

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# Desarrollo de tres alternativas de instalación de climatización para 10 viviendas de tipo loft. Diseño, cálculos y calificación energética.



Máster Universitario en  
Ingeniería Industrial

Trabajo Fin de Máster

Autor: Carlos Martín Sánchez

Director: José Vicente Valdenebro García

Codirector: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, a 12 de junio de 2023

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



## RESUMEN

En un entorno en el que el cuidado del medioambiente ha pasado en apenas unos años de ser un mero objetivo a una necesidad, es de vital importancia asegurar que los edificios e instalaciones que se ejecutan en la actualidad no sólo cumplen con las normativas básicas en materia de consumo y emisiones, sino que presentan un elevado nivel de eficiencia energética. De esta forma, se busca que las nuevas construcciones se sitúen lo más cerca posible del denominado por la Unión Europea como *consumo nulo*.

En este marco se sitúa el presente trabajo, en el que se trata de esclarecer cuál es el sistema de climatización y producción de agua caliente más eficiente de entre tres alternativas, una vez llevado a cabo su desarrollo, certificación energética y posterior análisis. Así, se podrá elegir de forma objetiva la mejor opción desde el punto de vista energético, con el fin de proceder a su instalación en 10 viviendas de tipo loft, fruto del proyecto de adecuación de local a viviendas que se utiliza como base en este trabajo.

**Palabras clave:** Calificación energética, instalación, climatización, aerotermia, caldera, solar térmica.





## ABSTRACT

In a context where environmental protection has changed in just a few years from a mere objective to a necessity, it is of vital importance to ensure that buildings and installations currently being constructed not only comply with basic regulations on consumption and emissions, but also have a high level of energy efficiency. In this way, the aim is to ensure that new buildings are as close as possible to what the European Union calls *zero energy*.

This is the framework for the present study, which aims to clarify which is the most efficient heating and hot water production system from among three alternatives, once its development, energy certificate and subsequent analysis have been carried out. In this way, it will be possible to objectively choose the best option from an energy perspective, in order to proceed with its installation in 10 loft-type dwellings, as a result of the project for the conversion of commercial premises to housing, used as a basis for this work.

**Keywords:** Energy rating, installation, heating, aerothermics, boiler, solar thermal.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	12
ÍNDICE DE TABLAS .....	13
ÍNDICE DE ECUCACIONES .....	14
NOMENCLATURA.....	15
I. CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN .....	19
1. CONTEXTO .....	19
2. OBJETIVO .....	20
3. DESCRIPCIÓN DE LAS VIVIENDAS .....	21
II. CAPÍTULO 2 – DESARROLLO.....	25
4. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA .....	25
4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	25
4.1.1. Objeto y contenido del proyecto .....	25
4.1.2. Normativa aplicable .....	25
4.1.3. Aplicación del documento básico HS4 del CTE .....	27
4.1.3.1. Agua Fría Sanitaria (AFS) .....	27
4.1.3.1.1. Acometida de AFS .....	27
4.1.3.1.2. Distribución de AFS .....	27
4.1.3.1.3. Valvulería y elementos auxiliares de la red de distribución de AFS.....	28
4.1.3.1.4. Aislamiento de tuberías de AFS.....	28
4.1.3.1.5. Separaciones respecto de otras instalaciones .....	28
4.1.3.2. Agua Caliente Sanitaria (ACS).....	28
4.1.3.2.1. Elementos con consumo de ACS .....	28
4.1.3.2.2. Cálculo de la demanda de ACS .....	29
4.1.3.2.3. Distribución de ACS .....	29
4.1.3.2.4. Aislamiento de tuberías .....	30
4.1.3.3. Aparatos sanitarios y grifería .....	30
4.1.3.3.1. Aparatos sanitarios.....	30
4.1.3.3.2. Grifería.....	30
4.2. BASES DE CÁLCULO.....	31
4.2.1. Consumos unitarios.....	31
4.2.2. Cálculo del caudal instantáneo .....	31
4.2.3. Cálculo del caudal simultáneo.....	31
4.2.4. Cálculo de diámetros.....	32
4.2.5. Cálculo de la instalación de AFS .....	32
4.2.6. Cálculo de la instalación de ACS.....	33
4.3. PLIEGO DE CONDICIONES .....	35
4.3.1. Tuberías de polietileno reticulado (PE-X).....	35
4.3.2. Válvulas de mariposa y de bola.....	35

4.3.3. Contadores de agua .....	36
4.3.4. Aislamiento de espuma elastomérica .....	36
4.3.5. Sifones simples .....	36
4.3.6. Aparatos sanitarios.....	37
4.3.7. Grifería.....	38
4.3.8. Criterios generales de prevención de legionelosis.....	39
4.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	41
5. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN.....	42
5.1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	42
5.1.1. Objeto y contenido del proyecto .....	42
5.1.2. Normativa aplicable .....	42
5.1.3. Requisitos de diseño .....	44
5.1.3.1. Programa de funcionamiento .....	44
5.1.3.2. Condiciones interiores de cálculo .....	44
5.1.3.2.1. Temperatura operativa y humedad relativa .....	44
5.1.3.2.2. Velocidad media del aire.....	45
5.1.3.2.3. Ruidos y vibraciones.....	45
5.1.3.3. Condiciones exteriores de cálculo.....	46
5.1.4. Descripción general de la instalación.....	46
5.1.4.1. Instalación de calefacción .....	46
5.1.4.2. Sistemas de tratamiento del ACS.....	47
5.1.4.3. Sistemas de ventilación mecánica.....	47
5.1.4.4. Instalación eléctrica.....	48
5.1.5. Justificación del cumplimiento de la exigencia de bienestar térmico e higiene... 49	
5.1.5.1. Calidad del ambiente térmico .....	49
5.1.5.2. Calidad de aire interior.....	49
5.1.5.3. Exigencia de higiene .....	49
5.1.5.3.1. Producción de ACS .....	49
5.1.5.3.2. Redes de conductos .....	50
5.1.5.3.3. Exigencia de calidad del ambiente acústico.....	50
5.1.6. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética.....	50
5.1.6.1. Generación de calor .....	50
5.1.6.2. Generación de frío.....	51
5.1.6.3. Aislamiento térmico de tuberías.....	51
5.1.6.4. Aislamiento térmico de conductos .....	51
5.1.6.5. Control de las instalaciones térmicas.....	51
5.1.6.6. Justificación de control de consumos .....	52
5.1.6.7. Aporte de energía renovable para ACS.....	52
5.1.7. Justificación del cumplimiento de exigencia de seguridad .....	52
5.1.7.1. Generación de calor y frío .....	52
5.1.7.1.1. Condiciones generales .....	52
5.1.7.1.2. Chimeneas.....	53
5.1.7.2. Redes de tuberías.....	54
5.1.7.2.1. Generalidades .....	54
5.1.7.2.2. Tubería de alimentación.....	54
5.1.7.2.3. Vaciado.....	54
5.1.7.2.4. Purga .....	54
5.1.7.2.5. Dispositivo de expansión.....	55
5.1.7.2.6. Dilatación.....	55

5.1.7.2.7. Filtración.....	55
5.1.7.3. Redes de conductos .....	55
5.1.7.4. Protección contra incendios.....	56
5.1.7.5. Seguridad de utilización .....	56
5.1.7.5.1. Superficies calientes.....	56
5.1.7.5.2. Partes móviles .....	56
5.1.7.5.3. Accesibilidad.....	57
5.2. BASES DE CÁLCULO.....	58
5.2.1. Cálculo del suelo radiante .....	58
5.2.2. Cálculo de la tubería de alimentación de colectores .....	61
5.2.3. Cálculo de la instalación de ventilación .....	61
5.3. PLIEGO DE CONDICIONES.....	64
5.3.1. Grupos térmicos murales .....	64
5.3.1.1. Descripción técnica del equipo .....	64
5.3.1.2. Cuadro de regulación y control .....	65
5.3.1.3. Cableado eléctrico y de control.....	65
5.3.1.4. Soporte y plantilla de conexiones hidráulicas .....	65
5.3.1.5. Chimeneas evacuación de humo.....	65
5.3.1.5.1. Descripción técnica chimeneas .....	66
5.3.1.5.2. Diseño.....	67
5.3.1.5.3. Condiciones de ejecución.....	67
5.3.1.6. Normativa de obligado cumplimiento .....	67
5.3.1.7. Condiciones de montaje.....	68
5.3.2. Equipo de aerotermia.....	68
5.3.3. Equipo de captación de energía solar térmica.....	69
5.3.4. Equipo de aerotermia para ACS .....	69
5.3.5. Sonda de temperatura ambiente exterior .....	69
5.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	70
6. INSTALACIÓN DE GAS .....	72
6.1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	72
6.1.1. Objeto y contenido del proyecto .....	72
6.1.2. Normativa aplicable .....	73
6.1.3. Tipo de combustible y características .....	74
6.1.4. Clasificación de aparatos de gas.....	74
6.1.5. Descripción de los elementos de consumo.....	74
6.1.6. Consideraciones adicionales .....	74
6.1.7. Acometida interior .....	74
6.1.8. Estación de regulación y medida (ERM).....	75
6.1.9. Pruebas, ensayos y verificaciones .....	75
6.2. BASES DE CÁLCULO.....	76
6.2.1. Tipo de combustible y características .....	76
6.2.2. Descripción de los puntos de consumo.....	76
6.2.3. Cálculo de la red de distribución de gas.....	76
6.2.3.1. Redes de Baja Presión (BP).....	77
6.2.3.2. Redes de Media Presión (MP) .....	77
6.3. PLIEGO DE CONDICIONES.....	79
6.3.1. Red de tuberías de polietileno .....	79
6.3.2. Red de tuberías de acero .....	79
6.3.3. Colocación de pasamuros .....	80

6.3.4. Pintura y protección en las tuberías.....	81
6.3.5. Verificación.....	81
6.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	83
7. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	84
7.1. Objeto y contenido del proyecto.....	84
7.1.1. Características morfológicas del edificio.....	84
7.1.2. Localización geográfica y orientación .....	85
7.1.3. Características de los cerramientos .....	85
7.2. Normativa aplicable .....	86
7.3. Procedimiento de calificación energética .....	86
7.4. RESULTADO DE LA CALIFICACIÓN .....	92
III. CAPÍTULO 3 – ANÁLISIS .....	93
8. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE CLIMATIZACIÓN.....	93
8.1. SISTEMA 1.....	93
8.1.1. Características del sistema .....	93
8.1.2. Fundamento teórico.....	93
8.1.3. Mediciones y presupuesto .....	94
8.1.4. Implementación en CERMA .....	95
8.2. SISTEMA 2.....	96
8.2.1. Características del sistema .....	96
8.2.2. Fundamento teórico.....	97
8.2.2.1. Caldera de condensación .....	97
8.2.2.2. Equipo de producción de energía solar térmica .....	97
8.2.3. Mediciones y presupuesto .....	98
8.2.4. Implementación en CERMA .....	100
8.3. SISTEMA 3.....	101
8.3.1. Características del sistema .....	101
8.3.2. Fundamento teórico.....	102
8.3.2.1. Caldera de condensación .....	102
8.3.2.2. Aerotermia para ACS.....	102
8.3.3. Mediciones y presupuesto .....	102
8.3.4. Implementación en CERMA .....	103
9. RESULTADOS Y COMPARATIVA.....	105
10. CONCLUSIONES Y POSIBLES MEJORAS .....	109
11. BIBLIOGRAFÍA.....	110
IV. CAPÍTULO 4 – ANEXOS.....	113
12. PLANOS.....	114
13. CÁLCULO DE CERRAMIENTOS.....	130
14. CÁLCULO DE PRESUPUESTOS .....	132
15. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES.....	133
15.1. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	133
15.2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....	135
15.3. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN .....	136
15.4. INSTALACIÓN DE GAS .....	137

16. CERTIFICADOS ENERGÉTICOS .....	139
16.1. SISTEMA 1.....	140
16.2. SISTEMA 2.....	145
16.3. SISTEMA 3.....	150
17. INFORMES DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE.....	155
17.1. SISTEMA 1.....	156
17.2. SISTEMA 2.....	163
17.3. SISTEMA 3.....	170
18. FICHAS TÉCNICAS .....	177

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Situación del edificio [6] .....	21
Figura 2 – Imagen del edificio [7] .....	22
Figura 3 – Ejemplos de ventilación en vivienda [9] .....	47
Figura 4 – Estación de Regulación y Medida de la instalación de gas .....	75
Figura 5 – Orientaciones de las fachadas, según el CTE .....	85
Figura 6 – Datos introducidos en la pestaña 'Título' de CERMA .....	87
Figura 7 – Datos introducidos en la pestaña 'Global' de CERMA .....	88
Figura 8 – Datos introducidos en la pestaña 'Entorno' de CERMA .....	89
Figura 9 – Datos introducidos en la pestaña 'Muros' de CERMA .....	89
Figura 10 – Datos introducidos en la pestaña 'Cubiertas' de CERMA .....	90
Figura 11 – Datos introducidos en la pestaña 'Suelos' de CERMA .....	90
Figura 12 – Datos introducidos en la pestaña 'Puentes térmicos' de CERMA .....	91
Figura 13 – Datos introducidos en la pestaña 'Huecos' de CERMA .....	91
Figura 14 – Datos introducidos en la pestaña 'Sistema ventilación' de CERMA .....	92
Figura 15 – Esquemas de funcionamiento de la bomba de calor [15] .....	94
Figura 16 – Datos introducidos en la pestaña 'instalaciones' de CERMA para caracterizar la aerotermia .....	96
Figura 17 – Esquema de funcionamiento de una caldera de condensación [19] .....	97
Figura 18 – Esquema de la instalación del equipo de solar térmica [20] .....	98
Figura 19 – Datos introducidos en la pestaña 'Instalaciones' de CERMA para caracterizar la caldera del sistema 3 .....	100
Figura 20 – Datos introducidos en la pestaña 'E. solar térmica' de CERMA para caracterizar los colectores .....	101
Figura 21 – Esquema de funcionamiento de aerotermia para producción de ACS [21] .....	102
Figura 22 – Datos introducidos en la pestaña 'Instalaciones' de CERMA para caracterizar la caldera del sistema 3 .....	104
Figura 23 – Datos introducidos en la pestaña 'Instalaciones' de CERMA para caracterizar la aerotermia para ACS .....	104
Figura 24 – Calificación energética obtenida por el Sistema 1 .....	105
Figura 25 – Calificación energética obtenida por el Sistema 2 .....	106
Figura 26 – Calificación energética obtenida por el Sistema 3 .....	107



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Valores mínimos de ocupación en uso residencial privado [8].....	29
Tabla 2 – Valor del factor de centralización en viviendas multifamiliares [8] .....	29
Tabla 3 – Consumos instantáneos por aparato y diámetros interiores de conexión [9] .....	31
Tabla 4 – Cálculo de la instalación de AFS .....	33
Tabla 5 – Cálculo de la instalación de ACS.....	34
Tabla 6 – Medidas de las tuberías de polietileno reticulado (PE-X) .....	35
Tabla 7 – Mediciones y presupuesto de la instalación de fontanería .....	41
Tabla 8 – Condiciones ambientales interiores de diseño [10].....	45
Tabla 9 – Velocidad del aire en zona ocupada, con difusión por mezcla [10] .....	45
Tabla 10 – Velocidad del aire en zona ocupada, con difusión por desplazamiento, en m/s [10] .....	45
Tabla 11 – Objetivos de calidad acústica para ruido en edificio destinado a uso residencial, en dBA [11] .....	46
Tabla 12 – Caudales de ventilación mínimos en locales habitables, en l/s [9].....	49
Tabla 13 – Cálculo de aditivo para suelo radiante.....	59
Tabla 14 – Cálculos suelo radiante .....	60
Tabla 15 – Cálculo de tubería de alimentación de colectores de suelo radiante .....	61
Tabla 16 – Cálculos instalación de ventilación .....	62
Tabla 17 – Mediciones y presupuesto de la instalación de calefacción .....	70
Tabla 18 – Mediciones y presupuesto de la instalación de ventilación.....	71
Tabla 19 – Superficies mínimas de ventilación del espacio que aloja contadores de gas según UNE 60670.....	73
Tabla 20 – Cálculos de la instalación de gas en BP .....	77
Tabla 21 – Cálculos de la instalación de gas en MP .....	78
Tabla 22 – Características de tuberías de polietileno para instalación de gas .....	79
Tabla 23 – Distancias entre soportes en instalación de gas .....	80
Tabla 24 – Mediciones y presupuesto de la instalación de gas .....	83
Tabla 25 – Zonas climáticas en función de la altitud sobre el nivel del mar, según el CTE .....	85
Tabla 26 – Resumen de las características de los cerramientos.....	86
Tabla 27 – Mediciones y presupuesto del Sistema 1.....	95
Tabla 28 – Mediciones y presupuesto del Sistema 2.....	99
Tabla 29 – Mediciones y presupuesto del Sistema 3.....	103
Tabla 30 – Resumen de los resultados de las calificaciones energéticas de las tres alternativas .....	107
Tabla 31 – Instalaciones que componen cada alternativa.....	108
Tabla 32 – Presupuesto de Contrata de cada alternativa .....	108
Tabla 33 – Cálculo de la transmitancia térmica de los paramentos verticales.....	130
Tabla 34 – Cálculo de las transmitancias térmicas de los paramentos horizontales.....	131
Tabla 35 – Descripción de los elementos de la instalación de fontanería.....	133
Tabla 36 – Descripción de los elementos de la instalación de calefacción .....	135
Tabla 37 – Descripción de los elementos de la instalación de ventilación.....	136
Tabla 38 – Descripción de los elementos de la instalación de gas .....	137

