locales se lleva a cabo mediante medios mecánicos con unos valores mínimos indicados en la tabla 2.1 del DB HS

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Las viviendas disponen de un sistema de ventilación mecánico con puntos de extracción desde los cuartos húmedos, cocina y baño. En todas las estancias se dispone de bocas de admisión, de manera que el aire de renovación circula desde los locales secos a los húmedos para no propagar olores.

El caudal de aire se extrae desde las cocinas y los baños es superior que el que hay que aportar por dormitorios y salón por tanto la sección de conducto vendrá dada por el caudal de los baños y las cocinas.

Dado que los dormitorios y el salón tienen entradas de admisión higrorregulables, y que el caudal que se extrae en los baños y cocina es mayor al caudal a extraer en dormitorios y salón, está justificada la ventilación con la extracción correspondiente a cocina y baños.

Desde las bocas de extracción se conectan los conductos de extracción hasta la cubierta del edificio.

La cocina, sala de estar y dormitorios, disponen a parte de un sistema complementario de ventilación natural. La cocina también dispone de una campana extractora para la evacuación de humos, y su conducto de extracción es independiente a los demás conductos.

El cálculo del sistema de ventilación queda desarrollado en el documento CALCULOS.

4.3. RECUPERACION DEL CALOR DEL AIRE DE EXTRACCION

Según dicta la norma IT. 1.2.4.5.2. del RITE, en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos es superior a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, se recuperará parte la energía del aire expulsado.

En nuestro caso, el caudal de aire expulsado es superior a dicho caudal, por lo que debemos diseñar un sistema que nos permita recuperar parte de la energía del aire extraído.

Para ello se instalarán en la cubierta del edificio, en el tramo final de los conductos de extracción, recuperadores de calor de flujo cruzado.

Este equipo renovará el aire de las viviendas mediante un proceso de recuperación de calor activa, con enfriamiento adiabático. El sistema de recuperación absorbe el calor del aire que extraemos de los locales y lo cede al aire que tomamos del exterior, de forma que éste aire que introducimos en los locales no posee la condiciones exteriores (0°C en invierno), sino que entra a temperaturas más adecuadas ($16\text{-}18^\circ\text{C}$) y evita la sensación de flujo de aire frío en los usuarios de la instalación.

La recuperación de estos equipos se cifra en un 50% de recuperación del calor del aire extraído, con pérdidas de carga de 180 Pa, en cumplimiento de la norma exigida.

El aire recuperado, mezcla de aire exterior y aire extraído, será introducido de nuevo en las viviendas. De esta manera conseguimos justificar la renovación de aire, y mejoramos el confort en la vivienda respecto a otros sistemas de renovación, además de constituir un sistema ecológico y eficiente puesto que la ganancia térmica que obtenemos se extrae gratuitamente del aire de extracción.

4.4. 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 (56,6 m²)
- P = Suma de los consumos caloríficos nominales, en kW, de los generadores y/o equipos de cogeneración instalados en la sala. (336 KW + 336 KW).

$$Q = (10 * 56,6) + (2 * 672) = 1910 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para cumplimiento de la norma se instalará un extractor capaz de extraer 2000 m³/h.

4.5. REDES DE CONDUCTOS

Para los conductos de ventilación se utilizarán conductos de chapa galvanizada que transcurrirán por el techo de las viviendas, hasta su extracción por patinillos hasta cubierta. En la cubierta del edificio se encontrará el extractor que impulsara el aire al exterior. Se colocará mediante instrucciones y soportes propios del fabricante.

Los conductos deben cumplir en materiales y fabricación las normas UNE-EN 12237, para conductos metálicos, y UNE-EN 13403 para conductos no metálicos.

Las velocidades y pérdidas de presión en los conductos están diseñadas según lo especificado en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, ACS Y VENTILACIÓN PARA 68 VIVIENDAS:

Pamplona, 29 Abril 2010.

Firmado: Ignacio Ibáñez Puy



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACION DE CALEFACCION, ACS Y VENTILACION
PARA 68 VIVIENDAS.

CALCULOS

Ignacio Ibáñez Puy.

Pablo Palacios.

Pamplona, 29 de Abril de 2010.

CALCULOS

ÍNDICE

1.	CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION.....	1.
1.1.	APLICABILIDAD Y PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION.....	1.
1.2.	CUMPLIMIENTO DEL CTE.....	1.
1.2.1.	Determinación de la zona climática.....	1.
1.2.2.	Clasificación de los edificios.....	1.
1.2.3.	Envoltente térmica del edificio.....	1.
1.2.4.	Cálculo de los parámetros característicos de los cerramientos.....	2.
1.2.5.	Exigencia Básica HE1: Limitación de la demanda energética.....	21.
1.2.6.	Condensaciones.....	25.
1.2.7.	Clasificación Energética del edificio.....	29.
2.	INSTALACION DE CALEFACCION.....	30.
2.1.	CONDICIONES DE DISEÑO.....	30.
2.2.	DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO.....	31.
2.2.1.	Cálculo de pérdidas por transmisión.....	31.
2.2.2.	Cálculo de pérdidas por infiltración o renovación.....	32.
2.2.3.	Cálculo de pérdidas por suplementos.....	33.
2.3.	NECESIDADES CALORÍFICAS DE LAS VIVIENDAS.....	34.
2.4.	ELECCION DE LOS EMISORES DE CALOR.....	47.
2.4.1.	Método de cálculo.....	47.
2.4.2.	Cálculo de los emisores a instalar.....	51.
2.4.3.	Resultados.....	52.
2.5.	CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	53.
2.5.1.	Cálculo de la red de tuberías de calefacción.....	54.
2.5.2.	Dimensionado de los tramos.....	62.

2.6.	CALCULO DE LA CALDERA.....	65.
2.6.1.	Chimenea.....	68.
2.6.2.	Caudal de Gas Natural.....	69.
2.7.	VASO DE EXPANSION EN EL CIRCUITO DE CALEFACCION.....	69.
2.8.	CALCULO DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	71.
3.	INSTALACION DE ACS – SOLAR.....	73.
3.1.	INSTALACION ACS.....	73.
3.1.1.	Cálculo de la demanda energética de ACS.....	73.
3.1.2.	Intercambiador circuito ACS.....	76.
3.1.3.	Cálculo depósito acumulación ACS.....	77.
3.2.	INSTALACION SOLAR.....	78.
3.2.1.	Cálculo contribución solar térmica.....	78.
3.2.2.	Cálculo intercambiador solar.....	86.
3.2.3.	Cálculo depósito acumulación solar.....	87.
3.2.4.	Cálculo vaso de expansión solar.....	88.
3.2.5.	Cálculo red de distribución instalación solar.....	89.
3.2.6.	Cálculo bombas instalación solar.....	90.
4.	SUMINISTRO DE AGUA.....	93.
4.1.	CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.....	93.
4.2.	DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS.....	94.
4.2.1.	Diámetro de derivaciones a los aparatos.....	95.
4.2.2.	Diámetro de alimentación a cada vivienda.....	96.
4.2.3.	Diámetro de alimentación a cuartos húmedos.....	98.
4.2.4.	Diámetro derivación armario de contadores.....	100.
4.2.5.	Diámetro tuberías montantes.....	101.
4.3.	CALCULO DE BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	102.
5.	VENTILACIÓN.....	105.
5.1.	CARACTERISTICAS Y EXIGENCIAS.....	105.

CALCULOS

5.2.	DISEÑO DE LA INSTALACION	106.
5.3.	DIMENSIONADO CONDUCTOS.....	108.
5.4.	VENTILACION SALA MÁQUINAS.....	108.

ANEXO I: CALIFICACION ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

1. CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION

1.1. APLICABILIDAD Y PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

En el presente documento se va a llevar a cabo una exposición detallada del procedimiento de cálculo y análisis de los resultados obtenidos, para el proyecto de instalación de ACS, calefacción y ventilación de 68 viviendas, divididas en dos edificios de idéntica construcción, con 34 viviendas en cada edificio y sistema de producción de calor centralizado, localizado en el municipio Nuevo Artica, en Navarra.

Ya que el edificio es de nueva construcción, y 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. DETERMINACION DE LA ZONA CLIMÁTICA

El edificio se construirá en Nuevo Artica, que corresponde con la zona climática D1 (CTE-HE Apéndice D, Zona climática Pamplona).

1.2.2. CLASIFICACION DE LOS EDIFICIOS

Los espacios que componen el edificio son espacios habitables con baja carga interna e HIGROMETRÍA 3 (CH3) o inferior. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y resto de los espacios no indicados anteriormente, puesto que no se prevé una alta producción de humedad (50%).

1.2.3. ENVOLVENTE TERMICA DEL EDIFICIO

La envoltura térmica del edificio se compondrá de:

Los suelos de las viviendas de la planta primera y de sus zonas comunes, tales como la zona de escaleras y ascensor, en contacto con planta baja.

Las fachadas de las viviendas desde la primera planta hasta la novena planta.

La cubierta del edificio.

1.2.4. CALCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS

Según el CTE-HE AHORRO DE ENERGIA, sección HE 1 Limitación de la demanda energética, anexo E, se desarrollan los datos necesarios para calcular los coeficientes de transmisión.

1.2.4.1. Transmitancia térmica.

Cerramientos en contacto con el aire exterior:

La *transmitancia térmica* (U), viene dada por la siguiente expresión:

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

Siendo:

R_T : Resistencia térmica del componente constructivo ($m^2 K / W$).

La *resistencia térmica total* (R_T) de un componente constructivo se calcula:


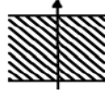
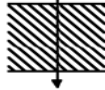
$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se}$$

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.6 – CTE)

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m^2K/W

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente 	0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente 	0,17	0,17

La resistencia térmica (R), de una capa térmicamente homogénea viene definida por:

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

- e : espesor de la capa (m).

- λ : conductividad térmica del material que compone la capa ($W / m K$).

Particiones interiores:

La transmitancia térmica U , viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b$$

- U_p : La transmitancia térmica de la partición interior.

- b : El coeficiente de reducción de temperatura (Obtenido de la tabla E:7 del CTE):

A_{iu}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{iu} -No aislado _{iu}	
	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

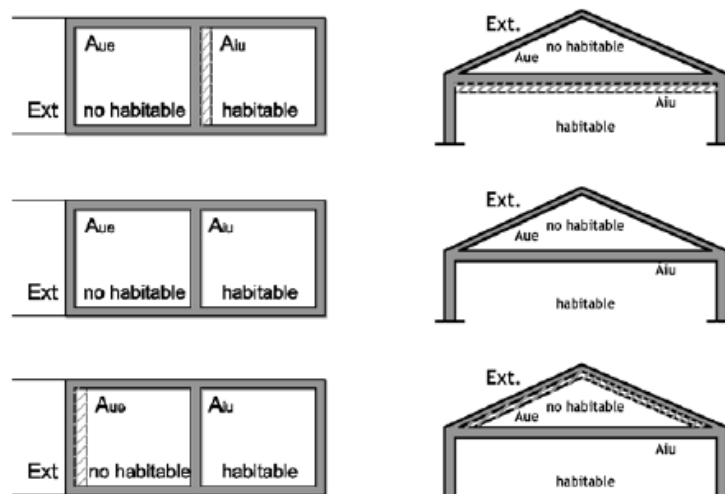
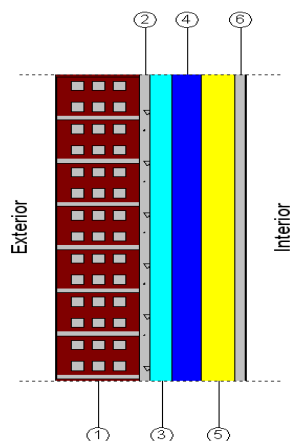


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA: El subíndice ue se refiere al cerramiento entre el espacio no habitable y el exterior;
 El subíndice iu se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

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 CARAVISTA M1:



Listado de capas:

- 1 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm 11.5 cm
- 2 - Mortero hidrófugo 1.5
- 3 - Cámara de aire 3 cm
- 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] 4 cm
- 5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]] 4.6
- 6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 1.5 cm

Espesor total: 26.1 cm

MATERIAL(capa)	e (cm)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Capa 1	11,5	0,567	0,203
Capa 2	1,5	1,3	0,0115
Capa 3	3	0,117	0,255
Capa 4	4	0,034	1,18
Capa 5	4,6	0,035	1,32
Capa 6	1,5	0,25	0,06

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

$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_6 + R_{Se} = 3,1595 \text{ m}^2\text{K/W}.$

$U_p = 1/ R_T = 0,3166 \text{ W} / \text{m}^2\text{K}.$

$U = U_p * b$

Cálculo de b: (coeficiente de reducción de temperatura)

CASO 2: Estanqueidad 4 o 5.

No aislado_{ue}- Aislado_{iu}

$$A_{iu}/A_{ue} = 552 \text{ m}^2 / 598 \text{ m}^2 = 0,92 \quad (0,75 \leq 1,00)$$

Tabla E.7: **b = 0.97.**

$$U = U_p * b = 0,3166 \text{ W / m}^2\text{K} * 0,97 = 0,307 \text{ W / m}^2\text{K} \approx \mathbf{0,31 \text{ W / m}^2\text{K}}$$

Obtenemos un valor de transmitancia térmica para la Fachada Caravista M1 de 0,31 W / m²K.

A través de la herramienta de cálculo informático CYPE Instalaciones en edificios, podemos calcular la transmitancia térmica de cada elemento de manera algo más simplificada. Introduciendo en el programa el espesor (*m*) y conductividad térmica (*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.

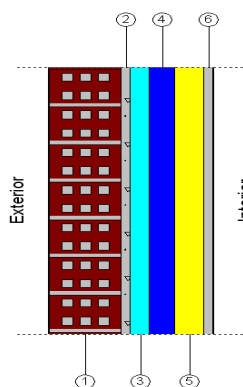
SISTEMA ENVOLVENTE

- Cerramientos exteriores

- Fachadas

Fachada Caravista M1

Superficie total 936.90 m²



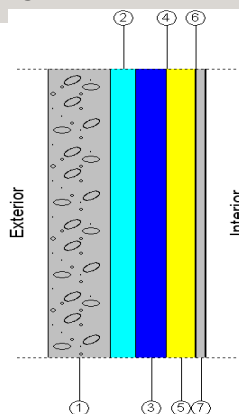
Listado de capas:

1 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	11.5 cm
2 - Mortero hidrófugo	1.5
3 - Cámara de aire	3 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	26.1 cm

Limitación de demanda	U_m: 0.31 W/m²K
Protección frente al ruido	Masa superficial: 177.72 kg / m ² Índice global de reducción acústica, ponderado A, R _A : 43.6 dBA
Protección frente a la humedad	Grado de impermeabilidad alcanzado: 3 Solución adoptada: R1+B1+C1

Hemos obtenido el mismo valor de transmitancia térmica con el cálculo simplificado CYPE, que mediante el método de cálculo manual. De esta manera queda justificado el método simplificado. Para el resto de elementos del edificio mostramos los resultados obtenidos con el programa de cálculo CYPE, junto con las tablas de características de los materiales utilizados y puentes térmicos:

FACHADA PREFABRICADO M2 Superficie total 615.97 m²

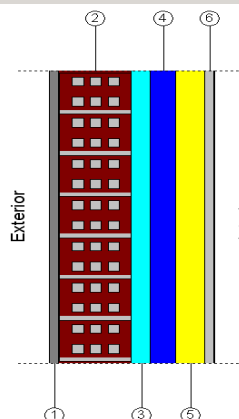


Listado de capas:

1 - Hormigón armado d > 2500	10 cm
2 - Cámara de aire	4 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	4.9 cm
4 - Aluminio	0.1 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
6 - Aluminio	0.1 cm
7 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	25.2 cm

Limitación de demanda	U_m: 0.30 W/m²K
Protección frente al ruido	Masa superficial: 321.45 kg / m ² Índice global de reducción acústica, ponderado A, R _A : 53.0 dBA
Protección frente a la humedad	Grado de impermeabilidad alcanzado: 3 Solución adoptada: R1+B1+C1

Fachada Monocapa (Atico) M6 Superficie total 75.20 m²



Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	1.5 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G <	11.5
3 - Cámara de aire	3 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	4 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	26.1 cm

Limitación de demanda	U_m: 0.31 W/m²K
Protección frente al ruido	Masa superficial: 169.47 kg / m ² Índice global de reducción acústica, ponderado A, R _A : 42.9 dBA

Protección frente a la humedad

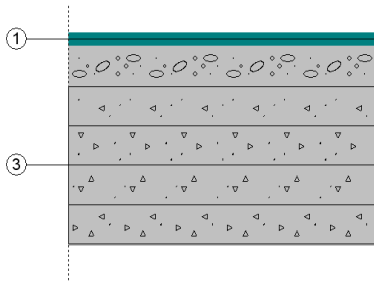
Grado de impermeabilidad alcanzado: 3
 Solución adoptada: R1+B1+C1

- Suelos

- Soleras

Forjado Planta Baja - S.MC (AP)

Superficie total 197.89 m²

	<p>Listado de capas:</p> <p>1 - Plaqueta o baldosa cerámica 2.5 cm</p> <p>2 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400 7 cm</p> <p>3 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm 30 cm</p> <p>4 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300 2 cm</p> <p>Espesor total: 41.5 cm</p>
---	--

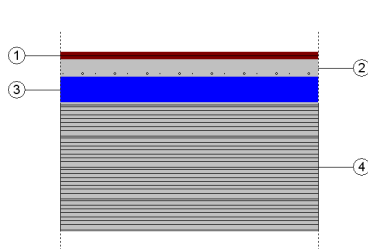
Limitación de demanda energética U_s : **0.34 W/m²K**

(Para una solera apoyada, con longitud característica $B' = 10.5$
 Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.0 m y resistencia térmica: 1.46 m²K/W)

- Forjados en voladizo

Forjado P1 - S.WD

Superficie total 171.43 m²

	<p>Listado de capas:</p> <p>1 - Frondosa de peso medio 565 < d < 750 1.8 cm</p> <p>2 - Hormigón convencional d 2000 4 cm</p> <p>3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] 6 cm</p> <p>4 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm 30 cm</p> <p>Espesor total: 41.8 cm</p>
---	--

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 0.39 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.41 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 0.42 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 427.13 kg / m²

Masa superficial del elemento base: 333.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A : 53.6 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 75.7 dB

Forjado P1 - S.MC

Superficie total 14.92 m²

	<p>Listado de capas:</p>	
	1 - Plaqueta o baldosa cerámica	2.5 cm
	2 - Hormigón convencional d 2000	4 cm
	3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	6 cm
	4 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30 cm
Espesor total:		42.5 cm

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 0.40 W/m²K
U (flujo ascendente): 0.42 W/m²K
 (forjado expuesto a la intemperie, U: 0.43 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 465.25 kg / m²
 Masa superficial del elemento base: 333.00 kg / m²
 Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 53.6 dBA
 Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 75.7 dB

- Cubiertas

- Azoteas

T.C15.PES - Terraza Transitable Ático

Superficie total 176.38 m²

Falso techo suspendido (escayola (PES)) de 15 mm de espesor con cámara de aire de 15 cm de altura. Cubierta plana transitable.

	<p>Listado de capas:</p>	
	1 - Plaqueta o baldosa cerámica	1 cm
	2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4 cm
	3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	6 cm
	4 - Betún fieltro o lámina	1 cm
	5 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5 cm
	6 - Forjado unidireccional (Elemento resistente)	30 cm
	7 - Cámara de aire sin ventilar	15 cm
8 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1.5 cm	
Espesor total:		63.5

Limitación de demanda energética

U_c refrigeración: 0.38 W/m²K
U_c calefacción: 0.39 W/m²K

Protección frente al ruido

Masa superficial: 541.63 kg / m²
 Masa superficial del elemento base: 453.00 kg / m²
 Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 58.4 dBA
 Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 71.0 dB

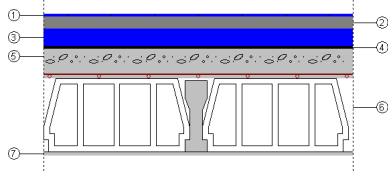
Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo
 Formación de pendientes: Hormigón ligero con arcilla expandida
 Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

M15 - Terraza Transitable Ático

Superficie total 2.71 m²

Techo con revoco de mortero. Cubierta plana transitable.



Listado de capas:

- | | |
|--|--------|
| 1 - Plaqueta o baldosa cerámica | 1 cm |
| 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450 | 4 cm |
| 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] | 6 cm |
| 4 - Betún fieltro o lámina | 1 cm |
| 5 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400 | 5 cm |
| 6 - Forjado unidireccional (Elemento resistente) | 30 cm |
| 7 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000 | 1.5 cm |

Espesor total: 48.5

Limitación de demanda energética

U_c refrigeración: 0.42 W/m²K

Protección frente al ruido

U_c calefacción: 0.43 W/m²K

Masa superficial: 557.75 kg / m²

Masa superficial del elemento base: 481.50 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 59.4

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 70.1 dB

Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo

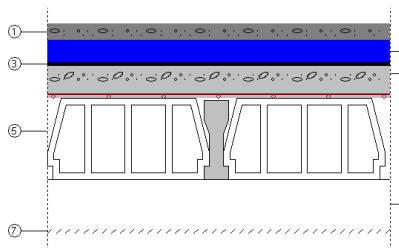
Formación de pendientes: Hormigón ligero con arcilla

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

T.C15.PES - Cubierta

Superficie total 192.11 m²

Falso techo suspendido (escayola (PES)) de 15 mm de espesor con cámara de aire de 15 cm de altura. Cubierta plana no transitable.



Listado de capas:

- | | |
|--|--------|
| 1 - Arena y grava [1700 < d < 2200] | 5 cm |
| 2 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] | 7 cm |
| 3 - Betún fieltro o lámina | 1 cm |
| 4 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400 | 5 cm |
| 5 - Forjado unidireccional (Elemento resistente) | 30 cm |
| 6 - Cámara de aire sin ventilar | 15 cm |
| 7 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900 | 1.5 cm |

Espesor total: 64.5 cm

Limitación de demanda energética

U_c refrigeración: 0.35 W/m²K

Protección frente al ruido

U_c calefacción: 0.36 W/m²K

Masa superficial: 540.50 kg / m²

Masa superficial del elemento base: 453.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 58.4 dBA

Protección frente a la humedad

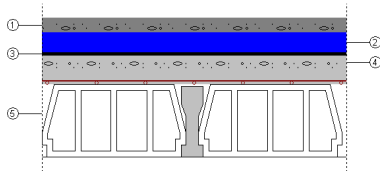
Tipo de cubierta: No transitable, con gravas

Formación de pendientes: Hormigón ligero con arcilla expandida

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

Cubierta Superficie total 6.76 m²

Cubierta plana no transitable.



Listado de capas:

- | | |
|--|--------------|
| 1 - Arena y grava [1700 < d < 2200] | 5 cm |
| 2 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] | 7 cm |
| 3 - Betún fieltro o lámina | 1 cm |
| 4 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400 | 5 cm |
| 5 - Forjado unidireccional (Elemento resistente) | 30 cm |
| Espesor total: | 48 cm |

Limitación de demanda energética

U_c refrigeración: 0.38 W/m²K

Protección frente al ruido

U_c calefacción: 0.39 W/m²K

Masa superficial: 528.13 kg / m²

Masa superficial del elemento base: 453.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 58.4 dBA

Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: No transitable, con gravas

Formación de pendientes: Hormigón ligero con arcilla expandida

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

- Huecos verticales

Ventanas										
Tipo	Acrilamiento	M _M	U _{Marc}	FM	Pa	C _M	U _{Huec}	F _S	F _H	R _w
Ventana de tipo 1 (x66)	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	Genérico	2.00	0.08	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.76	1.00	0.60	27(-1;-1)
Ventana de tipo 1 (x49)	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	Genérico	2.00	0.08	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.76	0.81	0.49	27(-1;-1)
Ventana de tipo 1 (x17)	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	Genérico	2.00	0.07	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.76	0.81	0.49	27(-1;-1)
Ventana de tipo 1 (x16)	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	Genérico	2.00	0.05	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.76	1.00	0.62	27(-1;-1)
Ventana de tipo 1 (x9)	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65) (x9)	Genérico	2.00	0.05	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.75	0.86	0.53	27(-1;-1)
Ventana de tipo 1 (x8)	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65) (x8)	Genérico	2.00	0.09	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.76	0.74	0.44	27(-1;-1)
Ventana de tipo 1 (x11)	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	Genérico	2.00	0.05	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.75	1.00	0.62	27(-1;-1)
Ventana de tipo 1	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	Genérico	2.00	0.07	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.76	1.00	0.60	27(-1;-1)
Ventana de tipo 1 (x2)	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65) (x2)	Genérico	2.00	0.07	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.76	1.00	0.61	27(-1;-1)

Abreviaturas utilizadas			
M_M	Material del marco	U_{Hueco}	Coefficiente de transmisión (W/m^2K)
U_{Marc}	Coefficiente de transmisión (W/m^2K)	F_S	Factor de sombra
FM	Fracción de marco	F_H	Factor solar modificado
Pa	Permeabilidad al aire de la carpintería	R_w	Valores de aislamiento acústico (dB)
C_M	Color del marco (absortividad)		

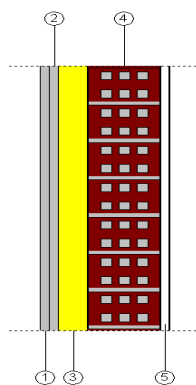
Puertas			
Material		U_{Puerta}	
Puerta de madera		2.20	
Abreviaturas utilizadas			
EI_2 t-C5	Resistencia al fuego en minutos	g_{\perp}	Factor solar
U_{Puerta}	Coefficiente de transmisión (W/m^2K)	R_w ($C; C_{tr}$)	Valores de aislamiento acústico (dB)

SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

- Particiones verticales

Tabique vivienda-descansillo

Superficie total 722.98 m²



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
2 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
3 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
4 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	11.5 cm
5 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5 cm

Espesor total: 20.6 cm

Limitación de demanda
 Protección frente al ruido
 Seguridad en caso de

U_m : 0.51 W/m²K

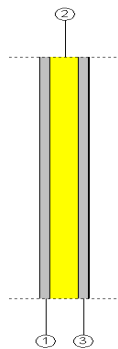
Masa superficial: 147.34 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A : 41.0 dBA

Resistencia al fuego: EI 240

Tabiquería T1

Superficie total 1804.73 m²



Listado de capas:

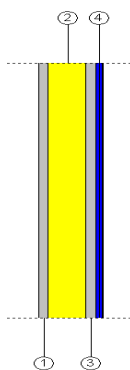
1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	7.6 cm

Limitación de demanda
 Protección frente al ruido
 Seguridad en caso de

U_m: 0.59 W/m²K
 Masa superficial: 26.59 kg / m²
 Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 28.7 dBA
 Resistencia al fuego: EI 240

Tabiquería T2

Superficie total 1009.15 m²



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	6 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
4 - Plaqueta o baldosa cerámica	1 cm
Espesor total:	10 cm

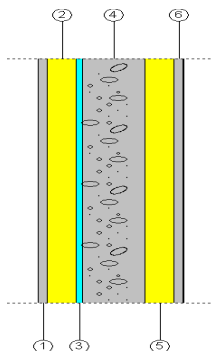
Limitación de demanda
 Protección frente al ruido
 Seguridad en caso de incendio

U_m: 0.47 W/m²K
 Masa superficial: 47.15 kg / m²
 Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 32.8 dBA
 Resistencia al fuego: EI 240

Tabique vivienda-vivienda

Superficie total 361.31 m²

Partición de una hoja de ladrillo cerámico perforado de 11.5 cm, con revestimiento de yeso de 1.5 cm en cada cara.



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
3 - Cámara de aire	1 cm
4 - BH convencional espesor 100 mm	10 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	23.2 cm

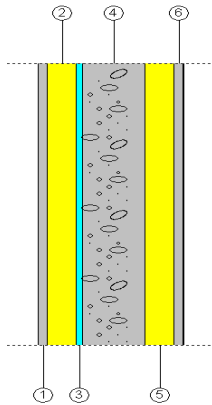
Limitación de demanda
 Protección frente al ruido

U_m: 0.31 W/m²K
 Masa superficial: 159.43 kg / m²
 Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 41.9 dBA

Tabique ascensor

Superficie total 101.65 m²

Partición de una hoja de ladrillo cerámico perforado de 11.5 cm, con revestimiento de yeso de 1.5 cm en cada cara.



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm
2 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
3 - Cámara de aire	1 cm
4 - BH convencional espesor 100 mm	10 cm
5 - MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6 cm
6 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5 cm

Espesor total: 23.2 cm

Limitación de demanda
 Protección frente al ruido

U_m: 0.31 W/m²K

Masa superficial: 159.43 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 41.9 dBA

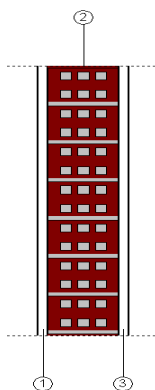
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 240

Tabique escaleras

Superficie total 51.11 m²

Partición de una hoja de ladrillo cerámico perforado de 11.5 cm, con revestimiento de yeso de 1.5 cm en cada cara.



Listado de capas:

1 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	11.5 cm
3 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5 cm

Espesor total: 14.5 cm

Limitación de demanda energética
 Protección frente al ruido

U_m: 1.94 W/m²K

Masa superficial: 151.80 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 41.1 dBA

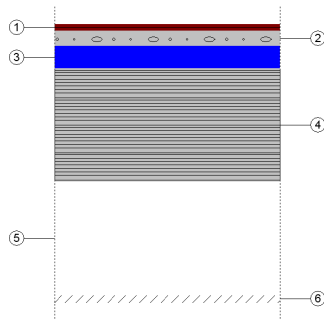
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 240

- Forjados entre pisos

T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD

Superficie total 87.52 m²



Listado de capas:

1 - Frondosa de peso medio 565 < d < 750	1.8 cm
2 - Hormigón convencional d 2000	4 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	6 cm
4 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
6 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm
Espesor total:	73.8 cm

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 0.35 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.37 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 0.38 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 443.63 kg / m²

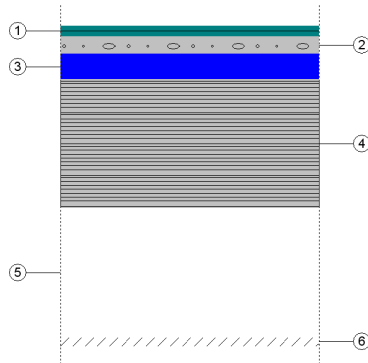
Masa superficial del elemento base: 333.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 53.6 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 75.7 dB

T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC

Superficie total 87.43 m²



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	2.5 cm
2 - Hormigón convencional d 2000	4 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	6 cm
4 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30 cm
5 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
6 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm
Espesor total:	74.5 cm

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 0.36 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.38 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 0.39 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 481.75 kg / m²

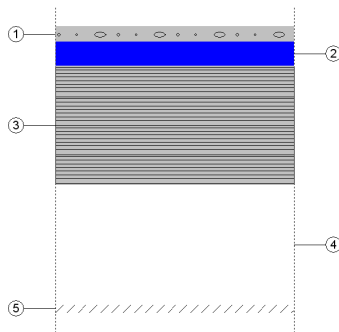
Masa superficial del elemento base: 333.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 53.6 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 75.7 dB

T.C30.PES - Forjado P1

Superficie total 4.09 m²



Listado de capas:

1 - Hormigón convencional d 2000	4 cm
2 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	6 cm
3 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	30 cm
5 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2 cm
Espesor total:	72 cm

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 0.36 W/m²K

U (flujo ascendente): 0.38 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 0.39 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 431.75 kg / m²

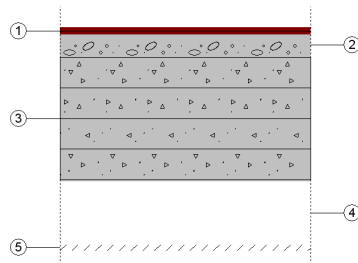
Masa superficial del elemento base: 333.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 53.6 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 75.7 dB

T.C15.PES - Forjado entre Pisos - S.WD

Superficie total 2066.79 m²



Listado de capas:

1 - Frondosa de peso medio 565 < d < 750	1.8 cm
2 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5 cm
3 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30 cm
4 - Cámara de aire sin ventilar	15 cm
5 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1.5 cm
Espesor total:	53.3 cm

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 1.02 W/m²K

U (flujo ascendente): 1.19 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 1.28 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 466.26 kg / m²

Masa superficial del elemento base: 442.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 58.1 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 71.4 dB

T.C15.PES - Forjado entre Pisos - S.MC

Superficie total 665.48 m²

	<p>Listado de capas:</p>		
	1 - Plaqueta o baldosa cerámica	2.5 cm	
	2 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5 cm	
	3 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30 cm	
	4 - Cámara de aire sin ventilar	15 cm	
5 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1.5 cm		
	Espesor total:	54 cm	

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 1.10 W/m²K

U (flujo ascendente): 1.30 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 1.41 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 504.38 kg / m²

Masa superficial del elemento base: 492.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 59.8 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 69.8 dB

Forjado entre Pisos - S.MC

Superficie total 52.14 m²

	<p>Listado de capas:</p>		
	1 - Plaqueta o baldosa cerámica	2.5 cm	
	2 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5 cm	
	3 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30 cm	
	Espesor total:	37.5 cm	

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 1.50 W/m²K

U (flujo ascendente): 1.90 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 2.14 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 492.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 59.8 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 69.8 dB

M15 - Forjado entre Pisos - S.MC

Superficie total 104.35 m²

	<p>Listado de capas:</p>		
	1 - Plaqueta o baldosa cerámica	2.5 cm	
	2 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5 cm	
	3 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30 cm	
	4 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1.5 cm	
	Espesor total:	39 cm	

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 1.47 W/m²K

U (flujo ascendente): 1.86 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 2.09 W/m²K)

Protección frente al ruido

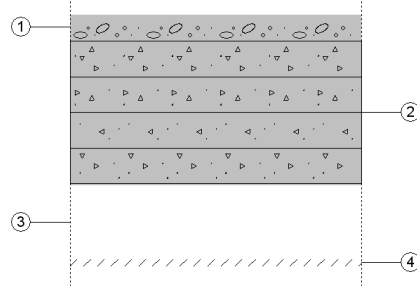
Masa superficial: 520.50 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 60.6 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 68.9 dB

T.C15.PES - Forjado entre Pisos

Superficie total 2.85 m²



Listado de capas:

1 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400 5 cm

2 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm 30 cm

3 - Cámara de aire sin ventilar 15 cm

4 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900 1.5 cm

Espesor total: 51.5

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 1.13 W/m²K

U (flujo ascendente): 1.35 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 1.47 W/m²K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 454.38 kg / m²

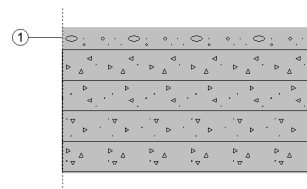
Masa superficial del elemento base: 442.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 58.1 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 71.4 dB

Forjado entre Pisos

Superficie total 6.71 m²



Listado de capas:

1 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400 5 cm

2 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm 30 cm

Espesor total: 35 cm

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 1.56 W/m²K

U (flujo ascendente): 1.99 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, U: 2.26 W/m²K)

Protección frente al ruido

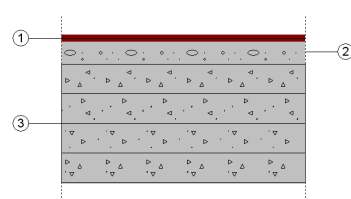
Masa superficial: 442.00 kg / m²

Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A: 58.1 dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 71.4 dB

Forjado entre Pisos - S.WD

Superficie total 2.08 m²



Listado de capas:

1 - Frondosa de peso medio 565 < d < 750 1.8 cm

2 - Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400 5 cm

3 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm 30 cm

Espesor total: 36.8 cm

Limitación de demanda energética

U (flujo descendente): 1.35 W/m²K

U (flujo ascendente): 1.66 W/m²K

(forjado expuesto a la intemperie, $U: 1.85 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 Protección frente al ruido Masa superficial: 453.88 kg / m^2
 Masa superficial del elemento base: 442.00 kg / m^2
 Índice global de reducción acústica, ponderado A, $R_A: 58.1 \text{ dBA}$
 Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}: 71.4 \text{ dB}$

- Huecos verticales interiores

Ventanas								
Tipo	Acristalamiento	M_M	U_{Marc}	FM	Pa	C_M	U_{Hue}	R_w
Ventana de tipo 1 (x2)	Acristalamiento ($U = 1.50 \text{ kcal/(h m}^2\text{°C)}$ / Factor solar = 0.65) (x2)	Genérico	2.00	0.04	Clase 2	Intermedio (0.60)	1.75	27(-1;-1)
Abreviaturas utilizadas								
M_M	Material del marco		C_M	Color del marco (absortividad)				
U_{Mar}	Coeficiente de transmisión ($\text{W/m}^2\text{K}$)		U_{Hueco}	Coeficiente de transmisión ($\text{W/m}^2\text{K}$)				
FM	Fracción de marco		R_w	Valores de aislamiento acústico (dB)				
Pa	Permeabilidad al aire de la carpintería							

Puertas			
Material		U_{Puerta}	
Puerta de madera		2.20	
Abreviaturas utilizadas			
$EI_2 \text{ t-C5}$	Resistencia al fuego en minutos	$R_w (C; C_{tr})$	Valores de aislamiento acústico (dB)
U_{Puerta}	Coeficiente de transmisión ($\text{W/m}^2\text{K}$)		

MATERIALES

Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	C_p	μ
1/2 pie LP métrico o catalán $60 \text{ mm} < G < 80 \text{ mm}$	11.5	1020	0.567	0.203	1000	10
1/2 pie LP métrico o catalán $80 \text{ mm} < G < 100 \text{ mm}$	11.5	900	0.512	0.225	1000	10
Aluminio	0.1	2700	230	4.35e-006	880	1000000
Arena y grava [$1700 < d < 2200$]	5	1450	2	0.025	1050	50
Betún fieltro o lámina	1	1100	0.23	0.0435	1000	50000
BH convencional espesor 100 mm	10	1210	0.632	0.158	1000	10
Cámara de aire	1	1000	0.117	0.0851	100	1

Cámara de aire	3	1000	0.117	0.255	100	1
Cámara de aire	4	1000	0.117	0.341	100	1
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5	1150	0.57	0.0263	1000	6
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2	1150	0.57	0.0351	1000	6
Froncosa de peso medio 565 < d < 750	1.8	660	0.18	0.1	1600	50
FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30	1110	0.846	0.355	1000	10
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30	1240	1.42	0.211	1000	80
Hormigón armado d > 2500	10	2600	2.5	0.04	1000	80
Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5	1400	0.55	0.0909	1000	6
Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	7	1400	0.55	0.127	1000	6
Hormigón convencional d 2000	4	2000	1.32	0.0303	1000	120
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	1.5	1350	0.7	0.0214	1000	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	4	1350	0.7	0.0571	1000	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1.5	1900	1.3	0.0115	1000	10
Mortero hidrófugo	1.5	1900	1.3	0.0115	1000	110
MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	4.6	40	0.0349	1.32	1000	50
MW Lana mineral [0.035 W/[mK]]	6	40	0.0349	1.72	1000	50
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	825	0.25	0.06	1000	4
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1.5	825	0.25	0.06	1000	4
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	2	825	0.25	0.08	1000	4
Plaqueta o baldosa cerámica	1	2000	1	0.01	800	30
Plaqueta o baldosa cerámica	2.5	2000	1	0.025	800	30
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4	37.5	0.034	1.18	1000	100
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4.9	37.5	0.034	1.44	1000	100
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	6	37.5	0.034	1.76	1000	100
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	7	37.5	0.034	2.06	1000	100

Abreviaturas utilizadas			
e	Espesor (cm)	RT	Resistencia térmica (m^2K/W)
ρ	Densidad (kg/m^3)	Cp	Calor específico (J/kgK)
λ	Conductividad (W/mK)	μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua

Vidrios			
Material		U_{Vidri}	g_{\perp}
Acristalamiento ($U = 1.50 \text{ kcal}/(h \text{ m}^2\text{°C}) / \text{Factor solar} = 0.65$)		1.74	0.65
Abreviaturas utilizadas			
U_{Vidri}	Coefficiente de transmisión (W/m^2K)	g_{\perp}	Factor solar

Marcos	
Material	U_{Marco}
Genérico	2.00
Abreviaturas utilizadas	
U_{Marco}	Coefficiente de transmisión (W/m^2K)

PUENTES TÉRMICOS

Puentes térmicos lineales			
Nombre	Ψ	F_{Rsi}	
Fachada en esquina vertical saliente	0.08	0.84	
Fachada en esquina vertical entrante	0.08	0.91	
Forjado en esquina horizontal saliente	0.39	0.72	
Unión de solera con pared exterior	0.14	0.75	
Forjado entre pisos	0.41	0.76	
Forjado en esquina horizontal entrante	0.35	0.65	
Ventana en fachada	0.20	0.76	
Abreviaturas utilizadas			
Ψ	Transmitancia lineal (W/mK)	F_{Rsi}	Factor de temperatura de la superficie interior

1.2.5. EXIGENCIA BÁSICA HE 1: LIMITACION 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 interna <input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna <input type="checkbox"/>
--------------------------	---	--

Muros (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m²)	U (W/m²K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Fachada Caravista M1	187.38	0.31	58.25	$\Sigma A = 1225.15 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 434.75 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.67)	6.92	0.34	2.38	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.69)	6.10	0.35	2.16	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.60)	8.36	0.31	2.57	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.62)	105.65	0.32	33.60	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.77)	3.97	0.39	1.57	
	FACHADA PREFABRICADO M2	481.23	0.30	142.78	
	Tabiquería T2	175.03	0.47	82.95	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.61)	9.80	0.31	3.07	
	Tabiquería T1	129.84	0.59	76.44	
	Tabique ascensor (b = 0.60)	4.82	0.18	0.89	
	Tabique ascensor (b = 0.62)	28.90	0.19	5.50	
	Tabique ascensor (b = 0.68)	9.81	0.21	2.05	
	Fachada Monocapa (Atico) M6	47.80	0.31	14.81	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.63)	15.15	0.32	4.90	
Tabique ascensor (b = 0.63)	4.40	0.19	0.85		
E					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
O					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
S					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
SE	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.76)	19.87	0.39	7.74	$\Sigma A = 717.67 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 272.72 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.85)	4.98	0.44	2.17	
	Fachada Caravista M1	431.19	0.31	134.05	
	Tabiquería T1	163.85	0.59	96.46	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.61)	5.05	0.31	1.58	
	Tabiquería T2	6.90	0.47	3.27	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.60)	5.02	0.31	1.55	
Tabique vivienda-descansillo (b = 0.62)	65.47	0.32	20.82		

	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.68)	5.02	0.35	1.75	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.63)	10.32	0.32	3.33	
SO	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.76)	10.36	0.39	4.04	$\Sigma A = 581.76 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 205.95 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.69)	6.45	0.35	2.28	
	Fachada Caravista M1	179.74	0.31	55.88	
	FACHADA PREFABRICADO M2	134.75	0.30	39.98	
	Tabiquería T1	76.63	0.59	45.11	
	Tabique ascensor (b = 0.61)	4.84	0.19	0.91	
	Tabiquería T2	61.90	0.47	29.34	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.60)	4.55	0.31	1.40	
	Tabique ascensor (b = 0.62)	33.91	0.19	6.45	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.62)	27.33	0.32	8.69	
	Tabique ascensor (b = 0.68)	4.55	0.21	0.95	
	Fachada Monocapa (Atico) M6	27.40	0.31	8.49	
	Tabique vivienda-descansillo (b = 0.63)	4.86	0.32	1.57	
	Tabique ascensor (b = 0.63)	4.48	0.19	0.86	
C-TE R					$\Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Suelos (U_{Sm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado Planta Baja - S.MC (B' = 10.5 m)	38.58	0.34	13.18	$\Sigma A = 365.25 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 133.92 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.37 \text{ W/m}^2\text{K}$
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.76)	59.90	0.28	16.80	
Forjado P1 - S.WD (Voladizo)	171.43	0.42	71.74	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.76)	55.30	0.29	15.95	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.69)	1.91	0.25	0.49	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.60)	2.92	0.22	0.65	
Forjado P1 - S.MC (Voladizo)	14.92	0.43	6.45	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.85)	4.40	0.32	1.42	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.69)	1.41	0.26	0.37	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.60)	0.73	0.23	0.17	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.77)	3.49	0.28	0.99	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.62)	1.36	0.23	0.31	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.67)	4.01	0.25	0.99	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.62)	2.25	0.24	0.53	
T.C30.PES - Forjado P1 - S.WD (b = 0.85)	0.42	0.31	0.13	
Forjado entre Pisos - S.WD	2.08	1.66	3.46	
Forjado entre Pisos - S.MC	0.16	1.90	0.30	

Cubiertas y lucernarios (U_{Cm}, F_{Lm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.60)	2.29	0.23	0.52	

T.C30.PES - Forjado P1 - S.MC (b = 0.61)	1.13	0.23	0.26	$\Sigma A = 378.36 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 143.49 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.38 \text{ W/m}^2\text{K}$
T.C30.PES - Forjado P1	0.89	0.38	0.34	
T.C15.PES - Terraza Transitable Ático	176.38	0.39	68.98	
T.C15.PES - Forjado entre Pisos	2.85	1.35	3.84	
M15 - Terraza Transitable Ático	2.71	0.43	1.16	
T.C15.PES - Cubierta	192.11	0.36	68.39	

Tipos	A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados
				$\Sigma A =$ <input type="text"/>
				$\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/>
				$F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Huecos (U _{Hm} , F _{Hm})					
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	185.82	1.76	327.04	$\Sigma A = 228.32 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 401.41 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.76 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	42.50	1.75	74.37	

Tipos	A (m ²)	U	F	A · U	A · F (m ²)	Resultados	
E						$\Sigma A =$ <input type="text"/>	
						$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>	
						$\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/>	
						$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>	
O						$\Sigma A =$ <input type="text"/>	
						$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>	
						$\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/>	
						$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>	
S						$\Sigma A =$ <input type="text"/>	
						$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>	
						$\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/>	
						$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>	
						$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>	
SE	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	58.28	1.76	0.49	102.57	28.56	$\Sigma A = 68.16 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 119.95 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 32.90 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.76 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.48$
	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	9.88	1.76	0.44	17.39	4.35	
SO	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	65.63	1.76	0.49	115.51	32.16	$\Sigma A = 99.58 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 174.92 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 50.15 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.76 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Acrilamiento (U = 1.50 kcal/(h m ² °C) / Factor solar = 0.65)	33.95	1.75	0.53	59.41	17.99	

							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.50$
--	--	--	--	--	--	--	---

Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA D1	Zona de baja carga interna <input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna <input type="checkbox"/>
--------------------------	---	--

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U_{máx(proyecto)}(U_{máx}(2)
Muros de fachada	0.31 W/m ² K ≤	0.86 W/m ² K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.82 W/m ² K ≤	0.86 W/m ² K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.59 W/m ² K ≤	0.86 W/m ² K
Suelos	0.43 W/m ² K ≤	0.64 W/m ² K
Cubiertas	0.43 W/m ² K ≤	0.49 W/m ² K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	1.76 W/m ² K ≤	3.50 W/m ² K
Medianerías		≤ 1.00 W/m ² K

Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	≤ 1.20 W/m ² K
--	---------------------------

Muros de fachada		Huecos				
	U_{Mm}(4)	U_{Mlim}(5)	U_{Hm}(4)	U_{Hlim}(5)	F_{Hm}(4)	F_{Hlim}(5)
N	0.35 W/m ² K ≤	0.66 W/m ² K	1.76 W/m ² K ≤	3.50 W/m ² K		
E		0.66 W/m ² K		3.50 W/m ² K		
O		0.66 W/m ² K		3.50 W/m ² K		
S		0.66 W/m ² K		3.50 W/m ² K		
SE	0.38 W/m ² K ≤	0.66 W/m ² K	1.76 W/m ² K ≤	3.50 W/m ² K		
SO	0.35 W/m ² K ≤	0.66 W/m ² K	1.76 W/m ² K ≤	3.50 W/m ² K		

Cerr. contacto terreno		Suelos		Cubiertas y lucernarios		Lucernarios	
U_{Tm}(4)	U_{Mlim}(5)	U_{Sm}(4)	U_{Slim}(5)	U_{Cm}(4)	U_{Clim}(5)	F_{Lm}(4)	F_{Llim}(5)
	≤ 0.66 W/m ² K	0.37 W/m ² K ≤	0.49 W/m ² K	0.38 W/m ² K ≤	0.38 W/m ² K		≤ 0.36

- (1) U_{máx(proyecto)} corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en el proyecto.
- (2) U_{máx} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
- (3) En edificios de viviendas, U_{máx(proyecto)} de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
- (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
- (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

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

Condensaciones interiores:

- Temperatura interior: 20 °C
- Humedad relativa interior: 50%.

1.2.6.2. Condensaciones intersticiales.

El procedimiento se basa en la comparación entre 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 Tª:

- Tª superficial exterior:

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

Donde:

θ_e = Tª 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.

θ_i = 20°C; Tª interior.

- Cálculo de la temperatura de cada una de las capas:

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

θ_n = Tª en cada capa (°C).

R_n = Resistencia térmica en cada capa.

- Cálculo de la temperatura 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:

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

$$S_{dn} = e_n * u_n$$

u_n = Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, se encuentra en UNE EN ISO-10.456:2001 y en la página 61 de la sección H1 del CTE.

e_n = Espesor capa (m).

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

P_i = Presión de vapor del aire interior (Pa).

P_e = Presión de vapor del aire exterior (Pa).

Estas presiones se calculan según la fórmula propuesta a continuación:

$$P_e = \phi_e * P_{sat}(\theta_e) = 0,8 * 841,9 = 673,52 \text{ Pa.}$$

$$P_i = \phi_i * P_{sat}(\theta_i) = 0,5 * 2336,95 = 1168,48 \text{ Pa.}$$

Donde:

$\phi_e = 0,5$ Humedad relativa interior.

$\phi_i = 0,8$ (tabla) Humedad relativa exterior.

A continuación la presión de saturación para cada temperatura:

$$P_{sat}(\theta) = 610,5 e^{\frac{17,269 * \theta}{237,3 + \theta}}$$

$$P_{sat}(20) = 2336,95$$

$$P_{sat}(4,5) = 841,9$$

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

1.2.6.3. Exigencia Básica HE1: Ficha 3: Conformidad condensaciones.

Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos									
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales						
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6
Fachada Caravista M1	f_{Rsi}	0.92	P_n	750.08	859.92	861.92	1128.21	1281.33	1285.32
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$	920.17	923.73	1005.57	1470.76	2207.75	2247.86
FACHADA PREFABRICADO M2	f_{Rsi}	0.93	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Forjado P1 - S.WD (Voladizo)	f_{Rsi}	0.90	P_n	798.38	1048.09	1247.87	1285.32		
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$	1000.43	2076.82	2101.87	2186.40		
Forjado P1 - S.MC (Voladizo)	f_{Rsi}	0.90	P_n	799.67	1051.96	1253.79	1285.32		
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$	1005.81	2133.32	2159.77	2181.81		
T.C15.PES - Terraza Transitable Ático	f_{Rsi}	0.90	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
M15 - Terraza Transitable Ático	f_{Rsi}	0.89	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Fachada Monocapa (Atico) M6	f_{Rsi}	0.92	P_n	685.45	776.95	779.33	1097.57	1280.55	1285.32
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$	859.47	926.51	1008.31	1472.91	2208.14	2248.13
T.C15.PES - Cubierta	f_{Rsi}	0.91	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico en esquina saliente de cerramiento	f_{Rsi}	0.84	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico en esquina entrante de cerramiento	f_{Rsi}	0.91	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y cubierta	f_{Rsi}	0.72	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y solera	f_{Rsi}	0.75	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y forjado	f_{Rsi}	0.76	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y voladizo	f_{Rsi}	0.65	P_n						
	f_{Rmin}	0.62	$P_{sat,n}$						

1.2.7. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Utilizando el programa de cálculo informático CALENER VYP (Calificación energética de edificios), obtenemos el certificado de calificación energética para nuestro edificio objeto.

A continuación se presentan los resultados del cálculo de la calificación energética, realizados con el método simplificado.



Resultados:

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto	Edificio Referencia
Demanda calefacción kWh/m ²	D 61,4	D 78,7
Demanda refrigeración kWh/m ²	-	-
Emisiones CO ₂ calefacción kgCO ₂ /m ²	C 13,3	D 25,2
Emisiones CO ₂ refrigeración kgCO ₂ /m ²	-	-
Emisiones CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	A 1,7	D 3,7

En el ANEXO I. CALIFICACION ENERGETICA DEL EDIFICIO, al final de este documento, se muestra el resultado oficial obtenido con el programa de cálculo CALENER VYP.

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, habrá que establecer en primer lugar las condiciones ambientales tanto exteriores, como las condiciones óptimas que se pretenden obtener en el interior de las viviendas.

ZONA CLIMATICA:

El edificio corresponde a la zona D1 (CTE-HE Apéndice D, Zona climática, Pamplona/Iruña).

- Altitud sobre el nivel del mar	449 m.
- Percentil para invierno	97,5 %
- Velocidad del viento	5,7 m/s

TEMPERATURAS:

- Temperatura exterior	-5 °C
- Temperatura interior	20 °C
- Temperatura de locales no calefactados rodeados de otros que lo están	8 °C
- Locales vecinos con calefacción propia	10 °C
- Separación con el terreno	7 °C
- Temperatura de entrada de agua fría	10 °C
- Temperatura máxima del agua	80 °C

2.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO.

Si se quiere calefactar un edificio de viviendas se necesita conocer las pérdidas caloríficas que se producen en cada habitáculo de cada vivienda para que se puedan elegir los adecuados equipos emisores que calienten dicho habitáculo, así como el adecuado sistema generador de calor que abastezca la instalación.

Estas pérdidas de calor son debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los recintos verticales y horizontales, así como a la infiltración de aire debida a las rendijas de algún cerramiento particular, así como por las renovaciones de aire.

Por último, habrá que aplicar un factor de corrección 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 objeto 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. CALCULO DE PERDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por **transmisión**, (CYPE INSTALACIONES las calcula como cargas internas sensibles), 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 / m² 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 °C.

t_e = Temperatura exterior, en °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 superan este con el exterior o locales no calefactados.

2.2.2. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR INFILTRACION O RENOVACIÓN.

Las pérdidas por **renovación**, (CYPE instalaciones las calcula como ventilaciones), 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 siguiente expresión:

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

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, $0,24 \text{ Kcal} / \text{Kg } ^\circ\text{C} \approx 1 \text{ KJ} / \text{kg } ^\circ\text{C}$.

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

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 $^\circ\text{C}$.

TIPO DE HABITÁCULO	RENOVACIONES / HORA
Dormitorios	0,5
Baños	1,5
Cocinas	1,5
Salón	0,5

2.2.3. CALCULO DE PERDIDAS 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 pérdidas totales de calor:

ORIENTACION	PORCENTAJE AUMENTO DE POTENCIA (%)
Norte	20
Sur	0
Este	10
Oeste	10

2.2.3.2. Suplemento por intermitencia de funcionamiento.

Para estas viviendas, se ha previsto un suplemento de potencia global de la instalación por intermitencia de funcionamiento del 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 DE LAS VIVIENDAS

A continuación se muestran los resultados de las demandas caloríficas de los habitáculos a calefactar de las 34+34 viviendas que componen el edificio. Para su cálculo se ha utilizado el programa informático CYPE Instalaciones, que valora las cargas térmicas de cada recinto basándose en las ecuaciones y parámetros anteriormente explicados.

