



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2016/17

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNA/O

José Pablo López López

TUTORAS/ES

Alberto Arce Ceinos

FECHA

Febrero 2017



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2016/17

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNA/O

José Pablo López López

FECHA

Febrero 2017

1 DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN COMBINADA PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR

2 DESEÑO DUN SISTEMA DE CALEFACCIÓN COMBINADA PARA UNHA VIVENDA UNIFAMILIAR

3 DESIGN OF A HEATING SYSTEAM COMBINATED FOR A SINGLE FAMILY HOME

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA.

1.1 TÍTULO DEL PROYECTO.

1.2 OBJETO Y ALCANCE.

1.3 PETICIONARIO.

1.4 EMPLAZAMIENTO.

1.5 NORMATIVA APLICABLE.

1.6 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.

1.6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

1.6.2 SITUACIÓN Y ZONA CLIMÁTICA.

1.6.3 RÉGIMEN DE USO.

1.6.4 CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES DE CÁLCULO.

1.6.4.1..... CONDICIONES EXTERIORES

1.6.5..... EDIFICIOS COLINDANTES.

1.6.6ORIENTACIÓN.

1.7 DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.

1.7.1 COMPROBACIÓN DE LA LIMITACIÓN CONDENSACIONES

1.8 CÁLCULO DEL NIVEL DE OCUPACIÓN.

1.9 NIVEL DE VENTILACIÓN.

1.10 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.

1.10.1 PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN

1.10.2 TEMPERATURA DE LOCALES NO CALEFACTADOS

1.10.3 PÉRDIDAS DE CALOR POR VENTILACIÓN.

1.10.4 RESUMEN

1.11 AGUA CALIENTE SANITARIA.

1.12 SISTEMA DE CALEFACCIÓN

1.12.1 COCINA DE LEÑA

1.12.2 CALDERA DE GASOLEO

1.12.3 SUELO RADIANTE

1.12.4 TIPO DE CONTROL Y DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

1.13 FUTUROS TRABAJOS

1.14 ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

1.15 CONCLUSIÓN

1.16 BIBLIOGRAFÍA

2.1. ANEXO 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA.

2.1.3 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA EN CERRAMIENTOS

2.1.4 FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

2.1.5 CONFORMIDAD DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

2.1.6 CONFORMIDAD DE CONDENSACIONES

2.1.7 CARGAS TÉRMICAS

2.1.8 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

2.2. INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE

2.2.2 OBJETO DEL ANEXO

2.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

2.2.4 FUENTES DE CALOR

2.2.5 TUBERÍA

2.2.6 DISTRIBUCIÓN INTERIOR

2.2.7 COLOCACIÓN DE LAS BALDOSAS

2.2.8 CAPA DE AISLAMIENTO TÉRMICO

2.2.9 CÁLCULOS

2.2.10 DEPÓSITO DE INERCIA

2.2.11 CALCULO DE LA BOMBA DE IMPULSIÓN

2.2.12 CONTROL DE LA TEMPERATURA DE IMPULSIÓN

2.2.13 PRUEBA DE LAS INSTALACIONES

2.3 CALDERAS

2.3.1 COCINA CALEFACTORA DE LEÑA

2.3.1.1.....CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

2.3.1.2FUNCIONAMIENTO

2.3.1.3..... CIRCUITO HIDRÁULICO

2.3.1.3.1.....DIAMETRO CONDUCTOS

2.3.1.3.2 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

2.3.1.3.3	VASO DE EXPANSIÓN
2.3.1.4.....	CHIMENEA
2.3.1.5.....	COMBUSTIBLE NECESARIO
2.3.2	CALDERA DE GASOLEO
2.3.2.1	MODELO SELECCIONADO. CARACTERÍSTICAS
2.3.2.2.....	CIRCUITO HIDRÁULICO
2.3.2.2.1.....	DIAMETRO DE LOS CONDUCTOS Y AISLANTES
2.3.2.3.....	CONSUMO DE GASOLEO ANUAL
2.3.2.4.....	DEPÓSITO DE GASÓLEO
2.3.3.....	INTEGRACIÓN DE LAS CALDERAS

3 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

- 3.1 PRESUPUESTO Y MEDICIONES PARCIALES
- 3.2 PRESUPUESTO Y MEDICIONES DESCOMPUESTOS
- 3.3 PRESUPUESTO TOTAL

4 PLIEGO DE CONDCIONES

- 4.1 INSTALACIONES REFERIDAS AL PLIEGO
- 4.2 CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES DE CLIMATIZACIÓN
 - 4.2.2.....GENERALIDADES
 - 4.2.3.....CONDICIONES TÉCNICAS DE CONFORT EN LA EJECUCIÓN
 - 4.2.4..... VÁLVULAS
- 4.3 RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.3.1	PRUEBAS A REALIZAR
4.3.2.....	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN
4.4	OTRAS CONSIDERACIONES
4.5	INTERPRETACIÓN
4.6	MODIFICACIONES
4.6.1.....	INTERRUPCIÓN DEL TRABAJO
4.6.2.....	REANUDACIÓN DE LOS TRABAJOS.
4.7	CONDICIONES DE SEGURIDAD
4.7.1.....	DEL PERSONAL DE LA OBRA
4.7.2.....	DEL INSTALADOR
4.7.3.....	DEL PROPIETARIO
4.7.4.....	DEL PRESENTE PLIEGO
4.8	CONDICIONES DE CONTRATACIÓN
4.8.1.....	DEL INSTALADOR
4.8.2.....	DEL CONTRATO
4.8.3.....	DEL PRESUPUESTO
4.8.4.....	RESCISIÓN DEL CONTRATO
4.9	VALORACIÓN DE LAS PARTIDAS
4.10	UNIDADES ESPECIFICADAS
4.11	ESPECIFICACIONES GENERALES

4.11.1 ASPECTOS TÉCNICOS

4.11.2Propiedades relativas al rendimiento energético

4.12 ESPECIFICACIONES MECÁNICAS: EQUIPOS FRÍO Y CALOR

4.12.1 CONDICIONES GENERALES

4.12.2DOCUMENTACIÓN

4.12.3ELEMENTOS EMISORES

4.12.4 CLIMATIZADORES

4.12.5ELEMENTOS AUXILIARES DE LOS ELEMENTOS EMISORES

4.13 CONEXIONES A APARATOS

4.13.1 GENERALES

4.13.2 CONEXIONES DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD O DE DESCARGA

4.13.3GENERACIÓN DE CALOR

4.13.4MONTAJE Y DESMONTAJE

4.14 CANALIZACIONES

4.15 VÁLVULAS

4.16 DISTRIBUCIÓN DEL AIRE

4.17 CONDUCTOS DE CHAPA

4.18 REJILLAS Y DIFUSORES

4.18.1 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

4.18.2 INFORMACIÓN TÉCNICA

4.19 REJILLAS DE TOMA Y EXPULSIÓN DE AIRE EXTERIOR

4.19.1 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

4.19.2 INSTALACIÓN

4.19.3 INFORMACIÓN TÉCNICA

4.20 AISLAMIENTOS TÉRMICOS

4.20.1 GENERALIDADES

4.20.2 MATERIALES

4.20.3 INSTALACIÓN

4.21 ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS

4.21.1 NORMATIVA

4.21.2 GENERALIDADES

4.21.3 INSTALACIÓN

4.22 ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

4.22.1 GENERALIDADES. SISTEMA Y ELEMENTOS

4.22.2 PANEL CENTRAL DE CONTROL

4.22.3 TERMÓMETROS

4.22.4 MANÓMETROS

4.23 LIBRO DE ÓRDENES

4.24 PRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE OBRA

4.24.1 PRUEBAS SEGÚN ITE 06.4.1

4.24.2	PRUEBAS HIDRÁULICAS
4.24.3	PRUEBAS DE REDES DE CONDUCTOS
4.24.4	PRUEBA DE LIBRE DILATACIÓN
4.25	COMPROBACIÓN DE TRANSFERENCIA TÉRMICA
4.26	COMPROBACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS
4.27	FUNCIONAMIENTO REGULACIÓN AUTOMÁTICA
4.28	EXIGENCIAS DE SALUBRIDAD Y CONFORTABILIDAD
4.29	EXIGENCIAS DE SEGURIDAD
4.30	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN.
4.30.1	GENERALIDADES
4.30.2	OBLIGATORIEDAD DEL MANTENIMIENTO
4.30.3	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
4.30.4	MEDIDAS EN MAQUINAS FRIGORIFICAS
4.30.5	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
4.30.6	LIBRO DE MANTENIMIENTO
4.31	ENSAYOS Y RECEPCIÓN
4.31.1	RECEPCIÓN PROVISIONAL
4.31.2	RECEPCIONES DE OBRA
4.31.3	GARANTÍAS

5 DOCUMENTO PLANOS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2016/17**

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento

MEMORIA

ÍNDICE

1. MEMORIA.	3
1.1 TÍTULO DEL PROYECTO.	3
1.2 OBJETO Y ALCANCE.	3
1.3 PETICIONARIO.	3
1.4 EMPLAZAMIENTO.	3
1.5 NORMATIVA APLICABLE.	4
1.6 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.	4
1.6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.	4
1.6.2 SITUACIÓN Y ZONA CLIMÁTICA.....	5
1.6.3 RÉGIMEN DE USO.....	6
1.6.4 CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES DE CÁLCULO.	6
1.6.4.1 CONDICIONES EXTERIORES.....	6
1.6.5 EDIFICIOS COLINDANTES.	6
1.6.6 ORIENTACIÓN.....	7
1.7 DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.	7
1.7.1 COMPROBACIÓN DE LA LIMITACIÓN CONDENSACIONES.....	8
1.8 CÁLCULO DEL NIVEL DE OCUPACIÓN.	12
1.9 NIVEL DE VENTILACIÓN.	12

1.10 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.....	13
1.10.1 PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN	13
1.10.2 TEMPERATURA DE LOCALES NO CALEFACTADOS.....	14
1.10.3 PÉRDIDAS DE CALOR POR VENTILACIÓN.	14
1.10.4 RESUMEN	15
1.11 AGUA CALIENTE SANITARIA.....	15
1.12 SISTEMA DE CALEFACCIÓN.....	16
1.12.1 COCINA DE LEÑA.....	16
1.12.2 CALDERA DE GASOLEO	17
1.12.3 SUELO RADIANTE	17
1.12.4 TIPO DE CONTROL Y DESCRIPCIÓN FUNCIONAL.....	17
1.13 FUTUROS TRABAJOS.....	17
1.14 ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	17
1.15 CONCLUSIÓN.....	18
1.16 BIBLIOGRAFÍA.....	18

1. MEMORIA.

1.1 TÍTULO DEL PROYECTO.

Diseño de un sistema combinado de calefacción para una vivienda unifamiliar.

1.2 OBJETO Y ALCANCE.

En una vivienda situada en Monforte de Lemos, se desea realizar una rehabilitación parcial, tanto del edificio como de parte de las instalaciones.

Una de ellas es la modificación y adaptación de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria. Se desea aprovechar una cocina de leña calefactora en buen estado de uso, de modo que habrá que integrarla de la forma más eficiente.

A parte de dicha cocina, se instalará una caldera convencional que sea capaz de mantener las condiciones de confort en la vivienda en caso de que no se alimente la cocina de leña. Además como una de las obras previstas es cambiar el suelo, se aprovechará para instalar suelo radiante.

1.3 PETICIONARIO.

El presente proyecto se redacta para la Escuela Politécnica Superior de Ferrol, con domicilio en la calle Mendizábal s/n, 15403 Ferrol. Con el objeto de la realización del Trabajo de Fin de Grado para la obtención de la titulación de graduado en Ingeniería Mecánica.

1.4 EMPLAZAMIENTO.

El emplazamiento de la vivienda objeto del proyecto es C/Morín 171, Monforte de Lemos 27400 (Lugo)



FIGURA 1: SITUACIÓN DE LA VIVIENDA

1.5 NORMATIVA APLICABLE.

La normativa vigente aplicable a este proyecto es la siguiente:

- CTE. Código técnico de la edificación.
- R.I.T.E Reglamento de instalaciones térmicas en edificios.
- Normas UNE.

1.6 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.

En este capítulo se describen las características arquitectónicas de la edificación y de los locales afectados por la instalación.

1.6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

La vivienda está situada en calle Morín 171 Monforte de Lemos, Provincia de Lugo. Se trata de una vivienda unifamiliar de 150 metros cuadrados repartidos en dos plantas comunicadas por una escalera interior.

En la planta baja se encuentra un hall, un distribuidor, un dormitorio doble, un baño y la cocina-comedor. La planta alta consta de un distribuidor, dos baños, dos dormitorios dobles y un dormitorio individual, así como de un desván no

acondicionado donde se situarán los acumuladores de agua necesarios para los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria.

En la siguiente tabla se detalla la distribución de la vivienda:

Local	Superficie (m ²)
Planta baja	
Distribuidor	13,71
Cocina-comedor	38,33
Aseo	4,95
Dormitorio 1	11,71
Planta alta	
Distribuidor	13,5
Dormitorio 2	9,8
Dormitorio 3	16,93
Dormitorio 4	13,41
Baño	12,72
Baño 3	3,92

FIGURA 2: DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

1.6.2 SITUACIÓN Y ZONA CLIMÁTICA.

La población en la que se ubica la vivienda, Monforte de Lemos, se encuentra en la zona climática D1 según el documento HE1 del código técnico de la edificación.

Madrid	D5	650				h < 450	h < 500	
Córdoba	B4	113		h < 150			h < 550	
Coruña, La/ A Coruña	C1	0						h < 200
Cuenca	D2	975						
Gerona/Girona	D2	143						h < 100
Granada	C3	754	h < 50		h < 350		h < 600	h < 800
Guadalajara	D3	708						
Huelva	A4	50	h < 50		h < 150	h < 350		h < 800
Huesca	D2	432						h < 200
Jaén	C4	436			h < 350		h < 750	
León	E1	346						
Lérida/Lleida	D3	131						h < 100
Logroño	D7	370						h < 200
Lugo	D1	412						
Madrid	D5	650						h < 500
Málaga	A3	0			h < 300			h < 700
Melilla	A3	130						
Murcia	B3	25			h < 100			h < 550
Orense/Ourense	D2	327					h < 150	h < 300

FIGURA 3: ZONA CLIMÁTICA DE LA VIVIENDA

1.6.3 RÉGIMEN DE USO.

Al tratarse de una vivienda de uso habitual, el régimen de uso será continuo, con producción de calefacción en invierno y A.C.S durante todo el año.

1.6.4 CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES DE CÁLCULO.

1.6.4.1 CONDICIONES EXTERIORES

Para fijar las condiciones exteriores de cálculo, seguimos el procedimiento marcado en la sección HE1 del código técnico de edificación que nos dirige a la norma UNE 100001:2001.

Como la localidad en el que se encuentra el edificio motivo del proyecto está a menor altitud con respecto al nivel del mar que su capital de provincia, cuyos datos se toman para las condiciones exteriores, no será necesario aplicar el factor de corrección.

- Temperatura media en el mes de enero 5,8°C.
- Humedad relativa media en el mes de enero de 85%.

1.6.4.2 CONDICIONES INTERIORES.

Las condiciones interiores fijadas por la RITE son las siguientes:

- Temperatura operativa de 20 a 23 °C. IT 1.1.4.1.2
- Humedad relativa de 40 a 50%. IT 1.1.4.1.2
- Velocidad media del aire de 0,1 a 0,13 m/s. IT 1.1.4.1.3

1.6.5 EDIFICIOS COLINDANTES.

Según se aprecia en el plano de emplazamiento, el edificio está ubicado en una parcela privada, estando 3 de sus fachadas en contacto con el aire exterior, mientras que la fachada de orientación sur está adosada al edificio colindante.

1.6.6 ORIENTACIÓN.

La orientación de la vivienda es la siguiente:

- Orientación este en la fachada principal.
- Orientación oeste en la fachada trasera.
- Orientación sur en la fachada medianera.
- Orientación norte en la fachada lateral.

1.7 DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.

Para obtener la transmitancia térmica de los cerramientos del edificio, seguimos las normas establecidas en el documento HE1 del CTE y en el documento DA DB-HE3 puentes térmicos. Tomamos los valores necesarios para el cálculo del documento *Catálogo de elementos constructivos del CTE*.

El método utilizado para obtener las resistencias térmicas de los cerramientos es el siguiente:

$$U = \frac{1}{R_t} \left(\frac{W}{m^2 \cdot K} \right) \quad (1)$$

$$R_t = \sum R_i \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right) \quad (2)$$

$$R_i = \frac{e}{\lambda} \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right) \quad (3)$$

Dónde:

- U: es la transmitancia del cerramiento.
- R_t : es la resistencia térmica del cerramiento.
- R_i : es la resistencia térmica de un elemento constructivo del cerramiento.
- e: espesor de un elemento constructivo en metros.
- λ : conductividad térmica del elemento constructivo en $\left(\frac{W}{m \cdot K} \right)$.

Los cálculos y resultados se encuentran detallados en el Anexo Cálculos.

1.7.1 COMPROBACIÓN DE LA LIMITACIÓN CONDENSACIONES

Para la comprobación de las condensaciones, tanto superficiales como intersticiales, necesarias según documento 2.1.3 del CTE HE1, seguimos el procedimiento descrito en el documento DA-DB-HE-2 Condensaciones, tal como se especifica.

La comprobación de las condensaciones se encuentra en el anexo.

1.7.1.1 COMPROBACIÓN DE LA LIMITACIÓN DE CONDENSACIONES SUPERFICIALES

Las condensaciones superficiales suponen un riesgo en relación a la salubridad debido a la formación de mohos. Para evitar el riesgo de aparición, debemos comprobar que en los cerramientos y puentes térmicos el factor de temperatura interior, fR_{si} , es superior al correspondiente de la tabla.

Categoría del espacio	α	Zona climática de invierno				
		A	B	C	D	E
Clase de higrometría 5	0,70	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90
Clase de higrometría 4	0,56	0,66	0,66	0,69	0,75	0,78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,42	0,50	0,52	0,56	0,61	0,64

FIGURA 4: Factor de temperatura de la superficie interior mínimo fR_{si} min

El factor de temperatura interior fR_{si} , se calcula para cada cerramiento de la siguiente forma:

$$fR_{si} = 1 - U \cdot 0,25 \quad (4)$$

Para nuestro caso, zona climático D1 y clase de higrometría 3 o inferior, se tiene que cumplir que:

$$fR_{si} > 0,61 \quad (5)$$

1.7.1.2 COMPROBACIÓN DE LA LIMITACIÓN DE CONDENSACIONES INTERSTICIALES

Las condensaciones intersticiales se producen entre las distintas capas de materiales en los cerramientos del edificio. Para evitar su aparición, se comprueba que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

El procedimiento de cálculo a seguir es, primero se obtiene la distribución de temperaturas, a continuación la distribución de presiones de vapor de saturación y por último, la distribución de presiones de vapor.

1.7.1.2.1 DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS

La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, así como de las resistencias térmicas superficiales interior R_{si} y exterior R_{se} , y de las resistencias térmicas de cada capa ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$).

El procedimiento a seguir para el cálculo de la distribución de temperaturas es el siguiente:

- a) Cálculo de la resistencia térmica total del elemento.
- b) cCálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad (6)$$

Dónde:

- θ_e : es la temperatura exterior media del mes de enero [°C].
- θ_i : es la temperatura interior definida en el apartado [°C].
- R_T : es la resistencia térmica total del cerramiento [$m^2 \cdot K/W$].
- R_{se} : es la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, en función de la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [$m^2 \cdot K/W$].

- c) cálculo de la temperatura en cada una de las capas que componen el elemento constructivo según las expresiones siguientes:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad (7)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad (8)$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad (9)$$

Dónde:

- θ_{se} : es la temperatura superficial exterior [°C].
- θ_e : es la temperatura exterior media del mes de enero [°C].
- θ_i : es la temperatura interior [°C].
- $\theta_1 \dots \theta_{n-1}$: son las temperaturas en cada capa [°C].
- $R_1, R_2 \dots R_n$: son las resistencias térmicas de cada capa [$m^2 \cdot K/W$].
- R_T : es la resistencia térmica total del elemento constructivo [$m^2 \cdot K/W$].

d) cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} :

$$\theta_{si} = \theta_n + \frac{R_{si}}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad (10)$$

Dónde:

- θ_e : es la temperatura exterior media del mes de enero [°C].
- θ_i : es la temperatura interior [°C].
- θ_n : es la temperatura en la capa n [°C];
 R_{si} : es la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, obtenida de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [$m^2 \cdot K/W$].
- R_T : es la resistencia térmica total del componente constructivo [$m^2 \cdot K/W$].

1.7.1.2.2 DISTRIBUCIÓN DE LA PRESIÓN DE VAPOR DE SATURACIÓN

A partir de la distribución de temperaturas obtenida anteriormente se puede obtener la distribución de la presión de vapor de saturación a lo largo de un muro.

1.7.1.2.3 DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN DE VAPOR

La distribución de presión de vapor a través del cerramiento se calcula mediante las siguientes expresiones:

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) \quad (11)$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) \quad (12)$$

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n)}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e) \quad (13)$$

Dónde:

- P_i : es la presión de vapor del aire interior [Pa].
- P_e : es la presión de vapor del aire exterior [Pa].
- $P_1 \dots P_{n-1}$: es la presión de vapor en cada capa n [Pa].
- $S_{d1} \dots S_{d(n)}$: es el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, calculado mediante la siguiente expresión [m].

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n \quad (14)$$

Dónde:

- μ_n : es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, obtenidos a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456.
- e_n : es el espesor de la capa n [m].

1.8 CÁLCULO DEL NIVEL DE OCUPACIÓN.

Para obtener el nivel de ocupación de la vivienda, el artículo 4.1 del DBHE nos indica una ocupación mínima de 5 personas para una vivienda de 4 dormitorios como es nuestro caso. Sin embargo determinaremos una ocupación de 2 personas por cada uno de los tres dormitorios dobles, y una persona para el dormitorio individual, lo que nos resulta una ocupación de 7 personas.

1.9 NIVEL DE VENTILACIÓN.

El nivel de ventilación calculado siguiendo lo dictado por el documento DBHS para la obtención de la calidad mínima de aire interior es el siguiente:

		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	

FIGURA 5: NIVEL DE VENTILACIÓN NECESARIO

Por lo que en este caso:

Planta baja		
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal (m3/h)
Dormitorio 1	10	36
Baño	15	54
Cocina -comedor	50	180
Planta alta		
	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal (m3/h)
Dormitorio 2	10	36
Dormitorio 3	10	36
Dormitorio 4	5	18
Baño 2	15	54
Baño 3	15	54
TOTAL		468

FIGURA 6: VENTILACIÓN MÍNIMA DE LA VIVIENDA

1.10 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.

Para determinar las cargas térmicas necesarias para mantener las distintas habitaciones a la temperatura de confort determinada por el RITE, calcularemos las pérdidas de calor por transmisión de los cerramientos, y las pérdidas por ventilación.

1.10.1 PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas térmicas por transmisión se calculan de la siguiente forma:

$$Q_t = \sum_i A_i \cdot U_i \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (13)$$

Dónde:

- A_i es el área del cerramiento en contacto con el exterior.
- U_i es la transmitancia térmica del cerramiento.
- θ_i es la temperatura interior.
- θ_e es la temperatura exterior

Debemos tener en cuenta que para conocer las pérdidas de calor por transmisión en locales calefactados en contacto con otros no calefactados, debemos calcular la temperatura de los espacios de la vivienda no calefactados.

En nuestro caso, el desván es el único local no calefactado de la vivienda.

1.10.2 TEMPERATURA DE LOCALES NO CALEFACTADOS

El método usado para para conocer ésta temperatura es realizar un balance de energía de forma estacionaria, ya que conocemos la temperatura exterior y la de los locales calefactados, es decir de todo lo que rodea a dichos espacios incluyendo los coeficientes de transmisión de calor, calculadas en el anexo, y las superficies.

$$Q_{nc} = \sum_i^n U_i \cdot S_i \cdot (t_i - t_{nc}) = \sum_j^m U_{ej} \cdot S_{ej} \cdot (t_{nc} - t_{ej}) \quad (14)$$

Donde

- Q_{nc} es la transmisión de calor al local no calefactado
- U es la transmitancia térmica
- S es la superficie de contacto
- $(t - t_{nc})$ es el salto térmico

1.10.3 PÉRDIDAS DE CALOR POR VENTILACIÓN.

La pérdida por ventilación se obtiene con el siguiente método:

$$Q_v = 0,34 \cdot \dot{v} \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (15)$$

Donde

- \dot{v} es el caudal de aire de ventilación en (m^3/h).
- θ_i es la temperatura del aire interior ($^{\circ}C$).
- θ_e es la temperatura de aire de ventilación ($^{\circ}C$).

1.10.4 RESUMEN

Las cargas térmicas calculadas son las siguientes:

Planta baja	
Ventilación	1567,35 W
Transmisión	2007,74 W
Total	3575,09 W
Planta alta	
Ventilación	1149,39 W
Transmisión	1103,01 W
Total	2252,40 W
Total vivienda	5827,49 W

FIGURA 8: RESUMEN CARGAS TÉRMICAS

1.11 AGUA CALIENTE SANITARIA.

El agua caliente sanitaria de la vivienda se producirá con el mismo sistema que la calefacción y se utilizará un tanque de acumulación. De modo que tenemos que conocer la potencia requerida para la producción de acs para seleccionar una caldera capaz de aportar calor para satisfacer con solvencia ambos sistemas.

Para el cálculo, el RITE estima un gasto diario de 28 litros por persona y día a 60°C. De modo que tendremos un gasto diario de 196 litros, por lo tanto tendremos que instalar un acumulador de 200 litros.

Para preparar el agua que entra a 10°C, consideraremos un tiempo de 8 horas para prepararla para el consumo. De modo que la potencia necesaria será:

- $\dot{m} = 25 \text{ kg/h}$
- $C_{\text{agua}} = 4,184 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- *Salto térmico* = 50°C

De modo que la potencia será de 1,452kW.

Aplicaremos un coeficiente de pérdidas del 10%, por lo que:

$$P_{ACS} = 1,6kW$$

1.12 SISTEMA DE CALEFACCIÓN.

El sistema de calefacción de esta vivienda estará formado por una cocina de leña calefactora situada en la cocina, la cual aporta calor de forma directa irradiando en el local y con una paila, que enviará agua caliente a los tanques de acumulación. Esta cocina se combinará con una caldera de condensación de gasoil y en el interior de la vivienda se contará con un sistema de suelo radiante.

1.12.1 COCINA DE LEÑA

La cocina calefactora se situará en la cocina de la vivienda, desde la cual saldrán los conductos que llevarán el agua caliente desde la paila hasta los tanques de acumulación ubicados en el desván.

Los cálculos y diseño están desarrollados en el anexo calderas.

A priori trabajando a régimen nominal, esta cocina sería capaz de mantener los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria según las condiciones calculadas, pero al tratarse de un sistema que necesita carga manual, difícilmente alcanzará tal potencia por tiempos prolongados. Por otro lado las cargas térmicas calculadas según el CTE, son demasiado optimistas, ya que no tienen en cuenta las temperaturas mínimas si no la temperatura media, por lo que podemos determinar que no será suficiente para tener un confort óptimo. Por lo que se opta por instalar una caldera convencional como apoyo.

Debido a que el propietario posee arboledas y la opción de tener leña sin comprarla a un maderista, es decir con un coste económico prácticamente nulo, todo el sistema de calefacción se centrará en aprovechar al máximo la cocina de leña reservando la caldera convencional para situaciones excepcionales en las que la propia cocina no baste o no se desee utilizarla.

1.12.2 CALDERA DE GASOLEO

Este sistema tendrá que ser capaz de mantener las condiciones óptimas el agua caliente sanitaria y la calefacción. Así mismo estará configurada de modo que si la cocina de leña está operando y esta no es capaz de mantener la temperatura, entrará en funcionamiento para complementarla y así mantener las condiciones de confort ideales.

La caldera de gasóleo y el depósito se ubicarán en un cobertizo habilitado para tal fin. Desde ese punto partirán los tubos que conducirán el agua a los tanques de acumulación.

1.12.3 SUELO RADIANTE

El diseño y cálculo del sistema de suelo radiante se encuentra en el anexo Suelo radiante.

1.12.4 TIPO DE CONTROL Y DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

El control de temperatura de las dependencias se realizará con control remoto cableado, con termostatos en cada local calefactado, que actúan sobre electroválvulas situadas en los colectores. Con este sistema un elevado confort y ahorro, al poder seleccionar individualmente la temperatura de cada estancia.

1.13 FUTUROS TRABAJOS

Algunas de las líneas por donde se podría dar continuidad a este trabajo sería la energía solar, con el fin de dar servicio al agua caliente sanitaria, diseñando este sistema de tal modo que no sea necesario disponer de la caldera de gasóleo en los meses de verano, donde la misma solo se enciende para la producción de ACS.

1.14 ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos del Proyecto, el orden de prioridad es el que viene indicado de forma general en la

UNE 157001, sin más consideraciones, es decir:

- 1-Planos
- 2-Pliego de Condiciones
- 3-Presupuesto
- 4-Memoria

1.15 CONCLUSIÓN

Como vemos, esta instalación está enfocada al uso principalmente de cocina de leña. Podemos estimar que cada día que la caldera de gasoil permanece apagada, se ahorran 19,2 litros de gasóleo. Suponiendo que la leña que consume la cocina de leña se consigue a coste cero, a fecha de febrero de 2017, se ahorran 0,902€/l, es decir 17,32 € diarios. Es necesario decir que las previsiones indican que el gasóleo continuará incrementando el precio. Lo que hace que los aproximadamente 2500 € gastados en adaptar la instalación de calefacción para integrar la antigua cocina calefactora están justificados, ya que solo se tardarían unos 110 días, en los que la caldera de gasóleo permanezca apagada, en amortizar dicha inversión.

Con lo reflejado en esta memoria y en los demás documentos, se considera que la instalación objeto de proyecto ha quedado convenientemente definida. No obstante, el técnico suscribiente queda a disposición de los organismos correspondientes para toda aquella ampliación, aclaración y/o modificación que estimen pertinente.