## ÍNDICE DE ECUCACIONES

(Ecuación 1) .....	31
(Ecuación 2) .....	31
(Ecuación 3) .....	31
(Ecuación 4) .....	32
(Ecuación 5) .....	32
(Ecuación 6) .....	58
(Ecuación 7) .....	58
(Ecuación 8) .....	63
(Ecuación 9) .....	76
(Ecuación 10) .....	76
(Ecuación 11) .....	76
(Ecuación 12) .....	77
(Ecuación 13) .....	78
(Ecuación 14) .....	94
(Ecuación 15) .....	94
(Ecuación 16) .....	130
(Ecuación 17) .....	132

## NOMENCLATURA

**SC:** Superficie Construida.

**SU:** Superficie Útil.

**CERMA:** Certificación Energética Residencial Método Abreviado (programa de cálculo).

**CTE:** Código Técnico de la Edificación.

**DB-HE:** Documento Básico de Ahorro de Energía.

**DB-HS:** Documento Básico de Salubridad.

**DB-HR:** Documento Básico de Protección frente al Ruido.

**RD:** Real Decreto.

**ACS:** Agua Caliente Sanitaria.

**AFS:** Agua Fría Sanitaria.

**Q:** caudal, en l/s o m<sup>3</sup>/h.

**Q<sub>tot</sub>:** Caudal total instantáneo, en l/s o m<sup>3</sup>/h.

**Q<sub>sim</sub>:** Caudal simultáneo, en l/s o m<sup>3</sup>/h.

**n:** Número de aparatos de consumo de agua.

**D:** Diámetro, en mm.

**D<sub>N</sub>:** Diámetro Nominal, en mm.

**L:** Longitud, en m.

**V:** Velocidad, en m/s.

**K:** Coeficiente de simultaneidad para el cálculo del caudal simultáneo de un tramo de la instalación de fontanería, adimensional.

**L<sub>local</sub>:** Longitud del tubo para suelo radiante en cada local o vivienda, en m.

**L<sub>circ</sub>:** Longitud del tubo para suelo radiante en cada circuito, en m.

**D<sub>col</sub>:** Distancia entre colector y una determinada estancia, en m.

**N<sub>circ</sub>:** Número de circuitos por estancia.

**c<sub>agua</sub>:** Calor específico del agua, en J/°C\*Kg.

**ΔT:** Diferencia de temperatura, en °C.

**P:** Potencia, en W.

**A:** Sección de conducto de la instalación de ventilación, en m<sup>2</sup>.

**P<sub>abs</sub>:** Presión absoluta, en bar.

**GC:** Gasto Calorífico, en kW.

**DF:** Dirección Facultativa.

**IPDA:** Índice de Prestaciones de la Distribución de Aire.

**ASHRAE:** American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire).

**PPD:** Predicted Percentage Dissatisfied (Porcentaje Estimado de Insatisfechos).

**dBA:** Decibelios medidos con ponderación A.

**CGBT:** Cuadro General de Baja Tensión.

**IT:** Instrucción Técnica.

**U:** Transmitancia térmica, en  $W/m^2 \cdot K$ .

**ZC:** Zona Común.

**ATECYR:** Asociación Técnica Española de Climatización Y Refrigeración.

**IDENA:** Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra.

**PE:** Polietileno.

**PE-X:** Polietileno reticulado.

**PERT:** Polietileno Resistente a la Temperatura.

**PP:** Polipropileno.

**mca:** metros de columna de agua.

**BC:** Bomba de Calor.

**COP:** Coefficient Of Performance (Coeficiente de rendimiento).

**SCOP:** Seasonal Coefficient Of Performance (Coeficiente de rendimiento estacional).

**EER:** Energy Efficiency Ratio (Ratio de eficiencia energética).

**GN:** Gas Natural.

**PCS:** Poder Calorífico Superior, en  $Kcal/Nm^3$ .

**PCI:** Poder Calorífico Inferior, en  $Kcal/Nm^3$ .

$\rho$ : Densidad relativa, adimensional.

$\rho_c$ : Densidad relativa corregida, adimensional.

**ERM:** Estación de Regulación y Medida.

**C<sub>s</sub>:** Coeficiente de Simultaneidad de la instalación de gas.

**BP:** Baja Presión.

**MP:** Media Presión.

**E<sub>R</sub>:** Energía renovable suministrada por las bombas de calor.

**Q<sub>BC</sub>**: Calor útil proporcionado por las bombas de calor, en GWh.

**H<sub>BC</sub>**: Horas equivalentes de funcionamiento a plena carga.

**P<sub>BC</sub>**: Potencia de la bombas de calor instaladas, en GW.

**PC**: Precio de Contrata.

**PEM**: Presupuesto de Ejecución Material.

**GE**: Gastos de Estructura.

**CD**: Costes Directos.

**CI**: Costes Indirectos.

**GG**: Gastos Generales.

**BI**: Beneficio Industrial.

**CEPNR**: Consumo de Energía Primaria No Renovable.

**FONT**: Instalación de fontanería.

**CAL**: Instalación de calefacción.

**VEN**: Instalación de ventilación.

**GAS**: Instalación de gas natural.

**AE**: Equipo de aerotermia.

**CLD**: Equipo de caldera de condensación.

**ST**: Equipo de producción de ACS con energía solar térmica.

**AE ACS**: Equipo de aerotermia de producción de ACS.

**BOE**: Boletín Oficial del Estado.

**DOUE**: Diario Oficial de la Unión Europea.



# I. CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN

## 1. CONTEXTO

Desde hace varios años, el mundo parece estar sumido en un contexto cada vez más turbulento, donde asuntos como las guerras, pandemias, el deterioro del medioambiente o la delicada economía mundial y la inflación están a la orden del día. Este ambiente, si bien es considerado negativo desde prácticamente todos los puntos de vista, tiene una faceta muy positiva, ya que genera en la sociedad la necesidad de encontrar soluciones que ayuden a acabar con estos problemas, o si no es posible, por lo menos paliar sus consecuencias en busca de un futuro mejor.

Partiendo de esta premisa, la disciplina que mejor encuadra su significado aquí es sin lugar a duda la ingeniería, que de hecho se puede definir como la aplicación de conocimientos científicos y técnicas con el objetivo de solucionar los problemas y satisfacer las necesidades de la humanidad [1]. Ya dentro del campo de la ingeniería industrial, y más concretamente en el ámbito del presente trabajo, centrado en el diseño y desarrollo de instalaciones de climatización en viviendas, se puede identificar claramente que se tiene como trasfondo a una de las amenazas mencionadas al comienzo. Esta es el principal condicionante de los objetivos que se plantean, y no es otra que la preocupación por el medioambiente.

En la actualidad, el planeta comienza a arrojar signos alarmantes de deterioro debido a la acción del ser humano, principalmente producido por la contaminación derivada de la utilización masiva de combustibles fósiles para la generación de energía. Por ejemplo, se ha producido un aumento de la temperatura media de la superficie terrestre de 1,1°C desde la segunda mitad del siglo XIX, una prueba clara del calentamiento global, el cual ha sido facilitado por la contaminación derivada de la utilización masiva de combustibles fósiles para la generación de energía [2]. En los dos últimos años, se han registrado picos históricos tanto de consumo, como de emisiones de CO<sub>2</sub> ligadas a estos combustibles [3], a pesar de las numerosas restricciones y normativas que se están aprobando actualmente en lo relativo al medioambiente.

No obstante, alguno de estos máximos, como el de la utilización del carbón, se achacan en gran parte a las medidas de obtención de energía a corto plazo que se han tenido que tomar ante la crisis energética actual provocada por la guerra entre Rusia y Ucrania [3]. Por tanto, se espera que, una vez se estabilice la situación, este sea un punto de inflexión hacia un futuro más limpio y responsable, gracias a la aplicación progresiva de las medidas acordadas por los países relativas a la reducción de emisiones [2]. Esto se ve reflejado en las previsiones elaboradas a partir de las políticas declaradas y los compromisos anunciados por los países de todo el mundo [3].

Todo esto no sólo supone un deterioro de la salud del planeta, sino que también repercute directa y negativamente en la salud de las personas. De hecho, se calcula que se producen 4,5 millones de fallecimientos prematuros al año debidos a las partículas nocivas generadas por los combustibles fósiles [4]. Esto hace que actuar de manera rápida y eficaz pueda suponer evitar tanto el daño medioambiental, como el daño a la salud de las generaciones venideras.

Con el objetivo de limitar al máximo este impacto, desde el sector de la construcción se imponen año a año normativas cada vez más restrictivas en lo que respecta al gasto energético de los edificios, y es que se estima que alrededor del 25% del consumo energético de toda la Unión Europea proviene de los hogares, del cual el 64% corresponde a la generación de calor [5].

Estas normativas de regulación del gasto energético de los edificios quedan condensadas en documentos como el Documento Básico de Ahorro de Energía, DB-HE, del Código Técnico de la Edificación o el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE. De esta forma, se obliga a que estos sean cada vez más eficientes, requiriendo de una menor cantidad de energía para su normal funcionamiento o imponiendo que esta tenga un mínimo porcentaje renovable. Estos serán los principales criterios técnicos que se van a aplicar a la hora de evaluar y comparar las diferentes alternativas de sistemas de climatización que se van a desarrollar a continuación, en lo cual consiste el objetivo final del presente proyecto.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de esta parte del proyecto es, en primer lugar, desarrollar y dimensionar las instalaciones de las viviendas ligadas al sistema de climatización, que concretamente son fontanería, calefacción, ventilación y gas. Sobre esta base, se van a implementar posteriormente los tres sistemas alternativos de climatización, compuestos por las siguientes combinaciones:

- **Sistema 1:** El sistema número 1 consiste en aerotermia combinada con un suelo radiante y refrescante, es decir, capaz de actuar como calefacción en invierno y como refrigeración en verano, aprovechando la capacidad del equipo de aerotermia para obtener agua tanto caliente como fría, intercambiando energía con el aire del exterior del edificio.
- **Sistema 2:** El sistema número 2 está compuesto por una caldera de condensación y suelo radiante destinado a calefacción (ya que en este caso la caldera únicamente puede generar agua caliente) y se complementará con solar térmica, con el fin de cumplir los requerimientos de contribución renovable de energía impuestos por el CTE en su DB-HE.
- **Sistema 3:** El sistema número 3 es similar al anterior, ya que de nuevo se tendrá una caldera de condensación junto con un suelo radiante para calefactar, y a esto se sumará un equipo de aerotermia destinado únicamente al ACS, de nuevo para cumplir el requisito de mínima contribución renovable.

Una vez desarrollado cada sistema, se llevará a cabo su respectiva certificación energética mediante el programa informático CERMA, con el que se podrán extraer los datos necesarios para evaluar y realizar una comparativa desde el punto de vista técnico de la eficiencia energética. De esta forma se podrá elegir de manera objetiva qué sistema será más adecuado implementar como instalación de climatización de las nuevas viviendas, así como plantear los diferentes escenarios y condiciones que harían que las otras opciones supusieran una mejor alternativa que la anteriormente elegida.



### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS VIVIENDAS

La base del presente trabajo consiste en 10 viviendas de tipo **loft**, un término que define a aquellas viviendas que cumplen las características de estar situadas en espacios con origen industrial, que disponen de una estructura eminentemente diáfana con una buena iluminación natural y que están situadas en una zona urbana.

Si bien en este caso el edificio no tiene un pasado industrial como tal, estas viviendas van a ser construidas en el contexto de un proyecto de adecuación de local a vivienda, lo que puede considerarse aplicable a la definición. Esto hace que se tengan altos techos (en torno a los 5 metros de altura) que incluso permiten que cinco de los diez lofts se construyan a doble altura, disponiendo así de un desván accesible mediante una escalera.



Figura 1 – Situación del edificio [6]

La segunda condición se cumple claramente ya que en todas las viviendas el salón, el comedor y la cocina, que es de tipo americano, formarán un único espacio muy bien iluminado por un gran ventanal. Estarán delimitados por tabiques los espacios destinados a dormitorios y baños, con el objetivo de mantener la intimidad en estas zonas.

La situación del edificio en el que se ubican es en la calle Blas de la Serna número 14, en la parcela 2122A del barrio de la Milagrosa, 31005, Pamplona. Por tanto, se encuentra en plena zona urbana, lo que confirma la tercera condición. En la siguiente imagen se muestra, además del edificio, el emplazamiento exacto de los lofts en la planta baja marcado en color naranja, la cual compartirán con el portal de acceso a las viviendas superiores, siendo totalmente independientes con respecto a estas.



Figura 2 – Imagen del edificio [7]

El local de origen dispone de una superficie construida (SC) de **610.32 m<sup>2</sup>**, de la que **589.55 m<sup>2</sup>** es superficie útil (SU), dividida para dar lugar a las siguientes tipologías de vivienda:

- **Loft 14A:** dispone de **41,70 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en cuatro estancias; un zaguán (3,80 m<sup>2</sup>), un espacio para el salón, el comedor y la cocina (22,85 m<sup>2</sup>), un dormitorio (10,35 m<sup>2</sup>) y un baño (4,70 m<sup>2</sup>).
- **Loft 14B:** dispone de **43,95 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en cuatro estancias; un zaguán (3,50 m<sup>2</sup>), un espacio para el salón, el comedor y la cocina (25,05 m<sup>2</sup>), un dormitorio (10,65 m<sup>2</sup>) y un baño (4,75 m<sup>2</sup>).
- **Loft 14C:** dispone de **69,75 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en dos alturas. En la planta inferior (55,55 m<sup>2</sup>) se encuentra el zaguán (3,50 m<sup>2</sup>), el espacio que comparten el salón, el comedor y la cocina (29,65 m<sup>2</sup>), el dormitorio (11,95 m<sup>2</sup>), el baño (4,90 m<sup>2</sup>) y un distribuidor (5,55 m<sup>2</sup>) que conecta estas estancias con las escaleras, con las que se accede al altillo (14,20 m<sup>2</sup>), que actúa como desván.
- **Loft 14D:** dispone de **73,05 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en dos alturas. En la planta inferior (58,15 m<sup>2</sup>) se encuentra el zaguán (3,40 m<sup>2</sup>), el espacio que comparten el salón, el comedor y la cocina (32,35 m<sup>2</sup>), el dormitorio (11,95 m<sup>2</sup>), el baño (4,90 m<sup>2</sup>) y un distribuidor (5,55 m<sup>2</sup>) que conecta estas estancias con las escaleras, con las que se accede al altillo (14,90 m<sup>2</sup>), que actúa como desván.
- **Loft 14E:** dispone de **51,95 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en seis estancias; un zaguán (3,20 m<sup>2</sup>), un espacio para el salón, el comedor y la cocina (21,55 m<sup>2</sup>), dos dormitorios (10,10 y 8,45 m<sup>2</sup> respectivamente), un baño (4,00 m<sup>2</sup>) y un distribuidor (4,65 m<sup>2</sup>) que conecta todas estas estancias.