Puesto que la instalación está compuesta por dos edificios, de 34 viviendas cada uno, de idéntica construcción, mostramos los resultados obtenidos en el cálculo de la Torre1, siendo exactamente iguales en el caso de la Torre2.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción

Conjunto: Vivienda 1 P1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(Total(kcal/h)
Dormitorio 2	Planta 1	681.87	36.00	250.77	71.48	932.64
Dormitorio 1	Planta 1	552.28	36.00	250.77	68.83	803.05
Dormitorio 3	Planta 1	486.42	36.00	250.77	70.12	737.19
Baño 1	Planta 1	132.49	26.30	183.20	80.89	315.69
Baño 2	Planta 1	124.40	26.30	183.20	81.33	307.61
Salon-Comedor 1	Planta 1	1130.39	54.00	376.16	58.95	1506.54
Pasillo 1	Planta 1	107.49	0.00	0.00	26.34	107.49
Cocina 1	Planta 1	498.42	83.55	556.46	90.91	1054.88
Distribuidor 1	Planta 1	256.83	0.00	0.00	53.34	256.83
Total			298.1			
Carga total simultánea						6021.9

Conjunto: Vivienda 2 P1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 4	Planta 1	693.12	36.00	250.77	72.65	943.89
Dormitorio 5	Planta 1	576.25	36.00	250.77	70.20	827.02
Dormitorio 6	Planta 1	482.48	36.00	250.77	70.31	733.25
Baño 5	Planta 1	133.13	26.30	183.20	79.58	316.33
Baño 6	Planta 1	118.33	26.30	183.20	81.28	301.53
Pasillo 3	Planta 1	105.92	0.00	0.00	25.70	105.92
Cocina 3	Planta 1	499.03	84.31	561.54	90.57	1060.56
Distribuidor 4	Planta 1	258.36	0.00	0.00	53.71	258.36
Salon-Comedor 4	Planta 1	1126.24	54.00	376.16	58.83	1502.40
Total			298.9			
Carga total simultánea						6049.3

Conjunto: Vivienda 3 P1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2.1	Planta 1	585.23	36.00	250.77	66.67	836.00
Dormitorio 2.2	Planta 1	679.48	36.00	250.77	73.34	930.25
Dormitorio 2.3	Planta 1	505.25	36.00	250.77	73.45	756.02
Baño 7	Planta 1	146.65	26.30	183.20	75.88	329.85
Baño 8	Planta 1	122.96	26.30	183.20	81.57	306.16
Salon-Comedor 3	Planta 1	1220.66	54.00	376.16	61.70	1596.82
Pasillo 4	Planta 1	114.90	0.00	0.00	26.41	114.90
Cocina 4	Planta 1	528.02	79.22	527.66	95.94	1055.68
Distribuidor 3	Planta 1	212.48	0.00	0.00	68.81	212.48
Total			293.8			
Carga total simultánea						6138.2

Conjunto: Vivienda 4 P1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 1.1	Planta 1	581.29	36.00	250.77	68.14	832.06
Dormitorio 1.2	Planta 1	653.19	36.00	250.77	72.06	903.96
Dormitorio 1.3	Planta 1	475.73	36.00	250.77	71.76	726.50
Baño 3	Planta 1	142.49	26.30	183.20	77.19	325.69
Baño 4	Planta 1	122.70	26.30	183.20	81.67	305.90
Salon-Comedor 2	Planta 1	1183.25	54.00	376.16	60.23	1559.41
Pasillo 2	Planta 1	117.13	0.00	0.00	26.75	117.13
Cocina 2	Planta 1	540.27	81.29	541.43	95.81	1081.70
Distribuidor 2	Planta 1	217.79	0.00	0.00	69.09	217.79
Total			295.9			
Carga total simultánea						6070.1

Conjunto: Vivienda 1 P2						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2	Planta 2	731.42	36.00	250.77	75.28	982.19
Dormitorio 1	Planta 2	610.73	36.00	250.77	73.84	861.50
Dormitorio 3	Planta 2	542.05	36.00	250.77	75.41	792.82
Baño 1	Planta 2	177.98	26.30	183.20	92.55	361.19
Baño 2	Planta 2	168.51	26.30	183.20	92.99	351.71
Salon-Comedor 1	Planta 2	1344.54	54.00	376.16	67.33	1720.70
Pasillo 1	Planta 2	149.47	0.00	0.00	36.63	149.47
Cocina 1	Planta 2	610.78	83.55	556.46	100.59	1167.24
Distribuidor 1	Planta 2	311.05	0.00	0.00	64.61	311.05
Total			298.1			
Carga total simultánea						6697.9

Conjunto: Vivienda 2 P2						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 4	Planta 2	743.40	36.00	250.77	76.52	994.17
Dormitorio 5	Planta 2	635.56	36.00	250.77	75.24	886.33
Dormitorio 6	Planta 2	538.75	36.00	250.77	75.71	789.52
Baño 5	Planta 2	181.23	26.30	183.20	91.68	364.43
Baño 6	Planta 2	165.27	26.30	183.20	93.93	348.47
Pasillo 3	Planta 2	149.29	0.00	0.00	36.23	149.29
Cocina 3	Planta 2	618.93	84.31	561.54	100.81	1180.47
Distribuidor 4	Planta 2	310.91	0.00	0.00	64.63	310.91
Salon-Comedor 4	Planta 2	1344.38	54.00	376.16	67.37	1720.53
Total			298.9			
Carga total simultánea						6744.1

Conjunto: Vivienda 3 P2						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2.1	Planta 2	647.18	36.00	250.77	71.62	897.95
Dormitorio 2.2	Planta 2	720.39	36.00	250.77	76.56	971.16
Dormitorio 2.3	Planta 2	538.45	36.00	250.77	76.68	789.22
Baño 7	Planta 2	197.33	26.30	183.20	87.55	380.53
Baño 8	Planta 2	166.72	26.30	183.20	93.23	349.92
Salon-Comedor 3	Planta 2	1411.47	54.00	376.16	69.08	1787.63
Pasillo 4	Planta 2	157.14	0.00	0.00	36.12	157.14
Cocina 4	Planta 2	634.13	79.22	527.66	105.58	1161.79
Distribuidor 3	Planta 2	246.52	0.00	0.00	79.84	246.52
Total			293.8			
Carga total simultánea						6741.9

Conjunto: Vivienda 4 P2						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 1.1	Planta 2	641.84	36.00	250.77	73.10	892.61
Dormitorio 1.2	Planta 2	693.65	36.00	250.77	75.28	944.42
Dormitorio 1.3	Planta 2	508.39	36.00	250.77	74.98	759.16
Baño 3	Planta 2	191.69	26.30	183.20	88.85	374.90
Baño 4	Planta 2	166.36	26.30	183.20	93.33	349.56
Salon-Comedor 2	Planta 2	1370.08	54.00	376.16	67.45	1746.23
Pasillo 2	Planta 2	159.49	0.00	0.00	36.42	159.49
Cocina 2	Planta 2	647.57	81.29	541.43	105.31	1189.00
Distribuidor 2	Planta 2	250.85	0.00	0.00	79.58	250.85
Total			295.9			
Carga total simultánea						6666.2

Conjunto: Vivienda 1 P3						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2	Planta 3	731.42	36.00	250.77	75.28	982.19
Dormitorio 1	Planta 3	610.73	36.00	250.77	73.84	861.50
Dormitorio 3	Planta 3	542.05	36.00	250.77	75.41	792.82
Baño 1	Planta 3	177.98	26.30	183.20	92.55	361.19
Baño 2	Planta 3	168.51	26.30	183.20	92.99	351.71
Salon-Comedor 1	Planta 3	1344.54	54.00	376.16	67.33	1720.70
Pasillo 1	Planta 3	149.47	0.00	0.00	36.63	149.47
Cocina 1	Planta 3	610.78	83.55	556.46	100.59	1167.24
Distribuidor 1	Planta 3	311.05	0.00	0.00	64.61	311.05
Total			298.1			
Carga total simultánea						6697.9

Conjunto: Vivienda 2 P3						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 4	Planta 3	743.40	36.00	250.77	76.52	994.17
Dormitorio 5	Planta 3	635.56	36.00	250.77	75.24	886.33
Dormitorio 6	Planta 3	538.75	36.00	250.77	75.71	789.52
Baño 5	Planta 3	181.23	26.30	183.20	91.68	364.43
Baño 6	Planta 3	165.27	26.30	183.20	93.93	348.47
Pasillo 3	Planta 3	149.29	0.00	0.00	36.23	149.29
Cocina 3	Planta 3	618.93	84.31	561.54	100.81	1180.47
Distribuidor 4	Planta 3	310.91	0.00	0.00	64.63	310.91
Salon-Comedor 4	Planta 3	1344.38	54.00	376.16	67.37	1720.53
Total			298.9			
Carga total simultánea						6744.1

Conjunto: Vivienda 3 P3						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2.1	Planta 3	647.18	36.00	250.77	71.62	897.95
Dormitorio 2.2	Planta 3	720.39	36.00	250.77	76.56	971.16
Dormitorio 2.3	Planta 3	538.45	36.00	250.77	76.68	789.22
Baño 7	Planta 3	197.33	26.30	183.20	87.55	380.53
Baño 8	Planta 3	166.72	26.30	183.20	93.23	349.92
Salon-Comedor 3	Planta 3	1411.47	54.00	376.16	69.08	1787.63
Pasillo 4	Planta 3	157.14	0.00	0.00	36.12	157.14
Cocina 4	Planta 3	634.13	79.22	527.66	105.58	1161.79
Distribuidor 3	Planta 3	246.52	0.00	0.00	79.84	246.52
Total			293.8			
Carga total simultánea						6741.9

Conjunto: Vivienda 4 P3						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 1.1	Planta 3	641.84	36.00	250.77	73.10	892.61
Dormitorio 1.2	Planta 3	693.65	36.00	250.77	75.28	944.42
Dormitorio 1.3	Planta 3	508.39	36.00	250.77	74.98	759.16
Baño 3	Planta 3	191.69	26.30	183.20	88.85	374.90
Baño 4	Planta 3	166.36	26.30	183.20	93.33	349.56
Salon-Comedor 2	Planta 3	1370.08	54.00	376.16	67.45	1746.23
Pasillo 2	Planta 3	159.49	0.00	0.00	36.42	159.49
Cocina 2	Planta 3	647.57	81.29	541.43	105.31	1189.00
Distribuidor 2	Planta 3	250.85	0.00	0.00	79.58	250.85
Total			295.9			
Carga total simultánea						6666.2

Conjunto: Vivienda 1 P4						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2	Planta 4	731.42	36.00	250.77	75.28	982.19
Dormitorio 1	Planta 4	610.73	36.00	250.77	73.84	861.50
Dormitorio 3	Planta 4	542.05	36.00	250.77	75.41	792.82
Baño 1	Planta 4	177.98	26.30	183.20	92.55	361.19
Baño 2	Planta 4	168.51	26.30	183.20	92.99	351.71
Salon-Comedor 1	Planta 4	1344.54	54.00	376.16	67.33	1720.70
Pasillo 1	Planta 4	149.47	0.00	0.00	36.63	149.47
Cocina 1	Planta 4	610.78	83.55	556.46	100.59	1167.24
Distribuidor 1	Planta 4	311.05	0.00	0.00	64.61	311.05
Total			298.1			
Carga total simultánea						6697.9

Conjunto: Vivienda 2 P4						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 4	Planta 4	743.40	36.00	250.77	76.52	994.17
Dormitorio 5	Planta 4	635.56	36.00	250.77	75.24	886.33
Dormitorio 6	Planta 4	538.75	36.00	250.77	75.71	789.52
Baño 5	Planta 4	181.23	26.30	183.20	91.68	364.43
Baño 6	Planta 4	165.27	26.30	183.20	93.93	348.47
Pasillo 3	Planta 4	149.29	0.00	0.00	36.23	149.29
Cocina 3	Planta 4	618.93	84.31	561.54	100.81	1180.47
Distribuidor 4	Planta 4	310.91	0.00	0.00	64.63	310.91
Salon-Comedor 4	Planta 4	1344.38	54.00	376.16	67.37	1720.53
Total			298.9			
Carga total simultánea						6744.1

Conjunto: Vivienda 3 P4						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2.1	Planta 4	647.18	36.00	250.77	71.62	897.95
Dormitorio 2.2	Planta 4	720.39	36.00	250.77	76.56	971.16
Dormitorio 2.3	Planta 4	538.45	36.00	250.77	76.68	789.22
Baño 7	Planta 4	197.33	26.30	183.20	87.55	380.53
Baño 8	Planta 4	166.72	26.30	183.20	93.23	349.92
Salon-Comedor 3	Planta 4	1411.47	54.00	376.16	69.08	1787.63
Pasillo 4	Planta 4	157.14	0.00	0.00	36.12	157.14
Cocina 4	Planta 4	634.13	79.22	527.66	105.58	1161.79
Distribuidor 3	Planta 4	246.52	0.00	0.00	79.84	246.52
Total			293.8			
Carga total simultánea						6741.9

Conjunto: Vivienda 4 P4						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 1.1	Planta 4	641.84	36.00	250.77	73.10	892.61
Dormitorio 1.2	Planta 4	693.65	36.00	250.77	75.28	944.42
Dormitorio 1.3	Planta 4	508.39	36.00	250.77	74.98	759.16
Baño 3	Planta 4	191.69	26.30	183.20	88.85	374.90
Baño 4	Planta 4	166.36	26.30	183.20	93.33	349.56
Salon-Comedor 2	Planta 4	1370.08	54.00	376.16	67.45	1746.23
Pasillo 2	Planta 4	159.49	0.00	0.00	36.42	159.49
Cocina 2	Planta 4	647.57	81.29	541.43	105.31	1189.00
Distribuidor 2	Planta 4	250.85	0.00	0.00	79.58	250.85
Total			295.9			
Carga total simultánea						6666.2

Conjunto: Vivienda 1 P5						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2	Planta 5	731.42	36.00	250.77	75.28	982.19
Dormitorio 1	Planta 5	610.73	36.00	250.77	73.84	861.50
Dormitorio 3	Planta 5	542.05	36.00	250.77	75.41	792.82
Baño 1	Planta 5	177.98	26.30	183.20	92.55	361.19
Baño 2	Planta 5	168.51	26.30	183.20	92.99	351.71
Salon-Comedor 1	Planta 5	1344.54	54.00	376.16	67.33	1720.70
Pasillo 1	Planta 5	149.47	0.00	0.00	36.63	149.47
Cocina 1	Planta 5	610.78	83.55	556.46	100.59	1167.24
Distribuidor 1	Planta 5	311.05	0.00	0.00	64.61	311.05
Total			298.1			
Carga total simultánea						6697.9

Conjunto: Vivienda 2 P5						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 4	Planta 5	743.40	36.00	250.77	76.52	994.17
Dormitorio 5	Planta 5	635.56	36.00	250.77	75.24	886.33
Dormitorio 6	Planta 5	538.75	36.00	250.77	75.71	789.52
Baño 5	Planta 5	181.23	26.30	183.20	91.68	364.43
Baño 6	Planta 5	165.27	26.30	183.20	93.93	348.47
Pasillo 3	Planta 5	149.29	0.00	0.00	36.23	149.29
Cocina 3	Planta 5	618.93	84.31	561.54	100.81	1180.47
Distribuidor 4	Planta 5	310.91	0.00	0.00	64.63	310.91
Salon-Comedor 4	Planta 5	1344.38	54.00	376.16	67.37	1720.53
Total			298.9			
Carga total simultánea						6744.1

Conjunto: Vivienda 3 P5						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2.1	Planta 5	647.18	36.00	250.77	71.62	897.95
Dormitorio 2.2	Planta 5	720.39	36.00	250.77	76.56	971.16
Dormitorio 2.3	Planta 5	538.45	36.00	250.77	76.68	789.22
Baño 7	Planta 5	197.33	26.30	183.20	87.55	380.53
Baño 8	Planta 5	166.72	26.30	183.20	93.23	349.92
Salon-Comedor 3	Planta 5	1411.47	54.00	376.16	69.08	1787.63
Pasillo 4	Planta 5	157.14	0.00	0.00	36.12	157.14
Cocina 4	Planta 5	634.13	79.22	527.66	105.58	1161.79
Distribuidor 3	Planta 5	246.52	0.00	0.00	79.84	246.52
Total			293.8			
Carga total simultánea						6741.9

Conjunto: Vivienda 4 P5						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 1.1	Planta 5	641.84	36.00	250.77	73.10	892.61
Dormitorio 1.2	Planta 5	693.65	36.00	250.77	75.28	944.42
Dormitorio 1.3	Planta 5	508.39	36.00	250.77	74.98	759.16
Baño 3	Planta 5	191.69	26.30	183.20	88.85	374.90
Baño 4	Planta 5	166.36	26.30	183.20	93.33	349.56
Salon-Comedor 2	Planta 5	1370.08	54.00	376.16	67.45	1746.23
Pasillo 2	Planta 5	159.49	0.00	0.00	36.42	159.49
Cocina 2	Planta 5	647.57	81.29	541.43	105.31	1189.00
Distribuidor 2	Planta 5	250.85	0.00	0.00	79.58	250.85
Total			295.9			
Carga total simultánea						6666.2

Conjunto: Vivienda 1 P6						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2	Planta 6	731.42	36.00	250.77	75.28	982.19
Dormitorio 1	Planta 6	610.73	36.00	250.77	73.84	861.50
Dormitorio 3	Planta 6	542.05	36.00	250.77	75.41	792.82
Baño 1	Planta 6	177.98	26.30	183.20	92.55	361.19
Baño 2	Planta 6	168.51	26.30	183.20	92.99	351.71
Salon-Comedor 1	Planta 6	1344.54	54.00	376.16	67.33	1720.70
Pasillo 1	Planta 6	149.47	0.00	0.00	36.63	149.47
Cocina 1	Planta 6	610.78	83.55	556.46	100.59	1167.24
Distribuidor 1	Planta 6	311.05	0.00	0.00	64.61	311.05
Total			298.1			
Carga total simultánea						6697.9

Conjunto: Vivienda 2 P6						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 4	Planta 6	743.40	36.00	250.77	76.52	994.17
Dormitorio 5	Planta 6	635.56	36.00	250.77	75.24	886.33
Dormitorio 6	Planta 6	538.75	36.00	250.77	75.71	789.52
Baño 5	Planta 6	181.23	26.30	183.20	91.68	364.43
Baño 6	Planta 6	165.27	26.30	183.20	93.93	348.47
Pasillo 3	Planta 6	149.29	0.00	0.00	36.23	149.29
Cocina 3	Planta 6	618.93	84.31	561.54	100.81	1180.47
Distribuidor 4	Planta 6	310.91	0.00	0.00	64.63	310.91
Salon-Comedor 4	Planta 6	1344.38	54.00	376.16	67.37	1720.53
Total			298.9			
Carga total simultánea						6744.1

Conjunto: Vivienda 3 P6						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2.1	Planta 6	647.18	36.00	250.77	71.62	897.95
Dormitorio 2.2	Planta 6	720.39	36.00	250.77	76.56	971.16
Dormitorio 2.3	Planta 6	538.45	36.00	250.77	76.68	789.22
Baño 7	Planta 6	197.33	26.30	183.20	87.55	380.53
Baño 8	Planta 6	166.72	26.30	183.20	93.23	349.92
Salon-Comedor 3	Planta 6	1411.01	54.00	376.16	69.06	1787.16
Pasillo 4	Planta 6	157.14	0.00	0.00	36.12	157.14
Cocina 4	Planta 6	632.76	79.22	527.66	105.46	1160.42
Distribuidor 3	Planta 6	245.66	0.00	0.00	79.56	245.66
Total			293.8			
Carga total simultánea						6739.2

Conjunto: Vivienda 4 P6						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 1.1	Planta 6	641.84	36.00	250.77	73.10	892.61
Dormitorio 1.2	Planta 6	693.65	36.00	250.77	75.28	944.42
Dormitorio 1.3	Planta 6	508.39	36.00	250.77	74.98	759.16
Baño 3	Planta 6	191.69	26.30	183.20	88.85	374.90
Baño 4	Planta 6	166.36	26.30	183.20	93.33	349.56
Salon-Comedor 2	Planta 6	1370.08	54.00	376.16	67.45	1746.23
Pasillo 2	Planta 6	159.49	0.00	0.00	36.42	159.49
Cocina 2	Planta 6	647.57	81.29	541.43	105.31	1189.00
Distribuidor 2	Planta 6	250.85	0.00	0.00	79.58	250.85
Total			295.9			
Carga total simultánea						6666.2

Conjunto: Vivienda 1 P7						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2	Planta 7	731.42	36.00	250.77	75.28	982.19
Dormitorio 1	Planta 7	610.73	36.00	250.77	73.84	861.50
Dormitorio 3	Planta 7	542.05	36.00	250.77	75.41	792.82
Baño 1	Planta 7	177.98	26.30	183.20	92.55	361.19
Baño 2	Planta 7	168.51	26.30	183.20	92.99	351.71
Salon-Comedor 1	Planta 7	1344.54	54.00	376.16	67.33	1720.70
Pasillo 1	Planta 7	149.47	0.00	0.00	36.63	149.47
Cocina 1	Planta 7	610.78	83.55	556.46	100.59	1167.24
Distribuidor 1	Planta 7	311.05	0.00	0.00	64.61	311.05
Total			298.1			
Carga total simultánea						6697.9

Conjunto: Vivienda 2 P7						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 4	Planta 7	743.40	36.00	250.77	76.52	994.17
Dormitorio 5	Planta 7	635.56	36.00	250.77	75.24	886.33
Dormitorio 6	Planta 7	538.75	36.00	250.77	75.71	789.52
Baño 5	Planta 7	181.23	26.30	183.20	91.68	364.43
Baño 6	Planta 7	165.27	26.30	183.20	93.93	348.47
Pasillo 3	Planta 7	149.29	0.00	0.00	36.23	149.29
Cocina 3	Planta 7	618.93	84.31	561.54	100.81	1180.47
Distribuidor 4	Planta 7	310.91	0.00	0.00	64.63	310.91
Salon-Comedor 4	Planta 7	1344.38	54.00	376.16	67.37	1720.53
Total			298.9			
Carga total simultánea						6744.1

Conjunto: Vivienda 3 P7						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2.1	Planta 7	647.18	36.00	250.77	71.62	897.95
Dormitorio 2.2	Planta 7	720.39	36.00	250.77	76.56	971.16
Dormitorio 2.3	Planta 7	538.45	36.00	250.77	76.68	789.22
Baño 7	Planta 7	197.33	26.30	183.20	87.55	380.53
Baño 8	Planta 7	166.72	26.30	183.20	93.23	349.92
Salon-Comedor 3	Planta 7	1395.59	54.00	376.16	68.53	1771.75
Pasillo 4	Planta 7	157.14	0.00	0.00	36.12	157.14
Cocina 4	Planta 7	591.59	78.72	524.33	102.06	1115.92
Distribuidor 3	Planta 7	223.11	0.00	0.00	73.36	223.11
Total			293.3			
Carga total simultánea						6656.7

Conjunto: Vivienda 4 P7						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 1.1	Planta 7	641.84	36.00	250.77	73.10	892.61
Dormitorio 1.2	Planta 7	693.65	36.00	250.77	75.28	944.42
Dormitorio 1.3	Planta 7	508.39	36.00	250.77	74.98	759.16
Baño 3	Planta 7	191.69	26.30	183.20	88.85	374.90
Baño 4	Planta 7	166.36	26.30	183.20	93.33	349.56
Salon-Comedor 2	Planta 7	1370.08	54.00	376.16	67.45	1746.23
Pasillo 2	Planta 7	159.49	0.00	0.00	36.42	159.49
Cocina 2	Planta 7	647.57	81.29	541.43	105.31	1189.00
Distribuidor 2	Planta 7	250.85	0.00	0.00	79.58	250.85
Total			295.9			
Carga total simultánea						6666.2

Conjunto: Vivienda 1 P8						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2	Planta 8	648.78	36.00	250.77	68.95	899.55
Dormitorio 1	Planta 8	540.26	36.00	250.77	67.80	791.03
Dormitorio 3	Planta 8	476.89	36.00	250.77	69.21	727.66
Baño 1	Planta 8	167.84	26.30	183.20	89.95	351.04
Baño 2	Planta 8	158.59	26.30	183.20	90.37	341.79
Salon-Comedor 1	Planta 8	1269.34	54.00	376.16	64.39	1645.50
Pasillo 1	Planta 8	143.60	0.00	0.00	35.19	143.60
Cocina 1	Planta 8	560.93	83.55	556.46	96.29	1117.39
Distribuidor 1	Planta 8	307.45	0.00	0.00	63.86	307.45
Total			298.1			
Carga total simultánea						6325.0

Conjunto: Vivienda 2 P8						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 4	Planta 8	661.38	36.00	250.77	70.21	912.15
Dormitorio 5	Planta 8	565.45	36.00	250.77	69.28	816.22
Dormitorio 6	Planta 8	472.04	36.00	250.77	69.31	722.81
Baño 5	Planta 8	173.97	26.30	183.20	89.86	357.18
Baño 6	Planta 8	158.50	26.30	183.20	92.10	341.70
Pasillo 3	Planta 8	140.14	0.00	0.00	34.01	140.14
Cocina 3	Planta 8	573.63	84.31	561.54	96.94	1135.17
Distribuidor 4	Planta 8	303.99	0.00	0.00	63.20	303.99
Salon-Comedor 4	Planta 8	1282.08	54.00	376.16	64.93	1658.24
Total			298.9			
Carga total simultánea						6387.6

Conjunto: Vivienda 3 P8						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 2.1	Planta 8	574.56	36.00	250.77	65.82	825.33
Dormitorio 2.2	Planta 8	643.37	36.00	250.77	70.49	894.14
Dormitorio 2.3	Planta 8	474.58	36.00	250.77	70.47	725.35
Baño 7	Planta 8	189.40	26.30	183.20	85.72	372.60
Baño 8	Planta 8	159.87	26.30	183.20	91.41	343.07
Salon-Comedor 3	Planta 8	1316.16	54.00	376.16	65.39	1692.32
Pasillo 4	Planta 8	127.32	0.00	0.00	29.26	127.32
Cocina 4	Planta 8	594.75	79.22	527.66	102.01	1122.41
Distribuidor 3	Planta 8	245.77	0.00	0.00	79.60	245.77
Total			293.8			
Carga total simultánea						6348.3

Conjunto: Vivienda 4 P8						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Dormitorio 1.1	Planta 8	571.35	36.00	250.77	67.33	822.12
Dormitorio 1.2	Planta 8	617.27	36.00	250.77	69.19	868.04
Dormitorio 1.3	Planta 8	445.35	36.00	250.77	68.76	696.13
Baño 3	Planta 8	183.99	26.30	183.20	87.02	367.20
Baño 4	Planta 8	159.53	26.30	183.20	91.51	342.73
Salon-Comedor 2	Planta 8	1275.29	54.00	376.16	63.79	1651.45
Pasillo 2	Planta 8	129.47	0.00	0.00	29.56	129.47
Cocina 2	Planta 8	608.76	81.29	541.43	101.87	1150.20
Distribuidor 2	Planta 8	254.84	0.00	0.00	80.84	254.84
Total			295.9			
Carga total simultánea						6282.2

Conjunto: Vivienda 1 Atico						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Salon Comedor 1	Planta 9	1242.58	54.00	376.16	68.60	1618.73
Dormitorio 1.1	Planta 9	755.08	36.00	250.77	68.41	1005.85
Dormitorio 1.2	Planta 9	436.07	36.00	250.77	70.17	686.84
Dormitorio 1.3	Planta 9	456.99	36.00	250.77	66.76	707.76
Dormitorio 1.4	Planta 9	650.65	36.00	250.77	74.24	901.42
Pasillo	Planta 9	661.39	0.00	0.00	43.78	661.39
Cocina	Planta 9	585.78	87.08	579.97	96.39	1165.75
BAño 1	Planta 9	267.66	26.30	183.20	79.53	450.86
BAño 2	Planta 9	252.73	26.30	183.20	75.91	435.93
Total			337.7			
Carga total simultánea						7634.5

Conjunto: Vivienda 2 Atico						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m ³ /h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
Salon-Comedor	Planta 9	1350.35	54.00	376.16	66.34	1726.51
Dormitorio 1	Planta 9	521.75	36.00	250.77	79.97	772.52
Dormitorio 2	Planta 9	904.88	36.00	250.77	71.70	1155.65
Pasillo 1	Planta 9	295.67	0.00	0.00	41.14	295.67
Baño	Planta 9	285.61	26.30	183.20	78.70	468.81
Total			152.3			
Carga total simultánea						4419.2

RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie(kcal/(h·m ²))	Potencia total(kcal/h)
Vivienda 1 P1	67.7	6021.9
Vivienda 2 P1	67.9	6049.3
Vivienda 3 P1	69.8	6138.2
Vivienda 4 P1	69.3	6070.1
Vivienda 1 P2	75.3	6697.9
Vivienda 2 P2	75.7	6744.1
Vivienda 3 P2	76.7	6741.9
Vivienda 4 P2	76.1	6666.2
Vivienda 1 P3	75.3	6697.9
Vivienda 2 P3	75.7	6744.1
Vivienda 3 P3	76.7	6741.9
Vivienda 4 P3	76.1	6666.2
Vivienda 1 P4	75.3	6697.9
Vivienda 2 P4	75.7	6744.1
Vivienda 3 P4	76.7	6741.9
Vivienda 4 P4	76.1	6666.2
Vivienda 1 P5	75.3	6697.9
Vivienda 2 P5	75.7	6744.1
Vivienda 3 P5	76.7	6741.9
Vivienda 4 P5	76.1	6666.2
Vivienda 1 P6	75.3	6697.9
Vivienda 2 P6	75.7	6744.1
Vivienda 3 P6	76.6	6739.2
Vivienda 4 P6	76.1	6666.2
Vivienda 1 P7	75.3	6697.9
Vivienda 2 P7	75.7	6744.1
Vivienda 3 P7	75.8	6656.7
Vivienda 4 P7	76.1	6666.2
Vivienda 1 P8	71.0	6325.0
Vivienda 2 P8	71.7	6387.6
Vivienda 3 P8	72.3	6348.3
Vivienda 4 P8	71.7	6282.2
Vivienda 1 Atico	69.8	7634.5
Vivienda 2 Atico	68.1	4419.2

2.4. ELECCION DE LOS EMISORES DE CALOR.

2.4.1. METODO 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 50°C, según EN 442.

Se ha optado por radiadores marca ROCA constituidos por paneles dobles de acero, modelo PCCP, para todos los recintos a calefactar, a excepción del segundo aseo de cada vivienda, donde se instalarán radiadores especiales para baño modelo HO45 de la marca ROCA. Como elemento de apoyo en el salón, se instalará un segundo radiador mod. PC, en apoyo del PCCP existente.

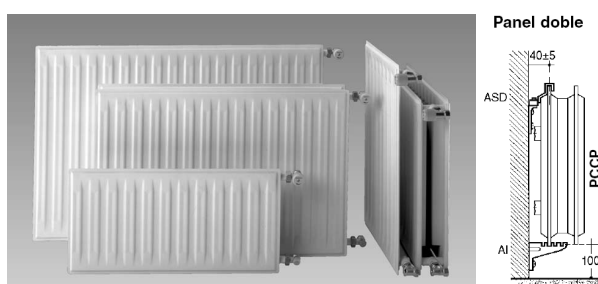
Los emisores estarán dotados individualmente de válvula termostática y purgador manual de pitón de 1/8". Los radiadores se colocarán, como mínimo a 4 cm. de la pared y 10 cm. del suelo, completamente exentos de obstáculos. Los radiadores de tipo panel se podrán colocar a 2,5 cm de la pared y se sujetarán a la pared con soportes adecuados.

Las características son las siguientes:

RADIADORES EN DORMITORIOS y SALON-COMEDOR:

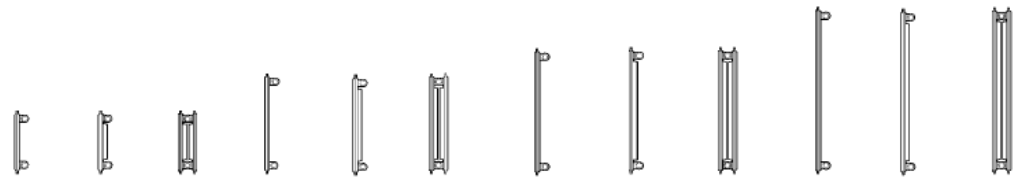
ROCA – PCCP 300

Dimensiones: Altura = 300 mm.



Las dimensiones exactas, del modelo a instalar en cada local, se tomarán de la siguiente tabla de selección para radiadores de acero dobles PCCP 300, según la demanda calorífica a cubrir en cada local:

Paneles de acero



Long. panel mm	P-300 kcal/h		PC-300 kcal/h		PCCP-300 kcal/h		P-500 kcal/h		PC-500 kcal/h		PCCP-500 kcal/h		P-600 kcal/h		PC-600 kcal/h		PCCP-600 kcal/h		P-800 kcal/h		PC-800 kcal/h		PCCP-800 kcal/h	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
300	113	86	188	128	366	252	188	135	301	199	559	394	222	159	358	234	660	459	292	206	460	304	805	580
450	170	128	283	192	549	378	281	203	452	299	839	591	334	239	536	351	991	689	437	309	690	456	1.208	869
600	226	171	377	256	732	504	375	271	602	399	1.118	788	445	319	715	469	1.321	918	583	411	920	609	1.610	1.159
750	283	214	471	321	915	630	469	339	753	498	1.398	985	556	399	894	586	1.651	1.148	729	514	1.149	761	2.013	1.449
900	339	257	565	385	1.098	757	563	406	903	598	1.677	1.182	667	478	1.073	703	1.981	1.377	875	617	1.379	913	2.416	1.739
1.050	396	300	659	449	1.290	883	656	474	1.054	698	1.957	1.379	778	558	1.252	820	2.312	1.607	1.020	720	1.609	1.065	2.818	2.029
1.200	452	343	753	513	1.464	1.009	750	542	1.204	797	2.236	1.575	890	638	1.430	937	2.642	1.836	1.166	823	1.839	1.217	3.221	2.318
1.350	509	385	848	577	1.646	1.135	844	610	1.355	897	2.516	1.772	1.001	717	1.609	1.054	2.972	2.066	1.312	926	2.069	1.369	3.623	2.608
1.500	565	428	942	641	1.829	1.261	938	677	1.505	996	2.795	1.969	1.112	797	1.788	1.171	3.302	2.295	1.458	1.029	2.299	1.522	4.026	2.898
1.650	622	471	1.036	705	2.012	1.387	1.032	745	1.656	1.096	3.075	2.166	1.223	877	1.967	1.289	3.633	2.525	1.603	1.132	2.529	1.674	4.429	3.188
1.800	678	514	1.130	769	2.195	1.513	1.125	813	1.807	1.196	3.355	2.363	1.334	957	2.146	1.406	3.963	2.755	1.749	1.234	2.759	1.826	4.831	3.478
2.100	791	599	1.318	897	2.561	1.765	1.313	948	2.108	1.395	3.914	2.757	1.557	1.116	2.503	1.640	4.623	3.214	2.041	1.440	3.218	2.130	5.637	4.057
2.400	904	685	1.507	1.026	2.927	2.017	1.501	1.084	2.409	1.594	4.473	3.151	1.779	1.275	2.861	1.874	5.284	3.673	2.332	1.646	3.678	2.435	6.442	4.637
2.700	1.017	771	1.695	1.154	3.293	2.270	1.688	1.219	2.710	1.794	5.032	3.545	2.002	1.435	3.218	2.109	5.944	4.132	2.624	1.852	4.138	2.739	7.247	5.217
3.000	1.130	856	1.883	1.282	3.658	2.522	1.876	1.355	3.011	1.993	5.591	3.939	2.224	1.594	3.576	2.343	6.605	4.591	2.915	2.057	4.598	3.043	8.052	5.796

(1) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE 9-015-86 para $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ (A título informativo)
 (2) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE EN-442 para $\Delta t = 50^\circ\text{C}$
 $\Delta t = (T. \text{media radiador} - T. \text{ambiente})$ en $^\circ\text{C}$

El diámetro recomendado de las reducciones para los radiadores son los siguientes:

- Números no sombreados corresponden a 3/8".
- Números sombreados corresponden a 1/2".
- Para el apriete de los tapones y reducciones recomendamos una llave de vaso de 300 mm de longitud y un par de apriete de 9 kg por metro.

RADIADORES EN COCINA, DISTRIBUIDOR y ASEO PRINCIPAL:

ROCA – PCCP 600

Dimensiones: Altura 600 mm.

Longitud media del panel = 1650 mm. (estimado)



Panel doble

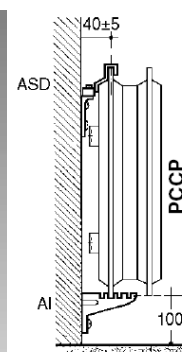
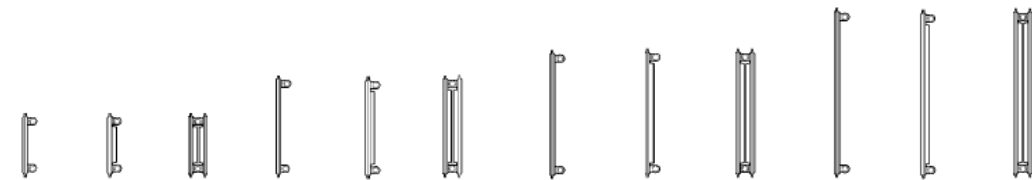


Tabla de selección, modelo PCCP 600:

Paneles de acero



Long. panel mm	P-300 kcal/h		PC-300 kcal/h		PCCP-300 kcal/h		P-500 kcal/h		PC-500 kcal/h		PCCP-500 kcal/h		P-600 kcal/h		PC-600 kcal/h		PCCP-600 kcal/h		P-800 kcal/h		PC-800 kcal/h		PCCP-800 kcal/h	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
300	113	86	188	128	366	252	188	135	301	199	559	394	222	159	358	234	660	459	292	206	460	304	805	580
450	170	128	283	192	549	378	281	203	452	299	839	591	334	239	536	351	991	689	437	309	690	456	1.208	869
600	226	171	377	256	732	504	375	271	602	399	1.118	788	445	319	715	469	1.321	918	583	411	920	609	1.610	1.159
750	283	214	471	321	915	630	469	339	753	498	1.398	985	556	399	894	586	1.651	1.148	729	514	1.149	761	2.013	1.449
900	339	257	565	385	1.098	757	563	406	903	598	1.677	1.182	667	478	1.073	703	1.981	1.377	875	617	1.379	913	2.416	1.739
1.050	396	300	659	449	1.280	883	656	474	1.054	698	1.957	1.379	778	558	1.252	820	2.312	1.607	1.020	720	1.609	1.065	2.818	2.029
1.200	452	343	753	513	1.464	1.009	750	542	1.204	797	2.236	1.575	890	638	1.430	937	2.642	1.836	1.166	823	1.839	1.217	3.221	2.318
1.350	509	385	848	577	1.646	1.135	844	610	1.355	897	2.516	1.772	1.001	717	1.609	1.054	2.972	2.066	1.312	926	2.069	1.369	3.623	2.608
1.500	565	428	942	641	1.829	1.261	938	677	1.505	996	2.795	1.969	1.112	797	1.788	1.171	3.302	2.295	1.458	1.029	2.299	1.522	4.026	2.898
1.650	622	471	1.036	705	2.012	1.387	1.032	745	1.656	1.096	3.075	2.166	1.223	877	1.967	1.289	3.633	2.525	1.603	1.132	2.529	1.674	4.429	3.188
1.800	678	514	1.130	769	2.195	1.513	1.125	813	1.807	1.196	3.355	2.363	1.334	957	2.146	1.406	3.963	2.755	1.749	1.234	2.759	1.826	4.831	3.478
2.100	791	599	1.318	897	2.561	1.765	1.313	948	2.108	1.395	3.914	2.757	1.557	1.116	2.509	1.640	4.623	3.214	2.041	1.440	3.218	2.130	5.637	4.057
2.400	904	685	1.507	1.026	2.927	2.017	1.501	1.084	2.409	1.594	4.473	3.151	1.779	1.275	2.861	1.874	5.284	3.673	2.332	1.646	3.678	2.435	6.442	4.637
2.700	1.017	771	1.695	1.154	3.293	2.270	1.688	1.219	2.710	1.794	5.032	3.545	2.002	1.435	3.218	2.109	5.944	4.132	2.624	1.852	4.138	2.739	7.247	5.217
3.000	1.130	856	1.883	1.282	3.658	2.522	1.876	1.355	3.011	1.993	5.591	3.939	2.224	1.594	3.576	2.343	6.605	4.591	2.915	2.057	4.598	3.043	8.052	5.796

(1) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE 9-015-86 para $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ (A título informativo)
 (2) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE EN-442 para $\Delta t = 50^\circ\text{C}$
 $\Delta t = (T. \text{media radiador} - T. \text{ambiente})$ en $^\circ\text{C}$

El diámetro recomendado de las reducciones para los radiadores son los siguientes:

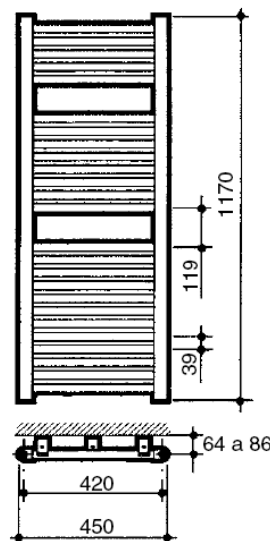
- Números no sombreados corresponden a 3/8".
- Números sombreados corresponden a 1/2".
- Para el apriete de los tapones y reducciones recomendamos una llave de vaso de 300 mm de longitud y un par de apriete de 9 kg por metro.

TOALLERO PARA ASEO SECUNDARIO:

ROCA – HO 45 / 1200 (466 Kcal /h = 541 W)

Dimensiones: Altura = 1170 mm.

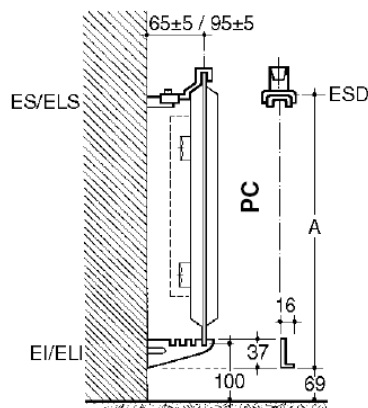
Ancho = 450 mm.



RADIADOR DE APOYO EN SALON-COMEDOR:

Además del radiador PCCP 300 nombrado anteriormente, se instalará un radiador simple **ROCA PC 600**, como elemento de apoyo, consiguiendo una mejor difusión del calor en el local.

Panel simple



Al igual que con el resto de emisores, las dimensiones del elemento a instalar se tomarán de la siguiente tabla de selección según la carga calorífica demandada:

Paneles de acero

Long. panel mm	P-300 kcal/h		PC-300 kcal/h		PCCP-300 kcal/h		P-500 kcal/h		PC-500 kcal/h		PCCP-500 kcal/h		P-600 kcal/h		PC-600 kcal/h		PCCP-600 kcal/h		P-800 kcal/h		PC-800 kcal/h		PCCP-800 kcal/h	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
300	113	96	188	128	366	252	188	135	301	199	559	394	222	159	358	234	660	459	292	206	460	304	805	580
450	170	128	283	192	549	378	281	203	452	299	839	591	334	239	536	351	991	689	437	309	690	456	1.208	869
600	226	171	377	256	732	504	375	271	602	399	1.118	788	445	319	715	469	1.321	918	583	411	920	609	1.610	1.159
750	283	214	471	321	915	630	469	339	753	498	1.398	985	556	399	894	586	1.651	1.148	729	514	1.149	761	2.013	1.449
900	339	257	565	385	1.098	757	563	406	903	598	1.677	1.182	667	478	1.073	703	1.981	1.377	875	617	1.379	913	2.416	1.739
1.050	396	300	659	449	1.280	883	656	474	1.054	698	1.957	1.379	778	558	1.252	820	2.312	1.607	1.020	720	1.609	1.065	2.818	2.029
1.200	452	343	753	513	1.464	1.009	750	542	1.204	797	2.236	1.575	890	638	1.430	937	2.642	1.836	1.166	823	1.839	1.217	3.221	2.318
1.350	509	385	848	577	1.646	1.135	844	610	1.355	897	2.516	1.772	1.001	717	1.609	1.054	2.972	2.066	1.312	926	2.069	1.369	3.623	2.608
1.500	565	428	942	641	1.829	1.261	938	677	1.505	996	2.795	1.969	1.112	797	1.788	1.171	3.302	2.295	1.458	1.029	2.299	1.522	4.026	2.898
1.650	622	471	1.036	705	2.012	1.387	1.032	745	1.656	1.096	3.075	2.166	1.223	877	1.967	1.289	3.633	2.525	1.603	1.132	2.529	1.674	4.429	3.188
1.800	678	514	1.130	769	2.195	1.513	1.125	813	1.807	1.196	3.355	2.363	1.334	957	2.146	1.406	3.963	2.755	1.749	1.234	2.759	1.826	4.831	3.478
2.100	791	599	1.318	897	2.561	1.765	1.313	948	2.108	1.395	3.914	2.757	1.557	1.116	2.503	1.640	4.623	3.214	2.041	1.440	3.218	2.130	5.637	4.057
2.400	904	685	1.507	1.026	2.927	2.017	1.501	1.084	2.409	1.594	4.473	3.151	1.779	1.275	2.861	1.874	5.284	3.673	2.332	1.646	3.678	2.435	6.442	4.637
2.700	1.017	771	1.695	1.154	3.293	2.270	1.688	1.219	2.710	1.794	5.032	3.545	2.002	1.435	3.218	2.109	5.944	4.132	2.624	1.852	4.138	2.739	7.247	5.217
3.000	1.130	856	1.883	1.282	3.658	2.522	1.876	1.355	3.011	1.993	5.591	3.939	2.224	1.594	3.576	2.343	6.605	4.591	2.915	2.057	4.598	3.043	8.052	5.796

(1) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE 9-015-86 para Δt= 60°C (A título informativo)
 (2) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE EN-442 para Δt= 50°C
 Δt = (T. media radiador -T. ambiente) en °C

El diámetro recomendado de las reducciones para los radiadores son los siguientes:

- Números no sombreados corresponden a 3/8".
- Números sombreados corresponden a 1/2".
- Para el apriete de los tapones y reducciones recomendamos una llave de vaso de 300 mm de longitud y un par de apriete de 9 kg por metro.

2.4.2. CÁLCULO DE LOS EMISORES A INSTALAR.

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los habitáculos de cada vivienda, 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 (80 °C).

t_s = Temperatura de salida de fluido calefactor al radiador (60 °C).

t_m = Temperatura media del radiador $((80+60)/2 = 70$ °C)

t_a = Temperatura ambiente (20 °C).

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

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

$$\Delta t = t_m - t_s$$

- Cuando $\frac{\Delta t_s}{\Delta t_e} < 0.7$ el salto térmico se determina mediante la media aritmética.

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

Donde:

$$\Delta t_s = t_s - t_a$$

$$\Delta t_e = t_e - t_a$$

En nuestro caso:

$$\frac{60-20}{80-20} = 0.666 < 0.7 \rightarrow \Delta t = \frac{80-60}{\ln \frac{60}{40}} = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.4.3. RESULTADOS

A continuación se presenta la relación de pérdidas por espacio con el emisor correspondiente y la potencia del emisor:

Conjunto de recintos	Espacio		Pérdidas caloríficas (Kcal/h)	Radiadores instalados		
				Modelo	Longitud (mm)	Potencia (Kcal/h)
Vivienda tipo 1 P1-P8	Baño 1	Planta 1-8	362	ROCA PCCP 600	300	459
	Baño 2	Planta 1-8	352	ROCA HO 45/1200	450	466
	Cocina	Planta 1-8	1168	ROCA PCCP 600	900	1377
	Distribuidor	Planta 1-8	311	ROCA PCCP 600	300	459
	Dormitorio 1	Planta 1-8	862	ROCA PCCP 300	1200	1009
	Dormitorio 2	Planta 1-8	983	ROCA PCCP 300	1200	1009
	Dormitorio 3	Planta 1-8	793	ROCA PCCP 300	1050	883
	Salon-Comedor	Planta 1-8	1721	ROCA PCCP 300	1800	1513
				ROCA PC 600	450	351

Conjunto de recintos	Espacio		Pérdidas caloríficas (Kcal/h)	Radiadores instalados		
				Modelo	Longitud (mm)	Potencia (Kcal/h)
Vivienda tipo 2 P1-P8	Baño 1	Planta 1-8	375	ROCA PCCP 600	300	459
	Baño 2	Planta 1-8	350	ROCA HO 45/1200	450	466
	Cocina	Planta 1-8	1189	ROCA PCCP 600	900	1377
	Distribuidor	Planta 1-8	251	ROCA PCCP 600	300	459
	Dormitorio 1	Planta 1-8	945	ROCA PCCP 300	1200	1009
	Dormitorio 2	Planta 1-8	893	ROCA PCCP 300	1200	1009
	Dormitorio 3	Planta 1-8	760	ROCA PCCP 300	1050	883
	Salon-Comedor	Planta 1-8	1747	ROCA PCCP 300	1800	1513
				ROCA PC 600	450	351

Conjunto de recintos	Espacio		Pérdidas caloríficas (Kcal/h)	Radiadores instalados		
				Modelo	Longitud (mm)	Potencia (Kcal/h)
Vivienda tipo 3 P1-P8	Baño 1	Planta 1-8	381	ROCA PCCP 600	300	459
	Baño 2	Planta 1-8	350	ROCA HO 45/1200	450	466
	Cocina	Planta 1-8	1162	ROCA PCCP 600	900	1377
	Distribuidor	Planta 1-8	247	ROCA PCCP 600	300	459
	Dormitorio 1	Planta 1-8	898	ROCA PCCP 300	1200	1009
	Dormitorio 2	Planta 1-8	972	ROCA PCCP 300	1200	1009
	Dormitorio 3	Planta 1-8	790	ROCA PCCP 300	1050	883
	Salon-Comedor	Planta 1-8	1788	ROCA PCCP 300	1800	1513
				ROCA PC 600	450	351

Conjunto de recintos	Espacio		Pérdidas caloríficas (Kcal /h)	Radiadores instalados		
				Modelo	Longitud (mm)	Potencia (Kcal /h)
Vivienda tipo 4 P1-P8	Baño 1	Planta 1-8	375	ROCA PCCP 600	300	459
	Baño 2	Planta 1-8	350	ROCA HO 45/1200	450	466
	Cocina	Planta 1-8	1189	ROCA PCCP 600	900	1377
	Distribuidor	Planta 1-8	251	ROCA PCCP 600	300	459
	Dormitorio 1	Planta 1-8	893	ROCA PCCP 300	1200	1009
	Dormitorio 2	Planta 1-8	945	ROCA PCCP 300	1200	1009
	Dormitorio 3	Planta 1-8	760	ROCA PCCP 300	1050	883
	Salon-Comedor	Planta 1-8	1747	ROCA PCCP 300	1800	1513
				ROCA PC 600	450	351

Conjunto de recintos	Espacio		Pérdidas caloríficas (Kcal /h)	Radiadores instalados		
				Modelo	Longitud (mm)	Potencia (Kcal /h)
Vivienda tipo 1 Atico	Baño 1	Planta 9	451	ROCA PCCP 600	300	459
	Baño 2	Planta 9	436	ROCA HO 45 / 1200	450	466
	Cocina	Planta 9	662	ROCA PCCP 600	450	689
	Dormitorio 1	Planta 9	1006	ROCA PCCP 600	750	1148
	Dormitorio 2	Planta 9	687	ROCA PCCP 600	600	918
	Dormitorio 3	Planta 9	708	ROCA PCCP 600	600	918
	Dormitorio 4	Planta 9	902	ROCA PCCP 600	600	918
	Pasillo	Planta 9	662	ROCA PCCP 600	450	466
	Salon Comedor	Planta 9	1619	ROCA PCCP 600	750	1148
				ROCA PCCP 600	450	689

Conjunto de recintos	Espacio		Pérdidas caloríficas (kcal/h)	Radiadores instalados		
				Modelo	Longitud (mm)	Potencia (kcal/h)
Vivienda tipo 2 Atico	Baño	Planta 9	469	ROCA PCCP 600	450	689
	Dormitorio 1	Planta 9	773	ROCA PCCP 600	600	918
	Dormitorio 2	Planta 9	1156	ROCA PCCP 600	900	1377
	Pasillo	Planta 9	296	ROCA PCCP 600	300	459
	Salon-Comedor	Planta 9	1727	ROCA PCCP 600	750	1148
				ROCA PCCP 600	450	689

2.5. CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Se denomina red de distribución a la red de tuberías que enlazan los emisores con el generador de calor. Una vez elegidos los emisores, hace falta llevar a ellos el fluido caloportador, de la forma más eficaz posible.

El dimensionado de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito.

La red general y colectores se montarán con **tuberías de Acero Negro**, unidas mediante accesorios y soldadura, y calorifugadas con coquilla de espesores de acuerdo al diámetro de tuberías.

Para la distribución de tuberías se adopta una instalación de circuito cerrado de tipo bitubular en acero negro, unidas mediante accesorios y soldadura, discurriendo calorifugadas por el techo del garaje y por patinillos en zonas comunes de portal hasta la derivación a las viviendas. El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 para un aislamiento mínimo con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 kcal/ (h m °C).

En función de las Potencias Caloríficas obtenidas, de las pérdidas de carga que serán inferiores a 400 Pa/m. en tramos rectos y del salto térmico de cálculo que se considera 15 °C, se obtienen los diámetros de las tuberías a instalar y las velocidades del agua en estas tuberías, que no serán superiores a 1,5 m/s. con el fin de mantener un nivel sonoro adecuado y una longevidad máxima de la instalación.

2.5.1. CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN.

Hay que tener claro cómo será la distribución final, es decir, la disposición de las tuberías con sus tramos rectos, codos, la disposición de los radiadores, tuberías de ida y retorno.

El método de cálculo manual para el dimensionado de la red general de distribución de calefacción se realizará de la siguiente manera:

Iniciamos el cálculo partiendo de la **Carga Térmica (Q)** que transcurre por dicho tramo, y calcularemos el Caudal Másico en dicho tramo:

CAUDAL MASICO:

El dimensionado de las tuberías hay que realizarlo atendiendo a la cantidad de calor que es necesario transportar por medio de un caudal determinado de agua caliente en cada uno de los tramos de la red de tubería.

La expresión que determina el **caudal másico** es:

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

Donde:

\dot{Q} = Potencia que tiene que suministrar (Kcal/h).

c_p = Calor específico del agua = **1 kcal / kg °C**.

Δt = Salto térmico del agua entre la ida y el retorno. En nuestro caso, $\Delta t = 15$ °C.

Obtendremos el valor del valor del caudal másico (\dot{m}) en l/h.

VELOCIDAD:

Conocidos el caudal y estimando la sección del tramo, obtendremos la velocidad de la ecuación siguiente ($v < 1,5$ m/s):

$$Q = V * S$$

Siendo:

$$Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}.$$

$$V = \text{velocidad (m/s)}.$$

$$S = \text{Sección (m}^2\text{)}.$$

PERDIDA DE CARGA POR METRO LINEAL:

El agua circula por las tuberías usualmente en régimen turbulento, de forma que en los tramos rectos el rozamiento y la consiguiente pérdida de presión que experimenta, es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad, a la longitud del tramo y a la rugosidad de las paredes del tubo, e inversamente proporcional al diámetro.