1.16 BIBLIOGRAFÍA

- 1. Apuntes de clase de Calor y frío
- 2. Apuntes de clase de Mecánica de fluidos
- 3. Catálogo y tarifas BAXI

4. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía. www.idae.es.
5. Reglamento de instalaciones térmicas en edificios. RITE. 2007.
6. Código Técnico de la edificación - Ahorro energético. CTE DB HE. Septiembre 2013.
7. Código Técnico de la edificación - Ahorro energético. CTE DB HE. Septiembre 2013.
8. UNE - EN 1264-1. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes.
9. Documento de Apoyo al Documento Básico. Zonificación climática en función de la radiación.
10. "Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura"
IDEA: www.idae.es.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2016/17**

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento

ANEXO 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE

2.1 ANEXO 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	2
2.1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA.....	2
2.1.3 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA EN CERRAMIENTOS	3
2.1.4 FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA.....	7
2.1.5 CONFORMIDAD DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	8
2.1.6 CONFORMIDAD DE CONDENSACIONES.....	9
2.1.7 CARGAS TÉRMICAS	10
2.1.8 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	11

2.1 ANEXO 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA.

La opción simplificada de la limitación de la demanda energética de los edificios está justificada si se cumple que el porcentaje de huecos en fachadas es igual o menor al 60% de la fachada, y los lucernarios de cubierta representan un área menor o igual al 5% de dicha cubierta. Como podemos ver a continuación, en nuestro caso el uso de la opción simplificada está justificada.

Aplicabilidad del método

Fachadas

	S. Muros	S. Huecos	S. Total	% huecos		
N	89,4	9,6	99	10%	≤	60%
E	39,04	8,96	48	19%	≤	
SE				0%	≤	
SO				0%	≤	
S	99	0	99	0%	≤	
O	38,4	9,6	48	20%	≤	
TOTAL	265,84	28,16	294	10%	≤	

Cubiertas

	S. cubierta	S. Huecos	S. Total	% huecos		
C	96,6	0	96,6	0%	≤	5%

2.1.3 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA EN CERRAMIENTOS

2.1.3.1 TRANSMITANCIA DE FACHADAS

Paramentos de fachada

Fachada principal y lateral	Fachadas compuestas por un cerramiento exterior de doble muro de ladrillo hueco de 30cm tomados con mortero en relación 1:6 de arena y cemento, enlucido por su lado exterior con mortero de cemento de 1.5cm de espesor. Cámara de 4cm con planchas de poliestireno extruido de 3cm. Ladrillo cerámico hueco de 12cm de espesor y enlucido de yeso interior de 1.5cm.				Comprobación condensaciones				
	Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor				Intersticiales				
		e	λ	R	T^a	Psat	m	Sdn	Pn
		metros	W/mK	m ² K/W	5,8	921			782,9
	Rse			0,040	6,0	936			782,9
				0,000	6,0	936	0	0,00	782,9
				0,000	6,0	936	0	0,00	782,9
	Mortero de cemento	0,015	1,350	0,011	6,1	940	60	0,90	829,4
	Tabique de ladrillo hueco	0,3	0,320	0,938	11,5	1354	10	3,00	984,5
	Camara de aire	0,15	1,000	0,150	12,3	1433	1	0,01	985,0
	Plancha de poliestireno extruido	0,03	0,038	0,789	16,9	1921	150	4,50	1217,6
	Tabique de ladrillo hueco	0,12	0,320	0,375	19,0	2199	10	1,20	1279,6
	Enlucido de yeso	0,015	0,400	0,038	19,3	2229	6	0,09	1284,3
	Rsi			0,130	23,8	2947			1284,3
Resistencia térmica	Rt = Suma Ri			m ² K/W	20,0	2335		10	1284,3
Transmitancia	U = 1 / Rt			W/m ² K					
	Condensaciones intersticiales $Psat \geq Pn$				INTERSTICIALES CUMPLE				
	Condensaciones superficiales $fRsi = 1-U \cdot 0,25 \geq fRsimin$		0,90	\geq	0,610	SUPERFICIALES CUMPLE			

Fachada trasera	Fachadas compuestas por un cerramiento exterior de ladrillo hueco de 15cm tomados con mortero en relación 1:6 de arena y cemento, enlucido por su lado exterior con mortero de cemento de 1.5cm de espesor. Cámara de 4cm con planchas de poliestireno extruido de 3cm. Ladrillo cerámico hueco de 12cm de espesor y enlucido de yeso interior de 1.5cm.				Comprobación condensaciones intersticiales					
	Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor									
		e	λ	R	R	T^a	Psat	m	Sdn	Pn
		metros	W/mK	m ² K/W	m ² K/W	5,8	921			782,9
	Rse			0,040	0,040	6,1	939			782,9
				0,000	0,000	6,1	939	0	0,00	782,9
				0,000	0,000	6,1	939	0	0,00	782,9
	Mortero de cemento	0,015	1,350	0,011	0,011	6,2	944	60	0,90	837,9
	Tabique de ladrillo hueco	0,15	0,320	0,469	0,469	9,5	1185	10	1,50	929,6
	Camara de aire	0,15	1,000	0,150	0,150	10,6	1272	1	0,01	930,2
	Plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor	0,03	0,038	0,789	0,789	16,2	1833	150	4,50	1205,4
	Tabique de ladrillo hueco triple	0,12	0,320	0,375	0,375	18,8	2169	10	1,20	1278,8
	Guarnecido y enlucido de yeso	0,015	0,400	0,038	0,038	19,1	2205	6	0,09	1284,3
	Rsi			0,130	0,130	22,8	2767			1284,3
Resistencia térmica	Rt = Suma Ri			m ² K/W	2,002	20,0	2335		8	1284,3
Transmitancia	U = 1 / Rt			W/m ² K	0,500					
	Condensaciones intersticiales $Psat \geq Pn$				INTERSTICIALES CUMPLE					
	Condensaciones superficiales $fRsi = 1-U \cdot 0,25 \geq fRsimin$		0,88	\geq	0,610	SUPERFICIALES CUMPLE				

2.1.3.2 TRANSMITANCIA EN PUENTES TÉRMICOS

Puentes térmicos

Puente térmico	Comprobación condensaciones intersticiales																																																																																																																																																									
cajón persianas	Puente térmico en cajón de persianas formado por un cerramiento exterior de ladrillo hueco de 30cm tomados con mortero en relación 1:6 de arena y cemento, enlucido por su lado exterior con mortero de cemento de 1.5cm de espesor. Cámara de 4cm con planchas de poliestireno extruido de 3cm. y caja de persiana de aluminio.																																																																																																																																																									
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor	Paramento vertical / Flujo horizontal																																																																																																																																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>e</th> <th>lamda</th> <th>R</th> <th>R</th> <th>Tª</th> <th>Psat</th> <th>m</th> <th>Sdn</th> <th>Pn</th> </tr> <tr> <th>metros</th> <th>W/mK</th> <th>m²K/W</th> <th>m²K/W</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,040</td> <td>5,8</td> <td>921</td> <td></td> <td></td> <td>782,9</td> </tr> <tr> <td>Rse</td> <td></td> <td></td> <td>0,000</td> <td>6,1</td> <td>939</td> <td></td> <td></td> <td>782,9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,011</td> <td>6,1</td> <td>939</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>782,9</td> </tr> <tr> <td>Mortero de cemento</td> <td>0,015</td> <td>1,350</td> <td>0,011</td> <td>6,2</td> <td>944</td> <td>10</td> <td>0,15</td> <td>803,8</td> </tr> <tr> <td>Tabique de ladrillo hueco</td> <td>0,3</td> <td>0,320</td> <td>0,938</td> <td>12,6</td> <td>1459</td> <td>10</td> <td>3,00</td> <td>1221,6</td> </tr> <tr> <td>Plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor</td> <td>0,03</td> <td>0,038</td> <td>0,789</td> <td>18,1</td> <td>2070</td> <td>10</td> <td>0,30</td> <td>1263,4</td> </tr> <tr> <td>Camara de aire</td> <td>0,15</td> <td>1,000</td> <td>0,150</td> <td>19,1</td> <td>2208</td> <td>1</td> <td>0,15</td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td>Chapa de aluminio de 3mm</td> <td>0,003</td> <td>230</td> <td>0,000</td> <td>19,1</td> <td>2208</td> <td>0</td> <td>0,00</td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,000</td> <td>19,1</td> <td>2208</td> <td>10</td> <td>0,00</td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,000</td> <td>19,1</td> <td>2208</td> <td>4</td> <td>0,00</td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td>Rsi</td> <td></td> <td></td> <td>0,130</td> <td>22,9</td> <td>2789</td> <td></td> <td></td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td>Resistencia tér</td> <td>Rt = Suma Ri</td> <td></td> <td>m²K/W</td> <td>20,0</td> <td>2335</td> <td></td> <td>4</td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td>Transmitancia</td> <td>U = 1 / Rt</td> <td></td> <td>W/m²K</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,486</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn</td> <td colspan="5">INTERSTICIALES CUMPLE</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin</td> <td>0,879</td> <td>≥</td> <td>0,610</td> <td colspan="2">SUPERFICIALES CUMPLE</td> </tr> </tbody> </table>	e	lamda	R	R	Tª	Psat	m	Sdn	Pn	metros	W/mK	m ² K/W	m ² K/W									0,040	5,8	921			782,9	Rse			0,000	6,1	939			782,9				0,011	6,1	939	0	0,00	782,9	Mortero de cemento	0,015	1,350	0,011	6,2	944	10	0,15	803,8	Tabique de ladrillo hueco	0,3	0,320	0,938	12,6	1459	10	3,00	1221,6	Plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor	0,03	0,038	0,789	18,1	2070	10	0,30	1263,4	Camara de aire	0,15	1,000	0,150	19,1	2208	1	0,15	1284,3	Chapa de aluminio de 3mm	0,003	230	0,000	19,1	2208	0	0,00	1284,3				0,000	19,1	2208	10	0,00	1284,3				0,000	19,1	2208	4	0,00	1284,3	Rsi			0,130	22,9	2789			1284,3	Resistencia tér	Rt = Suma Ri		m ² K/W	20,0	2335		4	1284,3	Transmitancia	U = 1 / Rt		W/m ² K					0,486	Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn				INTERSTICIALES CUMPLE					Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin				0,879	≥	0,610	SUPERFICIALES CUMPLE	
e	lamda	R	R	Tª	Psat	m	Sdn	Pn																																																																																																																																																		
metros	W/mK	m ² K/W	m ² K/W																																																																																																																																																							
			0,040	5,8	921			782,9																																																																																																																																																		
Rse			0,000	6,1	939			782,9																																																																																																																																																		
			0,011	6,1	939	0	0,00	782,9																																																																																																																																																		
Mortero de cemento	0,015	1,350	0,011	6,2	944	10	0,15	803,8																																																																																																																																																		
Tabique de ladrillo hueco	0,3	0,320	0,938	12,6	1459	10	3,00	1221,6																																																																																																																																																		
Plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor	0,03	0,038	0,789	18,1	2070	10	0,30	1263,4																																																																																																																																																		
Camara de aire	0,15	1,000	0,150	19,1	2208	1	0,15	1284,3																																																																																																																																																		
Chapa de aluminio de 3mm	0,003	230	0,000	19,1	2208	0	0,00	1284,3																																																																																																																																																		
			0,000	19,1	2208	10	0,00	1284,3																																																																																																																																																		
			0,000	19,1	2208	4	0,00	1284,3																																																																																																																																																		
Rsi			0,130	22,9	2789			1284,3																																																																																																																																																		
Resistencia tér	Rt = Suma Ri		m ² K/W	20,0	2335		4	1284,3																																																																																																																																																		
Transmitancia	U = 1 / Rt		W/m ² K					0,486																																																																																																																																																		
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn				INTERSTICIALES CUMPLE																																																																																																																																																						
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin				0,879	≥	0,610	SUPERFICIALES CUMPLE																																																																																																																																																			

Puente térmico	Comprobación condensaciones intersticiales																																																																																																																																																									
pilares	Puente térmico en pilares de fachada formado por cerramiento exterior de ladrillo hueco de 30cm tomados con mortero 1:6 de cemento y arena, enlucido por su lado exterior con mortero de cemento de 1.5cm de espesor. Planchas de poliestireno extruido de 3cm de espesor, pilar de hormigón armado de 30cm y enlucido de yeso de 1,5cm de espesor.																																																																																																																																																									
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor	Paramento vertical / Flujo horizontal																																																																																																																																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>e</th> <th>lamda</th> <th>R</th> <th>R</th> <th>Tª</th> <th>Psat</th> <th>m</th> <th>Sdn</th> <th>Pn</th> </tr> <tr> <th>metros</th> <th>W/mK</th> <th>m²K/W</th> <th>m²K/W</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,040</td> <td>5,8</td> <td>921</td> <td></td> <td></td> <td>782,9</td> </tr> <tr> <td>Rse</td> <td></td> <td></td> <td>0,000</td> <td>6,1</td> <td>938</td> <td></td> <td></td> <td>782,9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,011</td> <td>6,1</td> <td>938</td> <td>0,00</td> <td></td> <td>782,9</td> </tr> <tr> <td>Mortero de cemento</td> <td>0,015</td> <td>1,350</td> <td>0,011</td> <td>6,1</td> <td>942</td> <td>10</td> <td>0,15</td> <td>791,6</td> </tr> <tr> <td>Tabique de ladrillo hueco</td> <td>0,3</td> <td>0,320</td> <td>0,938</td> <td>12,2</td> <td>1416</td> <td>10</td> <td>3,00</td> <td>965,5</td> </tr> <tr> <td>Plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor</td> <td>0,03</td> <td>0,038</td> <td>0,789</td> <td>17,3</td> <td>1966</td> <td>80</td> <td>2,40</td> <td>1104,6</td> </tr> <tr> <td>Camara de aire</td> <td>0,15</td> <td>1,000</td> <td>0,150</td> <td>18,2</td> <td>2090</td> <td>1</td> <td>0,01</td> <td>1105,2</td> </tr> <tr> <td>Pilar de hormigón armado</td> <td>0,3</td> <td>2,500</td> <td>0,120</td> <td>19,0</td> <td>2193</td> <td>10</td> <td>3,00</td> <td>1279,1</td> </tr> <tr> <td>Guarnecido y enlucido de yeso</td> <td>0,015</td> <td>0,570</td> <td>0,026</td> <td>19,2</td> <td>2217</td> <td>6</td> <td>0,09</td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,000</td> <td>19,2</td> <td>2217</td> <td></td> <td>0,00</td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td>Rsi</td> <td></td> <td></td> <td>0,130</td> <td>23,2</td> <td>2845</td> <td></td> <td></td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td>Resistencia tér</td> <td>Rt = Suma Ri</td> <td></td> <td>m²K/W</td> <td>20,0</td> <td>2335</td> <td></td> <td>9</td> <td>1284,3</td> </tr> <tr> <td>Transmitancia</td> <td>U = 1 / Rt</td> <td></td> <td>W/m²K</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,454</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn</td> <td colspan="5">INTERSTICIALES CUMPLE</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin</td> <td>0,89</td> <td>≥</td> <td>0,610</td> <td colspan="2">SUPERFICIALES CUMPLE</td> </tr> </tbody> </table>	e	lamda	R	R	Tª	Psat	m	Sdn	Pn	metros	W/mK	m ² K/W	m ² K/W									0,040	5,8	921			782,9	Rse			0,000	6,1	938			782,9				0,011	6,1	938	0,00		782,9	Mortero de cemento	0,015	1,350	0,011	6,1	942	10	0,15	791,6	Tabique de ladrillo hueco	0,3	0,320	0,938	12,2	1416	10	3,00	965,5	Plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor	0,03	0,038	0,789	17,3	1966	80	2,40	1104,6	Camara de aire	0,15	1,000	0,150	18,2	2090	1	0,01	1105,2	Pilar de hormigón armado	0,3	2,500	0,120	19,0	2193	10	3,00	1279,1	Guarnecido y enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026	19,2	2217	6	0,09	1284,3				0,000	19,2	2217		0,00	1284,3	Rsi			0,130	23,2	2845			1284,3	Resistencia tér	Rt = Suma Ri		m ² K/W	20,0	2335		9	1284,3	Transmitancia	U = 1 / Rt		W/m ² K					0,454	Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn				INTERSTICIALES CUMPLE					Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin				0,89	≥	0,610	SUPERFICIALES CUMPLE	
e	lamda	R	R	Tª	Psat	m	Sdn	Pn																																																																																																																																																		
metros	W/mK	m ² K/W	m ² K/W																																																																																																																																																							
			0,040	5,8	921			782,9																																																																																																																																																		
Rse			0,000	6,1	938			782,9																																																																																																																																																		
			0,011	6,1	938	0,00		782,9																																																																																																																																																		
Mortero de cemento	0,015	1,350	0,011	6,1	942	10	0,15	791,6																																																																																																																																																		
Tabique de ladrillo hueco	0,3	0,320	0,938	12,2	1416	10	3,00	965,5																																																																																																																																																		
Plancha de poliestireno extruido de 3 cm de espesor	0,03	0,038	0,789	17,3	1966	80	2,40	1104,6																																																																																																																																																		
Camara de aire	0,15	1,000	0,150	18,2	2090	1	0,01	1105,2																																																																																																																																																		
Pilar de hormigón armado	0,3	2,500	0,120	19,0	2193	10	3,00	1279,1																																																																																																																																																		
Guarnecido y enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026	19,2	2217	6	0,09	1284,3																																																																																																																																																		
			0,000	19,2	2217		0,00	1284,3																																																																																																																																																		
Rsi			0,130	23,2	2845			1284,3																																																																																																																																																		
Resistencia tér	Rt = Suma Ri		m ² K/W	20,0	2335		9	1284,3																																																																																																																																																		
Transmitancia	U = 1 / Rt		W/m ² K					0,454																																																																																																																																																		
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn				INTERSTICIALES CUMPLE																																																																																																																																																						
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin				0,89	≥	0,610	SUPERFICIALES CUMPLE																																																																																																																																																			

2.1.3.3 PARTICIONES MEDIANDERAS Y EN CONTANCO CON ESPACIOS NO HABITABLES

Medianeras y particiones con espacios no habitables

Medianera con edificio colindante		Comprobación condensaciones intersticiales							
Medianera con edificio colindante, formada por cámara de aire no ventilada de 4cm con aislante térmico de plancha de poliestireno extrudido de 3cm de espesor en su interior. Ladrillo cerámico hueco de 12cm de espesor y enlucido de yeso interior de colindante 1.5cm.									
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor: Medianera									
	e	lamda	R	R	Tª	Psat	m	Sdn	Pn
	metros	W/mK	m2K/W	m2K/W					
Rse				0,130	20,0	2335		1984,8	
				0,000	20,0	2335	0,00	1984,8	
				0,000	20,0	2335	0,00	1984,8	
				0,000	20,0	2335	0,00	1984,8	
				0,000	20,0	2335	0,00	1984,8	
	Camara de aire no ventilada	0,15	0,150	0,150	20,0	2335	1	0,01	1983,6
	Plancha de poliestireno extruido de 2 cm de espesor	0,03	0,038	0,789	20,0	2335	150	4,50	1440,1
	Tabique de ladrillo hueco triple	0,12	0,320	0,375	20,0	2335	10	1,20	1295,1
	Guarnecido y enlucido de yeso	0,015	0,400	0,038	20,0	2335	6	0,09	1284,3
	Rsi			0,130	20,0	2335			1284,3
Resistencia tér	Rt = Suma Ri			m2K/W	1,612	20,0	2335	6	1284,3
Transmitancia	U = 1 / Rt			W/m2K	0,620				
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn								INTERSTICIALES CUMPLE	
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin				0,84 ≥ 0,610				SUPERFICIALES CUMPLE	

2.1.3.4 CUBIERTA Y FORJADOS DE SUELO

Cubiertas y forjados de suelo

Cubierta		Comprobación condensaciones intersticiales							
Cubierta inclinada a dos aguas compuesta por tejas de arcilla cocida sobre mortero de cemento y arena de 3cm. Aislamiento de de planchas de poliestireno extruido de 4 cm de espesor y forjado unidireccional de viga y bobedilla.									
	e	lamda	R	R	Tª	Psat	m	Sdn	Pn
	metros	W/mK	m2K/W	m2K/W					
Rse				0,040	5,8	921			782,9
				0,000	6,1	938			782,9
	Teja de arcilla cocida	0,02	1,000	0,020	6,1	938		0,00	782,9
	Mortero de cemento y arena	0,03	0,800	0,038	6,2	947	30	0,60	791,8
	Aislamiento térmico poliestireno extruido 4cm	0,04	0,038	1,053	6,5	964	10	0,30	796,2
	Camara de aire	0,01	0,150	0,150	13,6	1552	20	0,80	808,2
	Lámina asfáltica	0,4	0,570	0,702	14,6	1658	0	0,00	808,2
		0	0,000	0,000	19,3	2239	80	32,00	#####
		0	0,000	0,000	19,3	2239	0	0,00	#####
		0	0,000	0,000	19,3	2239	0	0,00	#####
	Rsi			0,100	22,3	2690			#####
Resistencia tér	Rt = Suma Ri			m2K/W	2,102	20,0	2335	34	#####
Transmitancia	U = 1 / Rt			W/m2K	0,476				
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn								INTERSTICIALES CUMPLE	
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin				0,881 ≥ 0,610				SUPERFICIALES CUMPLE	

Forj-PB		Forjado de planta baja, formado por forjado unidireccional de hormigón armado de 30cm de canto, capa de desolidarización del pavimento, capa de gravilla de 5cm de espesor, capa de mortero de cemento de 3cm y terrazo micrograno de 4cm. Bajo el forjado, capa de poliuretano proyectado de 4cm de espesor, cámara de 15cm y falso techo de escayola lisa de 5cm.		Comprobación condensaciones intersticiales					
	e metros	lamda W/mK	R m2K/W	R m2K/W	Tª	Psat	m	Sdn	Pn
Rse				0,040	5,8	921			782,9
				0,000	6,1	943			782,9
				0,000	6,1	943	0,00		782,9
				0,000	6,1	943	0,05		782,9
Aislamiento térmico poliuretano proyectado 4cm	0,04	0,032		1,250	16,7	1900	6000	240,00	939,5
Forjado unidireccional bovedillas de hormigón	0,3		0,150	0,150	18,0	2059	80	24,00	955,2
Lámina antiimpacto polietileno expandido	0,005	0,33		0,015	18,3	2106	100000	500,00	####
Capa de mortero	0,03	1,300		0,023	18,5	2132	50	1,50	####
Plaqueta sobre recrecido	0,07	2,300		0,030	18,8	2166	40	2,80	####
				0,000	18,8	2166	0	0,00	####
Rsi				0,170	22,8	2780			####
Resistencia tér	Rt = Suma Ri			m2K/W	1,679	20,0	2335	768	####
Transmitancia	U = 1 / Rt			W/m2K	0,596				
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn					INTERSTICIALES CUMPLE				
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin					0,851	≥	0,610	SUPERFICIALES CUMPLE	

2.1.3.5 CÁLCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DE HUECOS

FM fracción del hueco ocupada por el marco	0,30
U _{hv} transmitancia térmica de la parte semitransparente	3,30
U _{hm} transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario	4,00
$U_h = (1-FM)U_{hv} + FMU_{hm} =$	
	3,5

2.1.4 FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

ZONA CLIMÁTICA		D1			Baja carga interna	
Muros (U _m) y (U _{Tm})						
Tipo de elemento		Superficie A (m ²)	Tránsmitancia U (W/m ² K)	Transmisión A · U	Resultados por orientación	
N	Fachada lateral	79	0,40	31,814	ΣA =	80,40
	Caja persianas	0,6	0,49	0,292	ΣA · U =	32,65
	Pilares	1,2	0,45	0,544	U _{Mm} = ΣA · U / ΣA =	0,41
E	Fachada trasera	46	0,50	22,979	ΣA =	47,90
	Caja persianas	1	0,49	0,486	ΣA · U =	23,87
	Pilares	0,9	0,45	0,408	U _{Mm} = ΣA · U / ΣA =	0,50
O	Fachada principal	47	0,40	19,024	ΣA =	48,90
	Caja persianas	1	0,49	0,486	ΣA · U =	19,92
	Pilares	0,9	0,45	0,408	U _{Mm} = ΣA · U / ΣA =	0,41
S	Medianera	78,6	0,62	48,760	ΣA =	78,60
					ΣA · U =	48,76
					U _{Mm} = ΣA · U / ΣA =	0,62

Suelos (U _{sm})				
Tipo de elemento	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U	Resultados
Forjado planta baja	74,16	0,60	44,178	ΣA = 74,16
				ΣA · U = 44,18
				U _{sm} = ΣA · U / ΣA = 0,60

Cubiertas y lucernarios (U _{cm}) y (U _{lm})				
Tipo de elemento	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U	Resultados
Cubierta	96,6	0,48	45,959	ΣA = 96,60
				ΣA · U = 45,96
				U _{cm} = ΣA · U / ΣA = 0,48

Tipos		A (m ²)	U	F	A · U	A · F (m ²)	Resultados	Tipos
E	VENTANA	8,5	3,43	0,30	29,155	2,550	ΣA =	11,49
	PUERTA	2,99	2,8	0,80	8,372	2,392	ΣA · U =	37,53
							ΣA · F =	4,94
							U _{Hm} = ΣA · U / ΣA =	3,27
							F _{Hm} = ΣA · F / ΣA =	0,43
O	VENTANA	8,5	3,43	0,30	29,155	2,550	ΣA =	11,49
	PUERTA	2,99	2,8	0,8	8,372	2,392	ΣA · U =	37,53
							ΣA · F =	4,94
							U _{Hm} = ΣA · U / ΣA =	3,27
							F _{Hm} = ΣA · F / ΣA =	0,43
N	VENTANA	7,41	3,43	0,30	25,416	2,223	ΣA =	7,41
							ΣA · U =	25,42
							ΣA · F =	2,22
							U _{Hm} = ΣA · U / ΣA =	3,43
							F _{Hm} = ΣA · F / ΣA =	0,30

2.1.5 CONFORMIDAD DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

ZONA CLIMÁTICA D1 _____

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U _{max} (proyecto)		U _{max}
	U _m (4)	U _{lim} (5)	
Muros de fábrica	0,49	≤	0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,49	≤	
Particiones interiores en contacto con suelos no habitables	0,00	≤	0,64
Suelos	0,60	≤	
Cubiertas	0,48	≤	0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	3,4	≤	3,50
Marcos de huecos y lucernarios	3,50	≤	
Medianerías	0,62	≤	1,00

MUROS DE FACHADA		
	U _m (4)	U _{lim} (5)
N	0,41	≤
E	0,50	≤
O	0,41	≤
S	0,00	≤
SE	0,00	≤
SO	0,00	≤
		0,82

CERRAMIENTOS Y LUCERNARIOS		
	U _m (4)	U _{lim} (5)
	3,43	≤
	3,43	≤
	3,43	≤
	0,00	≤
	0,00	≤
	0,00	≤
		3,50

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		Cubiertas	
U _{Tm} (4)	U _{lim} (5)	U _{sm} (4)	U _{lim} (5)	U _{cm} (4)	U _{lim} (5)
0,00	≤ 0,82	0,60	≤ 0,64	0,48	≤ 0,49

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

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

(3) En edificios de viviendas, U_{max} (proyecto)

2.1.6 CONFORMIDAD DE CONDENSACIONES

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada principal y lateral	f_{Rsi}	0,90	$P_{sat,n}$	936	940	1354	1433	1921	2199	2229
	f_{Rmin}	0,61	P_n	783	829	984	985	1218	1280	1284
Fachada trasera	f_{Rsi}	0,88	$P_{sat,n}$	939	944	1185	1272	1833	2169	2205
	f_{Rmin}	0,61	P_n	783	838	930	930	1205	1279	1284
Puente térmico cajón persianas	f_{Rsi}	0,88	$P_{sat,n}$	939	944	1459	2070	2208	2208	
	f_{Rmin}	0,61	P_n	783	804	1222	1263	1284	1284	
Puente térmico pilares	f_{Rsi}	0,89	$P_{sat,n}$	942	1416	1966	2090	2193	2217	2217
	f_{Rmin}	0,61	P_n	792	965	1105	1105	1279	1284	1284
Cubierta	f_{Rsi}	0,88	$P_{sat,n}$	938	947	964	1552	2239	2239	2239
	f_{Rmin}	0,61	P_n	783	792	796	808	1284	1284	1284
Forj-PB	f_{Rsi}	0,85	$P_{sat,n}$	943	943	1900	2059	2106	2132	2166
	f_{Rmin}	0,61	P_n	783	783	940	955	1791	1792	1794
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	...	P_n							
	f_{Rsi}		$P_{sat,n}$							
	f_{Rmin}	...	P_n							

2.1.7 CARGAS TÉRMICAS

2.1.7.1 CÁLCULO DE TEMPERATURA DE ESPACIOS NO HABITABLES

Datos de envolvente en contacto con el exterior del desván.

- $U_{e1} = 0,362 \frac{W}{m^2.K}$, transmitancia de la cubierta.
- $S_{e1} = 96,6 m^2$, superficie de la cubierta.
- $t_{e1} = 5,8^{\circ}C$, temperatura exterior.
- $U_{e2} = 0,40 \frac{W}{m^2.K}$, transmitancia de la fachada lateral.
- $S_{e2} = 16,48 m^2$, superficie de la fachada lateral en contacto con el desván.
- $t_{e2} = 5,8^{\circ}C$.

Datos de envolvente en contacto con el interior del desván.

- $U_{i1} = 0,45 \frac{W}{m^2.K}$, transmitancia del forjado de suelo del desván.
- $S_{i1} = 74,16 m^2$, superficie de la planta.
- $t_{i1} = 22^{\circ}C$, temperatura interior.

De donde obtenemos que la temperatura es $13,01^{\circ}C$.