- **Loft 14F:** dispone de **44,50 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en cinco estancias; un zaguán (3,50 m<sup>2</sup>), un espacio para el salón, el comedor y la cocina (22,85 m<sup>2</sup>), un dormitorio (10,65 m<sup>2</sup>), un baño (5,05 m<sup>2</sup>) y un distribuidor (2,45 m<sup>2</sup>) que conecta todas estas estancias.
- **Loft 14G:** dispone de **52,85 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en seis estancias; un zaguán (3,70 m<sup>2</sup>), un espacio para el salón, el comedor y la cocina (21,30 m<sup>2</sup>), dos dormitorios (10,10 y 8,60 m<sup>2</sup> respectivamente), un baño (4,00 m<sup>2</sup>) y un distribuidor (5,15 m<sup>2</sup>) que conecta todas estas estancias.
- **Loft 14H:** dispone de **74,60 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en dos alturas. En la planta inferior (59,60 m<sup>2</sup>) se encuentra el zaguán (10,30 m<sup>2</sup>), el espacio que comparten el salón, el comedor y la cocina (27,40 m<sup>2</sup>), el dormitorio (11,45 m<sup>2</sup>), el baño (4,90 m<sup>2</sup>) y un distribuidor (5,55 m<sup>2</sup>) que conecta estas estancias con las escaleras, con las que se accede al altillo (15,00 m<sup>2</sup>), que actúa como desván.
- **Loft 14I:** dispone de **69,65 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en dos alturas. En la planta inferior (55,45 m<sup>2</sup>) se encuentra el zaguán (3,90 m<sup>2</sup>), el espacio que comparten el salón, el comedor y la cocina (29,65 m<sup>2</sup>), el dormitorio (11,45 m<sup>2</sup>), el baño (4,90 m<sup>2</sup>) y un distribuidor (5,55 m<sup>2</sup>) que conecta estas estancias con las escaleras, con las que se accede al altillo (14,20 m<sup>2</sup>), que actúa como desván.
- **Loft 14J:** dispone de **72,90 m<sup>2</sup> de SU**, repartidos en dos alturas. En la planta inferior (58,70 m<sup>2</sup>) se encuentra el zaguán (4,60 m<sup>2</sup>), el espacio que comparten el salón, el comedor y la cocina (29,65 m<sup>2</sup>), el dormitorio (12,80 m<sup>2</sup>), el baño (5,30 m<sup>2</sup>) y un distribuidor (6,35 m<sup>2</sup>) que conecta estas estancias con las escaleras, con las que se accede al altillo (14,20 m<sup>2</sup>), que actúa como desván.

Para un mayor nivel de detalle, en el *apartado 12* del anexo se incluyen los planos de base de las viviendas y el edificio en el que se ubican.



## II. CAPÍTULO 2 – DESARROLLO

En este capítulo se procede a desarrollar las memorias de las instalaciones ligadas al sistema de climatización de las viviendas, como son la fontanería, la calefacción y la ventilación. Aquí, se incluirán todos los aspectos comunes a las tres alternativas que se van a someter a estudio, mientras que se dejarán indicadas aquellas partes que se concretarán más adelante, en el apartado destinado específicamente al análisis de cada uno de los tres sistemas.

### 4. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

El proyecto de esta instalación se compone de las siguientes partes:

- **Memoria descriptiva**, documento en el que se define la filosofía de funcionamiento de la instalación y se detallan los equipos y sistemas proyectados.
- **Bases de cálculo**, donde se definen los parámetros de partida para el dimensionado de las redes de distribución.
- **Pliego de condiciones** técnicas de los diferentes elementos de la instalación, comprendiendo las características propias de los diferentes equipos y su correcta forma de montaje.
- **Mediciones y presupuesto** de las instalaciones.
- **Planos** indicativos del recorrido de las instalaciones, esquemas de principio y detalles constructivos.

#### 4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

##### 4.1.1. Objeto y contenido del proyecto

El objeto del presente estudio es el desarrollo de las instalaciones de fontanería para 10 lofts que resultan de la adecuación de local a vivienda en la planta baja del edificio situado en la calle Blas de la Serna número 14, en la parcela 2122A del barrio de la Milagrosa, 31005, Pamplona.

##### 4.1.2. Normativa aplicable

A la hora de ejecutar este proyecto, se deberán tener en cuenta en todo momento y se deberá actuar bajo el amparo de las siguientes normativas:

- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, 28/03/2006) y modificaciones posteriores.
  - Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS).
    - 13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua.
  - Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR).

- Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).
  - 15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- Desarrollo de la **Ley 37/2003** del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas según el Real Decreto 1367/2007 del 19 de octubre del 2007.
- **Real Decreto 1027/2007**, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- **Real Decreto 809/2021**, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- **Real Decreto 769/1999**, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 129, 31/05/1991). Se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.
- Se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. **Real Decreto 865/2003**, de 4 de julio (BOE núm. 171-2003)
- **Reglamento electrotécnico para baja tensión** y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. (BOE núm. 224 de 18/09/2002)
- Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua y creación de una "Comisión permanente para tuberías de abastecimiento de agua y saneamiento de poblaciones". **Orden de 28 de julio de 1974**, del Ministerio de Obras Públicas (BOE núm. 236 y 237, 02 y 03/10/1974) (C.E. - BOE núm. 260, 30/10/1974)
- Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. **Real Decreto 140/2003**, de 7 de febrero (BOE núm. 45, 21/02/2003).
  - **Orden SCO/3719/2005**, de 21 de noviembre. Sustituye el anexo II.
- **Real Decreto 842/2013**, por el cual se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia contra el fuego.
- "**Manual of Standard Building Specifications**", versión 2004; de la "Oficina de Infraestructura y Logística Europea".
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. **Orden de 9 de marzo de 1971**, del Ministerio de Trabajo (BOE núm. 64 y 65, 16/03/1971). Y modificaciones posteriores.
  - **Ley 31/1995**, de 8 noviembre de la Jefatura del Estado (BOE núm. 269, 10/11/1995). Modificada Ley 50/1998, de 30-12, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (BOE núm. 313, 31-12-1998).
  - Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE núm. 97, 23/04/1997).
  - Se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 256, 25/10/1997). Modificado por el Real Decreto 2177/2004 y el Real Decreto 604/2006.

- Modificación del **Real Decreto 39/1997**, de 17-01-1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y del Real Decreto 1627/1997, de 24-10-1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Real Decreto 604/2006, de 19-05-2006 (BOE núm. 127, 29/05/2006)
  - Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 188, 07/08/1997). Modificado por: **Real Decreto 2177/2004**, 12-11-2004 (BOE núm. 274, 13-11-2004)
  - **Real Decreto 2177/2004**, de 12 de noviembre, (BOE núm. 274, 13/11/2004) por el que modifica el RD 1215/1997, en materia de trabajos temporales en altura.
  - **Real Decreto 614/2001** de 08-06 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
  - **Real Decreto 286/2006** de 10-03 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- **Normas UNE** citadas en las normativas y reglamentaciones.
  - **Normas Tecnológicas de la Edificación**, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, en lo que no contradiga los reglamentos o CTE.

#### 4.1.3. Aplicación del documento básico HS4 del CTE

##### 4.1.3.1. Agua Fría Sanitaria (AFS)

Se alimentarán con agua fría sanitaria todos los aparatos que así lo requieran. A continuación, se detallan las características de la instalación de AFS.

###### 4.1.3.1.1. Acometida de AFS

Las viviendas usarán como acometida de abastecimiento las 10 previsiones a local que existían previamente en el edificio y se intervendrán la mismas para disponer contador según indique mancomunidad de la comarca de Pamplona para abastecer a las nuevas viviendas.

###### 4.1.3.1.2. Distribución de AFS

Desde cada acometida de previsión a local del edificio se efectúa una distribución de tuberías por planta baja hasta cada vivienda. Esta derivación se realiza con recorridos horizontales por falsos techos a una altura aproximada de 5 metros hasta cada punto de alimentación de los aparatos sanitarios, con bajadas verticales empotradas para cada aparato o punto de consumo y protegidas con tubo de PVC corrugado para una libre dilatación de las tuberías, al mismo tiempo que se evitan desperfectos por contacto del material de la obra con la tubería. El material empleado en la red de distribución general de agua fría será la **tubería de polietileno reticulado (PEX) según norma UNE-EN ISO 15875 serie 3.2.**



#### 4.1.3.1.3. Valvulería y elementos auxiliares de la red de distribución de AFS

Las válvulas que se montarán en la red de distribución de agua fría serán del tipo bola de latón para diámetros inferiores o iguales a dos pulgadas y del tipo mariposa para los diámetros superiores.

En la entrada de cada vivienda se instalarán válvulas de paso en la alimentación antes de efectuar la distribución en el interior de esta. Se colocarán también válvulas de paso en cada alimentación a un grupo, sobre la puerta en el caso de baños y bajo el fregadero en el caso de cocinas, de esta manera se facilitan los trabajos de reparación y mantenimiento al poder sectorizar la red de distribución.

Las tuberías dispondrán de uniones flexibles en los puntos donde crucen juntas de dilatación del edificio, capaces de absorber los movimientos y las dilataciones que puedan producirse, reduciendo de esta manera las tensiones en los soportes y en la propia tubería. Los montantes dispondrán en su base de válvulas antirretorno y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zona registrable.

#### 4.1.3.1.4. Aislamiento de tuberías de AFS

Se aislarán todas las tuberías de agua fría para evitar condensaciones. No se aislarán las tuberías de vaciado, reboses y salidas de válvula de seguridad en el interior del equipo de producción de ACS, ya sea aerotermia o caldera. También se dejarán sin aislar las tuberías de bajada de alimentación a los aparatos sanitarios, pero se protegerán con tubo de PVC corrugado para facilitar su libre dilatación y evitar el contacto entre el material de obra y las tuberías. El aislamiento escogido es a base de **coquilla sintética de conductividad térmica menor que 0,04 W/m\*K y de 10 mm con barrera de vapor**, con accesorios aislados a base del mismo material.

Una vez terminada la instalación de las tuberías, éstas se señalarán con cinta adhesiva de colores normalizados, según normas UNE/DIN, en tramos de 2 a 3 metros de separación y coincidiendo siempre en los puntos de registro, junto a válvulas o elementos de regulación.

#### 4.1.3.1.5. Separaciones respecto de otras instalaciones

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm. Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

### 4.1.3.2. Agua Caliente Sanitaria (ACS)

#### 4.1.3.2.1. Elementos con consumo de ACS

Se alimentarán con agua caliente sanitaria todos los aparatos que así lo requieran. Todos los grifos estarán diseñados para economizar agua.



#### 4.1.3.2.2. Cálculo de la demanda de ACS

Los cálculos de necesidades energéticas para la producción de ACS se han realizado con base en el consumo de agua caliente estimado. Este consumo se ha calculado aplicando los valores de consumos unitarios previstos por tipología de edificio en la normativa en vigor:

- **Tipología de edificio adoptada:** Viviendas en bloque
- **Temperatura de referencia:** 50 °C, ya que en este caso no se tiene acumulación centralizada, es individual.
- **Consumo diario tipificado a temperatura de referencia:** 28 litros/usuario.
- **Número de usuarios:** Tal y como indica el anejo F del DB-HE del CTE, donde se detalla el procedimiento de cálculo de la demanda de referencia de ACS, el número de usuarios será de 1.5 por cada vivienda de 1 dormitorio (hay 8) y de 3 por cada vivienda de 2 dormitorios (hay 2), por lo que se tiene un total de 18 usuarios.

Tabla 1 – Valores mínimos de ocupación en uso residencial privado [8]

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de personas	1,5	3	4	5	6	6	7

En cuanto a la centralización, se considera un factor del 100% ya que cada vivienda tendrá un equipo individual de producción de ACS en los tres sistemas que se van a comparar, ya sea mediante aerotermia o caldera.

Tabla 2 – Valor del factor de centralización en viviendas multifamiliares [8]

Número de viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

- El consumo diario de ACS a temperatura de referencia será por tanto de **504 litros/día**. Adicionalmente, para el cálculo de la demanda, se han tenido en cuenta las pérdidas térmicas en la acumulación y distribución del agua caliente desde los captadores hasta los puntos de consumo.

#### 4.1.3.2.3. Distribución de ACS

El material empleado en la red de distribución general de agua caliente sanitaria será la **tubería de polietileno reticulado (PEX) según norma UNE-EN ISO 15875 serie 3.2**. La distribución por la vivienda se realiza a partir del equipo de producción de ACS y va paralela a los conductos de agua fría. La tipología de instalación adoptada en lo relativo al equipo de producción de ACS variará en función del sistema de climatización a desarrollar. Esto se concretará más adelante, en los apartados dedicados a detallar las características de cada uno de los tres sistemas a estudiar.

En el interior de cada local con consumo se efectuará una distribución de tuberías de agua caliente sanitaria a partir de la válvula de paso, paralela a la del agua fría, por el falso techo y con bajadas verticales empotradas de alimentación a los aparatos sanitarios. En el caso de los aseos dicha válvula estará situada sobre la puerta, mientras que en cocinas esta se encontrará debajo del fregadero, en ambos casos junto a la válvula de AFS.

Desde los puntos más alejados de la instalación de agua caliente sanitaria no se supera en ningún caso los 15 metros, por lo que no se requiere una red de retorno. Esta sirve para reducir la espera para la llegada del agua caliente ya que, en puntos de consumo alejados y sin retorno, es necesario vaciar primero el agua fría que hay en el circuito.

#### 4.1.3.2.4. Aislamiento de tuberías

Se aislarán las tuberías de los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria y retorno para evitar pérdidas de calor. No se aislarán las tuberías de vaciado, reboses y salidas de válvula de seguridad en el interior del equipo de producción de ACS, ya sea aerotermia o caldera. También se dejarán sin aislar las tuberías de bajada de alimentación a los aparatos sanitarios, pero se protegerán con tubo de PVC corrugado para facilitar su libre dilatación y evitar el contacto entre el material de obra y las tuberías. El aislamiento escogido es a base de **coquilla sintética de conductividad térmica menor de 0,04 W/m\*K** y su espesor dependerá de los diámetros de la tubería.

Si el diámetro de la tubería es menor de 35 mm, el espesor mínimo será de 25 mm, si el diámetro está entre 35 y 60 mm, el espesor mínimo será de 30 mm. Para diámetros superiores, se colocarán según la IT 1.2.4.2.1 "Aislamiento térmico de redes de tuberías" del RD 1027/2007. Los espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros, etc. serán los mismos que los de la tubería en la que estén instalados. El material aislante deberá poder trabajar sin perder sus características a temperaturas de al menos 175 °C.

Una vez terminada la instalación de las tuberías, éstas se señalarán con cinta adhesiva de colores normalizados, según normas UNE/DIN, en tramos de 2 a 3 metros de separación y coincidiendo siempre en los puntos de registro, junto a válvulas o elementos de regulación.

#### 4.1.3.3. Aparatos sanitarios y grifería

##### 4.1.3.3.1. Aparatos sanitarios

En las viviendas del presente proyecto se instalarán duchas, fregaderos, inodoros y lavabos. Los aparatos sanitarios de los aseos serán de porcelana vitrificada color blanco. Las pilas de las cocinas serán de acero inoxidable montadas sobre repisas de acero inoxidable. Las cisternas de los inodoros serán del tipo empotradas con estructura de apoyo y pulsador de doble descarga.

##### 4.1.3.3.2. Grifería

La grifería de lavabos, fregaderos y duchas será a base de monomandos con cartucho cerámico, cromados, aireador, economizador para un caudal máximo de 12 l/min, llaves de regulación tipo escuadra con enlaces de alimentación en griferías de repisa (no murales).

La grifería de las duchas será además termostática con tope de seguridad a 38 °C, aireador y enlaces de alimentación y estarán equipadas con conectores para conexión de desagüe conectado a válvula depresora para vaciado automático después de la utilización.

Las cisternas de los inodoros se equiparán con llaves de regulación tipo escuadra con enlace flexible en su alimentación y dispondrán de mecanismo de doble descarga.

## 4.2. BASES DE CÁLCULO

### 4.2.1. Consumos unitarios

Los caudales de los puntos de consumo de las viviendas y los diámetros interiores de conexión de cada aparato se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3 – Consumos instantáneos por aparato y diámetros interiores de conexión [9]

Aparato	Caudal AFS (l/s)	Caudal ACS (l/s)	D <sub>N</sub> Acero (mm)	Cobre o plásticos (mm)
Ducha	0,20	0,1	15	12
Fregadero doméstico	0,20	0,1	15	12
Inodoro con depósito	0,10	-	15	12
Lavabo	0,10	0,065	15	12
Lavadora doméstica	0,20	0,15	20	20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,1	15	12

En función de los aparatos que haya en cada vivienda, se calculan los caudales totales necesarios de AFS y ACS a partir de la suma de los caudales de cada elemento, tal y como se explica en los siguientes apartados.