En la práctica, con la influencia de todos los factores anteriores se han elaborado gráficos y tablas para los distintos materiales, en donde para cada **diámetro** y **caudal** de agua que circula, indican las pérdidas de presión por rozamiento en mm.c.a por m.l. de tubería y velocidad.

Incluimos tabla 3.19. para el cálculo de pérdida de carga en tubería de acero negro:

TABLA 3.19 ROZAMIENTO DEL AGUA EN TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN

Agua a una temperatura media de 80 °C.

Tuberías de hierro forjado negro o acero sin soldadura, negro, UNE19.040.

El rozamiento se expresa en mm de columna de agua a 4 °C, o sea, en kg/m² por cada metro de tubería.

NOMINAL (PULGADAS)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
	INTERIOR (mm)	12,25	15,75	21,25	27	35,75	41,25	52,25	68	80,25	92,50	105
ROZAMIENTO (mm.c.a./m)	CAUDAL, EN LITROS/HORA VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
1.1	30	62	140	260	800	870	1.300	3.400	5.100	7.700	11.000	15.000
	0,072	0,089	0,114	0,136	0,165	0,181	0,218	0,257	0,279	0,317	0,340	0,370
1.2	32	66	150	290	890	910	1.800	3.500	5.500	8.000	11.000	15.000
	0,075	0,094	0,120	0,142	0,173	0,189	0,227	0,303	0,303	0,330	0,358	0,388
1.3	34	69	160	310	960	990	1.900	3.700	5.800	8.400	12.000	16.000
	0,080	0,099	0,127	0,150	0,182	0,199	0,239	0,282	0,319	0,348	0,374	0,409
1.4	36	72	170	320	980	990	1.900	3.800	6.000	8.700	12.000	17.000
	0,084	0,103	0,132	0,155	0,187	0,205	0,247	0,292	0,329	0,360	0,388	0,421
1.5	37	76	170	330	710	1.000	2.000	4.000	6.200	9.000	12.000	17.000
	0,088	0,108	0,137	0,162	0,198	0,215	0,258	0,304	0,341	0,372	0,401	0,438
1.6	38	78	180	340	730	1.100	2.100	4.100	6.400	9.300	13.000	18.000
	0,091	0,112	0,141	0,166	0,201	0,221	0,264	0,314	0,352	0,388	0,415	0,449
1.7	40	81	190	380	760	1.100	2.100	4.300	6.700	9.800	13.000	18.000
	0,094	0,116	0,146	0,173	0,210	0,230	0,273	0,327	0,366	0,400	0,432	0,465
1.8	41	84	190	370	780	1.100	2.300	4.400	6.900	9.900	14.000	19.000
	0,097	0,120	0,150	0,179	0,215	0,236	0,282	0,335	0,377	0,410	0,440	0,480
1.9	42	88	200	380	800	1.200	2.300	4.600	7.000	10.000	14.000	19.000
	0,100	0,125	0,154	0,183	0,222	0,242	0,290	0,341	0,385	0,420	0,450	0,490
2.0	44	90	200	390	830	1.200	2.300	4.800	7.300	10.000	15.000	20.000
	0,104	0,128	0,158	0,189	0,229	0,250	0,299	0,353	0,400	0,434	0,467	0,505
2.2	46	95	210	410	870	1.300	2.400	4.900	7.800	11.000	15.000	21.000
	0,109	0,135	0,167	0,199	0,241	0,263	0,314	0,371	0,420	0,459	0,491	0,535
2.4	48	98	220	430	910	1.300	2.600	5.100	8.000	12.000	16.000	22.000
	0,115	0,140	0,175	0,210	0,253	0,279	0,338	0,391	0,440	0,480	0,518	0,560
2.6	51	100	230	450	960	1.400	2.700	5.300	8.400	12.000	17.000	23.000
	0,121	0,147	0,183	0,219	0,265	0,292	0,354	0,409	0,460	0,500	0,540	0,592
2.8	53	110	240	470	1.000	1.400	2.800	5.500	8.700	13.000	17.000	24.000
	0,129	0,153	0,191	0,229	0,276	0,302	0,368	0,425	0,479	0,520	0,560	0,607
3.0	56	110	250	490	1.000	1.500	2.900	5.700	9.000	13.000	19.000	25.000
	0,132	0,160	0,200	0,237	0,287	0,314	0,379	0,440	0,495	0,540	0,590	0,639
3.3	58	120	270	510	1.100	1.600	3.000	6.000	9.500	14.000	19.000	26.000
	0,139	0,167	0,209	0,249	0,300	0,330	0,398	0,460	0,520	0,567	0,609	0,660
3.6	62	120	280	540	1.100	1.700	3.200	6.300	9.800	14.000	20.000	27.000
	0,146	0,176	0,220	0,260	0,316	0,346	0,409	0,485	0,549	0,590	0,640	0,690
4.0	66	130	290	570	1.200	1.800	3.300	6.500	10.000	15.000	21.000	28.000
	0,155	0,187	0,231	0,277	0,336	0,368	0,430	0,495	0,576	0,626	0,679	0,730
4.5	70	140	320	610	1.300	1.900	3.600	7.100	11.000	16.000	22.000	31.000
	0,166	0,200	0,246	0,299	0,358	0,390	0,459	0,543	0,600	0,665	0,718	0,778
5.0	75	140	320	640	1.400	2.000	3.800	7.500	12.000	17.000	24.000	32.000
	0,177	0,212	0,263	0,311	0,378	0,413	0,484	0,577	0,645	0,700	0,760	0,822
5.5	79	180	350	680	1.400	2.100	4.000	7.900	12.000	18.000	25.000	34.000
	0,187	0,223	0,275	0,330	0,400	0,438	0,508	0,594	0,680	0,740	0,798	0,865
6.0	83	180	370	700	1.500	2.200	4.200	8.100	13.000	19.000	26.000	35.000
	0,188	0,235	0,287	0,341	0,418	0,458	0,538	0,620	0,710	0,778	0,837	0,903
6.5	87	170	380	740	1.600	2.300	4.300	8.900	13.000	19.000	27.000	37.000
	0,204	0,246	0,300	0,360	0,438	0,478	0,558	0,640	0,740	0,808	0,870	0,944
7.0	91	180	400	780	1.600	2.400	4.500	9.000	14.000	20.000	28.000	38.000
	0,214	0,258	0,313	0,371	0,452	0,495	0,580	0,668	0,770	0,840	0,903	0,980
7.5	94	190	410	790	1.700	2.500	4.700	9.300	14.000	21.000	29.000	40.000
	0,221	0,265	0,324	0,384	0,470	0,511	0,600	0,712	0,798	0,870	0,937	1,01
8.0	97	190	430	820	1.800	2.500	4.800	9.900	15.000	22.000	30.000	41.000
	0,230	0,275	0,336	0,400	0,486	0,529	0,620	0,738	0,824	0,900	0,970	1,05
9.0	100	200	450	860	1.900	2.700	5.100	10.000	16.000	23.000	32.000	43.000
	0,245	0,292	0,360	0,425	0,518	0,562	0,660	0,782	0,818	0,906	1,02	1,10
10	110	220	490	930	2.000	2.900	5.400	11.000	17.000	24.000	34.000	46.000
	0,260	0,310	0,381	0,450	0,546	0,592	0,700	0,828	0,925	1,000	1,08	1,17
11	120	230	510	960	2.100	3.00	5.700	11.000	18.000	26.000	36.000	48.000
	0,274	0,325	0,400	0,474	0,579	0,620	0,738	0,869	0,978	1,05	1,14	1,24
12	120	240	540	1.000	2.200	3.200	6.000	12.000	18.000	27.000	37.000	51.000
	0,287	0,342	0,420	0,490	0,608	0,658	0,798	0,935	1,01	1,10	1,019	1,29
13	130	250	560	1.100	2.300	3.300	6.300	12.000	19.000	28.000	39.000	53.000
	0,299	0,354	0,440	0,517	0,629	0,688	0,805	0,950	1,06	1,15	1,24	1,35
14	130	260	558	1.100	2.400	3.400	6.500	13.000	20.000	29.000	40.000	55.000
	0,311	0,370	0,458	0,540	0,655	0,711	0,838	0,988	1,10	1,20	1,29	1,40
15	140	270	610	1.100	2.500	3.600	6.800	13.000	21.000	30.000	42.000	57.000
	0,325	0,385	0,475	0,567	0,680	0,740	0,888	1,01	1,14	1,25	1,35	1,48
16	140	280	630	1.200	2.600	3.700	7.000	14.000	21.000	31.000	43.000	58.000
	0,333	0,400	0,490	0,577	0,702	0,765	0,900	1,05	1,17	1,28	1,38	1,50
17	150	290	650	1.200	2.600	3.800	7.300	14.000	22.000	33.000	46.000	61.000
	0,347	0,415	0,508	0,598	0,727	0,798	0,935	1,09	1,22	1,35	1,45	1,55

DIAMETRO (PULGADAS)	CAUDAL, EN LITROS/HORA VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
	125	130	137	143	150	155	161	206	223	253	277	302
1,1	17.000 0,385	19.000 0,390	21.000 0,405	24.000 0,419	27.000 0,430	30.000 0,439	45.000 0,482	63.000 0,522	83.000 0,558	109.000 0,602	138.000 0,638	174.000 0,675
1,2	18.000 0,400	19.000 0,409	22.000 0,422	25.000 0,437	29.000 0,450	31.000 0,460	47.000 0,503	66.000 0,547	87.000 0,591	114.000 0,631	144.000 0,664	181.000 0,708
1,3	18.000 0,418	20.000 0,430	23.000 0,440	26.000 0,453	30.000 0,466	33.000 0,481	49.000 0,531	67.000 0,560	91.000 0,621	120.000 0,662	152.000 0,700	191.000 0,740
1,4	19.000 0,435	21.000 0,443	24.000 0,459	27.000 0,473	31.000 0,487	34.000 0,499	51.000 0,549	72.000 0,600	94.000 0,640	124.000 0,683	156.000 0,721	196.000 0,762
1,5	20.000 0,450	22.000 0,460	25.000 0,475	28.000 0,492	32.000 0,508	35.000 0,520	53.000 0,570	74.000 0,620	99.000 0,671	129.000 0,715	164.000 0,758	208.000 0,800
1,6	20.000 0,465	23.000 0,479	26.000 0,490	29.000 0,504	33.000 0,521	36.000 0,535	54.000 0,588	77.000 0,640	101.000 0,685	133.000 0,733	169.000 0,779	211.000 0,820
1,7	21.000 0,480	22.000 0,490	27.000 0,508	30.000 0,525	34.000 0,539	37.000 0,550	56.000 0,610	79.000 0,663	104.000 0,710	137.000 0,760	174.000 0,801	219.000 0,850
1,8	22.000 0,488	24.000 0,507	28.000 0,524	31.000 0,540	35.000 0,556	39.000 0,570	58.000 0,630	82.000 0,680	107.000 0,730	141.000 0,778	178.000 0,821	224.000 0,868
1,9	22.000 0,510	25.000 0,520	28.000 0,540	32.000 0,556	36.000 0,572	39.000 0,580	60.000 0,643	84.000 0,700	110.000 0,751	145.000 0,802	184.000 0,850	232.000 0,900
2,0	23.000 0,522	26.000 0,537	30.000 0,558	33.000 0,571	37.000 0,586	41.000 0,600	61.000 0,660	86.000 0,720	113.000 0,770	148.000 0,820	188.000 0,867	237.000 0,918
2,2	24.000 0,550	27.000 0,564	31.000 0,581	35.000 0,600	39.000 0,619	43.000 0,635	65.000 0,700	91.000 0,760	119.000 0,810	156.000 0,860	197.000 0,910	248.000 0,962
2,4	25.000 0,578	28.000 0,592	32.000 0,611	36.000 0,631	41.000 0,648	45.000 0,660	68.000 0,730	96.000 0,797	124.000 0,845	163.000 0,900	206.000 0,952	260.000 1,01
2,6	26.000 0,599	29.000 0,618	34.000 0,640	38.000 0,660	43.000 0,680	47.000 0,691	71.000 0,763	100.000 0,830	131.000 0,890	170.000 0,942	217.000 1,00	273.000 1,06
2,8	27.000 0,623	31.000 0,642	36.000 0,665	39.000 0,683	45.000 0,705	49.000 0,722	74.000 0,798	103.000 0,862	135.000 0,920	176.000 0,978	223.000 1,03	281.000 1,09
3,0	28.000 0,650	32.000 0,668	37.000 0,690	41.000 0,710	47.000 0,732	51.000 0,750	76.000 0,822	107.000 0,896	141.000 0,958	185.000 1,02	234.000 1,08	291.000 1,13
3,3	30.000 0,685	33.000 0,700	39.000 0,730	43.000 0,750	49.000 0,771	54.000 0,790	81.000 0,870	113.000 0,940	147.000 1,00	194.000 1,07	245.000 1,13	307.000 1,19
3,6	31.000 0,711	35.000 0,731	40.000 0,760	45.000 0,782	51.000 0,806	56.000 0,823	83.000 0,902	118.000 0,960	154.000 1,05	203.000 1,12	254.000 1,17	322.000 1,25
4,0	33.000 0,752	37.000 0,780	43.000 0,802	48.000 0,828	54.000 0,853	59.000 0,873	89.000 0,960	124.000 1,03	162.000 1,10	213.000 1,18	267.000 1,23	338.000 1,31
4,5	35.000 0,800	39.000 0,823	45.000 0,856	51.000 0,880	58.000 0,908	63.000 0,923	94.000 1,01	132.000 1,10	172.000 1,17	226.000 1,25	286.000 1,32	358.000 1,39
5,0	37.000 0,850	42.000 0,870	48.000 0,908	54.000 0,939	61.000 0,962	67.000 0,980	99.000 1,07	138.000 1,16	182.000 1,24	239.000 1,32	304.000 1,40	382.000 1,48
5,5	40.000 0,898	44.000 0,920	50.000 0,950	57.000 0,980	64.000 1,00	69.000 1,02	104.000 1,12	145.000 1,21	191.000 1,30	250.000 1,38	317.000 1,46	397.000 1,54
6,0	41.000 0,935	46.000 0,960	53.000 1,00	59.000 1,02	67.000 1,05	73.000 1,07	109.000 1,18	152.000 1,27	200.000 1,36	262.000 1,45	332.000 1,53	415.000 1,61
6,5	43.000 0,977	48.000 1,00	55.000 1,03	61.000 1,06	69.000 1,09	75.000 1,11	114.000 1,23	160.000 1,33	208.000 1,42	273.000 1,51	347.000 1,60	436.000 1,69
7,0	45.000 1,01	49.000 1,03	57.000 1,07	64.000 1,11	72.000 1,14	79.000 1,16	118.000 1,26	166.000 1,38	217.000 1,48	284.000 1,57	362.000 1,67	451.000 1,75
7,5	48.000 1,05	51.000 1,07	59.000 1,11	66.000 1,15	75.000 1,18	81.000 1,20	122.000 1,32	170.000 1,42	226.000 1,54	295.000 1,63	373.000 1,72	467.000 1,81
8,0	47.000 1,07	53.000 1,11	61.000 1,15	68.000 1,18	78.000 1,22	85.000 1,25	127.000 1,37	177.000 1,48	235.000 1,60	308.000 1,69	388.000 1,79	487.000 1,89
9,0	51.000 1,15	58.000 1,18	66.000 1,22	73.000 1,26	83.000 1,30	90.000 1,32	134.000 1,45	188.000 1,57	247.000 1,68	322.000 1,78	410.000 1,89	516.000 2,00
10	54.000 1,22	60.000 1,25	69.000 1,30	77.000 1,34	87.000 1,37	95.000 1,40	143.000 1,55	199.000 1,66	260.000 1,77	340.000 1,88	434.000 2,00	547.000 2,12
11	57.000 1,29	63.000 1,31	72.000 1,36	81.000 1,40	92.000 1,44	100.000 1,47	150.000 1,62	210.000 1,75	273.000 1,89	362.000 2,00	460.000 2,12	578.000 2,24
12	59.000 1,34	65.000 1,37	75.000 1,42	84.000 1,46	96.000 1,51	105.000 1,54	157.000 1,70	218.000 1,82	287.000 1,95	378.000 2,09	479.000 2,21	601.000 2,33
13	62.000 1,41	69.000 1,44	80.000 1,50	89.000 1,54	100.000 1,58	109.000 1,61	164.000 1,77	229.000 1,91	300.000 2,04	384.000 2,18	488.000 2,30	624.000 2,42
14	64.000 1,45	71.000 1,49	82.000 1,54	91.000 1,57	103.000 1,62	113.000 1,66	170.000 1,84	236.000 1,97	312.000 2,12	407.000 2,25	518.000 2,39	647.000 2,51
15	66.000 1,50	74.000 1,55	85.000 1,60	95.000 1,65	108.000 1,70	118.000 1,74	177.000 1,91	246.000 2,05	323.000 2,20	423.000 2,34	538.000 2,48	673.000 2,61
16	68.000 1,55	76.000 1,60	88.000 1,65	98.000 1,70	111.000 1,75	122.000 1,79	182.000 1,97	254.000 2,12	334.000 2,27	436.000 2,41	553.000 2,55	694.000 2,68
17	71.000 1,61	79.000 1,66	91.000 1,71	102.000 1,76	115.000 1,81	126.000 1,85	188.000 2,03	264.000 2,20	345.000 2,35	452.000 2,50	575.000 2,65	722.000 2,80

NOMINAL (PULGADAS)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
INTERIOR (mm)	12,25	15,75	21,25	27	35,75	41,25	52,25	66	80,25	92,50	105	118
ROZAMIENTO (mm.c.a./m)	CAUDAL, EN LITROS/HORA											
	VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
18	150	300	680	1.300	2.700	3.900	7.400	14.000	23.000	33.000	45.000	65.000
	0,359	0,422	0,521	0,610	0,748	0,810	0,955	1,11	1,26	1,36	1,46	1,60
19	160	310	690	1.350	2.800	4.000	7.700	15.000	23.000	34.000	47.000	65.000
	0,370	0,438	0,538	0,630	0,768	0,840	0,988	1,15	1,29	1,41	1,51	1,61
20	160	320	700	1.300	2.900	4.100	7.800	16.000	24.000	35.000	48.000	68.000
	0,380	0,450	0,550	0,648	0,782	0,862	1,00	1,19	1,32	1,44	1,55	1,68
22	170	330	740	14.000	3.000	4.300	8.200	16.000	25.000	36.000	50.000	69.000
	0,399	0,474	0,580	0,688	0,828	0,900	1,05	1,24	1,38	1,51	1,62	1,75
24	170	350	770	1.500	3.100	4.500	8.600	17.000	26.000	38.000	53.000	73.000
	0,417	0,495	0,605	0,718	0,870	0,940	1,10	1,30	1,45	1,59	1,71	1,85
26	180	360	810	1.500	3.300	4.700	9.000	18.000	27.000	40.000	55.000	76.000
	0,434	0,519	0,632	0,742	0,905	0,983	1,15	1,35	1,51	1,65	1,78	1,92
28	180	380	840	1.600	3.400	4.900	9.300	18.000	28.000	41.000	56.000	78.000
	0,452	0,538	0,660	0,770	0,940	1,02	1,19	1,40	1,57	1,71	1,85	2,01
30	200	390	870	1.600	3.500	5.100	9.700	1.900	30.000	43.000	60.000	82.000
	0,470	0,560	0,688	0,802	0,983	1,06	1,25	1,46	1,64	1,79	1,92	2,09
33	210	410	920	1.700	3.700	5.300	10.000	20.000	31.000	45.000	62.000	86.000
	0,492	0,590	0,718	0,840	1,02	1,10	1,30	1,53	1,71	1,86	2,00	2,18
36	220	430	960	1.800	3.900	5.600	11.000	21.000	33.000	47.000	66.000	90.000
	0,517	0,620	0,751	0,880	1,07	1,16	1,36	1,61	1,80	1,95	2,11	2,29
40	230	460	1.000	1.900	4.100	5.900	11.000	22.000	35.000	50.000	69.000	95.000
	0,546	0,650	0,792	0,930	1,13	1,23	1,45	1,70	1,90	2,08	2,22	2,42
45	250	480	1.100	2.000	4.400	6.200	12.000	23.000	37.000	53.000	74.000	100.000
	0,580	0,699	0,841	0,991	1,21	1,30	1,53	1,80	2,01	2,20	2,38	2,55
50	260	510	1.100	2.100	4.600	6.600	13.000	25.000	39.000	56.000	78.000	106.000
	0,614	0,730	0,888	1,04	1,27	1,38	1,62	1,91	2,13	2,31	2,50	2,70
55	270	540	1.200	2.300	4.900	7.000	13.000	26.000	41.000	59.000	82.000	112.000
	0,642	0,770	0,935	1,10	1,35	1,48	1,70	2,00	2,24	2,44	2,62	2,85
60	280	570	1.200	2.400	5.100	7.300	14.000	27.000	43.000	61.000	85.000	114.000
	0,660	0,816	0,990	1,15	1,41	1,52	1,77	2,10	2,34	2,54	2,74	2,99
65	300	590	1.300	2.500	5.300	7.700	14.000	29.000	45.000	65.000	90.000	122.000
	-0,702	0,840	1,02	1,20	1,47	1,60	1,86	2,20	2,45	2,68	2,89	3,11
70	310	620	1.400	2.600	5.500	7.900	15.000	30.000	48.000	67.000	93.000	127.000
	0,735	0,880	1,07	1,25	1,52	1,65	1,94	2,28	2,54	2,78	2,99	3,24
75	320	640	1.400	2.700	5.700	8.200	16.000	31.000	49.000	69.000	97.000	132.000
	0,760	0,910	1,11	1,26	1,59	1,71	2,00	2,35	2,64	2,88	3,10	3,35
80	330	680	1.500	2.700	5.900	8.500	16.000	32.000	49.000	72.000	100.000	137.000
	0,783	0,940	1,14	1,33	1,64	1,77	2,08	2,42	2,71	2,98	3,20	3,48
90	350	700	1.500	2.900	6.300	9.000	17.000	34.000	53.000	76.000	105.000	145.000
	0,839	1,00	1,21	1,40	1,75	1,88	2,20	2,59	2,90	3,14	3,39	3,68
100	370	740	1.600	3.100	6.700	9.500	18.000	36.000	56.000	80.000	112.000	153.000
	0,883	1,05	1,27	1,49	1,85	2,00	2,32	2,72	3,05	3,32	3,59	3,89
110	399	790	1.700	3.200	7.000	10.000	19.000	38.000	59.000	85.000	116.000	
	0,930	1,12	1,34	1,57	1,95	2,10	2,46	2,88	3,21	3,50	3,78	
120	410	820	1.800	3.400	7.300	11.000	20.000	39.000	61.000	88.000	123.000	
	0,970	1,17	1,42	1,65	2,03	2,20	2,56	3,00	3,37	3,64	3,94	
130	420	850	1.900	3.500	7.700	11.000	21.000	41.000	64.000	92.000		
	1,00	1,21	1,48	1,72	2,13	2,30	2,60	3,18	3,51	3,82		
140	440	880	2.000	3.700	8.000	11.000	22.000	42.000	66.000			
	1,05	1,28	1,54	1,79	2,21	2,38	2,78	3,25	3,65			
150	460	910	2.000	3.800	8.300	12.000	23.000	44.000	69.000			
	1,08	1,30	1,69	1,96	2,30	2,48	2,80	3,40	3,80			
160	480	950	2.100	3.900	8.600	12.000	25.000	46.000	71.000			
	1,13	1,35	1,64	1,91	2,38	2,55	2,89	3,50	3,91			
170	490	980	2.200	4.100	8.900	13.000	24.000	47.000				
	1,16	1,40	1,70	1,98	2,47	2,65	3,10	3,62				
180	500	1.000	2.200	4.200	9.100	13.000	25.000	48.000				
	1,18	1,44	1,75	2,02	2,51	2,70	3,18	3,71				
190	520	1.060	2.200	4.200	9.100	13.000	25.000	50.000				
	1,22	1,48	1,80	2,10	2,60	2,80	3,27	3,82				
200	530	1.100	2.400	4.400	9.700	14.000	26.000	51.000				
	1,26	1,58	1,86	2,15	2,68	2,88	3,36	3,90				
220	560	1.100	2.500	4.700	10.000	14.000	27.000					
	1,32	1,60	1,95	2,26	2,80	3,01	3,51					
240	580	1.200	2.600	4.900	11.000	15.000	29.000					
	1,40	1,68	2,03	2,36	2,95	3,15	3,70					
260	620	1.200	2.700	5.100	11.000	16.000	30.000					
	1,46	1,75	2,16	2,48	3,08	3,30	3,84					
280	640	1.300	2.800	5.300	12.000	16.000						
	1,52	1,82	2,20	2,94	3,20	3,41						

NOMINAL (PULGADAS)	-	5	-	-	-	6	7	8	9	10	11	12	
	INTERIOR (mm)	125	130	137	143	150	155	161	206	228	253	277	302
ROZAMIENTO (mm.c.a./m)	CAUDAL, EN LITROS/HORA VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO												
	18	73.000 1.65	81.000 1.79	93.000 1.75	105.000 1.61	118.000 1.66	128.000 1.99	132.000 1.95	184.000 2.09	268.000 2.24	354.000 2.41	463.000 2.66	500.000 2.71
19	75.000 1.70	84.000 1.75	96.000 1.80	107.000 1.86	121.000 1.91	132.000 1.95	186.000 2.15	217.000 2.31	366.000 2.48	478.000 2.64	607.000 2.80	625.000 2.86	758.000 2.94
20	77.000 1.75	86.000 1.80	98.000 1.85	110.000 1.91	125.000 1.96	130.000 2.00	204.000 2.20	284.000 2.37	375.000 2.55	480.000 2.71	625.000 2.88	651.000 2.93	779.000 3.02
22	81.000 1.83	90.000 1.88	103.000 1.95	116.000 2.01	131.000 2.06	143.000 2.10	214.000 2.31	300.000 2.50	394.000 2.68	512.000 2.83	651.000 3.00	651.000 3.00	817.000 3.17
24	84.000 1.91	94.000 1.97	108.000 2.03	121.000 2.08	137.000 2.15	150.000 2.21	224.000 2.42	312.000 2.60	411.000 2.80	539.000 2.98	683.000 3.15	683.000 3.15	854.000 3.31
26	88.000 2.00	98.000 2.05	112.000 2.11	125.000 2.17	142.000 2.24	166.000 2.30	234.000 2.53	325.000 2.71	426.000 2.90	561.000 3.10	712.000 3.28	712.000 3.28	890.000 3.45
28	92.000 2.08	102.000 2.13	117.000 2.20	134.000 2.27	148.000 2.33	162.000 2.39	244.000 2.63	338.000 2.82	444.000 3.02	581.000 3.21	738.000 3.40	738.000 3.40	923.000 3.58
30	95.000 2.15	106.000 2.22	121.000 2.29	135.000 2.34	164.000 2.42	170.000 2.50	255.000 2.75	353.000 2.94	460.000 3.13	601.000 3.32	761.000 3.51	761.000 3.51	954.000 3.70
33	99.000 2.25	111.000 2.33	127.000 2.39	142.000 2.46	161.000 2.53	177.000 2.60	266.000 2.87	368.000 3.07	482.000 3.26	630.000 3.48	796.000 3.67	796.000 3.67	993.000 3.85
36	106.000 2.35	118.000 2.43	133.000 2.50	149.000 2.57	168.000 2.65	185.000 2.78	278.000 3.00	386.000 3.22	503.000 3.42	659.000 3.64	835.000 3.85	835.000 3.85	
40	110.000 2.50	124.000 2.59	140.000 2.65	156.000 2.70	179.000 2.81	197.000 2.90	298.000 3.19	408.000 3.40	532.000 3.62	687.000 3.85			
45	117.000 2.65	130.000 2.73	148.000 2.80	167.000 2.89	188.000 2.95	208.000 3.07	312.000 3.37	433.000 3.61	566.000 3.85				
50	124.000 2.80	138.000 2.90	156.000 2.95	175.000 3.02	198.000 3.12	221.000 3.25	331.000 3.58	458.000 3.82					
55	130.000 2.95	145.000 3.04	164.000 3.10	184.000 3.19	208.000 3.29	280.000 3.40	348.000 3.74						
60	136.000 3.08	153.000 3.20	172.000 3.25	193.000 3.34	217.000 3.42	240.000 3.54	361.000 3.90						
65	142.000 3.21	159.000 3.32	180.000 3.40	202.000 3.50	229.000 3.59	253.000 3.72							
70	147.000 3.33	165.000 3.45	186.000 3.50	208.000 3.59	236.000 3.71	261.000 3.83							
75	153.000 3.45	172.000 3.60	193.000 3.63	218.000 3.73	245.000 3.85								
80	158.000 3.57	177.000 3.70	198.000 3.74	224.000 3.88									
90	166.000 3.75	186.000 3.90											
100													
110													
120													
130													
140													
150													
160													
170													
180													
190													
200													
220													
240													
260													
280													

De la tabla 3.90 obtendremos la “pérdida de carga unitaria que genera nuestro tramo por metro lineal”. La pérdida lineal del tramo se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta P_{LINEAL} = \Delta P_{UNITARIO} * L$$

Siendo: - ΔP_{LINEAL} = Pérdida de carga lineal del tramo (mm.c.a.)

- $\Delta P_{UNITARIO}$ = Pérdida de carga por metro lineal tabla 3.9 (mm.c.a./m)

- L = Longitud del tramo (m).

PERDIDAS SECUNDARIAS:

Para completar el cálculo necesitamos conocer las caídas de presión en codos, curvas, estrechamientos y válvulas, denominadas pérdidas secundarias, que dependen de las características del elemento y de la velocidad del agua. Son difíciles de precisar, pero para los usos normales puede utilizarse la tabla 3.20 donde se expresan los valores en m.l. de tubería recta equivalente:

TABLA 3.20 PÉRDIDAS POR ROZAMIENTO EN ACCESORIOS Y VÁLVULAS (LONGITUD EQUIVALENTE EN m DE TUBERÍA)								
DIÁMETRO EN PULGADAS	CODO 90°	"T"	REDUCCIÓN	VÁLVULA BOLA	VÁLVULA COMPUERTA	VÁLVULA RETENCIÓN	VÁLVULA ESFÉRICA	RADIADOR CON VÁLVULA
3/8	0,40	1,50	0,20	1,10	0,14	1,40	3	5
1/2	0,50	1,70	0,30	1,35	0,18	1,70	4	6
3/4	0,60	1,80	0,50	1,75	0,21	2,30	5	7
1	0,80	1,90	0,65	2,30	0,26	2,85	7	8
1 1/4	1,00	2,40	0,85	2,90	0,36	3,70	9	9
1 1/2	1,30	3,00	1,00	3,50	0,44	4,70	11	10
2	1,70	4,00	1,30	4,50	0,55	5,75	15	11
2 1/2	1,90	4,50	2,00	5,50	0,70	6,90	18	12
3	2,00	5,50	2,30	6,70	0,80	8,40	24	13
4	2,20	7,30	3,00	8,80	1,10	11,10	36	14
5	2,90	9,00	4,00	10,80	1,50	12,80	42	15
6	4,00	11,00	5,00	13,10	1,70	15,40	50	16

(Ejemplo, un codo a 90° en 3/8" equivale a 0,4 m de tubería recta del mismo diámetro.)

PERDIDA DE CARGA TOTAL:

$$\Delta P_{TOTAL} = \Delta P_{UNITARIO} * (L_{LINEAL} + \sum L_{EQUIVALENTE})$$

Vamos a desarrollar los cálculos para el tramo de distribución general en planta primera, realizándose de la misma manera para el resto de tramos: (Resultado del resto de los tramos en el apartado 2.5.3.).

Tramo red general de distribución (torre 1) entre Planta baja y 1ª Planta:

Datos de partida:

Carga $Q = 250548$ Kcal/h. \rightarrow Longitud del tramo $L = 7$ m.

Caudal Másico (\dot{m}):

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

$$\dot{m} = \frac{250548}{1 \cdot 15} = 16703 \text{ l/h} = 4,64 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}.$$

Velocidad (m/s):

$$Q = V \cdot S \quad (\text{Probamos para un diámetro de } 2 \frac{1}{2}'')$$

$$4,64 \cdot 10^{-3} = V \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} \quad \rightarrow \quad V = 1,244 \text{ m/s}$$

Con los valores de caudal y velocidad, obtenemos el valor de $\Delta P_{UNITARIO}$ de la tabla 3.9:

$$\Delta P_{UNITARIO} = 22 \text{ mm.c.a./m} = 0,022 \text{ m.c.a./m}.$$

$$\Delta P_{LINEAL} = \Delta P_{UNITARIO} \cdot L = 0,022 \cdot 7 = 0,154 \text{ m.c.a.}$$

Perdidas secundarias:

En el tramo que estamos estudiando habrá una reducción y una válvula de bola:

Tabla 3.20: - Reducción 2 ½'' $\rightarrow L_{EQUIVALENTE} = 2$ m.

- Válvula de bola 2 ½'' $\rightarrow L_{EQUIVALENTE} = 5,5$ m.

$$\Delta P_{TOTAL} = \Delta P_{UNITARIO} \cdot (L_{LINEAL} + \sum L_{EQUIVALENTE})$$

$$\Delta P_{TOTAL} = 0,022 \cdot (7 + (2 + 5,5)) = \mathbf{0,32 \text{ m.c.a}}$$

Los cálculos obtenidos para ese tramo son tubería de longitud 7 m, diámetro 2 ½'' , caudal de 16703 l/h y pérdida de carga de 0,32 m.c.a.

2.5.2. DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS.

RED DE DISTRIBUCION GENERAL

La red de distribución general de calefacción calculada, queda reflejada en la siguiente tabla de cálculo Excel:

TORRE 1

	Carga	Q	Ø	Velocidad	Pérdida carga		L.	L. Equiv.	Pérdida total
	Kcal/h	m³/h		m/s	Pa/m	Régimen	m	m	m.c.d.a.
1º Planta	250.548	16,703	2½	1,244	228,33	Turbulento	7	7,5	0,337
2º Planta	223.277	14,885	2½	1,109	183,24	Turbulento	7	7,5	0,271
3º Planta	193.163	12,878	2½	0,959	139,10	Turbulento	7	7,5	0,206
4º Planta	163.050	10,870	2½	0,810	100,93	Turbulento	7	7,5	0,149
5º Planta	132.937	8,862	2	1,112	254,33	Turbulento	7	6,75	0,356
6º Planta	102.823	6,855	2,00	0,860	156,21	Turbulento	7	6,75	0,219
7º Planta	72.713	4,848	1½	0,977	267,21	Turbulento	7	6	0,354
8º Planta	42.692	2,846	1½	0,573	98,20	Turbulento	7	5,2	0,122
Ático	14.243	0,950	1,00	0,451	107,99	Intermedio	7	1,2	0,090
									2,105

TORRE 2

	Carga	Q	Ø	Velocidad	Pérdida carga		L.	L. Equiv.	Pérdida total
	Kcal/h	m³/h		m/s	Pa/m	Régimen	m	m	m.c.d.a.
1º Planta	250.548	16,703	2½	1,244	228,33	Turbulento	7	7,5	0,337
2º Planta	223.277	14,885	2½	1,109	183,24	Turbulento	7	7,5	0,271
3º Planta	193.163	12,878	2½	0,959	139,10	Turbulento	7	7,5	0,206
4º Planta	163.050	10,870	2½	0,810	100,93	Turbulento	7	7,5	0,149
5º Planta	132.937	8,862	2	1,112	254,33	Turbulento	7	6,75	0,356
6º Planta	102.823	6,855	2,00	0,860	156,21	Turbulento	7	6,75	0,219
7º Planta	72.713	4,848	1½	0,977	267,21	Turbulento	7	6	0,354
8º Planta	42.692	2,846	1½	0,573	98,20	Turbulento	7	5,2	0,122
Ático	14.243	0,950	1,00	0,451	107,99	Intermedio	7	1,2	0,090
									2,105

SOTANO

	Carga	Q	Ø	Velocidad	Pérdida carga		L.	L. Equiv.	Pérdida total
	Kcal/h	m³/h		m/s	Pa/m	Régimen	m	m	m.c.d.a.
TORRE 1	250.548	16,703	2½	1,244	228,33	Turbulento	120	15	3,142
TORRE 2	250.548	16,703	2½	1,244	228,33	Turbulento	30	10	0,931
									4,073

	Carga	Q	Ø	Velocidad	Pérdida carga		L.	L. Equiv.	Pérdida total
	Kcal/h	m³/h		m/s	Pa/m	Régimen	m	m	m.c.d.a.
Caldera 1	288960	19,264	3	1,041	133,22	Turbulento	10	29	0,530
Caldera 2	288960	19,264	3	1,041	133,22	Turbulento	10	29	0,530

(NOTA: Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos acudir al documento PLANOS, adjunto en este proyecto.)

RED DISTRIBUCIÓN DE INDIVIDUAL PARA VIVIENDAS:

La red de distribución individual dentro de las viviendas se realizará mediante un colector al que se alimenta desde el patinillo donde está ubicado el colector individual de cada vivienda. Del colector parte un tubo de ida y otro de retorno a cada radiador, los tubos serán de **polietileno multicapa**.

TUBERIA ACOMETIDA A VIVIENDA:

Para la acometida a cada vivienda el diámetro de acometida será mayor a DN25, y procediendo de la misma manera que el caso anterior, el caudal máximo que se puede transportar es de 1,24 l/s a una velocidad de 0,59 m/s, y por lo tanto una potencia máxima de 52.750 W, potencia superior a la de cualquier vivienda.

TIPO DE VIVIENDA	CARGA (Kcal/h)	CAUDAL (l/h)	CAUDAL (m3/s)	DIAMETRO (mm)	SECCION (m2)	VELOCIDAD (m/s)
<u>vivienda tipo</u>						
<u>ACOMETIDA</u>	7526	501,7333333	0,00013937	32	0,00080425	0,17329243
<u>vivienda atico 2</u>						
<u>ACOMETIDA</u>	4821	321,4	8,9278E-05	32	0,00080425	0,11100755
<u>vivienda atico 1</u>						
<u>ACOMETIDA</u>	7819	521,2666667	0,0001448	32	0,00080425	0,180039

Elegimos un caudal de DN 32 mm en tubería de polietileno para todas las acometidas de calefacción a viviendas.

TUBERÍA DISTRIBUCIÓN A RADIADORES:

El diámetro de los tubos que van a cada radiador no serán inferior a DN10, fijando la pérdida de presión lineal a 400 Pa/m tal y como indica la norma y a una temperatura media del agua de 70°C, el caudal máximo que se puede transportar es de 0,54 l/s a una velocidad de 0,53 m/s, con este caudal la potencia máxima que se puede transportar es de 22.995 W superior a la de cualquier radiador convencional, con lo que la caída de presión lineal y la velocidad en los tubos siempre serán menores que las fijadas por la norma.

De la misma manera que para la acometida para cada vivienda seleccionamos un diámetro de DN25 para la distribución a radiadores.

En las tablas de cálculo que se muestran a continuación podemos ver como el diámetro seleccionado cumple con las premisas exigidas:

CALCULOS

TIPO DE VIVIENDA	CARGA (Kcal/h)	CAUDAL (l/h)	CAUDAL (m3/s)	DIAMETRO (mm)	SECCION (m2)	VELOCIDAD (m/s)
<u>vivienda tipo</u>						
COCINA	1377	91,8	0,0000255	25	0,00049088	0,05194805
SALON 1	1513	100,8666667	2,8019E-05	25	0,00049088	0,05707872
SALON 2	351	23,4	0,0000065	25	0,00049088	0,01324166
DORMITORIO 1	1009	67,26666667	1,8685E-05	25	0,00049088	0,03806506
DORMITORIO 2	1009	67,26666667	1,8685E-05	25	0,00049088	0,03806506
DORMITORIO 3	883	58,86666667	1,6352E-05	25	0,00049088	0,03331164
BAÑO	466	31,06666667	8,6296E-06	25	0,00049088	0,0175801
ASEO	459	30,6	0,0000085	25	0,00049088	0,01731602
VESTIBULO	459	30,6	0,0000085	25	0,00049088	0,01731602
<u>ACOMETIDA</u>	7526	501,7333333	0,00013937	32	0,00080425	0,17329243
<u>vivienda atico 2</u>						
SALON-COMEDOR 1	1148	76,53333333	2,1259E-05	25	0,00049088	0,04330891
SALON-COMEDOR 2	689	45,93333333	1,2759E-05	25	0,00049088	0,02599289
DORMITORIO 1	918	61,2	0,000017	25	0,00049088	0,03463203
DORMITORIO 2	1377	91,8	0,0000255	25	0,00049088	0,05194805
BAÑO	689	45,93333333	1,2759E-05	25	0,00049088	0,02599289
<u>ACOMETIDA</u>	4821	321,4	8,9278E-05	32	0,00080425	0,11100755
<u>vivienda atico 1</u>						
COCINA	689	45,93333333	1,2759E-05	25	0,00049088	0,02599289
SALON 1	1148	76,53333333	2,1259E-05	25	0,00049088	0,04330891
SALON 2	689	45,93333333	1,2759E-05	25	0,00049088	0,02599289
DORMITORIO 1	1148	76,53333333	2,1259E-05	25	0,00049088	0,04330891
DORMITORIO 2	918	61,2	0,000017	25	0,00049088	0,03463203
DORMITORIO 3	918	61,2	0,000017	25	0,00049088	0,03463203
DORMITORIO 4	918	61,2	0,000017	25	0,00049088	0,03463203
BAÑO	466	31,06666667	8,6296E-06	25	0,00049088	0,0175801
ASEO	459	30,6	0,0000085	25	0,00049088	0,01731602
VESTIBULO	466	31,06666667	8,6296E-06	25	0,00049088	0,0175801
<u>ACOMETIDA</u>	7819	521,2666667	0,0001448	32	0,00080425	0,180039

A modo de conclusión, indicamos:

- Se instalarán tuberías de polietileno multicapa DN32 mm para las acometidas de todas las viviendas.

- La acometida irá hasta el colector individual de cada vivienda, desde el que se distribuirá el fluido caloportador a cada radiador.

Vivienda Tipo: Colector de ida y retorno DN25mm, con 9 entradas y 9 salidas.

Vivienda Ático 1: Colector de ida y retorno DN25mm, con 10 entradas y 10 salidas.

Vivienda Ático 2: Colector de ida y retorno DN25mm, con 5 entradas y 5 salidas.

- Las tuberías de distribución a radiadores serán de 25 mm de diámetro fabricadas de polietileno multicapa.

2.6. CALCULO DE LA CALDERA

Para calcular la potencia total que tiene que suministrar la caldera, se debe hallar la potencia necesaria de calefacción y la necesaria de ACS, ya que la caldera debe suministrar ambas potencias.

La potencia de **CALEFACCIÓN** será la necesaria para hacer llegar el calor necesario a todos los emisores que hemos calculado anteriormente. Como la caldera deberá satisfacer la demanda de las 34 + 34 viviendas correspondientes a las dos torres que constituyen la instalación, el resultado total será la suma de todas las potencias requeridas por cada uno de los emisores.

- Suma total de cargas calefacción TORRE 1= 258,6 KW.

- Suma total de cargas calefacción TORRE 2 = 258,6 KW

$$P_{\text{calefacción}} = (258,6 + 258,6) = 517,2 \text{ KW}$$

A esto hay que sumarle la potencia calorífica necesaria para el ACS. Aunque el ACS tenga apoyo solar, se dimensionará la caldera para satisfacer el 100% de la demanda.

$$P_{\text{ACS}} = 90 \text{ KW.}$$

(NOTA: El cálculo de la potencia de ACS viene desarrollado en el APARTADO 3, “Producción de ACS y contribución solar térmica”, de esta memoria).

POTENCIA TOTAL CALEFACCION Y ACS:

$$P_{TOTAL} = 517,2 + 90 = 607,2 \text{ KW}$$

Para cubrir la demanda se proyecta instalar 2 calderas de la marca REMEHA, modelo ECO 310 de 6 elementos para ACS y Calefacción.

Caldera Eco 310-6 Elementos 336 KW.

Total potencia útil en calderas 672 KW.

Si consideramos unas pérdidas de distribución del 10% -67,2 KW.

Total de potencia disponible 604,8 KW.



Las calderas utilizarán como combustible el gas natural y serán mixtas para calefacción y producción de A.C.S.

Para la producción de la Energía Térmica demandada se proyectan dos calderas de chapa de acero de condensación y alto rendimiento modulares, marca REMEHA, Equipadas con quemadores modulante de antorchas de inducción atmosférica equipados con sus mandos de regulación y seguridad para Gas Natural a baja presión (18-25 mbar) de encendido electrónico, con rampa de gas interna dotada de filtro, extractor de gases de combustión con presostato de seguridad, controlador de flujo, panel de mandos con interruptor general, con contador horario, termómetro de humos y de agua, cableado eléctrico, etc.

Las calderas montadas serán sometidas a una prueba hidráulica de estanqueidad a la presión de 7,2 Kg./cm².

Las calderas llevan envolvente de chapa de acero, esmaltada y calorifugada interiormente con lana de roca prensada. La caja de humos es de salida vertical. Sus características generales son:

Características:

- Marca:	REMEHA
- Modelo:	310 ECO 6 Elementos.
- Potencia útil:	336 KW
- Presión máxima de trabajo:	6 Kg./cm ²
- Presión mínima de trabajo:	1 Kg./cm ²
- Temperatura máxima:	90 °C
- Temperatura mínima retorno:	45 °C
- Rendimiento anual:	108,9%
- Capacidad agua:	60 l.
- Dimensiones exteriores:	1.600 x 720 x 1.445 mm.
- Orificio de ida y retorno:	3"
- Orificio de vaciado:	1"
- Orificio para chimenea:	250 mm.
- Orificio de gas:	2"

Se han dimensionado las calderas incrementando un 10% la potencia de cálculo de calefacción con objeto de vencer inercias térmicas y reducir el tiempo necesario para alcanzar la temperatura de régimen.

Se ha estudiado la variación de la demanda en relación a las horas del día y el mes del año de manera que se ha calculado la demanda máxima simultánea.

Las 2 calderas están conectadas hidráulicamente en cascada, o paralelo tal y como se observa en el esquema de principio anexo en el documento PLANOS.

El diseño de la regulación del sistema permitirá que cuando la demanda de calor baja, las calderas y las bombas de recirculación se desconecten de manera que se consiga un ahorro efectivo de energía.

2.6.1. CHIMENEA

El diámetro recomendado según el fabricante de la caldera para la chimenea es de 250 mm.

Se trata de una chimenea modular de acero inoxidable de doble pared y aislamiento intermedio en todo su perímetro, formada por tramos rectos de 0,95 m., de diámetro interior 250 mm., que conducirá los gases de combustión desde la sala de calderas hasta su extracción en cubierta.

La chimenea se compone de los siguientes elementos:

- Adaptador a caldera. Ø250 mm.
- Codo 45°. Ø250 mm.
- Modulo extensible (de 0,55 a 0,9 m). Ø250 mm.
- TE 135°. Ø250 mm.
- Colector de hollín. Ø250 mm.
- Módulos rectos de 0,95 m. - Ø250 mm-. Longitud total 25 m.
- Modulo final cónico. Ø250 mm.
- Elementos de unión y anclaje:
 - Abrazadera unión tubo: 1 cada metro. Ø250 mm.
 - Abrazadera a pared: 1 cada 3 metros. Ø250 mm.
 - Soporte final mural. Ø250 mm.

2.6.2. CALCULO DEL CAUDAL DE GAS NATURAL

La instalación de gas natural llega a la acometida y previo paso por el armario de regulación y contador suministra el gas natural a la caldera.

El caudal máximo probable de la caldera se calcula de la siguiente manera:

$$Q = P_{caldera} / PCS$$

Siendo:

Q = Caudal en m³/h.

$P_{caldera}$ = Potencia de la caldera en Kcal/h.

PCS = Poder calorífico superior del gas natural, **9500 kcal/m³**.

$$Q = 577920 / 9500 = 60,84 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Para este caudal, se elige un armario de regulación en MPA tipo A-75 para gas natural y un contador de turbina G 65 de la marca EURO –COBIL.

2.7. VASO DE EXPANSION EN EL CIRCUITO DE CALEFACCION

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:

$$V_t = V. Caldera + V. Tuberías + V. Radiadores$$

- Contenido de agua en la Caldera: 60+60 = 120 l.
- Contenido de agua en las tuberías de distribución: 3603 l.
- Contenido de agua en los Emisores y su distribución: 1.629 l.

$$V_t = 120 + 3603 + 1629 = 5352 \text{ l}.$$

El incremento de volumen por dilatación se calculará según ecuación:

$$Vu = V_t * f_d$$

Siendo:

V_u = Volumen o capacidad útil.

V_t = Volumen de agua de la instalación.

f_d = factor de dilatación del agua según T^a . Media del agua (80 °C) = **0,0296**

$$Vu = 5352 * 0,0296 = 158,42 \text{ litros}$$

Volumen de los Vasos de Expansión

Responde a la ecuación:

$$V_{ex.} = \frac{Vu}{\eta}$$

Siendo:

V_u = Volumen o capacidad útil.

η = coeficiente de utilización

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f}$$

- Presión atmosférica: **1 bar** (1m.c.a. = 0,1 bar)
- Presión inicial absoluta : 1 + 1 + 2,4 = **4,4 bar**
- Presión final absoluta: 1 + tarado = 1+4 = **5 bar**
- Coeficiente de utilización, η :

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f} = \frac{5 - 4,4}{5} = 0,12$$

$$V_{ex.} = \frac{Vu}{\eta} = \frac{158,42}{0,12} = 1320,16 \text{ l.}$$

Se adopta un vaso de expansión cerrado de membrana de 1.500 litros para una presión de trabajo de 4 bar, Marca Pneumatex, Md. PAF 1.500.

2.8. CALCULO DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN

Para solventar las pérdidas de carga producidas en el circuito (resultado de las pérdidas debidas a la longitud de las tuberías en los tramos rectos y las pérdidas debidas a los diferentes elementos componentes de la instalación, como por ejemplo, codos y caldera), es necesario colocar una bomba que nos impulse el fluido por la instalación.

Del apartado 2.5.3. Dimensionado de los tramos (pág. 55), obtenemos los datos necesarios para el dimensionado de las bombas de calefacción.

BOMBAS CIRCULACION CALDERA

Cada bomba de circulación de la caldera requiere un caudal 19,3 m³/h para una pérdida de carga de 3,5 m.c.a.

Datos requeridos		Datos obtenidos Bomba	
Caudal (m ³ /h)	19,3	Caudal (m ³ /h)	20,7
Perdida de carga (m.c.a.)	3,5	Perdida de carga (m.c.a.)	3,9
		Potencia (KW)	0,75

Se colocará una bomba, **marca SEDICAL, modelo SP 50/12- B**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

CIRCUITO TORRE 1 y TORRE 2:

La bomba de circulación de calefacción para cada portal requiere un caudal 16,7 m³/h para una pérdida de carga de 5,3 m.c.a.

Datos requeridos		Datos obtenidos Bomba	
Caudal (m ³ /h)	16,7	Caudal (m ³ /h)	16,8
Perdida de carga (m.c.a.)	5,3	Perdida de carga (m.c.a.)	5,3
		Potencia (KW)	0,72

Se colocará una bomba, **marca SEDICAL, modelo SP 50/12- B**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

3. INSTALACION ACS SOLAR

3.1. INSTALACION ACS

3.1.1. CALCULO DEMANDA ENERGÉTICA ACS

Lo primero será estimar cuantos habitantes albergará simultáneamente nuestro edificio porque de ello dependen las necesidades de agua caliente sanitaria existentes. Para realizar esta estimación utilizaremos las tablas existentes en el código técnico que nos relacionan el número de dormitorios de cada vivienda con el de personas que la ocupan.

Después deberemos hacer una estimación de ocupación dependiendo del porcentaje de días de estancia en las viviendas. Dado que los cálculos se realizan mes a mes, podría considerarse que en los meses de vacaciones por excelencia (Julio y Agosto) o en algunos otros dependiendo de los hábitos de los ocupantes de las viviendas, el porcentaje de ocupación fuese menor.

Sin embargo, como no conocemos los posibles hábitos de los ocupantes del edificio, se ha considerado un 100% todos los meses del año.

CALCULO DE LA DEMANDA

La ocupación total del edificio es:

$$\text{Ocupación} = n^{\circ} \text{ de viviendas} * n^{\circ} \text{ personas por vivienda}$$

$$\text{Ocupación} = 68 * 4 = \mathbf{272 \text{ personas}}$$

En cuanto al consumo de ACS, se ha considerado una cantidad de 22 litros/persona y día a 60 °C, tal y como establece el CTE para el caso de viviendas plurifamiliares.

El consumo de ACS para el diseño serán los siguientes:

$$\text{Consumo}_{\text{diario}} = \text{Ocupación} * \text{litros/persona día}$$

$$C_d = 272 * 22 = \mathbf{5.984 \text{ l/día}}$$

CONSUMO PUNTA

De acuerdo a las Normas Básicas de Instalaciones Interiores de Suministro de agua (B.O.E. del 13 de Febrero de 1.976), corrección de errores posteriores (B.O.E. del 12 de Febrero de 1.976), el caudal instantáneo de agua caliente sanitaria en una vivienda se obtendrá en función del consumo simultáneo probable de los aparatos instalados:

$$Q_{\text{vivienda}} = \frac{1}{\sqrt{(N-1)}} \sum Q_{\text{Ap.instalados}}$$

Donde:

- N = n° aparatos instalados por vivienda.
- $\sum Q_{\text{Ap.instalados}}$ = Sumatorio de caudal de aparatos instalados (l/s)

La relación de aparatos alimentados con A.C.S. y caudales de los aparatos para la vivienda más desfavorable es el siguiente:

- 2 lavabos	0.10 l/s	0.20 l/s.
- 2 bidé	0.10 l/s.	0.20 l/s.
- 2 bañeras	0.30 l/s.	0.60 l/s.
- 1 fregadero	0.20 l/s.	0.20 l/s.
- 2 lavadora	0.15 l/s.	0.30 l/s.
- 1 lavavajillas	0.10 l/s.	0.10 l/s.

$$- \sum Q_{\text{Ap.instalados}} = \mathbf{1.60 \text{ l/s.}}$$

$$- N = \mathbf{10} \text{ aparatos por vivienda.}$$

El caudal punta considerado para cada vivienda será:

$$Q_{\text{vivienda}} = \frac{1}{\sqrt{(10-1)}} * 1,6 = \mathbf{0.53 \text{ l/s.}}$$

La simultaneidad del caudal de A.C.S. del edificio se obtendrá de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{Edificio}} = \frac{19 + N}{10 * (N + 1)} \sum Q_{\text{vivienda}}$$

Donde:

N = nº de viviendas.

$$Q_{\text{Edificio}} = \frac{19 + 68}{10 * (68 + 1)} * (68 * 0,53) = \mathbf{4,54 \text{ l/s} = 273 \text{ l/min}}$$

El caudal punta simultáneo del edificio, se estima en 4,54 l/s. = 273 l/min.