2.1.8 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

PLANTA BAJA - DORMITORIO 1				
PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN				
	CAUDAL DE VENTILACIÓN (l/s)	CAUDAL DE VENTILACIÓN (m ³ /h)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
VENTILACIÓN	10	36	16,2	208,98
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	TRANSMISIÓN U (W/m ² k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
FACHADA TRASERA	9,27	0,5	16,2	75,09
VENTANA	1,69	3,5	16,2	95,82
SUELO	12,4218	0,6	16,2	120,74
Q transmisión				291,65
Q total				500,63

PLANTA BAJA - BAÑO 1				
PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN				
	CAUDAL DE VENTILACIÓN (l/s)	CAUDAL DE VENTILACIÓN (m ³ /h)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
VENTILACIÓN	15	54	16,2	313,47
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	TRANSMISIÓN U (W/m ² k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
SUELO	9,27	0,5	16,2	75,09
Q transmisión				75,09
Q total				388,56

PLANTA BAJA - DISTRIBUIDOR				
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	TRANSMISIÓN U (W/m ² k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
FACHADA DELANTERA	12,36	0,4	16,2	80,09
VENTANA	1,69	3,5	16,2	95,82
SUELO	13,77	0,6	16,2	133,87
PUERTA	2,99	3	16,2	145,31
Q transmisión				455,10
Q total				455,10

PLANTA ALTA - DORMITORIO 2				
PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN				
	CAUDAL DE VENTILACIÓN (l/s)	CAUDAL DE VENTILACIÓN (m ³ /h)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
VENTILACIÓN	5	18	16,2	104,49
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	TRANSMISIÓN U (W/m ² k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
FACHADA TRASERA	8,76	0,5	16,2	70,96
VENTANA	1,69	3	16,2	82,13
TECHO	9,8112	0,45	8,99	39,69
Q transmisión				192,78
Q total				297,27

PLANTA ALTA - DORMITORIO 3				
PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN				
	CAUDAL DE VENTILACIÓN (l/s)	CAUDAL DE VENTILACIÓN (m ³ /h)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
VENTILACIÓN	10	36	16,2	208,98
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	TRANSMISIÓN U (W/m ² k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
FACHADA TRASERA	12,3	0,5	16,2	99,63
VENTANA	1,69	3	16,2	82,13
TECHO	17,57	0,45	8,99	71,08
FACHADA LATERAL	13,08	0,4	16,2	84,76
Q transmisión				337,61
Q total				546,59

PLANTA ALTA - DORMITORIO 4				
PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN				
	CAUDAL DE VENTILACIÓN (l/s)	CAUDAL DE VENTILACIÓN (m ³ /h)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
VENTILACIÓN	10	36	16,2	208,98
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	TRANSMISIÓN U (W/m ² k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
FACHADA DELANTERA	12,3	0,4	16,2	79,70
VENTANA	1,69	3	16,2	82,13
TECHO	13,45	0,45	8,99	54,40
FACHADA LATERAL	9,84	0,4	16,2	63,76
Q transmisión				280,01
Q total				488,99

PLANTA ALTA - BAÑO 2				
PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN				
	CAUDAL DE VENTILACIÓN (l/s)	CAUDAL DE VENTILACIÓN (m ³ /h)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
VENTILACIÓN	15	54	16,2	313,47
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m ²)	TRANSMISIÓN U (W/m ² k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
TECHO	2,43	0,45	8,9	9,73
FACHADA LATERAL	6,84	0,4	16,2	44,32
				0,00
				0,00
Q transmisión				54,06
Q total				367,53

PLANTA ALTA - BAÑO 3				
PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN				
	CAUDAL DE VENTILACIÓN (l/s)	CAUDAL DE VENTILACIÓN (m3/h)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
VENTILACIÓN	15	54	16,2	313,47
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m2)	TRANSMISIÓN U (W/m2k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
TECHO	3,92	0,45	8,9	15,70
				0,00
				0,00
				0,00
Q transmisión				15,70
Q total				329,17

PLANTA BAJA - DISTRIBUIDOR				
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
CERRAMIENTO	SUPERFICIE (m2)	TRANSMISIÓN U (W/m2k)	DIFERENCIA DE TEMPERATURA (°C)	POTENCIA (W)
FACHADA DELANTERA	12,36	0,4	16,2	80,09
VENTANA	1,69	3,2	16,2	87,61
TECHO	13,77	0,45	8,9	55,16
Q transmisión				222,86
Q total				222,86



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2016/17**

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento

ANEXO 2: SUELO RADIANTE

ÍNDICE

1. 2.2	INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE	2
2.2.2	OBJETO DEL ANEXO.....	2
2.2.3	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	2
2.2.4	FUENTES DE CALOR	2
2.2.5	TUBERÍA.....	2
2.2.6	DISTRIBUCIÓN INTERIOR.....	4
2.2.7	COLOCACIÓN DE LAS BALDOSAS	4
2.2.8	CAPA DE AISLAMIENTO TÉRMICO	5
2.2.9	CÁLCULOS.....	7
2.2.10	DEPÓSITO DE INERCIA	13
2.2.11	CALCULO DE LA BOMBA DE IMPULSIÓN.....	13
2.2.12	CONTROL DE LA TEMPERATURA DE IMPULSIÓN.....	14
2.2.13	PRUEBA DE LAS INSTALACIONES	14

2.2 INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE

2.2.2 OBJETO DEL ANEXO

Satisfacer las necesidades climáticas surgidas en la vivienda para su correcto uso y llegar a un confort adecuado.

2.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación está formada por dos fuentes de calor, una caldera y una cocina de leña, las cuales tienen como misión calentar el agua que circulará por el suelo radiante de la vivienda para templar sus diversos recintos. En caso de utilizar la cocina de leña y una vez alcanzada la temperatura de diseño el sistema de control facilitado por la instaladora, la caldera de gasóleo se apagará empleando únicamente la cocina de leña. En caso de que esta estufa no sea capaz de alcanzar la temperatura del agua deseada (principalmente por descuidos de no alimentarla por parte del usuario) la estufa convencional entrará en funcionamiento.

2.2.4 FUENTES DE CALOR

En el presente proyecto contaremos con dos fuentes de calor que nos permitan aportar la energía calorífica suficiente. De esta manera contaremos con una caldera convencional de gasóleo así como una cocina calefactora de leña.

2.2.5 TUBERÍA

La oferta se concentra en el polietileno reticulado [PER], el polipropileno copolímero [PP-c] y el polibutileno [PB]. Todos ellos son flexibles, resistentes a temperaturas superiores a 100 °C y también a las presiones a las que operan. Algunos reciben tratamiento para mitigar su permeabilidad al oxígeno. Su baja resistencia a la radiación ultravioleta no es inconveniente, al quedar completamente embebidos en la solera radiante.

El polietileno reticulado es el que presenta una mayor conductividad térmica [0,38 W/m·K, frente a los 0,22 W/m·K de los otros dos] y una flexibilidad intermedia [750 N/mm² de módulo elástico] entre el polipropileno (más rígido) y el

polibutileno (más flexible). Es el más demandado en la actualidad por su relación calidad/precio.

La sección de la tubería es un elemento de diseño en fase de proyecto. Suelen comercializarse con secciones que van desde los 12/16 mm hasta 16/20 mm o superiores, en rollos de 50, 120 ,200 y 300 m (la notación de diámetros hace referencia al diámetro interior/diámetro exterior, informando del grosor de la tubería).

Los tres tipos de tuberías están referenciados a normas, que especifican las características que deben cumplir. Son comunes los requisitos de:

Tipo de tubería	Norma de referencia
Polietileno reticulado	EN ISO 15875
Polibutileno	EN ISO 15876
Polipropileno	EN ISO 15874

Grosor mínimo de las paredes de la tubería según norma (en mm)	
Grosor	Diámetro D
1,1	≤ 12
1,5	$12 < D \leq 16$
1,9	> 16

FIGURA 1: TIPOS DE TUBERÍA DE SUELO RADIANTE

- Clase 4, según el artículo 4 de la norma.
- Durabilidad mínima de 50 años.
- Presión de servicio mínima de 4 bar.
- Grosor mínimo de las paredes de la tubería según la tabla adjunta.
- Diámetros exteriores comprendidos entre 12 y 25 mm Las tuberías de 12 mm se emplean en viviendas y recintos de dimensiones reducidas. En recintos grandes se recurre a tuberías de 16/20 mm como mínimo, para evitar pérdidas de carga excesivas.

2.2.6 DISTRIBUCIÓN INTERIOR

El agua, una vez calentada, se distribuirá por las diferentes situaciones de la vivienda por medio de diversos circuitos dándose la necesidad de instalar dos colectores de impulsión y otros dos de retorno (un juego para cada planta) para una mayor facilidad de ejecución de la obra.

En climatización, el diseño aconsejado de los circuitos es, o bien el doble serpentín o el espiral.

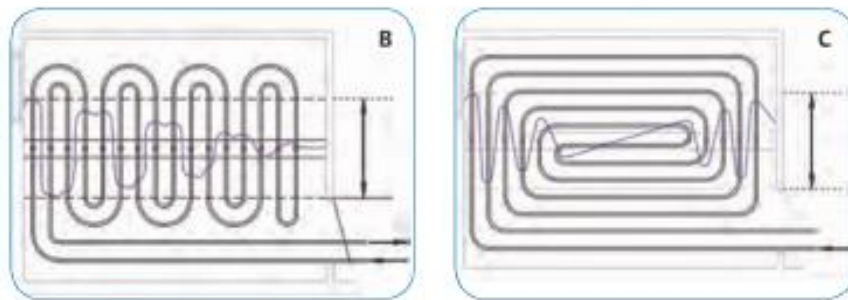


FIGURA 2: TIPOS DE CIRCUITO DE SUELO RADIANTE

Según estas configuraciones las tuberías de ida y de retorno siempre son contiguas, estando además el paso de tubo necesario para obtener siempre la tubería más caliente próxima a la más fría. Estos diseños aseguran la homogeneización de la emisión térmica.

El doble serpentín es recomendable de especialmente en locales cuya planta posea una forma geométrica compleja.

La configuración en espiral se recomienda allí donde la planta a climatizar posea una forma geométrica sencilla; tiene como ventaja que las curvas menos pronunciadas lo cual facilita la instalación.

2.2.7 COLOCACIÓN DE LAS BALDOSAS

Se exige que el acabado de un sistema de calefacción radiante tenga una resistencia térmica que no sobrepase el valor $0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Las óptimas conductividades térmicas de los pavimentos cerámicos y de piedra natural

alcanzan sobradamente ese objetivo, siendo óptimos difusores del calor y contribuyen además a la inercia térmica del sistema como acumuladores de calor. La ejecución de soleras radiantes y soleras flotantes con morteros fluidizados lleva a la opción de colocación de las baldosas por adherencia, en capa delgada, con adhesivos cementosos deformables [del tipo C 2 S1 según EN 12004], como solución más segura ante una capa intermedia que tiene la condición de ligeramente inestable por los fenómenos de dilatación y contracción provocados por la calefacción y/o refrigeración.

2.2.8 CAPA DE AISLAMIENTO TÉRMICO

Dado que el sistema de calefacción por superficie radiante desde el suelo tiene por objetivo calentar uniformemente el recinto por radiación y convección desde la solera radiante, precisamos una capa de aislamiento térmico que mitigue la propagación del calor hacia abajo, a través del forjado, de una solera de hormigón o de la primera capa que alberga instalaciones y conducciones.

Esta capa de aislamiento se resuelve con placas o mantas de diferentes materiales en una o varios estratos. Por sencillez de instalación se recurre a una sola capa rígida de alta densidad que no sólo amplía el requisito de aislamiento térmico sino también la instalación directa de las tuberías. Sin embargo, en determinados proyectos en los que se exigen valores concretos de aislamiento térmico, acústico y resistencia mecánica a cargas, hay que recurrir a diferentes materiales.

En general, se utilizan placas de poliestireno expandido (porexpan) de alta densidad (superior a 20 Kg/m³) con el fin de asegurar la estabilidad de las capas superiores. Las placas rígidas de cloruro de polivinilo (PVC) o de polietileno de muy alta densidad se reservan para solados sometidos a cargas dinámicas y estáticas importantes. La primera magnitud importante que debe tenerse en cuenta es la conductividad térmica del material [W/m·K], en función de las condiciones térmicas del local o espacio subyacente al sistema radiante. La siguiente tabla aporta algunas características para los diferentes tipos de poliestireno expandido.

CARACTERÍSTICAS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO					
Característica	I	II	III	IV	V
Densidad nominal [Kg/m ³]	10	12	15	20	25
Densidad mínima [Kg/m ³]	9	11	13,5	18	22
Conductividad térmica a 0°C [W/m·K]	0,044	0,042	0,037	0,034	0,033
Conductividad térmica a 20°C [W/m·K]	0,047	0,045	0,040	0,037	0,035
Resistencia a la compresión [Kg/m ²]	4000	4000	5000	9000	12000

FIGURA 3: TIPOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA SUELO RADIANTE

Según las normas EN 1264-3:1997 y EN 15377-2:2008(E), la resistencia térmica requerida para la capa de aislamiento se calcula con la ecuación:

$$R_{\lambda,ins} = \frac{S_{ins}}{\lambda_{ins}} \quad (1)$$

Donde:

- $R_{\lambda,ins}$ es la resistencia térmica del aislamiento $\left[m^2 \cdot K/W \right]$
- S_{ins} es el espesor del aislamiento $[m]$
- λ_{ins} es la conductividad térmica del aislamiento $\left[W/m \cdot K \right]$

Para los sistemas de suelo radiante que emplean paneles aislantes planos [Figura A] S_{ins} es igual al grosor de los paneles. Para los paneles aislantes conformados (con las tuberías embutidas en la superficie del aislante y capa conductora) [Figura B], el espesor efectivo S_{ins} se calcula con la expresión:

$$S_{ins} = \frac{Sh \cdot (T-D) + S_l \cdot D}{T} \quad (2)$$

La norma EN 1264-4:2001 establece una resistencia térmica mínima para el aislamiento térmico según el recinto subyacente tal como se resume en el siguiente cuadro

RESISTENCIA TÉRMICA MÍNIMA DEL AISLANTE SEGÚN EN 1264-4:2001					
	Recinto inferior calefactado	Recinto no calefactado o calefactado intermitentemente Solado en contacto con el terreno ^[1]	Temperatura del aire del recinto subyacente Temperatura de diseño nominal		
			$T_a \geq 0^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C} > T_a \geq -5^\circ\text{C}$	$-5^\circ\text{C} > T_a \geq -15^\circ\text{C}$
Resistencia térmica [m ² ·K/W]	0,75	1,25	1,25	1,50	2,00

FIGURA 4: RESISTENCIA TÉRMICA DEL AISLANTE

2.2.9 CÁLCULOS

Ya la norma EN 1264-3 (Agosto 1997) establecía una aproximación a los principios básicos, condiciones de borde y límites y el diseño [densidad de flujo térmico, temperatura de ida y caudal] para los suelos radiantes, pero es la norma EN 15377 la que establece, en sus diferentes partes, las condiciones de diseño de los diferentes sistemas de superficie radiante calor/frío desde soleras con tuberías embebidas con circulación de agua:

- EN 15377-1 (Junio 2008), para la determinación de la capacidad nominal de diseño de calefacción y refrigeración
- EN 15377-2 (Junio 2008), dedicada al diseño, dimensionamiento e instalación

EN 15377-3 (Octubre 2007) [publicada en España como UNE-EN 15377-3 (Octubre 2008)], para promover el uso de fuentes de energía renovable en estos sistemas de calefacción/refrigeración empotrados, y proporcionar un método de cálculo para el uso de los sistemas termoactivos del edificio [TABS, thermo-active building systems] Calefacción radiante 7 La calefacción radiante por agua A su vez, la norma EN 13577 se complementa con una serie de normas que se han publicado en los últimos años sobre eficiencia energética de los edificios [EN 15251, EN 15255, EN 15265, EN ISO 13370,...].

2.2.9.1 BASES DE CÁLCULO

Para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación:

Suelo radiante para calefacción

Tipos de recinto	$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_i (°C)	q_c (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)	29	20	100
Cuartos de baño y similares	33	24	100
Zona periférica	35	20	175

Abreviaturas utilizadas

$\theta_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo
θ_i	Temperatura del recinto
q_c	Densidad de flujo térmico límite

FIGURA 5: TEMPERATURA MÁXIMA DE SUELO

2.2.9.2 CIRCUITOS

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante. Los colectores deben disponerse en un lugar centrado respecto a los recintos a los que da servicio, normalmente en pasillos y distribuidores. La longitud de la tubería para cada circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = \frac{A}{e} + 2l \quad (3)$$

Donde

- A es el área a climatizar
- e es la separación entre tuberías
- l es la distancia entre el colector y el área a climatizar

Resultados Planta alta

	D.2	D.3	D.4	BAÑO3	BAÑO2	DISTR.
S [m2]	9	17	13	12	4	12
L calculo [m]	66	119,33	95,66	86	26,66	83
L real[m]	65	116	97	84	24	78
Lmax	120	120	120	120	120	120
e [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
l [m]	3	3	4,5	3	0	1,5
D	D16*1,8	D16*1,8	D16*1,8	D16*1,8	D16*1,8	D16*1,8

Resultados Planta baja

	D.1	C.C.1	C.C.2	C.C.3	C.D.	BAÑO1
S [m2]	14	15	14	14	12	5
L calculo [m]	103,33	108	101,33	101,33	88	37,33
L real[m]	105	102	94	98	86	31
Lmax	120	120	120	120	120	120
e [m]	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
l [m]	5	4	4	4	4	2
D	D16*1,8	D16*1,8	D16*1,8	D16*1,8	D16*1,8	D16*1,8

2.2.9.3 CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE IMPULSIÓN

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos.

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H \quad (4)$$

Donde:

- q es la densidad de flujo térmico
- $\Delta\theta_H$ es la desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:
 - Temperatura de impulsión
 - Temperatura de retorno
 - Temperatura del recinto
- K_H es una constante. Depende de:

- Suelo (espesor del revestimiento y conductividad)
- Losa de cemento (espesor y conductividad)
- Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad)

Para calcular la temperatura de impulsión a partir de la máxima densidad de flujo térmico, se tomarán los siguientes datos:

- Calefacción: se fija un salto térmico de agua de 5°C. En el ejemplo se obtiene una temperatura de impulsión de 36,7°C.

2.2.9.4 CAUDAL DE AGUA EN LOS CIRCUITOS Y PÉRDIDAS DE CARGA

Para calcular el caudal de agua de los circuitos, se fijaremos el salto térmico en 5°C. Un vez fijado el salto térmico de temperatura y conociendo la superficie a tratar así como las cargas térmicas podremos proceder al cálculo.

Una vez conocido dicho dato podremos conocer las pérdidas de carga. En nuestro caso en vez usar métodos matemáticos emplearemos el Abaco que se muestra a continuación

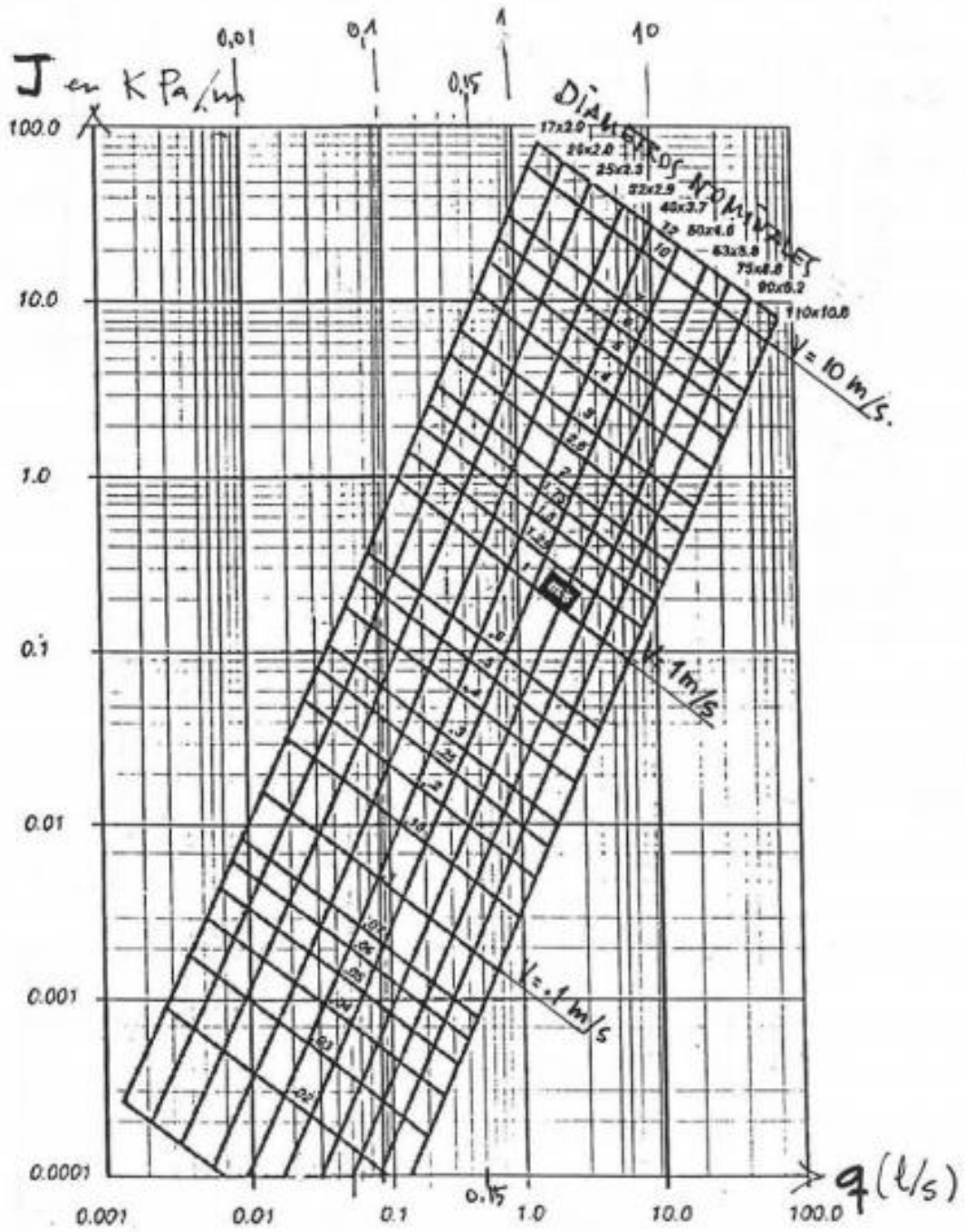


FIGURA 6: ABACO PARA CÁLCULO DE CAUDALES

Resultados Planta Baja

	DORMITORIO 1	C.COCINA 1	C.CCOCINA 2	C.COCINA 3	DISTRIBUIDOR	BAÑO 1
C [l/s]	0,048	0,051	0,048	0,048	0,041	
Kpa/m	0,45	0,3	0,45	0,45	0,45	
Kpa	46,5	32,4	45,6	45,6	39,6	
m.c.a.	4,65	3,24	4,56	4,56	3,96	
m.c.a. tot	5,58	3,888	5,472	5,472	4,752	

Resultados Planta alta

	DORMITORIO 2	DORMITORIO 3	DORMITORIO 4	BAÑO3	BAÑO2	DISTR.
C [l/s]	0,031	0,058	0,044	0,041		0,041
Kpa/m	0,4	0,3	0,45	0,45		0,45
Kpa	26,4	35,8	43,05	38,7		37,35
m.c.a.	2,64	3,58	4,305	3,87		3,735
m.c.a. tot	3,168	4,296	5,166	4,644		4,482

Vemos en la tabla que los resultados de los baños 1 y 2 están vacías. Esto es porque esos baños no tienen circuito propio, al estar situados los colectores en los mismos, el entramado de tubos que conducen el agua a las otras estancias, aportan el suficiente calor.

Resultados Ramales Troncales

Los diámetros de los ramales principales se calcularán de tal manera que su pérdida de carga no supere la máxima permitida. Para ello acudimos a un ábaco con la composición de la tubería empleada y empleando la suma de todos los circuitos parciales para saber su caudal. De tal manera diferenciamos los siguientes apartados:

- a) Deposito Inercia- Colector planta baja

Caudal (l/s)	Caudal (l/h)	D	m.c.a/m	L (m)	m.c.a
0.45	1620	32	0.028	3	0.42

b) Colector 1- Colector 2

Caudal (l/s)	Caudal (l/h)	D	m.c.a/m	L (m)	m.c.a
0.23	828	25	0.028	3	0.084

2.2.10 DEPÓSITO DE INERCIA

Cuando el aporte de calor de la calefacción se realiza con biomasa, es recomendable el uso de un depósito de inercia, para que las oscilaciones propias del sistema no repercutan en la calefacción. Además de poder mantener el sistema de calefacción un determinado tiempo aún tras el apagado de la caldera.

Calcularemos el tanque de inercia para sacar el máximo partido a la cocina calefactora. Para un sistema de calefacción con biomasa o leña, el RITE recomienda un tanque de entre 15 y 30 litros por kW. De modo que siendo 9kW la potencia que transmite al agua la cocina, y tomando como base de cálculo 30 litros por cada kW, necesitamos un tanque de 270 litros. De tal modo que se instalará un tanque de inercia de 300 litros con doble serpentín.

2.2.11 CALCULO DE LA BOMBA DE IMPULSIÓN

Para la elección de la bomba hemos de tener en cuenta mover el caudal, 0.45l/s (1620 l/h), como las pérdidas producidas en el trayecto, 6.42 m.c.a.

Las pérdidas (m.c.a) anteriormente mencionadas pertenecen a los trazados principales calculados en los apartados anteriores el presente anexo y el circuito más desfavorable. De tal manera obtenemos lo siguiente:

$$\text{m.c.a.} = 0.42 + 0.084 + 5.16 = 6.42 \text{ m.c.a}$$

El caudal es la totalidad de los caudales parciales correspondientes a cada circuito también reflejado con anterioridad.

2.2.12 CONTROL DE LA TEMPERATURA DE IMPULSIÓN

Debido a la diferencia de temperatura del tanque de inercia y de la temperatura recomendable de circulación en el suelo radiante, hay que colocar un dispositivo que controle la temperatura de impulsión para no dañar el sistema de suelo radiante.

Usaremos una válvula mezcladora. Su función es la de cortocircuitar el agua de retorno con la impulsión para adaptar la temperatura del agua que se dirige al sistema de suelo radiante.

Se configurará la válvula mezcladora para fijar la temperatura de impulsión en 37°C.

2.2.13 PRUEBA DE LAS INSTALACIONES

Puesta en marcha

Para la primera puesta en funcionamiento de la calefacción, habiendo respetado los tiempos mínimos de 7 días para las soleras de anhidrita y 21 días para las soleras de mortero de cemento desde su ejecución, se sigue el siguiente procedimiento:

- ▶ Llenar el circuito con agua fría hasta la presión de funcionamiento [1-2 Kg/cm²], comprobando el completo purgado del circuito

- ▶ Poner en marcha la calefacción hasta que el agua alcance los 25 °C, manteniendo esa temperatura durante 3 días y ajustando el caudal de los circuitos
Calefacción radiante 12 La calefacción radiante por agua

- ▶ Tras esa primera etapa se procede al incremento de la temperatura del agua, a razón de 5°C/día, hasta alcanzar la temperatura máxima prevista en el proyecto [45-50°C].

- ▶ Se mantiene el circuito a esa temperatura máxima durante al menos 4 días

- ▶ Se procede al enfriamiento progresivo del sistema radiante hasta temperatura ambiente durante otros 3 días antes de iniciar la instalación del pavimento



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2016/17**

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento

ANEXO 3: CALDERAS

ÍNDICE:

2.3 CALDERAS	2
2.3.1 COCINA CALEFACTORA DE LEÑA	2
2.3.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO	2
2.3.1.2 FUNCIONAMIENTO.....	2
2.3.1.3 CIRCUITO HIDRÁULICO.....	2
2.3.1.3.1 DIAMETRO CONDUCTOS	3
2.3.1.3.2 VÁLVULAS DE SEGURIDAD	3
2.3.1.3.3 VASO DE EXPANSIÓN	4
2.3.1.4 CHIMENEA	5
2.3.1.5 COMBUSTIBLE NECESARIO.....	6
2.3.2 CALDERA DE GASOLEO	6
2.3.2.1 MODELO SELECCIONADO. CARACTERÍSTICAS.....	7
2.3.2.2 CIRCUITO HIDRÁULICO.....	7
2.3.2.2.1 DIAMETRO DE LOS CONDUCTOS Y AISLANTES	8
2.3.2.3 CONSUMO DE GASOLEO ANUAL	8
2.3.2.4 DEPÓSITO DE GASÓLEO	9
2.3.3 INTEGRACIÓN DE LAS CALDERAS	9

2.3 CALDERAS

2.3.1 COCINA CALEFACTORA DE LEÑA

2.3.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

El modelo es Lacunza Lis 5TE con 3 años de antigüedad. Se encuentra en óptimo estado de funcionamiento. Sus características, calculadas para madera de haya, son las siguientes:

- Potencia nominal 18 KW
 - Potencia térmica transferida al ambiente 9KW
 - Potencia transferida al agua 9KW
- Rendimiento 61%
- Presión máxima de agua 2,1 bar
- Temperatura de salida de humos a potencia nominal 350°C
- Tamaño de salida de humos 150mm de diámetro

2.3.1.2 FUNCIONAMIENTO

Cuando el agua de la paila alcance 50°C, el termostato activará la bomba de circulación. Si la temperatura desciende se desconectará.

Hasta que el agua de retorno no supere los 55°C, la válvula anti-condensación mezclará el agua de retorno con el agua de salida de la paila, minimizando cualquier problema de condensación. Una vez superada dicha temperatura, la válvula anti-condensación permitirá el paso de todo el agua al sistema de ACS o suelo radiante.

2.3.1.3 CIRCUITO HIDRÁULICO

La distancia que tendrá que cubrir las tuberías hasta conectarse con el circuito de ACS y calefacción es de 6,5 metros de tramo vertical y 8 metros de tramo horizontal.

El fluido empleado será agua.

2.3.1.3.1 DIAMETRO CONDUCTOS

Calcularemos el circuito hidráulico necesario de la siguiente forma:

$$C = \frac{\text{Potencia[Kcal]}}{\text{Salto térmico[°C]}} \quad (1)$$

$$S = \frac{C}{V \cdot 3.6} \quad (2)$$

$$f = \sqrt{4 \frac{S}{\pi}} \quad (3)$$

Donde:

- C es el caudal [l/h]
- V velocidad del fluido [m/s]
- S es la sección de la tubería [mm^2]
- f es el diámetro de la tubería [mm]

En nuestro caso, la potencia máxima es de 18KW, el salto térmico 45°C y aplicaremos una velocidad al fluido máxima de 0,9m/s para no causar ruidos.