### 4.2.2. Cálculo del caudal instantáneo

El caudal total instantáneo ( $Q_{tot}$ ) de un tramo se obtiene de la suma de caudales instantáneos ( $Q_i$ ) de los puntos de consumo situados aguas abajo, siendo  $n_i$  el número de aparatos del mismo tipo. La expresión queda de la siguiente forma:

$$Q_{tot} = \sum (Q_i \times n_i) \quad \text{(Ecuación 1)}$$

### 4.2.3. Cálculo del caudal simultáneo

Para el cálculo del caudal simultáneo a considerar en cada tramo se ha seguido la Norma Francesa NFP 41.204, a partir del caudal instantáneo del tramo y un coeficiente de simultaneidad obtenido con la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{\sqrt{(n-1)}} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

donde  $n$  es el número de aparatos alimentados. El caudal simultáneo del tramo se obtiene con la siguiente expresión:

$$Q_{sim} = Q_{tot} * K \quad \text{(Ecuación 3)}$$

#### 4.2.4. Cálculo de diámetros

El diámetro de las tuberías se obtiene a partir de las velocidades máximas admitidas en circuitos de agua de fontanería: en tuberías metálicas la velocidad estará comprendida entre 0,50 y 2 m/s y en tuberías termoplásticas y multicapas, como es este caso, entre 0,50 y 3,5 m/s. El diámetro nominal ( $D_N$ ) se calcula partiendo de la siguiente expresión:

$$Q = V * \left( \pi * \frac{D_N^2}{4} \right)$$

(Ecuación 4)

Esta consiste en el cálculo del caudal en un tubo redondo a partir de la velocidad del fluido y su diámetro. Despejando el diámetro, que se desea obtener en milímetros, queda la siguiente fórmula:

$$D_N = \sqrt{\frac{4 * 1000 * Q_{sim}}{\pi * V}}$$

(Ecuación 5)

Donde  $Q_{sim}$  es el caudal simultáneo en l/s calculado en el apartado anterior y  $V$  la velocidad deseada del agua, en m/s. El factor de 1000 en el numerador únicamente se encarga de cuadrar las unidades para obtener el diámetro en milímetros. Con esto, se tiene el diámetro interior mínimo del conducto para cumplir la condición de velocidad en función del caudal requerido. La tubería elegida será presumiblemente aquella cuyo diámetro interior tenga el valor inmediatamente superior al calculado, dado que estas están normalizadas.

#### 4.2.5. Cálculo de la instalación de AFS

En lo que respecta al dimensionamiento de la instalación de fontanería para AFS, se han obtenido los resultados mostrados en la *Tabla 4*, donde se incluyen los valores calculados para cada tramo del circuito, indicando entre qué nodos están comprendido cada uno. En general, se tienen los tramos desde cada previsión a local al colector de cada vivienda, de colector a llaves de paso (equipo de ACS o locales de consumo, es decir, baño y cocina) y de llaves de paso a aparatos de consumo (en baño, hasta lavabo [L], ducha [D] e inodoro [I] y en cocina, hasta fregadero [F], lavadora [LD] y lavavajillas [LV]).

En función del número de aparatos que abastezca cada tramo, se calcula un caudal simultáneo ( $Q_{sim}$ ) para dimensionar la instalación. Este se obtiene a partir del caudal total ( $Q_{tot}$ ) que suponen dichos aparatos, indicado en la *Tabla 3*, y el coeficiente de simultaneidad ( $K$ ), también determinado por estos, tal y como se explica en el *apartado 4.2.3*.

La velocidad máxima elegida para el agua que discurre a través de la instalación es de 2.5 m/s, valor que debe estar entre 0.5 y 3.5 m/s para tuberías a base de materiales termoplásticos o multicapa, como se ha explicado en el punto anterior. También se indica en la tabla la longitud máxima de cada tramo y su altura.

Así, a partir de estos datos, y tomando como conducto la **tubería de polietileno reticulado (PEX) según norma UNE-EN ISO 15875 serie 3.2**, tal y como se indica en el apartado 4.1.3.1.2, se llevan a cabo los cálculos de los diámetros nominales, la velocidad del agua y las pérdidas de carga (especificando la pérdida anterior al tramo, *Ant.*, durante el tramo, y acumulada, *Acum.*) en la instalación. En todos los casos se ha obtenido la tubería de polietileno reticulado de diámetro 20 mm, **PEX20**. Sin embargo, en los tramos desde la previsión a local hasta el colector, se colocará tubería de diámetro 25 mm (**PEX25**), ya que este es el diámetro del conducto que proviene desde el contador, y se desea mantener constante en todo el tramo.

Tabla 4 – Cálculo de la instalación de AFS

Nodo origen	Nodo final	Consumo	Q tot. (l/s)	K	Q sim. (l/s)	V máx. (m/s)	L máx. (m)	H tramo (m)	D int. (mm)	V (m/s)	Tubería
PREV. LOCAL 1	COLECTOR 14A	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	10,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 2	COLECTOR 14B	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	12,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 3	COLECTOR 14C	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	18,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 4	COLECTOR 14D	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	24,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 5	COLECTOR 14E	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	30,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 6	COLECTOR 14F	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	28,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 7	COLECTOR 14G	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	32,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 8	COLECTOR 14H	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	22,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 9	COLECTOR 14I	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	16,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
PREV. LOCAL 10	COLECTOR 14J	1F+1LD+1LV+1L+1I+1D	0,950	0,36	0,339	2,5	10,0	5,0	14,40	2,083	PEX20
COLECTOR 14A-J	EQUIPO ACS 14A-J	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	8,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
	LLAVE DE PASO BAÑO 14A-J	1L+1I+1D	0,400	0,55	0,220	2,5	8,0	5,0	14,40	1,351	PEX20
	LLAVE DE PASO COCINA 14A-J	1F+1LD+1LV	0,550	0,55	0,303	2,5	8,0	5,0	14,40	1,857	PEX20
LLAVE DE PASO BAÑO 14A-J	LAVABO 14A-J	1L	0,100	1,00	0,100	2,5	8,0	5,0	14,40	0,614	PEX20
	DUCHA 14A-J	1D	0,200	1,00	0,200	2,5	8,0	5,0	14,40	1,228	PEX20
	INODORO 14A-J	1I	0,100	1,00	0,100	2,5	8,0	5,0	14,40	0,614	PEX20
LLAVE DE PASO COCINA 14A-J	FREGADERO 14A-J	1F	0,200	1,00	0,200	2,5	8,0	5,0	14,40	1,228	PEX20
	LAVADORA 14A-J	1LD	0,200	1,00	0,200	2,5	8,0	5,0	14,40	1,228	PEX20
	LAVAVAJILLAS 14A-J	1LV	0,150	1,00	0,150	2,5	8,0	5,0	14,40	0,921	PEX20

#### 4.2.6. Cálculo de la instalación de ACS

Este apartado es análogo al anterior, referido en este caso a la instalación de fontanería para ACS. Esta está compuesta por los tramos de tubería desde el equipo de producción de ACS al nodo de distribución (donde se produce la bifurcación del conducto para alimentar a los locales de consumo, es decir, baño y cocina), desde el nodo a las llaves de paso de estos locales y desde las llaves a cada aparato de consumo (en baño, hasta lavabo [L] y ducha [D] y en cocina, hasta fregadero [F], lavadora [LD] y lavavajillas [LV]).

Al igual que en el apartado anterior, se calcula el caudal simultáneo ( $Q_{sim}$ ) a partir del caudal total ( $Q_{tot}$ ) y el coeficiente de simultaneidad ( $K$ ) obtenidos, y la velocidad máxima elegida para el agua es de 2.5 m/s. Con esto, y tomando también como conducto la **tubería de polietileno reticulado (PEX) según norma UNE-EN ISO 15875 serie 3.2**, se calculan los diámetros mínimos, la velocidad del agua y las pérdidas de carga (especificando la pérdida anterior al tramo, *Ant.*, durante el tramo, y acumulada, *Acum.*). De nuevo se ha obtenido para toda la instalación la tubería de polietileno reticulado de diámetro 20 mm, **PEX20**.

La tabla con los resultados del cálculo queda de la siguiente forma:

Tabla 5 – Cálculo de la instalación de ACS

Nodo origen	Nodo final	Consumo	Q tot. (l/s)	K	Q sim. (l/s)	V máx. (m/s)	L máx. (m)	H tramo (m)	D int. (mm)	V (m/s)	Tubería
EQUIPO 14A	NODO DISTR. 14A	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	4,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14B	NODO DISTR. 14B	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	3,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14C	NODO DISTR. 14C	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	7,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14D	NODO DISTR. 14D	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	7,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14E	NODO DISTR. 14E	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	7,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14F	NODO DISTR. 14F	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	5,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14G	NODO DISTR. 14G	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	7,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14H	NODO DISTR. 14H	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	6,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14I	NODO DISTR. 14I	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	6,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
EQUIPO 14J	NODO DISTR. 14J	1F+1LD+1LV+1L+1D	0,850	0,40	0,340	2,5	6,0	5,0	14,40	2,088	PEX20
NODO DISTR. 14A-J	LLAVE DE PASO BAÑO 14A-J	1L+1D	0,300	0,70	0,210	2,5	6,0	5,0	14,40	1,289	PEX20
	LLAVE DE PASO COCINA 14A-J	1F+1LD+1LV	0,550	0,55	0,303	2,5	6,0	5,0	14,40	1,857	PEX20
LLAVE DE PASO BAÑO 14A-J	LAVABO 14A-J	1L	0,100	1,00	0,100	2,5	6,0	5,0	14,40	0,614	PEX20
	DUCHA 14A-J	1D	0,200	1,00	0,200	2,5	6,0	5,0	14,40	1,228	PEX20
LLAVE DE PASO COCINA 14A-J	FREGADERO 14A-J	1F	0,200	1,00	0,200	2,5	6,0	5,0	14,40	1,228	PEX20
	LAVADORA 14A-J	1LD	0,200	1,00	0,200	2,5	6,0	5,0	14,40	1,228	PEX20
	LAVAVAJILLAS 14A-J	1LV	0,150	1,00	0,150	2,5	6,0	5,0	14,40	0,921	PEX20

## 4.3. PLIEGO DE CONDICIONES

### 4.3.1. Tuberías de polietileno reticulado (PE-X)

Las tuberías de polietileno reticulado estarán construidas en polietileno de muy alta densidad con la adición de catalizadores orgánicos. Deberán cumplir las características físicas, fisicoquímicas y mecánicas mínimas especificadas en la norma UNE 53.381-1:2001 EX, UNE 53.381-2:2001 EX, UNE 53.381-3:2001 EX y UNE 53.381-4:2001 EX, así como los métodos de ensayo para evaluarlas. Las tuberías de polietileno reticulado se ajustarán al diámetro nominal y espesor mínimo de pared en función de la serie de tubo que se trate, según la tabla siguiente:

Tabla 6 – Medidas de las tuberías de polietileno reticulado (PE-X)

DN (mm)	Espesores nominales, e (mm)	
	Serie 5,0	Serie 3,2
10	1,8	1,8
12	1,8	1,8
16	1,8	2,2
20	1,9	2,8
25	2,3	3,5
32	2,9	4,4
40	3,7	5,5
50	4,6	6,9
63	5,8	8,6
75	6,8	10,3
90	8,2	12,3
110	10,0	15,1
125	11,4	17,1

La aplicación de la serie 5,0 será la distribución de agua fría, mientras que la de la serie 3,2 será la distribución de agua fría y caliente sanitaria hasta 60 °C. Las uniones de este tipo de tubo se realizarán solo mediante accesorios de tipo mecánico a compresión, ya que no es posible su encolado ni la unión por termofusión. Los tubos irán marcados en continuo y cada metro como mínimo con los siguientes datos:

- Identificación del fabricante.
- Nombre del producto.
- Aplicaciones autorizadas con temperaturas y presiones máximas admisibles.
- Diámetro y espesor nominal.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma a la que pertenece y sistema de reticulado.

### 4.3.2. Válvulas de mariposa y de bola

Las válvulas previstas en proyecto para interrupción del flujo del agua serán del tipo bola roscadas hasta 2" y de tipo mariposa con bridas para los diámetros superiores. Deberán permitir una presión de prueba del 50% superior a la de trabajo sin que se produzcan goteos durante la prueba, mínima pérdida de carga, estanqueidad absoluta a altas y bajas presiones. Todas las válvulas se instalarán en lugares accesibles. Cuando la tubería no vaya empotrada en el muro se colocará abrazadera a una distancia no mayor de 15 cm de la válvula para impedir todo movimiento de la tubería. Ninguna válvula se instalará con su vástago por debajo de la horizontal.

Toda válvula llevará colgado un disco de PVC de 8 cm, de diferentes colores, con indicación del tipo de circuito y cuantas indicaciones sean precisas para el correcto funcionamiento de la instalación. El precio de estas señalizaciones debe estar incluido en el precio unitario de las válvulas.

#### 4.3.3. Contadores de agua

En el caso de este proyecto, los contadores ya han sido ejecutados, ya que se utilizarán los situados en el edificio en el que se encuentran los lofts.

#### 4.3.4. Aislamiento de espuma elastomérica

El aislamiento de fibra espuma elastomérica deberá cumplir con las normas UNE 100171 y UNE-EN ISO 12241. El responsable del acopio e instalación de la espuma elastomérica deberá proveer el certificado de cumplimiento del aislamiento respecto la UNE 92106. El certificado deberá contener como mínimo la certificación de la conductividad térmica ( $W/m^*K$ ), factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (según UNE-EN 13469), clase de reacción al fuego (según UNE-EN 13501). El aislamiento estará fabricado con elementos libres del efecto invernadero tipo gases de expansión CFC.

En su almacenamiento y montaje se evitará que el aislamiento se pueda mojar. En caso de que el aislamiento se moje, se sustituirá completamente. Antes de aplicarse el aislamiento todas las superficies de las tuberías estarán perfectamente limpias y secas y las tuberías y equipos habrán sido definitivamente pintados y sometidos a las pruebas que exija la DF.

En las tuberías que transporten agua fría, el aislamiento debe evitar el contacto entre tubería y soporte con el objeto de evitar el puente térmico. El aislamiento de las válvulas se debe efectuar de forma que se pueda desmontar fácilmente para el cambio de prensaestopas. Para aislar tuberías que todavía no estén instaladas en su lugar definitivo, se deslizará la coquilla por la tubería antes de roscarla o soldarla. Una vez colocados y realizadas las pruebas mencionadas anteriormente se aplicará una fina capa de pegamento presionando las superficies a unir.

Para aislar tuberías ya instaladas se cortará la coquilla flexible longitudinalmente. Cortada la coquilla se debe encajar en la tubería. El corte y las uniones se sellarán con pegamento aplicado uniforme y ligeramente presionando las dos superficies una contra otra firmemente durante algunos minutos después de aplicar el pegamento para que se sellen las células de la coquilla formando una barrera de vapor. Se aislarán igualmente todas las válvulas y accesorios.

Las mediciones por metro lineal incluyen siempre la parte proporcional del aislamiento de los accesorios (curvas, tes, válvulas, filtros, etc.) que existan en la instalación.

#### 4.3.5. Sifones simples

Todos los aparatos sanitarios que no tengan incluido un cierre hidráulico dispondrán en su desagüe de un sifón. Tendrán como misión impedir la salida de los gases existentes en las redes de desagüe a través de las válvulas de los aparatos. Los sifones serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, PVC, polipropileno, acero inoxidable. El diámetro interior del sifón debe ser por lo menos igual al del tubo de desagüe. Un mismo aparato no debe tener dos sifones.



La cota que define la altura del agua del cierre hidráulico no debe ser menor de 5 cm ni superior a 10 cm. Es conveniente que no pase de 6 a 7 cm para las aguas negras y debe ser de 10 cm para desagües de agua de lluvia o sucias sin materias sólidas y con uso poco frecuente. Los sifones deben ser accesibles y llevar un tapón roscado para su limpieza. Los sifones deberán colocarse lo más cerca posible del desagüe del aparato, la distancia en vertical desde las válvulas de desagüe al tramo de descarga del sifón no será mayor de 60 cm para evitar el autosifonado.

Además, deberá cumplir con las normas UNE 37207: *Sifones de plomo para saneamiento*, UNE-EN 1253: *Sumideros y sifones para edificios* y UNE-EN 274: *Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios*.

En bañeras y platos de ducha se suelen emplear sifones de escaso desarrollo para facilitar su adaptación en espacios ajustados entre los aparatos y el suelo. Están constituidos por un contenedor cilíndrico donde se inserta el tubo de salida del sanitario. El agujero de desagüe se halla en la parte alta, encima de un casquete móvil que se levanta al pasar el agua y luego se baja, desempeñando la función de tapadera hermética del conjunto.