CALCULO POTENCIA ACS

Datos de partida

- **te** = temperatura de entrada en °C: 10 °C
- **tu** = temperatura de utilización en °C: 45 °C
- **tp** = temperatura de preparación en °C: 60 °C
- **t₁** = temperatura de entrada 1º Intercambiador en °C: 85 °C
- **hp** = tiempo de preparación entre consumos punta (s): 2 h = 7200s.
- **hc** = duración del consumo punta (s): 15min = 900s.
- **h** = total de consumo en un día: 18 h = 64800s.
- **pc** = número de puntas de consumo: 2
- **Cd** = consumo diario máximo en l/día: **5.984 l/día**
- **Q_{Edificio}** = consumo medio horario de punta en (l/s): **4,54 l/s**

Para el cálculo de la potencia térmica para A.C.S., se adopta el método descrito en el Reglamento IT-IC capítulo 4 Anexo 3.

$$P = 4,19 * \frac{tu - te}{hp + hc} * \left\{ hc * Q_{Ed} + (Cd - Q_{Ed} * \Sigma hc) * \frac{hp}{h - \Sigma hc} \right\}$$

$$P = 4,19 * \frac{45 - 10}{7200 + 900} * \left\{ 900 * 4,54 + (5984 - 4,54 * 1800) * \frac{7200}{64800 - 1800} \right\}$$

$$P = 69,50 \text{ Kw} = 69.500 \text{ W} \times 0,861 = 59.839 \text{ Kcal/h.}$$

Considerando unas pérdidas en la distribución del 15%, la potencia total útil necesaria será:

$$P = 59.839 * 1,15 = 68.815 \text{ Kcal/h. (80 KW.)}$$

Para el dimensionado de la caldera, destinaremos **90 KW** de la producción de la misma para el consumo de ACS. (NOTA: Cálculo de la caldera en el apartado 2.6. de esta memoria.)

3.1.2. INTERCAMBIADOR CIRCUITO ACS

Para la transmisión de energía de calderas al circuito de ACS se adopta un sistema de preparación por medio de un intercambiador de placas de acero inoxidable, Marca **SEDICAL, Md. UFPB-40 H**, para una potencia de **90 KW**. y un caudal en el secundario de **1.590 l/h**. Sus características generales son:

Presión de trabajo:	10 Bar.
Temperatura primario en °C	80-70 °C.
Temperatura secundario en °C	10-55 °C.
Conexión roscada	2½".

El agua caliente sanitaria se preparará a 60 °C y el sistema de calentamiento propuesto es capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70 °C de forma periódica para su pasteurización y control de la legionelosis. (RITE - IT 1.1.4.3.1.).

3.1.3. CALCULO DEPOSITO ACUMULACIÓN ACS.

Para el cálculo del volumen de acumulación de A.C.S. se adopta el método existente en el Reglamento IT-IC capítulo 4, Anexo 3.

Utilizando como base de partida los parámetros indicados anteriormente, el volumen de acumulación se obtiene por la ecuación:

$$V = \frac{h_p * h_c}{h_p * h_c} * (t_u - t_e) * \frac{Q_{Ed} - \frac{C_d - Q_{Ed} \sum h_c}{h - \sum h_c}}{t_p - 0,4 * t_u - 0,6 * t_e}$$

$$V = \frac{7200*900}{7200*900} * (45 - 10) * \frac{4,54 - \frac{5984 - 4,54*1800}{64800 - 1800}}{60 - 0,4*45 - 0,6*10} = 3558,12 \text{ litros}$$

Así, las necesidades de acumulación de A.C.S. a 60°C de Temperatura serán de 3.559 l.

Se proyecta un **depósito acumulador de 4000 l.** de capacidad en previsión de consumos punta, y vaso de expansión cerrado independiente.

3.2. INSTALACION SOLAR

3.2.1. CALCULO CONTRIBUCION SOLAR TERMICA.

Se va a realizar el estudio de la contribución solar según el método F-Chart, método recomendado por el IDEA en su pliego de condiciones técnicas.

1. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de ACS.
2. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.
3. Cálculo del parámetro Y.
4. Cálculo del parámetro X.
5. Determinación de la gráfica f.
6. Valoración de la cobertura solar mensual.
7. Valoración de la cobertura solar anual.

CARGAS CALORÍFICAS PARA CALENTAMIENTO DE ACS:

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

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

Donde:

Q_a = Energía necesaria mensual para calentamiento de ACS (J).

C_e = Calor específico del agua = **4186 J / kg °C**.

C = Consumo diario de ACS = **5984 l/día**.

N = numero de día del mes.

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

T_r = Temperatura del agua de la red.

Se obtienen los siguientes valores:

MES	Tª MEDIA DE LA RED (Tr)	ENERGIA NECESARIA DIARIA (MJ) End	DIAS FUNCIONANDO: N	ENERGÍA NECESARIA MENSUAL (MJ) Qa
ENERO	7	1286,7764	31	39890,0684
FEBRERO	8	1262,4976	28	35349,9328
MARZO	9	1238,2188	31	38384,7828
ABRIL	10	1213,94	30	36418,2
MAYO	12	1165,3824	31	36126,8544
JUNIO	15	1092,546	30	32776,38
JULIO	17	1043,9884	31	32363,6404
AGOSTO	17	1043,9884	31	32363,6404
SEPTIEMBRE	16	1068,2672	30	32048,016
OCTUBRE	13	1141,1036	31	35374,2116
NOVIEMBRE	9	1238,2188	30	37146,564
DICIEMBRE	7	1286,7764	31	39890,0684
TOTAL			365	428132,3592

CALCULO DE LA RADIACION SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES:

La energía en Mega Julios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes en Navarra es la siguiente:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
RADIACION (MJ/m2)	5	7,4	12,3	15	17,1	19	21	18,2	16	10	6	4,5

Al tener nuestros colectores inclinados 35° respecto de la horizontal, debemos aplicar 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. En nuestro caso, latitud es de 42,8°, por lo que nuestro factor de corrección será:

INCLINACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
35°	1,41	1,31	1,2	1,09	1,01	0,98	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52	1,5

CALCULO DE Y:

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

$$Y = \frac{\text{Energía absorbida por el captador } (E_a)}{\text{Carga calorífica mensual } (Q_a)}$$

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

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

Siendo:

- 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 viene dado por la siguiente expresión:

$$F_r'(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n [(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n] (F_r'/F_r)$$

Donde:

- $F_r(\tau\alpha)_n$ = Factor de eficiencia óptima del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador. En el caso de WAGNER & CO EURO C20 AR = 0,85.

- $(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ = 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.

MES	RADIACION HORIZONTAL DIARIA (MJ/m2) R1	FACTOR INCLINACION (K)	RADIACION EFECTIVA MENSUAL (MJ/m2) Rem	Y/Sc (MJ/m2)	Y
ENERO	5	1,41	218,55	0,004247171	0,18262837
FEBRERO	7,4	1,31	271,432	0,005952319	0,25594973
MARZO	12,3	1,2	457,56	0,009240654	0,39734814
ABRIL	14,5	1,09	474,15	0,010092785	0,43398978
MAYO	17,1	1,01	535,401	0,011488486	0,49400489
JUNIO	18,9	0,98	555,66	0,013142014	0,56510659
JULIO	20,5	1,01	641,855	0,015374228	0,66109182
AGOSTO	18,2	1,1	620,62	0,01486559	0,63922039
SEPTIEMBRE	16,2	1,25	607,5	0,014694638	0,63186944
OCTUBRE	10,2	1,42	449,004	0,009839595	0,42310257
NOVIEMBRE	6	1,52	273,6	0,005709673	0,24551592
DICIEMBRE	4,5	1,5	209,25	0,004066441	0,17485695

CALCULO 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.

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

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

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

Donde:

- S_c = Superficie útil de captadores instalada (m2).

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

Donde:

- $F_r * U_L = 3,37 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, es la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador WAGNER & CO EURO C20 AR).

- (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 de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = [kg \text{ acumulación} / (75 * S_c)^{-0,25}] = [(6000/75 * 43)^{-0,25}] = 0,85$$

- 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)

MES	T ^a AMB	K1	K2	HORAS DE SOL	ΔT	Ep/Sc (MJ/m2)	X/Sc	X
ENE	7	0,85	1,001935484	9,3	1,038	263,2040039	0,006395347	0,274999925
FEB	7	0,85	1,04344086	10,4	1,048	276,7480072	0,007588087	0,326287754
MAR	11	0,85	1,029438202	11,7	1,306	325,6161194	0,008222109	0,353550677
ABR	13	0,85	1,044137931	13,3	1,436	354,9800918	0,009447609	0,406247204
MAY	16	0,85	1,09047619	14,4	1,607	400,5749455	0,010747069	0,462123972
JUN	20	0,85	1,17375	15	1,62	413,9549105	0,012241326	0,526377015
JUL	22	0,85	1,243333333	14,7	1,641	433,0750784	0,012970067	0,5577129
AGO	23	0,85	1,229350649	13,7	1,529	393,8641181	0,011795747	0,507217133
SEP	20	0,85	1,222	12,2	1,318	350,6299704	0,010604356	0,455987304
OCT	15	0,85	1,150352941	10,7	1,194	317,7070058	0,008705153	0,374321598
NOV	10	0,85	1,043777778	9,6	1,037	265,0951267	0,006917028	0,297432184
DIC	8	0,85	0,987608696	9	1,004	248,2440667	0,00603185	0,259369533

Para dimensionar la superficie útil total de colectores se sigue lo indicado en la en el Documento Básico HE 4 en su punto 2.1

La instalación se compone de 18 colectores de la marca WAGNER & CO Modelo EURO C20 AR con una superficie útil de 2,39 m², haciendo un total de 43,00 m² de área captadora.

Datos característicos captadores		Área colectores(m ²)
Nº captadores	18	43,0
Modelo captador	WAGNER & CO EURO C20 AR	
Área de captador (m ²)	2,39	
a	0,85	
b(W/m ² K)	3,37	

Cumpliendo así lo especificado en el Documento Básico HE Ahorro de Energía Sección 4.

Se ha seguido un proceso iterativo para obtener una cobertura solar anual, de al menos un 30%, marcado por el CTE (DB-HE4, Contribución solar mínima), para la zona climática en la que nos encontramos. También se han tenido en cuenta la condición de no superar el 110% de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%. De este modo, se exponen únicamente los resultados finales de dicho proceso, que suponen la colocación de 18 colectores modelo EURO C20 AR, de la marca WAGNER & CO:

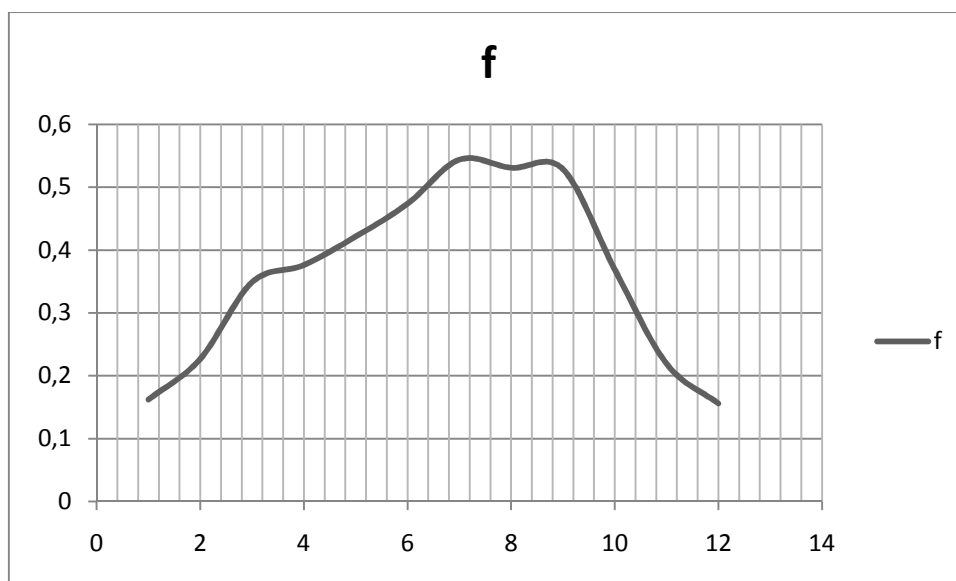
- Dimensiones: 2.151x1.215x110 (mm)
- Superficie bruta: 2,6 m²
- Superficie útil: 2,39 m²
- Peso: 48 Kg.
- Rendimiento: 85,4 %
- Producción normalizada: 546 kWh/m²a
- Conexión hidráulica: ½" rosca macho para junta plana.
- Contenido Agua: 1,2 l
- Factor de ganancia: 0,85
- Factor de pérdidas: 3,37
- Material asilamiento: Fibra de vidrio
- Orientación horizontal: 45°
- Superficie total 18 colectores: 43 m².

DETERMINACION DE LA GRAFICA f :

Una vez obtenido el valor óptimo de superficie captación solar, se calculan los parámetros X e Y, resultado de multiplicar X/Sc e Y/Sc por los 43 m² (calculado en tablas anteriores), y se aplica la siguiente ecuación para calcular la fracción de carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar:

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3$$

MES	X	Y	f
ENERO	0,274999925	0,18262837	0,16214517
FEBRERO	0,326287754	0,25594973	0,22666568
MARZO	0,353550677	0,39734814	0,34878229
ABRIL	0,406247204	0,43398978	0,37607886
MAYO	0,462123972	0,49400489	0,42147936
JUNIO	0,526377015	0,56510659	0,47341925
JULIO	0,5577129	0,66109182	0,54370852
AGOSTO	0,507217133	0,63922039	0,53075961
SEPTIEMBRE	0,455987304	0,63186944	0,5285343
OCTUBRE	0,374321598	0,42310257	0,36906343
NOVIEMBRE	0,297432184	0,24551592	0,21901209
DICIEMBRE	0,259369533	0,17485695	0,15581396



VALORACION 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:

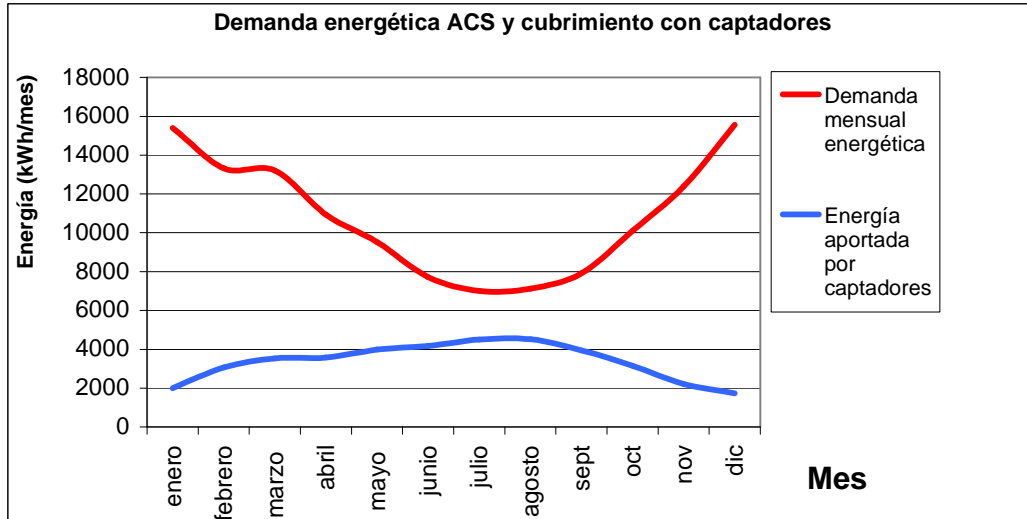
$$Q_u = f * Q_a$$

Donde:

- Q_u = Aporte solar mensual (MJ).
- f = Cobertura de necesidades.
- Q_a = Energía necesaria mensual para calentamiento de ACS (MJ).

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.

MES	ENERGÍA NECESARIA MENSUAL (MJ) Q_a	f	APORTE SOLAR MENSUAL (MJ) Q_u
ENERO	39890,0684	0,162145172	6467,98199
FEBRERO	35349,9328	0,226665685	8012,616723
MARZO	38384,7828	0,348782293	13387,93257
ABRIL	36418,2	0,376078857	13696,11502
MAYO	36126,8544	0,42147936	15226,72346
JUNIO	32776,38	0,473419246	15516,9691
JULIO	32363,6404	0,543708525	17596,38717
AGOSTO	32363,6404	0,530759613	17177,31326
SEPTIEMBRE	32048,016	0,528534303	16938,47579
OCTUBRE	35374,2116	0,369063435	13055,32803
NOVIEMBRE	37146,564	0,219012088	8135,546556
DICIEMBRE	39890,0684	0,155813956	6215,429351
TOTAL	428132,3592		151426,819



VALORACION DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL

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

$$Cobertura\ solar\ anual = \frac{\sum Q_u}{\sum Q_a} = \frac{151427}{428132}$$

Obteniéndose:

Cobertura solar anual = **35,37 %**

De acuerdo a la normativa, la cobertura mínima exigida para esta instalación es de 30%, luego la instalación → CUMPLE.

3.2.2. CALCULO INTERCAMBIADOR SOLAR.

La potencia mínima de diseño del intercambiador P (W) en función del área de captadores A (m2) cumplirá la condición, según DB HE-4 Punto 3.3.4.:

$$P \geq 500 * A$$

- A = Área de captación = 43 m².

- P = Potencia del intercambiador (W).

$$P \geq 500 \times 43$$

$$P \geq 21.500 \text{ W.}$$

Seleccionamos un intercambiador de placas de acero inoxidable, seleccionado para soportar temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación. Se proyecta un intercambiador **marca SEDICAL, mod. UFPB-41/40 H**, con potencia y caudal suficiente en el primario.

3.2.3. CALCULO DEPÓSITO ACUMULACION SOLAR.

Para el cálculo del volumen de acumulación de A.C.S. proveniente de la energía solar se aplicamos normativa DB HE-4 Punto 3.3.3, en la que describe la siguiente ecuación:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

- A = la suma de las áreas de los captadores (m^2) = (43 m^2).

- V = el volumen de acumulación total = (6.000 l).

Se proyectan dos depósitos de 3.000l cada uno con un total de 6.000 litros de acumulación, cumpliendo así las necesidades citadas.

$$50 < 6.000/43 < 180$$

$$50 < 140 < 180$$

Con los **2 depósitos de 3.000 litros** cada uno, se **CUMPLE** la condición.

3.2.4. CALCULO VASO DE EXPANSION SOLAR.

EL VOLUMEN TOTAL DE LA INSTALACIÓN

$$V_t = V. \text{ Colectores} + V. \text{ Tuberías} + V. \text{ Intercambiador}$$

Donde:

- Contenido de agua en los colectores: 23,40 l.
- Contenido de agua en tuberías de distribución: 52,35 l.
- Contenido de agua en el intercambiador: 6 l.

$$V_t = 23,40 + 52,35 + 6 = \mathbf{81,75 \text{ l.}}$$

El cálculo del vaso de expansión se realiza atendiendo a la siguiente expresión:

$$V_{ex} = (V_t * C_e + V_{min} + V_{vap}) * C_p$$

Siendo:

V_{ex} = Volumen total del vaso de expansión (l).

V_t = Contenido total del fluido de trabajo en el circuito (l).

C_e = Coeficiente de expansión o dilatación del fluido. = **0,043**

V_{min} = Contenido mínimo del fluido de trabajo en el vaso de expansión (l) = **4l.**

V_{vap} = Contenido de fluido en el circuito que puede llegar a vaporizar (l). = **21,6l.**

C_p = Coeficiente de presión.

$$C_p = \frac{P_{max+(h*0,1)}}{[P_{max+((h*0,1)+1)}] - [P_{min+((h*0,1)+1)}]}$$

- Presión atmosférica: 1 bar (10 m.c.a. = 1 bar)

- Presión inicial absoluta : 1 + 1 + 2,4 = 4,4 bar

- Presión final absoluta: $1 + \text{tarado} = 1+4 = 5 \text{ bar}$

- Altura = 35 m.

$$V_{\text{ex}} = (81,75 * 0,043 + 4 + 21,6) * 14,16 = 412 \text{ l.}$$

Se adopta un vaso de expansión cerrado de membrana de **500 litros** para una presión de trabajo de 4 bar, **Marca Pneumatex, Md. PWU-500**.

3.2.5. CALCULO RED DISTRIBUCIÓN INSTALACION SOLAR.

Se instalarán 9 colectores solares en la cubierta de la torre 1 y otros 9 en la cubierta de la torre 2. Se realizarán dos circuitos, uno para cada edificio, con una bomba que moverá todo el sistema. Los circuitos irán unidos al intercambiador de placas.

De la sala de calderas partirán los dos circuitos, que discurrirán por el techo del sótano-1, hasta llegar al patinillo donde subirán a la cubierta correspondiente.

Las tuberías de distribución de fluido calefactor serán de cobre rígido, unidas mediante accesorios y soldadura fuerte, disponiéndose de los adecuados dispositivos dilatadores. Los circuitos resultantes serán estancos para una presión de 15 Kg/cm^2 .

Para el dimensionado de las tuberías en instalaciones de energía solar de más de 20 m^2 de superficie, el fabricante nos recomienda tomar un caudal de $15 \text{ l/m}^2\text{h}$. Para nuestro caso obtenemos un **caudal de 1234 l/h** para un fluido caloportador a 75°C y mezcla al 50% de agua y glicol.

La **velocidad** del flujo en los tubos de cobre no debe exceder de 1 m/s y se recomienda que sea de entre $0,3$ y $0,5 \text{ m/s}$. En nuestro caso **$0,5 \text{ m/s}$** .

Las tuberías discurrirán por el techo del sótano-1, patinillos y cubierta del edificio, recubiertas en todo momento con coquilla aislante de conductividad inferior a $0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, resistente a la radiación solar, y espesores de acuerdo al apéndice 03.1 y a la Norma UNE 100.171-98, para evitar pérdidas térmicas en la tuberías y el deterioro del pavimento.

DIMENSIONADO RED TUBERIAS DE SOLAR:

PLANTA SÓTANO:

- Caudal = $1,5 \text{ m}^3/\text{h} = 0,4166 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- Velocidad = $0,5 \text{ m/s}$ (velocidad recomendada).

$$Q = V * S$$

$$- 0,4166 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 32,57 \text{ mm.}$$

Para el tramo de tubería que discurre por planta sótano seleccionamos **tubería de cobre de Cu 30/32 mm.**

TUBERÍA VERTICAL TORRE 1 TORRE 2:

- Caudal = $0,75 \text{ m}^3/\text{h} = 0,20833 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- Velocidad = $0,5 \text{ m/s}$ (velocidad recomendada).

$$Q = V * S$$

$$- 0,20833 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 23,032 \text{ mm.}$$

Las tuberías verticales que conducen el fluido desde sala de calderas hasta cubierta se realizarán con **tubería de cobre de Cu 20/22 mm.**

TUBERÍA DISTRIBUCIÓN A COLECTORES:

- Caudal = $0,25 \text{ m}^3/\text{h} = 6,94 * 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.
- Velocidad = $0,5 \text{ m/s}$ (velocidad recomendada).

$$Q = V * S$$

$$- 6,94 * 10^{-5} = 0,5 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 13,29 \text{ mm.}$$

Los tramos de tubería que discurren por la cubierta se ejecutarán con **tubería de cobre de Cu 13/15 mm.**

3.2.6. CALCULO BOMBAS INSTALACION SOLAR.

Para el cálculo de las bombas del circuito solar necesitamos saber El caudal y pérdidas de cargas totales de la instalación:

CAUDAL: $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

PERDIDA DE CARGA:

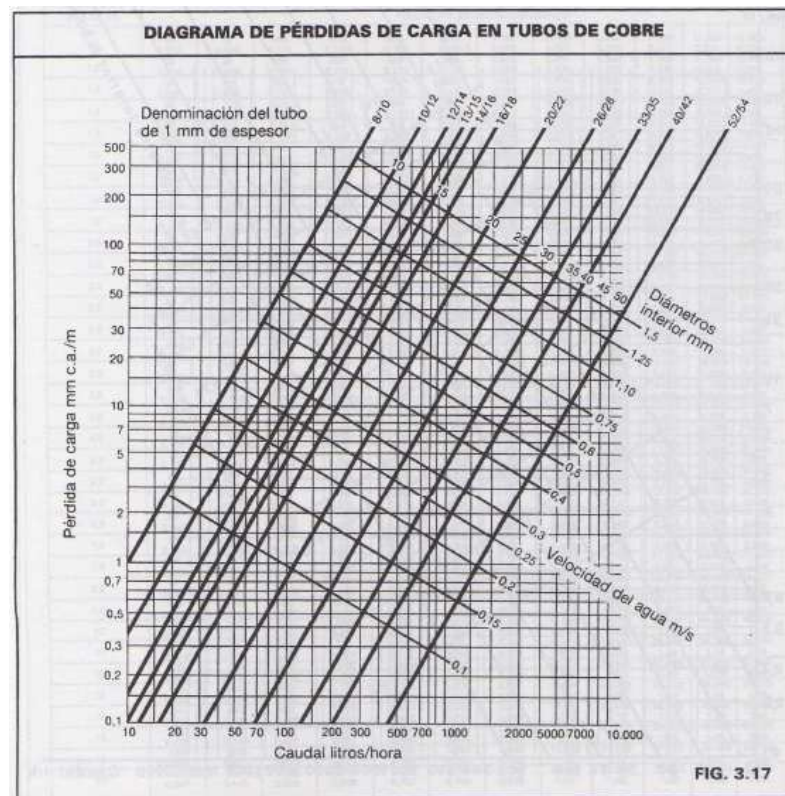
$$\Delta P_{LINEAL} = \Delta P_{UNITARIO} * L$$

Ignacio Ibáñez Puy

Siendo:

- ΔP_{LINEAL} = Pérdida de carga lineal del tramo (mm.c.a.)
- $\Delta P_{UNITARIO}$ = Perdida de carga por metro lineal tabla 3.9 (mm.c.a./m)
- L = Longitud del tramo (m).

La pérdida de carga por metro lineal $\Delta P_{UNITARIO}$ la obtenemos del la siguiente tabla:



A continuación mostramos los resultados obtenidos:

TRAMO	Q (m ³ /h)	v (m/s)	s (m ²)	diámetro (mm)	PERDIDA CARGA LINEAL (mm.c.a./m)	LONGITUD TRAMO (m)	PERDIDA DE CARGA TOTAL (m.c.a.)
P -1	1,5	0,5	0,00083333	32,57346271	9	20	0,18
P-1 a CUBIERTA	0,75	0,5	0,00041667	23,03291637	30	85	2,55
P CUBIERTA	0,25	0,5	0,00013889	13,29806047	27	65	1,755
TOTAL:							4,485

BOMBA PRIMARIO INSTALACIÓN SOLAR.

Datos Requeridos			Datos Obtenidos Bomba	
Caudal	(m ³ /h)	1,5	Caudal	(m ³ /h) 1,6
Perdida de Carga	(m.c.a.)	4,5	Perdida de Carga	(m.c.a.) 5,3
			Potencia	(kW) 0,14

Se colocará dos bombas gemelas de rotor húmedo, **marca SEDICAL, Md. SPD 30/7T-B**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

BOMBA SECUNDARIO INSTALACIÓN SOLAR.

Datos Requeridos			Datos Obtenidos Bomba	
Caudal	(m ³ /h)	1,5	Caudal	(m ³ /h) 1,6
Perdida de Carga	(m.c.a.)	4,5	Perdida de Carga	(m.c.a.) 5,3
			Potencia	(kW) 0,14

Se colocará dos bombas gemelas de rotor húmedo, **marca SEDICAL, Md. SPD 30/7TB**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

4. SUMINISTRO DE AGUA

Para el dimensionado de la red de tuberías que nos distribuirán tanto el agua caliente como el agua fría a las diferentes viviendas que componen el edificio, se ha seguido en todo momento lo citado en el CTE (DB-HS4, Suministro de agua). El material elegido para las tuberías es el cobre.

El circuito primario se compone de la red de tuberías y aparatos que hacen posible el transporte del fluido de trabajo desde la salida del colector hasta el retorno del mismo, tras haber cedido la energía calorífica que aportaba al fluido del circuito secundario por medio de un intercambiador.

La red general de ACS se realizará con tubería de Polietileno Reticulado debidamente calorifugado con coquilla climaflex de 10 mm de espesor mínimo.

4.1. CONDICIONES MINIMAS DE SUMINISTRO

- I. La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la siguiente tabla del CTE-HS4 Salubridad:

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	-

- II. En los puntos de consumo, la presión mínima debe ser:
 - A) 100 KPa para grifos comunes.
 - B) 150 KPa para fluxores y calentadores.
- III. La presión en cualquier punto no debe superar los 500 KPa.
- IV. La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C. En nuestro caso hemos optado por un valor para ACS de 60°C.

4.2. DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar.

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado más desfavorable, que será aquel que cuente con mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a la altura geométrica.

Una vez hayamos determinado el circuito más desfavorable, el dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al siguiente procedimiento:

- a) El **caudal máximo** de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo a la tabla 2.1.
- b) Establecimiento de los **coeficientes de simultaneidad**, según las siguientes tablas:

Nº APARATOS	COEFICIENTE SIMULTANEIDAD	Nº APARATOS	COEFICIENTE SIMULTANEIDAD	Nº APARATOS	COEFICIENTE SIMULTANEIDAD
2	1	10	0,3333	18	0,2425
3	0,0701	11	0,3162	19	0,2357
4	0,5773	12	0,3015	20	0,2294
5	0,5	13	0,2886	21	0,2236
6	0,4472	14	0,2773	22	0,2182
7	0,4082	15	0,2672	23	0,2182
8	0,3779	16	0,2581	24	0,2085
9	0,3535	17	0,25	>24	0,2

Nº VIVIENDAS	COEF. SIMULTANEIDAD	Nº VIVIENDAS	COEF. SIMULTANEIDAD	Nº VIVIENDAS	COEF. SIMULTANEIDAD
4	0,76	9	0,35	14	0,25
5	0,6	10	0,32	15	0,24
6	0,5	11	0,3	16	0,23
7	0,43	12	0,28	17	0,22
8	0,38	13	0,26	18	0,21

- c) Determinación del **caudal de cálculo** en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- d) Elección de una **velocidad de cálculo** comprendida dentro de los intervalos siguientes:
- Tuberías metálicas: Entre 0,5 y 2,0 m/s.
 - Tuberías termoplásticas y multicapas: Entre 0,5 y 3,5 m/s.
- e) Obtención del **diámetro** correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

4.2.1. DIÁMETRO DE DERIVACIONES A LOS APARATOS:

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en el código técnico de la edificación. El peor caso que se nos presenta es el que alimenta a una bañera de menos de 1,4 metros, ya que debe abastecer 0,2 l/s de agua fría y 0,15 l/s ACS.

Según la ecuación:

$$Q = V * S$$

Teniendo en cuenta que hemos tomado una velocidad de 1 m/s, el diámetro resultante para esta derivación sería:

$$\text{AGUA FRÍA: } 0,2 * 10^{-3} = 1 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 16 \text{ mm.}$$

$$\text{ACS: } 0,15 * 10^{-3} = 1 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 14 \text{ mm.}$$

Como se observa en la tabla 4.2. CTE DB-HS4 Salubridad, los diámetros obtenidos son menores que los mínimos exigidos, por lo tanto **tomaremos estos valores mínimos para cada derivación cada aparato:**

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Caudal o gasto unitario (dm ³ /s)	Diámetro nominal del ramal de enlace	
		Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	0,05	½	12
Lavabo, bidé	0,10	½	12
Ducha	0,15	½	12
Bañera <1,40 m	0,20	¾	20
Bañera >1,40 m	0,30	¾	20
Inodoro con cisterna	0,13	½	12
Inodoro con fluxor	1,25-2,00	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	0,15	½	12
Urinario con cisterna	0,02-0,07	½	12
Fregadero doméstico	0,15	½	12
Fregadero industrial	0,25	¾	20
Lavavajillas doméstico	0,15	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	0,25	¾	20
Lavadora doméstica	0,20	¾	20
Lavadora industrial	0,60	1	25
Vertedero	0,20	¾	20

4.2.2. DIAMETRO DE ALIMENTACION A CADA VIVIENDA

Elegimos la vivienda ATICO1, como la más desfavorable por ser la que más pérdidas por rozamiento tiene, al ser sus tuberías considerablemente más largas que las del resto. Vamos a seguir los pasos descritos anteriormente:

a) Caudal máximo:

Caudal **instantáneo mínimo** según tabla 2.1:

	AGUA FRIA (l/s)	AGUA CALIENTE (l/s)
lavabo	0,1	0,065
lavabo	0,1	0,065
bidé	0,1	0,065
bidé	0,1	0,065
bañera < 1,4 m.	0,2	0,15
ducha	0,2	0,1
fregadero	0,2	0,1
lavadora	0,2	0,15
lavadora	0,2	0,15
lavavajillas	0,15	0,1
inodoro	0,1	-
inodoro	0,1	-
TOTAL	1,75	1,01

- b) Coeficiente de simultaneidad:
 Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 12 aparatos de 0,3015.
- c) Caudal de cálculo:
 Caudal de cálculo AGUA FRÍA = $1,75 * 0,3015 = 0,5276$ l/s.
 Caudal de cálculo ACS = $1,01 * 0,3015 = 0,3045$ l/s
- d) Elección de la velocidad:
 Para tuberías de plásticas se ha elegido una velocidad de 1 m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.
- e) Determinación del diámetro:
 $Q = V * S$
 AGUA FRÍA = $0,5166 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow$ Diámetro = 36,65 mm.
 ACS = $0,3366 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow$ Diámetro = 27,85 mm.

Como se observa en la tabla 4.3, el diámetro mínimo de alimentación de una derivación particular es de 20 mm, por lo que nuestros diámetros cumplen con el mínimo exigido, ya que se escogerán **tuberías de Polietileno de 40 mm de diámetro para agua fría y de PE 32 mm para ACS.**

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	1/2
	50 - 250 kW	3/4
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 1/4

4.2.3. DIÁMETRO DE ALIMENTACIÓN A CUARTOS HUMEDOS

En el edificio encontramos tres tipos diferentes de cuartos húmedos: baño, cocina y aseo:

BAÑO:

- a) Caudal máximo:

Caudal instantáneo mínimo según tabla 2.1:

	AGUA FRÍA (l/s)	AGUA CALIENTE (l/s)
lavabo	0,1	0,065
bidé	0,1	0,065
bañera < 1,4 m.	0,2	0,15
inodoro	0,1	-
TOTAL	0,5	0,28

- b) Coeficiente de simultaneidad:

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 4 aparatos de 0,5773.

- c) Caudal de cálculo:

Caudal de cálculo AGUA FRÍA = $0,5 * 0,5773 = 0,2886$ l/s.

Caudal de cálculo ACS = $0,28 * 0,5773 = 0,1616$ l/s

- d) Elección de la velocidad:

Para tuberías plásticas, se ha elegido una velocidad de 1 m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

- e) Determinación del diámetro:

$$Q = V * S$$

$$\text{AGUA FRÍA} = 0,2886 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 27,11 \text{ mm.}$$

$$\text{ACS} = 0,1616 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 20,28 \text{ mm.}$$

Como se observa en la tabla 4.3, el diámetro mínimo de alimentación de una derivación particular es de 20 mm, por lo que nuestros diámetros cumplen con el mínimo exigido. **Se escogerán tuberías de polietileno de 25 mm de diámetro para agua fría y ACS.**

ASEO:

- a) Caudal máximo:

Caudal instantáneo mínimo según tabla 2.1:

	AGUA FRÍA (l/s)	AGUA CALIENTE (l/s)
lavabo	0,1	0,065
bidé	0,1	0,065
ducha	0,2	0,1
inodoro	0,1	-
TOTAL	0,5	0,23

- b) Coeficiente de simultaneidad:

Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 4 aparatos de 0,5773.

- c) Caudal de cálculo:

Caudal de cálculo AGUA FRÍA = $0,5 * 0,5773 = 0,2886$ l/s.

Caudal de cálculo ACS = $0,23 * 0,5773 = 0,1327$ l/s

- d) Elección de la velocidad:

Para tuberías de plástica, se ha elegido una velocidad de 1m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

- e) Determinación del diámetro:

$$Q = V * S$$

$$AGUA FRÍA = 0,2886 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 27,11 \text{ mm.}$$

$$ACS = 0,1327 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow \text{Diámetro} = 18,38 \text{ mm.}$$

Como se observa en la tabla 4.3, el diámetro mínimo de alimentación de una derivación particular es de 20 mm, por lo que nuestros diámetros cumplen con el mínimo exigido, ya que se escogerán **tuberías de polietileno de 25 mm de diámetro para agua fría y ACS.**

COCINA:

- a) Caudal máximo:

Caudal instantáneo mínimo según tabla 2.1:

	AGUA FRÍA (l/s)	AGUA CALIENTE (l/s)
fregadero	0,2	0,1
lavadora	0,2	0,15
lavadora	0,2	0,15
lavavajillas	0,15	0,1
TOTAL	0,75	0,5

- b) Coeficiente de simultaneidad:
Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad para 4 aparatos de 0,5773.
- c) Caudal de cálculo:
Caudal de cálculo AGUA FRÍA = $0,75 * 0,5773 = 0,433$ l/s.
Caudal de cálculo ACS = $0,5 * 0,5773 = 0,288$ l/s
- d) Elección de la velocidad:
Para tuberías de plástica, se ha elegido una velocidad de 1m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.
- e) Determinación del diámetro:
 $Q = V * S$
AGUA FRÍA = $0,433 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow$ Diámetro = 33,2 mm.
ACS = $0,288 * 10^{-3} = 0,5 * S \rightarrow$ Diámetro = 27,11 mm.

Se escogerán tuberías de polietileno de 25 mm de diámetro para agua fría y ACS.

4.2.4. DIÁMETRO DERIVACION ARMARIO CONTADORES:

Debe de conducir al agua para las 4 viviendas de cada planta. Para apreciar de manera más detallada el dimensionado de las tuberías del edificio, ir al documento PLANOS.

- a) Caudal máximo:
AGUA FRÍA = $1,75 * 4 = 7$ l/s
ACS = $1,01 * 4 = 4,04$ l/s.
- b) Coeficiente de simultaneidad:
Se ha establecido un coeficiente de simultaneidad de (48 aparatos) del 0,2.

c) Caudal de cálculo:

Caudal de cálculo = Caudal máx * coef. simultaneidad.

AGUA FRÍA = 7 * 0,2 = 1,4 l/s

ACS = 4,04 * 0,2 = 0,808 l/s.

d) Elección de la velocidad:

Para tuberías de plástica, se ha elegido una velocidad de 1m/s, que se encuentra dentro del rango que nos determina el CTE.

e) Determinación del diámetro:

$$Q = V * S$$

AGUA FRÍA = 1,4 * 10⁻³ = 0,5 * S → Diámetro = 59,7 mm.

ACS = 0,808 * 10⁻³ = 0,5 * S → Diámetro = 45,36 mm.

Se escogerán tuberías de 63 mm de diámetro para agua fría y ACS.

4.2.5. DIAMETRO TUBERIAS MONTANTES

El circuito primario se compone de la red de tuberías y aparatos que hacen posible el transporte del fluido de trabajo desde la salida del colector hasta el retorno del mismo, tras haber cedido la energía calorífica que aportaba al fluido del circuito secundario por medio de un intercambiador.

La red general de ACS se realizará con tubería de Polietileno Reticulado debidamente calorifugado con coquilla climaflex de 10 mm de espesor mínimo.

Para determinar la sección mínima que deben tener las conducciones, tenemos que tener en cuenta que por lo general las pérdidas de carga no deben exceder los 40 mm.c.a./m y la velocidad máxima con la que debe de circular el fluido por el circuito, debe rondar 1m/s.

A continuación mostramos la tabla obtenida para red de distribución general de ACS:

TORRE 1

	N		Q	Qinst	Qinst	Ø	Velocidad
	nº viviendas		l/s	l/s	m³/h		m/seg
P BAJA	0	34	0,000000	2,316857	8,340686	PP 63x5,8	1,120
P 1	4	30	1,800000	2,133871	7,681935	PP 63x5,8	1,030
P 2	4	26	1,800000	1,950000	7,020000	PP 63x5,8	0,940
P 3	4	22	1,800000	1,764783	6,353217	PP 63x5,8	0,850
P 4	4	18	1,800000	1,577368	5,678526	PP 63x5,8	0,759
P 5	4	14	1,800000	1,386000	4,989600	PP 63x5,8	0,668
P 6	4	10	1,800000	1,186364	4,270909	PP 50x4,6	0,716
P 7	4	6	1,800000	0,964286	3,471429	PP 50x4,6	0,737
P 8	4	2	1,800000	0,630000	2,268000	PP 50x4,6	0,752
P Ático	2	2	0,900000	0,630000	2,268000	PP 40x3,7	0,755

TORRE 2

	N		Q	Qinst	Qinst	Ø	Velocidad
	nº viviendas		l/s	l/s	m³/h		m/seg
P Baja	0	34	0,000000	2,316857	8,340686	PP 63x5,8	1,120
P 1	4	30	1,800000	2,133871	7,681935	PP 63x5,8	1,030
P 2	4	26	1,800000	1,950000	7,020000	PP 63x5,8	0,940
P 3	4	22	1,800000	1,764783	6,353217	PP 63x5,8	0,850
P 4	4	18	1,800000	1,577368	5,678526	PP 63x5,8	0,759
P 5	4	14	1,800000	1,386000	4,989600	PP 63x5,8	0,668
P 6	4	10	1,800000	1,186364	4,270909	PP 50x4,6	0,716
P 7	4	6	1,800000	0,964286	3,471429	PP 50x4,6	0,737
P 8	4	2	1,800000	0,630000	2,268000	PP 50x4,6	0,752
P Ático	2	2	0,900000	0,630000	2,268000	PP 40x3,7	0,755

DISTRIBUCIÓN

	N		Q	Qinst	Qinst	Ø	Velocidad
	nº viviendas		l/s	l/s	m³/h	(")	m/seg
GENERAL	68	68	30,600000	3,858261	13,889739	PP 90x8,2	0,906

(NOTA: Para mejor interpretación de los resultados, los diámetros de los tramos de tuberías se adjuntan en el documento PLANOS, adjunto a este documento.)

4.3. CALCULO DE BOMBAS DE CIRCULACIÓN

Para solventar las pérdidas de carga producidas en el circuito, es necesario colocar una bomba que nos impulse el fluido por la instalación.

El circuito de ACS consta de 4 bombas; Bomba primario ACS, bomba secundario ACS, grupo de presión ACS y bomba recirculación retorno ACS.

BOMBAS PRIMARIO ACS:

Es la bomba que se colocará entre la caldera y el intercambiador de ACS:

Datos requeridos		Datos obtenidos Bomba	
Caudal (m ³ /h)	15	Caudal (m ³ /h)	16,8
Perdida de carga (m.c.a.)	2	Perdida de carga (m.c.a.)	2,5
		Potencia (KW)	0,35

Se colocará una bomba, **marca SEDICAL, modelo SP 50/12- B**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

BOMBA SECUNDARIO ACS:

Es la bomba que se colocará entre el intercambiador y el depósito de acumulación:

Datos requeridos		Datos obtenidos Bomba	
Caudal (m ³ /h)	3,0	Caudal (m ³ /h)	3,3
Perdida de carga (m.c.a.)	4,2	Perdida de carga (m.c.a.)	5,1
		Potencia (KW)	0,25

Se colocará una bomba, **marca SEDICAL, modelo SA 40/5- B**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

GRUPO DE PRESIÓN ACS:

Es la bomba que mueve todo el circuito de distribución de ACS.

Se estudia instalar Grupo de presión con variador, homologado por la mancomunidad de aguas de Pamplona, **marca ITUR modelo EPV2-20/75**, compuesto por un grupo de dos bombas con variadores de frecuencia para suministrar un caudal máximo de 20 m³/h a una altura de 75m. El variador regula el equipo para que trabaje con el caudal y la altura manométrica requerida.

BOMBA RECIRCULACIÓN RETORNO ACS:

Para dimensionar el circuito de retorno, el caudal de agua caliente de recirculación debe garantizar que la caída de temperatura entre la entrada de la red y el usuario mas alejado no supere los 3 °C. El caudal de recirculación viene dado por la ecuación:

$$Q_{3\text{ }^{\circ}\text{C}} = \pi D L (td - ta - 1,5\text{ }^{\circ}\text{C})$$

Siendo:

- td = temperatura A.C.S. a la entrada de la red de distribución (°C) = 60 °C
- ta = temperatura del ambiente por donde discurre la tubería (°C) = 10 °C
- D = diámetro exterior de la tubería (m) = 0,042 m.
- L = longitud del circuito de recirculación más desfavorable (m) = 286 m
- K = Coeficiente de transmisión de calor de la tubería: 10

$$Q_{3\text{ }^{\circ}\text{C}} = \pi * 0,042 * 286 * (60 - 10 - 1,5) = 1.847,7 \text{ l/h.} = 0,513 \text{ l/s}$$

- Pérdida de carga Total: 1.920 mm.c.a.

Se colocará una bomba, marca **SEDICAL, Md. SA 25/4-B**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

5. VENTILACIÓN

Vamos a diseñar un sistema de ventilación para las viviendas. Los cálculos serán realizados según dicta la sección DB-HS3, (Salubridad-Calidad del Aire Interior) del Código Técnico de la Edificación.

5.1. CARACTERIZACIÓN Y EXIGENCIAS

Los caudales a extraer en cada uno de los locales de las viviendas vienen determinados por la tabla 2.1. (CTE, DB-HS3):

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Para la vivienda más desfavorable del bloque tenemos los siguientes valores:

Local	Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s						
	Por ocupante	Por m^2 útil	Otros parámetros	Personas	Locales	Superficie	Q_v
Dormitorios	5			5	3		25
Salas de Estar y comedores	3			5	1		15
Aseos y Cuartos de Baño			15 por local		2		30
Cocinas		2			1	11,06	22
	Q_v en l/s	Q_v en m^3/h					
Total Cuartos Húmedos	52	187,63					
Total Cuartos Secos	40	144					
Caudal a extraer de la vivienda Q_v en m^3/h		187,63					

El caudal de aire se extrae desde las cocinas y los baños es superior que el que hay que aportar por dormitorios y salón por tanto la sección de conducto vendrá dada por el caudal de los baños y las cocinas.

Dado que los dormitorios y el salón tienen entradas de admisión higrorregulables, y que el caudal que se extrae en los baños y cocina es mayor al caudal a extraer en dormitorios y salón, está justificada la ventilación con la extracción correspondiente a cocina y baños.

5.2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

CONDICIONES GENERALES DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN

La vivienda dispone de un sistema de ventilación mecánico con puntos de extracción desde los **cuartos húmedos, cocina y baño**, en todas las estancias se dispone de bocas de admisión, de manera que el aire de renovación circula desde los locales secos a los húmedos para no propagar olores.

Desde las bocas de extracción se conectan los conductos de extracción hasta la planta entrecubierta del edificio, donde se ubican una serie de **extractores** conectados a las diferentes redes de conductos.

La cocina, sala de estar y dormitorios, disponen a parte de un sistema complementario de ventilación natural. La cocina también dispone de una campana extractora para la evacuación de humos, y su conducto de extracción es independiente a los demás conductos.

ABERTURAS DE VENTILACIÓN:

El área efectiva total de las aberturas de ventilación viene dado por la tabla 4.1.:

Tabla 4.1 Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm²

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	4·q _v ó 4·q _{va}
	Aberturas de extracción	4·q _v ó 4·q _{ve}
	Aberturas de paso	70 cm ² ó 8·q _{vp}
	Aberturas mixtas ⁽¹⁾	8·q _v

Siendo:

- Q_v = Caudal de ventilación mínimo exigido del local (l/s), obtenido de la tabla 2.1.

- Q_{va} = Caudal de ventilación correspondiente a cada **abertura de admisión** del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, (l/s).

- Q_{ve} = Caudal de ventilación correspondiente a cada **abertura de extracción** del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, (l/s).

- Q_{vp} = Caudal de ventilación correspondiente a cada **abertura de paso** del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, (l/s).

CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN:

Cuando los conductos se dispongan contiguos a un local habitable, salvo que estén en cubierta, para que el nivel sonoro continuo equivalente estandarizado ponderado producido por la instalación, no supere los 30 dBA, la sección nominal en cada tramo no ha de ser inferior a la de la fórmula, o cualquier otra solución que proporcione el mismo efecto.

$$S = 2,5 \times q_{vt}$$

$$S = 1 \times q_{vt} \quad (\text{Para conductos por locales no habitables})$$

Siendo:

- Q_{vt} = El caudal de aire total en el tramo del conducto [l/s].

5.3. DIMENSIONADO CONDUCTOS

Los conductos de aire para la ventilación de las viviendas han sido calculados con las condiciones descritas en los apartados anteriores, las secciones y diámetros de los conductos son las siguientes:

LOCAL	Q (l/s)	Q (m3/h)	SECCION (cm2)	DIAMETRO min (mm)	DIAMETRO seleccionado (mm)
BAÑO + ASEO	30	108	75	97,72038812	125
COCINA	24	86,4	60	87,40377225	125
TOTAL baños	240	864	600	276,3949964	315
TOTAL cocinas	192	691,2	480	247,2152002	315
TOTAL cubierta	432	1555,2	1080	370,8228004	400

5.4. RECUPERACION DEL CALOR DEL AIRE DE EXTRACCION

Según dicta la norma IT. 1.2.4.5.2. del RITE, en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos es superior a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, se recuperará parte la energía del aire expulsado.

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m^3/s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3,0		> 3,0...6,0		> 6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000...4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000...6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

En nuestro caso, el caudal de aire expulsado es superior a dicho caudal, por lo que debemos diseñar un sistema que nos permita recuperar parte de la energía del aire extraído.

Para ello se instalarán en la cubierta del edificio, en el tramo final de los conductos de extracción, recuperadores de calor de flujo cruzado.

Este equipo renovará el aire de las viviendas mediante un proceso de recuperación de calor activa, con enfriamiento adiabático. El sistema de recuperación absorbe el calor del aire que extraemos de los locales y lo cede al aire que tomamos del exterior, de forma que éste aire que introducimos en los locales no posee la condiciones exteriores (0°C en invierno), sino que entra a temperaturas más adecuadas ($16\text{-}18^\circ\text{C}$) y evita la sensación de flujo de aire frío en los usuarios de la instalación.

La recuperación de estos equipos se cifra en un 50% de recuperación del calor del aire extraído, con pérdidas de carga de 180 Pa, en cumplimiento de la norma exigida.

El aire recuperado, mezcla de aire exterior y aire extraído, será introducido de nuevo en las viviendas. De esta manera conseguimos justificar la renovación de aire, y mejoramos el confort en la vivienda respecto a otros sistemas de renovación, además de constituir un sistema ecológico y eficiente puesto que la ganancia térmica que obtenemos se extrae gratuitamente del aire de extracción.

Se proyectan 4 recuperadores de placas de flujo cruzado, 2 por torre, de la **marca Sedical modelo PWT**, con salidas independientes para cada uno de los patinillos de los bloques de viviendas con un 50% de eficiencia energética, y una pérdida de carga de 180 Pa, conectado a la vivienda mediante rejillas de extracción e impulsión higrorregulables.

Las entradas de aire en los cuartos secos se harán a través de rejillas empotradas en los capialzados de las carpinterías de las cocinas para un caudal máximo de 100 m³/h. y las carpinterías de los baños serán para un caudal máximo de 75 m³/h.

(NOTA = En el documento PLANOS, se puede observar de manera gráfica los resultados obtenidos y la distribución de conductos.)

5.5. VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS.

ENTRADA DE AIRE POR MEDIOS MECÁNICOS

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 (56,6 m²)

Ignacio Ibáñez Puy

- P = Suma de los consumos caloríficos nominales, en kW, de los generadores y/o equipos de cogeneración instalados en la sala. (336 KW + 336 KW).

$$Q = (10 * 56,6) + (2 * 672) = 1910 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para cumplimiento de la norma se instalará un extractor capaz de extraer 2000 m³/h.

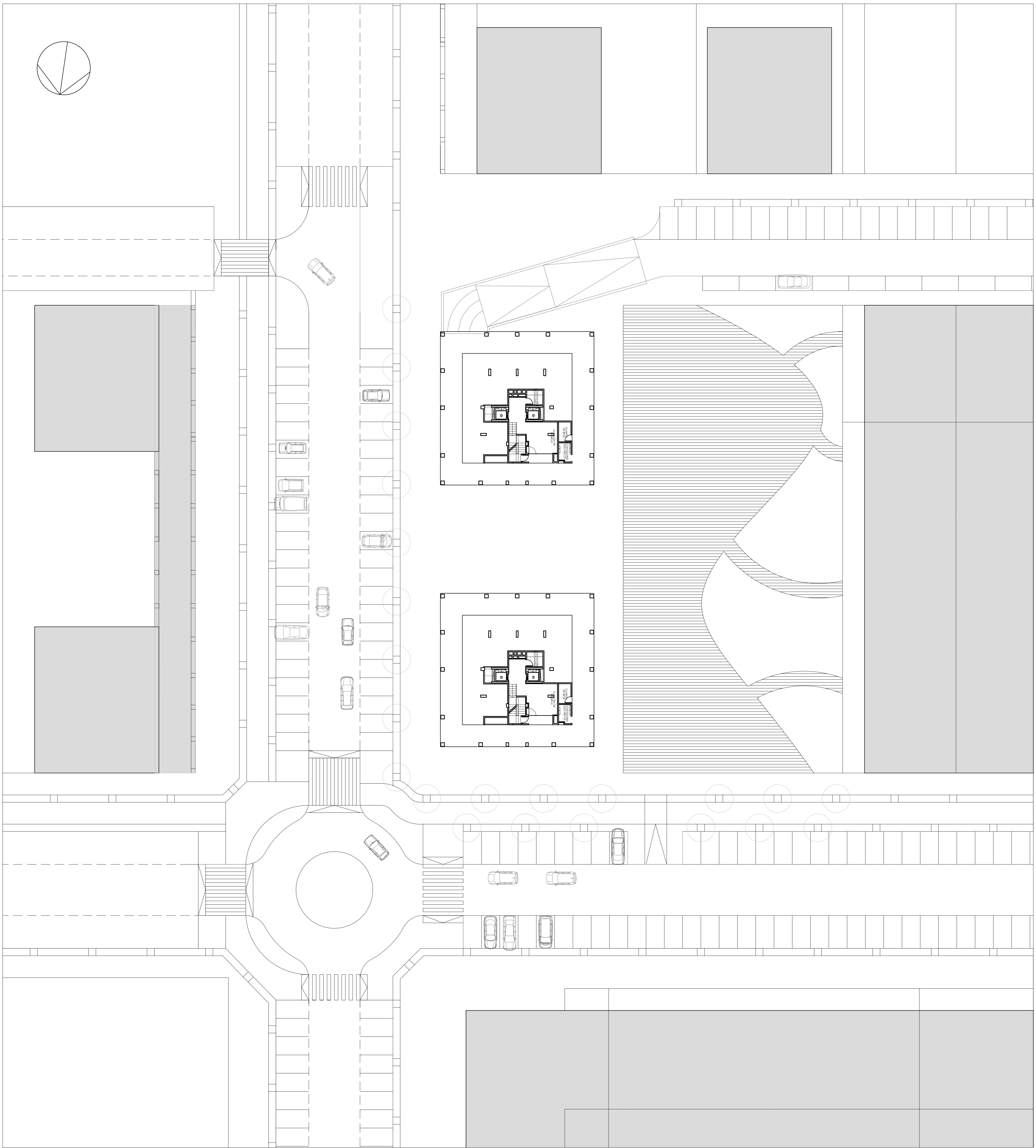
ANEXO I: CALIFICACION ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, ACS Y VENTILACIÓN PARA 68 VIVIENDAS:

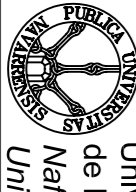
Pamplona, 29 Abril 2010.