Por lo que obtenemos un diámetro de 11,7mm al que aplicaremos un coeficiente de seguridad del 20% con el resultado de 14,04mm. Por lo tanto el diámetro comercial de los conductos a instalar es de 15mm y el material cobre, UNE-EN 1.057.

El RITE nos indica que para este diámetro de tubería y temperatura de trabajo, el aislante empleado debe ser de 25mm.

2.3.1.3.2 VÁLVULAS DE SEGURIDAD

El propio dispositivo cuenta con válvulas de seguridad instaladas. En caso de sobre-temperatura o sobre-presión, las válvulas de seguridad de descarga

térmica y de presión taradas a 97°C y 3 bar respectivamente, junto con la válvula de llenado automático actuarán eliminando el peligro.

2.3.1.3.3 VASO DE EXPANSIÓN

Además de los dispositivos anteriormente citados, la cocina contará con un vaso de expansión de obligada instalación por el RITE y por el fabricante. El volumen del vaso, será calculado siguiendo la norma UNE 100155:2004. Será de tipo cerrado con membrana.

$$V_t = C_e \cdot V \cdot \frac{1}{1 - \frac{P_m}{P_M}} \quad (4)$$

Donde:

- V_t es el volumen total del vaso de expansión
- C_e es el coeficiente de dilatación del fluido
- V el contenido total de fluido del circuito
- P_m presión mínima en el vaso
- P_M presión máxima de funcionamiento

$$C_e = (-33,48 + 0,738t)10^{-3} \quad (5)$$

- t es la temperatura máxima que puede alcanzar el fluido, en este caso la válvula de seguridad termostática está tarada para actuar cuando se sobrepasen los 97°C. De modo que:

$$C_e = 0,038$$

El volumen total del circuito primario es de 30 litros.

P_M , será ligeramente mayor que la presión de tarado de la válvula de seguridad. Debe elegirse el menor de los siguientes valores:

$$P_M = 0,9 \cdot P_{VS} + 1 \quad (6)$$

$$P_M = P_{VS} + 0,65 \quad (7)$$

Donde P_{VS} es la presión de tarado de la válvula de seguridad, en nuestro caso 3bar, por lo que tomamos la ecuación (6) como dato con un valor de $P_M = 3,7 \text{ bar}$

Por último, el vaso seleccionado contará con una precarga de 1,5 bar.

Por lo que necesitamos un vaso de expansión de mínimo 1,9 litros, por lo que optaremos por uno de 2 litros.

2.3.1.4 CHIMENEA

La chimenea saldrá 50 centímetros en posición horizontal de la parte posterior de la cocina hasta una T de 90°, donde se situará en la parte posterior un registro para poder realizar el mantenimiento y limpieza necesarios para el correcto funcionamiento del equipo. Por el otro lado de la T, partirá el tramo vertical de la chimenea que alcanzará los 8 metros de longitud, e irá incrustada en la fachada lateral.

Para conocer las características de la chimenea necesaria para esta cocina, el RITE nos permite hacer el cálculo con algún programa comercial que cumpla la normativa. En este caso usaremos un programa gratuito del fabricante Convesa.

La chimenea debe cumplir las siguientes exigencias:

- El tiro mínimo de la entrada de humos en la chimenea debe ser igual o mayor que el tiro mínimo necesario a la entrada de humos en la chimenea.
- El tiro mínimo de la entrada de humos en la chimenea debe ser igual o mayor que la resistencia de presión efectiva del suministro de aire.
- El tiro máximo de la entrada de humos en la chimenea debe ser igual o menor que el tiro máximo permitido a la entrada de los humos en la chimenea.
- La temperatura de la pared interior en la salida del conducto de humos de la chimenea debe ser igual o mayor que el límite de temperatura.

Los datos introducidos son los siguientes:

- Potencia nominal: 18 KW
- Rendimiento: 61%
- Combustible: Madera
- Caudal de humos: 22,8g/s
- Temperatura de humos: 350°C
- Longitud tramo horizontal: 0,5m
- Longitud tramo vertical: 8m
- Numero de Tes de 90°: 1 unidad

Con estos datos el fabricante nos recomienda una chimenea de 150mm de diámetro interior y 200mm de diámetro exterior con aislante de 25mm.

2.3.1.5 COMBUSTIBLE NECESARIO

En este caso, el combustible necesario se estimará partiendo de que la cocina permanecerá encendida unas determinadas horas al día, ya que por el tipo de combustión no se enciende y apaga automáticamente como si lo haría otro tipo de caldera o sistema de calefacción.

Este equipo, solo se utilizará en los meses más fríos del año. Se estima su uso en 150 días por año, en los cuales estimaremos su uso en 8 horas por día. Según el fabricante, el consumo es de 7,3kg/h de leña de haya, por lo que el consumo diario a máxima potencia se estima en 59kg de leña diarios. Por lo que en un año el gasto de leña es de 8850kg. Estos datos pueden variar en gran medida si se alimenta con otro tipo de madera.

2.3.2 CALDERA DE GASOLEO

La razón de la selección de una caldera de gasóleo en lugar de otro tipo es la búsqueda de un equipo económico y fiable. Por lo que descartamos los sistemas de geotermia y aerotermia, que pudiendo ser rentables a largo plazo, tienen un

coste de instalación muy elevado. La otra opción que se ha estudiado es la de una caldera de gas natural, pero el hecho de tener que pagar un mínimo mensualmente, aún en ausencia de consumo hace poco interesante esta opción para nuestro caso, ya que cuando la cocina de leña sea capaz de aportar el calor necesario para la vivienda, no se usará.

2.3.2.1 MODELO SELECCIONADO. CARACTERÍSTICAS

El modelo seleccionado es el BAXI Argenta 24GT Condens, se trata de una caldera de condensación de 24KW de potencia. Sus características son:

- Potencia calorífica útil a potencia nominal: 23,1kW
- Potencia calorífica útil a 30% de potencia: 7,3kW
- Eficiencia útil a régimen a potencia nominal: 90,3%
- Eficiencia útil al 30% de potencia: 94,6%
- Temperatura de salida del agua a potencia nominal: 80°C
- Emisiones óxidos de nitrógeno: 100mg/kW·h

La propia caldera está equipada con vaso de expansión, válvula de seguridad y bomba de circulación, por lo que no necesitaremos calcularlos. Además cuenta con bomba para la alimentación de combustible.

2.3.2.2 CIRCUITO HIDRÁULICO

El equipo se situará en una sala de calderas exterior a la vivienda. Su situación se encuentra definida en el documento planos. La distancia total de las tuberías del circuito primario es de 10 metros horizontales y 7,5 metros verticales.

Al igual que en la cocina de leña, el fluido empleado será agua.

2.3.2.2.1 DIAMETRO DE LOS CONDUCTOS Y AISLANTES

El fabricante recomienda que los tubos de entrada y salida en la caldera sean de 22mm. Por las características de nuestro sistema, mantendremos el mismo diámetro en todo el circuito primario movida por la caldera de gasóleo.

El aislante de los tubos exigido por el RITE para el diámetro de 22mm y temperatura máxima de fluido de 60 a 100°C que discurre por el exterior del edificio es de 35mm.

2.3.2.3 CONSUMO DE GASOLEO ANUAL

Calcularemos el consumo anual de gasóleo omitiendo la existencia de la cocina de leña. La caldera de gasóleo, a diferencia de la cocina de leña, permanecerá operativa todo el año, ya que aparte de producir calefacción en invierno, deberá mantener el sistema de agua caliente sanitaria durante todo el año.

Para los meses fríos el supuesto de cálculo de consumo de gasóleo de la caldera, funcionando 8 horas diarias es:

$$24kW \cdot 8h = 192 \frac{kWh}{día} \quad (9)$$

Trabjará 150 días al año:

$$192 \frac{kWh}{día} \cdot 150días = 28800 \frac{kWh}{año} \quad (10)$$

El gasóleo C tiene un poder calorífico de 9,98kWh/l, lo que supone un gasto de:

$$\frac{28800kWh/año}{9,98kWh/l} = 2885l/año \quad (11)$$

Los restantes 215 días, la caldera de gasoil solo tendrá que mantener el agua caliente sanitaria.

Se trata de 200 litros diarios con un salto térmico de 50°C lo que supone 12kW diarios, de tal forma que calentando el agua en una hora, con un rendimiento del 90,3%:

$$\frac{12kWh}{0.93} = 12,9 kWh reales \quad (12)$$

$$12,9 kWh \cdot 215 dias = 2773,5 kWh/año \quad (13)$$

$$\frac{2773,5 kWh/año}{9,98kWh/l} = 277,9 l/año \quad (14)$$

Por lo tanto tenemos un total de 3162,9 litros de gasóleo al año.

2.3.2.4 DEPÓSITO DE GASÓLEO

El depósito se situará en un local contiguo a la caldera, separado de la misma por un muro de fábrica de ladrillo.

La capacidad del mismo será de 1000 litros, por lo que habrá que llenarlo tres veces al año. Con este tamaño se cumple con lo exigido por el RITE.

2.3.3 INTEGRACIÓN DE LAS CALDERAS

Para conseguir un óptimo funcionamiento del sistema, se opta por la utilización de acumuladores de agua, tanto de ACS como de calefacción, de doble serpentín. Esto hace que los circuitos primarios de las calderas sean totalmente independientes entre sí.

En ambos casos se colocará una válvula de 3 vías motorizada con prioridad hacia el acumulador de ACS. Un vez que dicho acumulador alcance la temperatura de 60°C, la válvula cambiará de posición y dirigirá el agua proveniente de las calderas hacia el tanque de inercia de la calefacción.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2016/17**

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

ÍNDICE

3.1	PRESUPUESTO Y MEDICIONES PARCIALES	3
3.2	PRESUPUESTO Y MEDICIONES DESCOMPUESTOS	7
3.3	PRESUPUESTO TOTAL	14

3.1 PRESUPUESTO Y MEDICIONES PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1	CALDERA INDIVIDUAL DE GASOLEO Suministro y montaje de instalación de caldera individual de condensación marca BAXI modelo Argenta GT Condens o similar de 24 kW de potencia nominal. Incluyendo Colocación y fijación de la unidad, nivelación de los elementos, conexionado con las redes de desagüe, salubridad y eléctrica. Limpieza y protección de las unidades.	1,00 ud	3163,19 €	3163,19 €
2	DEPÓSITO DE GASOLEO Suministro y montaje de depósito de gasóleo de 1000 litros modelos Confort Gris de Doble Pared con cubeto incorporado para uso interior, fabricado en polietileno soplado de alta densidad.	1,00 ud	441,77 €	441,77 €
3	TUBO PROLONGADOR EVACUACIÓN DE HUMOS Suministro y montaje de tubo coaxial macho hembra 60/100 mm prolongador de salida de gases y evacuación de humos. Prolongadores para evacuación de humos de caldera de condensación marca FIG o similar para caldera de condensación. Incluido prolongadores lineales, codos, accesorios, conexionado y montaje.	1,00 ud	127,20 €	127,20 €
4	CONJUNTO DE VÁLVULERÍA Y TUBERÍAS Conjunto de válvulas de corte, equilibrado, tres vías motorizada, llenado con filtro, retención y vaciado, colectores, tuberías, aislamiento según RITE, y todos los demás elementos necesarios reflejados en esquema para circuito primario de caldera de gasóleo. Instalación y comprobado de funcionamiento.	1,00 ud	1420,68 €	1420,68 €

5 CHIMENEA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS

Sistema de extracción de humos para cocina de leña, en acero inoxidable de doble pared aislada con diámetros 150/200mm interior y exterior respectivamente. Incluye 9 metros lineales, una te de 90º con registro, embellecedor, instalación y comprobación.

1,00 ud	1093,23 €	1093,23 €
---------	-----------	-----------

6 CONJUNTO DE VÁLVULERÍA, TUBERÍA Y BOMBA

Conjunto de válvulas de corte, vaciado, bomba de circulación, equilibrado, tres vías motorizada, vaso de expansión, llenado con filtro, retención y vaciado, colectores, tuberías aislamiento según RITE, y todos los demás elementos necesarios reflejados en esquema para circuito primario de cocina calefactora. Instalación y comprobado de funcionamiento.

1,00 ud	521,43 €	521,43 €
---------	----------	----------

7 CONJUNTO DE SUELO RADIANTE

Conjunto de elementos necesarios para la instalación y puesta en marcha de circuitos principales de suelo radiante. Incluso panel portatubos con aislamiento, tubería Uponor Evalpex, aislamiento lateral de zócalo, aditivo para mortero uponor, colectores y accesorios. Instalación y comprobación.

1,00 ud	4080,89 €	4080,89 €
---------	-----------	-----------

8 CONJUNTO DE COLECTORES

Conjunto de colector de circuitos, llaves de corte, detentor, caudalímetros, racores, purgadores automáticos de aire y soporte de colectores. Instalación y comprobación.

1,00 ud	1120,53 €	1120,53 €
---------	-----------	-----------

9 ACUMULADOR DE ACS DE DOBLE SERPENTÍN

Acumulador de agua caliente sanitaria con capacidad para 200 litros fabricado en acero con tratamiento vitrificado y ánodo de magnesio para protección anticorrosiva y protección catódica. Modelo Chromagen 200 o similar, de suelo y posición vertical.

1,00 ud	767,00 €	767,00 €
---------	----------	----------

- 10 **DEPÓSITO DE INERCIA DE DOBLE SERPENTÍN**
Depósito de inercia de doble serpentín con capacidad para 300 litros.

1,00 ud	999,02 €	999,02 €
---------	----------	----------

- 11 **CONJUNTO DE VÁLVULAS, BOMBAS Y TUBERÍA DE CALEFACCIÓN**

Conjunto de válvulas de corte, llaves de vaciado, autollenado, bomba de circulación, válvula mezcladora, tubería y accesorios reflejados en el esquema, desde la salida de tanque de inercia hasta los colectores. Montaje y comprobación.

1,00 ud	1072,37€	1072,37 €
---------	----------	-----------

- 12 **SISTEMA DE CONTROL REMOTO**

Sistema de control remoto individual cableado BRC o simimilar, con termostato. Incluso cableado e instalación.

8,00 ud	94,06 €	752,47 €
---------	---------	----------

TOTAL CAPÍTULO 1: CALEFACCIÓN.....15196,59 €

TOTAL.....15196,59 €

3.2 PRESUPUESTO Y MEDICIONES DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
1 CALDERA INDIVIDUAL DE GASOLEO					
Suministro y montaje de instalación de caldera individual de condensación marca BAXI modelo Argenta GT Condens o similar de 24 kW de potencia nominal. Incluyendo Colocación y fijación de la unidad, nivelación de los elementos, conexionado con las redes de desagüe, salubridad y eléctrica. Limpieza y protección de las unidades.					
	8,00 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87		126,96
	8,00 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45		115,60
	1,00 ud	BAXI Condens GT	2770,00		2770,00
	5%	Accesorios, pruebas etc	3012,56		150,628
					Total partida 3163,19 €
2 DEPÓSITO DE GASOLEO					
Suministro y montaje de depósito de gasóleo de 1000 litros modelos Confort Gris de Doble Pared con cubeto incorporado para uso interior, fabricado en polietileno soplado de alta densidad.					
	1,50 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87		23,81
	1,50 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45		21,68
	1,00 ud	Depósito 1000l Confort gris	375,25		375,25
	5%	Accesorios, pruebas etc	420,49		21,03
					Total partida 441,77 €
3 TUBO PROLONGADOR EVACUACIÓN DE HUMOS					
Suministro y montaje de tubo coaxial macho hembra 60/100 mm prolongador de salida de gases y evacuación de humos. Prolongadores para evacuación de humos de caldera de condensación marca FIG o similar para caldera de condensación. Incluido prolongadores lineales, codos, accesorios, conexionado y montaje.					
	0,50 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87		7,94
	1,00 ud	Tubos prolongadores y codos	113,20		113,20
	5%	Accesorios, pruebas etc	121,14		6,06
					Total partida 127,2 €

4 CONJUNTO DE VÁLVULERÍA Y TUBERÍAS

Conjunto de válvulas de corte, equilibrado, tres vías motorizada, llenado con filtro, retención y vaciado, colectores, tuberías, aislamiento según RITE, y todos los demás elementos necesarios reflejados en esquema para circuito primario de caldera de gasóleo. Instalación y comprobado de funcionamiento.

10,00 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	158,7
10,00 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45	144,5
1,00 ud	Conjunto de válvulas tuberías, llenado etc para circuito primario de caldera de gasóleo	1050,00	1050,00
5%	Accesorios, pruebas etc	1353,2	67,66

Total partida 1420,86 €

5 CHIMENEA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS

Sistema de extracción de humos para cocina de leña, en acero inoxidable de doble pared aislada con diámetros 150/200mm interior y exterior respectivamente. Incluye 9 metros lineales, una te de 90º con registro, embellecedor, instalación y comprobación.

4,00 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	63,48
10,00 h.	Oficial 1ª albañilería	15,35	153,5
9,00 ud	Tubo aislado inox 150/200	50,63	455,67
1,00 ud	Derivación T inox	67,16	67,16
1,00 ud	Sombrerete antiviento	80,96	80,96
10,00 ud	Brida inox	22,04	220,40
5%	Accesorios, pruebas etc	1041,17	52,06

Total partida 1093,23 €

6 CONJUNTO DE VÁLVULERÍA, TUBERÍA Y BOMBA

Conjunto de válvulas de corte, vaciado, bomba de circulación, equilibrado, tres vías motorizada, vaso de expansión, llenado con filtro, retención y vaciado, colectores, tuberías aislamiento según RITE, y todos los demás elementos necesarios reflejados en esquema para circuito primario de cocina calefactora. Instalación y comprobado de funcionamiento.

6,00 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	95,22
6,00 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45	86,7
1,00 ud	Válvula de tres vías motorizada Honeywell	95,43	95,43
1,00 ud	Vaso de expansión 3 litros	31,11	31,11
1,00 ud	Llave de vaciado	22,50	22,50
1,00 ud	Bomba de recirculación Junkers NW 24	165,64	165,64
5%	Accesorios, pruebas etc	496,6	24,83
		Total partida	521,43 €

7 CONJUNTO DE SUELO RADIANTE

Conjunto de elementos necesarios para la instalación y puesta en marcha de circuitos principales de suelo radiante. Incluso panel portatubos con aislamiento, tubería Uponor Evalpex, aislamiento lateral de zócalo, aditivo para mortero Uponor y accesorios. Instalación y comprobación.

10,00 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	158,70
10,00 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45	144,5
150,00 m ²	Panel portatubo Uponor	10,78	1617,57
150,00 m ²	Barrera antivapor	1,12	168,00
200 m	Aislamiento lateral	0,88	176,00
30Kg	Aditivo mortero Uponor	4,56	136,8
900 m	Tubo Uponor evalPex	1,65	1485,00
5%	Accesorios, pruebas etc	3886,57	194,33
		Total partida	4080,89 €

8 CONJUNTO DE COLECTORES

Conjunto de colector de circuitos, llaves de corte, detentor, caudalímetros, racores, purgadores automáticos de aire y soporte de colectores. Instalación y comprobación.

10,00 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	158,70
10,00 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45	144,5
2,00 ud	Colector de circuitos de 5 salidas con llaves de corte, detentor y caudalímetro para regulación modelo Concept KV o similar.	191,70	383,40
12,00 ud	Purgador automático Uponor	15,52	186,24
5%	Accesorios, pruebas etc	1067,17	53,36
		Total partida	1120,53 €

9 ACUMULADOR DE ACS DE DOBLE SERPENTÍN

Acumulador de agua caliente sanitaria con capacidad para 200 litros fabricado en acero con tratamiento vitrificado y ánodo de magnesio para protección anticorrosiva y protección catódica. Modelo Chromagen 200 o similar, de suelo y posición vertical.

1,50 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	23,81
1,50 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45	21,67
1,00 ud	Acumulador ACS doble serpentín Modelos Chromagen 200 o similar	685,00	685,00
5%	Accesorios, pruebas etc	730,48	36,52
		Total partida	767,00 €

10 DEPÓSITO DE INERCIA DE DOBLE SERPENTÍN

Depósito de inercia de doble serpentín con capacidad para 300 litros.

1,50 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	23,81 €
1,50 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45	21,67 €
1,00 ud	Déposito de inercia de doble serpentín con capacidad para 300l modelo Ferroli Ecoiron	905,97	905,97 €
5%	Accesorios, pruebas etc	951,45	47,57 €
		Total partida	999,02 €

11 CONJUNTO DE VÁLVULAS, BOMBAS Y TUBERÍA DE CALEFACCIÓN

Conjunto de válvulas de corte, llaves de vaciado, autollenado, bomba de circulación, válvula mezcladora, tubería y accesorios reflejados en el esquema, desde la salida de tanque de inercia hasta los colectores. Montaje y comprobación.

6,00 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	95,22 €
6,00 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14,45	86,7 €
1,00 ud	Llave de vaciado	22,50	22,50 €
1,00 ud	Grupo de impulsión Uponor Fluvia T.	623.11	623.11 €
1,00 ud	Conjunto de tuberías de cobre, piezas de unión etc	160,00	160,00€
5%	Accesorios, pruebas etc	1021,31	51,06 €
		Total partida	1072,37 €

12 SISTEMA DE CONTROL TERMOSTÁTICO

Sistema de control remoto individual cableado BAXI o similar, con termostato.
Incluso cableado e instalación.

2,00 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	15,87	31,74
2,00 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	14, 45	28,90
8,00 ud	BAXI TX1200 termostato	82,00	656
5%	Accesorios, pruebas etc	716,64	35,832

Total partida 752,47 €

3.3 PRESUPUESTO Y MEDICIONES PARCIALES

Total gastos ejecución.....	15559,66 €
6% Beneficio industrial.....	933,58 €
Suma	16493,24 €
<hr/>	
21% I.V.A.....	3463,58 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	19956,82 €

Asciende el total del presupuesto general a la cantidad de DIECINUEVE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS Y OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS DE EURO.

FERROL, FEBRERO DE 2017
AUTOR DEL PROYECTO:

FDO: D. JOSÉ PABLO LÓPEZ LÓPEZ



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2016/17**

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 4

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

4.1	INSTALACIONES REFERIDAS AL PLIEGO.....	6
4.2	CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES DE CLIMATIZACIÓN.....	6
4.2.2	GENERALIDADES.....	6
4.2.3	CONDICIONES TÉCNICAS DE CONFORT EN LA EJECUCIÓN.....	7
4.2.4	VÁLVULAS.....	7
4.3	RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	9
4.3.1	PRUEBAS A REALIZAR.....	9
4.3.2	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	9
4.4	OTRAS CONSIDERACIONES.....	9
4.5	INTERPRETACIÓN.....	9
4.6	MODIFICACIONES.....	10
4.6.1	INTERRUPCIÓN DEL TRABAJO.....	10
4.6.2	REANUDACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	10
4.7	CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	10
4.7.1	DEL PERSONAL DE LA OBRA.....	10
4.7.2	DEL INSTALADOR.....	10
4.7.3	DEL PROPIETARIO.....	11
4.7.4	DEL PRESENTE PLIEGO.....	11
4.8	CONDICIONES DE CONTRATACIÓN.....	11

4.8.1	DEL INSTALADOR.....	11
4.8.2	DEL CONTRATO	11
4.8.3	DEL PRESUPUESTO	12
4.8.4	RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	12
4.9	VALORACIÓN DE LAS PARTIDAS	12
4.10	UNIDADES ESPECIFICADAS	12
4.11	ESPECIFICACIONES GENERALES	13
4.11.1	ASPECTOS TÉCNICOS	13
4.11.2	Propiedades relativas al rendimiento energético.....	15
4.12	ESPECIFICACIONES MECÁNICAS: EQUIPOS FRÍO Y CALOR	15
4.12.1	CONDICIONES GENERALES	15
4.12.2	DOCUMENTACIÓN	16
4.12.3	ELEMENTOS EMISORES	17
4.12.4	CLIMATIZADORES	17
4.12.5	ELEMENTOS AUXILIARES DE LOS ELEMENTOS EMISORES	19
4.13	CONEXIONES A APARATOS	23
4.13.1	GENERALES	23
4.13.2	CONEXIONES DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD O DE DESCARGA	23
4.13.3	GENERACIÓN DE CALOR	24
4.13.4	MONTAJE Y DESMONTAJE	24

4.14 CANALIZACIONES.....	24
4.15 VÁLVULAS	24
4.16 DISTRIBUCIÓN DEL AIRE	25
4.17 CONDUCTOS DE CHAPA	25
4.18 REJILLAS Y DIFUSORES	27
4.18.1 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	27
4.18.2 INFORMACIÓN TÉCNICA	28
4.19 REJILLAS DE TOMA Y EXPULSIÓN DE AIRE EXTERIOR	28
4.19.1 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	28
4.19.2 INSTALACIÓN	28
4.19.3 INFORMACIÓN TÉCNICA	29
4.20 AISLAMIENTOS TÉRMICOS.....	29
4.20.1 GENERALIDADES.....	29
4.20.2 MATERIALES.....	29
4.20.3 INSTALACIÓN	29
4.21 ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS	30
4.21.1 NORMATIVA.....	30
4.21.2 GENERALIDADES.....	31
4.21.3 INSTALACIÓN	31
4.22 ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL	31

4.22.1	GENERALIDADES. SISTEMA Y ELEMENTOS.....	31
4.22.2	PANEL CENTRAL DE CONTROL.....	33
4.22.3	TERMÓMETROS.....	33
4.22.4	MANÓMETROS.....	33
4.23	LIBRO DE ÓRDENES.....	34
4.24	PRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE OBRA.....	34
4.24.1	PRUEBAS SEGÚN ITE 06.4.1.....	34
4.24.2	PRUEBAS HIDRÁULICAS.....	34
4.24.3	PRUEBAS DE REDES DE CONDUCTOS.....	35
4.24.4	PRUEBA DE LIBRE DILATACIÓN.....	35
4.24.5	PRUEBAS DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS.....	35
4.25	COMPROBACIÓN DE TRANSFERENCIA TÉRMICA.....	35
4.26	COMPROBACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS.....	36
4.27	FUNCIONAMIENTO REGULACIÓN AUTOMÁTICA.....	36
4.28	EXIGENCIAS DE SALUBRIDAD Y CONFORTABILIDAD.....	36
4.29	EXIGENCIAS DE SEGURIDAD.....	36
4.30	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN.....	37
4.30.1	GENERALIDADES.....	37
4.30.2	OBLIGATORIEDAD DEL MANTENIMIENTO.....	37
4.30.3	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.....	37

4.30.4	MEDIDAS EN MAQUINAS FRIGORIFICAS.....	37
4.30.5	OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	38
4.30.6	LIBRO DE MANTENIMIENTO.....	39
4.31	ENSAYOS Y RECEPCIÓN	39
4.31.1	RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	39
4.31.2	RECEPCIONES DE OBRA	40
4.31.3	GARANTÍAS.....	40

4.1 INSTALACIONES REFERIDAS AL PLIEGO

Es objeto el presente Pliego de Condiciones, de todos los trabajos con inclusión de materiales y medios auxiliares que sean necesarios para llevar a término, la instalación proyectada, que se detalla en los planos y demás documentación del Proyecto, así como todas aquellas otras que por el carácter de reforma, surjan durante el transcurso de las mismas, y aquellas que en el momento de la redacción del Proyecto se hubiesen podido omitir y fuesen necesarias para la completa terminación de las instalaciones a las que se refiere el Proyecto.

Si el Proyecto de la instalación contiene los datos dimensionales necesarios y éstas no son ejecutadas en la construcción del propio edificio, el Ingeniero de Minas autor de este Proyecto y Director de la Instalación quedarán eximidos de todas responsabilidades por los efectos que puedan acarrear.

4.2 CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES DE CLIMATIZACIÓN

4.2.2 GENERALIDADES

El montaje de las instalaciones, las condiciones que tienen que cumplir éstas y los locales que las albergan, se adaptarán al Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (R.I.T.E.).

Las instalaciones dispondrán de aislamiento térmico por motivos de ahorro energético.

Dispondrán también de un sistema de regulación automático y de dispositivos de seguridad equipamiento.

En función de la fuente energética utilizada deberán cumplir lo requerido en la reglamentación vigente respecto a dichas energías.

El comportamiento de los equipos y componentes de las instalaciones así como los valores de funcionamiento, deberán estar dentro del cumplimiento del Reglamento de Instalaciones

Térmicas en Edificios (R.I.T.E.) y demás reglamentaciones que afecten, quedando admitida la responsabilidad directa de fabricante, proveedor o mantenedor autorizado en el caso de que esto

no se produzca y eximida la responsabilidad del Ingeniero de Minas autor del Proyecto y del Ingeniero de Minas Director de Obra.

4.2.3 CONDICIONES TÉCNICAS DE CONFORT EN LA EJECUCIÓN

La temperatura medida a 1,5 m. Del suelo en el centro de los locales estará comprendida entre 18 y 22 °C, la temperatura resultante medida a 1,8 m. Del suelo, no será superior a 2 °C ni inferior en 4°C a la resultante a nivel de suelo.

Cuando se utilice aire como fluido emisor, su velocidad estará comprendida entre 0,18 y 0,24 m/s en verano y entre 0,15 y 0,20 m/s en invierno.

Por funcionamiento de las instalaciones no podrán producirse perturbaciones por vibraciones y ruidos mayores a las citadas en I.T.E.-02.2.3 o en su defecto en otras reglamentaciones nacionales, autonómicas, provinciales o municipales si éstas fueran más restrictivas.

En instalaciones con ventilación mecánica y tratamiento de aire exterior no se admitirán concentraciones de contaminación superiores a las indicadas en g/m³.

Dióxido de Azufre (SO ₂).....	80 (1 año) - 365 (24 h.)
Dióxido de Nitrógeno(NO ₂).....	100 (1 año)
Monóxido de Carbono (CO).....	10.000 (8 h.) – 40.000 (1 h.)
Ozono (O ₃).....	235 (1 h.)
Partículas.....	75 (1 año) – 260 (24 h.)
Plomo (Pb).....	1,5 (3 meses)

Si se da el caso de existencia de reglamentación de cualquier rango con valores más restrictivos, se utilizarán estos en lugar de los anteriores.