Todas las piezas deben resistir la acción del agua a 95°C y el agua residual doméstica. Las superficies revestidas electrolíticamente deben cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 248 '*Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas generales de los revestimientos electrolíticos de Ni-Cr*'. Las piezas de material plástico deben cumplir los requerimientos de calidad de moldeo y comportamiento ante el choque térmico indicados en la norma UNE-EN 274. Las piezas de latón estirado deben cumplir los requerimientos referentes a las tensiones internas de acuerdo con la norma UNE-EN 274.

Las medidas de las piezas deben permitir la colocación correcta al aparato sanitario y la conexión a la red de evacuación. Las dimensiones y formas cumplirán los requerimientos de la norma UNE-EN 274: *Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios*.

Las características hidráulicas deben cumplir lo siguiente:

- Caudal de desagüe para lavabos:
  - Desagüe:  $\geq 0,6$  l/s
  - Desagüe con sifón:  $\geq 0,5$  l/s
  - Sifón solo:  $\geq 0,6$  l/s
  - Rebosadero:  $\geq 0,25$  l/s
- Fuga máxima de la válvula de desagüe:  $\leq 1$  l/h
- Estanqueidad del sifón: Completa a una presión de 1 mca durante 5 minutos

El suministro de los sifones debe ser en bolsa de plástico dentro de la caja protectora. Se debe hacer constar la marca del fabricante y sus características. En cuanto al almacenamiento, este se debe hacer en su embalaje, en lugares protegidos contra los impactos y la intemperie.

#### 4.3.6. Aparatos sanitarios

El material será el especificado en proyecto, tal como cerámico, acero inoxidable, fundición esmaltada u otros. El acopio de los aparatos sanitarios se realizará con los embalajes originales y en lugares donde queden protegidos de golpes fortuitos. Los aparatos sanitarios quedarán siempre nivelados. Se comprobarán de la forma siguiente:

- Para lavabos y fregaderos, por la horizontalidad del borde anterior de la cubeta.
- Para los inodoros, por la horizontalidad de sus gargantas laterales.

Los aparatos podrán ir fijados al suelo mediante tornillos de anclaje y fijados al muro mediante ménsulas, pernos o tornillos sobre tacos. Los recipientes deberán presentar las características de homogeneidad de la pasta (productos cerámicos), inalterabilidad y resistencia del esmalte (productos cerámicos) y la evacuación será rápida, silenciosa y total.

Todas las conexiones del aparato sanitario con la red de saneamiento deberán quedar selladas y revisadas. En los edificios destinados a pública concurrencia, las cisternas de inodoros dispondrán de dispositivos de ahorro de agua. Los aparatos sanitarios dispondrán de marcado CE. Y deberán cumplir las normas que les aplique siguientes:

- UNE 67001:2008 Aparatos sanitarios cerámicos. Especificaciones técnicas.
- UNE-EN 14527:2006 Platos de ducha para uso doméstico.
- UNE-EN 14688:2007 Aparatos sanitarios. Lavabos. Requisitos funcionales y métodos de ensayo.

#### 4.3.7. Grifería

La grifería presentará las características siguientes:

- Las maniobras de apertura y cierre no han de producir ningún ruido, zumbido o vibración.
- La empaquetadura debe ser estanca.
- Las condiciones anteriores deberán ser cumplidas bajo todas las presiones, tanto de servicio como de prueba.
- El sistema de cierre no deberá producir golpes de ariete capaces de provocar la subida de presión por encima del doble de la de servicio fijado.
- Desde el punto de vista del acabado de fabricación los grifos deberán tener el exterior pulimentado, limado o desbastados según los casos, o simplemente fundido, pero en todos los casos perfectamente desbarbados, sin asperezas ni cavidades. Además, las partes que trabajen deberán estar perfectamente mecanizadas y funcionar sin juego apreciable.
- Los pasos de rosca deberán corresponder a los normalizados.
- El grifo no se recibirá con mortero de cemento en la cerámica del aparato sanitarios.

En los edificios destinados a pública concurrencia, la grifería deberá disponer de dispositivos de ahorro de agua. De acuerdo con el CTE HS 4 punto 3.6, los dispositivos para ahorro de agua en la grifería serán:

- Grifos con aireadores.
- Grifería termostática.
- Grifos con sensores infrarrojos.
- Grifos con pulsador temporizado.
- Fluxores.

La grifería dispondrá de marcado CE. Además, deberán cumplir con las normas UNE correspondientes como:

- UNE 19703 "Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas".
- UNE-EN 200 "Grifería sanitaria. Grifos simples y mezcladores para sistemas de suministro de aguade tipo 1 y tipo 2. Especificaciones técnicas generales".

- UNE-EN 246 *“Grifería sanitaria. Especificaciones generales para reguladores de chorro”*.
- UNE-EN 816 *“Grifería sanitaria. Grifos de cierre automático PN10”*.
- UNE-EN 1112 *“Grifería sanitaria. Duchas para grifería sanitaria para sistemas de abastecimiento de aguade tipo 1 y de tipo 2. Especificaciones técnicas generales”*.
- UNE-EN 1113 *“Grifería sanitaria. Flexibles de ducha para grifería sanitaria para sistemas de alimentación de agua de tipo 1 y de tipo 2. Especificaciones técnicas generales”*.
- UNE-EN 12541 *“Grifería sanitaria. Válvulas de descarga de agua y válvulas de cierre automático para urinarios PN10”*.
- UNE-EN 15091 *“Grifería sanitaria. Grifería sanitaria de apertura y cierre electrónicos”*.
- UNE-EN ISO 3822-2 *“Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las Instalaciones de abastecimiento de agua y de la grifería”* .
- UNE-EN ISO 3822-3: *“Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 3: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las griferías y de los equipamientos hidráulicos en línea”*.
- UNE-EN ISO 3822-4: *“Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 4: Condiciones de montaje y de funcionamiento de los equipamientos especiales”*.

#### 4.3.8. Criterios generales de prevención de legionelosis

La utilización de aparatos y equipos que basan su funcionamiento en la transferencia de masas de agua en corrientes de aire con producción de aerosoles se debe llevar a cabo de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición para las personas. A tal efecto se deberán ubicar en lugares alejados de las personas y de las tomas de aire acondicionado y las ventanas.

Las baterías de refrigeración y deshumectación deben ser diseñadas con una velocidad tal que no origine arrastre de gota de agua. Se prohíbe el uso de separadores de gotas, salvo en caso especiales que deben justificarse.

Los materiales de los sistemas de refrigeración tienen que resistir la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con la finalidad de evitar la corrosión. Asimismo, se tienen que evitar los materiales particularmente favorables para el desarrollo de las bacterias y los hongos, como son el cuero, la madera, la uralita, el hormigón o los derivados de la celulosa.

Se deben evitar las zonas de estancamiento de agua en los circuitos, como tuberías de baipás, equipos o aparatos de reserva, tuberías con fondo ciego y similares. Los equipos o aparatos de reserva, en caso de que haya, se deben de aislar del sistema mediante válvulas de cierre hermético, y tienen que estar equipados con una válvula de drenaje, situada en el punto más bajo, para vaciarlos cuando están en parada técnica.

Los equipos y aparatos se deben ubicar de forma que sean fácilmente accesibles para la inspección, desinfección y limpieza. Se tiene que poner una atención especial en el mantenimiento de baterías frías y bandejas húmedas de los equipos, mediante accesos adecuados y tapas de registro. Los equipos tienen que estar dotados, en un lugar accesible, al menos de un dispositivo para realizar la toma de muestras del agua de recirculación

Las bandejas de recogida de agua de los equipos y aparatos de refrigeración deben estar dotadas de fondo con la pendiente adecuada y tubo de desagüe de manera que se puedan vaciar completamente. Si el circuito de agua dispone de depósitos (de abastecimiento, bombeo y otros) se deben de cubrir mediante tapas herméticas de materiales adecuados, así como poner pantallas en los sumideros y ventilaciones.

Para instalaciones prefabricadas de energía solar como se definen en el CTE, a efectos de prevención de la legionelosis se alcanzarán los niveles térmicos necesarios según normativa mediante el no uso de la instalación. Para el resto de las instalaciones y únicamente con el fin y la periodicidad que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, es admisible prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar. En ambos casos deberá ubicarse un termómetro cuya lectura sea fácilmente visible por el usuario. No obstante, se podrán realizar otros métodos de tratamiento anti-legionela permitido por la legislación vigente.

El sistema de aporte de energía convencional auxiliar en energía solar con acumulación o en línea, siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

Se cumplirán las especificaciones indicadas en el Real Decreto 865/2003 de 04 de julio y en la norma UNE 100.030:2005 IN, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para prevención y control de la legionelosis. Se cumplirá el Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, 28/03/2006). Se cumplirá el Real Decreto 1027/2007, del 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT). En cada localidad se debe cumplir la normativa vigente para esa Comunidad Autónoma y su Ordenanza Municipal.

#### 4.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

A continuación, se adjunta la tabla donde se detallan las mediciones y el presupuesto de la instalación de fontanería, a la que se le ha asignado el código 01.00 para identificar a sus elementos. Cabe destacar que no se incluye aquí el sistema de climatización, ya que el coste derivado de estos equipos se imputará más adelante al calcular el presupuesto de todo el proyecto, debido a que variará en cada una de las tres alternativas que se van a comparar.

Tabla 7 – Mediciones y presupuesto de la instalación de fontanería

CÓDIGO	ELEMENTO	PRECIO (€/UD)	UNIDADES											IMPORTE (€)	
			14A	14B	14C	14D	14E	14F	14G	14H	14I	14J	TOTAL		
01.01	Modificación/disposición de Batería de contadores tipo H	310,42	1,00											1,00	310,42
01.02	Contador de agua fría tipo turbina de chorro único SAPEL	93,73	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	937,30
01.03	Válvula de escuadra tuerca loca tipo mariposa	34,41	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	344,10
01.04	Válvula de bola de latón Ø25 mm DANFOSS/SOCLA	17,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	399,99
01.05	Válvula de retención de doble clapeta Ø25 mm DANFOSS/SOCLA	123,72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	1237,17
01.06	Grifo de vaciado de latón Ø15 mm	9,87	1,00											1,00	9,87
01.07	Tubería de PE-X serie 5.0 Ø25 mm	14,60	14,00	16,00	20,00	30,00	35,00	40,00	42,00	42,00	40,00	30,00	309,00	4512,65	
01.08	Aislamiento exterior para tuberías Ø25 mm (exterior) de coquilla de espuma elastomérica ARMACELL/ ARMAFLEX SH	5,35	14,00	16,00	20,00	30,00	35,00	40,00	42,00	42,00	40,00	30,00	309,00	1653,65	
01.09	Armario registrable empotrable realizado en poliéster	79,96	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	799,60
01.10	Juego de llaves de paso, corte y alimentación de AFS y ACS Ø25 mm BARBI	19,57	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	391,45
01.11	Juego de llaves de paso, corte y alimentación de AFS y ACS Ø20 mm BARBI	17,56	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	40,00	702,42
01.12	Inodoro completo de porcelana vitrificada de color blanco ROCA MERIDIAN	354,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	3543,98
01.13	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a inodoros Ø15 mm GALA	13,32	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	133,17
01.14	Lavabo bajoencimera color blanco de porcelana vitrificada medidas 570x420 mm ROCA FORO	117,22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	1172,16
01.15	Grifería monomando cromada para lavabo con entrada Ø15 mm STILLO TREVI	117,72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	1177,22
01.16	Mezclador monomando exterior cromado para ducha STILLO TREVI	161,81	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	1618,08
01.17	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a lavadora Ø15 mm con toma de Ø20 mm ROCA	15,04	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	300,84
01.18	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a lavavajillas Ø15 mm con toma de Ø20 mm ROCA	13,36	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	267,17
01.19	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a inodoro	48,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	480,00
01.20	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavabo	62,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	625,36
01.21	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a ducha	62,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	625,36
01.22	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a fregadero	62,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	625,36
01.23	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavadora	62,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	625,36
01.24	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavavajillas	62,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	625,36
<b>TOTAL INSTALACIÓN DE FONTANERÍA</b>														<b>23.058,02</b>	

## 5. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y VENTILACIÓN

El proyecto de esta instalación se compone de las siguientes partes:

- **Memoria descriptiva**, documento en el que se define la filosofía de funcionamiento de la instalación y se detallan los equipos y sistemas proyectados.
- **Bases de cálculo**, donde se definen los parámetros de partida para el dimensionado de las redes de distribución.
- **Pliego de condiciones** técnicas de los diferentes elementos de la instalación, comprendiendo las características propias de los diferentes equipos y su correcta forma de montaje.
- **Mediciones y presupuesto** de las instalaciones.
- **Planos** indicativos del recorrido de las instalaciones y detalles constructivos.

### 5.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 5.1.1. Objeto y contenido del proyecto

El objeto del presente estudio es el proyecto de las instalaciones de climatización, compuestas por la calefacción y la ventilación, para 10 lofts que resultan de la adecuación de local a vivienda en la planta baja del edificio situado en la calle Blas de la Serna número 14, en la parcela 2122A del barrio de la Milagrosa, Pamplona.

#### 5.1.2. Normativa aplicable

A la hora de ejecutar este proyecto, se deberán tener en cuenta en todo momento y se deberá actuar bajo el amparo de las siguientes normativas:

- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, 28/03/2006) y modificaciones posteriores.
  - Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendios (SI).
  - Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS).
    - 13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior.
  - Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR).
  - Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).
    - 15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética.
    - 12.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- Desarrollo de la **Ley 37/2003** del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas según el **Real Decreto 1367/2007** del 19 de octubre del 2007.
- **Real Decreto 1027/2007**, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas en los Edificios.

- **Real Decreto 390/2021**, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Disposiciones de aplicación de la **Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92-42-CEE**, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93-68-CEE, del Consejo.
  - **Real Decreto 275/1995**, de 24 de febrero, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 73, 27/03/1995) (C.E. - BOE núm. 125, 26/05/1995).
- Se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. **Real Decreto 865/2003**, de 4 de julio (BOE núm. 171, 18/07/2003).
- **Real Decreto 846/2006**, de 07-07-2006, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales (Radiadores y convectores) (BOE núm. 186, 05-08-2006).
- **Real Decreto 552/2019**, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11. **Real Decreto 919/2006**, de 28 de julio (BOE núm. 211, 4/9/2006).
- **Ley 34/2007**, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera. (BOE núm. 275, 16/11/2007)
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT. **Real Decreto 842/2002** de 2 de agosto. (BOE núm. 224, 18/09/2002)
- **Real Decreto 312/2005** del 18 de marzo, por el cual se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia contra el fuego.
- **Real Decreto 709/2015**, de 24-07-2015, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- **Real Decreto 809/2021**, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (BOE núm. 31 de 5/2/2009).
- Todos los equipos materiales y componentes de las instalaciones objeto de este proyecto cumplirán las disposiciones particulares que les sean de aplicación además de las prescritas en las Instrucciones Técnicas Complementarias IT y las derivadas del desarrollo y aplicación del **Real Decreto 1630/1992** de 29 de diciembre (BOE núm. 34, 09/02/2003). Modificación en el **Real Decreto 1328/1995** (BOE núm. 198, 19-08-1995).
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. **Orden de 9 de marzo de 1971**, del Ministerio de Trabajo (BOE núm. 64 y 65, 16/03/1971). Y modificaciones posteriores.

- **Ley 31/1995**, de 8 noviembre de la Jefatura del Estado (BOE núm. 269, 10/11/1995). Modificada Ley 50/1998, de 30-12, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (BOE núm. 313, 31-12-1998).
  - Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE núm. 97, 23/04/1997).
  - Se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 256, 25/10/1997). Modificado por el Real Decreto 2177/2004 y el Real Decreto 604/2006.
  - Modificación del **Real Decreto 39/1997**, de 17-01-1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y del Real Decreto 1627/1997, de 24-10-1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Real Decreto 604/2006, de 19-05-2006 (BOE núm. 127, 29/05/2006)
  - Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. **Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 188, 07/08/1997). Modificado por: **Real Decreto 2177/2004**, 12-11-2004 (BOE núm. 274, 13-11-2004)
  - **Real Decreto 2177/2004**, de 12 de noviembre, (BOE núm. 274, 13/11/2004) por el que modifica el RD 1215/1997, en materia de trabajos temporales en altura.
  - **Real Decreto 614/2001** de 08-06 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
  - **Real Decreto 286/2006** de 10-03 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- **Normas UNE** citadas en las normativas y reglamentaciones.
  - **Normas Tecnológicas de la Edificación**, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, en lo que no contradiga los reglamentos o CTE.