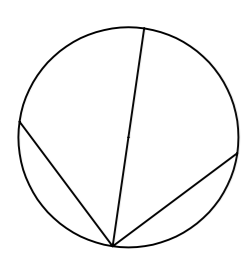
Firmado: Ignacio Ibáñez Puy

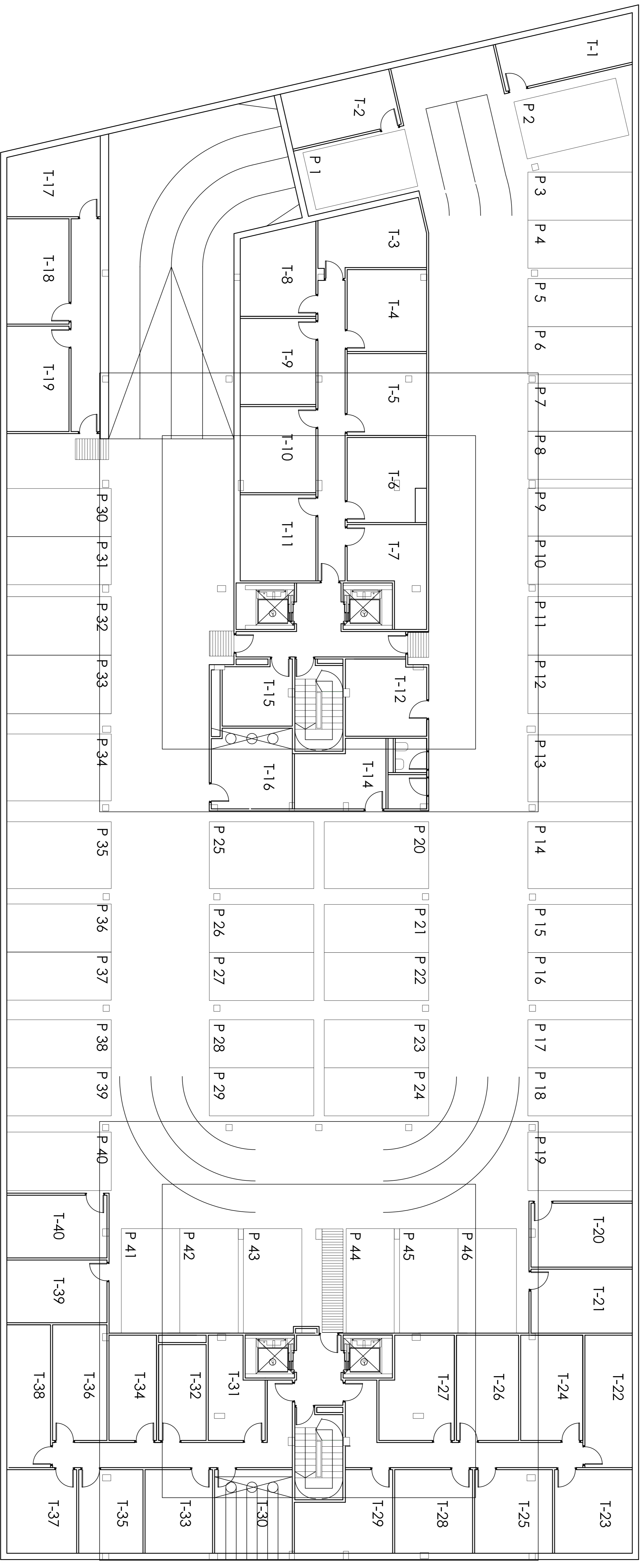


PLANO DE SITUACIÓN

NUEVO ARTICA

 Universidad Pública de Navarra <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACION DE CALEFACCION Y A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS	REALIZADO: IBÁÑEZ PUY, IGNACIO	
PLANO: EMPLAZAMIENTO	FECHA: 26.04.10	ESCALA: 1/250
		Nº PLANO: 015





Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

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

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

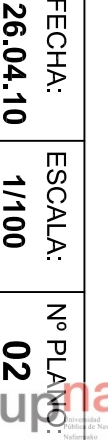
**INSTALACION DE CALEFACCION Y
A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS**

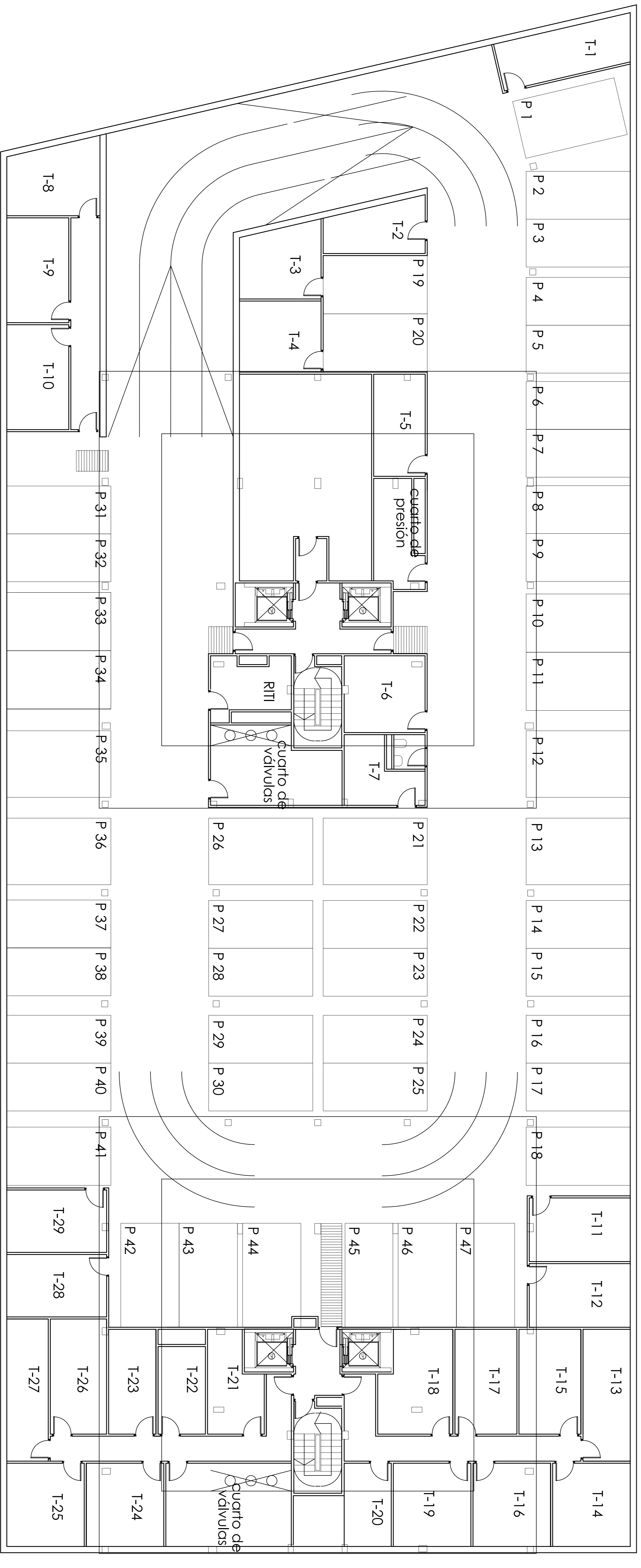
REALIZADO:
IBÁÑEZ PUY, IGNACIO

FIRMA:

FECHA: **26.04.10** ESCALA: **1/100** Nº PLANO: **02**

PLANO:
SOTANO -2





Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

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

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

**INSTALACION DE CALEFACCION Y
A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS**

REALIZADO:

IBÁÑEZ PUY, IGNACIO

PLANO:

SOTANO -1

FECHA:

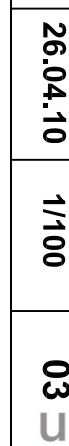
26.04.10

ESCALA:

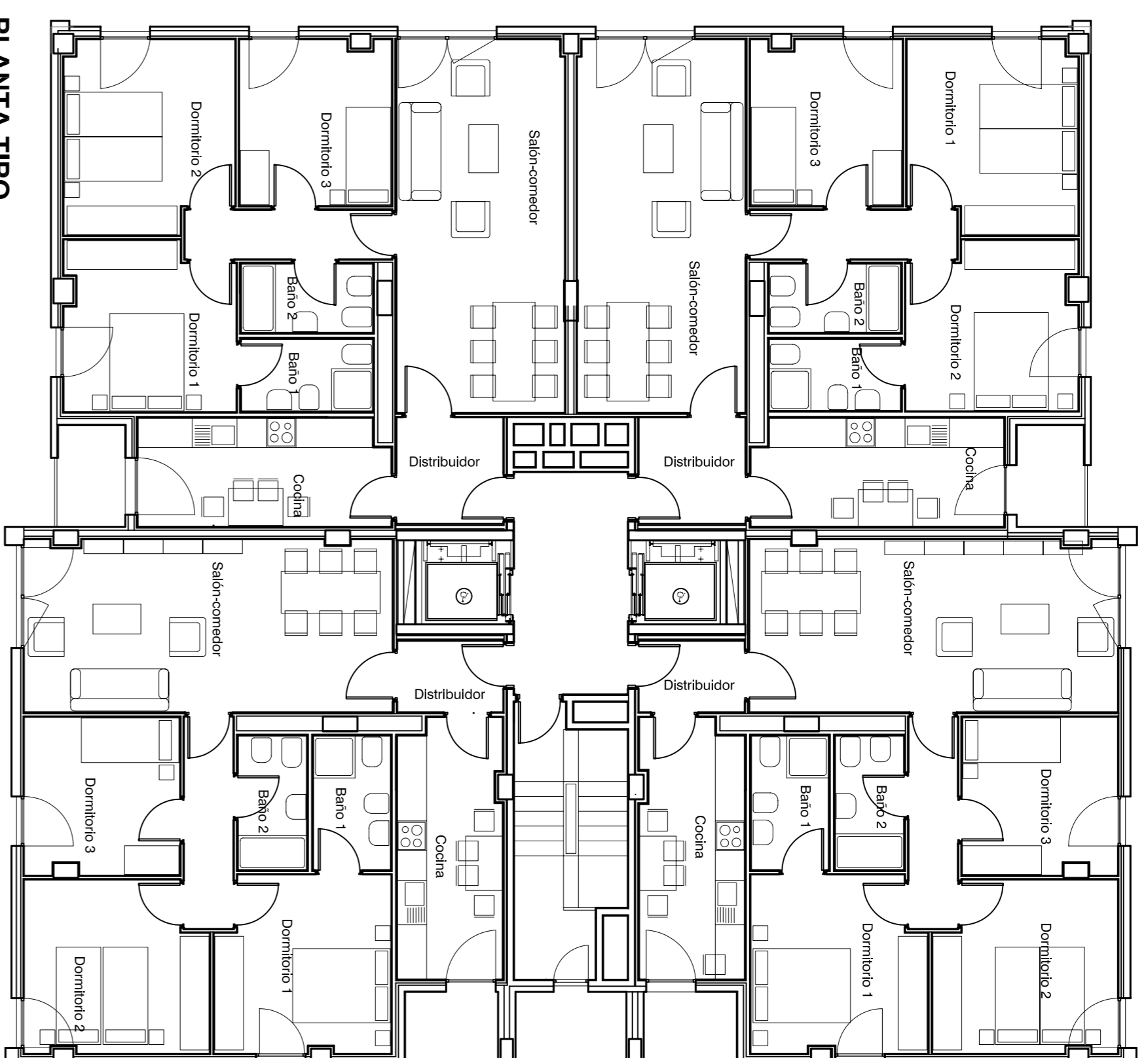
1/100

Nº PLANO:

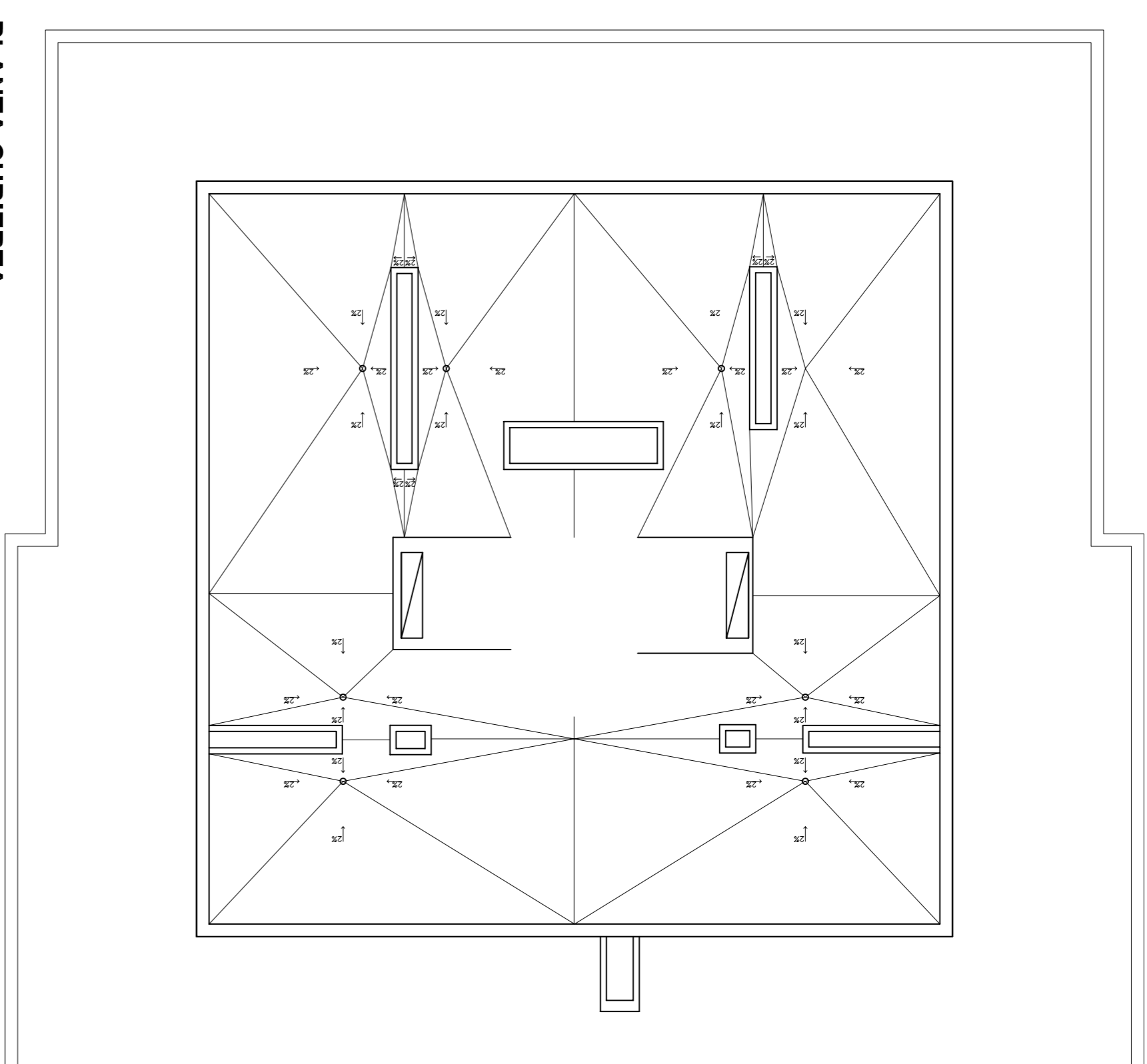
03



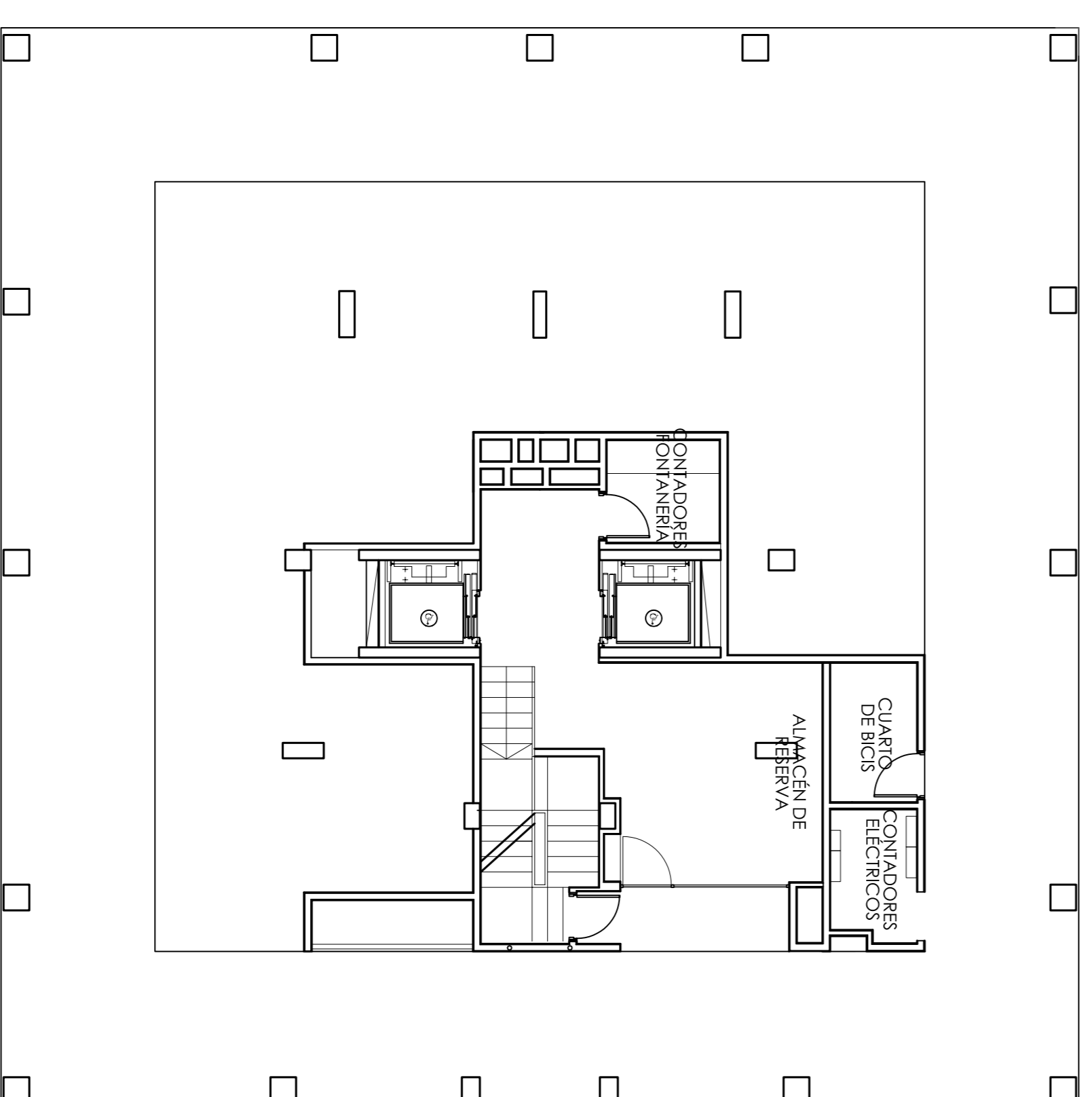
INGENIERIA



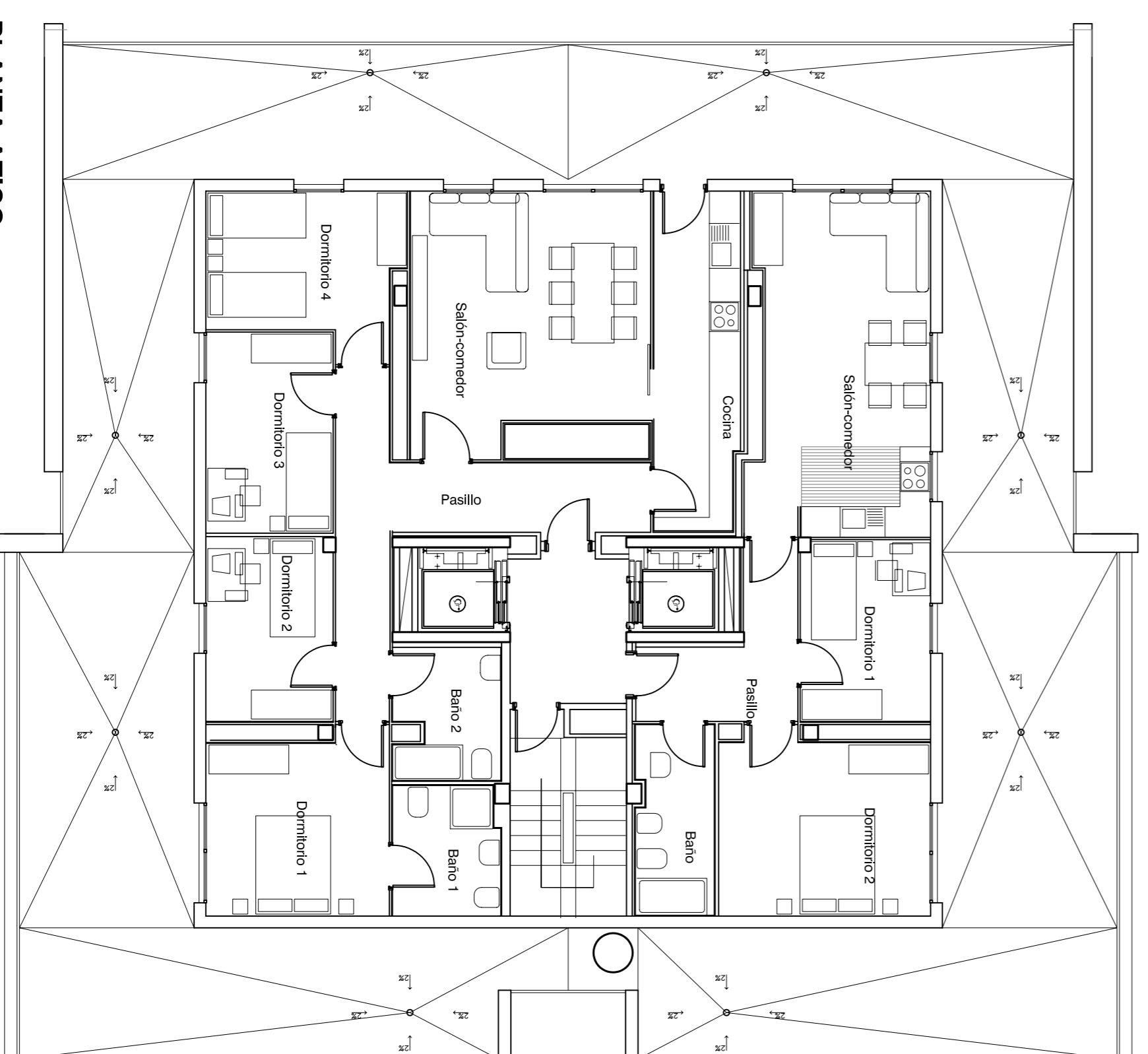
PLANTA TIPO



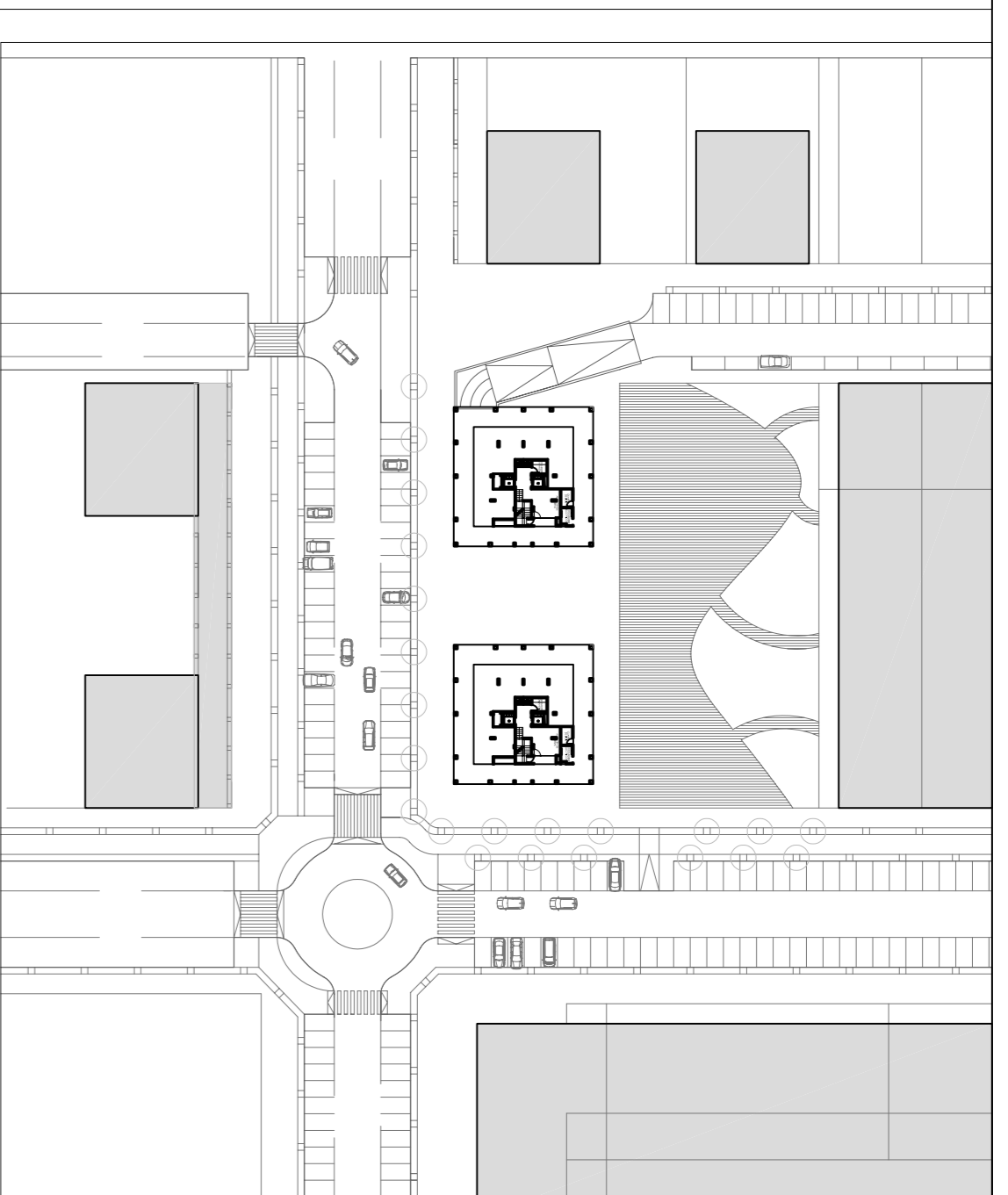
PLANTA CUBIERTA



PLANTA BAJA



PLANTA ATICO



DEBIDO A LA IGUALDAD DE AMBAS TORRES SOLO SE HACE REFERENCIA A UNA DE ELLAS



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y
A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS

REALIZADO:
IBÁÑEZ PUY, IGNACIO

FIRMA:

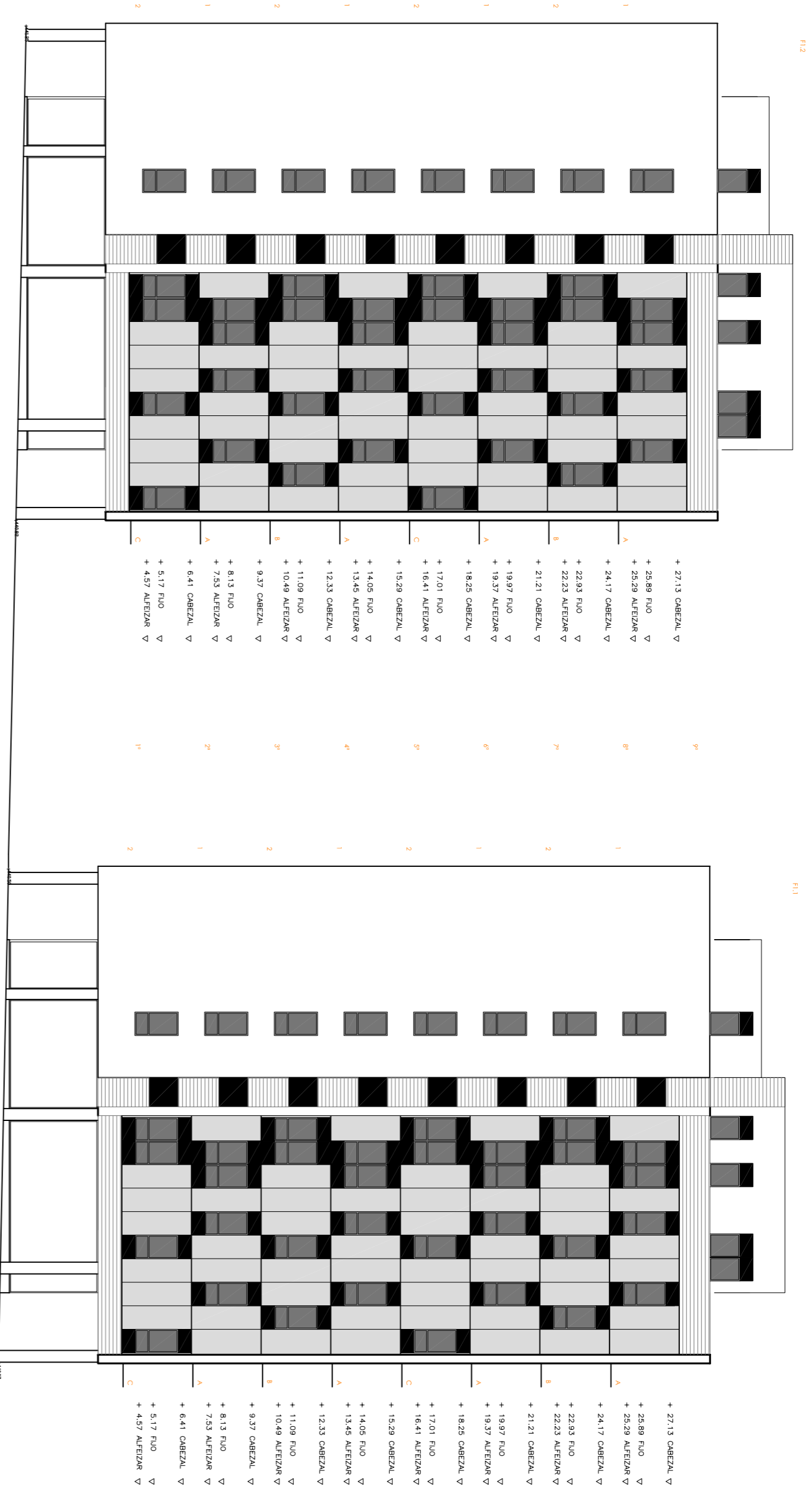
PLANO:
PLANTAS BAJA, TIPO, ATICO Y CUBIERTA

FECHA:
26.04.10

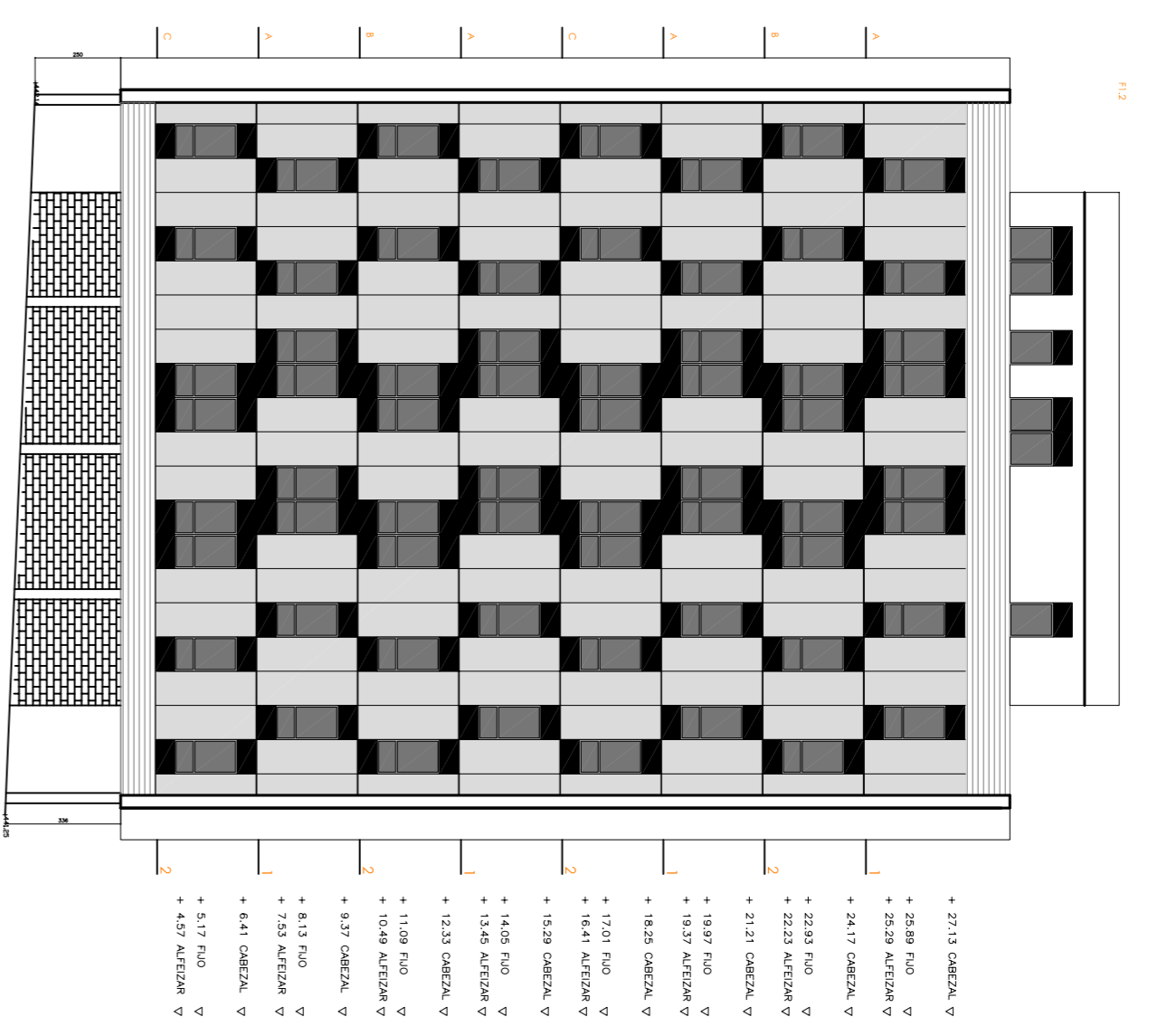
ESCALA:
1/100

Nº PLANO:
04

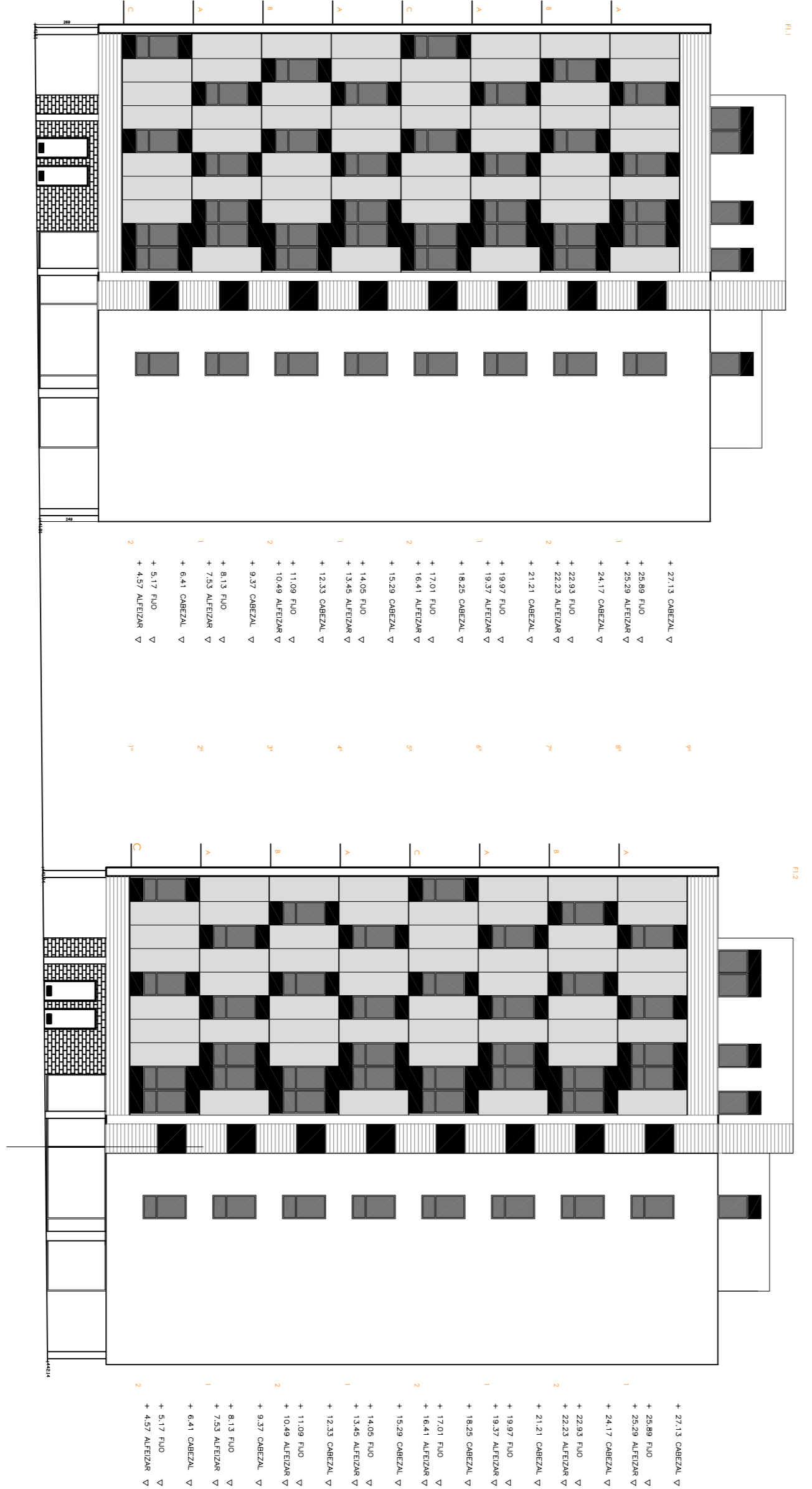




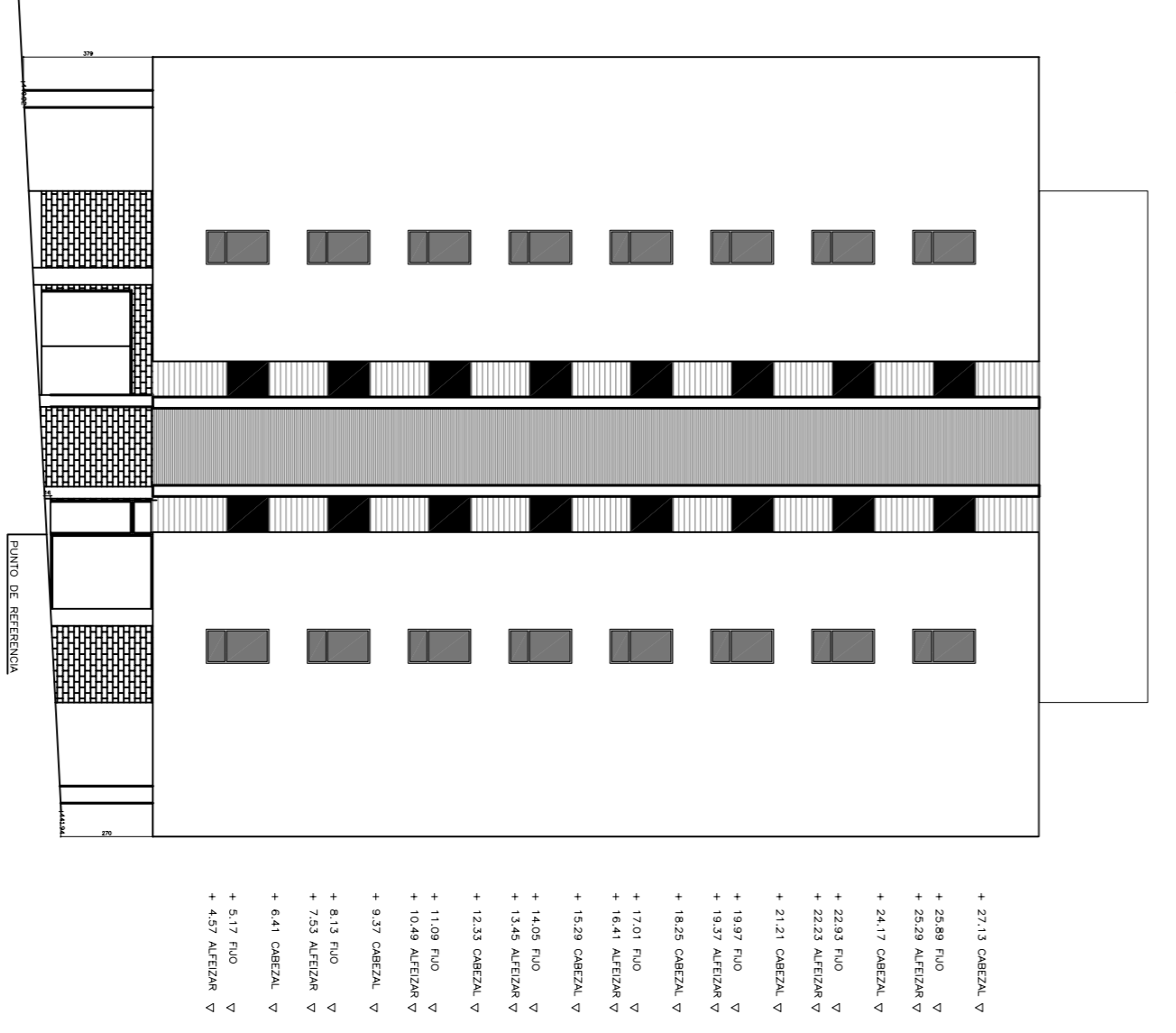
ALZADO ESTE



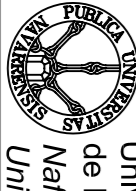
ALZADO SUR

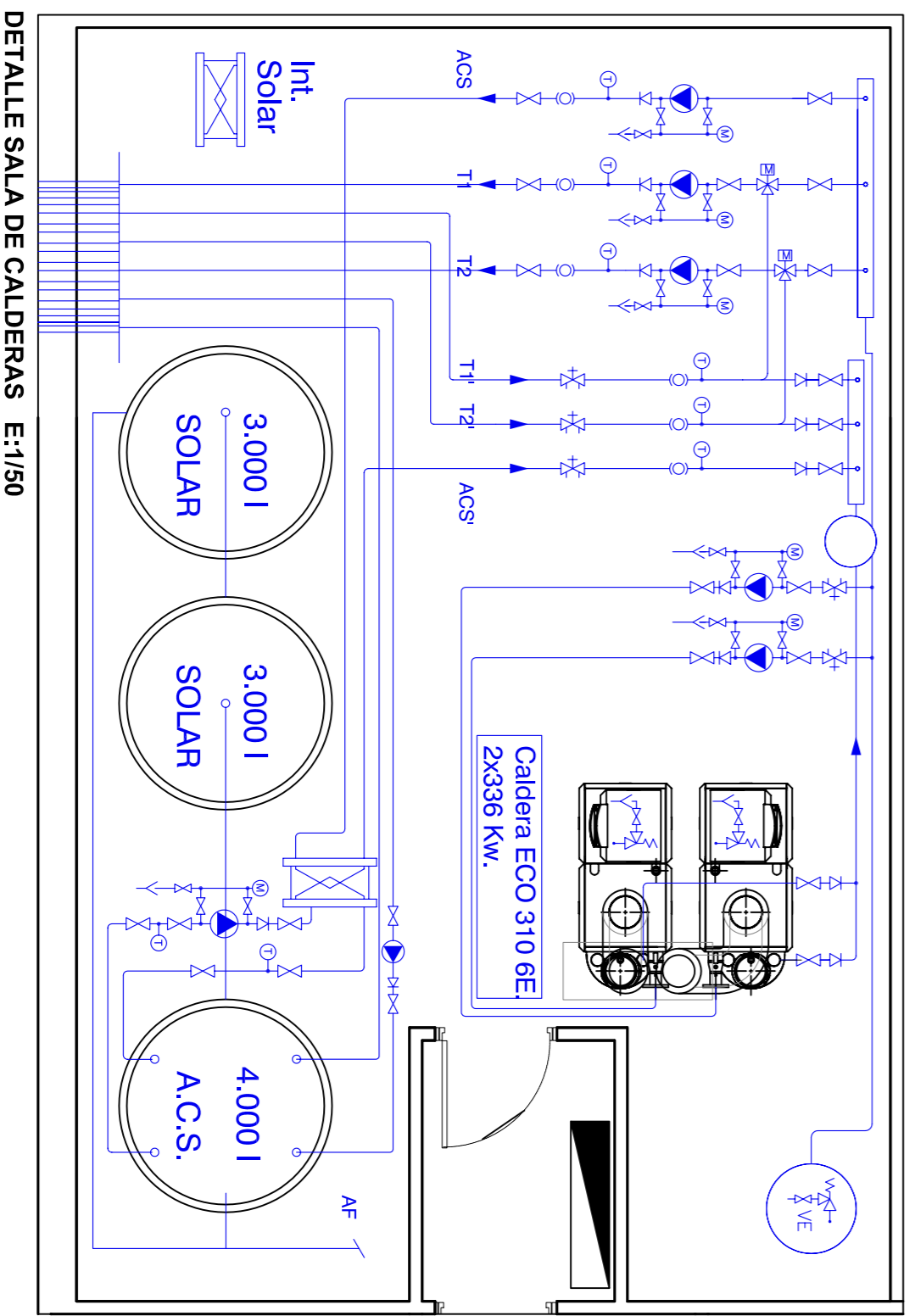
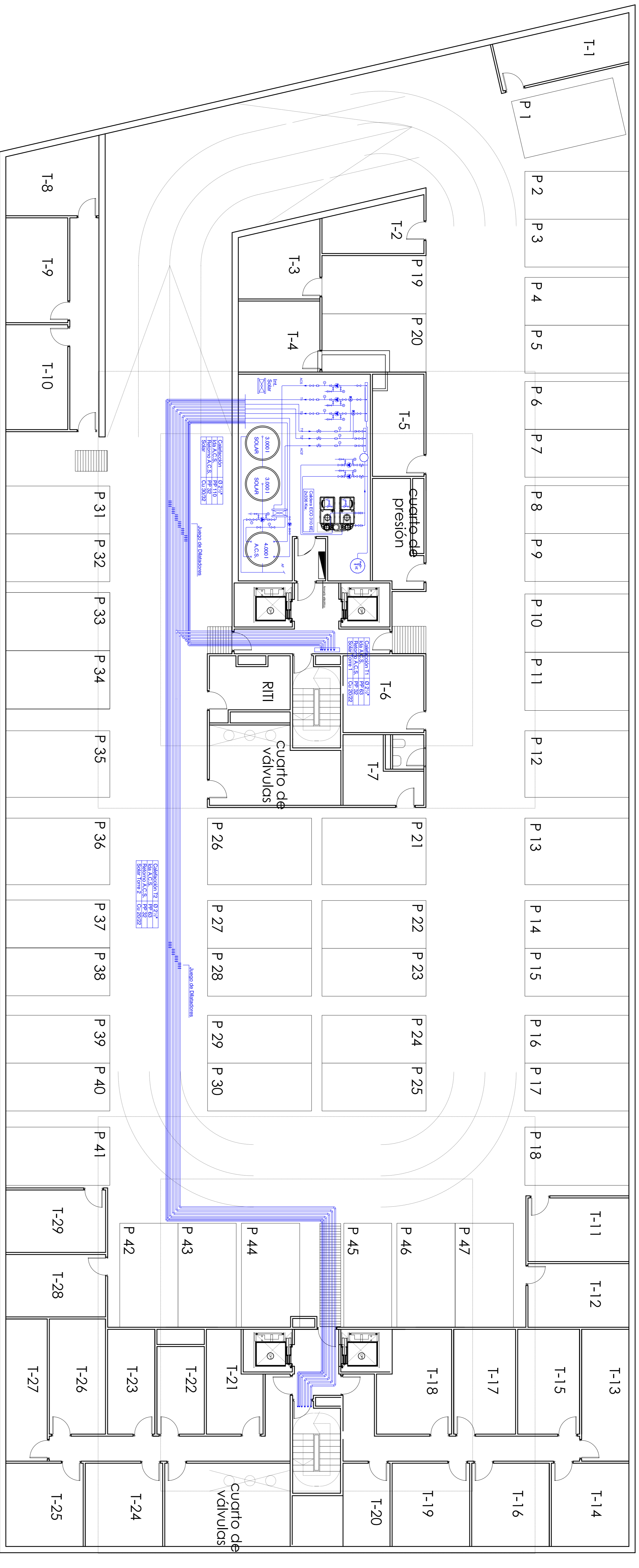


ALZADO OESTE



ALZADO NORTE

 Universidad Pública de Navarra <i>Unibertsitate Publikoa</i>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACION DE CALEFACCION Y A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS		REALIZADO: IBÁÑEZ PUY, IGNACIO
PLANO: ALZADOS		FIRMA:
FECHA: 26.04.10	ESCALA: 1/200	Nº PLANO: 05



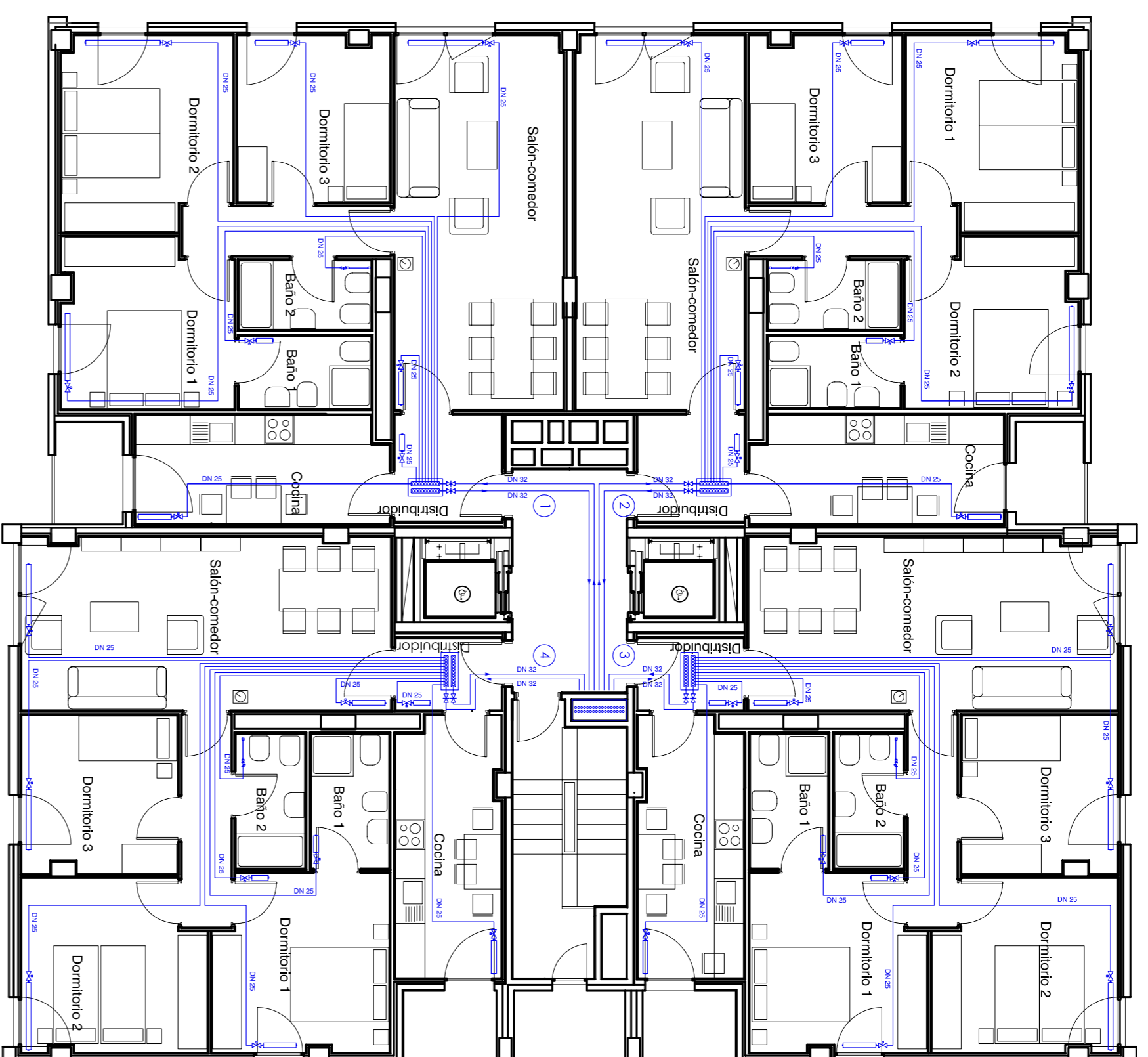
LEYENDA INSTALACION DE ACS:

- LLAVE DE CORTE ENTRADA VIVIENDA.
- LLAVE DE PASO TOTAL CON MANDO OCULTO PARA SEPARACION C. HOMBROS.
- LLAVE DE ESCUADRA PARA REGULACION SANITARIOS.
- RED DE AGUA FRIA.