4.2.4 VÁLVULAS

Todas las válvulas serán de esfera embriadas o roscadas según dimensiones.

Antes de proceder a la entrega provisional, se colocará en cada una de las válvulas una tarjeta o número de identificación en plástico serigrafiado con cadena, la cual coincidirá con el esquema de principio.

Cada circuito dispondrá de los termómetros, manómetros y puntos de purga que sean necesario para su correcto funcionamiento cumpliendo lo indicado en R.I.T.E.

4.2.4.1 TUBERÍAS

Serán de cobre o acero DIN 2440 DIN 2439.

Las uniones en las tuberías de acero negro se realizarán mediante soldadura eléctrica y en las tuberías de acero galvanizado mediante accesorios roscados. En general serán adecuadas para soportar las presiones y temperaturas a las que hayan sido sometidas. Será competencia del instalador el que antes de pintar las tuberías, las mismas estén exentas de materias extrañas, barro, etc., procediendo a su limpieza, en su caso, antes de ser pintadas.

Se colocarán purgadores automáticos en cada una de las zonas altas del circuito que se estimen necesarios.

Todas las tuberías de acero negro serán pintadas con una capa de minio antes de ser aisladas.

4.2.4.2 Soportes de tubería

Los soportes se construirán con perfiles de acero adecuados al peso de la tubería que deban soportar.

La construcción de los soportes se realizará de tal forma que permitan la libre dilatación de las tuberías, sin producirse tensiones ni flechas excesivas en las mismas. Los puntos fijos serán anclados adecuadamente para evitar cualquier movimiento y se colocarán a interdistancias de 5 m. Todos los soportes serán pintados con una mano de minio para protegerlos contra corrosión.

4.2.4.3 Dilatadores

Las dilataciones en las tuberías serán estudiadas cuidadosamente y siempre que sea necesario se utilizarán dilatadores axiales con paredes múltiples o, si se considera más conveniente, liras de dilatación construidas con la propia tubería.

4.2.4.4 Aislamiento de tuberías

El aislamiento utilizado para las tuberías será a base de coquilla de fibra tipo ARMAFLEX convenientemente pegada y encintada de espesores según lo indicado por la normativa.

4.2.4.5 Uniones entre metales diferentes

Siempre que existan uniones entre diferentes metales que puedan producir pares galvánicos de corriente, se conectarán juntas dieléctricas de aislamiento, o en su defecto tramos de 0,5 m de PVC rígido.

4.3 RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

4.3.1 PRUEBAS A REALIZAR

En aplicación de la I.T.E. 06.4 en sus diferentes apartados, se llevarán a cabo las, pruebas específicas, en el acto de la recepción provisional.

- Pruebas en marcha correcta.
- Prestaciones de confortabilidad.
- Exigencias de uso racional de la energía.
- Pruebas de contaminación ambiental.
- Pruebas de seguridad.
- Comprobación de los sistemas de señalización tanto de válvulas como tuberías así como la existencia del esquema sinóptico.

4.3.2 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Una vez realizada y puesta en marcha la instalación, el titular de la misma será el responsable de seguir el proceso de mantenimiento indicado en I.T.E. 08.

4.4 OTRAS CONSIDERACIONES

Todos los elementos que se incorporan serán de primera calidad, distribuidos fabricados por firmas solventes y de reconocida seriedad, contrastados en el mercado, ampliamente y experimentados, disponiendo de repuestos de absolutamente todos los componentes electromecánicos, con lo que las garantías, servicios posventa y mantenimiento se cubren ampliamente.

4.5 INTERPRETACIÓN

Se entiende en este Proyecto que el Instalador está capacitado para la interpretación del Proyecto en todas sus partes, o en su defecto tiene personal a su servicio para interpretar todos los documentos del mismo.

4.6 MODIFICACIONES

Si en el transcurso del trabajo fuese necesario cualquier clase de modificación que no estuviese especificado en este Pliego de Condiciones o en el Proyecto, el instalador se obligará a ejecutarlo con arreglo a la instrucciones que al efecto reciba del Director Técnico de la instalación, produciéndose automáticamente la correspondiente modificación en el Proyecto, si ello tuviese lugar.

Durante el transcurso de ejecución, el Director Técnico de la instalación dará las instrucciones necesarias y suficientes para la buena realización de la misma, entendiéndose que es obligación del instalador el dar cumplimiento a las mismas y consultarle cuantas veces sea preciso, todo detalle que no le resultase claro y comprensible.

4.6.1 INTERRUPCIÓN DEL TRABAJO

En el caso de que los trabajos de instalación hayan quedado interrumpidos por tiempo indefinido, o bien por incumplimiento de las instrucciones específicas del Director Técnico de la instalación, y otras causas suficientes, éste lo comunicará al Ministerio de Industria y Energía, al contratante y a su Colegio correspondiente, entendiéndose que desde ese momento declina toda responsabilidad.

4.6.2 REANUDACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Al reanudarse los trabajos de instalación, esta circunstancia deberá ser puesta en conocimiento del Director Técnico de la Instalación de forma fehaciente.

4.7 CONDICIONES DE SEGURIDAD

4.7.1 DEL PERSONAL DE LA OBRA

Todo operario que por razón de su oficio haya de intervenir en la instalación, tiene derecho a reclamar de su dirección todos aquellos elementos que de acuerdo con la legislación vigente, garanticen su seguridad personal durante la preparación y ejecución de los trabajos.

El instalador exigirá de sus operarios el empleo de los elementos de seguridad.

4.7.2 DEL INSTALADOR

Es obligación del instalador, dar cumplimiento a lo legislado y vigente, respecto de honorarios, jornales y seguros siendo sólo él responsable de las sanciones que de su incumplimiento pudieran derivarse.

4.7.3 DEL PROPIETARIO

El propietario o contratista tiene la obligación de facilitar al instalador un ejemplar completo del presente Proyecto a fin de que pueda hacerse cargo de todas y cada una de las obligaciones que se especifican en este Pliego.

4.7.4 DEL PRESENTE PLIEGO

Del presente Pliego de Condiciones de seguridad tiene el carácter de órdenes fehacientes comunicadas al instalador, el cual antes de dar comienzo deberá leerlo completo, no pudiendo luego alegarse ignorancia, por ser parte importante del Proyecto.

4.8 CONDICIONES DE CONTRATACIÓN

4.8.1 DEL INSTALADOR

El instalador se compromete a ejecutar las obras, ajustándose en todo momento al presente Proyecto y a las instrucciones que le serán facilitadas por el Director Técnico de la instalación.

Se entiende en el Pliego de Condiciones que el Instalador que se hace cargo de las obras conoce perfectamente su oficio y se compromete a instalar siguiendo la normativa vigente.

El instalador cuidará de tener operarios expertos y la herramienta y maquinaria adecuada para la realización de los trabajos. Deberá estar en posesión de los correspondientes documentos acreditativos, que le faculten para la realización de los trabajos a desarrollar, según lo indicado en I.T.E. 11.

4.8.2 DEL CONTRATO

El contrato será firmado por el propietario o contratista y el instalador suponiendo la firma del mismo, de acuerdo con las cláusulas que entre ambas partes queden estipuladas.

Se entenderá que es nula toda cláusula que se oponga a lo especificado en los diversos apartados de éste Pliego de Condiciones. Es nula asimismo toda cláusula que pueda servir para enmascarar la utilización de materiales de mala calidad y otros que no fuesen sancionados favorablemente por el Director Técnico de la Instalación.

4.8.3 DEL PRESUPUESTO

Se entiende en este Pliego de Condiciones que el presupuesto base para la instalación, es el que figura en el presente Proyecto. Sobre el costo de la ejecución material, el instalador puede cargar el Beneficio Industrial autorizado. Si el instalador se comprometiese a realizar la obra en precio menor del fijado en el Proyecto, esto no repercutiría en ningún caso en la calidad de la instalación.

Si entre la redacción y la firma del contrato de instalación, hubiese transcurrido largo tiempo, o el nivel de precios medios hubiese sufrido notables alteraciones, tanto el propietario o contratista como el instalador, podrán solicitar al Proyectista la redacción de un nuevo presupuesto base.

4.8.4 RESCISIÓN DEL CONTRATO

El contrato puede ser rescindido por cualquiera de las causas conocidas como válidas en las cláusulas del mismo, o en la vigente legislación.

Toda falta o diferencia de acuerdo en el cumplimiento del contrato, será resuelto por vía judicial, pudiendo no obstante, si ambas partes convinieren en ello, acatar el fallo dictado por un tercer perito ó tribunal arbitral nombrado al efecto.

4.9 VALORACIÓN DE LAS PARTIDAS

El ofertante tendrá en cuenta las especificaciones de marcas y modelos, valorando dichas marcas, caso de valorar marcas opcionales lo indicará en su documento.

Dado que el documento de electricidad de la instalación de aire acondicionado y sus respectivos cuadros, forman parte del Proyecto de Electricidad de Potencia y Control, el ofertante deberá incluir en el precio de los equipos parte proporcional de mano de obra de especialistas, según el siguiente índice orientativo.

- Conexionado del cuadro eléctrico principal de cubierta del que cuelgan los componentes de la central frigorífica, climatizadores, etc.
- Conexionado de cuadros eléctricos de cada planta.
- Conexionado de las puntas de componentes de regulación y control.
- Puesta en marcha del sistema, pruebas s/ R.I.T.E., confección del Protocolo de entrega y recepción provisional de los sistemas.

4.10 UNIDADES ESPECIFICADAS

En todo lo no especificado en la Memoria ó Pliego de Condiciones, se estará de acuerdo a lo que se especifica a juicio del Director Técnico de la Instalación.

4.11 ESPECIFICACIONES GENERALES

En esta especificación se recogen las características exigibles a los materiales y equipos utilizados en la instalación de Climatización en cuanto a criterios de seguridad, fiabilidad, rendimiento y protección del medio ambiente.

4.11.1 ASPECTOS TÉCNICOS

Se recogen a continuación las prescripciones comunes a todos los elementos y equipos que componen a las instalaciones de Climatización.

En general todo material y equipo estará construido de forma que se garantice, debidamente, la seguridad de las personas, del edificio y de las otras instalaciones que pudieran ser afectadas por su funcionamiento o por un fallo del mismo, así como la salubridad del ambiente interior y exterior al que dicho equipo o material pueda afectar.

- No obstante estas normas, los equipos y materiales deberán cumplir aquellas otras prescripciones que los reglamentos de carácter específico ordenan.
- Los materiales y equipos utilizados para la configuración de circuitos hidráulicos, deberán soportar, sin deformación, goteos o exudaciones, una presión hidrostática igual a 1,5 veces la presión nominal, con un mínimo de 400 kPa.
- Todos los materiales que intervienen en la construcción de un equipo deberán ser adecuados a las temperaturas y presiones a las que su funcionamiento normal, e incluso extraordinario por avería, pueda someterlos.
- Todos los materiales que intervienen en la instalación de acondicionamiento de aire, tendrán un grado de reacción al fuego M1 o M0.
- Los materiales que por su funcionamiento estén en contacto con el agua o el aire húmedo presentarán una resistencia a la corrosión que evite un envejecimiento o deterioro prematuro.
- Las instalaciones eléctricas de los equipos deberán cumplir el reglamento de baja tensión, estando todas sus partes suficientemente protegidas para evitar cualquier riesgo de accidente para las personas encargadas de su funcionamiento y el de la instalación.
- Las partes móviles de las máquinas que sean accesibles desde el exterior de las mismas, estarán debidamente protegidas. Comunes relativos a fiabilidad y duración.
- En general todo material y equipo estará construido de acuerdo con las normas específicas que le sean aplicables y de tal forma que se garantice la permanencia inalterable de sus características y prestaciones durante toda su vida útil. A este objeto, su diseño, construcción y equipamiento auxiliar deberá ser el adecuado para garantizar el cumplimiento de las prescripciones siguientes: o Los puntos de

engrase, ajuste, comprobación y puesta a punto serán fácilmente accesibles desde el exterior del equipo, sin necesidad de mover el equipo de su lugar de instalación ni desconectarlo del circuito de fluido al que pertenezca. Las cubiertas, carcasas o protecciones que para el mantenimiento fuera necesario mover, estarán fijadas en su posición mediante dispositivos que permitan las maniobras de desmontar y montar con facilidad, sin herramientas especiales y tantas veces como sea necesario si sufrir deterioro. o No se emplearán para la sujeción de estas protecciones tornillo rosca-chapa, ni con cabeza ranurada. La colocación de cubiertas, tapas y cierres estará diseñada de tal forma que físicamente solo sea posible su colocación en la manera correcta o El fabricante de todo equipo deberá garantizar la disponibilidad de repuestos necesarios durante la vida útil del equipo. Junto con los documentos técnicos del equipo, se exigirá una lista de despiece, con esquema de despiece referenciado numéricamente, de tal forma que cualquier pieza de repuesto necesaria sea identificable fácilmente. o Junto a la documentación técnica del equipo se entregará por el fabricante, normas e

instrucciones para el mantenimiento preventivo del equipo, así como un cuadro de diagnóstico de averías y puesta a punto. o Si un determinado equipo requiere más de una intervención manual o automática en una secuencia determinada, para su puesta en marcha o parada, estará diseñado de tal forma

que estas acciones sucesivas no puedan ser efectuadas en una secuencia distinta de la correcta, o, en caso de poder serlo, no deberá producirse ningún daño al equipo ni efectuarse la maniobra correspondiente. o Si para el correcto funcionamiento de una máquina fuera necesario el previo funcionamiento y servicio de otra máquina o sistema de la instalación, la construcción y diseño de la primera será tal que impida su puesta en marcha si no se ha cumplido este requisito. o Todo equipo estará provisto de las indicaciones y elementos de comprobación, señalización y tarado necesarios para poder realizar con facilidad todas las verificaciones y comprobaciones precisas para su puesta a punto y control de funcionamiento. o .Todo equipo en cuyo funcionamiento se modifique la presión de un fluido estará dotado de los manómetros de control correspondientes. o Todo equipo en cuyo funcionamiento se modifique la temperatura de un fluido estará dotado de los termómetros correspondientes.

Todo equipo cuyo engrase se realice por un sistema de engrase a presión llevará el correspondiente indicador de la presión de engrase. En caso de disponer de un cárter de aceite, el nivel de aceite será fácilmente comprobable.

o Los anteriores dispositivos de control y temperaturas llevarán una indicación de los límites de seguridad de funcionamiento. o Cuando la alteración fuera de los límites correctos de una característica de funcionamiento pueda producir daño al equipo, la instalación, o exista peligro para las personas o el edificio, el equipo estará dotado de un sistema de seguridad que detenga el funcionamiento al aproximarse dicha situación crítica. Esta circunstancia quedará determinada por el encendido de una luz roja en el tablero de mando del equipo. Si tal situación crítica, de llegase a producir, significara un daño para el equipo, la instalación, las personas o el edificio, el equipo estará dotado de otro dispositivo de seguridad totalmente independiente del anterior y basado en fenómeno físico diferente, tarado en un valor comprendido entre el de bloqueo y el de seguridad, que por

descarga de la presión, parada del equipo, interrupción o cierre del circuito, impida el que se alcance la situación de riesgo

4.11.2 Propiedades relativas al rendimiento energético

- El rendimiento de cualquier máquina componente de una instalación de aire acondicionado será el indicado por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia en más o menos del 5 por cien.(5 %).
- Las condiciones de ensayo se especificarán en cada caso.
- La eficiencia de intercambio de cualquier equipo, recuperador o intercambiador, será la indicada por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia del tres por ciento (3%).
- Los rendimientos y la eficiencia de todos los equipos cumplirán lo establecido para ellos en el "Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente para Uso Sanitario" con el fin de racionalizar el consumo energético.
- Las pérdidas de presión en las conducciones de fluidos deberán limitarse todo lo posible, con el objeto de reducir el consumo de bombas y ventiladores.
- En las conducciones de agua, las pérdidas de carga se limitarán al máximo, disminuyendo la velocidad del agua en las tuberías, sin pasar del límite mínimo necesario para garantizar el arrastre de aire.
- Ningún equipo podrá desprender en su funcionamiento gases u olores desagradables o nocivos, sin estar debidamente controlados y canalizados para su adecuada evacuación.
- El funcionamiento de cualquier equipo no producirá vibraciones desagradables o que puedan afectar al edificio y el nivel de ruido producido estará en los límites establecidos para que en el espacio habitable no se sobrepasen los valores indicados para cada caso.

4.12 ESPECIFICACIONES MECÁNICAS: EQUIPOS FRÍO Y CALOR

4.12.1 CONDICIONES GENERALES

Los equipos de producción generan frío y/o calor que transportados en agua o salmuera alimentan las baterías de los elementos emisores: climatizadores, ventiloconvectores, aerotermos o inductores. Se componen, al menos, de:

condensador, evaporador, circuito frigorífico, compresor y controles automáticos con su panel.

Se suministrarán con la carga inicial de refrigerante.

Dichos equipos deberán cumplir lo que a este respecto especifique el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

4.12.2 DOCUMENTACIÓN

Los fabricantes o distribuidores de estos equipos deberán aportar la siguiente documentación:

- a) Potencia frigorífica útil total para diferentes condiciones de funcionamiento, incluso con las potencias nominales absorbidas en cada caso.
- b) Coeficiente de eficiencia energética para diferentes condiciones de funcionamiento y, para plantas enfriadoras de agua, incluso a cargas parciales.
- c) Límites extremos de funcionamiento admitidos.
- d) Tipo y características de la regulación de capacidad.
- e) Clase y cantidad de refrigerante.
- f) Presiones máximas de trabajo en las líneas de alta y baja presión de refrigerante.
- g) Exigencias de la alimentación eléctrica y situación de la caja de conexión.
- h) Caudal de fluido secundario en el evaporador, pérdida de carga y otras características del circuito secundario.
- i) Caudal del fluido de enfriamiento del condensador, pérdida de carga y otras características del circuito.
- j) Exigencias y recomendaciones de instalación: espacios de mantenimiento, situación y dimensión de acometidas, etc.
- k) Instrucciones de funcionamiento y mantenimiento.
- l) Dimensiones máximas del equipo.
- m) Nivel máximo de potencia acústica ponderado A L_{wa} , en decibelios, determinado según UNE 74105.
- n) Pesos en transporte y en funcionamiento.

- o) Temperaturas máxima y mínima de condensación admisibles.
- p) Diámetros de las conexiones al evaporador y condensador remotos, en su caso.
- q) En unidades de condensación por agua: presión máxima de trabajo en el condensador y diámetro y situación de las acometidas del agua.
- r) En unidades de condensación por aire características de ventiladores y motores.
- s) En unidades de absorción: fluido portador de calor y consumo.

Las siguientes características de la máquina se ajustarán a las condiciones normalizadas del cuadro 1:

- Potencia nominal absorbida
- Potencia frigorífica total útil
- Coeficiente de eficiencia energética CEE
- Coeficiente de eficiencia energética lado condensador CEEC

4.12.3 ELEMENTOS EMISORES

Llamamos elementos emisores, a aquellas unidades cuya misión es producir un intercambio térmico desde el circuito hidráulico al aire, e impulsar éste. Además podrán tener otras funciones de tratamiento del aire tales como: filtrado, humectación, deshumectación, mezcla etc.

4.12.4 CLIMATIZADORES

Consideramos aquí los equipos terminales de las instalaciones de Acondicionamiento de Aire que se instalan en los locales acondicionados, modifican las condiciones termohidrométricas del ambiente mediante la acción de una o dos baterías que reciben de una central el agua caliente o enfriada para su funcionamiento.

La circulación del aire por las baterías se produce por la acción de un ventilador que forma parte del equipo.

Las baterías deberán soportar, sin deformación, goteos o exudaciones, una presión hidráulica interior de prueba equivalente a vez y media la de trabajo y como mínimo 400 kPa.

Los diversos componentes del climatizador estarán contruidos y ensamblados de forma que no se produzcan oxidaciones, vibraciones o deformaciones por las condiciones normales de trabajo.

Los cojinetes del motor y ventilador serán autolubrificantes sin necesidad de mantenimiento posterior.

Los motores eléctricos dispondrán del mecanismo necesario para su arranque.

El equipo tendrá prevista una conexión a la red de tierra del edificio. La batería estará dotada de purgadores manuales. La bandeja de condensado tendrá una conexión de desagüe de al menos tres cuartos de pulgada (¾").

4.12.4.1 Elementos constitutivos

Los climatizadores estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Envoltente con paneles tipo sandwich.
- Baterías de intercambio térmico agua-aire
- Ventilador y filtro de aire
- Conexiones de alimentación de agua.
- Conexiones de alimentación eléctrica.
- Bandeja de recogida de condensado con drenaje.
- Paneles de cerramiento con aislamiento acústico.
- Placa de identificación.

4.12.4.2 Instalación

Los climatizadores no podrán estar situados en la propia Sala de Máquinas, debiendo existir necesariamente una separación física entre ésta y el local donde se encuentre el climatizador.

La distancia entre la parte inferior de los tubos de aletas del climatizador y la parte inferior de la abertura de entrada de aire deberá ser de quince centímetros (15 cm).

Cuando las unidades vayan sujetas 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 aparato cuando ésta exista.

Si la unidad va colocada en un nicho, la placa frontal tendrá cubrejuntas para cubrir la junta entre ésta y la pared.

Se evitará que circule aire entre la chapa posterior y la pared, para lo cual se rellenará, al menos en los laterales y parte superior, este espacio.

4.12.4.3 Control y regulación

La regulación de la capacidad frigorífica de un climatizador se podrá realizar actuando sobre el caudal de agua suministrado a la tubería mediante válvula automática todo-nada o modulante.

4.12.4.4 Información Técnica

El fabricante suministrará la documentación técnica correspondiente con la siguiente información:

- Denominación, tipo y tamaño.
- Caudal de aire del ventilador.
- Potencia frigorífica total, en función de la temperatura y caudal del agua fría y de las condiciones higrométricas del aire a la entrada, para cada velocidad del ventilador.
- Consumo del ventilador.
- Nivel de ruido de presión sonora en dB(A) para un local tipo. Serán de aplicación en este punto, todo lo expuesto en el apartado extractores, con referencia a los niveles de ruido y pruebas relativas a ellos.
- Características de la corriente eléctrica necesaria.
- Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- Limitación de presión hidráulica.

4.12.5 ELEMENTOS AUXILIARES DE LOS ELEMENTOS EMISORES

4.12.5.1 Baterías

Son los componentes de los elementos emisores (climatizadores, ventiloconvectores) de las instalaciones de Acondicionamiento de Aire, en los que se realiza el intercambio de calor entre el aire tratado y el fluido portador de la potencia frigorífica del generador central de frío o calor.

Las baterías integrantes del presente Proyecto serán de tipo agua-aire.

Las baterías de agua-aire pueden servir para enfriar y deshumidificar el aire y para su calentamiento, dependiendo de la temperatura del agua utilizada en las mismas.

Las baterías, en general, se compondrán de los siguientes elementos:

- Uno o varios circuitos de tubos aleteados.
- Bastidor de soporte y montaje.
- Colector de entrada y salida del fluido portador.
- En las baterías alimentadas con agua, se instalará un purgador manual.

Las baterías estarán construidas en un material inalterable químicamente por las condiciones del aire y del fluido portador. Las baterías para refrigeración y/o deshumidificación estarán construidas necesariamente en tubo de cobre y aleta de aluminio o cobre, no permitiéndose el uso de otros materiales metálicos a menos que se garantice debidamente su inalterabilidad bajo las condiciones de trabajo.

Las velocidades de circulación de agua por los tubos de las baterías no será superior a 2,5 m/s.

La pérdida de carga en el conjunto de la batería no será superior a 10 m de c.d.a.

La presión de niebla en los tubos de las baterías será una vez y media la presión de trabajo prevista en el circuito y como mínimo 700 kPa.

En las baterías de agua-aire sus circuitos estarán diseñados para que no se produzcan bolsas de aire y el desaire se realice en todos ellos garantizando un perfecto llenado.

Las aletas de las baterías tendrán una distribución uniforme y su unión con los tubos será inalterable por los cambios de temperatura y presión debido a las condiciones de trabajo.

El fabricante deberá suministrar la siguiente información:

- Condiciones de humedad y temperatura del aire a la salida de la batería, para las condiciones establecidas en la entrada en función de:
 - Caudal del fluido transportado.
 - Temperatura del fluido transportado.
 - Caudal y presión de aire circulado a través de la batería.
- Pérdida de carga producida por la batería en el lado aire, en función del caudal.

- Pérdida de carga producida en el lado del fluido portado, en función de su caudal.
- Presión de prueba y presión de trabajo máximo admisible.
- Limitaciones relativas al aire y fluido portado en cuanto a problema de corrosión en los metales componentes de las baterías.
- Velocidades máximas admisibles en el aire a su paso por la batería sin que se arrastren gotas de condensado.
- Velocidad máxima del fluido portador o caudal máximo sin que se produzca erosión.
- Dimensiones, pesos y cotas de conexiones.

4.12.5.2 Extractores de aire

Son equipos que sirven para extraer aire de un local permitiendo de esta forma la correcta renovación del aire ambiental.

Existirá un sistema para ajustar la velocidad del ventilador y la tensión de las correas.

Todas las compuertas, motorizadas o no, permitirán el accionamiento manual.

Para caudales superiores a 20.000 m/h, los filtros de baja eficacia EU4 (en caso de que deban de ser instalados) se dispondrán en forma de V.

El nivel de ruido producido por el extractor será, en cualquier caso inferior a 45 NC a una distancia de 2 m.

4.12.5.2.1 Materiales

Los extractores serán construidos en chapa galvanizada con un espesor no inferior a ocho milímetros (0,8 mm), según el tipo de construcción.

Los paneles serán tipo sandwich de 35 mm ejecución a base de lana de roca de alta densidad incombustible (ejecución A-1 según DIN 4102) entre dos chapas de acero galvanizado.

El interior de los paneles estará tratado de forma que no se desprendan partículas de material aislante y que no se produzca corrosión en ninguno de sus componentes. Los materiales constitutivos de un extractor serán incombustibles.

Los ventiladores estarán dinámicamente y estáticamente equilibrados.

4.12.5.2.2 Elementos constitutivos

Los componentes mínimos de un extractor son los siguientes:

- Envoltente con paneles desmontables.
- Aislamientos de la envoltente incorporados en los paneles.
- Ventilador con motor, soportes antivibratorio y acoplamiento.
- Acoplamiento elástico a la salida del ventilador (si es conducida).
- Elementos de soporte o cuelgue.
- Opcionalmente, incluirán:
 - Filtro de aire.
 - Sistema de recuperación de calor.
 - Compuertas motorizadas.

4.12.5.2.3 Instalación

Los extractores no podrán estar situados en la sala de máquinas de producción debiendo existir, necesariamente, una separación física entre ésta y el local donde se encuentre el climatizador.

Las instalaciones deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que puedan realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción.

Los motores y sus transmisiones deberán protegerse contra accidentes fortuitos del personal.

Deberán existir suficientes pasos y accesos libres para permitir el movimiento, sin riesgo o daño, de aquellos equipos que deban ser desmontados y montados para su reparación fuera del conjunto de la unidad.

4.12.5.2.4 Información técnica

El fabricante deberá suministrar:

- Descripción, componentes y designación.
- Curvas características del ventilador.
- Pérdidas de presión en el circuito del aire, en función del caudal.

- Características y eficiencias del filtro de aire (si existe)
- -Presión total disponible a la salida del extractor.
- Velocidad de salida del aire en la boca del ventilador.
- Dimensiones, pesos y cotas de conexiones.
- Características de la corriente eléctrica de alimentación del motor.
- Niveles de ruido del conjunto del extractor. Se adjuntará certificado de mediciones realizadas por laboratorio homologado en número y tipo suficientes para comprobar que se cumplen todos los valores detallados en el apartado de Condiciones Particulares. En cualquier caso, se adjuntará el nivel de potencia sonora total.

De creerlo oportuno, la Dirección Facultativa podrá exigir que se realicen las mediciones con cada extractor a instalar bajo las condiciones que estime convenientes, en el punto de destino y previamente a la colocación en obra. Los gastos derivados de dichas pruebas correrán por cuenta del Contratista.

El número y tipo de mediciones a realizar, serán las que se consideren suficientes para comprobar la veracidad de todos los datos relativos a nivel de ruidos que se especifiquen en el presente Pliego. Se considerará condición de rechazo, desviaciones superiores a 0,2 dB(A) en los valores obtenidos frente a los especificados en el presente Pliego.

- Pérdidas de presión en el recuperador, si contase con este equipo.

4.13 CONEXIONES A APARATOS

4.13.1 GENERALES

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 la conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

4.13.2 CONEXIONES DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD O DE DESCARGA

Los escapes de vapor o 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 puedan salir sea conducido directamente a la atmósfera debiendo ser visible su salida en la sala de máquinas.

4.13.3 GENERACIÓN DE CALOR

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.

4.13.4 MONTAJE Y DESMONTAJE

Deben disponerse las válvulas necesarias para poder aislar todo equipo o aparato de la instalación, para su reparación o sustitución.

4.14 CANALIZACIONES

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.

Cuando la instalación esté formada por varios circuitos parciales, cada uno de ellos se equipará del suficiente número de válvulas de regulación y corte para poderlo equilibrar y aislar sin que se afecte el servicio del resto.

4.15 VÁLVULAS

Se recomienda no instalar ninguna válvula con su vástago por debajo del 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 su mantenimiento.

Se recomienda utilizar el siguiente tipo de válvulas, según la función que van a desempeñar:

- Aislamiento: Válvulas de bola, de asiento de aguja.
- Regulación: Válvulas de asiento de aguja.
- Vaciado: Grifos o válvulas de macho.
- Purgadores: Válvulas de aguja inoxidable.

No existirá ninguna válvula ni elementos que puedan aislar las válvulas de seguridad de las tuberías o recipientes a que sirven.

4.16 DISTRIBUCIÓN DEL AIRE

Cualquiera que sea el tipo de conducto, estarán formados por materiales MO o M1.

Tendrán resistencia suficiente para soportar los esfuerzos debidos a su peso y la presión del aire, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo.

Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circule por ellas.

Soportarán, sin deformarse, una temperatura de 250EC.