### 5.1.3. Requisitos de diseño

#### 5.1.3.1. Programa de funcionamiento

Atendiendo a que el edificio objeto del proyecto es del tipo residencial debe considerarse que su utilización se hará de acuerdo con un programa que afectará a los horarios y a las ocupaciones por parte de las personas con actividades coherentes con los usos de este.

#### 5.1.3.2. Condiciones interiores de cálculo

##### 5.1.3.2.1. Temperatura operativa y humedad relativa

Las condiciones interiores de diseño y los niveles de ventilación se fijarán en función de la actividad metabólica de las personas y su grado de vestimenta de acuerdo con lo indicado en IT 1.1.4.1.2, en general, estarán comprendidas entre los siguientes límites:



Tabla 8 – Condiciones ambientales interiores de diseño [10]

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23 - 25	45 - 60
Invierno	21 - 23	40 - 60

Se admitirá una humedad relativa del 35% en las condiciones extremas de invierno durante cortos períodos de tiempo.

#### 5.1.3.2.2. Velocidad media del aire

Las velocidades residuales del aire en zonas ocupadas, siguiendo lo recomendado por **UNE – EN ISO 7730**, serán las que corresponden a los valores del índice IPDA (Índice de Prestaciones de la Distribución del Aire), equivalente al índice ADPI (en inglés), recogido por ASHRAE en sus estándares de calidad del aire interior.

Para los valores límites de la velocidad media del aire, se tendrá en cuenta la IT 1.1.4.1.3 del RITE. La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia. La velocidad media admisible del aire en la zona ocupada (V), se muestra en las tablas siguientes. Con **difusión por mezcla**, intensidad de la turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%:

Tabla 9 – Velocidad del aire en zona ocupada, con difusión por mezcla [10]

Difusión por mezcla	Velocidad
Verano	0,16 – 0,18
Invierno	0,14 – 0,16

Con **difusión por desplazamiento**, intensidad de la turbulencia del 15% y PPD por corrientes de aire menor que el 10%:

Tabla 10 – Velocidad del aire en zona ocupada, con difusión por desplazamiento, en m/s [10]

Difusión por desplazamiento	Velocidad
Verano	0,13 – 0,15
Invierno	0,11 – 0,13

Para otro valor del porcentaje de personas insatisfechas, PPD, es válido el método de cálculo de las Normas UNE-EN ISO 7730 y UNE-EN 13.779, así como el informe CR 1752. La velocidad podrá resultar mayor, solamente en lugares del espacio que estén fuera de la zona ocupada, dependiendo del sistema de difusión o del tipo de unidades terminales utilizadas.

#### 5.1.3.2.3. Ruidos y vibraciones

En lo referente a los niveles de ambiente acústico, la instalación se realizará según la conformidad con el documento DB-HR, Documento Básico de Protección frente al Ruido del CTE, punto 3.3.2.2 [12], tal y como se indica en el IT. 1.1.4.4 del RITE. El diseño acústico del sistema de aire acondicionado deberá conducir a un nivel del ruido de fondo que tenga una intensidad suficientemente baja como para no interferir con los requerimientos de los ocupantes de los espacios.

Se cumplirán los valores de ruido de objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior (tabla B anexo II [11]), en lo referente a zonificación y emisiones acústicas indicadas en el Real Decreto 1367/2007, donde  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$  hacen referencia a los niveles de ruido día, tarde y noche respectivamente.

Tabla 11 – Objetivos de calidad acústica para ruido en edificio destinado a uso residencial, en dBA [11]

Uso de edificio	Tipo de recinto	$L_d$	$L_e$	$L_n$
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30

### 5.1.3.3. Condiciones exteriores de cálculo

Las condiciones exteriores de cálculo para el edificio dependerán de su ubicación geográfica. Este está situado en Pamplona (Navarra), a 42,81 latitud Norte y 439 m sobre el nivel del mar, emplazamiento en el que se consideran las siguientes condiciones de invierno:

- La temperatura seca exterior de diseño de invierno es de **-5 °C**.
- El número de grados-día con base 15 °C, para todo el año, según UNE 100002-88 para el lugar de la instalación es de **1873 °C**.

### 5.1.4. Descripción general de la instalación

#### 5.1.4.1. Instalación de calefacción

La instalación de producción de agua caliente para calefacción se ha previsto de manera diferente para cada uno de los tres sistemas de climatización a analizar, por lo que esta información se ofrecerá de manera detallada en cada uno de los apartados destinados específicamente a estudiar cada alternativa.

La instalación de calefacción de las viviendas sí que es común a los tres sistemas y se ha previsto mediante suelo radiante y un aporte de aire de ventilación. Este sistema estará constituido por un conjunto tuberías de polietileno distribuidas en toda la superficie útil del suelo mediante una trama exacta y equidistante formando diferentes circuitos de calefacción.

Las tuberías serán las encargadas de transportar el fluido caliente a lo largo de todo su recorrido y serán las que eleven a temperatura de régimen el suelo de las viviendas transmitiendo por efecto de conducción, convección y radiación la sensación de calor a los cuerpos situados en el entorno.

A los colectores les llegarán las tuberías principales procedentes de la unidad productora del agua caliente y será el elemento que cierra el circuito junto con el sistema de recirculación del agua caliente. Los circuitos de agua caliente desde la acometidas individual a cada vivienda hasta el colector de vivienda se realizarán con tubería multicapa según norma UNE-EN 53960:2002EX, con accesorios de unión a presión.

Cada vivienda dispondrá de termostatos en salón, dormitorio y altillos para su regulación. Los termostatos se colocarán en el lugar más representativo de las estancias para ajustar la temperatura de ambiente.

#### 5.1.4.2. Sistemas de tratamiento del ACS

La tipología de instalación adoptada para la producción de ACS variará dependiendo del sistema a desarrollar, al igual que se explicó en el apartado 4.1.3.2.3, producción de ACS, en la memoria de fontanería. Más adelante se concretarán las características de la instalación para cada una de las tres alternativas.

#### 5.1.4.3. Sistemas de ventilación mecánica

La ventilación forzada deberá cumplir con las condiciones exigidas en el documento DB-HS 3 del CTE, Documento Básico Calidad del aire interior. El diseño que debe disponer el sistema general de ventilación puede ser de tipo híbrido o mecánico. En el siguiente caso el sistema elegido es de tipo **mecánico** con lo que se debe de cumplir las siguientes condiciones de diseño:

- El aire debe circular desde los locales secos a los húmedos, para ello los comedores, los dormitorios y las salas de estar deben disponer de aberturas de admisión; los aseos, las cocinas y los cuartos de baño deben de disponer de aberturas de extracción; las particiones situadas entre los locales con admisión y los locales con extracción deben disponer de aberturas de paso.

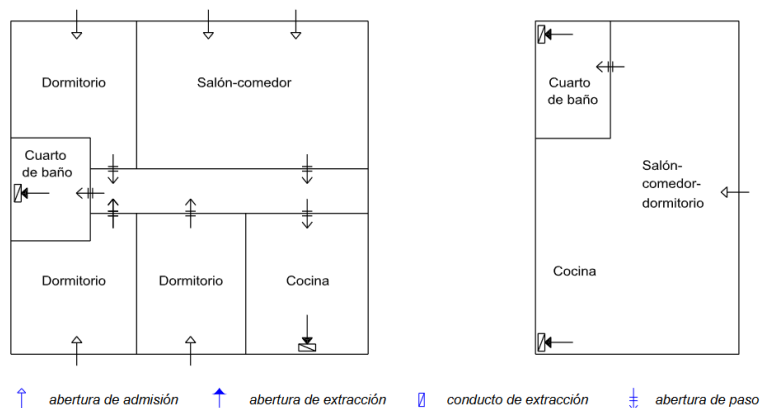


Figura 3 – Ejemplos de ventilación en vivienda [9]

- Los locales con varios usos de los del punto anterior, deben de disponer en cada zona destinada a un uso diferente de las aberturas correspondientes.
- Los aireadores deben disponerse a una distancia del suelo mayor que 1,80 metros.
- Cuando el local con extracción esté compartimentado, deben disponerse aberturas de paso entre los compartimientos, la abertura de extracción debe de disponerse en el compartimiento más contaminado que, en el caso de aseos y cuartos de baños, es aquel en el que está situado el inodoro, y en el caso de cocinas es aquel en el que está situada la zona de cocción, la abertura de paso que conecta con el resto de la vivienda debe estar situada en el local menos contaminado.
- Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción y deben disponerse a una distancia del techo menor que 100 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical mayor que 100 mm.
- Los conductos de extracción no deben compartirse con locales de otros usos salvo trasteros.

- Las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural. Para ello debe disponerse una ventana exterior practicable o una puerta exterior.
- Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello debe disponerse un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso. Cuando este conducto sea compartido por varios extractores, cada uno de estos debe de estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto esté funcionando o de cualquier otro sistema antirrevoco.

En este caso en particular, se ha diseñado para las viviendas un sistema de **ventilación mecánica controlada de simple flujo higrorregulable**, con las siguientes particularidades:

- La aportación de aire se ha realizado a través de la carpintería de las ventanas de dormitorios, cuartos de estar (locales secos) mediante sistemas de **microventilación** o aireadores en las carpinterías, tal y como especifica el proyecto arquitectónico, y como aberturas de paso se han utilizado los propios marcos de las puertas de las dependencias.
- En el interior de las viviendas se han previsto unas redes generales de extracción, que extraen individualmente de cada local húmedo y que acometen a un extractor ubicado en el falso techo.
- La regulación del caudal en las viviendas se ha resuelto mediante bocas de extracción higrorregulables, situadas en los locales húmedos, que se abren en función de la humedad ambiental y mediante detección de presencia.
- La caja de extracción estará fabricada para trabajar con diferentes caudales y está dotado de un regulador de velocidad. El ventilador estará montado sobre soportes antivibratorios y sujeto a la caja o envoltorio y es de baja emisión sonora.

Este sistema goza de las siguientes ventajas:

- **Ajuste automático** del caudal, se trata de un sistema higrorregulable.
- **Menor consumo energético**, ya que extrae dónde y cuándo se requiere.
- **Confort térmico**, ya que no extrae en caso de no ser necesario y por tanto limita las pérdidas.
- **Confort acústico**, ya que presenta un bajo nivel sonoro.

#### 5.1.4.4. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica de calefacción se inicia en el cuadro secundario correspondiente de vivienda. La acometida eléctrica desde el cuadro general de baja tensión hasta el cuadro secundario es objeto del proyecto de electricidad, el cual no se desarrolla en el presente proyecto. El sistema de alimentación del cuadro general de calefacción desde el CGBT será trifásico a tensión de línea de 400 V y una frecuencia de 50 Hz, formada por tres fases activas, neutro y tierra.

## 5.1.5. Justificación del cumplimiento de la exigencia de bienestar térmico e higiene

### 5.1.5.1. Calidad del ambiente térmico

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica si los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire e intensidad de la turbulencia se mantienen en la zona ocupada dentro de los valores establecidos en el *apartado 5.1.3, Requisitos de diseño*.

### 5.1.5.2. Calidad de aire interior

En los edificios de viviendas, locales habitables del interior de estas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en el HS 3 del CTE. En lo referente a este proyecto, únicamente serán aplicables los requisitos mínimos para el aire interior en locales habitables, al tratarse de viviendas.

Tabla 12 – Caudales de ventilación mínimos en locales habitables, en l/s [9]

Tipo de vivienda	Locales secos			Locales húmedos	
	Dormitorio principal	Dormitorio secundario	Salas de estar y comedores	Mínimo en total	Mínimo por local
0 o 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

### 5.1.5.3. Exigencia de higiene

#### 5.1.5.3.1. Producción de ACS

En el proyecto de instalación de producción de agua caliente sanitaria, independientemente de hacerlo a partir de aerotermia o de caldera, toda la instalación se calculará para garantizar temperaturas acumulación de ACS superiores a los 52 °C. De este modo se cumplen las prescripciones marcadas por el RD 865/2003 y el informe UNE 100030 para controlar la proliferación de la legionela.

En el caso de la parte de la instalación del sistema de producción de energía térmica solar, encuadrado en la denominada alternativa 3, no se cumplirá esta consigna de temperatura en todo el circuito, sin embargo, este pasa inevitablemente por la caldera antes de su distribución por el local, por lo que el agua sí que alcanzará la temperatura marcada por la normativa.

Se deben evitar las zonas de estancamiento de agua en los circuitos, como tuberías de baipás, equipos o aparatos de reserva y tuberías con fondo ciego. Los equipos o aparatos de reserva, en caso de que haya se deben de aislar del sistema mediante válvulas de cierre hermético, y tienen que estar equipados con una válvula de drenaje, situada en el punto más bajo, para vaciarlos cuando están en parada técnica.

#### 5.1.5.3.2. Redes de conductos

Los conductos de aire estarán dotados de las correspondientes aberturas de acceso o una sección de conductos desmontables adyacente a cada elemento que necesite operaciones de mantenimiento. Así mismo, las redes de conductos deben estar equipadas con aperturas de servicio, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-ENV 12097 para permitir las operaciones de limpieza y desinfección, para ello, se colocarán registros en los elementos y en las conducciones horizontales la distancia entre registros no debe ser mayor de 10 metros o presentar más de dos codos de 45º, y según lo indicado en la norma UNE 100.030.

#### 5.1.5.3.3. Exigencia de calidad del ambiente acústico

Para los niveles de ambiente acústico se realizará según la conformidad con DB-HR punto 3.3.2.2, siguiendo lo indicado en el IT. 1.1.4.4 del RITE, tal y como se explica en el *apartado 5.1.3.2*, en las condiciones interiores de cálculo, las cuales ya están establecidas al amparo de la normativa de bienestar e higiene.

### 5.1.6. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética

#### 5.1.6.1. Generación de calor

El sistema de producción de calor para la instalación objeto de este proyecto está constituido por los equipos siguientes, en función del sistema a estudiar:

- **Sistema 1:** Este sistema dispondrá para cada vivienda de una unidad de aerotermia como equipo de producción de calor, con una potencia calorífica de hasta 5 kW.
- **Sistema 2:** En este caso, se tendrán dos equipos de producción de calor para cada vivienda, una caldera de condensación de 22 kW y una instalación de captación de energía solar térmica compuesta por dos paneles.
- **Sistema 3:** Este sistema también incorpora una caldera de condensación de 22 kW, a la que acompaña un equipo de aerotermia para producción de ACS de 850 W térmicos.

Estos equipos, situados en cada vivienda, serán los encargados de realizar la producción tanto de ACS como de agua caliente para calefacción. La distribución hidráulica en cada vivienda se realizará mediante un sistema de circuito único acoplado. Se utilizará una única bomba para la producción y la distribución del agua caliente. El agua será bombeada sólo una vez a través de los equipos generadores y el sistema de consumo, venciendo simultáneamente la pérdida de carga del equipo productor y la del sistema.

La temperatura de trabajo de diseño para el transporte de agua caliente será de 45°C, siendo esta impulsada por los grupos de bombeo de distribución hacia el colector de suelo radiante.

En lo relativo a la caldera, esta tendrá una regulación de la potencia calorífica suministrada mediante el funcionamiento modulante de la dosificación de la mezcla de aire y combustible. El combustible utilizado será del tipo gas natural. El equipo incorporará todos los elementos de protección necesarios según el Reglamento de Gas vigente, además de sistemas de reducción de la formación de óxidos de nitrógeno en la combustión. De este modo se minimizará el contenido de sustancias contaminantes a los humos de la combustión.

#### 5.1.6.2. Generación de frío

En lo relativo a la producción de frío, esta se contempla únicamente en el sistema número 1, donde el equipo de aerotermia actuando como bomba de calor reversible sí que es capaz de producir agua fría para alimentar el suelo radiante, que en este caso actuará como refrigeración, al contrario que los sistemas con caldera, que únicamente pueden producir agua caliente. La potencia de la bomba de calor reversible en frío es suficiente para las necesidades de refrescamiento en viviendas.

#### 5.1.6.3. Aislamiento térmico de tuberías

Las tuberías deberán estar aisladas térmicamente en todos los recorridos por el edificio con el fin de evitar consumos energéticos elevados y conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales de tratamiento de aire con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de producción. Por otro lado, deberán poder cumplir con las condiciones de seguridad para evitar contactos accidentales con posibles superficies calientes.