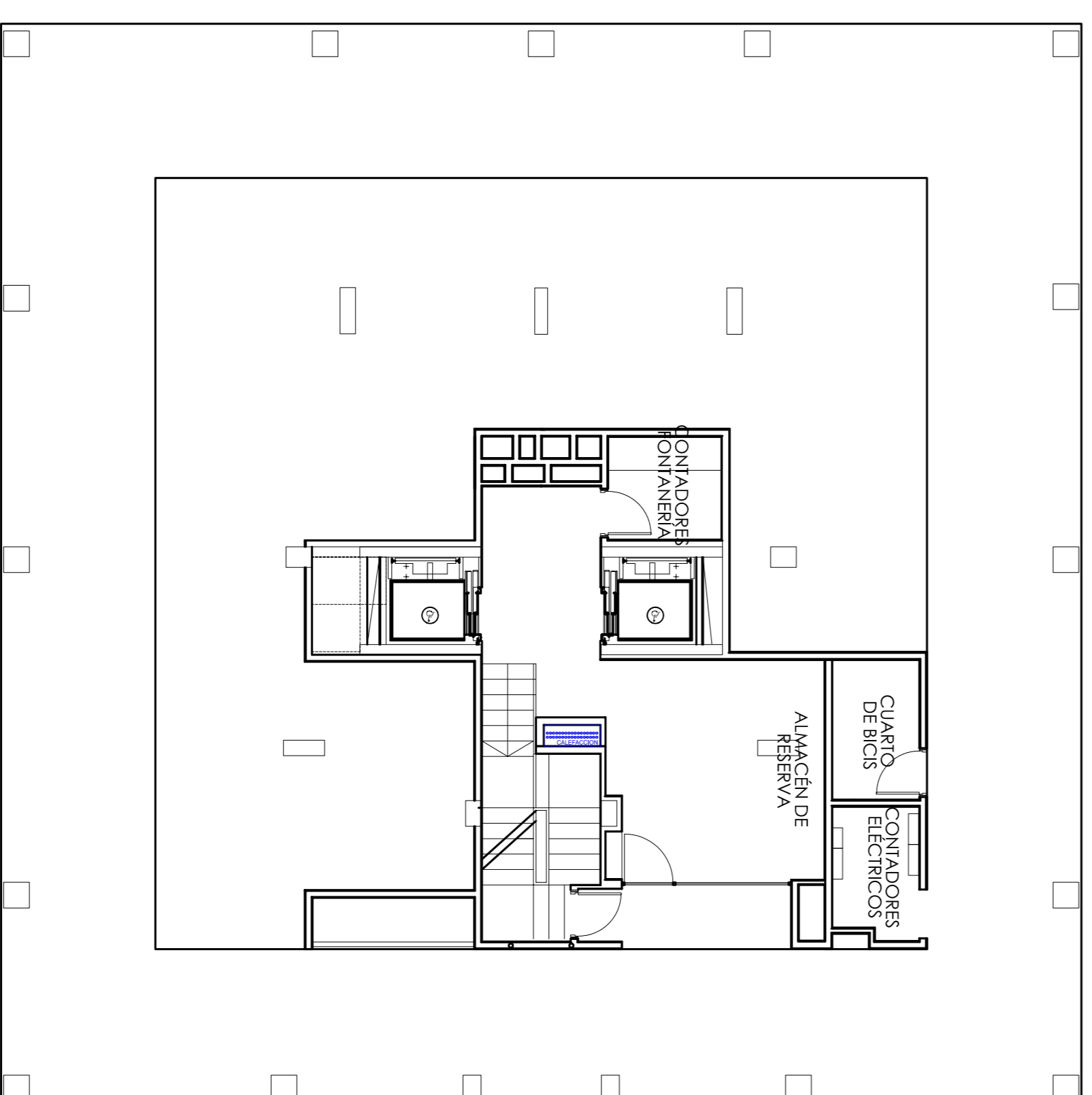
NOTA:
- LAS TUBERIAS DISCURRIRAN POR EL TECHO DEL SOTANO -1

DETALLE SALA DE CALDERAS E:1/50

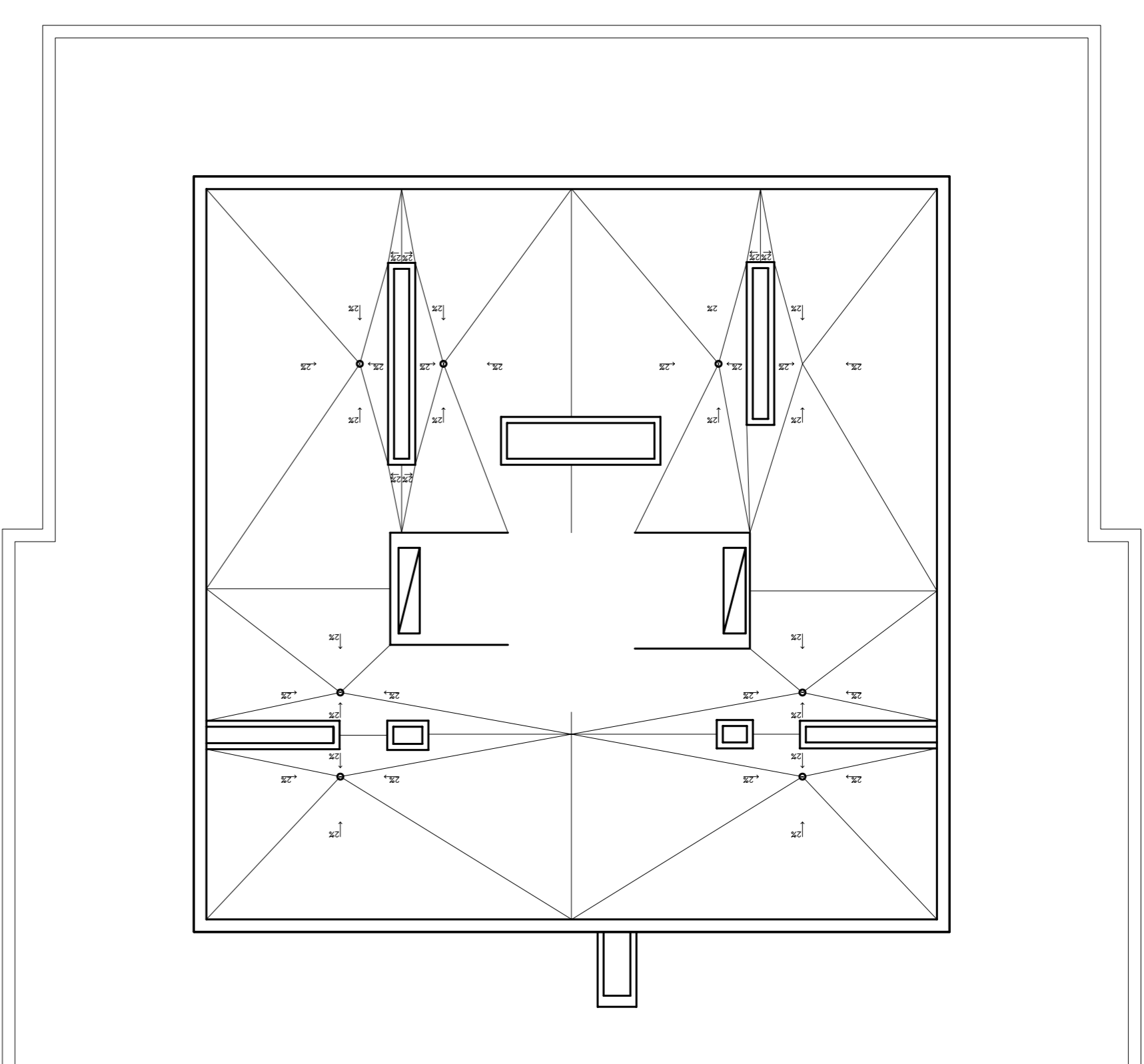
<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:	INSTALACION DE CALEFACCION Y A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS	REALIZADO:
		IBÁÑEZ PUY, IGNACIO
PLANO:	INSTALACION HIDRAULICA_SOTANO -1	FRMA:
FECHA:	26.04.10	ESCALA:
		Nº PLANO:
		07



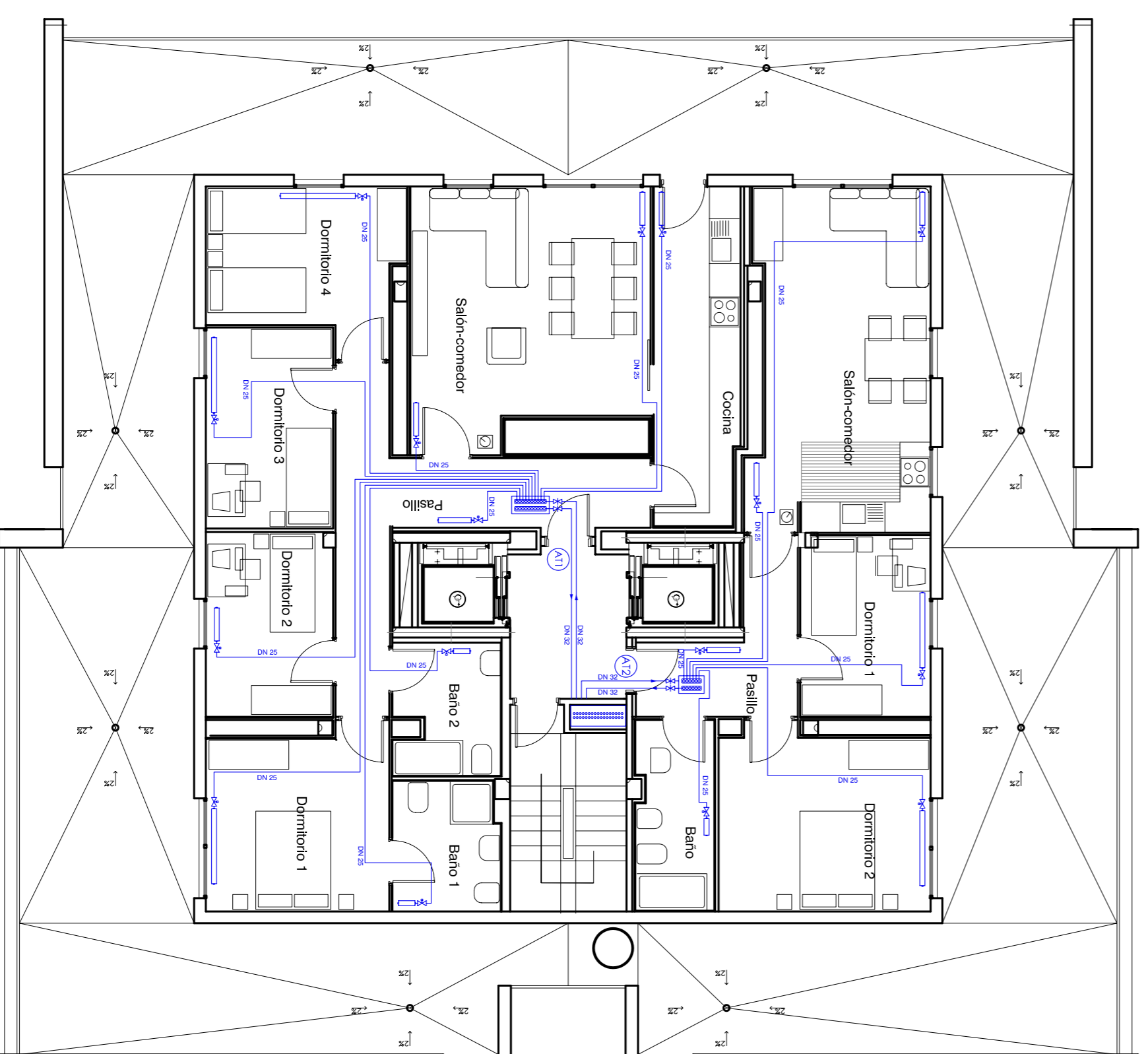
PLANTA TIPO



PLANTA BAJA



PLANTA CUBIERTA



PLANTA ATICO

Conjunto de redes	Espacio	Modelo	Radiación instalada (W/m²)	Conjuntar
Vivienda tipo 7 (178)	Baño 1	ROCA RCFP 400	300	
	Baño 2	ROCA RCFP 400	300	
	Cocina	ROCA RCFP 400	900	
	Distribuidor	ROCA RCFP 400	300	
	Dormitorio 2	ROCA RCFP 300	1200	
Salón-comedor	Dormitorio 3	ROCA RCFP 300	1050	
	Dormitorio 1	ROCA RCFP 400	450	
	Salón-comedor	ROCA RCFP 400	450	

Conjunto de redes	Espacio	Modelo	Radiación instalada (W/m²)	Conjuntar
Vivienda tipo 7 (178)	Baño 1	ROCA RCFP 400	300	
	Baño 2	ROCA RCFP 400	450	
	Distribuidor	ROCA RCFP 400	300	
	Dormitorio 1	ROCA RCFP 300	1200	
	Dormitorio 2	ROCA RCFP 300	1050	
Salón-comedor	Dormitorio 3	ROCA RCFP 300	1050	
	Dormitorio 2	ROCA RCFP 300	1050	
	Salón-comedor	ROCA RCFP 400	450	

Conjunto de redes	Espacio	Modelo	Radiación instalada (W/m²)	Conjuntar
Vivienda tipo 7 (178)	Baño 1	ROCA RCFP 400	450	
	Baño 2	ROCA RCFP 400	450	
	Cocina	ROCA RCFP 400	900	
	Distribuidor	ROCA RCFP 400	300	
	Dormitorio 1	ROCA RCFP 300	1200	
Salón-comedor	Dormitorio 2	ROCA RCFP 300	1200	
	Dormitorio 3	ROCA RCFP 300	1050	
	Salón-comedor	ROCA RCFP 400	450	

Conjunto de redes	Espacio	Modelo	Radiación instalada (W/m²)	Conjuntar
Vivienda tipo 7 (178)	Baño 1	ROCA RCFP 400	450	
	Baño 2	ROCA RCFP 400	450	
	Distribuidor	ROCA RCFP 400	300	
	Dormitorio 1	ROCA RCFP 300	1200	
	Dormitorio 2	ROCA RCFP 300	1050	
Salón-comedor	Dormitorio 3	ROCA RCFP 300	1050	
	Dormitorio 2	ROCA RCFP 300	1050	
	Salón-comedor	ROCA RCFP 400	450	

Conjunto de redes	Espacio	Modelo	Radiación instalada (W/m²)	Conjuntar
Vivienda tipo 7 (178)	Baño 1	ROCA RCFP 400	300	
	Baño 2	ROCA RCFP 400	450	
	Dormitorio 1	ROCA RCFP 400	750	
	Dormitorio 2	ROCA RCFP 400	600	
	Dormitorio 4	ROCA RCFP 400	750	
Salón-comedor	Dormitorio 3	ROCA RCFP 400	750	
	Dormitorio 2	ROCA RCFP 400	600	
	Salón-comedor	ROCA RCFP 400	450	

Conjunto de redes	Espacio	Modelo	Radiación instalada (W/m²)	Conjuntar
Vivienda tipo 7 (178)	Baño 1	ROCA RCFP 400	450	
	Baño 2	ROCA RCFP 400	600	
	Pasillo	ROCA RCFP 400	300	
	Salón-comedor	ROCA RCFP 400	450	
	Salón-comedor	ROCA RCFP 400	450	

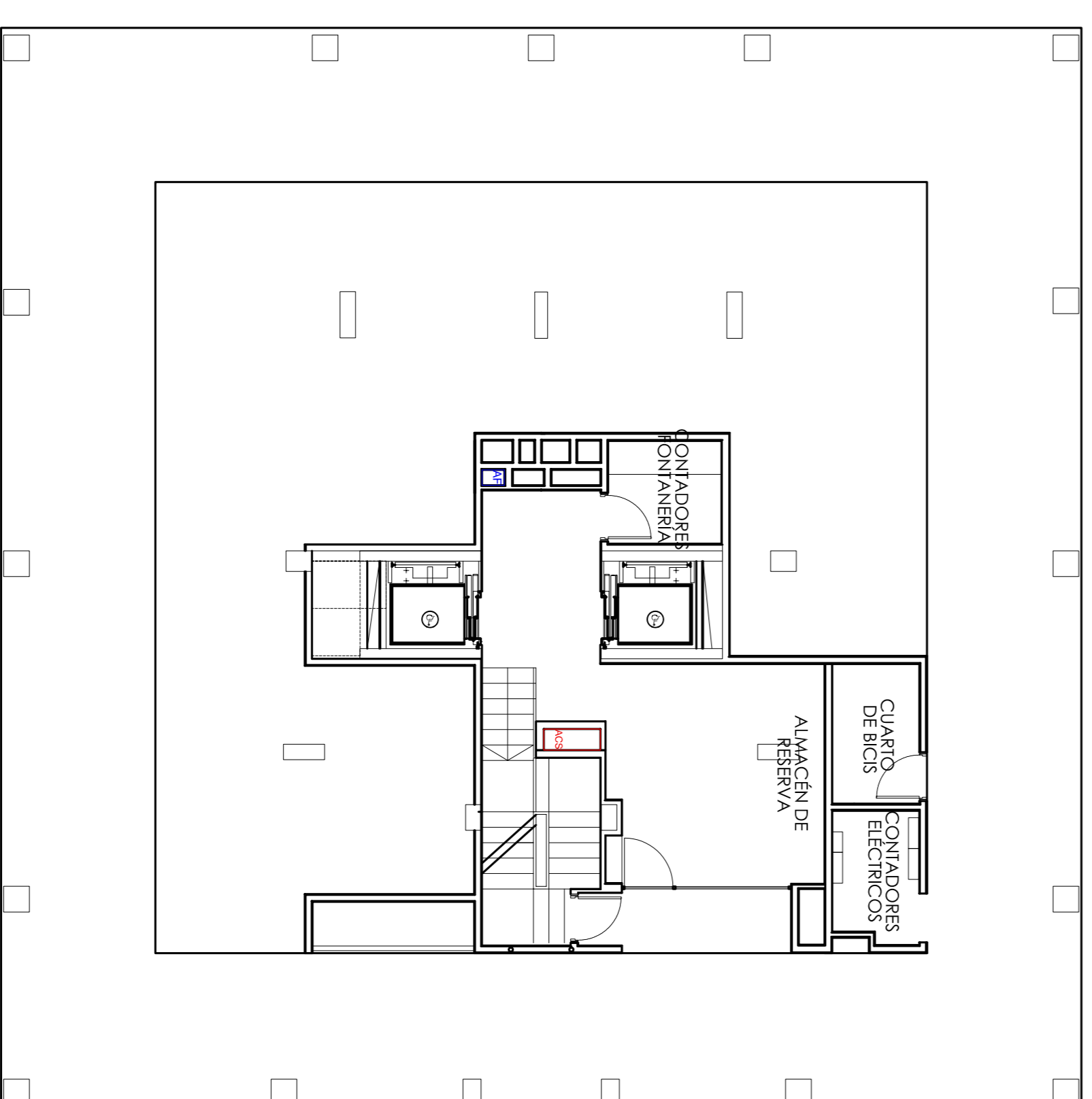
LEYENDA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

- CONTADOR DE RADIADORES INDIVIDUAL.
 - JUEGO DE COLECTORES 0.1%. EN CALA EMBOTRADA SOBRE PARED.
 - LLAVE DE CORTE DE VIENDA EN CALA DE COLECTORES.
 - EMISOR DE CALOR DE CHAPA DE ACERO.
 - EMISOR DE CALOR DE ACERO TUBULAR PARA CUARTO DE BAÑO.
 - VALVULA DE REGULACIÓN SIMPL E O TERMOSTATICA PARA EMISORES.
 - TERMOSTATO AMBIENTE.
 - TUBERIA DE IDA Y RETORNO EN PE MULTICAPA DN 16. CALORIFICADA.
- NOTA:
 1- LAS TUBERIAS SERAN DE POLIETILENO MULTICAPA SIN UNIONES. DISCURRIENDO BAJO EL PAVIMENTO CON AISLAMIENTO INCORPORADO.
 2- TODOS LOS EMISORES DISPONDRAN DE VALVULAS DE CORTE, DE ENTON Y PURGADOR MANUAL.

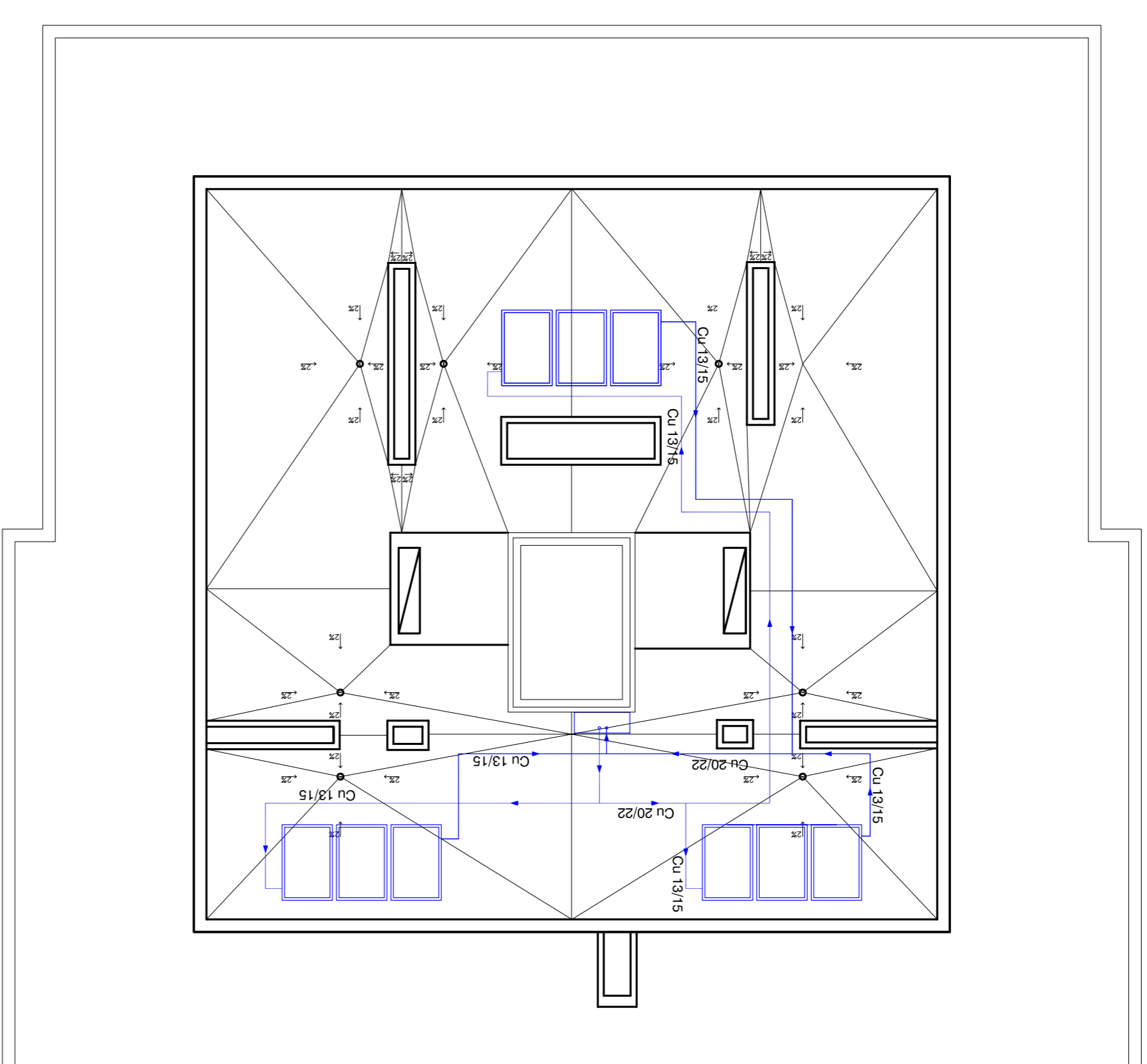
Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Industrial M.	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO:
		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACION DE CALEFACCION Y A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS ATICO, CUBIERTA	REALIZADO: IBÁÑEZ PUY, IGNACIO	FIRMA:
PLANO: CALEFACCION PLANTA BAJA, TIPO, ATICO, CUBIERTA	FECHA: 26.04.10	ESCALA: 1/100
		Nº PLANO: 08



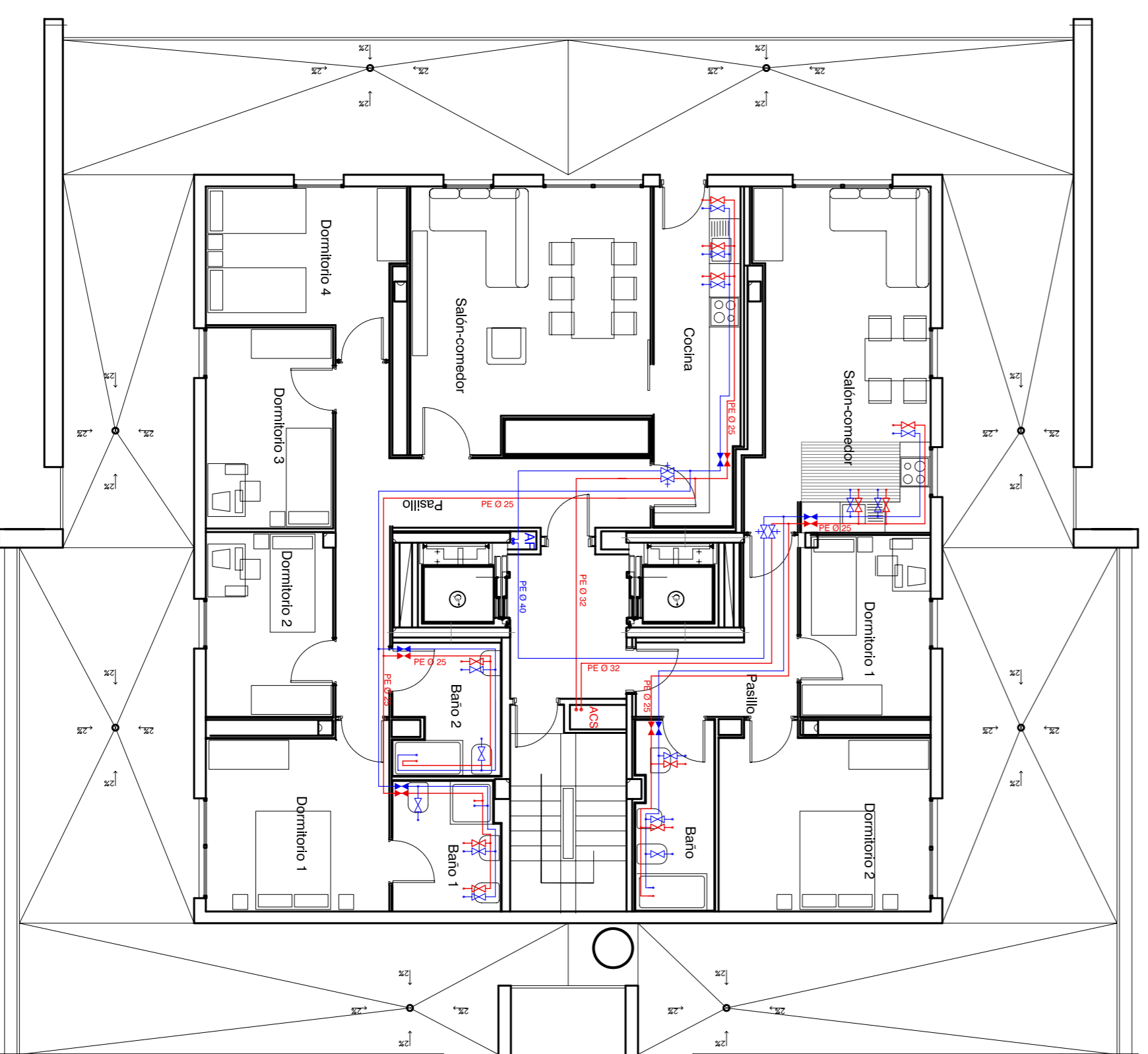
PLANTA TIPO



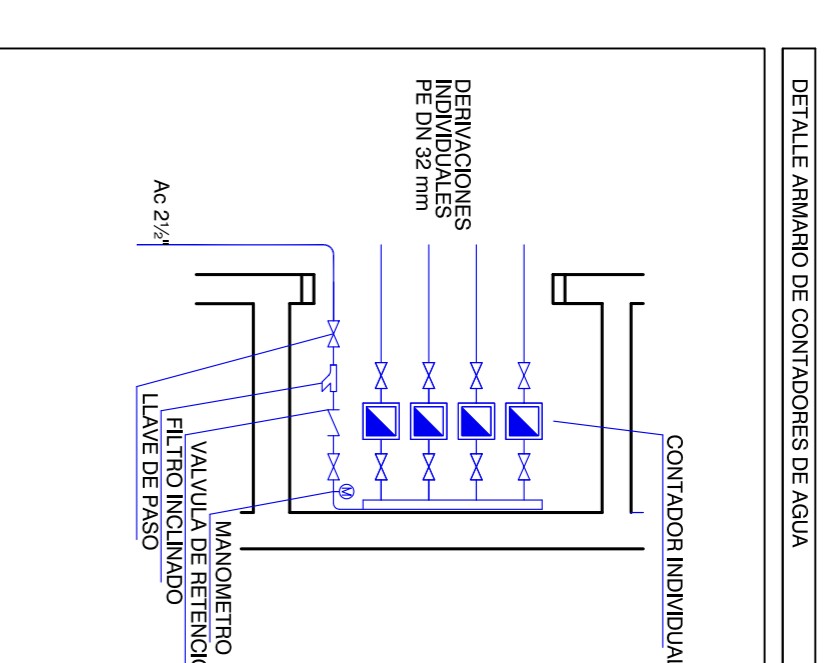
PLANTA BAJA



PLANTA CUBIERTA



PLANTA ATICO



DETALLE AMBARRIO DE CONTADORES DE AGUA

DIAMETRO DERIVACIONES APARATOS:

- LAVABO PE Ø 12 mm
- DUCHA PE Ø 15 mm
- BAÑERA MENOR 1,4 M PE Ø 20 mm
- INODORO CON SISTEMA PE Ø 12 mm
- LAVAVAJILLAS PE Ø 12 mm
- LAVABORRA PE Ø 20 mm

DIAMETRO ALIMENTACION VIVIENDAS:

- ACOINETIDA A VIVIENDAS: TUBERIA PE Ø 20 mm.

TUBERIAS DE DISTRIBUCION DE AGUA:

- DISTRIBUCION A ASEROS: TUBERIA PE Ø 25 mm.
- DISTRIBUCION A BAÑOS: TUBERIA PE Ø 25 mm.
- DISTRIBUCION A COCINA: TUBERIA PE Ø 25 mm.

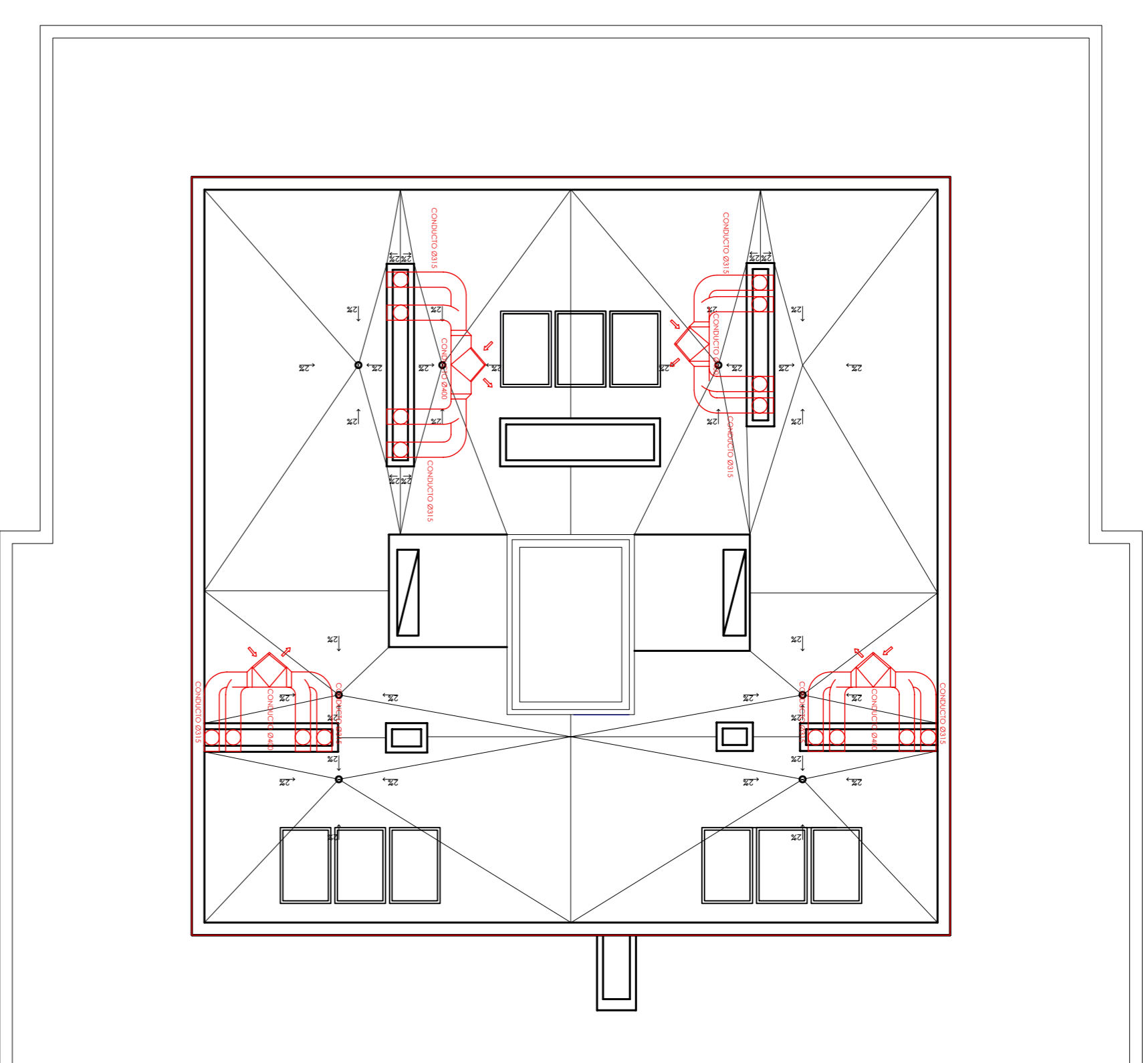
LEYENDA INSTALACION DE A.C.S.:

- LLAVE DE CORTE ENTRADA VIVIENDA.
- LLAVE DE PASO TOTAL CON MANDO OCULTO PARA SEPARACION C. HUMEDOS.
- LLAVE DE ESCUADRA PARA REGULACION SANITARIOS.
- RED DE AGUA FRIA.
- RED DE AGUA CALIENTE CALORIFUGADA CON CLAMFLEX DE 10mm.

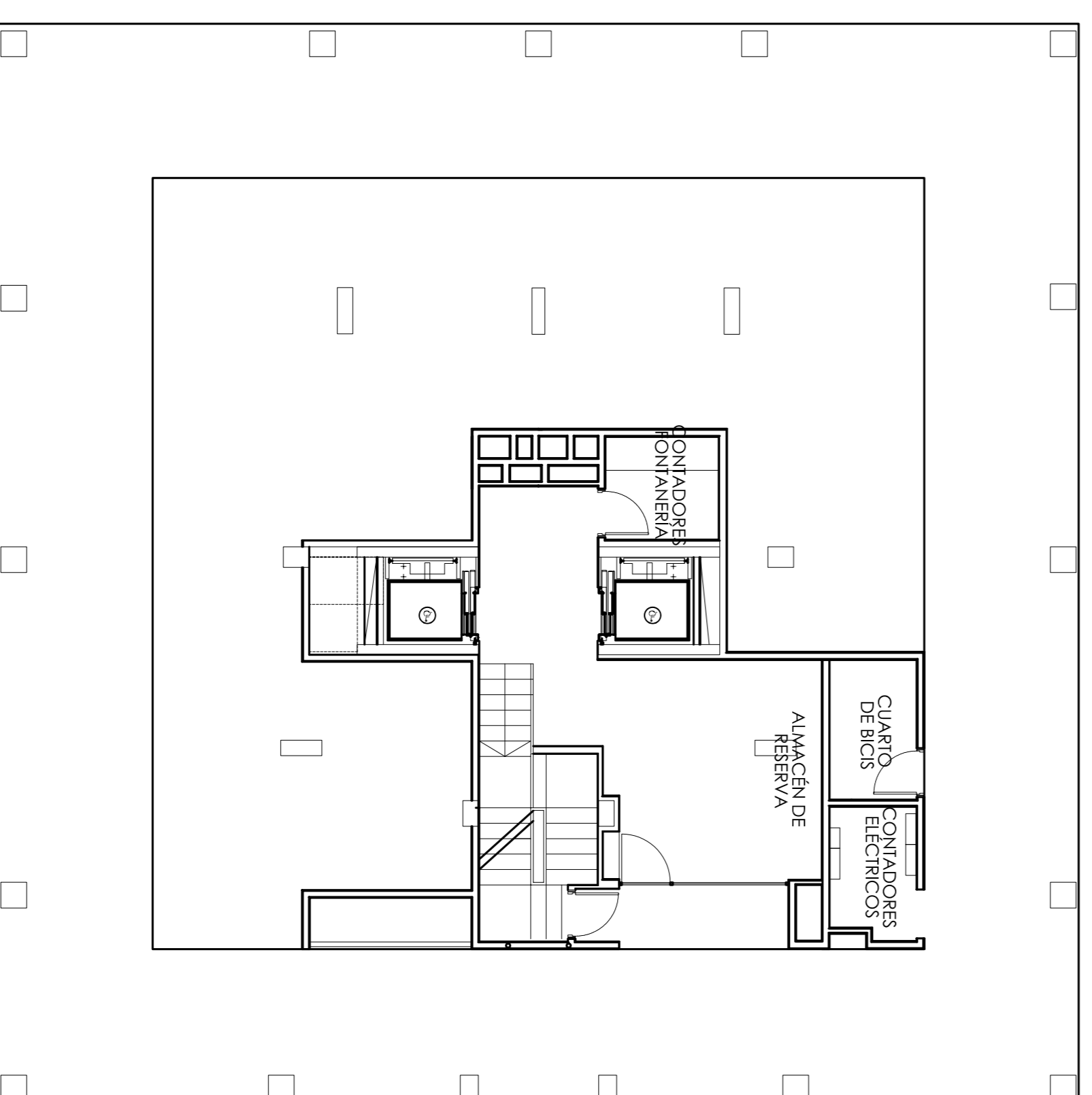
<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
		<p>REALIZADO: IBÁÑEZ PUY, IGNACIO</p>
<p>PROYECTO: INSTALACION DE CALEFACCION Y A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS ATICO Y CUBIERTA</p>	<p>FRMA: </p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
<p>PLANO: A.C.S. SOLAR PLANTA BAJA, TIPO, ATICO Y CUBIERTA</p>	<p>FECHA: 26.04.10</p>	<p>ESCALA: 1/100</p>
	<p>Nº PLANO: 09</p>	



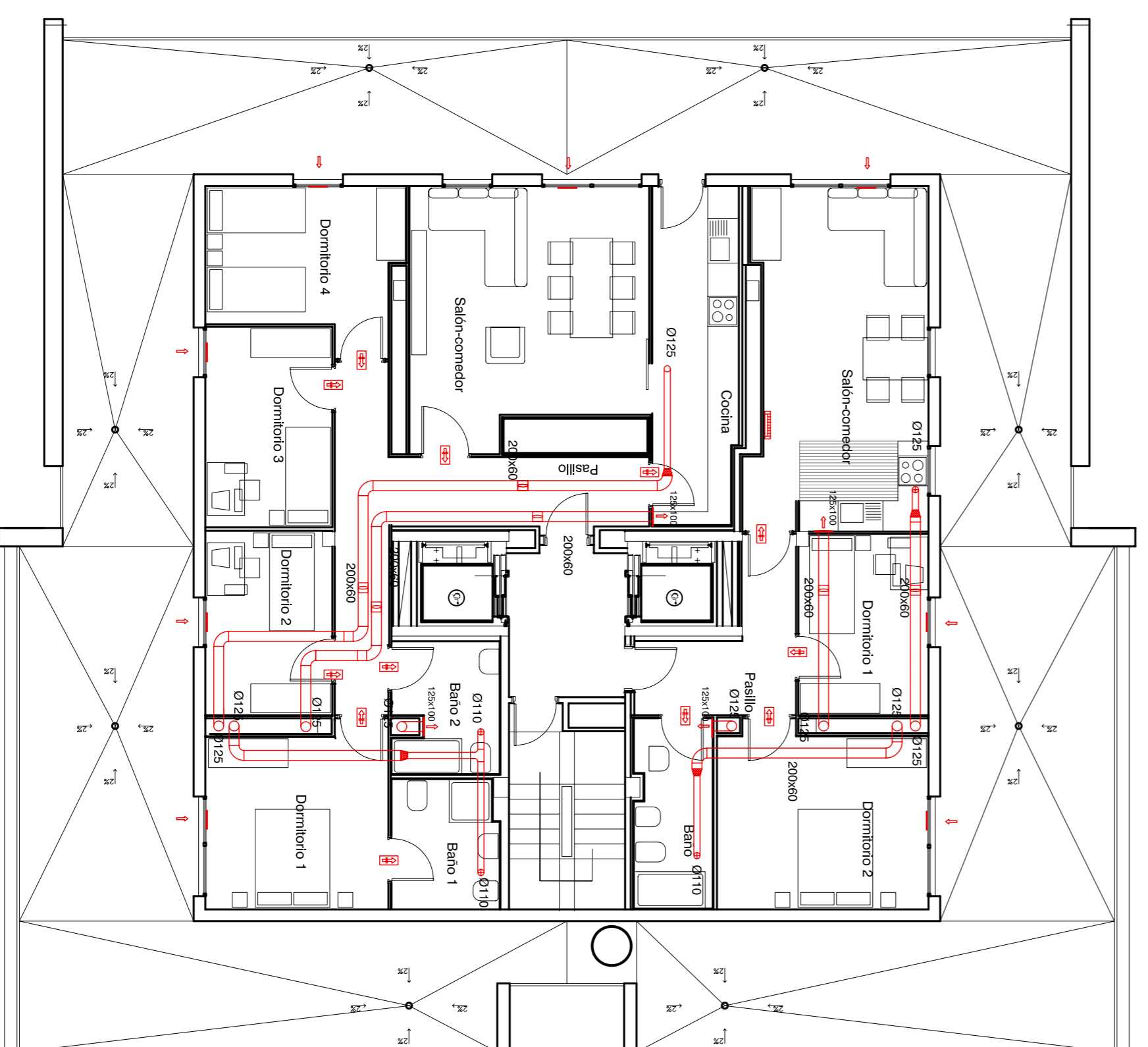
PLANTA TIPO



PLANTA CUBIERTA



PLANTA BAJA



PLANTA ATICO

LEYENDA SIMBOLOS DE VENTILACION MECANICA

	SILENCIADOR ACUSTICO MARCA ALBER MODO OCTA
	CONDUCTO CIRCULAR GALVANIZADO
	VENTILADOR EXTRACCION

LEYENDA SIMBOLOS DE VENTILACION MECANICA

	ABERTURA DE ADMISION
	ABERTURA DE EXTRACCION
	ABERTURA DE PASO con BAJO PUERTA
	ABERTURA DE PASO EN REJILLA INTEGRADA EN PUERTA
	CONDUCTO MINIMA 15x75 cm
	CONDUCTO OBLONGO 200x60
	MANGUITO UNION PARA CONDUCTO
	ENTRADA DE AIRE HIPERREGULABLE ACUSTICA
	BOCA DE EXTRACCION HIPERREGULABLE

Universidad Pública de Navarra Departamento de Ingeniería Industrial M.	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION DE CALEFACCION Y A.C.S. SOLAR PARA 68 VIVIENDAS	REALIZADO: IBÁÑEZ PUY, IGNACIO
PLANO: VENTILACION PLANTA BAJA, TIPO, ATICO Y CUBIERTA	FECHA: 26.04.10	ESCALA: 1/100



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACION DE CALEFACCION, ACS Y VENTILACION
PARA 68 VIVIENDAS.

PLIEGO DE CONDICIONES

Ignacio Ibáñez Puy.

Pablo Palacios.

Pamplona, 29 de Abril de 2010.

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1.	OBJETO.....	2.
2.	CONDICIONES GENERALES.....	3.
3.	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	4.
4.	CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	7.
5.	CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	9.
6.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. APARATOS.....	10.
7.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. VALVULERÍA Y ACCESORIOS.....	35.
8.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. CONDUCTOS DE AIRE Y ACCESORIOS.....	38.
9.	PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES.....	41.
10.	OBSERVACIONES.....	54.

PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO

El presente documento tiene por finalidad la definir las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales, máquinas y equipos para la correcta ejecución del proyecto de Instalación de Calefacción, ACS y Ventilación para 68 viviendas en Nuevo Artica, Navarra.

Extensión de los trabajos a realizar por el instalador o contratista, y que, por lo tanto, deberán estar plenamente incluidos en su oferta.

1. Materiales complementarios para el perfecto acabado de la instalación, no relacionados explícitamente en el presupuesto pero que por su lógica aplicación quedan incluidos en el suministro del instalador.
2. Calidad y forma de instalación de los diferentes equipos y elementos primarios y auxiliares.
3. Pruebas y ensayos parciales a realizar durante el transcurso de los montajes o finales provisionales y definitivos de las correspondientes recepciones.
4. Las garantías exigidas tanto en los materiales, como en su montaje o en su funcionamiento conjunto.

El objetivo es establecer las pautas que permitan una correcta ejecución de la instalación definida por el proyecto, con el objeto de poder realizar un control de la temperatura, humedad, pureza de todos los recintos, atendiendo a consumos racionales de energía, con un mantenimiento proporcionado y sin detrimento de otros aspectos que afecten al confort o seguridad del edificio.

Todos los trabajos y especificaciones que se indican en PLANOS, PRESUPUESTO CALCULOS y MEMORIA están incluidos, excepto que se especifique su exclusión.

2. CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego forma parte de la documentación del Proyecto, que se cita y regirá en las obras para la realización del mismo.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Director de la obra.

Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la Contrata y los gremios o subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Los trabajos a realizar se ejecutarán de acuerdo con el Proyecto y demás documentos redactados por el autor del mismo.

La descripción del Proyecto y los planos de que consta figuran en la Memoria.

Cualquier variación que se pretendiere ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser puesta, previamente, en conocimiento del Director, sin cuyo conocimiento no será ejecutada.

En caso contrario, la Contrata, ejecutante de dicha unidad de obra, responderá de las consecuencias que ello originase. No será justificante ni eximente a estos efectos, el hecho de que la indicación de variación proviniera del señor Propietario.

Asimismo, la Contrata nombrará un Encargado General, el cual deberá estar constantemente en obra, mientras en ella trabajen obreros de su gremio. La misión del Encargado será la de atender y entender las órdenes de la Dirección Facultativa, conocerá el presente "Pliego de Condiciones" exhibido por la Contrata y velará de que el trabajo se ejecute en buenas condiciones y según las buenas artes de la construcción.

Se dispondrá de un "Libro de Ordenes y Asistencias" del que se hará cargo el Encargado que señalare la Dirección. La Dirección escribirá en el mismo aquellos datos, órdenes o circunstancias que estime convenientes. Asimismo, el Encargado podrá hacer uso del mismo, para hacer constar los datos que estime convenientes.

El citado "Libro de Ordenes y Asistencias" se regirá según el Decreto 462/1.971 y la Orden de 9 de Junio de 1.971.

3. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.

Es obligación de la Contrata, el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Director de obra , solo podrá presentarlas a través del mismo ante la Propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director de obra , no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Director de obra , el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Por falta en el cumplimiento de las Instrucciones de los Técnicos o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Director de obra lo reclame.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director de obra del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación.

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales de índole técnica" del "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en éstos, puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el Director de obra o sus subalternos no le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de obra o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o que los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la Contrata.

Si el Director de obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de defectos ocultos en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de obra, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto, el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, Vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados, serán de cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de calidad requerida o no estuvieren perfectamente preparados, el Director de obra dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Director de obra.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la Reglamentación vigente y las especificaciones de las Instrucciones Técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de contabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del director de obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito.

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado el director de obra. Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el director de la obra.

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el director de obra, se procederá, al acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya cursado aviso en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el director de obra tales como limpieza, suministro de energía, etc...

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Director de obra, expresadas en los Art. precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto, específicamente, en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y relación con los trabajos que, para la ejecución de las instalaciones u obras anejas, se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Instalador, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Director de obra, en nombre y representación del Propietario, las ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales o de mano de obra de trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el Director de obra y el Contratista o su representante expresamente autorizado a estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no ser este documento el que sirva de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las cantidades de obra en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de índole Facultativa", sino en el caso de que el Director de obra o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de la adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a sujeción a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las órdenes e instrucciones que, por escrito, entregue el Director de obra, y siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente "Pliego de Condiciones Generales de índole Económica" a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el Proyecto o en el Presupuesto podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban terminarse.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el Director de obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá, en cada momento, con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda al mantenimiento, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

El Director de obra se niega, de antemano, al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

5. CONDICIONES DE INDOLE LEGAL.

Ambas partes se comprometen, en sus diferencias, al arbitrio de amigables componedores, designados, uno de ellos por el Propietario, otro por la Contrata y tres técnicos por el Colegio Oficial correspondiente, uno de los cuales será forzosamente, el Director de la Obra.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y construcción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Director de obra haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Todos los trabajos o materiales empleados cumplirán la "Resolución General de Instrucciones para la Construcción", de 31 de Octubre de 1.986.

En todos los trabajos que se realicen en la obra se observarán y el encargado será el responsable de hacerlas cumplir, las normas que dispone el vigente Reglamento de seguridad en el Trabajo en la industria de la construcción, aprobado el 20 de Mayo de 1.952, las Ordenes complementarias de 19 de Diciembre de 1.953 y 23 de Septiembre de 1.966, y en la Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 9 de Marzo de 1.971, así como lo dispuesto en la Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de los Riesgos Laborales.

6. CONDICIONES DE INDOLE TECNICO. APARATOS.

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. 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.

Todos los aparatos de producción de calor en donde por un defecto de funcionamiento se puedan producir concentraciones peligrosas de gases inflamables, o polvo de carbón, con potencia superior a 100 Kw, estarán provistos de dispositivos antiexplosivos.

Las diversas partes de las calderas deben ser suficientemente estables y podrán dilatarse libremente, conservando la estanqueidad, sin producir ruidos.

Los aparatos de calefacción deben estar provistos de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles, para su limpieza y control.

Los dispositivos para la regulación del tiro, cuando estén permitidos, en los aparatos de producción de calor, deben estar provistos de indicadores correspondientes a las posiciones abierto y cerrado, y permanecerán estables en estas posiciones o en cualquier intermedia.

Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar la llama.

Se podrán realizar, con facilidad e in situ, las operaciones de entretenimiento 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 limpieza necesarios.

El fabricante de la caldera deberá suministrar, en la documentación de la misma, los datos exigidos en ITE 04.9.2.

Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión, u otros que le afecten, con toda caldera deberán incluirse los accesorios señalados en IT 04.9.3.

El rendimiento del conjunto caldera-quemador será como mínimo el indicado en la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE.

Funcionando en régimen normal con la caldera limpia, la temperatura de humos, medida a la salida de la caldera, no será superior a 240°C, en las calderas de agua caliente, salvo que el fabricante especifique en la placa de la caldera, una temperatura superior, entendiéndose que con esta temperatura se mantienen los rendimientos mínimos exigidos.

Las calderas estarán colocadas, en su posición definitiva, sobre una base incombustible y que no se altere a la temperatura que normalmente va a soportar. No deberán ir colocadas directamente sobre tierra, sino sobre una cimentación adecuada.

Se deberán cumplir todas las exigencias señaladas en IT 04.9. siendo esto responsabilidad directa del fabricante de las calderas.

Los quemadores deberán ser de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de una etiqueta de identificación energética en la que se especifique en caracteres indelebles y redactados en castellano, los siguientes datos:

- 1º Nombre del fabricante e importador en su caso.
- 2º Marca, modelo y tipo de quemador.
- 3º Tipo de combustible.
- 4º Valores límites del gasto horario.
- 5º Potencias nominales para los valores anteriores del gas.
- 6º Presión de alimentación del combustible del quemador.
- 7º Tensión de alimentación.
- 8º Potencia del motor eléctrico y en su caso, potencia de la resistencia eléctrica.
- 9º Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, L_{wa} en decibelios, determinado según UNE 74105.
- 10º Dimensiones y peso.

Toda la información deberá expresarse en unidades del Sistema Internacional S.I.

No tendrá en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometido a malos tratos antes o durante la instalación.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

Se cumplirá en cuanto a instalación eléctrica, documentación a aportar y acoplamiento a calderas de los quemadores lo señalado en IT 04.10.1 y 04.10.2.

Los quemadores de combustibles líquidos cumplirán la legislación vigente. Se montarán perfectamente alineados con la caldera sujetos rígidamente a la misma o a una base soporte.

Su funcionamiento será silencioso y no transmitirán vibraciones ni ruidos a la instalación o al suelo y a través de él al resto de la edificación. El nivel de presión sonora máximo (referencia 20 uPa), que los quemadores deben producir en la sala de calderas, no excederá de 70 dB(A) con todos en marcha, realizando la medida en el centro de la sala a 1,5 m. de altura.

Serán fácilmente accesibles todas las partes de los mismos que requieran limpieza, entretenimiento o ajuste. Para realizar estas operaciones se admite la posibilidad de desplazar el quemador de su posición definitiva, siempre que ésta operación sea sencilla y se pueda volver con la misma facilidad a su posición de trabajo, sin necesidad de realizar nuevos ajustes en su colocación.

Además cumplirán con las condiciones de seguridad y contarán con los elementos de seguridad señalados en IT 02.15.

Los quemadores de combustibles gaseosos cumplirán con la reglamentación vigente y con lo indicado en IT 04.10.

Todos los equipos y aparatos utilizados en la instalación deberán soportar una presión inferior de prueba equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 kPa, sin presentar deformaciones, goteos, fugas, roturas ni exudaciones.

Las prestaciones de las unidades de intercambio de calor, radiadores, convectores, ventiloconvectores, etc... serán las indicadas por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia de = 5%.

Las condiciones de ensayo de los equipos se especificarán en cada caso.

En los tubos de aletas el rendimiento comprobado en laboratorio se mantendrá después de haber sometido la unidad a diez ciclos de cambios bruscos de temperatura,

circulando por su interior, sucesivamente el fluido a la temperatura de régimen y a la temperatura ambiente.

Cualquier material empleado en la construcción e instalación de los equipos utilizados en las instalaciones de calefacción, aire acondicionado y agua caliente sanitaria, deberá ser resistente a las acciones a que esté sometido en las condiciones de trabajo de forma que no podrá deteriorarse o envejecer prematuramente, en condiciones normales de utilización y en especial a altas o bajas temperaturas según su respectivo régimen de funcionamiento.

Particular atención deberá tenerse con las acciones de corrosión que puedan producirse por el contacto de dos o más materiales.

Las Válvulas termostáticas para superficies de calefacción responderán a las siguientes características:

Serán estancas, en la posición cerrada, para la presión diferencial de 100 Paf y deberán soportar, sin perjuicio de sus características 10.000 ciclos de apertura y cierre, provocados por elevación y disminución de temperatura, desde sus posiciones extremas.

El coeficiente: $K_v = Q / \Delta P$ en el que Q es el caudal en l/h y P la pérdida de carga, en KPa. vendrá dado por el fabricante para la pérdida de carga igual a 100 kph, con una tolerancia de = 5 %.

El intervalo nominal de regulación estará comprendido al menos entre 10 y 25 C, y para pasar de un extremo a otro, el recorrido angular de la manecilla de regulación será de dos tercios de vuelta como mínimo. Se marcarán los intervalos correspondientes a grados centígrados.

La válvula termostática tendrá una sensibilidad suficiente para que al pasar de un ambiente de 18°C de temperatura a otro de 22°C la cápsula alcance el equilibrio en menos de 45 minutos.

La escala de temperatura de los termostatos ambiente estará comprendida al menos entre 10 y 30°C, llevará marcadas las divisiones correspondientes a los grados y se marcará la cifra cada cinco grados.

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la marcada por el indicador del termostato una vez establecida la condición de equilibrio, será como máximo de 1°C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5°C.

El termostato resistirá, sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre, a la máxima carga prevista para el Circuito mandado por el termostato.

Las válvulas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas.

En la documentación se especificará la presión nominal. Resistirán sin deformación una presión igual a vez y media la presión nominal de las mismas. Esta presión nominal, cuando sea superior a 600 Kph relativos, vendrá marcada indeleblemente en el cuerpo de la válvula.

El conjunto motor-válvula resistirá con agua a 90°C y a una presión de vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 Kph. 10.000 ciclos de apertura y cierre sin que por ello se modifiquen las características del conjunto ni se dañen los contactos eléctricos si los tuviese.

Con la válvula en posición cerrada, aplicando agua arriba una presión de agua fría de 100 kph, no perderá agua en cantidad superior al 3% de su caudal nominal, entendiendo como tal el que produce con la válvula en posición abierta, una pérdida de carga de 100 kph.

El caudal nominal, definido en el párrafo anterior, no diferirá en más de un 5% del dado por el fabricante de la válvula.

Las sondas exteriores de temperatura tendrán la curva de respuesta con una pendiente definida por:

$$(R22 - R20) / (Q22 - Q20)$$

Siendo R y Q la resistencia eléctrica en Ohm. y la temperatura a 22 y 20°C, respectivamente, con una tolerancia estas últimas de = 0,2°C que no diferirá en más del 10% de la definida por el fabricante.

Su tiempo de respuesta será tal que al pasar la sonda de su estado de equilibrio en un ambiente a 18°C de temperatura a otro de 22°C tarde menos de treinta minutos en alcanzar el 67% del valor de la resistencia a 22°C.