Se observará en cualquier caso lo expuesto en la UNE 100-101-84.

4.17 CONDUCTOS DE CHAPA

El trabajo de chapa, conductos y conexiones a los ventiladores y equipos de aire acondicionado se efectuará como se desprende de los planos. Los espesores de chapa de acero galvanizado para la fabricación de conductos serán los siguientes:

Baja velocidad (conducto rectangular):

Lado Máximo Espesor de chapa hasta

Hasta 30 cm 0,5 mm de 31 a 75 cm 0,7 mm de 76 a 150 cm 0,9 mm de 151 a 225 cm 1 mm más de 225 cm 1,5 mm.

Cada chapa empleada en los conductos llevará la etiqueta de la fábrica con el nombre comercial y galga de la misma. Todos los paneles de conductos rectangulares de 30 cm de ancho tendrán matrizados los refuerzos transversales, excepto en los lugares en donde los conductos vayan aislados.

Cuando el ancho del conducto sea de 150 cm o más, deberán colocarse refuerzos de angulares de hierro.

Las curvas en los posible tendrán un radio mínimo de curvatura de vez y media la dimensión del conducto en la dirección del radio, a no ser que se indique lo contrario, o sea, preciso por condiciones de espacio inevitables.

En el caso de que sean necesarias las curvas con un radio menor de 3/4 de la profundidad del conducto, deberán estar provistas de aletas directoras múltiples. Los álabes tendrán una longitud al menos de dos veces la distancia entre ellos. Curvas angulares con aletas directoras según los detalles serán instaladas donde se indique o sean precisas. Curvas angulares sin aletas directoras no serán permitidas en ningún caso.

Transformaciones y conexiones a los equipos en baja velocidad y salvo casos excepcionales, las piezas de unión entre tramos de distinta forma geométrica, tendrán las caras con un ángulo de inclinación respecto al eje del conducto, no superior a 15E, siempre que lo permitan las condiciones de espacio.

Todas las conexiones de conductos hasta los ventiladores centrífugos y desde muebles que contengan ventiladores, se harán con collares de asbesto tejido de no menos de 50 mm de longitud, asegurados por un fleje periférico de hierro que sujete al asbesto en perfiles de hierro.

En todos los casos serán cumplidas las condiciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Los conductos horizontales irán colgados de intervalos que no excedan de 2,5 m. y de acuerdo con las siguientes normas:

Ancho o diámetro máximo Soportes

Hasta 45 cm. Varilla de 1/4"

Pletina de 1/8" x 1"

Más de 45 cm. Varilla de 3/8"

Pletina de 3/16" x 1-1/2"

Cuando se usen varillas se complementará el soporte con un perfil en U. El material de los soportes estará galvanizado y atornillado a los lados del conducto

y sujetos a la estructura con tornillos, pasadores de acero, grapas de vigas, pantallas de expansión y tuerca u otro medio adecuado.

4.18 REJILLAS Y DIFUSORES

4.18.1 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Las rejillas y difusores para la distribución de aire a los locales estarán contruidos con un material inoxidable o tratado en forma que se garantice su inalterabilidad por el aire húmedo.

Las rejillas y difusores se suministrarán con una junta elástica que impida, una vez montadas, todo escape de aire entre la pared o techo y el marco de la rejilla o el aro exterior del difusor.

En caso de estar dotados de un dispositivo de regulación de caudal, dicho dispositivos será fácilmente accionable desde la parte frontal de la rejilla o difusor. No producirá ruidos de vibración y en su posición de cerrado al cincuenta por ciento (50%) no producirá un incremento en el nivel de presión sonora respecto al de apertura completa, superior a 2 NC para cada caudal de funcionamiento.

Se suministrarán completos, incluyendo todos los accesorios para su montaje, como son: marcos, tornillos de fijación, etc.

En los casos que se indique el precio de la unidad de obra, el difusor se fabricará de medidas especiales, tras replanteo en obra, ajustándose a las medidas entre luminarias u otros elementos de techo, según indicaciones de la Dirección Instalación.

El difusor se conectará al conducto a través de un collarín de chapa galvanizada, al cual irá atornillado el cuello del difusor.

Si el conducto es de chapa, la unión del collarín a éste será soldada o con pestañas.

Si el conducto es de fibra, su unión se hará a través de una placa de reparto de chapa galvanizada.

El conducto llevará soportes a ambos lados del collarín, o en el plenum, si lo hubiese.

Las rejillas de retorno se podrán colocar en falso techo o pared. Se fijarán mediante un marco de montaje recibido previamente en el hueco.

Los elementos de difusión deberán garantizar un adecuado confort en la zona de habitabilidad, evitando que se produzcan gradientes de temperatura o corrientes molestas.

El instalador se responsabilizará del perfecto montaje y acabado de estos elementos, que tendrán que quedar perfectamente alineados y nivelados.

Si fuera necesario, se realizará un montaje especial inicial, dejándolo todo previsto y evitando desperfectos ocasionales.

4.18.2 INFORMACIÓN TÉCNICA

El fabricante suministrará la siguiente información técnica:

- Designación, tipo y modelo.
- Pérdida de carga en función del caudal de aire.
- Velocidad de aire en un punto de medida fácilmente identificable en función del caudal.
- Nivel sonoro en dB(A) (o en NC), referido a presión sonora producida en un ambiente tipo : habitación de 3x3x2,5 m con paredes enlucidas en yeso.
- Dimensión
- Dimensión y distribución del dardo de aire.

4.19 REJILLAS DE TOMA Y EXPULSIÓN DE AIRE EXTERIOR

4.19.1 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Las rejillas para toma y expulsión de aire exterior estarán construidas en un material inoxidable y diseñadas para impedir la entrada de gotas de lluvia al interior de los conductos, siempre que la velocidad de paso no supere los tres metros por segundo (3 m/s).

Estarán dotadas de una protección de tela metálica antipájaros. Su construcción será robusta, con lamas fijas que no produzcan vibraciones ni ruido.

4.19.2 INSTALACIÓN

Se recibirá directamente al hueco practicado en el paramento o en el conducto directamente.

4.19.3 INFORMACIÓN TÉCNICA

El fabricante suministrará la siguiente información técnica:

- Denominación, tipo y modelo.
- Pérdida de carga y dimensiones en función del caudal de aire.

4.20 AISLAMIENTOS TÉRMICOS

4.20.1 GENERALIDADES

Con el fin de evitar los consumos energéticos de carácter superfluo, los aparatos, conductos y equipos que contengan fluidos a temperatura inferior a la del ambiente o superior a 30EC, dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía.

El aislamiento térmico de aparatos, equipos o conducciones metálicos, cuya temperatura de diseño sea inferior a la de rocío del ambiente que atraviesan, será impermeable al vapor de agua, o al menos, estará protegido por una caja que constituya una barrera de vapor.

En cualquier caso, e independientemente del espesor mínimo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias la superficie exterior del aislamiento no podrá presentar, en servicio, una temperatura superior a 15EC, de la del ambiente.

4.20.2 MATERIALES

El material de aislamiento no contendrá sustancias que se presten a la formación de microorganismos en ellas.

No desprenderá olor a la temperatura a la que va a ser sometido.

No sufrirá deformaciones debidas a las temperaturas, ni como consecuencia de una accidental formación de condensaciones.

Será compatible, químicamente, con los materiales de la superficie sobre la que se aplique, sin provocar corrosión de las tuberías en las condiciones normales de uso.

4.20.3 INSTALACIÓN

Hasta un diámetro de ciento cincuenta milímetros (15 mm) el aislamiento térmico de tuberías colgadas o empotradas deberá realizarse siempre con coquillas, no

admitiéndose para este fin la utilización de lanas a granel o fieltros, solo podrán utilizarse aislamientos a granel en tuberías empotradas en el suelo.

En ningún caso, en las tuberías, el aislamiento por sección y capa presentará más de dos juntas longitudinales.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán, preferentemente, con casquetes aislantes desmontables del mismo espesor que el de la tubería en que estén instalados, de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos, se puedan desmontar aquellos de la tubería en que están intercalados.

Si es necesario, dispondrán de un drenaje.

Los casquetes se sujetarán por medio de abrazaderas de cinta metálica, provista de cierres de palanca para que sea sencillo su montaje y desmontaje.

Se evitará en los soportes el contacto directo entre éstos y la tubería.

El recubrimiento o protección del aislamiento de las tuberías y sus accesorios deberá quedar liso y firme. Se utilizarán protecciones adicionales (forro de aluminio), en todas la tuberías, válvulas y accesorios a instalar en la sala de máquinas, galería de instalaciones y salas de climatizadores.

Para redes enterradas, el aislamiento deberá protegerse de la humedad y de las corrientes de agua subterráneas o escorrentía.

El aislamiento en conductos será el suficiente para que la pérdida térmica a través de sus paredes no sea superior al uno por ciento (1%) de la potencia que transportan y siempre el suficiente para evitar condensación.

Se tomarán precauciones para evitar condensaciones en el interior de las paredes de los mismos.

4.21 ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS

4.21.1 NORMATIVA

Además de la anteriormente citada es de aplicación:

- Norma Básica de la Edificación. Condiciones Acústicas de los Edificios (NBE-CA-81).
- Ordenanza Municipal para la Protección del Medio Ambiente contra Ruidos y Vibraciones.

4.21.2 GENERALIDADES

Todos los equipos con partes móviles (bombas, compresores, etc.) deberán instalarse con las recomendaciones del fabricante, poniendo especial cuidado en su nivelación y alineación de los elementos de transmisión.

Deberán estar dotados de antivibratorios que recomiende el fabricante con el fin de no transmitir vibraciones al edificio.

Se deberá disponer, también, de una bancada o bloque de inercia en la base de todo equipo de producción de frío, compuesta de un hormigón ligero de diez (10) a veinte (20) centímetros de espesor.

Los elementos antivibratorios serán del tamaño adecuado a la unidad en la que estén montados.

Serán de tipo soporte metálico o caucho. Los de caucho serán del tipo antideslizante.

Las redes de tuberías se instalarán en zonas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas y preferentemente por conductos registrables de obra y fijaciones antivibratorias.

Las redes de tuberías estarán equipadas con dispositivos para evitar golpes de ariete.

4.21.3 INSTALACIÓN

Los antivibratorios quedarán instalados de forma que soporten igual carga.

La forma de fijación de los antivibratorios debe ser aquella que mejor permita la función a que se destinen, pudiéndose realizar mediante espárragos o puntos de soldadura.

Las conexiones de los equipos con las canalizaciones se realizarán mediante dispositivos antivibratorios.

4.22 ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

4.22.1 GENERALIDADES. SISTEMA Y ELEMENTOS

El sistema de control será el adecuado al Sistema de Acondicionamiento de Aire.

El sistema garantizará las condiciones de diseño; los termostatos de ambiente tendrán una sensibilidad de $\pm 1^{\circ}\text{F}$ ($\pm 0,55^{\circ}\text{C}$) y los de conducto de $\pm 2^{\circ}\text{F}$ ($\pm 1,10^{\circ}\text{C}$).

El control de funcionamiento es un control termostático que actúa en función de la temperatura del agua enfriada a la salida del enfriador.

Este es un control de capacidad por pasos, que arranca o para los compresores en secuencia y actúa sobre los descargadores de pistones, disponiendo de esta forma de varios escalones de capacidad entre 0 y 100, es decir, desde la unidad parada hasta todos los motocompresores en marcha con todos sus pistones cargados.

Este control dispondrá de un interruptor manual para intervenir la secuencia de arranque de los motocompresores para poder igualar el tiempo de funcionamiento.

Cada unidad dispondrá, al menos, de los siguientes controles de protección:

- Control de baja presión que, al mismo tiempo, es de funcionamiento ya que la parada final será por desconexión eléctrica de la válvula solenoide de la línea de líquido.
- Control de alta presión con rearme manual.
- Control de presión de aceite debidamente temporizado para el arranque con rearme manual.
- Control de flujo en los circuitos de agua enfriada y agua de condensación.
- Control termostático de baja temperatura del agua del enfriador para evitar la congelación del rearme manual.
- Controles eléctricos de protección contra cortacircuitos, sobrecarga y caída de tensión (interruptores automáticos y guardamotores) y el control contra sobrecalentamiento del motor.

Al cableado de la unidad se incorporan unos actuadores de tiempo para prevenir el corte del circuito de los compresores si es interrumpida la corriente eléctrica. Este mecanismo impide a los compresores rearmar en un período de cinco minutos.

Esta unidad llevará, además, un termostato en la línea de descarga, un control de presión del aceite temporizado, una válvula de seguridad y un interruptor automático de circuito.

Los elementos de regulación y control serán los apropiados para los campos de temperatura, humedades y presiones, en que, normalmente, va a trabajar la instalación.

Los elementos de regulación y control estarán situados en locales o elementos, de tal manera que den indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular.

Los termómetros y termostatos de ambiente estarán suficientemente alejados de los elementos emisores terminales instalados en los locales climatizados, para que no afecten la magnitud de su medida.

Los elementos de regulación y control deberán poder dejarse fuera de servicio y sustituirse con el equipo en marcha.

Todos los elementos de regulación irán colocados en sitios en los que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

4.22.2 PANEL CENTRAL DE CONTROL

Se instalará en el lugar indicado en los planos de la instalación un panel central, en el que, al menos, se contará con lo siguiente:

- Interruptor general de control.
- Interruptores de los sistemas de refrigeración.
- Mando remoto de marcha y parada de cada motor: ventiladores, bombas y compresores.
- Pilotos indicadores de funcionamiento, instalados en un intuitivo cuadro sinóptico o esquema de la instalación.
- Indicadores de lectura remota en la forma que se indica que en los planos de la instalación.

4.22.3 TERMÓMETROS

Se instalarán según indicación de los planos de la instalación.

Dispondrán de caperuza de expansión y mirillas de vidrio con lectura de rollo y escala de nueve pulgadas (9") instalados verticalmente o inclinados, según se requiera para su fácil lectura.

Se instalará cada termómetro con una funda individual colocada en el sistema de tuberías. Se deberá proveer una garganta de extensión donde los termómetros coincidan con tubería aislada.

4.22.4 MANÓMETROS

Se instalarán manómetros en todos aquellos puntos que se indican en los planos de la instalación.

Serán de esfera de caja de bronce para el cristal.

Los manómetros para las bombas estarán montados en un tablero de manómetros, al lado de éstas.

Se proveerá a cada manómetro con una llave de cierre no corrosivo con manilla en forma de T.

Los indicadores de nivel de agua serán de latón pulido con válvulas angulares, varillas de guía, llaves de purga, diseñados para trabajar a 16 kg/cm² de presión.

Los indicadores visuales de nivel de refrigerante líquido de mirilla continua deberán estar dotados de protección transparente exterior adecuada para el fluido y tener en sus extremos dispositivos de bloqueo automático con válvulas de seccionamiento manuales, para caso de rotura.

4.23 LIBRO DE ÓRDENES

A los efectos del buen desarrollo de la obra e instalaciones, la Dirección Técnica cumplimentará, a pie de obra, un Libro de Ordenes, en donde se recogerán todas las notas, modificaciones, observaciones, etc., que se estimen oportunas. Estas notas irán firmadas por el Director de Obra y cuando así proceda por el receptor de la información.

4.24 PRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE OBRA

Independientemente de las pruebas a lo largo del montaje de la instalación, para la certificación de la obra se deberán de realizar como mínimo las siguientes pruebas:

- Tarado de elementos de seguridad
- Funcionamiento de la regulación automática
- Prueba final de estanqueidad de tuberías
- Prueba de libre dilatación de tuberías
- Prueba de estanqueidad de conductos
- Exigencias de bienestar y exigencias de ahorro de energía.

4.24.1 PRUEBAS SEGÚN ITE 06.4.1

El instalador deberá tener la instalación totalmente terminada, equilibrada, puesta a punto y de acuerdo con el proyecto presentado en el Servicio Territorial de Industria.

4.24.2 PRUEBAS HIDRÁULICAS

Prueba de estanqueidad en frío, de tuberías con equipos montados, a 1,5 veces la presión de trabajo, con un mínimo de 6 bar, de acuerdo a UNE 100151.

Puesta en funcionamiento de la instalación, comprobando bombas y circulación de agua.

Comprobación de estanqueidad del circuito a temperatura de régimen y presión de trabajo.

Prueba de depósito de combustible a (en su caso) 2 Kg/cm⁵, durante 15 minutos.

(Dicha prueba puede sustituirse por la entrega del Certificado de prueba hidráulica del fabricante del depósito).

Finalmente se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

4.24.3 PRUEBAS DE REDES DE CONDUCTOS

Los conductos de chapa se probarán de acuerdo con UNE 100104.

Las pruebas requieren el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

4.24.4 PRUEBA DE LIBRE DILATACIÓN

Dejar enfriar la instalación hasta 60EC en salida de caldera con regulación anulada y bombas en marcha.

Volver a calentar hasta temperatura de régimen, en salida de caldera.

Comprobación visual de no haber deformaciones y que el sistema de expansión funciona correctamente.

4.24.5 PRUEBAS DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones centralizadas de climatización, realizados en obra, serán sometidos a las pruebas de estanquidad especificadas en la instrucción MI.IF.010, del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

No debe ser sometida a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.

4.25 COMPROBACIÓN DE TRANSFERENCIA TÉRMICA

Con termómetro de sensibilidad no inferior a 1EC, medir temperaturas en distintos emisores instalados.

- Temperaturas de entrada
- Temperaturas de salida
- Temperaturas de emisores

4.26 COMPROBACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS

Mediante amperímetro, medir intensidad de todos los motores eléctricos de la instalación.

4.27 FUNCIONAMIENTO REGULACIÓN AUTOMÁTICA

Comprobación del funcionamiento de los termostatos y de que son adecuados a las temperaturas que han de trabajar.

Comprobación de la existencia y funcionamiento de los termostatos de caldera, uno de regulación y otro de seguridad.

4.28 EXIGENCIAS DE SALUBRIDAD Y CONFORTABILIDAD

Comprobar que la temperatura de los locales está comprendida entre 18 y 22 grados centígrados.

Comprobar que los ruidos y vibraciones son menores de los de la tabla 3 de la ITE 02.2.3.1 (RITE).

4.29 EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.

Comprobación de la existencia y funcionamiento de un interruptor general eléctrico, visible desde la el equipo generador.

Comprobación de la existencia y buen estado de un extintor de incendios de eficacia 89 B.

Comprobación de la existencia de indicaciones de seguridad en exterior e interior de la sala de refrigeración.

Medida de temperaturas en partes accesibles por el usuario, mediante termómetro de sensibilidad no inferior a 1°C. (valor máximo 90°C).

4.30 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN.

4.30.1 GENERALIDADES

Para mantener las características funcionales de la instalación y su seguridad y conseguir la máxima eficiencia de sus equipos, será obligatorio realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que se incluyen a continuación.

4.30.2 OBLIGATORIEDAD DEL MANTENIMIENTO

Desde el momento en que se realiza la recepción provisional de la instalación, el titular de ésta debe realizar las funciones de mantenimiento, sin que éstas puedan ser sustituidas por la garantía de la empresa instaladora.

Las instalaciones cuya potencia térmica instalada sea menor que 100 Kw deben ser mantenidas de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los equipos componentes.

4.30.3 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Las comprobaciones que, como mínimo, deben realizarse y su periodicidad serán las indicadas en las tablas que siguen de acuerdo con ITE 08.1.3. (RITE), donde se emplea esta simbología:

Símbolo Significado m: una vez al mes para potencia térmica entre 100 y 1.000 kW. Una vez cada 15 días para potencia térmica mayor que 1.000 kW.

M: una vez al mes.

2A: dos veces por temporada (año), una al inicio de la misma.

4.30.4 MEDIDAS EN MAQUINAS FRIGORIFICAS

Operación Periodicidad

1. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador. m
2. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador. m
3. Pérdida de presión en el evaporador. m
4. Pérdida de presión en el condensador. M
5. Temperatura y presión de evaporación. M

6. Temperatura y presión de condensación. M

7. Potencia absorbida. M

4.30.5 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Operación Periodicidad

1. Limpieza de los evaporadores. A

2. Limpieza de los condensadores. A

3. Drenaje y limpieza de circuito de torres de refrigeración. 2ª

4. Comprobación de niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos. M

5. Comprobación niveles de agua en circuitos. M

6. Comprobación estanquidad de circuitos de distribución. A

7. Comprobación estanquidad de válvulas de interceptación. 2ª

8. Comprobación tarado de elementos de seguridad. M

9. Revisión y limpieza de filtros de agua. 2ª

10. Revisión y limpieza de filtros de aire. M

11. Revisión de baterías de intercambio térmico. A

12. Revisión aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo. M

13. Revisión de unidades terminales agua-aire. 2ª

14. Revisión de unidades terminales de distribución de aire. 2ª

15. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire. A

16. Revisión bombas y ventiladores, con medida de potencia absorbida. M

17. Revisión del estado del aislamiento térmico. A

18. Revisión del sistema de control automático. 2ª

19. Sistema de gestión inteligente. 2ª

4.30.6 LIBRO DE MANTENIMIENTO

El mantenedor deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas, de acuerdo con ITE 08.1.4 (RITE).

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o mediante mecanizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación, debiendo figurar la siguiente información, como mínimo:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- El titular del mantenimiento.
- El número de orden de la operación en la instalación.
- La fecha de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- La lista de materiales sustituidos o repuestos cuando se hayan efectuado operaciones de este tipo.
- Las observaciones que se crean oportunas.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deben guardarse al menos durante tres años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

4.31 ENSAYOS Y RECEPCIÓN

Los ensayos a realizar para la recepción, serán los descritos anteriormente en el capítulo sobre APRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE OBRA.

4.31.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios en presencia del director de obra, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación con el que se dará por finalizado el montaje de la instalación. En el momento de la recepción provisional, la empresa instaladora deberá entregar al director de obra la documentación siguiente, de acuerdo con ITE 06.5.2 (RITE):

- Una copia de los planos de la instalación realmente ejecutada, en la que figuren, como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de la sala de máquinas y los planos de plantas, donde debe indicarse el recorrido de las conducciones de distribución de todos los fluidos y la situación de las unidades terminales.

- Una memoria descriptiva de la instalación realmente ejecutada, en la que se incluyan las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de los materiales y los equipos empleados, en la que se indique el fabricante, la marca, el modelo y las características de funcionamiento, junto con catálogos y con la correspondiente documentación de origen y garantía.
- Los manuales con las Instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento, junto con la lista de repuestos recomendados.
- Un documento en el que se recopilen los resultados de las pruebas realizadas.
- El certificado de la instalación firmado.

El director de obra entregará los mencionados documentos, una vez comprobado su contenido y firmado el certificado, al titular de la instalación, quien lo presentará a registro en el organismo territorial competente.

En cuanto a la documentación de la instalación se estará además a lo dispuesto en la Ley

General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y disposiciones que la desarrollan.

4.31.2 RECEPCIONES DE OBRA

Transcurrido el plazo de garantía, que será de un año si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional se transformará en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía.

4.31.3 GARANTÍAS

Si durante el período de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, éstos deberán ser subsanados gratuitamente por la empresa instaladora, salvo que se demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.

Para esta obra regirán como documentos básicos el PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES 1999 (PCTG) aplicable a la redacción de proyectos y ejecución de las obras municipales, incluido los documentos correspondientes que estuvieran vigentes en el momento de inicio de las obras.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

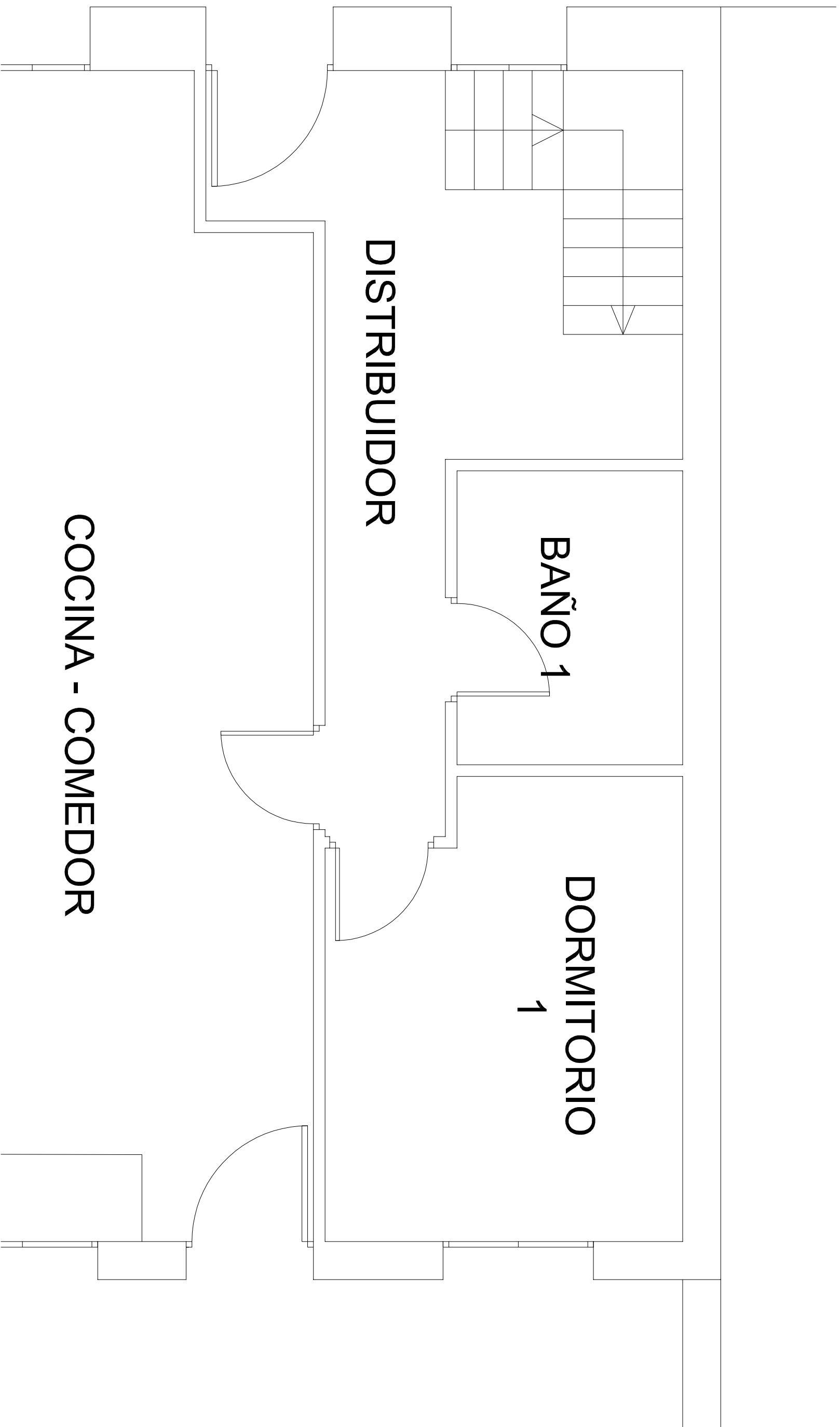
**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2016/17**

*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR*

Grado en Ingeniería Mecánica

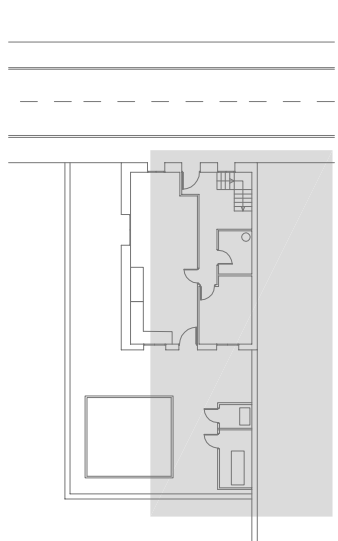
Documento

PLANOS



LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION		--	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO		--	PURGADOR
	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION		--	VALVULA ANTIRETORNO
	CAMBIO DE COTA C. RETORNO		--	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
	COLECTOR IMPULSION		--	BOMBA IMPULSION
	COLECTOR RETORNO		--	VALVULA DE 3 VIAS