Las tuberías de agua fría/caliente, en su recorrido por el interior del edificio, se aislarán exteriormente mediante **coquilla de espuma elastomérica de conductividad térmica menor de 0,04 W/m\*K** y de espesor adecuado según la IT 1.2.4.2.1.2. del Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios. La unión longitudinal, así como la unión entre tramos se sellará con cinta elastomérica autoadhesiva de 50 mm de anchura. Los accesorios como válvulas y elementos de regulación, así como los equipos de bombeo serán aislados con el mismo material.

En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.

#### 5.1.6.4. Aislamiento térmico de conductos

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones.

#### 5.1.6.5. Control de las instalaciones térmicas

En este apartado se realizará una descripción del funcionamiento de los equipos y de los elementos de campo relacionados con el control y la regulación.

El sistema de regulación y control para la instalación de calefacción elegido para cada vivienda es el de un cronotermostato electrónico que estará instalado en el salón para ajustar la temperatura de ambiente y su programación diaria y semanal. En el caso de las alternativas que incluyen caldera, concretamente en el **sistema 2 y el sistema 3**, se ha previsto modificar la temperatura de impulsión en función de la temperatura exterior a través de la sonda de temperatura ubicada en las fachadas más desfavorables. Además, tanto los dormitorios como los altillos estarán dotados de un termostato, el cual gobernará cerrando o abriendo el cabezal termostático que controlará cada circuito del suelo radiante.

Todo el sistema de producción de agua caliente/frío estará gobernado por una central principal que controlará el encendido de los equipos y los correspondientes grupos de bombeo de agua asociados a ellas, además de la temperatura del agua de impulsión hacia los elementos terminales sea cual sea la carga térmica del edificio en ese momento. La puesta en marcha de las bombas de circulación se realiza a través de los contactores o arrancadores estáticos y variadores de frecuencia, instalados a tal efecto en el cuadro eléctrico correspondiente. En los colectores de distribución de calefacción se dispondrá de una válvula de descarga para absorber las fluctuaciones de presión por el cierre de las válvulas termostáticas.

#### 5.1.6.6. Justificación de control de consumos

En las viviendas objeto de este proyecto se tendrán instalaciones individuales de producción de agua caliente, por lo que no es necesario especificar el consumo que hace cada usuario. Cabe destacar, eso sí, que los equipos contabilizan las horas de trabajo que realizan.

#### 5.1.6.7. Aporte de energía renovable para ACS

En lo que respecta al aporte mínimo de energía solar destinada a la producción de ACS en vivienda, se deben seguir las directrices que imponen las siguientes normativas:

- **Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE):** Concretamente, se debe acudir a la IT 1.2.4.6.1 del RITE, aprobado mediante el RD 1027/2007, de 20 de julio, de título '*Contribución solar para la producción de agua caliente sanitaria*'. En él, se establece que todo edificio nuevo o sometido a reforma debe cubrir la parte de su demanda de ACS que determine el documento básico DB-HE 4 mediante contribución solar. También se debe considerar la IT 1.2.2, en la que se especifica la correcta aplicación de esta exigencia en el diseño y dimensionado de la instalación térmica.
- **Código técnico de la edificación (CTE):** Concretamente, el DB-HE 4 mencionado en el apartado anterior, que se aplica en los edificios con previsión de demanda de ACS según el artículo 15.4 del CTE, aprobado mediante el RD 314/2006, de 17 de marzo. En él, se detalla la parte de las necesidades energéticas térmicas que se cubrirán mediante energía procedente de fuentes renovables. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos a cumplir. Dado que el conjunto de viviendas que abarca este proyecto tiene una previsión de consumo diario total de ACS de 504 litros, calculado en el *apartado 4.1.3.2.2*, el porcentaje mínimo será del 60%.

### 5.1.7. Justificación del cumplimiento de exigencia de seguridad

#### 5.1.7.1. Generación de calor y frío

##### 5.1.7.1.1. Condiciones generales

Los generadores de calor que utilizan combustibles gaseosos, incluidos en el ámbito de aplicación del RD 1428/1992, de 27 de noviembre, tendrán la certificación de conformidad según lo establecido en dicho Real Decreto. Los generadores de calor estarán equipados de un interruptor de flujo, salvo que el fabricante especifique que no requieren circulación mínima.



#### 5.1.7.1.2. Chimeneas

La función de las chimeneas es la de canalizar los productos de la combustión producidos en los quemadores de los generadores de calor hacia el exterior del edificio. Estas sólo se contemplan en el caso de que la instalación disponga de caldera (**sistemas 2 y 3**), en cuyo caso se instalará un total de 10 kit chimeneas en polipropileno de tiro forzado biflujo de 100+100 mm de tamaño, una para cada generador de calor, tanto para la toma de aire en fachada de cada vivienda como para la evacuación de los inquemados a cubierta del edificio.

Las chimeneas no podrán ser utilizadas para fines diferentes del indicado anteriormente, ni podrán ser atravesadas por elementos ajenos al propio sistema de evacuación de humos. Será totalmente independiente de los elementos estructurales y de cerramiento del edificio, al que irá unida únicamente a través de soportes, diseñados para permitir la libre dilatación de esta. Las chimeneas con recorrido por el interior del edificio estarán situadas en un patio de instalaciones herméticamente cerrado hacia los locales y con paredes que tengan una resistencia al fuego EI 120.

La localización de la boca de salida al exterior de los humos se situará de manera que evite la contaminación producida por gases, vapores y partículas sólidas en zonas ocupadas permanentemente por personas. El elemento de remate de la chimenea debe favorecer la ascensión libre de la columna de humos. Se recomienda evitar la instalación de sombrerete u otros remates similares.

Las chimeneas y sus accesorios se fabricarán con materiales incombustibles de clasificación **A1/A2-s1, d0** (A: material incombustible, sin contribución al fuego, s1: con baja producción de humos, d0: con nula caída de gotas o partículas inflamadas) y resistentes a la temperatura y a los agentes agresivos presentes en los humos. Las uniones transversales dispondrán de juntas que asegurarán la estanqueidad del sistema de evacuación y absorberán las dilataciones debidas a los cambios de temperatura.

Para la evacuación de los productos de la combustión de calderas que incorporan extractor, la sección de la chimenea, su material y longitud serán los certificados por el fabricante de la caldera. El sistema de evacuación de estas calderas tendrá el certificado CE conjuntamente a la caldera y podrá ser de pared simple, siempre que quede fuera del alcance de las personas, y podrá estar construido con tubos de materiales plásticos, rígidos o flexibles, que sean resistentes a la temperatura de los productos de la combustión y a la acción agresiva del condensado. Se cuidarán con particular esmero las juntas de estanqueidad del sistema, por quedar en sobrepresión con respecto al ambiente. En ningún caso el diseño de la terminación de la chimenea obstaculizará la libre difusión en la atmósfera de los productos de la combustión.

Se recomienda la instalación de chimeneas metálicas homologadas de acuerdo con el Real Decreto 846/2006 del Ministerio de Industria y Energía. Las chimeneas prefabricadas se montarán siguiendo las instrucciones del fabricante, particularmente en lo que se refiere al método de sujeción, y empleando los accesorios recomendados por el mismo.

El cálculo y dimensionado de la(s) chimenea(s) de la(s) caldera(s) del sistema de generación de calor se ha hecho teniendo en cuenta lo indicado en la Norma UNE 123001, UNE EN 13384-1 y UNE EN 13384-2 (según proceda en cada caso).

### 5.1.7.2. Redes de tuberías

#### 5.1.7.2.1. Generalidades

Para el número y disposición de los soportes de las diferentes tuberías se seguirán las prescripciones marcadas por las normas UNE correspondientes al tipo de tubería empleada. En particular, para tuberías de acero y cobre, se seguirán las prescripciones marcadas por la norma UNE 100.152 '*Climatización. Soportes de tuberías*'.

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

Cada unidad de tratamiento de aire dispondrá de válvulas de corte y válvulas de regulación de caudal. Mediante las válvulas de corte se facilitarán las labores de mantenimiento y de reposición de equipos sin afectar a otras áreas colindantes. Mediante las válvulas de regulación de caudal se ajustará el fluido aportado a cada unidad de tratamiento y de esta manera se equilibrarán los distintos bucles.

#### 5.1.7.2.2. Tubería de alimentación

En los colectores de retorno de los diferentes circuitos hidráulicos se incorporarán acometidas de agua para el llenado inicial y posteriores cargas. Estas acometidas estarán compuestas por válvula de corte, filtro colador, contador de caudal, equipo desconector y otra válvula de corte. El sistema estará dotado de una línea paralela de seguridad y de llenado manual formada por válvulas de corte y válvula antirretorno. La función del equipo desconector será impedir que, en caso de falta de presión en la red pública, el agua del circuito pueda retroceder y, por tanto, contaminar el agua de red. El llenado será manual y se instalará también un presostato que active una alarma y pare los equipos.

#### 5.1.7.2.3. Vaciado

En los puntos más bajos de cada circuito hidráulico se incorporarán grifos de vaciado con descarga conducida al desagüe más próximo de forma que en algún punto de dicha descarga sea visible el paso del agua.

#### 5.1.7.2.4. Purga

En los circuitos donde se creen puntos altos debido al trazado (finales de montantes, conexiones a unidades terminales, etc.), se instalarán purgadores automáticos que eliminen el aire que allí se acumule. Estos deben ser accesibles y la salida de la mezcla aire-agua debe conducirse al bajante pluvial más cercano, salvo cuando estén instalados sobre unidades terminales o equipos situados en la cubierta o en zonas exteriores, de forma que la descarga sea visible. Sobre la línea de purga se instalará una válvula de corte manual, preferentemente de tipo bola o de esfera de diámetro mínimo DN15.

#### 5.1.7.2.5. Dispositivo de expansión

Para absorber las dilataciones volumétricas del agua al calentarse o enfriarse dentro de los circuitos cerrados de agua, se ha previsto la instalación de acumuladores hidroneumáticos cerrados. Se utilizarán depósitos cerrados de expansión con carga fija de gas y vejiga o membrana intercambiable para los circuitos primarios y secundarios de climatización de agua caliente.

El cuerpo del vaso de expansión estará fabricado en acero completamente soldado, contendrá las conexiones hidráulicas y la válvula de carga del gas. La presión de funcionamiento del vaso de expansión será de 6 bar y su tamaño se determinará en función del volumen de expansión de la instalación. La vejiga o membrana estará fabricada en caucho butílico y será la que almacene el agua de expansión sin ningún contacto con el aire atmosférico. Este material presenta una permeabilidad baja y el colchón de aire es permanente y duradero.

El agua del circuito experimentará aumentos y descensos de volumen por el efecto de la temperatura. Este fenómeno hará aumentar y disminuir la presión del circuito en el vaso de expansión. El colchón de aire será el único volumen compresible en toda la instalación y será el encargado de absorber las diferencias de presión producidas. El dimensionado de los depósitos de expansión está regulado por la norma UNE 100155. Cabe destacar que este dispositivo únicamente se va a incluir en aquellas instalaciones con aerotermia ya que, en caso de existir caldera, esta ya lleva incorporado un vaso de expansión propio.

#### 5.1.7.2.6. Dilatación

Para absorber las dilataciones lineales de tramos rectos de más de 30 metros (sin retranqueos) que sufren las tuberías metálicas al calentarse o enfriarse y en el paso por las juntas de dilatación del edificio, se ha previsto la instalación de dilatadores de acero inoxidable con tubo guía interior para conexión con bridas.

#### 5.1.7.2.7. Filtración

Cada circuito hidráulico, se protegerán con un filtro con una luz de 1 mm como máximo. Las válvulas automáticas de diámetro nominal mayor que DN 15, contadores y aparatos similares se protegerán con un filtro con una luz de 0,25 mm como máximo.

#### 5.1.7.3. Redes de conductos

De forma general, los conductos de aire se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas e instrumentos de regulación y medida. En los conductos no podrán alojarse conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesador por ellas.

Los conductos estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de la manipulación, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo. Los conductos no podrán contener sustancias o materiales sueltos, las superficies internas serán lisas y no contaminarán al aire que circule por ellas en las condiciones de trabajo.

La alineación de los conductos en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales normalizadas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, conservando la forma de la sección transversal y sin forzar los conductos. Las unidades de tratamiento de aire, las unidades terminales y las cajas de ventilación y los ventiladores se acoplarán a la red de conductos mediante conexiones antivibratorias.

Los conductos flexibles deben cumplir con la norma UNE-EN 13180. La longitud de los conductos flexibles desde una red de conductos a las unidades terminales a un valor máximo de 1,2 m, con el fin de reducir las pérdidas de presión y, además, exige que estos conductos se monten totalmente extendidos. Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de aire dejándolas en perfecto estado de funcionamiento. Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 del documento DB-HR del CTE.

En lo que respecta a las instalaciones de ventilación, deben aislarse acústicamente los conductos y conducciones verticales que discurren por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso. En el caso de instalaciones de ventilación con admisión de aire por impulsión mecánica, los difusores deben cumplir con el nivel de potencia máximo calculado a partir de las expresiones indicadas en el apartado 3.3 del DB-HR.

#### 5.1.7.4. Protección contra incendios

Se cumplirá la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que se aplique a la instalación térmica. También los conductos cumplirán lo establecido en la normativa de protección contra incendios, documento DB-SI del CTE, en todo lo que les sea aplicable. En nuestro caso los conductos deberán pertenecer a la clase **B-s3, d0** (B: material combustible con contribución muy limitada al fuego, s3: con alta opacidad de humos, d0: con nula caída de gotas o partículas inflamadas) u otra clasificación más favorable.

#### 5.1.7.5. Seguridad de utilización

##### 5.1.7.5.1. Superficies calientes

Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental tendrá una temperatura mayor a 60°C. Las superficies calientes de las unidades terminales que sean accesibles al usuario tendrán una temperatura menor a 80°C o se protegerán adecuadamente. La correcta regulación de una instalación de suelo radiante garantiza que la temperatura del pavimento no supere los **29°C**, temperatura máxima según norma UNE-EN 1264-2, salvo **33°C** en aseos y zonas perimetrales de grandes cristaleras.

##### 5.1.7.5.2. Partes móviles

El material aislante en las tuberías, conductos o equipos nunca podrá interferir en las partes móviles de sus componentes.

#### 5.1.7.5.3. Accesibilidad

Los equipos y aparatos deben estar situados de forma tal que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación. Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles. Para aquellos equipos o aparatos que deban quedar ocultos se preverá un acceso fácil. En los falsos techos se deben prever accesos adecuados cerca de cada aparato que puedan ser abiertos sin necesidad de recurrir a herramientas.

Se debe disponer de patinillos verticales accesibles, desde los locales de cada usuario hasta la cubierta, de dimensiones suficientes para alojar las conducciones correspondientes. De forma general las tuberías se situarán en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de todo su recorrido para facilitar la inspección de estas, especialmente en sus tramos principales, y de sus accesorios, válvulas e instrumentos de regulación y medida.

## 5.2. BASES DE CÁLCULO

### 5.2.1. Cálculo del suelo radiante

En este apartado se procede a dimensionar el suelo radiante, instalación que comprende los colectores y el circuito que discurre bajo el suelo de las viviendas, y cuya tipología es la misma independientemente del equipo que se utilice para la producción de agua caliente para alimentarlo. De este proceso se extrae el número de circuitos que habrá en cada estancia, la longitud necesaria de tubo, el caudal que discurrirá por cada circuito y la cantidad de aditivo requerido, el cual se añade al agua para evitar la aparición de burbujas de aire que empeoren la transmisión del calor.

El número de circuitos por estancia depende de la superficie que puede abarcar cada uno de ellos, estando limitada por la longitud de tubo que viene en cada rollo que proporciona el fabricante, que en este caso es de **120 metros**, con un diámetro de **16 mm** y fabricado en **PERT tipo II**. En este proyecto se instalará suelo radiante con separación entre tubos de 6 centímetros para baños y de 12 centímetros para el resto de las unidades, de forma que se necesitan 16,4 y 8,2 metros lineales de conducto respectivamente para calefactar un metro cuadrado de vivienda. Esto se puede traducir en que, por cada rollo, se abarcan como máximo 7 m<sup>2</sup> en el primer caso, y 14 m<sup>2</sup> en el segundo. Dividiendo la superficie de la estancia entre el valor que corresponda y redondeando al entero superior se obtiene el número de circuitos necesarios por unidad.