Los valores característicos de la sonda no se alterarán al estar ésta sometida a la inclemencia de un ambiente exterior no protegido, a cuyo efecto la carcasa de la sonda proporcionará la debida protección sin detrimento de su sensibilidad. Los materiales de la sonda no sufrirán efectos de corrosión, en el ambiente exterior en que va a estar ubicada.

La curva de respuesta de las sondas interiores de temperatura tendrán una pendiente definida por:

$$(R25 - R20) / (Q25 - Q20)$$

Donde R y Q tiene el significado definido anteriormente, que no diferirá en más del 10% del dado por el fabricante.

El tiempo de respuesta en las condiciones especificadas para las sondas exteriores, no será superior a diez minutos.

Las sondas de inmersión estarán constituidas por el elemento sensible construido con material metálico inoxidable y estancas a una presión hidráulica igual a vez y media la del servicio.

La pendiente de la curva resistencia-temperatura no diferirá en más de un 10% de la dada por el fabricante, para temperaturas comprendidas dentro del margen de utilización dado por el mismo.

La respuesta en las condiciones definidas para las sondas exteriores no será superior a cinco minutos.

El conjunto del equipo de regulación será tal que para tres temperaturas exteriores (-10,0 y -10°C), la temperatura del agua no diferirá en más de 2°C de la prevista.

Cuando existan varias curvas de ajuste de la temperatura del agua en función de la exterior, se admitirá una tolerancia de 1°C por cada 5°C de corrección de una curva a otra.

Los equipos de regulación en las instalaciones deberán, como mínimo, cumplir las exigencias dadas en esta Instrucción Técnica.

En particular, en los sistemas de regulación de tipo neumático se permitirá, para cada aparato de control, un consumo máximo de 6 cm³/s en condiciones normales. Las pérdidas en las membranas de los pistones utilizados en estos sistemas, no podrán ser superiores 0,4 cm³/s en condiciones normales cuando estén sometidos a la presión de 140 kPa.

5.1 FONTANERÍA

ABASTECIMIENTO:

Conjunto de conducciones exteriores al edificio, que alimenta de agua al mismo, normalmente a cuenta de una compañía que las mantiene y explota. Comprende desde la toma de un depósito o conducción, hasta el entronque de la llave de paso general del edificio de la acometida.

Art. 1.- De los componentes:

- Productos constituyentes
- Genéricamente la instalación contará con:
 - Tubos y accesorios de la instalación que podrán ser de fundición, polietileno puro...
 - Llave de paso con o sin desagüe y llave de desagüe.
 - Válvulas reductoras y ventosas.
 - Arquetas de acometida y de registro con sus tapas, y tomas de tuberías en carga.
 - Materiales auxiliares: ladrillos, morteros, hormigones...
 - En algunos casos la instalación incluirá:
 - Bocas de incendio en columna.
 - Otros elementos de extinción (rociadores, columnas húmedas).
 - Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

Tubos de acero galvanizado:

- Identificación. Marcado. Diámetros.
- Distintivos: homologación MICT y AENOR
- Ensayos (según normas UNE): aspecto, medidas y tolerancias. Adherencia del recubrimiento galvanizado. Espesor medio y masa del recubrimiento. Uniformidad del recubrimiento.
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

Tubos de polietileno:

- Identificación. Marcado. Diámetros.
- Distintivos: ANAIP
- Ensayos (según normas UNE): identificación y aspecto. Medidas y tolerancias
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

EL SOPORTE:

El soporte de los tubos de la instalación de abastecimiento de agua serán zanjas (con sus camas de apoyo para las tuberías) de profundidad y anchura variable dependiendo del diámetro del tubo.

Dicho soporte para los tubos se preparará dependiendo del diámetro de las tuberías y del tipo de terreno:

Para tuberías de $D < \text{ó} = 30$ cm, será suficiente una cama de grava, gravilla, arena, o suelo mojado con un espesor mínimo de 15 cm, como asiento de la tubería.

Para tuberías de $D > \text{ó} = 30$ cm, se tendrá en cuenta las características del terreno y el tipo de material:

- En terrenos normales y de roca, se extenderá un lecho de gravilla o piedra machacada, con un tamaño máximo de 25 mm, y mínimo de 5 mm, a todo lo ancho de la zanja, con un espesor de 1/6 del diámetro exterior del tubo y mínimo de 20 cm, actuando la gravilla de dren al que se dará salida en los puntos convenientes.

- En terrenos malos (fangos, rellenos...), se extenderá sobre la solera de la zanja una capa de hormigón pobre, de zahorra, de 150 kg de cemento por m³ de hormigón, y con un espesor de 15 cm.

- En terrenos excepcionalmente malos, (deslizantes, arcillas expandidas con humedad variable, en márgenes de ríos con riesgo de desaparición...) se tratará con disposiciones adecuadas al estudio de cada caso, siendo criterio general procurar evitarlos.

COMPATIBILIDAD

El terreno del interior de la zanja deberá estar limpio de residuos y vegetación además de libre de agua.

Para la unión de los distintos tramos de tubos y piezas especiales dentro de las zanjas, se tendrá en cuenta la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión, así:

Para tuberías de fundición las piezas especiales serán de fundición y las uniones entre tubos de enchufe y cordón con junta de goma.

Para tuberías de polietileno puro, las piezas especiales serán de polietileno duro o cualquier otro material sancionado por la práctica, y no se admitirán las fabricadas por la unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos se efectuarán con mordazas a presión.

Art. 2.- De la ejecución:

PREPARACIÓN:

Las zanjas podrán abrirse manual o mecánicamente, pero en cualquier caso su trazado deberá ser el correcto, alineado en planta y con la rasante uniforme, coincidiendo con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa.

Se excava hasta la línea de rasante siempre que el terreno sea uniforme, y si quedasen al descubierto piedras, cimentaciones, rocas..., se excavará por debajo de la rasante y se rellenará posteriormente con arena. Dichas zanjas se mantendrán libres de agua, residuos y vegetación para proceder a la ejecución de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación de abastecimiento, se tendrán en cuenta las separaciones mínimas de los conductos con otras instalaciones (medidas entre generatrices interiores de ambas conducciones) y quedando siempre por encima de la red de abastecimiento. En caso de no poder mantener las separaciones mínimas especificadas, se tolerarán separaciones menores siempre que se dispongan protecciones especiales. Siendo dichas instalaciones en horizontal y en vertical respectivamente:

- Alcantarillado: 60 y 50 cm.
- Gas: 50 y 50 cm.
- Electricidad-alta: 30 y 30 cm.
- Electricidad-baja: 20 y 20 cm.
- Telefonía: 30 cm en horizontal y vertical.

FASES DE EJECUCIÓN

Manteniendo la zanja libre de agua, disponiendo en obra de los medios adecuados de bombeo, se colocará la tubería en el lado opuesto de la zanja a aquel en que se depositen los productos de excavación, evitando que el tubo quede apoyado en puntos aislados, y aislado del tráfico.

Preparada la cama de la zanja según las características del tubo y del terreno (como se ha especificado en el apartado de soporte), se bajarán los tubos examinándolos y eliminando aquellos que hayan podido sufrir daños, y limpiando la tierra que se haya podido introducir en ellos.

A continuación se centrarán los tubos, calzándolos para impedir su movimiento.

La zanja se rellenará parcialmente, dejando las juntas descubiertas. Si la junta es flexible, se cuidará en el montaje que los tubos no queden a tope. Dejando entre ellos la separación fijada por el fabricante.

Cuando se interrumpa la colocación, se taponarán los extremos libres.

Una vez colocadas las uniones-anclajes y las piezas especiales se procederá al relleno total de la zanja con tierra apisonada, en casos normales, y con una capa superior de hormigón en masa para el caso de conducciones reforzadas.

Cuando la pendiente sea superior al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente.

No se colocarán más de 100 m de tubería sin proceder al relleno de la zanja.

En el caso en que la instalación incluya boca de incendio:

- Estarán conectadas a la red mediante una conducción para cada boca, provista en su comienzo de una llave de paso, fácilmente registrable.
- En redes malladas se procurará no conectar distribuidores ciegos, en caso de hacerlo se limitará a una boca por distribuidor.
- En calles con dos conducciones se conectará a ambas.
- Se situarán preferentemente en intersecciones de calles y lugares fácilmente accesibles por los equipos de bomberos.
- La distancia entre bocas de incendio, en una zona determinada, será función del riesgo de incendio en la zona, de su posibilidad de propagación y de los daños posibles a causa del mismo. Como máximo será de 200 m.
- Se podrá prescindir de su colocación en zonas carentes de edificación como parques públicos.

ACABADOS

Limpieza interior de la red, por sectores, aislando un sector mediante las llaves de paso que la definen, se abrirán las de desagüe y se hará circular el agua, haciéndola entrar sucesivamente por cada uno de los puntos de conexión del sector de la red, mediante la apertura de la llave de paso correspondiente, hasta que salga completamente limpia.

Desinfección de la red por sectores, dejando circular una solución de cloro, aislando cada sector con las llaves de paso y las de desagüe cerradas.

Evacuación del agua clorada mediante apertura de llaves de desagüe y limpieza final circulando nuevamente agua según el primer paso.

Limpieza exterior de la red, limpiando las arquetas y pintando y limpiando todas las piezas alojadas en las mismas.

CONTROL Y ACEPTACIÓN

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Para la ejecución de las conducciones enterradas:

Conducciones enterradas:

Unidades y frecuencia de inspección: cada ramal

- Zanjas. Profundidad. Espesor del lecho de apoyo de tubos. Uniones. Pendientes. Compatibilidad del material de relleno.

- Tubos y accesorios. Material, dimensiones y diámetro según especificaciones. Conexión de tubos y arquetas. Sellado. Anclajes.

ARQUETAS:

Unidades y frecuencia de inspección: cada ramal

- Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapa de registro.

- Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado

ACOMETIDA:

Unidades y frecuencia de inspección: cada una.

- Verificación de características de acuerdo con el caudal suscrito, presión y consumo.

- La tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado.

- Llave de registro.

PRUEBAS DE SERVICIO:

Prueba hidráulica de las conducciones:

Unidades y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión

- Prueba de estanquidad

- Comprobación de la red bajo la presión estática máxima.
- Circulación del agua en la red mediante la apertura de las llaves de desagüe.

Conservación hasta la recepción de las obras

Una vez realizada la puesta en servicio de la instalación, se cerrarán las llaves de paso y se abrirán las de desagüe hasta la finalización de las obras. También se taparán las arquetas para evitar su manipulación y la caída de materiales y objetos en ellas.

Art. 3.- Medición y abono

Se medirá y valorará por metro lineal de tubería, incluso parte proporcional de juntas y complementos, completamente instalada y comprobada; por metro cúbico la cama de tuberías, el nivelado, relleno y compactado, completamente acabado; y por unidad la acometida de agua.

5.3 AGUA FRÍA Y CALIENTE.

Instalación de agua fría y caliente en red de suministro y distribución interior de edificios, desde la toma de la red interior hasta las griferías, ambos inclusive.

Art. 4.- De los componentes

Productos constituyentes

AGUA FRÍA:

Genéricamente la instalación contará con:

Acometida.

Contador general y/o contadores divisionarios.

Tubos y accesorios de la instalación interior general y particular. El material utilizado podrá ser cobre, acero galvanizado, polietileno

Llaves: llaves de toma, de registro y de paso.

Grifería.

En algunos casos la instalación incluirá:

Válvulas: válvulas de retención, válvulas flotador

Otros componentes: Antiariete, deposito acumulador, grupo de presión,

AGUA CALIENTE:

Genéricamente la instalación contará con:

Tubos y accesorios que podrán ser de polietileno reticulado, polipropileno, polibutileno, acero inoxidable

Llaves y grifería.

Aislamiento.

Sistema de producción de agua caliente, como calentadores, calderas, placas

En algunos casos la instalación incluirá:

Válvulas: válvulas de seguridad, antiretorno, de retención, válvulas de compuerta, de bola...

Otros componentes: dilatador y compensador de dilatación, vaso de expansión cerrado, acumuladores de A.C.S, calentadores, intercambiadores de placas, bomba aceleradora

Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

TUBOS DE ACERO GALVANIZADO:

- Identificación, marcado y diámetros.

- Distintivos: homologación MICT

- Ensayos (según normas UNE): Aspecto, medidas y tolerancias. Adherencia del recubrimiento galvanizado. Espesor medio y masa del recubrimiento. Uniformidad del recubrimiento.

- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

TUBOS DE COBRE:

- Identificación, marcado y diámetros.

- Distintivos: marca AENOR.

- Ensayos (según normas UNE): identificación. Medidas y tolerancias. Ensayo de tracción.

- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

TUBOS DE POLIETILENO:

- Identificación, marcado y diámetros.

- Distintivos: ANAIP

- Ensayos (según normas UNE): identificación y aspecto. Medidas y tolerancias.

- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

GRIFERÍAS:

- Identificación, marcado y diámetros.

- Distintivos: Marca AENOR. Homologación MICT.

- Ensayos (según normas UNE): consultar a laboratorio.

- Lotes: cada 4 viviendas o equivalente.

DEPOSITO HIDRONEUMÁTICO:

- Distintivos: homologación MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

EL SOPORTE

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales, pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento y las verticales se fijarán con tacos y/o tornillos a los paramentos verticales, con una separación máxima entre ellos de 2,00 m.

Para la instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado o por el forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los paramentos, que tendrán una profundidad máxima de un canuto cuando se trate de ladrillo hueco, y el ancho no será mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así, tendrá una longitud máxima de 1 m. Cuando se practique rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros.

COMPATIBILIDAD

Se interpondrá entre los elementos de fijación y las tuberías un anillo elástico y en ningún caso se soldarán al tubo.

Para la fijación de los tubos, se evitará la utilización de acero galvanizado/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero galvanizado/yeso (incompatible)

Los collares de fijación para instalación vista serán de acero galvanizado para las tuberías de acero y de latón o cobre para las de cobre. Si se emplean collares de acero, se aislará el tubo rodeándolo de cinta adhesiva para evitar los pares electrolíticos.

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos... (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre)

En las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado, se procurará que el acero vaya primero en el sentido de circulación del agua evitando la precipitación de iones de cobre sobre el acero, formando cobre de cementación, disolviendo el acero y perforando el tubo.

Art. 5.- De la ejecución

PREPARACIÓN

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de agua fría y caliente, coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm entre la instalación de fontanería y cualquier otro tendido (eléctrico, telefónico). Al igual que evitar que los conductos de agua fría no se vean afectados por focos de calor, y si discurren paralelos a los de agua caliente, situarlos por debajo de estos y a una distancia mínima de 4 cm.

FASES DE EJECUCIÓN

El ramal de acometida, con su llave de toma colocada sobre la tubería de red de distribución, será único, derivándose a partir del tubo de alimentación los distribuidores necesarios, según el esquema de montaje. Dicha acometida deberá estar en una cámara impermeabilizada de fácil acceso, y disponer además de la llave de toma, de una llave de registro, situada en la acometida a la vía pública, y una llave de paso en la unión de la acometida con el tubo de alimentación.

En la instalación interior general, los tubos quedarán visibles en todo su recorrido, si no es posible, quedará enterrado, en una canalización de obra de fábrica rellena de arena, disponiendo de registro en sus extremos.

El contador general se situará lo más próximo a la llave de paso, en un armario conjuntamente con la llave de paso, la llave de contador y válvula de retención. En casos excepcionales se situará en una cámara bajo el nivel del suelo. Los contadores divisionarios se situarán en un armario o cuarto en planta baja, con ventilación, iluminación eléctrica, desagüe a la red de alcantarillado y seguridad para su uso.

Cada montante dispondrá de llave de paso con/sin grifo de vaciado. Las derivaciones particulares, partirán de dicho montante, junto al techo, y en todo caso, a un nivel superior al de cualquier aparato, manteniendo horizontal este nivel. De esta derivación partirán las tuberías de recorrido vertical a los aparatos.

La holgura entre tuberías y de estas con los paramentos no será inferior a 3 cm. En la instalación de agua caliente, las tuberías estarán diseñadas de forma que la pérdida de carga en tramos rectos sea inferior a 40 milicalorias por minuto sin sobrepasar 2 m/s en tuberías enterradas o galerías. Se aislará la tubería con coquillas de espumas elastoméricas en los casos que proceda, y se instalarán de forma que se permita su libre dilatación con fijaciones elásticas.

Las tuberías de la instalación procurarán seguir un trazado de aspecto limpio y ordenado por zonas accesibles para facilitar su reparación y mantenimiento, dispuestas de forma paralela o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre si, que permita así evitar puntos de acumulación de aire.

La colocación de la red de distribución de A:C:S se hará siempre con pendientes que eviten la formación de bolsas de aire.

Para todos los conductos se realizarán las rozas cuando sean empotrados para posteriormente fijar los tubos con pastas de cemento o yeso, o se sujetarán y fijarán los conductos vistos, todo ello de forma que se garantice un nivel de aislamiento al ruido de 35 dBA.

Una vez realizada toda la instalación se interconectarán hidráulica y eléctricamente todos los elementos que la forman, y se montarán los elementos de control, regulación y accesorios.

En el caso de existencia de grupo de elevación, el equipo de presión se situará en planta sótano o baja, y su recipiente auxiliar tendrá un volumen tal que no produzca paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes.

Las instalaciones que dispongan de descalcificadores tendrán un dispositivo aprobado por el Ministerio de Industria, que evite el retorno. Y si se instala en un calentador, tomar precauciones para evitar sobrepresiones.

ACABADOS

Una vez terminada la ejecución, las redes de distribución deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Posteriormente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de A.C.S se medirá el pH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5.

Control y aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Instalación general del edificio.

ACOMETIDA:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Llave de paso, alojada en cámara impermeabilizada en el interior del edificio.
- Contador general y llave general en el interior del edificio, alojados en cámara de impermeabilización y con desagüe.

TUBO DE ALIMENTACIÓN Y GRUPO DE PRESIÓN:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Tubo de igual diámetro que el de la acometida, a ser posible aéreo.
- Grupo de presión de marca y modelo especificado y depósito hidroneumático homologado por el Ministerio de Industria.
- Equipo de bombeo, marca, modelo caudal presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Se atenderá específicamente a la fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

BATERÍA DE CONTADORES DIVISIONARIOS:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Batería para contadores divisionarios: tipo conforme a Norma Básica de instalaciones de agua.
- Local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico.
- Estará separado de otras centralizaciones de contadores (gas, electricidad)

INSTALACIÓN PARTICULAR DEL EDIFICIO.

MONTANTES:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.
- En caso de instalación de antiarrietes, estarán colocados en extremos de montantes y llevarán asociada llave de corte.
- Diámetro y material especificados (montantes).
- Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.
- Posición paralela o normal a los elementos estructurales.
- Comprobación de las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

DERIVACIÓN PARTICULAR:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.
- Llaves de paso en locales húmedos.
- Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm.
- Diámetros y materiales especificados.
- Tuberías de acero galvanizado, en el caso de ir empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.
- Tuberías de cobre, recibida con grapas de latón. La unión con galvanizado mediante manguitos de latón. Protección, en el caso de ir empotradas.
- Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

GRIFERÍA:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Verificación con especificaciones de proyecto.
- Colocación correcta con junta de aprieto.

Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Cumple las especificaciones de proyecto.
- Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso.
- Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.
- En cuartos de baño, se respetan los volúmenes de prohibición y protección.
- Disposición de llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos.

PRUEBAS DE SERVICIO:

Instalación general del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones.

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.
- Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos. Nivel de agua/aire en el depósito. Lectura de presiones y verificación de caudales. Comprobación del funcionamiento de válvulas.

Instalación particular del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones.

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO:

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Simultaneidad de consumo.
- Caudal en el punto más alejado.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se colocarán tapones que cierren las salidas de agua de las conducciones hasta la recepción de los aparatos sanitarios y grifería, con el fin de evitar inundaciones.

Art. 6.- Medición y abono

Las tuberías y aislamientos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorios, todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soportes para tuberías, y la protección en su caso cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación se medirán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

5.4 APARATOS SANITARIOS

Elementos de servicio de distintas formas, materiales y acabados para la higiene y limpieza. Cuentan con suministro de agua fría y caliente mediante grifería y están conectados a la red de saneamiento.

Art. 7.- De los componentes

PRODUCTOS CONSTITUYENTES

Bañeras, platos de ducha, lavabos, inodoros, bidés, vertederos, urinarios colocados de diferentes maneras, e incluidos los sistemas de fijación utilizados para garantizar su estabilidad contra el vuelco, y su resistencia necesaria a cargas estáticas.

Estos a su vez podrán ser de diferentes materiales: porcelana, porcelana vitrificada, acrílicos, fundición, chapa de acero esmaltada...

CONTROL Y ACEPTACIÓN

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

APARATOS SANITARIOS:

- Identificación. Tipos. Características.

- Verificar con especificaciones de proyecto, y la no-existencia de manchas, bordes desportillados, falta de esmalte, ni otros defectos en las superficies lisas, verificar un color uniforme y una textura lisa en toda su superficie.

- Comprobar que llevan incorporada la marca del fabricante, y que esta será visible aún después de la colocación del aparato.

- Distintivos: Marca AENOR. Homologación MICT.

- Ensayos: consultar a laboratorio.

EL SOPORTE

El soporte en algunos casos será el paramento horizontal, siendo el pavimento terminado para los inodoros, vertederos, bidés y lavabos con pie; y el forjado limpio y nivelado para bañeras y platos de ducha.

El soporte será el paramento vertical ya revestido para el caso de sanitarios suspendidos (inodoro, bidé y lavabo)

El soporte de fregaderos y lavabos encastrados será el propio mueble o meseta.

En todos los casos los aparatos sanitarios irán fijados a dichos soportes sólidamente con las fijaciones suministradas por el fabricante y rejuntados con silicona neutra.

COMPATIBILIDAD

No habrá contacto entre el posible material de fundición o planchas de acero de los aparatos sanitarios con yeso.

Art. 8.- De la ejecución

PREPARACIÓN

Se preparará el soporte, y se ejecutarán las instalaciones de agua fría- caliente y saneamiento, como previos a la colocación de los aparatos sanitarios y posterior colocación de griferías.

Se mantendrá la protección o se protegerán los aparatos sanitarios para no dañarlos durante el montaje.

Se comprobará que la colocación y el espacio de todos los aparatos sanitarios coinciden con el proyecto, y se procederá al marcado por Instalador autorizado de dicha ubicación y sus sistemas de sujeción.

FASES DE EJECUCIÓN

Los aparatos sanitarios se fijarán al soporte horizontal o vertical con las fijaciones suministradas por el fabricante, y dichas uniones se sellarán con silicona neutra o pasta selladora, al igual que las juntas de unión con la grifería.

Los aparatos metálicos, tendrán instalada la toma de tierra con cable de cobre desnudo, para la conexión equipotencial eléctrica.

Las válvulas de desagüe se solaparán a los aparatos sanitarios interponiendo doble anillo de caucho o neopreno para asegurar la estanquidad.

Los aparatos sanitarios que se alimentan de la distribución de agua, esta deberá verter libremente a una distancia mínima de 20 mm por encima del borde superior de la cubeta, o del nivel máximo del rebosadero.

Los mecanismos de alimentación de cisternas, que conlleven un tubo de vertido hasta la parte inferior del depósito, deberán incorporar un orificio antisifón u otro dispositivo eficaz antiretorno.

Una vez montados los aparatos sanitarios, se montarán sus griferías y se conectarán con la instalación de fontanería y con la red de saneamiento.

ACABADOS

Todos los aparatos sanitarios quedarán nivelados en ambas direcciones en la posición prevista y fijados solidariamente a sus elementos soporte.

Quedará garantizada la estanquidad de las conexiones, con el conducto de evacuación.

Los grifos quedarán ajustados mediante roscas. (junta de aprieto)

El nivel definitivo de la bañera será en correcto para el alicatado, y la holgura entre revestimiento- bañera no será superior a 1,5 mm, que se sellará con silicona neutra.

CONTROL Y ACEPTACIÓN

Puntos de observación durante la ejecución de la obra:

Aparatos sanitarios:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Verificación con especificaciones de proyecto.
- Unión correcta con junta de aprieto entre el aparato sanitario y la grifería.
- Fijación de aparatos

Durante la ejecución de se tendrán en cuenta las siguientes tolerancias:

- En bañeras y duchas: horizontalidad 1 mm/m
- En lavabo y fregadero: nivel 10 mm y caída frontal respecto al plano horizontal $< \delta = 5$ mm.
- Inodoros, bidés y vertederos: nivel 10 mm y horizontalidad 2 mm

Conservación hasta la recepción de las obras

Todos los aparatos sanitarios, permanecerán precintados o en su caso se precintarán evitando su utilización y protegiéndolos de materiales agresivos, impactos, humedad y suciedad.

Art. 9.- Medición y abono

Se medirá y valorará por unidad de aparato sanitario, completamente terminada su instalación incluidas ayudas de albañilería y fijaciones, y sin incluir grifería ni desagües.

7. CONDICIONES DE INDOLE TECNICA. TUBERIAS, VALVULERIA Y ACCESORIOS.

Los materiales empleados en las canalizaciones de las instalaciones serán los indicados a continuación:

- a) Conducción de combustibles líquidos: acero o cobre y sus aleaciones. Para estas canalizaciones no se empleará aluminio.
- b) Conducciones de gas: para los gases se emplearán las tuberías indicadas en su Reglamentación específica.
- c) Conducciones de agua caliente, agua refrigerada o vapor a baja presión: serán de cobre, latón, acero negro soldado o estirado sin soldadura. Cuando la temperatura no sobrepase los 53°C se podrá utilizar hierro galvanizado o tubería de plástico homologada. Para agua caliente sanitaria no se admitirán conducciones de acero soldado.

d) Conducciones de agua para refrigeración de condensadores: se podrán utilizar los mismos materiales que para agua caliente, enfriada o vapor a baja presión si el circuito es cerrado. Si es abierto no se empleará tubo de acero negro salvo que haya equipo de tratamiento anticorrosivo de agua. Tanto si el circuito es cerrado como si es abierto se podrá utilizar tubería de plástico homologada.

e) Alimentación de agua fría: Tubos de acero galvanizado, cobre o plástico (PVC o polietileno).

f) Instalación frigorífica. Las tuberías para instalaciones frigoríficas cumplirán la MI-IF 005 del Reglamento de Seguridad para Plantas e instalaciones Frigoríficas.

Los tubos de acero negro, soldado o estirado sin soldadura tendrán como mínimo la calidad marcada por las normas UNE 19040 ó 19041. Los accesorios serán de fundición maleable. Cuando se empleen tubos estirados de cobre responderá a las calidades mínimas exigidas en las normas UNE 37107.37116.37117.37131.37141.

Los elementos de anclaje y guiado de las tuberías serán incombustibles y robustos (el uso de la madera y del alambre como soportes deberá limitarse al periodo de montaje). Los elementos para soportar tuberías resistirán colocados en forma similar a como van a ir situados en obra, las cargas que se indican en la Tabla 4 de la Norma UNE 100-152-88. Estas cargas se aplicarán en el centro de la superficie de apoyo que teóricamente va a estar en contacto con la tubería.

Se utilizarán dilatadores de fuelle o dilatadores de tipo lira. Los dilatadores de tipo lira serán de acero dulce o de cobre cuando la tubería sea de cobre.

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm. En cualquier caso permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente.

Serán estancas, interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 kPa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 kPa deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que puede estar sometida.

Las válvulas y grifos, hasta un diámetro nominal de 50 mm. estarán construidos en bronce o latón.

Las válvulas de más de 50 mm de diámetro nominal serán de fundición y bronce o de bronce cuando la presión que van a soportar no sea superior a 400 kPa y de acero o de acero y bronce para presiones mayores.

Los espesores mínimos de metal, de los accesorios para embridar o roscar serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a que hayan de estar sometidos.

Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Los accesorios soldados podrán utilizarse para tuberías de diámetro comprendidos entre 10 y 600 mm. Estarán proyectados y fabricados de modo que tengan, por lo menos resistencia igual a la de la tubería sin costura a la cual van a ser unidos.

Para tuberías de acero forjado o fundido hasta 50 mm. se admiten accesorios roscados.

Donde se requieran accesorios especiales, éstos reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al vapor de suministro en servicio.

El depósito de expansión será metálico o de otro material estanco y resistente a los esfuerzos que va a soportar.

En el caso de que el depósito de expansión sea metálico, deberá ir protegido contra la corrosión.

El depósito de expansión estará cerrado, salvo la ventilación y el rebosadero que existirán en los sistemas de vaso de expansión abierto.

La ventilación del depósito de expansión se realizará por su parte superior, de forma que se asegure que la presión dentro del mismo es la atmosférica. Esta comunicación del depósito con la atmósfera podrá realizarse también a través del rebosadero, disponiendo en el mismo una comunicación directa con la atmósfera que no quede por debajo de la cota máxima del depósito.

En las instalaciones con depósito de expansión cerrado, éste deberá soportar una presión hidráulica igual, por lo menos, a vez y media de la que tenga que soportar en régimen, con un mínimo de 300 kPa sin que se aprecien fugas, exudaciones o deformaciones.

Los vasos de expansión cerrados que tengan asegurada la presión por colchón de aire deberán tener una membrana elástica, que impida la disolución de aquel en el agua. Tendrá timbrada la máxima presión que pueden soportar, que en ningún caso será inferior a la de regulación de la válvula de seguridad de la instalación reducida al mismo nivel.

8. CONDICIONES DE INDOLE TECNICA. CONDUCTOS DE AIRE Y ACCESORIOS.

Cualquiera que sea el tipo de conductos para aire, éstos estarán formados por materiales que no propaguen el fuego, ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio y que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que pueden producirse como consecuencia de su trabajo.

Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas. Soportarán, sin deformarse ni deteriorarse, 250°C de temperatura.

Los conductos de escayola se usarán únicamente en casos justificados. Estarán contruidos en escayola de primera calidad y armados con un tejido adecuado que evite su agrietamiento.

El espesor de la escayola será uniforme en cada uno de sus planos y las superficies serán planas con un terminado liso.

Los accesorios y las curvas se harán sobre moldes. Las curvas se harán en dos mitades que se unirán después de que se haya quitado el molde.

Las aberturas realizadas en los conductos, para inspección, o para colocación de accesorios, terminarán en cerco de madera, perfectamente anclado al conducto.

En los conductos en que, por su trabajo, se prevean condensaciones, sus superficies estarán impermeabilizadas. El mismo tratamiento se dará cuando estén destinados a conducir aire con una humedad relativa superior al 75%.

Los conductos llevarán refuerzos de madera o alambre galvanizado en el sentido longitudinal del conducto, a una distancia entre sí no superior a 15 cm.

Los conductos podrán ser de chapa de acero galvanizada, aluminio, cobre o sus aleaciones o acero inoxidable.

Se recomienda la adopción de las normas UNE 100.101, UNE 100.102 y UNE 100.103 para todo lo referente a dimensiones normalizadas, espesores, tipos, uniones, refuerzos y soportes.

Los conductos de fibra de vidrio podrán emplearse en instalaciones de calefacción o acondicionamiento de aire siempre que se construya de acuerdo con la norma UNE 100.105.

Podrá utilizarse, con aprobación del Director de Obra, conductos de obra civil o de otros materiales, siempre que tenga resistencia y propiedades similares a las de los indicados y cumplan con las condiciones exigidas a los conductos.

Las curvas, en lo posible, tendrán un radio mínimo de curvatura igual a vez y media la dimensión del conducto en la dirección de radio. Cuando esto no sea posible, se colocarán álabes directores. La longitud y forma de los álabes serán las adecuadas para que la velocidad del aire en la curva sea sensiblemente la misma en toda la sección. Como norma, su longitud será igual, por lo menos, a dos veces la distancia entre álabes. Los álabes estarán fijos y no vibrarán el paso del aire.

Salvo casos excepcionales, las piezas de unión entre tramos de distinta forma geométrica tendrán las caras con un ángulo de inclinación, con relación al eje del conducto, no superior a 15°. Este ángulo, en las proximidades de rejillas de salida, se recomienda que no sea superior a 3°.

Se exceptúan los conductos en alta velocidad.

Las compuertas de tipo mariposa tendrán sus palas unidas rígidamente al vástago de forma que no vibren ni originen ruidos.

El ancho de cada pala de una compuerta en la dimensión perpendicular a su eje de giro no será superior a 30 cm. Cuando el conducto tenga una dimensión mayor, se colocarán compuertas múltiples accionadas con un solo mando.

En las compuertas múltiples, las hojas adyacentes girarán en sentido contrario para evitar que en su compuerta se formen direcciones de aire privilegiadas, distintas a la del eje del conducto.

Las compuertas tendrán una inclinación exterior que permita conocer su posición abierta o cerrada.

Cuando la compuerta requiera un cierre estanco, se dispondrá en sus bordes los elementos elásticos necesarios para conseguirlo.

Las compuertas para regulación manual tendrán los dispositivos necesarios para que puedan fijarse en cualquier posición.

Cuando las compuertas sean de accionamiento mecánico, sus ejes girarán sobre cojinetes de bronce o antifricción.

Las rejillas de toma de aire exterior serán de un material inoxidable o protegido contra la corrosión y estarán diseñadas para impedir la entrada de gotas de agua de lluvia en el interior de los conductos, siempre que la velocidad del aire a través de los vanos no supere 3 m/s.

Su construcción será robusta y sus piezas no entrarán en vibración ni producirán ruidos al paso del aire.

Las rejillas o difusores para distribución de aire en los locales serán de un material inoxidable o protegido contra la corrosión. Los fabricantes deberán dar, para distintas presiones antes de rejilla o difusor, los siguientes datos:

- Dimensión y distribución del dardo.
- Caudal de aire.
- Velocidad en el centro o en un punto fácilmente identificable de la rejilla o difusor.
- Nivel sonoro, medido en el centro de una habitación de 3 x 3 x 2,50 m. con las paredes terminadas en enlucido de yeso. Se recomienda que el nivel de presión sonora se de en dB o en N.C. (Ref. 20 uPa).

Los datos facilitados en la documentación podrán tener una tolerancia del 5%.

Se adoptarán los siguientes criterios para la medición del material de los conductos de aire:

- Por cada curva se considerará un incremento de 1 metro lineal de conducto de la misma sección que el tramo considerado.
- Al medir el desarrollo de los conductos se considerará:
 - En conductos de chapa:
 - Desarrollo para la medición = perímetro interior + 10 mm.

- En conductos de fibra de vidrio y materiales de espesor similar:

Desarrollo para la medición = perímetro interior + 20 mm.

- No se considerarán otros conceptos en la medición, como pueden ser embocaduras, o suplementos por pérdidas de material. Estos conceptos deben incluirse en el precio del material.

9. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conducente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se les puede atribuir, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de la maquinaria. La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea de difícil reparación cualquier error cometido en el montaje, o en las zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería.

El montaje de la instalación se ajustará a los planos y condiciones del proyecto. Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en esos planos o condiciones se solicitará el permiso del director de obra. Igualmente, la sustitución por otros de los aparatos indicados en el proyecto y oferta deberá ser aprobada por el director de la obra.

Durante la instalación, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo. Una vez terminado el montaje se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto exterior como interiormente.

La limpieza interior de radiadores, baterías, calderas, enfriadoras, tuberías, etc., se realizará con disoluciones químicas para eliminar el aceite y la grasa principalmente. Todas las válvulas, motores, aparatos, etc., se montarán de forma que sean fácilmente accesibles para su conservación, reparación o sustitución.

Los envoltentes metálicos o protecciones se asegurarán firmemente pero al mismo tiempo serán fácilmente desmontables.

Su construcción y sujeción será tal que no se produzcan vibraciones o ruidos molestos.

En la sala de máquinas se instalará un gráfico, fácilmente visible, en el que, esquemáticamente se presente la instalación con indicación de las válvulas, manómetros, etc.. Cada aparato de maniobra o de control llevará una placa metálica para ser identificado

fácilmente en el esquema mencionado. Se recomienda que los aparatos de medida lleven indicados los valores entre los que normalmente se han de mover los valores por ellos medidos.

Las conducciones estarán identificadas mediante colores normalizados según la Norma UNE 100100, con indicación del sentido del flujo que circula por ellas.

La concepción de la red general de distribución de agua será tal que pueda permitirse dejar de suministrar a determinadas zonas o partes de los consumidores sin que quede afectado el servicio del resto, y efectuar reparaciones en circuitos parciales sin anular el suministro al resto.

Se tendrá especial cuidado en la concepción de la red cuando existan zonas o edificios con distintos horarios y hábitos de ocupación de uso.

Todas las bancadas de aparatos en movimiento se proyectarán provistas de un amortiguador elástico que impida la transmisión de vibraciones a la estructura.

En las instalaciones de agua caliente sanitaria se instalarán, si las características del agua lo aconsejan, equipos de tratamiento de aguas que eviten la corrosión y la obturación.

En las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria se elegirán los materiales de los diversos aparatos y accesorios de forma que no se produzcan pares electroquímicos que favorezcan la corrosión, especialmente en zonas con agua o vapor a presión.

La red de distribución de agua caliente o refrigerada estará organizada de forma que la instalación de cualquier unidad de consumo pueda conectarse o aislarse de la red general del edificio desde el exterior a la unidad y de tal forma que cada usuario pueda regular o suprimir el servicio a sus locales.

La acometida a cada unidad de consumo permitirá siempre instalar un contador individual a cada usuario.

Las conexiones de los aparatos y equipos a las redes de tuberías se harán de forma que no exista interacción mecánica entre aparato y tubería, exceptuando las bombas en línea y no debiendo transmitirse al equipo ningún esfuerzo mecánico a través de la conexión procedente de la tubería.

Toda conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

Los escapes de vapor de agua estarán orientados en condiciones tales que no puedan ocasionar accidentes.

Las válvulas de seguridad de cualquier tipo de caldera deberán estar dispuestas de forma que por medio de canalización adecuada el vapor o agua que por aquellas puede salir sea conducido directamente a la atmósfera debiendo ser visible su salida en la sala de máquinas.

Tanto en agua caliente sanitaria como refrigerada existirá siempre una válvula entre generador y red de ida y otra entre el generador y la red de retorno, de forma que pueda ser desconectado el equipo generador sin necesidad de tener que vaciar previamente la instalación.

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

La holgura entre tuberías o entre éstas y los paramentos, una vez colocado el aislamiento necesario, no será inferior a 3 cm.

La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del director de la obra de edificación.

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en su sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

En los tubos de acero soldado las curvas se harán de forma que las costuras queden en la fibra neutra de la curva. En caso de que existan una curva y una contracurva, situada en planos distintos, ambos se realizarán con tubo de acero sin soldadura.

En ningún caso la sección de la tubería en las curvas será inferior a la sección en tramo recto.

En las alineaciones rectas, las desviaciones serán inferiores al 2 por mil.

Las tuberías por agua caliente o refrigerada irán colocadas de manera que no se formen en ellas bolsas de aire. Para la evacuación del aire hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, los tramos horizontales deberán tener una pendiente mínima del 0,5 % cuando la circulación sea por gravedad o del 0,2% cuando la circulación sea forzada. Estas pendientes se mantendrán en frío y en caliente. Cuando debido a las características de la obra haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de tubería inmediatamente superior al necesario.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores y con preferencia en el sentido de circulación del agua.

Los apoyos de las tuberías, en general serán los suficientes para que, una vez calorifugadas, no se produzcan flechas superiores al 2 por mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, intercambiadores, bombas etc.

La sujeción se hará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento tales como curvas. Cuando, por razones de diversa índole, sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los elementos de sujeción y de guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicarán el aislamiento de la misma.

Las distancias entre soportes para tuberías de acero serán como máximo las indicadas en la Tabla 2 de la Norma UNE 100-152-88.

Existirá al menos un soporte entre cada dos uniones de tuberías y con preferencia se colocarán estos al lado de cada unión de dos tramos de tubería.

Los tubos de cobre llevarán elementos de soporte, a una distancia no superior a la indicada en la Tabla 3 de la Norma UNE 100-152-88.

Los soportes de madera o alambre serán admisibles únicamente durante la colocación de la tubería, pero deberán ser sustituidos por las piezas indicadas en estas prescripciones.

Los soportes tendrán la forma adecuada para ser anclados a la obra de fábrica o a dados situados en el suelo.

Se evitará anclar la tubería a paredes con espesor menor de 8 cm. pero en el caso de que fuese preciso, los soportes irán anclados a la pared por medio de tacos de madera y otro material apropiado.

Los soportes de las canalizaciones verticales sujetarán la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados colocar o quitar la tubería, con un movimiento incluso perpendicular al eje de la misma.

Cuando exista peligro de corrosión de los soportes de tuberías enterradas, estos y las guías deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

La tubería estará anclada de modo que los movimientos sean absorbidos por las juntas de dilatación y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes, serán lo suficientemente robustos para resistir cualquier empuje normal.

Los anclajes de la tubería serán suficientes para soportar el peso de las presiones no compensadas y los esfuerzos de expansión. Para tuberías de vapor deberán estar sobredimensionadas por un coeficiente de seguridad de 10 con objeto de prevenir los efectos de la corrosión.

Es aconsejable que sean galvanizadas y se evitará que cualquier parte metálica del anclaje esté en contacto con el suelo de una galería de conducción.

Los colectores se portarán debidamente y en ningún caso deben descansar sobre generadores u otros aparatos.

Queda prohibido el soldado de la tubería a los soportes o elementos de sujeción o anclaje.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc., se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada, no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm de la parte superior de los pavimentos.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con objeto de reducir al mínimo el número de uniones.

En las conducciones para vapor a baja presión, agua caliente, agua refrigerada, las uniones se realizarán por medio de piezas de unión, manguitos o curvas, de fundición maleable, bridas o soldaduras.

Los manguitos de reducción en tramos horizontales serán excéntricos y enrasados por la generatriz superior.

En las uniones soldadas en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

Antes de efectuar una unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que puedan haberse formado al cortar o aterrarar los tubos.

Cuando las uniones se hagan con bridas, se interpondrá entre ellas una junta de amianto en las canalizaciones por agua caliente refrigerada y vapor a baja presión.

Las uniones con bridas, visibles, o cuando sean previsibles condensaciones, se aislarán de forma que su inspección sea fácil.

Al realizar la unión de dos tuberías no se forzarán éstas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc...

Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramientos de uniones mecánicas.

Solamente se autorizan canalizaciones enterradas o empotradas cuando el estudio del terreno o medio que rodea la tubería asegure su no agresividad o se prevea la correspondiente protección contra la corrosión.

No se admitirá el contacto de tuberías de acero con yeso.

Las canalizaciones ocultas en la albañilería, si la naturaleza de ésta no permite su empotramiento, irán alojadas en cámaras ventiladas, tomando medidas adecuadas (pintura, aislamiento con barrera para vapor, etc...) cuando las características del lugar sean propicias a la formación de condensaciones en las tuberías de calefacción, cuando éstas están frías.

Las tuberías empotradas y ocultas en forjados deberán disponer de un adecuado tratamiento anticorrosivo y estar envueltas con una protección adecuada, debiendo estar

suficientemente resuelta la libre dilatación de la tubería y el contacto de ésta con los materiales de construcción.

Se evitará en lo posible la utilización de materiales diferentes en una canalización, de manera que no se formen pares galvánicos. Cuando ello fuese necesario, se aislarán eléctricamente uno de otros, o se hará una protección catódica adecuada.

Las tuberías ocultas en terreno deberán disponer de una adecuada protección anticorrosiva, recomendándose que discurran por zanjas rodeadas de arena lavada o inerte, además del tratamiento anticorrosivo, o por galerías. En cualquier caso deberán preverse los suficientes registros y el adecuado trazado de pendiente para desagüe y purga.

Para compensar las dilataciones se dispondrán liras, dilatadores lineales o elementos análogos, o se utilizará el amplio margen que se tiene con los cambios de dirección, dando curvas con un radio superior a cinco veces el diámetro de la tubería.

Las liras y curvas de dilatación serán del mismo material que la tubería. Sus longitudes serán las especificadas al hablar de materiales y las distancias entre ellas serán tales que las tensiones en las fibras mas tensadas no sean superiores a 80 MPa, en cualquier estado térmico de la instalación. Los dilatadores no obstaculizarán la eliminación del aire y vaciado de la instalación.

Los elementos dilatadores irán colocados de forma que permitan a las tuberías dilatarse con movimientos en la dirección de su propio eje, sin que se originen esfuerzos transversales. Se colocarán guías junto a los elementos de dilatación.

Se dispondrá del número de elementos de dilatación necesario para que la posición de los aparatos a que van conectados no se vea afectada, ni estar éstos sometidos a esfuerzos indebidos como consecuencia de los movimientos de dilatación de las tuberías.

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 elimine con la purga. Esta conducción irá en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible.

Se colocarán además purgas, automáticas o manuales, en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías o aparatos en lo que por su disposición fuesen previsibles.

Todos los filtros de malla y/o tela metálica que se instalen en circuitos de agua con el propósito de proteger los aparatos de la suciedad acumulada durante el montaje, deberán ser retirados una vez terminada de modo satisfactorio la limpieza del circuito.

Las bombas de circulación se habrán dimensionado sin tener en cuenta la pérdida de carga proporcionada por las mallas de los filtros.

De esta obligación quedan exentos aquellos filtros que eventualmente se instalen para protección de válvulas automáticas en circuitos de vapor de agua, así como aquellos de arena o diatomeas, instalados en la acometida de agua de alimentación, o en paralelo para limpieza de las bandejas de las torres de refrigeración.

Las tuberías no estarán en contacto con ninguna conducción de energía eléctrica o de telecomunicación, con el fin de evitar los efectos de corrosión que una derivación pueda ocasionar, debiendo preverse siempre una distancia mínima de 30 cm. a las conducciones eléctricas y de 3 cm. a las tuberías de gas mas cercanas desde el exterior de la tubería o del aislamiento si lo hubiere.

Se tendrá especial cuidado en que las canalizaciones de agua fría o refrigerada no sean calentadas por las canalizaciones de vapor o agua caliente, bien por radiación directa o por conducción a través de soportes, debiéndose prever siempre una distancia mínima de 25 cm. entre exteriores de tuberías, salvo que vayan aisladas.

Las tuberías no atravesarán chimeneas, conductos de aire acondicionado ni chimeneas de ventilación.

Se recomienda no instalar ninguna válvula con su vástago por debajo de plano horizontal que contiene el eje de la tubería.

Todas las válvulas serán fácilmente accesibles.

Se recomienda disponer una tubería de derivación con sus llaves, rodeando a aquellos elementos básicos, como válvulas de control, etc., que se puedan averiar y necesiten ser retirados de la red de tuberías para su reparación y mantenimiento.

Se recomienda utilizar el siguiente tipo de válvulas, según la función que van a desempeñar:

- Aislamiento: Válvulas de bola, de asiento o mariposa.
- Regulación: Válvulas de asiento de aguja.
- Vaciado: Grifos o válvulas de macho.
- Purgadores: Válvulas de aguja inoxidable.

No existirá ninguna válvula ni elemento que pueda aislar las válvulas de seguridad de las tuberías o recipientes a que sirven.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación queda en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedarán bien alineados, y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapezoidales.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por la tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará preferentemente al suelo y no a las paredes.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30°C.

La bomba y su motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficientes para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista será conducido al desagüe correspondiente. En todo caso, el goteo del presaestopas, cuando debe existir, será visible.

Los elementos de control y regulación serán los apropiados para los campos de temperaturas, humedades, presiones, etc... en que normalmente va a trabajar la instalación.

Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que en indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular, sin que esta indicación pueda estar afectada por fenómenos extraños a la magnitud que se quiere medir o controlar.

De acuerdo con esto, los termómetros y termostatos de ambiente estarán suficientemente alejados de las unidades terminales para que ni la radiación directa de ellos, ni el aire tratado afecten directamente a los elementos sensibles del aparato.

Los termómetros, termostatos, hidrómetros y manómetros, deberán poder dejarse fuera de servicio y sustituirse con el equipo en marcha.

Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

En cada instalación de agua existirá un circuito de alimentación que dispondrá de una válvula de retención y otra de corte antes de la conexión a la instalación, recomendándose además la instalación de un filtro.

La alimentación de agua podrá realizarse al depósito de expansión o a una tubería de retorno.

El vaso de expansión podrá ser abierto o cerrado. No se emplearán vasos de expansión cerrados con colchón de aire en contacto directo con el agua del vaso.

La situación relativa de la bomba, conexión a expansión y generador será tal que durante el funcionamiento no quede ningún punto de la instalación en depresión y se facilite la evacuación de una eventual burbuja de aire o vapor.

Cuando se emplee vaso de expansión abierto, es recomendable la secuencia generador-vaso de expansión-bomba.

Estos vasos irán calorifugados y no expuestos a congelación y colocados en lugar accesible en todo momento al personal encargado del mantenimiento. El dispositivo de rebose estará diseñado especialmente para evitar la congelación del agua en su interior cuando exista esta posibilidad por el tipo de clima. En este caso se recomienda instalar el vaso con circulación. En cualquier caso la instalación estará equipada con un dispositivo que permita comprobar en todo momento el nivel de agua de la instalación.

En caso de utilizarse vaso de expansión cerrado este debe colocarse preferentemente en la aspiración de la bomba, teniendo especial cuidado de que la conexión al vaso se haga de forma que se evite la formación de una bolsa de aire en el mismo.

En caso de que existan varios generadores, podrá hacerse la conexión al tubo de expansión, a través de un colector común, cuya sección será la calculada por la fórmula anterior, en la que P será la suma de las potencias de los generadores.

Podrá existir una válvula entre el generador y el depósito de expansión siempre que ésta válvula sea de tres vías y esté colocada de forma que al incomunicar el generador con el depósito de expansión, quede automáticamente aquél en comunicación con la atmósfera.

En el caso de que existan varios generadores, será preceptivo poner una válvula de tres vías, como la mencionada en el párrafo anterior, entre cada uno y el colector común de unión al depósito de expansión.

Para unión de los generadores y el depósito de expansión podrá utilizarse un tramo común de la red de distribución, siempre y cuando este tramo tenga el diámetro adecuado y que entre el y los generadores no existan más que las válvulas de tres vías admitidas en este apartado.

En caso de vaso de expansión cerrado, el diámetro interior de la tubería de conexión al vaso será como mínimo de 20 mm y el diámetro de la tubería de conexión de las válvulas de seguridad será el especificado para conexión al vaso de expansión abierto.

Las superficies de calefacción se colocarán de acuerdo con los planos del proyecto y con los detalles de colocación dados en éste.

Antes de cada superficie de calefacción se pondrá una válvula de asiento de doble reglaje (uno de ellos no accesible a los usuarios) para regulación del circuito y del calor emitido por el elemento calefactor.

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.

Todas las válvulas de las superficies de calefacción serán fácilmente accesibles.

Cuando las superficies de calefacción estén situadas junto a un cerramiento exterior, se recomienda poner, entre la superficie de calefacción y el muro exterior, un aislamiento de un material apropiado cuya conductancia sea, como máximo de 1,5 W/m²C.

En ningún caso se debilitará el aislamiento del cerramiento exterior por la ubicación en hornacina de la superficie de calefacción.

Los radiadores se colocarán, como mínimo a 4 cm de la pared y a 15 cm del suelo.

En radiadores tipo panel, la distancia a la pared podrá ser de 2,5 m.

Si se coloca un radiador en un nicho, o se le recubre con un envolvente, se tendrá la precaución de que entre la parte superior del radiador y el techo del nicho o de la envoltura exista una distancia mínima de 5 cm. así como entre los laterales del nicho o del

envolvente y el radiador. En cualquier caso deberán existir aberturas en la parte alta y baja de la envolvente como mínimo de 5 cm. de altura para facilitar la convección natural.

En este caso, además, el acuerdo ente la pared del fondo y el techo se hará de forma que tienda a facilitar la salida de aire situado detrás del radiador. La envolvente del radiador permitirá el fácil acceso a llaves y purgadores.

El radiador permanecerá sensiblemente horizontal apoyado sobre, todas sus patas o apoyos, cualesquiera que sean las condiciones en que funcione. No ejercerá esfuerzo alguno sobre las canalizaciones. Los radiadores de hasta 10 elementos o 50 cm de longitud tendrán dos apoyos o cuelgues, y por cada 50 cm de longitud o fracción tendrán un elemento mas de cuelgue o apoyo.

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 que eviten el completo llenado del radiador o impidan la buena circulación del agua a través del mismo, en caso contrario cada radiador dispondrá de un purgador automático o manual.

En el caso de convectores la distancia entre la parte inferior de los tubos de aletas del convector y la parte inferior de la abertura de entrada de aire, deberá ser de 15 cm.

Cuando los convectores vayan sujetos a la pared esta sujeción estará hecha por medio de pernos anclados a la misma, que pasarán a través de perforaciones realizadas en la chapa posterior del armazón del convector, cuando ésta exista.

Si el convector va colocado en un nicho, la placa frontal tendrá cubrejuntas para cubrir la junta entre el convector y la pared.

Se evitará que circule aire entre la chapa posterior y la pared, para la cual se calafeteará o rellenará el espacio entre la chapa posterior del convector y la pared, al menos en los laterales y en la parte alta de este espacio.

Para los zócalos radiadores se colocará un soporte cada 80 cm como mínimo.

La distancia mínima entre la parte inferior de las aletas de los tubos y el suelo será de 10 cm.

En cuanto a los tubos de aletas si se hallan próximos al suelo, la distancia mínima de las aletas al pavimento será de 15 cm.

Cuando los tubos de aletas vayan empotrados en el suelo guardarán la distancia anterior con relación al fondo de la zanja. En este caso se recomienda disponer de dos zanjas paralelas comunicadas entre si por la parte inferior del tabique que las separa. En

una de ellas se situará el tubo de aletas y la otra servirá para facilitar la circulación de aire a través de aquel. Ambas zanjas irán tapadas con rejillas desmontables del mismo tipo.

Para la colocación de aerotermos, además de las normas generales para los radiadores, se tendrán en cuenta las siguientes:

a) Se anclarán en las paredes o al techo de forma que su sujeción dependa únicamente de estos anclajes y no se confíe en absoluto a la rigidez que le puedan dar las tuberías. Al conectarlos a éstas no se originarán esfuerzos suplementarios ni se variará la posición que tenía en unitermo anclado.

b) Las unidades se colocarán de modo que el aire caliente roce las paredes frías, sin chocar directamente contra ellas. Se recomienda colocarlos de manera que el ángulo formado por la proyección horizontal de la corriente de aire caliente y la pared fría sea de unos 30° como máximo.

c) Cuando varios unitermos se coloquen en un recinto muy espacioso deberán situarse de tal manera que la corriente de aire de cada uno coincida con la adyacente, formándose una corriente circulatoria general.

d) En los talleres grandes con cubiertas muy frías, tales como las de "diente de sierra" o en almacenes situados en el piso superior de los edificios de las fábricas, las unidades deberán colocarse de modo que la corriente circulatoria de aire producida tenga el menor recorrido posible. Se recomienda para estos casos utilizar los convectores con toma de aire inferior.

e) Los unitermos en general no deberán montarse a alturas mayores que las indicadas en las instrucciones del fabricante. Para conseguir un funcionamiento económico, las unidades deberán montarse todo lo bajas que le permitan las tuberías del recinto en que se instalen, pero no tanto que la corriente del aire caliente moleste a los ocupantes del mismo. Es recomendable situar la toma de aire de retorno del aparato a unos 30 cm del suelo.

En los paneles radiantes por tubos empotrados, se recubrirán todos los tubos con mortero de cemento no agresivo (después del ensayo de estanqueidad), con un espesor mínimo de 2 cm.

El cintrado de los tubos podrá hacerse en frío, cuando el radio de curvatura del cintrado sea por lo menos cinco veces el diámetro de la tubería.

Estos tubos se probarán una presión de 3 MPa, antes de ser recubiertos.