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE

EPS

PROYECTO

DISENO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO

TFG

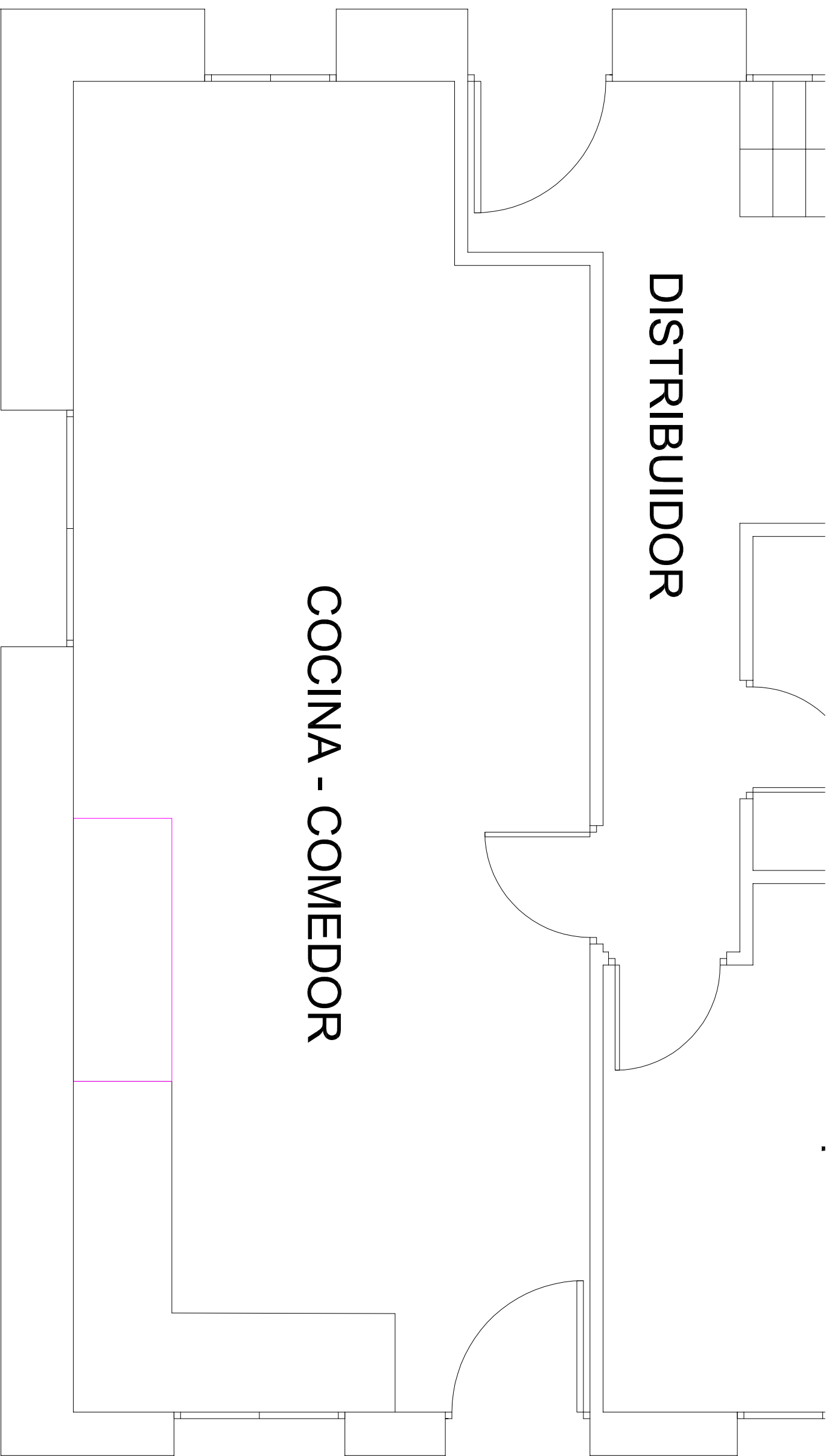
TITULO

ZONA A
PLANO BASE
PLANTA BAJA

24/01/17

A3 E:1/25













PB.P0A

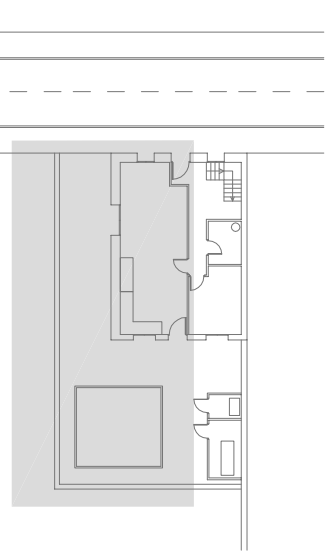


DISTRIBUIDOR

COCINA - COMEDOR

LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION		LLAVE DE PASO DE ESFERA
	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO		PURGADOR
	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION		VALVULA ANTIRETORNO
	CAMBIO DE COTA C. RETORNO		VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
	COLECTOR IMPULSION		BOMBA IMPULSION
	COLECTOR RETORNO		VALVULA DE 3 VIAS



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE

EPS

PROYECTO

DISENO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO

TFG

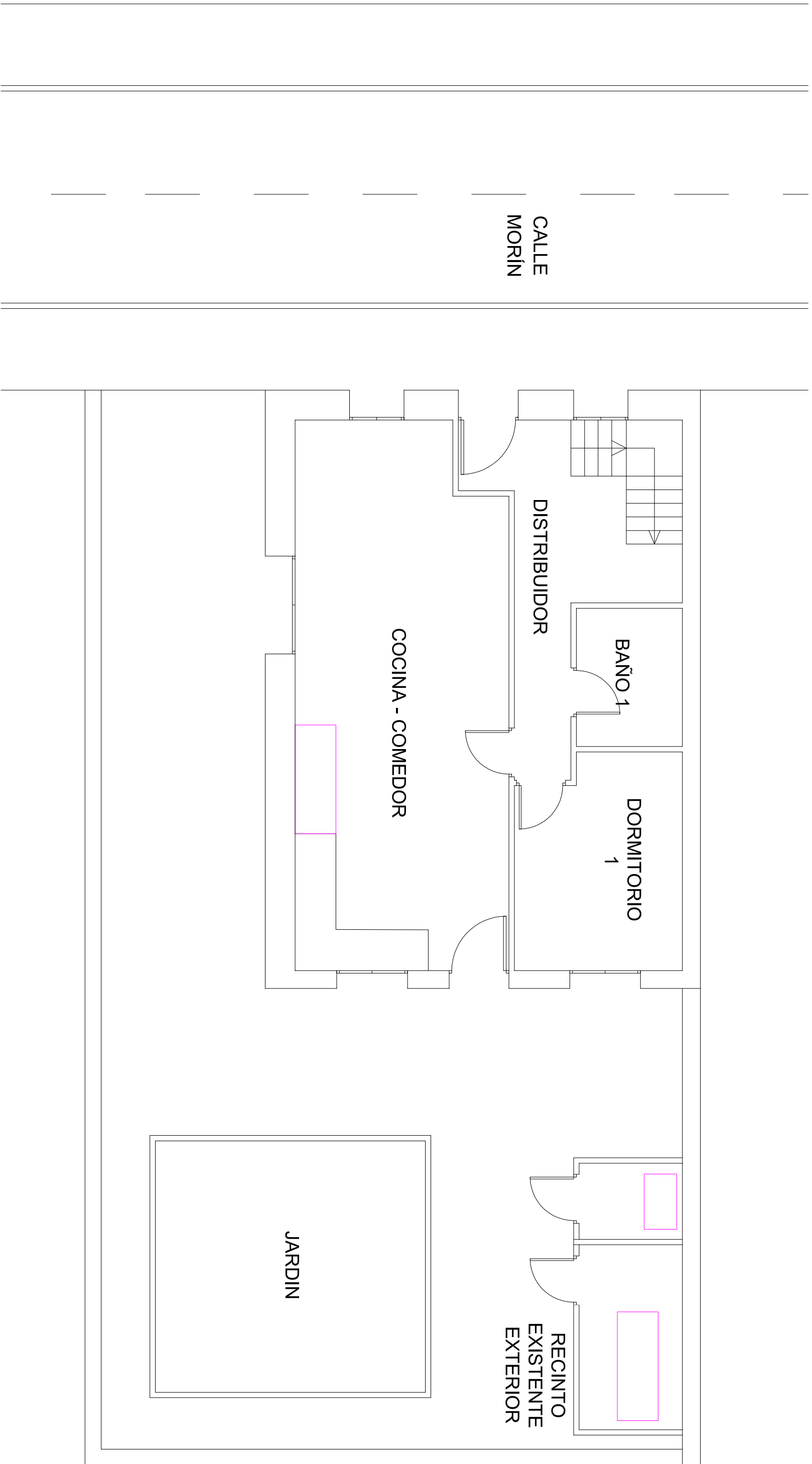
TITULO

ZONA B
PLANO BASE
PLANTA BAJA

24/01/17

A3 E:1/25

PB.P0B



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE
EPS

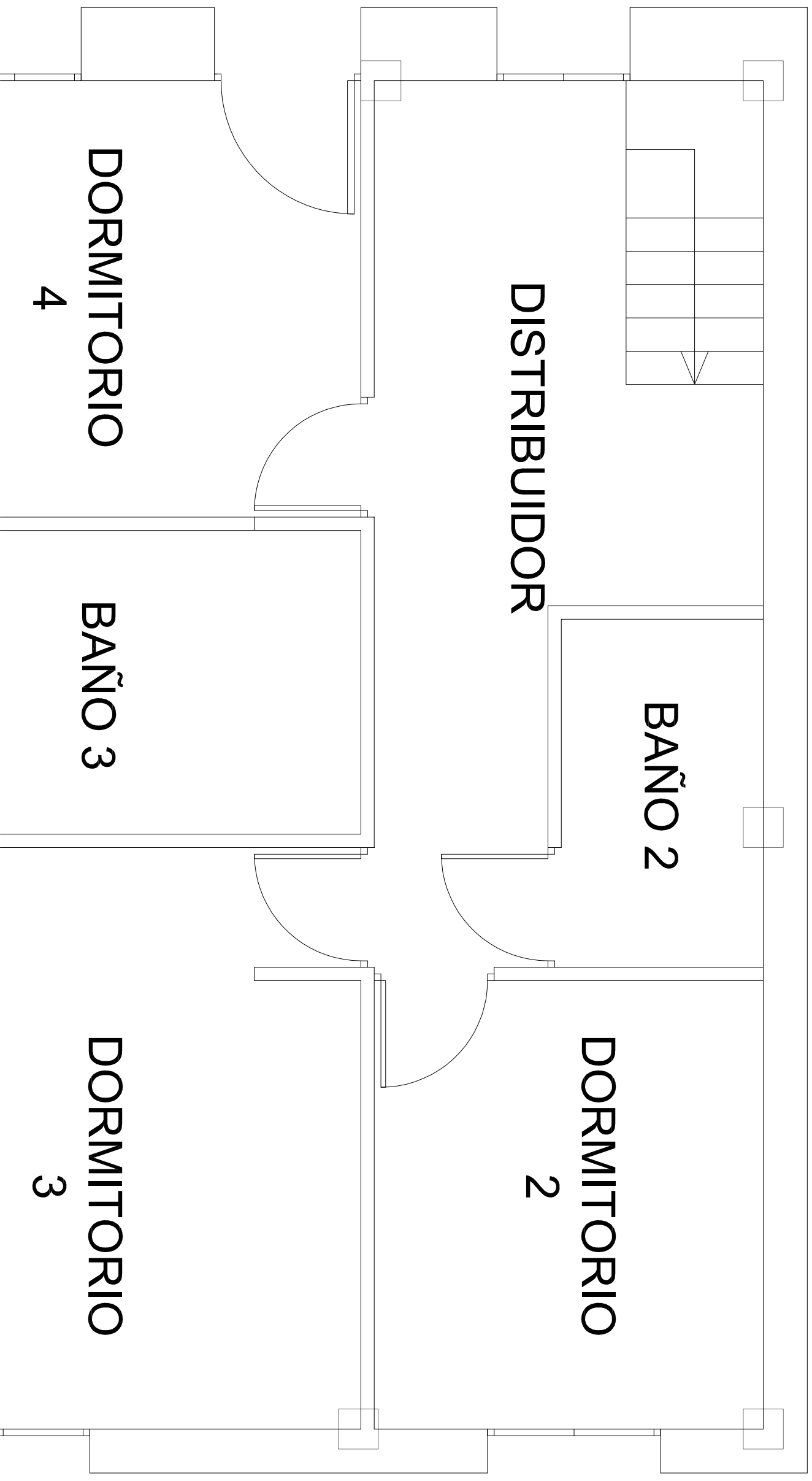
PROYECTO
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO
TFG













TITULO
EMPLAZAMIENTO
PLANO BASE
PLANTA BAJA

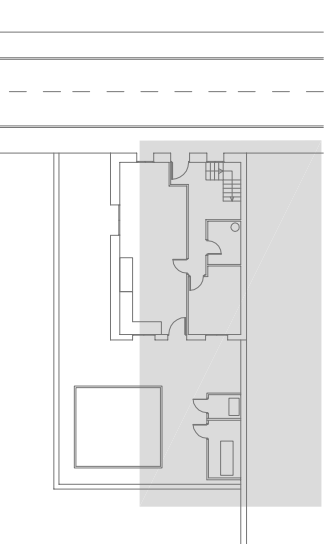
24/01/17
A3 E:1/25

M.P.B.P0



LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION		--	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO		--	PURGADOR
	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION		--	VALVULA ANTIRETORNO
	CAMBIO DE COTA C. RETORNO		--	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
	COLECTOR IMPULSION		--	BOMBA IMPULSION
	COLECTOR RETORNO		--	VALVULA DE 3 VIAS



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE

EPS

PROYECTO

DISENO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO

TFG

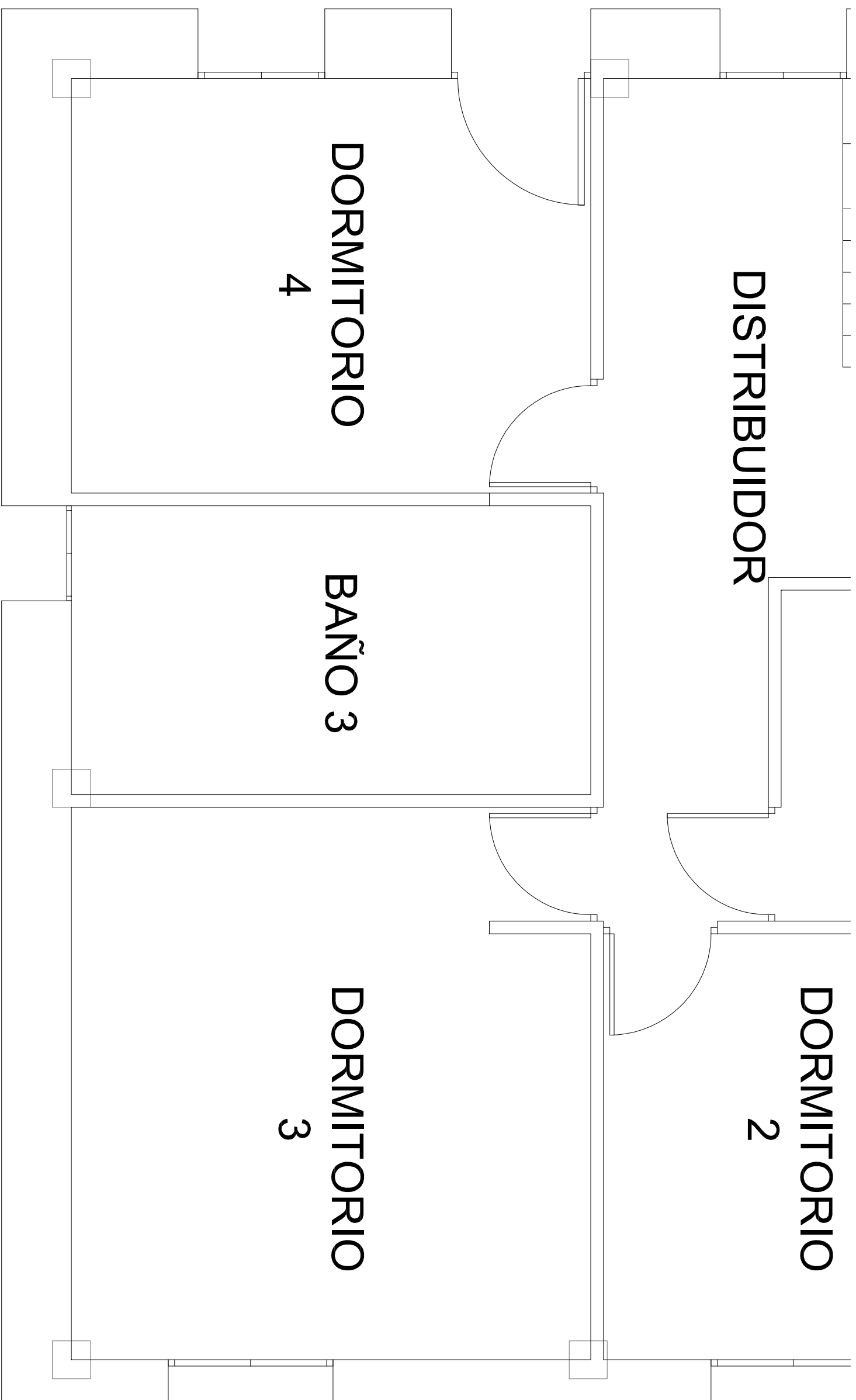
TITULO

ZONA A
PLANO BASE
ZONA A

24/01/17

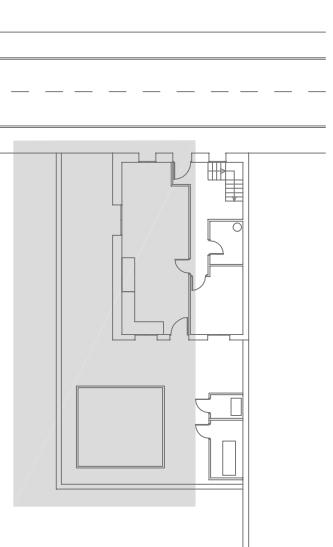
A3 E:1/25

PB.P1A



LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

	--	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION		--	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	--	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO		--	PURGADOR
	--	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION		--	VALVULA ANTIRETORNO
	--	CAMBIO DE COTA C. RETORNO		--	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
	--	COLECTOR IMPULSION		--	BOMBA IMPULSION
	--	COLECTOR RETORNO		--	VALVULA DE 3 VIAS



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE

EPS

PROYECTO

DISENO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO

TFG

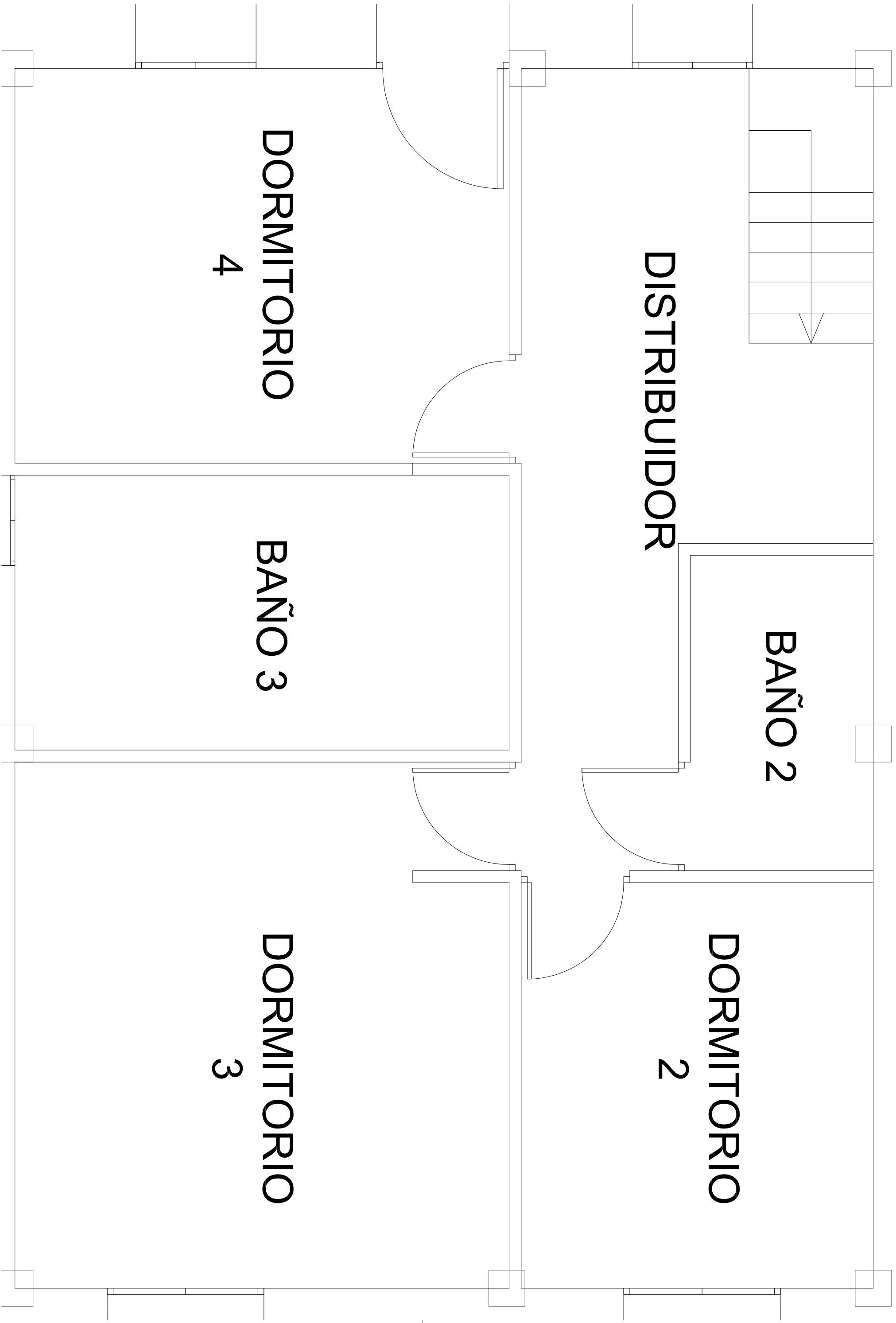
TITULO

ZONA B
PLANO BASE
PLANTA PRIMERA

24/01/17

A3 E:1/25

PB-P1B



BAÑO 2

DORMITORIO
2

DISTRIBUIDOR

DORMITORIO
4

BAÑO 3

DORMITORIO
3

AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE
EPS

PROYECTO
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO
TFG

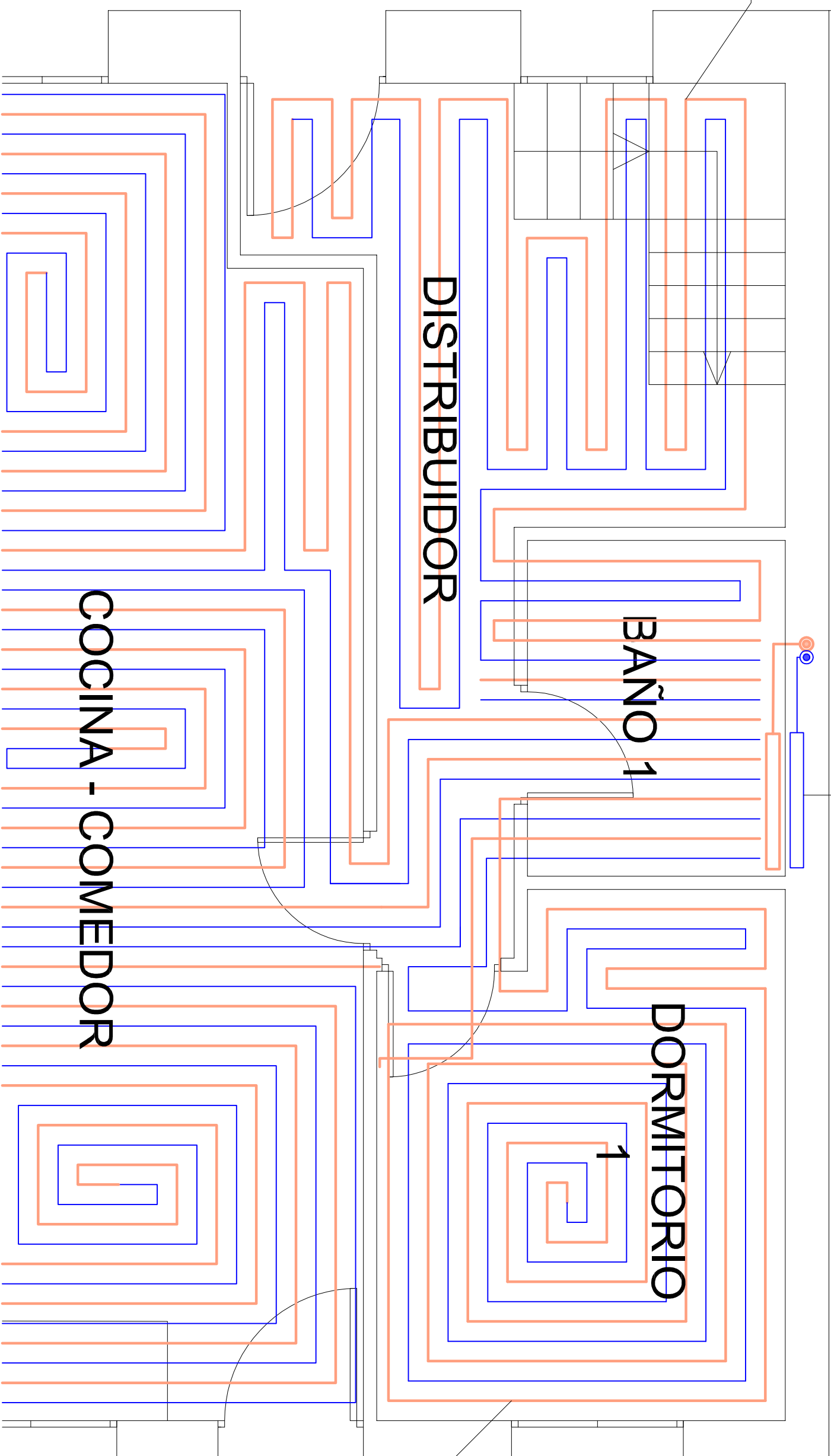
TITULO
REFLANTEO GENERAL
PLANO BASE
P. PRIMERA

24/01/17
A3 E:1/25

M.PB.P1

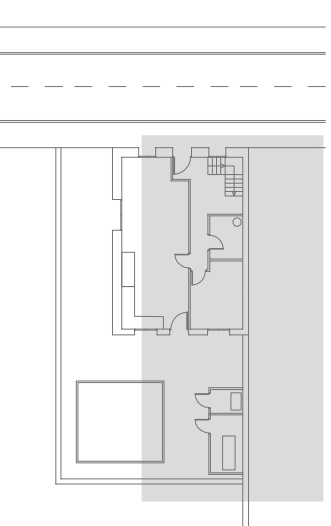
COLECTORES

C.D



C.D1

LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE			
	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION		LLAVE DE PASO DE ESFERA
	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO		PURGADOR
	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION		VALVULA ANTIRETORNO
	CAMBIO DE COTA C. RETORNO		VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
	COLECTOR IMPULSION		BOMBA IMPULSION
	COLECTOR RETORNO		VALVULA DE 3 VIAS



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE

EPS

PROYECTO

DISENO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO

TFG

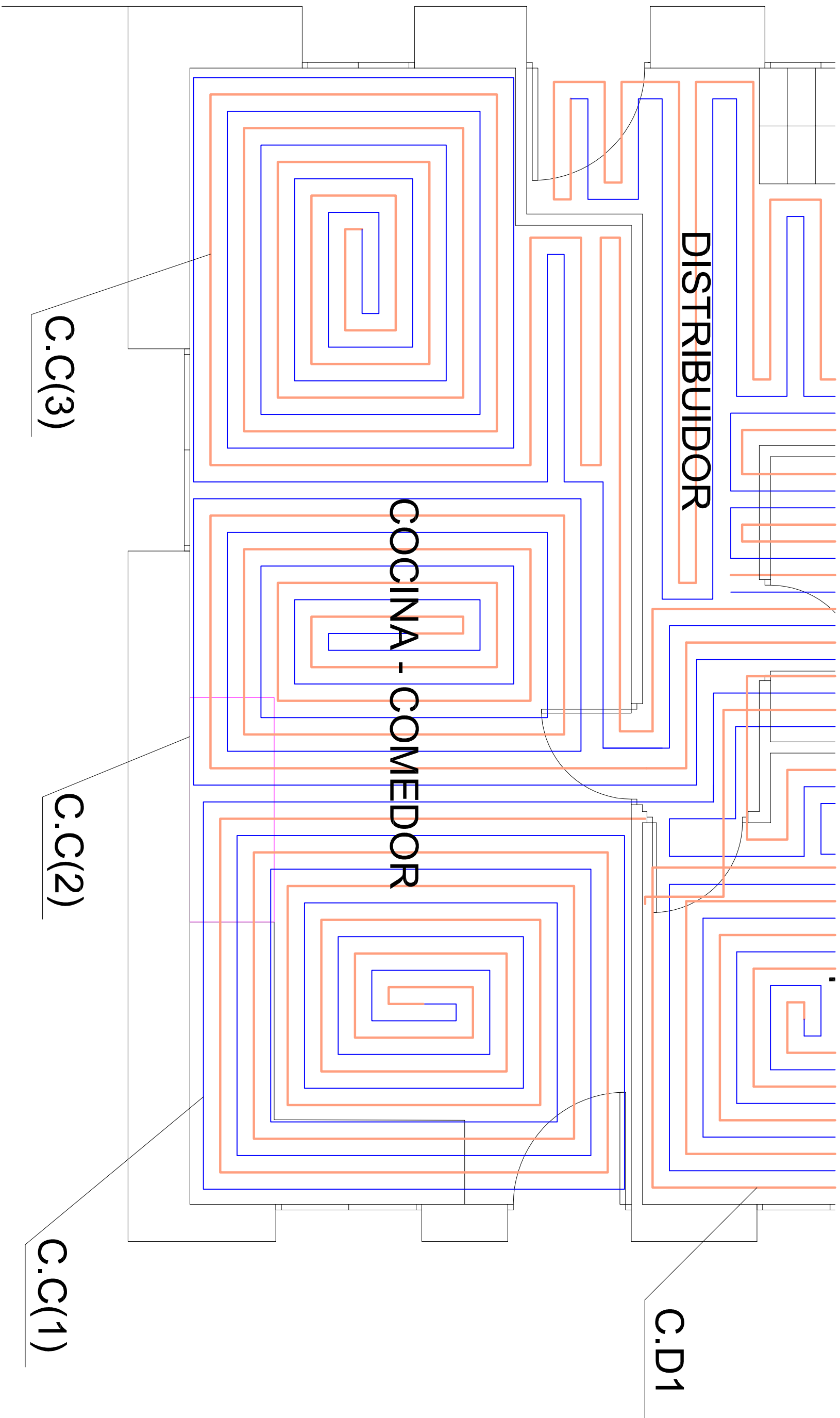
TITULO

ZONA A
INSTALACION DE SUELO RADIANTE
P. BAJA

24/01/17

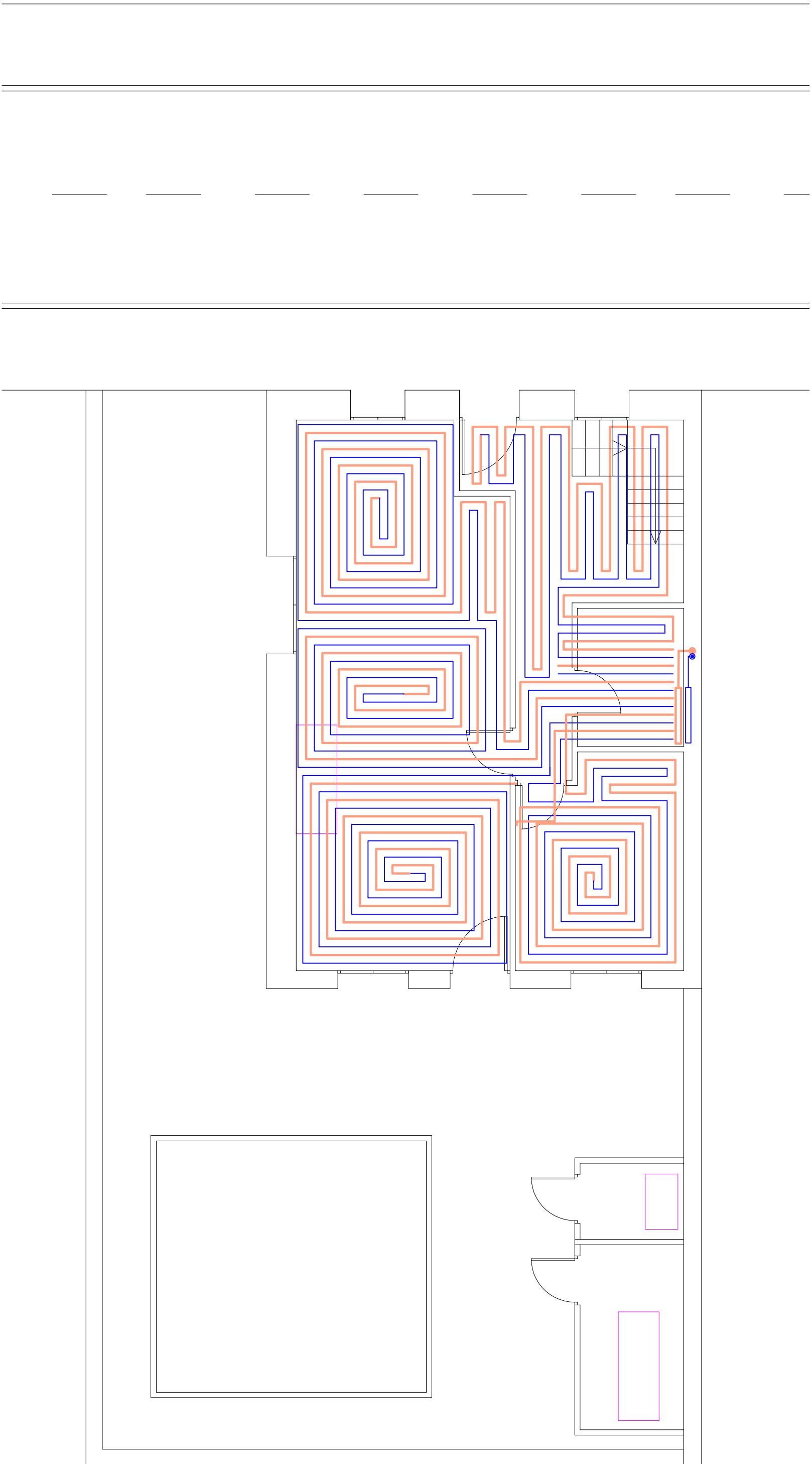
A3 E:1/25

S.R.P0A



LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION		--	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO		--	PURGADOR
	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION		--	VALVULA ANTIRETORNO
	CAMBIO DE COTA C. RETORNO		--	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
	COLECTOR IMPULSION		--	BOMBA IMPULSION
	COLECTOR RETORNO		--	VALVULA DE 3 VIAS