Cuando se utilicen como calefacción permanente radiadores de infrarrojos se colocarán como mínimo a 2 m de las personas y de cualquier cuerpo combustible.

Llevarán un soporte metálico y una pantalla reflectante.

Los radiadores de gas llevarán válvula de seguridad preferentemente dispositivo de encendido a distancia.

10. OBSERVACIONES

El técnico competente no será responsable, ante la Entidad Propietaria, de la demora de los Organismos Competentes en la tramitación del proyecto ni de la tardanza de su aprobación. La gestión de la tramitación se considera ajena al Técnico competente.

La orden de comienzo de la obra será indicada por el Sr. Propietario, quién responderá de ello si no dispone de los permisos correspondientes.

Los documentos del Proyecto redactados por el técnico competente que suscribe, y el conjunto de normas y condiciones que figuran en el presente Pliego de condiciones, y también las que, de acuerdo con éste, sean de aplicación en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", constituyen el Contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, las cuales se obligan a dirimir todas las divergencias que hasta su total cumplimiento pudieran surgir, por amigables componedores y preferentemente por el Director de obra de los Trabajos.

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, ACS Y VENTILACIÓN PARA 68 VIVIENDAS:

Pamplona, 29 Abril 2010.

Firmado: Ignacio Ibáñez Puy



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACION DE CALEFACCION, ACS Y VENTILACION
PARA 68 VIVIENDAS.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Ignacio Ibáñez Puy.

Pablo Palacios.

Pamplona, 29 de Abril de 2010.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1.	OBJETO Y PROPIEDAD.....	2.
2.	REDACTOR DEL ESTUDIO.....	2.
3.	PRESUPUESTO Y PLAZO PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	2.
4.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO.....	3.
5.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....	3.
6.	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA.....	4.
7.	CONSIDERACIÓN GENERAL DE RIESGOS.....	5.
8.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES SEGÚN LAS TAREAS...	6.
9.	APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	8.
10.	BOTIQUÍN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	9.
11.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	9.
12.	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	9.
13.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	10.
14.	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	11.
15.	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	12.
16.	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	13.
17.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	14.
18.	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	14.
19.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	14.
	- ANEXO: REAL DECRETO 1627/1.997 ANEXO IV.....	15.

1. OBJETO Y PROPIEDAD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se redacta, como aplicación del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El estudio establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, durante la realización de la instalación, así como es también una información útil para efectuar los posteriores trabajos de mantenimiento de la misma, en las debidas condiciones de seguridad y salud.

La obra que se va a realizar es la “Instalación de Calefacción, ACS y Ventilación para 68 viviendas en Nuevo Artica”, Pamplona (Navarra).

2. REDACTOR DEL ESTUDIO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, ha sido redactado por el Ingeniero Técnico Industrial Ignacio Ibáñez Puy.

3. PRESUPUESTO Y PLAZO DE LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

El precio de ejecución material de la instalación es de doscientos sesenta y tres mil ochocientos ventiocho con cincuenta y cinco euros (263.828,55 €), según se observa en el presupuesto desglosado que acompaña a este proyecto.

El plazo estimado de realización de la instalación es de 30 días laborales con 12 operarios en el lugar de trabajo.

4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO

Se ha desarrollado un Estudio Básico de Seguridad y Salud, en lugar de un Estudio de Seguridad y Salud, porque en aplicación del punto 2 del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, en la obra no se dan ninguno de estos cuatro casos:

1. El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto, sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €). Esto se comprueba en el apartado del presupuesto incluido en este proyecto.
2. La duración de la obra sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
3. La suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra, sea superior a 500 días.
4. Se trate de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

5. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra, objeto de este Estudio Básico de seguridad y Salud, consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar posteriormente la actividad de:

Ejecución de instalación de calefacción, ACS y ventilación para 2 edificios de 34 viviendas con producción centralizada.

TIPO DE OBRA: Instalación.

PROYECTISTA: Ignacio Ibáñez Puy.

COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE PROYECTO: Ignacio Ibáñez Puy.

DATOS DE LA OBRA: Se trata de 2 edificios de viviendas de idéntica construcción con 34 viviendas en cada uno, para formar un total de 68 viviendas.

Cada edificio tiene 8 Plantas (cuatro viviendas por planta) más 1 Ático (2 viviendas por ático), además de planta Baja (Locales comerciales) y planta Cubierta (Instalación Solar). Común a los dos edificios se encuentran el Sótano -1 (sala de calderas, trasteros y garaje) y el Sótano -2 (garaje y trasteros)

DIRECCION /POBLACION: Calle María Dominguez. Nuevo Artica, Pamplona (Navarra).

La descripción más detallada de las obras, así como los planos correspondientes, se encuentran en el proyecto que se completa con este Estudio Básico de Seguridad y Salud, (documento CALCULOS y PLANOS), por lo tanto no se considera oportuno extenderse más sobre este tema.

6. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA

A continuación se realiza una enumeración de la legislación aplicable en la obra, en materia de seguridad y salud.

La no aparición de alguna norma en materia de seguridad y salud en el listado, no exime de la obligatoriedad de su cumplimiento.

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D. 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención en el sector de las obras de construcción.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de Abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 664/1997 de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997 de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de Noviembre, de aproximación de las legislaciones sobre seguridad en las máquinas.
- Aparatos elevadores para obras B.O.E. 14-05-77.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Seguridad y Salud de los trabajadores.

7. CONSIDERACIÓN GENERAL DE RIESGOS

RIESGOS DERIVADOS DEL EMPLAZAMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIO PARA SU DESARROLLO.

No se deduce un nivel de riesgos superior al normal en este aspecto ya que el lugar donde se va a realizar la reforma, no tiene problemas de acceso o de topografía.

TIPOLOGÍA DE RIESGOS Y PELIGROSIDAD DERIVADA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.

- Por sus características naturales:

No se prevé ningún tipo de riesgo específico desde el aspecto topográfico.

- Por sus características urbanas:

Los riesgos propios de cualquier obra de estas características.

RIESGOS CONDICIONADOS POR EL PRESUPUESTO Y EL PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.

En el presupuesto de las obras y en el pliego de condiciones del proyecto, se recogen partidas presupuestarias y necesidad de establecer todo tipo de medidas de seguridad. Además el plazo de ejecución puede considerarse perfectamente normal. Por tanto no se dan especiales riesgos condicionados por una limitación económica o un plazo de ejecución extremadamente breve, circunstancias estas que aumentan considerablemente el riesgo de accidentes.

8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES SEGÚN LAS TAREAS

A continuación se ofrece una relación de los riesgos más frecuentes en la ejecución de una instalación de calefacción y gas en un edificio de nueva construcción, las medidas preventivas y las protecciones individuales a emplear en dicha ejecución:

<i>RIESGOS</i>	<i>MEDIDAS PREVENTIVAS</i>	<i>PROTECCIONES INDIVIDUALES</i>
Caída de operarios al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Orden y limpieza en las superficies de paso. - Evitar derrames. - Evacuación de escombros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Casco de seguridad.
Caída de operarios a distinto nivel	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas, protecciones. - Andamios adecuados. - Escaleras auxiliares adecuadas. - Tableros o planchas en huecos horizontales. - Pasos o pasarelas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinturones de seguridad.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Protección o mallas para evitar la caída de objetos. - Evacuación de escombros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cascos de seguridad homologados.
Caída de objetos en manipulación	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de equipamiento auxiliar apropiado para el desplazamiento de cargas. - Protecciones o mallas para evitar la caída de objetos. - Uso de la maquinaria por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad homologados.
Caída de objetos desprendidos	<ul style="list-style-type: none"> - Protecciones o mallas para evitar la caída de objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad homologados.
Choque contra objetos inmóviles	<ul style="list-style-type: none"> - Orden y limpieza en las superficies de paso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad homologados.
Choque ó golpes contra objetos móviles	<ul style="list-style-type: none"> - Plataformas de descarga de material. - Establecer zonas de paso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de Seguridad. - Cascos de seguridad. - Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
Golpes-cortes por objetos o herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar el área de trabajo de las máquinas y de las zonas de tránsito. - Cumplimiento de las máquinas o de la reglamentación sobre seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad. - Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
Proyección de fragmentos o partículas, líquidos y gases.	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento adecuado de la maquinaria. - Carcasas o resguardo de protección de partes móviles de máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad. - Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. - Gafas o pantallas de seguridad. - Trajes aislantes.
Atrapamiento entre objetos y aplastamientos	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar el área de trabajo de las máquinas y las áreas de tránsito. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Cascos de seguridad.

	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras de protección contra caídas de objetos en vehículos. - Topes de aplazamiento de vehículos. 	
Atropamiento por vuelco de máquinas o vehículos	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras de protección contra vuelcos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinturones de seguridad.
Lesiones y/o cortes en las manos	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento adecuado de la maquinaria. - Uso de maquinaria por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
Lesiones y/o cortes en los pies	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento adecuado de la maquinaria. - Uso de maquinaria por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Botas o calzado de seguridad.
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Información sobre la masa de elementos a transportar. - Equipos adecuados de transporte de material. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinturones lumbares.
Cuerpos extraños en los ojos	<ul style="list-style-type: none"> - Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gafas de seguridad.
Exposición a temperaturas ambientales extremas y contactos térmicos	<ul style="list-style-type: none"> - Control de las condiciones ambientales de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trajes aislantes. - Guantes de protección frente a contactos térmicos. - Pantallas de protección frente a elevadas temperaturas.
Contactos eléctricos (directos o indirectos)	<ul style="list-style-type: none"> - Banquetas aislantes de temperatura. - Pértigas - Herramientas manuales con aislamiento de seguridad para trabajos eléctricos. - Protecciones fijas o móviles con dispositivos de enclavamiento. - Pórticos limitadores de galibo. - Medios auxiliares de topografía (cintas, jalones, miras...) dieléctricos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guantes aislantes de electricidad. - Calzado de seguridad. - Casco de seguridad. - Gafas de seguridad.
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilación. - Sustitución de las sustancias nocivas o tóxicas por otras que no lo sean. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mascarillas autofiltrantes. - Equipos de respiración autónomos o semiautónomos.
Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de maquinaria por personal autorizado. - Mantenimiento de la maquinaria en buen estado. - Organización de los materiales en la obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guantes de protección frente a agresivos químicos. - Trajes de protección. - Pantallas o gafas de protección. - Calzados se seguridad.
Exposiciones de radiaciones y derivados de soldaduras	<ul style="list-style-type: none"> - Realización de trabajos de soldadura por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pantallas oculares filtrantes para soldadura. - Traje de protección frente a radiaciones.
Quemaduras	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de maquinaria por personal autorizado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calzado de seguridad. - Guantes de protección. - Ropa de trabajo.

Incendios.	<ul style="list-style-type: none"> - Extintores. - Bocas de incendio equipadas. - Columnas hidrantes exteriores. - Detectores automáticos de incendios. - Sistemas fijos de extinción. - Plan de emergencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trajes ignífugos.
Atropellos o golpes con vehículos	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar zonas de tránsito de personas y vehículos. - Señales visuales y/o acústicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinturón de seguridad
Ruido, contaminación acústica	<ul style="list-style-type: none"> - Información sobre emisión. - Pantallas de protección. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protectores auditivos.
Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Información sobre emisión. - Bancadas, amortiguadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guantes y botas especiales frente a vibraciones.
Mala Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> - Luz suficiente. - Iluminación de seguridad. 	
Fatiga	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos para transporte de material adecuado. - Espacio de trabajo suficiente. - Periodos de descanso. 	

9. APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

Mientras duren los trabajos los operarios deberán llevar casco de protección, así como guantes de obra.

Las zonas donde se vayan realizando los trabajos se acotarán mediante vallas metálicas y señalizaciones, evitando así el tránsito de personal no autorizado. También se señalarán las zonas de salida de vehículos de transporte, y resto de maquinarias, garantizándose una velocidad de circulación adecuada para minimizar el posible riesgo a peatones o vehículos.

Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.

Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.

Se realizarán turnos adecuados entre los operarios para garantizar periodos de descanso suficientes.

Se instalará una caseta de obra para el personal que dispondrá de todos los servicios necesarios, como son taquillas individuales, lavabos e inodoros.

10. BOTIQUÍN Y PRIMEROS AUXILIOS

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

Se deberá disponer de un teléfono de fácil acceso junto al cual debe existir un cartel en el que aparezcan de forma clara y precisa los teléfonos de los servicios de urgencia.

Además se atenderán a todas y cada una de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras según el Anexo IV del Real Decreto 1627/197 de 24 de Octubre, y que se adjunta a continuación.

11. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá incluir el Plan de Seguridad y Salud.

12. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

13. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

14. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- 1) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- 2) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
 - 3) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
 - 4) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

15. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- 1) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

- 2) Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- 3) Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- 4) Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 5) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
- 6) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- 7) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

16. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

17. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

18. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

19. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Se adjunta el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997:

- *Parte A: disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en obras*
- *Parte B: disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.*
- *Parte C: disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.*

ANEXO:

ANEXO IV. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y DE SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS

Parte A: disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en obras

Observación preliminar:

Las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Ámbito de aplicación de la parte A:

La presente parte del anexo será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

2. Estabilidad y solidez:

- a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
- b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

3. Instalaciones de suministro y reparto de energía:

- a) La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.
En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- c) El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

4. Vías y salidas de emergencia:

- a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
- b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
- c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto

485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

f) En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

5. Ventilación:

a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

6. Exposición a riesgos particulares:

a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

7. Temperatura:

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

8. Iluminación:

a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

9. Puertas y portones:

- a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.
- e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

10. Vías de circulación y zonas peligrosas:

- a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.
- c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.
- d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

11. Muelles y rampas de carga:

- a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.
- b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

12. Espacio de trabajo:

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

13. Primeros auxilios:

- a) Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.
- b) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- c) Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- d) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

14. Servicios higiénicos:

- a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

- b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

- c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

- d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

15. Locales de descanso o de alojamiento:

- a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

- b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- c) Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- d) Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento. Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.
- e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

16. Mujeres embarazadas y madres lactantes:

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

17. Trabajadores minusválidos:

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

18. Disposiciones varias:

- a) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

Parte B: disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.

Observación preliminar:

Las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Estabilidad y solidez.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

2. Puertas de emergencia.

- a) Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.
- b) Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puertas giratorias.

3. Ventilación.

- a) En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.
- b) Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

4. Temperatura.

- a) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.
- b) Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

5. Suelos, paredes y techos de los locales.

- a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.
- b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.
- c) Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros o bien estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

6. Ventanas y vanos de iluminación cenital.

- a) Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.
- b) Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

7. Puertas y portones.

- a) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- b) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- c) Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- d) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

8. Vías de circulación.

Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

9. Escaleras mecánicas y cintas rodantes.

Las escaleras mecánicas y las cintas rodantes deberán funcionar de manera segura y disponer de todos los dispositivos de seguridad necesarios. En particular deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso.

10. Dimensiones y volumen de aire de los locales.

Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o su bienestar.

Parte C: disposiciones mínimas específicas relativas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

Observación preliminar:

Las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

1. Estabilidad y solidez.

a) Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

1º El número de trabajadores que los ocupen.

2º Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.

3º Los factores externos que pudieran afectarles.

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

b) Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

2. Caídas de objetos.

a) Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.

b) Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.

c) Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

3. Caídas de altura.

a) Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

b) Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera

posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

c) La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

4. Factores atmosféricos.

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

5. Andamios y escaleras.

a) Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

b) Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

c) Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:

1º Antes de su puesta en servicio.

2º A intervalos regulares en lo sucesivo.

3º Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

d) Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.

e) Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

6. Aparatos elevadores.

a) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:

1º Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.

2º Instalarse y utilizarse correctamente.

3º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

4º Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

c) En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.

d) Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que estén destinados.

7. Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

a) Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse correctamente.

c) Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

d) Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

e) Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

8. Instalaciones, máquinas y equipos.

a) Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

b) Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.

4º Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

9. Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles.

a) Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

b) En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:

1º Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.

2º Para prevenir la irrupción accidental de agua, mediante los sistemas o medidas adecuados.

3º Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

4º Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

c) Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.

d) Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

10. Instalaciones de distribución de energía.

a) Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.

b) Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

c) Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

11. Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas.

a) Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.

b) Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

c) Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

12. Otros trabajos específicos.

a) Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.

b) En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias, en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisén inadvertidamente o caigan a través suyo.

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, ACS Y VENTILACIÓN PARA 68 VIVIENDAS:

Pamplona, 29 Abril 2010.

Firmado: Ignacio Ibáñez Puy



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACION DE CALEFACCION, ACS Y VENTILACION
PARA 68 VIVIENDAS.

PRESUPUESTO

Ignacio Ibáñez Puy.

Pablo Palacios.

Pamplona, 29 de Abril de 2010.

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1.	PRODUCCION DE CALOR.....	2.
2.	INSTALACION DE CALEFACCION.....	3.
3.	INSTALACION DE ACS.....	11.
4.	INSTALACION SOLAR.....	15.
5.	VENTILACION.....	20.
6.	MANO DE OBRA.....	22.
7.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	23.

1. PRODUCCION DE CALOR

Nº DE ORDEN	UNIDAD	CONCEPTO / REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO €	TOTAL €
CAPITULO 1		PRODUCCION CALOR			
1.1	Ud	Caldera para Gas Natural atmosférica, Marca REMEHA, modelo 310 ECO 6 elementos, de condensación y alto rendimiento, Potencia útil 65-327 Kw. y rendimiento anual del 108,9%, para una presión máxima de servicio de 6 Kg/cm². Con quemador para Gas Natural con rampa de gas interior completamente equipada, adaptado de fábrica, completamente cableado y montado.	2,00	10.225,60	20.451,20
1.2	Ud	Válvula de seguridad para el circuito primario de Calefacción, marca PNEUMATEX md. VSD4 2", tarada a 4 Bar.	2,00	129,25	258,50
1.3	Ud	Depósito acumulador de A.C.S. de 4.000 litros, con aislamiento de poliuretano flexible de 50 mm de espesor y revestimiento exterior, en acero inoxidable AISI 316 TI decapado y pasivado, llevará termostato y termómetro, con protección catódica mediante ánodos de corriente continua, para una presión de 8 Kg/cm², con boca de inspección incorporada.	1,00	2.125,75	2.125,75
1.4	Ud	Depósito de expansión cerrado, marca PNEUMATEX md. STATICO SU de capacidad 200 litros, construido con dos cuerpos de acero, con vejiga de caucho butílico, para una presión máxima de 8 Bar, temperatura máxima permanente de trabajo 70°C. y temperatura punta 100°C, conexión 2" interior.	1,00	386,10	386,10
1.5	Ud	Válvula de seguridad para el depósito de A.C.S., marca PNEUMATEX md. VSD8 1x1¼", tarada a 6 Bar.	1,00	57,75	57,75
		TOTAL CAPITULO 1. PRODUCCION CALOR.			23.279,30

2. INSTALACION DE CALEFACCION

Nº DE ORDEN	UNIDAD	CONCEPTO / REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO €	TOTAL €
CAPITULO 2		CALEFACCION			
CAPITULO 2.1		PRIMARIO CALEFACCIÓN			
2.1.1	Ud	Bomba de circulación, sencilla de rotor húmedo, marca Sedical, Md. SP 50/12-B, para una presión de trabajo PN 6 bar., para una Temperatura de -20 a120-C., trifásica a 3x400V., Conexión embreada DN 65.	2,00	455,40	910,80
2.1.2	Ud	Depósito de expansión cerrado, marca PNEUMATEX md. COMPRESSO CG 1500.6 de capacidad 1.500 litros.	1,00	2.387,00	2.387,00
2.1.3	Ud	Botella de equilibrado, fabricada a medida de hierro negro DIN 2440, para 4 entradas y 2 salidas, incluso purgador automático y bote de desaire, Aislamiento lámina SH/Armaflex e=30mm.,	1,00	693,00	693,00
2.1.4	Ud	Juego de Colectores para distribución de ida y retorno, de 8", incluso manguitos adaptadores, juegos de bridas, soldadura, p/p de calorifugado con espuma elastomérica SH/Armaflex de 30 mm. de espesor.	1,00	470,80	470,80
2.1.5	Ud	Interconexión de calderas con colectores y diferentes aparatos mediante tuberías de acero negro estirado S.S. ST 33,2 DIN 2.440, con manguitos de unión, de diferentes diámetros (2, 2½", 3", 4", 5", 6" y 8"), incluso válvulas de corte, p/p de calorifugado con espuma elastomérica SH/Armaflex de 30 mm.	1,00	1.625,80	1.625,80
2.1.6	Ud	Válvula de retención de disco de DN 80, marca GESTRA, Md. RK71/80, PN 16,	2,00	83,77	167,53
2.1.7	Ud	Válvula de equilibrado embreada de hierro fundido, con interior en ametal, DN 80, con preajuste de caudal, Marca TA, Md. 52-181-0680, con tomas de presión y dispositivo de vaciado, conexión embreada.	2,00	287,27	574,53
2.1.8	Ud	Válvula de mariposa, corte circuitos de DN 80, marca VAMEIN, Md 167PE/80, tipo Wafer, para montaje entre bridas, cuerpo de aluminio.	6,00	48,48	290,86

2.1.9	Ud	Válvula de esfera paso total de 1 ¼" y 1" marca ARCO.	6,00	20,09	120,54
2.1.10	Ud	Acoplamiento antivibratorio de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/80	2,00	90,75	181,50
2.1.11	Ud	Filtro colador tipo Y con bridas PN16, modelo FY-B/65 con cuerpo en hierro gris GG.	2,00	52,25	104,50
2.1.12	Ud	Purgador automático de aire marca SPIROTEX md. spirotop de ½".	2,00	15,95	31,90
2.1.13	Ud	Bote para desaire formado por 0,15 m de tubería de 1", incluso válvula de esfera de ½" Marca Arco.	2,00	10,45	20,90
2.1.14	Ud	Manómetro, Marca LANDIS, escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 80 mm. de diá. esfera, conexión ½".	1,00	28,60	28,60
2.1.15	Ud	Termómetro, Marca LANDIS, escala 0-120°C, 80 mm. de D. esfera, conexión ½", longitud 100 mm.	1,00	20,73	20,73
CAPITULO 2.2		CIRCUITO CALEFACCION			
2.2.1	Ud	Bomba de circulación, sencilla de rotor húmedo, marca Sedical, Md. SP 50/12-B, para una presión de trabajo PN 6 bar., para una Temperatura de -20 a120-C., trifásica a 3x400V., Conexión embreadada DN 65.	3,00	455,40	1.366,20
2.2.2	Ud	Válvula Motorizada de sector de tres vías para instalaciones de agua caliente en circuitos cerrados, de cuerpo de fundición de hierro y eje de acero inoxidable, de doble junta tórica, de conexión embreadada, con mando manual incorporado, DN 65 mm., Marca SIEMENS LANDIS Md. VXF31.65, Presión PN 10 bar, Temperatura máxima 110°C, conexión con contrabridas, con Servomotor electromecánico Marca LANDIS Md. SQX62,	2,00	469,67	939,33
2.2.3	Ud	Válvula de equilibrado embreadada de hierro fundido, con interior en ametal, DN 65, con preajuste de caudal, Marca TA, Md. 52-181-065, para Kvs 85 m3/h. con tomas de presión y dispositivo de vaciado.	3,00	173,25	519,75

2.2.4	Ud	Válvula de mariposa, corte de DN 65-2½", marca VAMEIN, Md 167PE/65, tipo Wafer, para montaje entre bridas,	15,00	27,90	418,44
2.2.5	Ud	Válvula de retención de disco de DN 65, marca GESTRA o similar, Md. RK71/65, PN 16, Cuerpo de latón, disco, platillo y muelle de acero inoxidable, colocada ente bridas en los extremos, incluso accesorios, juego de bridas.	3,00	51,36	154,08
2.2.6	Ud	Válvula de esfera paso total de 1 ¼", marca ARCO.	14,00	19,41	271,73
2.2.8	Ud	Acoplamiento antivibratorio de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/65.	6,00	83,15	498,89
2.2.9	Ud	Filtro colador tipo Y con bridas PN16, modelo FY-B/65 con cuerpo en hierro gris GG.	3,00	52,25	156,75
2.2.10	Ud	Purgador automático de aire marca SPIROTEX md. spirotop o similar de ½", incluso válvula de esfera de interceptación Arco.	3,00	15,95	47,85
2.2.11	Ud	Bote para desaire formado por 0,15 m de tubería de 1", incluso válvula de esfera de ½" Marca Arco.	3,00	10,45	31,35
2.2.12	Ud	Termomanómetro, Marca LANDIS o similar, escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 80 mm. de diá. esfera, conexión ½", incluso 3 llaves de bola de ½".	3,00	28,60	85,80
2.2.13	Ud	Termómetro, Marca LANDIS o similar, escala 0-120°C, 80 mm. de D. esfera, conexión ½", longitud 100 mm.	6,00	20,73	124,38
CAPITULO 2.3		RED DISTRIBUCION GENERAL CALEFACCIÓN			
2.3.1	MI	Tubería de acero negro soldada, de diámetro 1", DIN 2.440 (UNE 19-051), para soldar. p.p. de dilatadores Marca BOA, Md. TA colocados cada 25 m., codos, manguitos, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica SH/ARMAFLEX de 30 mm.	58,00	23,16	1.342,99
2.3.2	MI	Tubería de acero negro soldada, de diámetro 1¼", DIN 2.440 (UNE 19-051), para soldar, p.p. de dilatadores Marca BOA, Md. TA colocados cada 25 m., codos, manguitos, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica SH/ARMAFLEX de 30	24,00	24,48	587,40

		mm. de espesor.			
2.3.3	MI	Tubería de acero negro soldada, de diámetro 1½", DIN 2.440 (UNE 19-051), para soldar. p.p. de dilatadores Marca BOA, Md. TA colocados cada 25 m., codos, manguitos, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica SH/ARMAFLEX de 30 mm. de espesor,	28,00	25,19	705,32
2.3.4	MI	Tubería de acero negro soldada, de diámetro 2", DIN 2.440 (UNE 19-051), para soldar. p.p. dilatadores Marca BOA, Md. TA colocados cada 25 m., de codos, manguitos, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica SH/ARMAFLEX de 30 mm. de espesor.	16,00	25,93	414,83
2.3.5	MI	Tubería de acero negro soldada, de diámetro 2½", DIN 2.440 (UNE 19-051), para soldar. p.p. dilatadores Marca BOA, Md. TA colocados cada 25 m., de codos, manguitos, calorifugado con coquilla de espuma elastomérica SH/ARMAFLEX de 30 mm. de espesor.	270,00	29,23	7.891,29
2.3.6	Ud	Válvula de mariposa, corte circuitos en sala de calderas y circuitos de calefacción de DN 65-2½", marca VAMEIN, Md 167PE/65.	4,00	28,77	115,06
2.3.7	Ud	Válvula de esfera paso total, vaciado Instalación de Calefacción de 1", marca ARCO.	4,00	17,41	69,63
CAPITULO 2.4		RED DISTRIBUCION INDIVIDUAL CALEFACCIÓN			
2.4.1	Ud	Contador electrónico de Calorías marca LANDIS&STAEFA o similar, md. MEGATRON 2 WFN21.D111, para un caudal nominal de 1,5 m³/h. y temperatura máxima de 90 °C.	68,00	206,25	14.025,00
2.4.3	Ud	Válvula de equilibrado roscada de hierro fundido, con interior en ametal, DN 20, con preajuste de caudal, Marca TA, Md. STAD 52-151-220, para Kvs 5,70 m³/h. con tomas de presión y dispositivo de vaciado,	68,00	40,15	2.730,20
2.4.4	Ud	Válvula Detentor Kv regulable manual de doble reglaje con lectura directa del Kv, DN 20, Marca TA , Md. STK 50-007-720, para Kvs 4,5 m³/h. conexión 3/4".	68,00	17,60	1.196,80
2.4.6	Ud	Válvula de esfera paso total, de 3/4", marca ORKLI	136,00	3,85	523,60

2.4.7	Ud	Válvula de retención de disco de diámetro 3/4" DN 20, marca GESTRA o similar, Md. RB14/20, con cuerpo de latón, disco, platillo y muelle de acero inoxidable, con rosca hembra en ambos extremos PN 16.	68,00	23,10	1.570,80
2.4.8	Ud	Termostato de ambiente marca SIEMENS md. RAA40. o similar, regulación de 10° a 30°C,	68,00	11,00	748,00
2.4.9	MI	Tubería de polietileno multicapa, de diámetro 25x2,3 mm. , marca BARBI GLADIATOR.	13.600,00	2,20	29.920,00
2.4.10	MI	Tubería de polietileno multicapa, de diámetro 32x3.0 mm. marca BARBI GLADIATOR.	816,00	3,30	2.692,80
2.4.11	Ud	Colector de calefacción para empotrar en techo de vivienda, compuesto por un colector macho de ida y otro de retorno de 1 1/4" de diámetro y 36 mm entre vías, 5 vías de entrada y salida combinando piezas de diferente número de vías, llaves de corte de entrada y salida 1" diam.	2,00	67,10	134,20
2.4.12	Ud	Colector de calefacción para empotrar en techo de vivienda, compuesto por un colector macho de ida y otro de retorno de 1 1/4" de diámetro y 36 mm entre vías, 10 vías de entrada y salida combinando piezas de diferente número de vías, llaves de corte de entrada y salida 1" diam.	2,00	69,30	138,60
2.4.13	Ud	Colector de calefacción para empotrar en techo de vivienda, compuesto por un colector macho de ida y otro de retorno de 1 1/4" de diámetro y 36 mm entre vías, 9 vías de entrada y salida combinando piezas de diferente número de vías, llaves de corte de entrada y salida 1" diam.	64,00	72,60	4.646,40
2.4.14	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PC, 600/450 o similar, incluso racores de conexión de 1/2", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	36,00	42,90	1.544,40

2.4.15	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 600/300 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	130,00	46,75	6.077,50
2.4.16	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 600/450 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	30,00	47,30	1.419,00
2.4.17	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 600/600 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	6,00	48,95	293,70
2.4.18	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 600/750 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	72,00	61,60	4.435,20
2.4.19	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 600/900 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	6,00	74,80	448,80
2.4.20	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 300/900 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	18,00	46,75	841,50
2.4.21	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 300/1050 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	12,00	53,90	646,80
2.4.22	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 300/1200 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	80,00	61,60	4.928,00

2.4.23	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 300/1500 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	60,00	77,00	4.620,00
2.4.24	Ud	Radiador de panel de chapa de acero ROCA, mod. PCCP, 300/1800 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	66,00	93,50	6.171,00
2.4.25	Ud	Radiador de acero tubular ROCA, mod. HO 45/1200 o similar, incluso racores de conexión de ½", soportes, purgador manual de pitón de 1/8", tapones, juntas, pintura de acabado epoxi-poliéster en blanco.	62,00	60,50	3.751,00
2.4.26	Ud	Válvula para radiador y cabeza termostática cromada, con racord antielectrolítico, paso escuadra, marca ORKLI	624,00	17,05	10.639,20
2.4.27	Ud	Vaciado circuitos de Calefacción compuesto de válvula de corte de ½" con mando oculto Orkli	68,00	18,15	1.234,20
CAPITULO 2.5		VARIOS CALEFACCION.			
2.5.1	Ud	Sistema de llenado de la instalación compuesto de un Depósito de llenado de 300 l. de capacidad con tapa, incluso rebosadero, válvula de flotador de 1¼", grupo electrobomba centrífugo Sedical, Contador de agua fría CONTAGUA Md. JU de diámetro 15 mm., Válvulas de corte y de retención de 1¼", tuberías de acero negro de diferentes diámetros, accesorios, mano de obra de montaje, completo y colocado.	1,00	274,13	274,13
2.5.2	Ud	Válvula de esfera paso total de DN 40 marca ARCO, ORKLI	10,00	19,06	190,58
2.5.3	Ud	Válvula de retención de disco de DN 80, marca GESTRA, Md. RK71/80, PN 16, Cuerpo de latón, disco, platillo y muelle de acero inoxidable,	2,00	113,52	227,04

2.5.4	Ud	Acoplamiento para salida de gases de caldera con módulos de acero inoxidable aislada, de diámetro adecuado. marca DINAK	2,00	67,63	135,26
2.5.5	MI	Chimenea modular de acero inoxidable de doble pared y aislamiento intermedio en todo su perímetro, formada por tramos rectos de 0,95 m., marca DINAK, o similar, de diámetro interior 250 mm., incluso T de 135°, T de 90°, tapajuntas, cubreaguas, anclajes, abrazaderas y sopores murales, colector de hollín con desagüe, módulo final con salida acodada 90°, caperuza, regulador de tiro, etc.	82,00	58,67	4.811,27
2.5.6	m ²	Bancada para caldera en hormigón sobre base de corcho aglomerado de 5cm de espesor, incluso perfilera para formación de bastidor, hormigón aplicado in situ.	15,00	102,30	1.534,50
2.5.7	Ud	Soportes y anclajes con silemblocs de amortiguación, incluso, material de fijación	4,00	37,40	149,60
		TOTAL CAPITULO 2: CALEFACCION			136.069,14

3. INSTALACION ACS

Nº DE ORDEN	UNIDAD	CONCEPTO / REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO €	TOTAL €
CAPITULO 3		ACS			
CAPITULO 3.1		ACS SALA DE CALDEERAS			
3.1.1	Ud	Bomba de circulación sencilla de rotor húmedo, marca Sedical, Md. SA 40/5-B, para una presión de trabajo PN 10 bar., para una Temperatura de -20 a120·C., trifásica a 3x400V., Conexión embriada DN 40,	1,00	312,40	312,40
3.1.2	Ud	Bomba de circulación sencilla de rotor húmedo, marca Sedical, Md. SA 25/4-B, para una presión de trabajo PN 10 bar., para una Temperatura de -20 a120·C., trifásica a 3x400V., Conexión embriada DN 50,	2,00	138,05	276,10
3.1.3	Ud	Intercambiador de calor de placas desmontables marca SEDICAL, modelo UFPB-40 H, con temperatura en primario 80º/60º y secundario 10º/60ºC, con placas en agrupamientos para calentamiento de A.C.S. con agua de caldera,	1,00	760,10	760,10
3.1.4	Ud	Grupo de presión para abastecimiento, colcoado en linea homologado por la mancomunidad de aguas de Pamplona para trabajar intercalado entre la acometida y la batería de contadores, marca ITUR modelo EPV2-20/75, compuesto por un grupo de dos bombas con variadores de frecuencia para suministrar un caudal máximo de 20 m³/h a una altura de 75 m.	1,00	3.767,50	3.767,50
3.1.5	Ud	Válvula Motorizada de sector de tres vías para instalaciones de agua caliente en circuitos cerrados, de cuerpo de fundición de hierro y eje de acero inoxidable, de doble junta tórica, de conexión embriada, con mando manual incorporado, DN 80 mm., Marca SIEMENS LANDIS Md. VXF31.80, Presión PN 10 bar, Temperatura máxima 110ºC, conexión con contrabridas, con Servomotor electromecánico Marca LANDIS Md. SQX62.	1,00	566,85	566,85

3.1.6	Ud	Válvula de equilibrado embridada de hierro fundido, con interior en ametal, DN 65, con preajuste de caudal, Marca TA. Md. 52-181-065, para Kvs 85 m3/h. con tomas de presión y dispositivo de vaciado, Tipo Staf, conexión embridada	2,00	173,25	346,50
3.1.7	Ud	Válvula de retención de disco de DN 65, marca GESTRA,	1,00	51,36	51,36
3.1.8	Ud	Válvula de retención de disco de DN 25, marca GESTRA ,	1,00	26,95	26,95
3.1.9	Ud	Válvula de mariposa, corte circuitos de DN 80, marca VAMEIN, Md 167PE/80 o similar, tipo Wafer, para montaje entre bridas.	7,00	48,48	339,34
3.1.10	Ud	Válvula de mariposa, corte de DN 65-2½", marca VAMEIN, Md 167PE/65, tipo Wafer, para montaje entre bridas,	5,00	27,90	139,48
3.1.11	Ud	Válvula de esfera paso total, vaciado circuitos de calefacción, etc de 1", marca ORKLI incluso maneta, accesorios, mano de obra de montaje, completo y colocado.	7,00	7,15	50,05
3.1.12	Ud	Acoplamiento antivibratorio de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/65,	2,00	83,15	166,30
3.1.13	Ud	Acoplamiento antivibratorio de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/80,	1,00	90,75	90,75
3.1.14	Ud	Termomanómetro, Marca LANDIS, escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 80 mm. de diá. esfera, conexión ½", incluso 3 llaves de bola de ½".	2,00	28,60	57,20
3.1.15	Ud	Termómetro, Marca LANDIS, escala 0-120°C, 80 mm. de D. esfera, conexión ½", longitud 100 mm. de latón.	4,00	20,73	82,92
3.1.16	Ud	Purgador automático de aire marca SPIROTEX md. spirotop de ½", incluso válvula de esfera de interceptación Arco, Orkli de ½".	1,00	15,95	15,95
3.1.17	Ud	Bote para desaire formado por 0,15 m de tubería de 1", incluso válvula de esfera de ½" Marca Orkli	3,00	10,45	31,35

CAPITULO 3.2		RED DE DISTRIBUCION GENERAL A.C.S.			
3.2.1	MI	Tubería de Polipropileno "PP" DN 25, para una presión de 20 Atm., calorifugado con coquilla SH/ Armaflex de 30mm	195,00	8,25	1.608,75
3.2.2	MI	Tubería de Polipropileno "PP" DN 32, para una presión de 20 Atm., calorifugado con coquilla SH/ Armaflex de 30mm	85,00	8,25	701,25
3.2.3	MI	Tubería de Polipropileno "PP" DN 40, para una presión de 20 Atm., calorifugado con coquilla SH/ Armaflex de 30mm.	7,00	12,10	84,70
3.2.4	MI	Tubería de Polipropileno "PP" DN 50, para una presión de 20 Atm., calorifugado con coquilla SH/ Armaflex de 30mm.	21,00	13,20	277,20
3.2.5	MI	Tubería de Polipropileno "PP" DN 63, para una presión de 20 Atm., calorifugado con coquilla SH/ Armaflex de 30mm.	110,00	14,30	1.573,00
3.2.6	MI	Tubería de Polipropileno "PP" DN 110, para una presión de 20 Atm., calorifugado con coquilla SH/ Armaflex de 30mm.	30,00	35,75	1.072,50
3.2.7	Ud	Válvula de mariposa, corte circuitos en sala de calderas y circuitos de calefacción de DN 65-2½", marca VAMEIN, Md 167PE/65.	4,00	28,77	115,06
3.2.8	Ud	Válvula de equilibrado de hierro fundido, con interior en ametal, DN 50, con preajuste de caudal, Marca TA, Md. 52-151-250, con tomas de presión y dispositivo de vaciado, Tipo Stad, conexión roscada,	2,00	78,02	156,04
3.2.9	Ud	Válvula de esfera paso total, vaciado circuitos de calefacción, etc de 1", marca ORKLI.	4,00	7,15	28,60
CAPITULO 3.3		INSTALACION INTERIOR A.C.S.			
3.3.1	Ud	Contador Volumétrico, tipo de impulsor de turbina simple mecánica de agua fría o caliente, marca LANDIS&STAEFA o similar, md. WFU27.80, para un caudal nominal de 1,5 m³/h. y máximo de 3 m³/h., Temperatura máxima 90 °C. conexión rosca 3/4",	68,00	57,75	3.927,00

3.3.2	Ud	Válvula de esfera paso total, vaciado circuitos de ACS, de 1", marca ORKLI	136,00	7,15	972,40
3.3.3	Ud	Válvula de retención de disco de DN 25, marca GESTRA, Md. MB14/25, PN 16, Cuerpo de latón, disco, platillo y muelle de acero inoxidable,	68,00	26,95	1.832,60
		TOTAL CAPITULO 3: ACS			19.430,19

4. INSTALACION SOLAR

Nº DE ORDEN	UNIDAD	CONCEPTO / REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO €	TOTAL €
CAPITULO 4		SOLAR			
CAPITULO 4.1		PANELES SOLARES			
4.1.1	Ud	Ud de colector solar plano marca Wagner & CO Euro C20 AR, con 2,6 m ² de superficie útil, para montaje en obra en baterías de 3 y 4 colectores, incluso manguitos necesarios de conexión entre colectores, de interconexión entre colectores y entre baterías, tapones finales, piezas de anclaje a bastidor metálico, mano de obra de montaje completo y colocado.	18,00	462,00	8.316,00
4.1.2	Ud	Estructura soporte en acero galvanizado para batería de 3 captadores, especialmente diseñado para soportar 3 captadores Wagner & CO Euro C20 AR en orientación vertical, para montaje sobre cubierta plana y con barras de sujeción sobre triángulos a 45°. Incluso estructura auxiliar para levantamiento de los soportes, contrapesos de hormigón, material auxiliar, tornillería y elementos de fijación suministrados por el fabricante de los paneles.	6,00	273,90	1.643,40
4.1.3	Ud	Ud de juego de vainas de inmersión, incluso pequeño material,	2,00	27,21	54,43
4.1.4	Ud	Ud de purgador automático en latón, especial para sistemas solares, para 150°C y PN10 incluso accesorios de fijación, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	18,00	34,63	623,30
4.1.5	Ud	Ud de válvula de esfera, para 150°C y presión máxima 15 bar, DN15, cuerpo y esfera de latón OT-58 crom. Duro y prensaestopas de teflón (PTFE), incluso accesorios de conexión, pequeño material, mano de obra de colocación y pruebas.	46,00	5,50	253,00
4.1.6	l	Líquido caloportador Tyfocor G-LS o similar, en recipiente desechable de 25 L.	60,00	7,70	462,00

4.1.7	Ud	Aerotermino mural marca GREENHEIS mod. VAB-50 equipado con batería de intercambio de calor fabricada en cobre-aluminio, ventilador helicoidal silencioso con motor trifásico 220/380v. con envolvente de plancha de acero pintada.	1,00	473,00	473,00
CAPITULO 4.2		RED DISTRIBUCION PANELES SOLARES			
4.2.1	MI	Tubería de cobre rígido D13/15 estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios, tes y codos, soportes y material de soldadura.	130,00	5,12	665,67
4.2.2	MI	M.I. de tubería de cobre rígido D20/22 estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios, tes y codos, soportes y material de soldadura.	170,00	5,83	991,10
4.2.3	MI	M.I. de tubería de cobre rígido D33/35 estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios, tes y codos, soportes y material de soldadura, y mano de obra de montaje completo colocado y probado.	40,00	7,81	312,40
4.2.4	MI	M.I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca ARMAFLEX S-HT modelo SOLAR , o similar. De espesor 20 mm, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de Diámetro exterior 22mm.	130,00	13,19	1.715,29
4.2.5	MI	M.I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca ARMAFLEX S-HT modelo SOLAR , o similar. De espesor 20 mm, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de Diámetro exterior 28mm.	170,00	14,84	2.523,57
4.2.6	MI	M.I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca ARMAFLEX S-HT modelo SOLAR , o similar. De espesor 20 mm, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de Diámetro exterior 35mm.	40,00	16,49	659,56

4.2.7	Ud	Válvula de equilibrado de hierro fundido, con interior en ametal, DN 25, con preajuste de caudal, Marca TA , Md. 52-151-025, para Kvs 17 m ³ /h. con tomas de presión, Tipo Stad, conexión roscada, incluso soldadura, juntas y accesorios.	6,00	35,93	215,56
CAPITULO 4.3		SALA DE CALDERAS			
4.3.1	Ud	Vaso de expansión cerrado de membrana para una presión de trabajo de 4 bar, presión de precarga 1,5 bar, de 400 litros de capacidad, marca SEDICAL o similar, mod. S 500 incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, mano de obra de montaje completo y colocado.	1,00	815,76	815,76
4.3.2	Ud	Intercambiador de calor de placas electrosoldadas y conexiones de acero inoxidable ASI 316, con aislamiento, marca SEDICAL , modelo UFPB-21, con temperatura en primario 60º/47º, y secundario 55º/42ºC, con placas en agrupamientos para calentamiento de A.C.S. con agua de colectores solares,	1,00	310,75	310,75
4.3.3	Ud	Depósito acumulador de A.C.S. de 3.000 litros, con aislamiento de poliuretano flexible de 50 mm de espesor y revestimiento exterior, en acero inoxidable AISI 316 TI decapado y pasivado, llevará termostato y termómetro, con protección catódica mediante ánodos de corriente continua, para una presión de 8 Kg/cm ² , con boca de inspección incorporada, incluso tramo de tubería de conexión, conexiones, patas y elementos de sujeción para colocación,	2,00	2.125,75	4.251,50
4.3.4	Ud	Depósito de expansión cerrado, marca PNEUMATEX md. PWU- 400 de capacidad 400 litros, construido con dos cuerpos de acero, con vejiga de caucho butílico, para una presión máxima de 8 Bar, temperatura máxima permanente de trabajo 70ºC. y temperatura punta 100ºC, conexión 2" interior.	1,00	468,60	468,60
4.3.5	Ud	Bomba doble recirculadora centrífuga, marca Sedical modelo SPD 30/7 B, o similar, para 140ºC y 10 bares,	1,00	429,00	429,00

4.3.6	Ud	Bomba doble recirculadora centrífuga, marca Sedical modelo SPD 30/7 B, o similar, para 140°C y 10 bares.	1,00	429,00	429,00
4.3.7	Ud	Válvula de mariposa, corte circuitos de DN 80, marca VAMEIN, Md 167PE/80 o similar, tipo Wafer, para montaje entre bridas, cuerpo de aluminio,	6,00	48,48	290,86
4.3.8	Ud	Válvula de mariposa, corte de DN 65-2½", marca VAMEIN, Md 167PE/65 o similar, tipo Wafer, para montaje entre bridas, cuerpo de aluminio, Disco de fundición nodular, eje central de acero inoxidable, elastómero de EPDM, Kvs 76, temperatura máxima 120°C, para una presión de trabajo PN 10 bar, con palanca, bridas, accesorios, mano de obra de montaje, completo y colocado.	6,00	27,90	167,38
4.3.9	Ud	Válvula de zona de 3 vías con actuador eléctrico para regulación del circuito secundario, con vástago de acero inoxidable y cuerpo de latón forjado, montaje roscada en impulsión, con mando manual, DN 40 mm., Marca LANDIS Md. STC5.VGZ40, Presión PN 10 bar,	1,00	192,50	192,50
4.3.10	Ud	Acoplamiento antivibratorio de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/32.	4,00	39,60	158,40
4.3.11	Ud	Filtro colador tipo Y con bridas PN16, modelo FY-B/40 con cuerpo en hierro gris GG,	2,00	35,75	71,50
4.3.12	Ud	Válvula de equilibrado de hierro fundido, con interior en ametal, DN 32, con preajuste de caudal, Marca TA o similar, Md. 52-151-032, para Kvs 20 m³/h. con tomas de presión, Tipo Stad, conexión roscada.	2,00	43,08	86,15
4.3.13	Ud	Válvula de esfera 1 1/4" M-H, para 150°C presión máxima 15 bar, cuerpo y esfera de latón OT-58 crom.	20,00	9,45	188,98
4.3.14	Ud	Válvula de esfera 3/4" H-H, para 150°C presión máxima 15 bar, cuerpo y esfera de latón OT-58 crom	2,00	4,40	8,80

4.3.15	Ud	Válvula de esfera 1/2" H-H, para 150°C presión máxima 15 bar, cuerpo y esfera de latón OT-58 crom.	1,00	5,50	5,50
4.3.16	Ud	Válvula antirretorno 1 1/4" H-H, clapeta oscilante, cuerpo de latón, con asiento metálico, muelle de acero inoxidable, presión máxima 8 bar y temperatura máxima 110 °C,	4,00	11,00	44,00
4.3.17	Ud	Termómetro de esfera bimetálico, con conexión posterior 1/2", con sonda rígida, vainas de latón 50 mm y graduación de 0-120°C, marca CEWAL.	4,00	5,50	22,00
4.3.18	Ud	Termomanómetro, Marca LANDIS o similar, escala 0-120°C y 0-4 Bar de Presión, 80 mm. de diá. esfera, conexión 1/2", incluso 3 llaves de bola de 1/2".	4,00	28,60	114,40
4.3.19	Ud	Purgador automático de aire marca SPIROTEX md. spirotop de 1/2", incluso válvula de esfera de interceptación Arco, Orklil de 1/2".	5,00	15,95	79,75
4.3.20	Ud	Contador de calorías SIEMENS LANDIS STAEFA, para 6 m³/h con medidor de caudal por ultrasonidos para una temperatura máxima de agua de 140°C, DN 25.	1,00	248,60	248,60
TOTAL CAPITULO 4: SOLAR					27.291,69

5. VENTILACION

Nº DE ORDEN	UNIDAD	CONCEPTO / REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO €	TOTAL €
CAPITULO 5		VENTILACION			
CAPITULO 5.1		PANELES SOLARES			
5.1.1	Ud	Recuperador de calor de flujo cruzado, marca sedical, modelo PWT, para una recuperación de calor de 50%, 180Pa de pérdida de carga.	4,00	1.183,60	4.734,40
5.1.2	Ud	Soportes y anclajes con silemblocs de amortiguación.	16,00	37,40	598,40
5.1.3	Ud	Atenuador acústico marca Alder modelo Octa, de 400 mm de diámetro, realizado en chapa de acero galvanizada con embocaduras preparadas para conexionado con resto de equipos.	4,00	170,50	682,00
5.1.4	Ud	Boca de extracción higrorregulable, marca ALDER, mod. BAHIA C2, para la extracción de aire de renovación en las estancias principales de viviendas, para un caudal entre 42 y 100 m³/h.	204,00	20,90	4.263,60
5.1.5	Ud	Entrada de aire higrorregulable acústica, marca ALDER, mod. BAHIA Higo presencia 12/70/70, para la extracción de aire de renovación en las estancias principales de viviendas, para un caudal entre 12 a 70 m³/h,	134,00	35,20	4.716,80
5.1.6	Ud	Entrada de aire higrorregulable acústica, marca alder, mod. EHA, para la entrada de aire de renovación en las estancias principales de viviendas.	680,00	16,55	11.253,66
5.1.7	ml	Conducto de extracción mini oblongo en PVC con junta de goma, de 200x60 mm.,	60,00	13,75	825,00
5.1.8	MI	Conducto de extracción circular en chapa de acero galvanizada con junta de goma, de 125 mm. de diámetro, de	596,00	9,90	5.900,40

		espesor 0,8 mm.,			
5.1.9	MI	Conducto de extracción circular en chapa de acero galvanizada con junta de goma, de 315 mm. de diámetro, de espesor 0,8 mm.	510,00	19,80	10.098,00
5.1.10	MI	Conducto de extracción circular en chapa de acero galvanizada con junta de goma, de 400 mm. de diámetro, de espesor 0,8 mm.,	46,00	24,75	1.138,50
		TOTAL CAPITULO 5: VENTILACION			44.210,76

6. MANO DE OBRA

- INSTALACION CALEFACCION:

Trabajarán 6 personas, durante 30 días, 8 horas al día a 23 € la hora.

TOTAL MANO DE OBRA CALEFACCION = **33.120 €**

- INSTALACION ACS:

Trabajarán 4 personas, durante 30 días, 8 horas al día a 23 € la hora.

TOTAL MANO DE OBRA ACS = **22.080 €**

- INSTALACION SOLAR:

Trabajarán 3 personas, durante 15 días, 8 horas al día a 23 € la hora.

TOTAL MANO DE OBRA SOLAR = **8.280 €**

- INSTALACION VENTILACION:

Trabajarán 2 personas, durante 20 días, 8 horas al día a 23 € la hora.

TOTAL MANO DE OBRA VENTILACION = **7.360 €**

TOTAL MANO DE OBRA 70.840 €.

7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	PRECIO €
PRODUCCION CALOR	23.279,30
INSTALACION CALEFACCION	136.069,14
INSTALACION ACS	19.430,19
INSTALACION SOLAR	27.291,69
INSTALACION VENTILACION	44.210,76
MANO DE OBRA	70.840,00
	321.121,08 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL 321.121,08 €

Gastos generales y beneficio industrial (15%) 48.168,16 €

I.V.A. (16 %) 51.379,37 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 420.668,62 €

Honorarios Ingeniero Técnico Industrial (6%) 25.240,12 €

I.V.A. Honorarios (16 %) 4.038,42 €

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 449.947,15 €

El presupuesto general del proyecto asciende a la cantidad de **CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON QUINCE CENTIMOS.**

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, ACS Y VENTILACIÓN PARA 68 VIVIENDAS:

Pamplona, 29 Abril 2010.

Firmado: Ignacio Ibáñez Puy



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACION DE CALEFACCION, ACS Y VENTILACION
PARA 68 VIVIENDAS.

BIBLIOGRAFIA

Ignacio Ibáñez Puy.

Pablo Palacios.

Pamplona, 29 de Abril de 2010.

BIBLIOGRAFÍA

INDICE

1. INTRODUCCION.....	2.
2. NORMATIVAS.....	2.
3. LIBROS Y APUNTES.....	3.
4. PROGRAMAS INFORMATICOS.....	3.
5. CATALOGOS COMERCIALES.....	4.
6. PAGINAS WEB.....	4.

BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCION:

A lo largo de la realización del proyecto de “Instalación de Calefacción, ACS y Ventilación para 68 viviendas”, ha sido necesaria la consulta y recopilación de información de los siguientes documentos:

2. NORMATIVAS:

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE):

Destacan:

- Documento Básico HE Ahorro de Energía en sus apartados HE1 Limitación de Demanda Energética, HE2 Rendimiento de las Instalaciones Térmicas y 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 INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS (RITE) y sus INSTRUCCIONES TECNICAS.

Destacan:

- Real Decreto 1.027/2.007 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, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 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. B.O.E.: 18 de julio de 2003.

- IT 1.1.4.1. Exigencia de calidad térmica del ambiente.
- IT 1.1.4.3. Exigencia de Higiene
- IT 1.2.4.2.1. Espesores mínimos de aislamiento.

- NORMAS UNE CORRESPONDIENTES

Destacan:

- Norma UNE EN 442 para el cálculo de los emisores con DT50°.
- Norma UNE EN 60601. Reglamento Sala de Calderas.
- Norma UNE 53394, UNE 53399, UNE 53495, redes de tuberías.

3. LIBROS Y APUNTES:

Destacan:

- Curso de Instalador de Calefacción, Climatización y Agua caliente Sanitaria. (13° Edición). Francisco Galdón.
- Carrier. Climatización
- Apuntes de la asignatura de Ingeniería Térmica, 2º I.T.I. (m).
- Apuntes de la asignatura de Mecánica de Fluidos, 2º I.T.I. (m).

4. PROGRAMAS INFORMATICOS:

Destacan:

- CYPE 2010, INSTALACIONES EN EDIFICIOS.
- AUTOCAD 2008.
- TABLAS DE CÁLCULO EXCEL.
- PROGRAMA CALCULO SOLAR, KAYSUN SOLAR

5. CATALOGOS COMERCIALES:

Destacan:

- SEDICAL (bombas, intercambiadores, recuperadores,.....)
- CLIBER- REMEHA (caldera)
- Depósitos LAPESA.
- INDELCASA (Vasos expansión, válvula de seguridad)
- SIEMENS LANDIS – (regulación y control, valbulas de 3 vías)
- TA (reguladores de caudal)
- WAGNER & CO (Captadores solares)
- BAXI ROCA (radiadores),...

6. PAGINAS WEB:

- www.google.es
- www.codigotecnico.org
- www.wikipedia.com
- www.sedical.com
- www.wagner-solar.com
- www.construmatica.com
- www.soloarquitectura.com;

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN, ACS Y VENTILACIÓN PARA 68 VIVIENDAS:

Pamplona, 29 Abril 2010.

Firmado: Ignacio Ibáñez Puy