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE
EPS

PROYECTO
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO
TFG

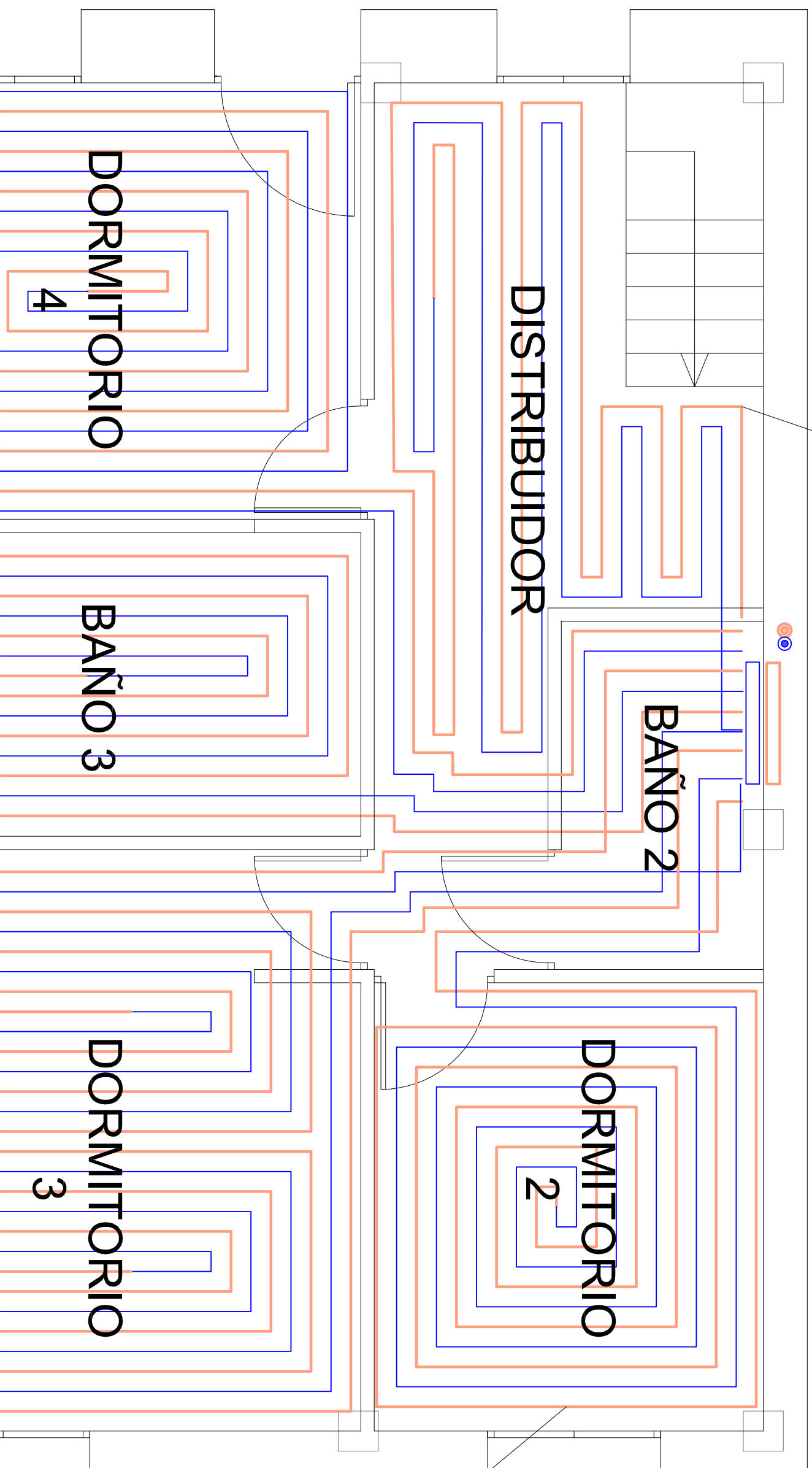
TITULO
REFLANTEO GENERAL
INSTALACION DE SUELO RADIANTE
P. BAJA

24/01/17

A3 E:1/50

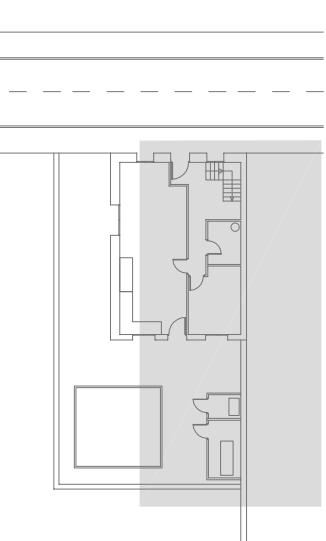
S.R.M.PB

C.D.



LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION		LLAVE DE PASO DE ESFERA
	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO		PURGADOR
	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION		VALVULA ANTIRETORNO
	CAMBIO DE COTA C. RETORNO		VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
	COLECTOR IMPULSION		BOMBA IMPULSION
	COLECTOR RETORNO		VALVULA DE 3 VIAS



C.D.2

AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE

EPS

PROYECTO

DISENO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO

TFG

TITULO

ZONA A
INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE
P. PRIMERA

24/01/17

A3 E:1/25

S.R.P1A

DISTRIBUIDOR

2

C.D2

DORMITORIO

4

C.D4

BAÑO 3

C.B2

DORMITORIO

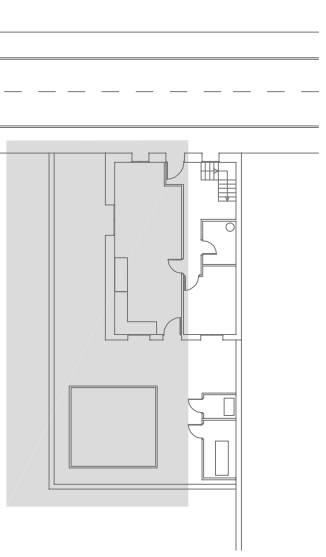
3

C.D3(1)

C.D3(2)

LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

—	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION	—	LLAVE DE PASO DE ESFERA
—	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO	—	PURGADOR
—	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION	—	VALVULA ANTIRETORNO
—	CAMBIO DE COTA C. RETORNO	—	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
—	COLECTOR IMPULSION	—	BOMBA IMPULSION
—	COLECTOR RETORNO	—	VALVULA DE 3 VIAS



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE

EPS

PROYECTO

DISENO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO

TFG

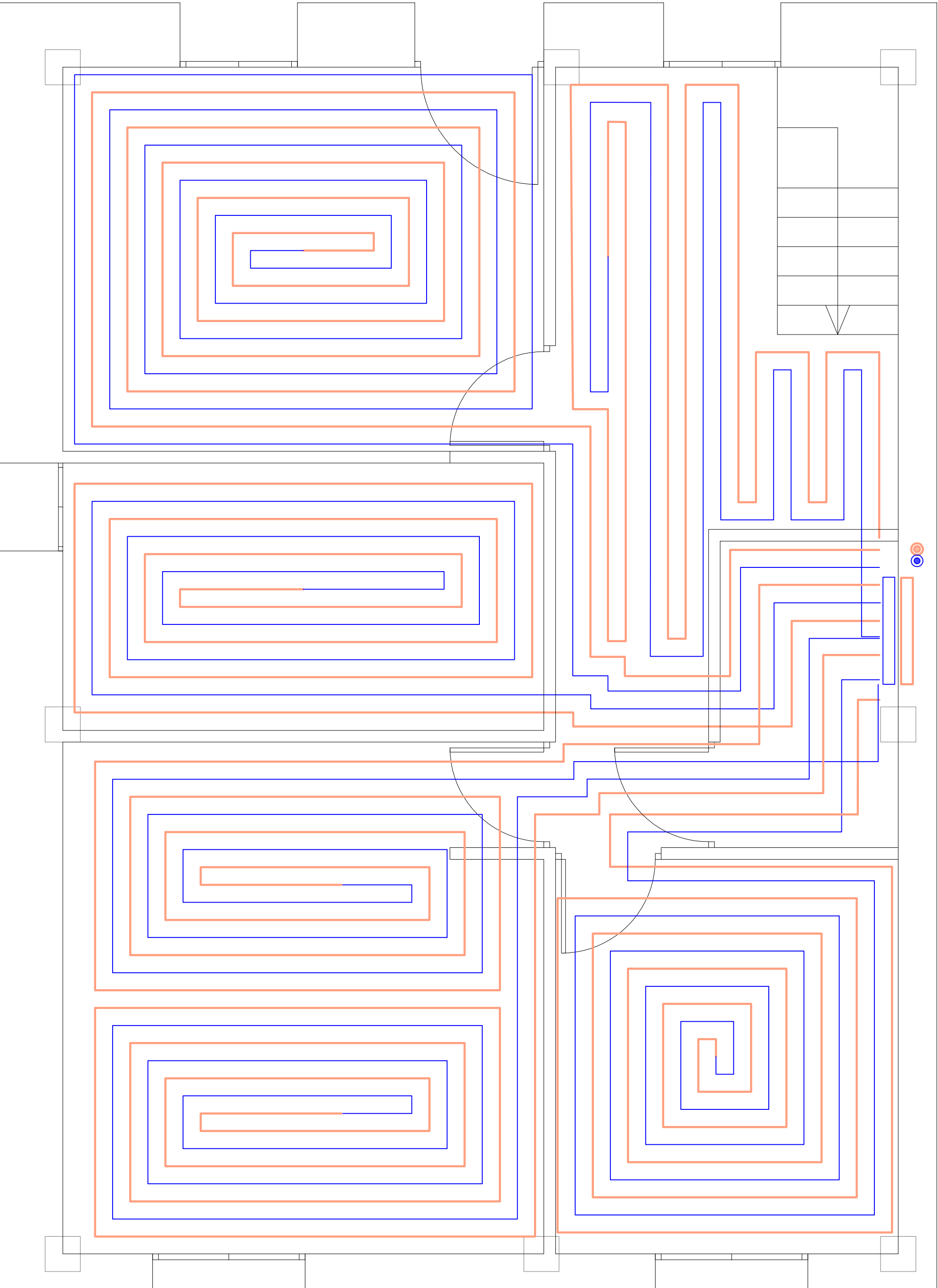
TITULO

ZONA B
INSTALACION DE SUELO RADIANTE
P. PRIMERA

24/01/17

S.R.P1B

A3 E:1/25



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE
EPS

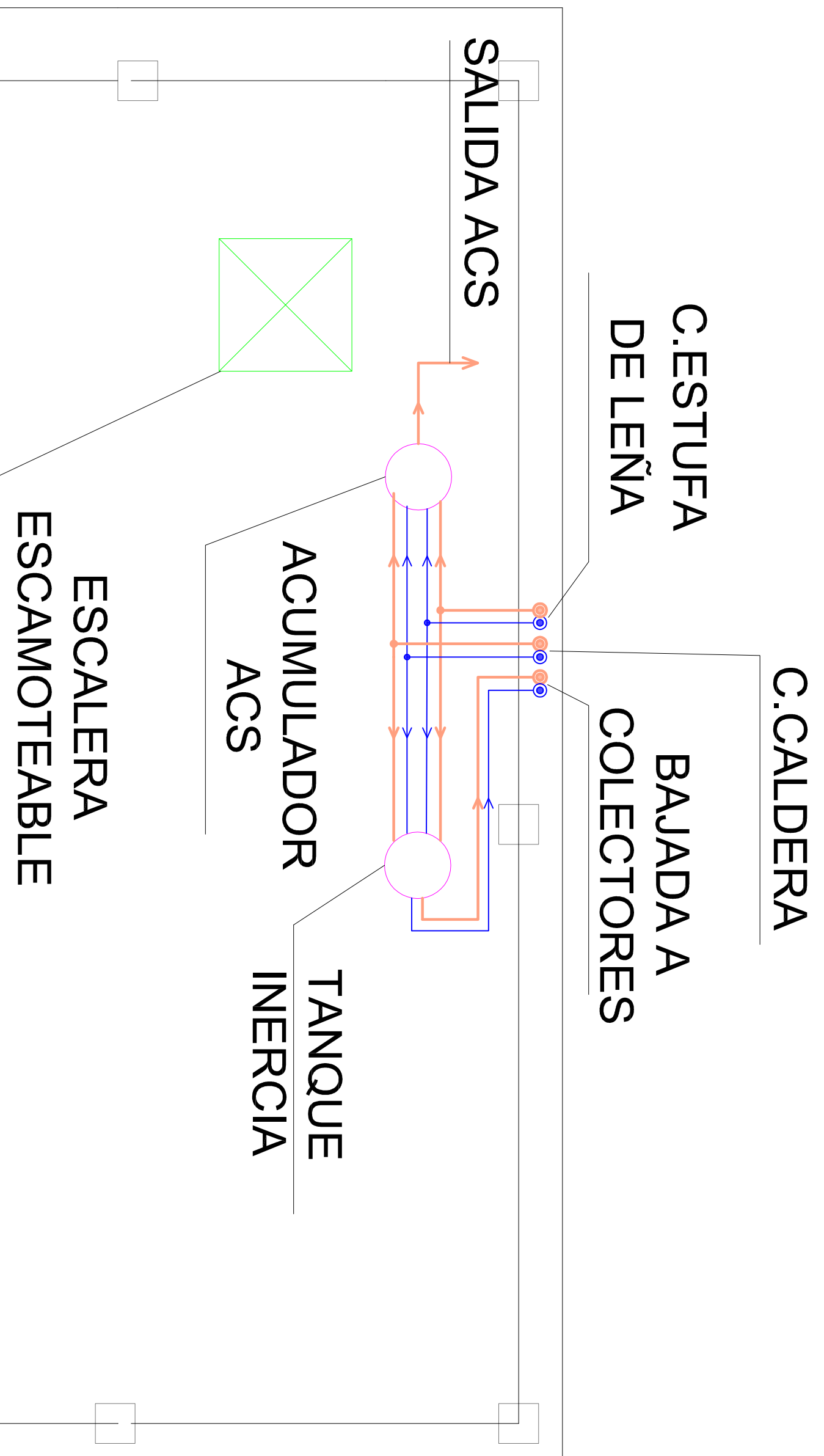
PROYECTO
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO
TFG

TITULO
REFILANTEO GENERAL
INSTALACION DE SUELO RADIANTE
P. PRIMERA

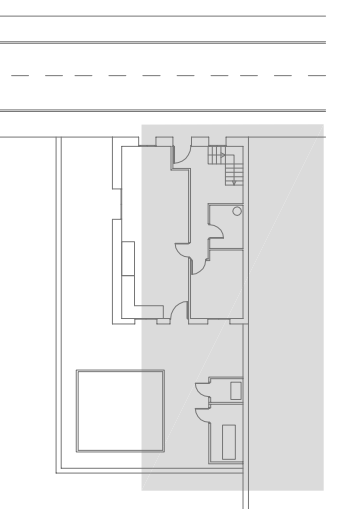
24/01/17
A3 E:1/25

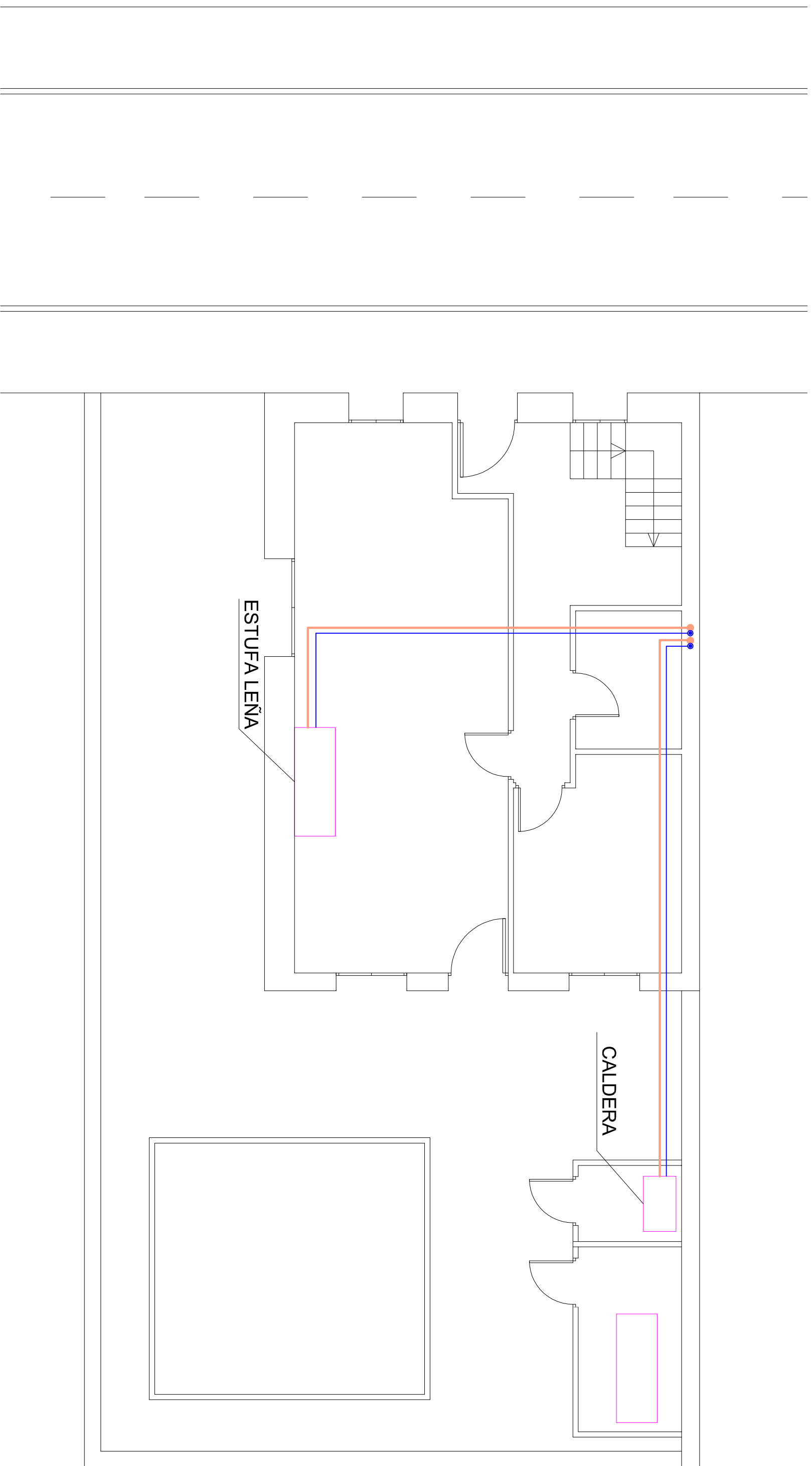
M.S.R.P1



LEYENDA INSTALACIÓN SUELO RADIANTE

	--	TUBERIA SUELO RADIANTE IMPULSION		--	LLAVE DE PASO DE ESFERA
	--	TUBERIA SUELO RADIANTE RETORNO		--	PURGADOR
	--	CAMBIO DE COTA C. IMPULSION		--	VALVULA ANTIRETORNO
	--	CAMBIO DE COTA C. RETORNO		--	VALVULA REGULADORA DE CAUDAL
	--	COLECTOR IMPULSION		--	BOMBA IMPULSION
	--	COLECTOR RETORNO		--	VALVULA DE 3 VIAS





AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE
EPS

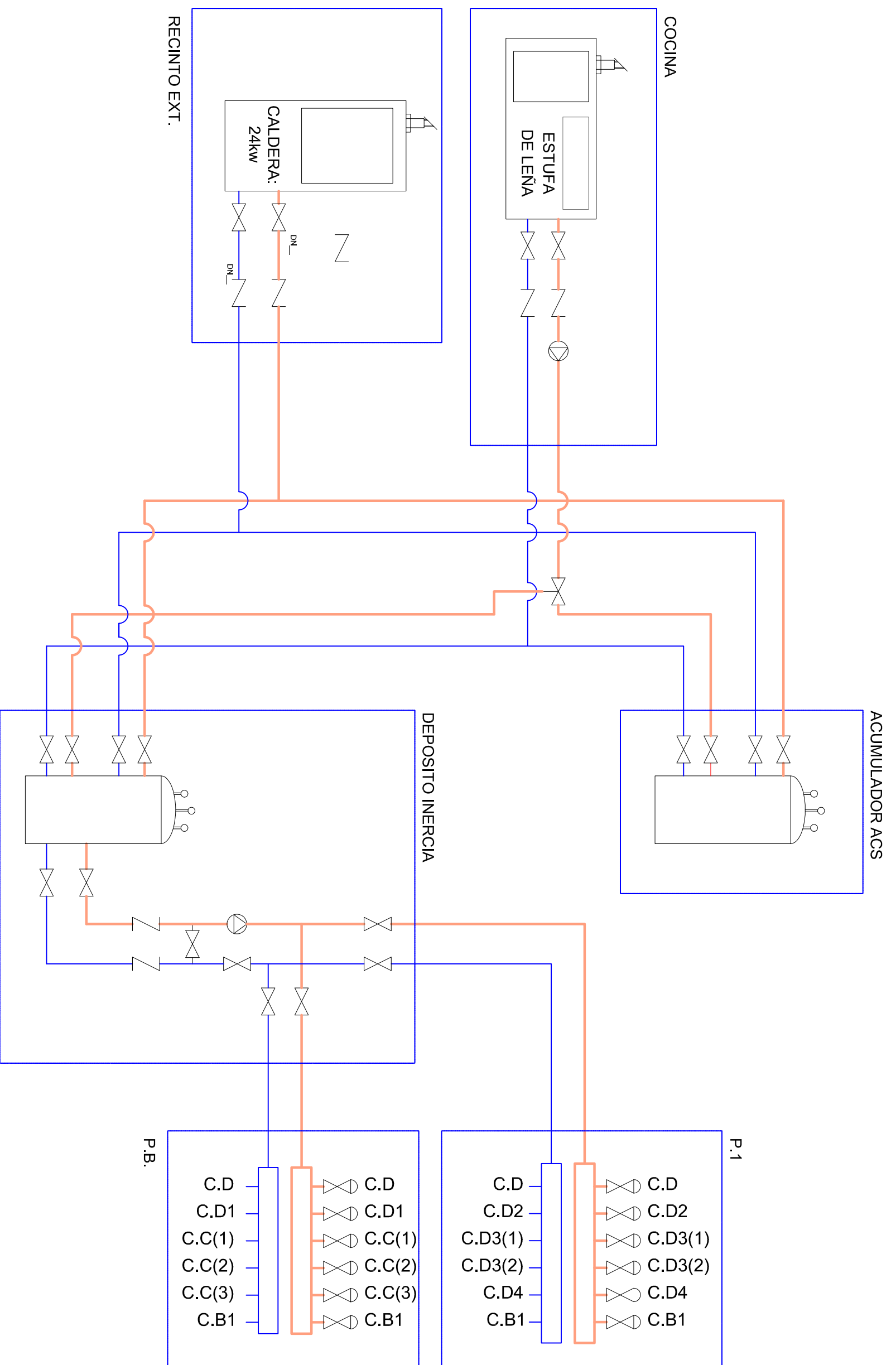
PROYECTO
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO
TFG

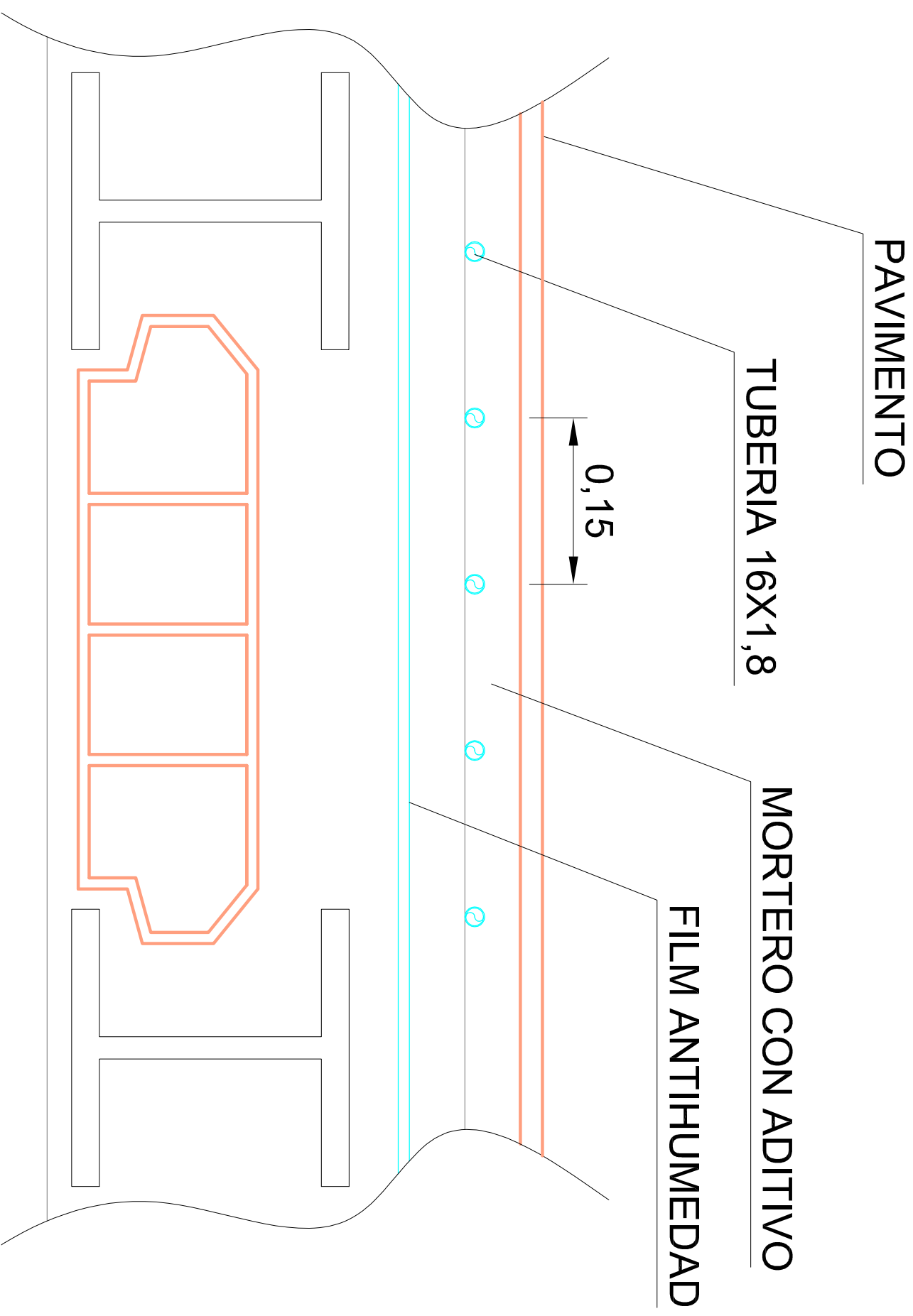
TITULO
COLUMNAS DISTRIBUCION
PLANTA BAJA

24/01/17
A3 E:1/25

C.DIS.1



SECCIÓN DETALLE CONSTRUCTIVO



AUTOR,

JOSE PABLO LOPEZ LOPEZ

CLIENTE

EPS

PROYECTO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCION COMBINADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

DOCUMENTO

TFG

TITULO

DETALLE CONSTRUCTIVO

24/01/17

S.E.

D.C-01