Para obtener la longitud total de tubo por vivienda ( $L_{local}$ ), se obtiene primero la longitud de tubo por circuito en cada estancia ( $L_{circ}$ ). Esta se halla multiplicando el dato de metros lineales de tubo por metro cuadrado que corresponda, por la superficie de la estancia, y dividiendo entre el número de circuitos en dicha unidad, valor calculado previamente. Una vez obtenido este dato, se introduce en la siguiente operación:

$$L_{local} = (L_{circ} + D_{col} * 2) * N_{circ} \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Esta tiene en cuenta, en cada estancia, la longitud de cada circuito ( $L_{circ}$ ) y la distancia entre esta y el colector ( $D_{col}$ ) multiplicada por dos, ya que habrá llegada y retorno, y lo multiplica por el número de circuitos ( $N_{circ}$ ) que la recorren, obteniendo así la longitud de tubo de suelo radiante requerida para cada vivienda ( $L_{local}$ ).

En cuanto al cálculo del caudal ( $Q$ ), este se hallará a partir de la máxima diferencia de temperatura impuesta para el agua a lo largo del circuito, que será de 5 °C, su calor específico y la potencia que debe ser suministrada, que dependerá de la superficie a cubrir y del tipo de estancia, ya que para baños se desea obtener 125 W/m<sup>2</sup>, mientras que para el resto se requieren 100 W/m<sup>2</sup>. La fórmula que utilizar es la siguiente:

$$Q = \frac{P}{c_{agua} * \Delta T} \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Donde  $Q$  es el caudal en l/s,  $P$  es la potencia en W,  $c_{agua}$  es el calor específico del agua en J/°C\*kg y  $\Delta T$  es la máxima diferencia de temperatura admisible, en °C.

Para conocer la cantidad de aditivo que se debe incorporar al agua del circuito, simplemente se debe multiplicar el área de la estancia que este abarca por los 0,6 kilogramos de aditivo que se consideran necesarios por metro cuadrado. De esta forma, se puede hallar el número de bidones de aditivo que habrá que adquirir, los cuales tienen una capacidad de 10 kg. Este valor se redondeará al entero más cercano.

Tabla 13 – Cálculo de aditivo para suelo radiante

Loft	S (m2)	Aditivo (kg)	N bidones
14A	37,90	22,74	2
14B	40,45	24,27	2
14C	66,24	39,74	4
14D	70,25	42,15	4
14E	48,75	29,25	3
14F	41,00	24,60	2
14G	49,15	29,49	3
14H	64,30	38,58	4
14I	65,74	39,44	4
14J	68,20	40,92	4
<b>TOTAL</b>	<b>552</b>	<b>331</b>	<b>32</b>

Es importante destacar que cada circuito tiene su propia salida y retorno al colector, que en total no pueden superar los 135 metros de longitud, ya que el fabricante no asegura un buen funcionamiento por encima de este valor (esta condición se cumplirá siempre ya que se van a adquirir rollos de tubo de menor longitud, tal y como se ha mencionado anteriormente) y que el tubo debe ser continuo, se deben evitar a toda costa empalmes o uniones ya que ponen en serio peligro la integridad del sistema, el cual al estar bajo el suelo hace que sea muy difícil encontrar y reparar averías o fugas.

En cumplimiento del artículo IT 1.2.4.2.1.6 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta. A continuación, se adjunta la tabla con los resultados del cálculo de la instalación del suelo radiante.

Tabla 14 – Cálculos suelo radiante

Loft	Local	Tª int (°C)	Tª máx suelo	Tipo suelo	c (W/m²)	Sep. tubos (cm)	S máx circ. (m²)	N circ.	L circ. (m)	Ref. col.	D col. (m)	Q (l/s)	L local (m)	S (m²)	P (W)
14A	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	93,7	COL.1	1,0	0,109	191,4	22,85	2.285
	DORMITORIO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	84,9	COL.1	5,0	0,050	94,9	10,35	1.035
	BAÑO	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	1	77,1	COL.1	8,0	0,028	93,1	4,70	588
	<b>TOTAL</b>								<b>4</b>				<b>379,3</b>	<b>37,90</b>	<b>3.908</b>
14B	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	102,7	COL.1	1,0	0,120	209,4	25,05	2.505
	DORMITORIO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	87,3	COL.1	4,0	0,051	95,3	10,65	1.065
	BAÑO	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	1	77,9	COL.1	8,0	0,028	93,9	4,75	594
	<b>TOTAL</b>								<b>4</b>				<b>398,6</b>	<b>40,45</b>	<b>4.164</b>
14C	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	3	81,0	COL.1	1,0	0,142	249,1	29,65	2.965
	DORMITORIO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	98,0	COL.1	7,0	0,057	112,0	11,95	1.195
	BAÑO DISTRIBUIDOR	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	2	85,7	COL.1	8,0	0,063	203,4	10,45	1.306
	ALTILLO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	58,2	COL.2	1,0	0,068	120,4	14,19	1.419
	<b>TOTAL</b>								<b>8</b>				<b>684,9</b>	<b>66,24</b>	<b>6.885</b>
14D	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	3	88,4	COL.1	1,0	0,155	271,3	32,35	3.235
	DORMITORIO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	98,0	COL.1	7,0	0,057	112,0	11,95	1.195
	BAÑO DISTRIBUIDOR	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	2	85,7	COL.1	8,0	0,063	203,4	10,45	1.306
	ALTILLO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	63,6	COL.2	1,0	0,074	131,1	15,50	1.550
	<b>TOTAL</b>								<b>8</b>				<b>717,7</b>	<b>70,25</b>	<b>7.286</b>
14E	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	88,4	COL.1	2,0	0,103	184,7	21,55	2.155
	DORMITORIO 1	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	82,8	COL.1	4,0	0,048	90,8	10,10	1.010
	DORMITORIO 2	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	69,3	COL.1	1,0	0,040	71,3	8,45	845
	BAÑO DISTRIBUIDOR	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	2	70,9	COL.1	4,0	0,052	157,9	8,65	1.081
	<b>TOTAL</b>								<b>6</b>				<b>504,7</b>	<b>48,75</b>	<b>5.091</b>
14F	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	93,7	COL.1	1,0	0,109	191,4	22,85	2.285
	DORMITORIO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	87,3	COL.1	8,0	0,051	103,3	10,65	1.065
	BAÑO DISTRIBUIDOR	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	2	61,5	COL.1	8,0	0,045	155,0	7,50	938
	<b>TOTAL</b>								<b>5</b>				<b>449,7</b>	<b>41,00</b>	<b>4.288</b>
14G	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	87,3	COL.1	2,0	0,102	182,7	21,30	2.130
	DORMITORIO 1	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	82,8	COL.1	4,0	0,048	90,8	10,10	1.010
	DORMITORIO 2	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	70,5	COL.1	1,0	0,041	72,5	8,60	860
	BAÑO DISTRIBUIDOR	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	2	75,0	COL.1	4,0	0,055	166,1	9,15	1.144
	<b>TOTAL</b>								<b>6</b>				<b>512,1</b>	<b>49,15</b>	<b>5.144</b>
14H	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	112,3	COL.1	1,0	0,131	228,7	27,40	2.740
	DORMITORIO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	93,9	COL.1	10,0	0,055	113,9	11,45	1.145
	BAÑO DISTRIBUIDOR	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	2	85,7	COL.1	11,0	0,063	215,4	10,45	1.306
	ALTILLO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	61,5	COL.2	1,0	0,072	127,0	15,00	1.500
	<b>TOTAL</b>								<b>7</b>				<b>685,0</b>	<b>64,30</b>	<b>6.691</b>
14I	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	3	81,0	COL.1	1,0	0,142	249,1	29,65	2.965
	DORMITORIO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	93,9	COL.1	6,0	0,055	105,9	11,45	1.145
	BAÑO DISTRIBUIDOR	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	2	85,7	COL.1	7,0	0,063	199,4	10,45	1.306
	ALTILLO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	58,2	COL.2	1,0	0,068	120,4	14,19	1.419
	<b>TOTAL</b>								<b>8</b>				<b>674,8</b>	<b>65,74</b>	<b>6.835</b>
14J	ESTAR COMEDOR COCINA	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	3	81	COL.1	1,0	0,142	249,1	29,65	2.965
	DORMITORIO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	1	105,0	COL.1	6,0	0,061	117,0	12,80	1.280
	BAÑO DISTRIBUIDOR	22	32,8	Cerámico	125,0	6	7	2	95,5	COL.1	7,0	0,070	219,1	11,65	1.456
	ALTILLO	20	28,6	Cerámico	100,0	12	14	2	57,8	COL.2	1,0	0,067	119,6	14,10	1.410
	<b>TOTAL</b>								<b>8</b>				<b>704,8</b>	<b>68,20</b>	<b>7.111</b>
<b>TOTAL INSTALACIÓN</b>													<b>5711,6</b>	<b>552</b>	<b>57.403</b>



### 5.2.2. Cálculo de la tubería de alimentación de colectores

También es necesario calcular, para cada una de las viviendas, el diámetro del conducto que une el equipo de producción de agua caliente (ya sea aerotermia o caldera) con el colector, el cual estará fabricado de PERT multicapa. Para ello, se elabora otra tabla similar a la utilizada para el dimensionamiento de la instalación de fontanería, obteniendo así el tamaño de los conductos que cumplen con las características deseadas de velocidad del agua, pérdida de carga y variación de temperatura máximas, que en todos los lofts será de 25 mm, tal y como se muestra en la tabla inferior. En el caso de la instalación con aerotermia, el diámetro exterior del conducto desde el equipo exterior hasta el interior será de 25 mm, viniendo así de serie desde el fabricante.

En cumplimiento del artículo IT 1.2.4.2.1.6 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.

Tabla 15 – Cálculo de tubería de alimentación de colectores de suelo radiante

Nodo origen	Nodo final	P (W)	Q tot. (l/s)	K	Q sim. (l/s)	V máx. (m/s)	L máx. (m)	H tramo (m)	D int. (mm)	V (m/s)	Denominación tubería
EQUIPO 14A	COLECTOR 14A	3908	0,093	1,00	0,093	1,500	10,2	5,0	20,00	0,297	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14B	COLECTOR 14B	4164	0,099	1,00	0,099	1,500	8,2	5,0	20,00	0,317	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14C	COLECTOR 14C	6885	0,164	1,00	0,164	1,500	13,5	5,0	20,00	0,524	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14D	COLECTOR 14D	7286	0,174	1,00	0,174	1,500	13,5	5,0	20,00	0,554	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14E	COLECTOR 14E	5091	0,122	1,00	0,122	1,500	6,7	5,0	20,00	0,387	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14F	COLECTOR 14F	4288	0,102	1,00	0,102	1,500	11,5	5,0	20,00	0,326	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14G	COLECTOR 14G	5144	0,123	1,00	0,123	1,500	6,7	5,0	20,00	0,391	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14H	COLECTOR 14H	6691	0,160	1,00	0,160	1,500	13,5	5,0	20,00	0,509	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14I	COLECTOR 14I	6835	0,163	1,00	0,163	1,500	13,5	5,0	20,00	0,520	MC PE-RT 25x2,5
EQUIPO 14J	COLECTOR 14J	7111	0,170	1,00	0,170	1,500	11,0	5,0	20,00	0,541	MC PE-RT 25x2,5

### 5.2.3. Cálculo de la instalación de ventilación

En este proyecto, tal y como se ha explicado en el apartado 5.1.4.3, la admisión se hará a través de la microventilación de las carpinterías de las ventanas, mientras que la extracción se hará con un sistema de extracción mecánico, cuyos conductos es necesario calcular. A continuación, se presentan dichos cálculos, junto con los caudales de aire que es necesario renovar en función de las características de las viviendas y los diámetros de los conductos que serán capaces de transportar dicho aire.

Para esto, simplemente hay que acudir a la tabla de caudales de ventilación mínimos en locales habitables que se especifica en el documento básico HS 3 del CTE, la cual se adjunta en este trabajo como Tabla 12 del apartado 5.1.5.2. A partir de este requisito, se dimensiona la instalación de la manera en que se muestra en la tabla siguiente. Se toma como punto de partida para el dimensionamiento que la velocidad del aire deseada a través de los conductos es de **4 m/s**.

Tabla 16 – Cálculos instalación de ventilación

Vivienda	Estancia	Ventilación (l/s)	Ventilación eq. (l/s)	Ventilación eq. (m <sup>3</sup> /h)	S mín. (cm <sup>2</sup> )	S real (cm <sup>2</sup> )	Conducto
14A	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	6	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	8	28,8	20,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	8	28,8	20,0	60,5	PVC 55x110 mm
	Extracción total	-	16	57,6	40,0	162,0	PVC 90x180 mm
14B	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	6	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	8	28,8	20,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	8	28,8	20,0	60,5	PVC 55x110 mm
	Extracción total	-	16	57,6	40,0	162,0	PVC 90x180 mm
14C	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	6	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	8	28,8	20,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	8	28,8	20,0	60,5	PVC 55x110 mm
	Extracción total	-	16	57,6	40,0	162,0	PVC 90x180 mm
14D	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	6	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	8	28,8	20,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	8	28,8	20,0	60,5	PVC 55x110 mm
	Extracción total	-	16	57,6	40,0	162,0	PVC 90x180 mm
14E	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Dormitorio 2	4	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	8	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	12	43,2	30,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	12	43,2	30,0	60,5	PVC 55x110 mm
Extracción total	-	24	86,4	40,0	162,0	PVC 90x180 mm	
14F	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	6	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	8	28,8	20,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	8	28,8	20,0	60,5	PVC 55x110 mm
	Extracción total	-	16	57,6	40,0	162,0	PVC 90x180 mm
14G	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Dormitorio 2	4	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	8	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	12	43,2	30,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	12	43,2	30,0	60,5	PVC 55x110 mm
Extracción total	-	24	86,4	40,0	162,0	PVC 90x180 mm	
14H	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	6	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	8	28,8	20,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	8	28,8	20,0	60,5	PVC 55x110 mm
	Extracción total	-	16	57,6	40,0	162,0	PVC 90x180 mm
14I	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	6	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	8	28,8	20,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	8	28,8	20,0	60,5	PVC 55x110 mm
	Extracción total	-	16	57,6	40,0	162,0	PVC 90x180 mm
14J	Dormitorio 1	8	8	28,8	-	-	-
	Estar-Comedor	6	8	28,8	-	-	-
	Cocina	6	8	28,8	20,0	121,0	PVC 55x220 mm
	Baño	6	8	28,8	20,0	60,5	PVC 55x110 mm
	Extracción total	-	16	57,6	40,0	162,0	PVC 90x180 mm

Como se puede ver, se han indicado las admisiones, situadas en dormitorios y salas de estar, en color verde y las extracciones, situadas en cocinas y baños, en rojo. El procedimiento consiste en identificar el caudal de ventilación mínimo, a partir de la tabla mencionada en el párrafo anterior y en función de la tipología de la vivienda.

Por un lado, se debe cumplir las directrices relativas a los locales secos de la vivienda. En caso de ser una vivienda de un solo dormitorio, este debe tener una admisión en el salón de **6 l/s** y en dicho dormitorio de **8 l/s**, mientras que, en el caso de los lofts de 2 dormitorios, el salón debe disponer de admisión de **8 l/s**, el dormitorio principal de **8 l/s** y el secundario de **4 l/s**.

Por otro lado, se imponen directrices para los locales húmedos, es decir, cocinas y baños, de los cuales habrá uno de cada por loft. En el caso de vivienda de un dormitorio, la extracción mínima por local es de **6 l/s** y de **12 l/s** en total, y en caso de haber 2 dormitorios, deberán extraerse **7 l/s** por local y **24 l/s** en total.

Con estas condiciones, se han definido los caudales de admisión y extracción de cada estancia, teniendo en cuenta además que el caudal total admitido debe ser igual al caudal total extraído. Por ello, será necesario hacer una columna de ventilación extra, '*Ventilación eq.*', en la que se equilibren la entrada y la salida de aire, para lo que ha sido necesario aplicar caudales de 8 y de 12 l/s.

A partir de estos caudales, se calculan los diámetros de los conductos de extracción, que serán de sección cuadrada y fabricados en material termoplástico, concretamente PVC. Para ello, se utilizará la siguiente expresión:

$$Q = V * A$$

(Ecuación 8)

Donde Q es el caudal de aire, en m<sup>3</sup>/s, V es la velocidad, cuyo valor se tomará como 4 m/s y A es la sección del conducto, en m<sup>2</sup>, que en este caso será lo que se calcule. Como se puede apreciar en la tabla, los conductos que se colocan finalmente en la instalación, de medidas normalizadas, cumplen sobradamente con las medidas mínimas requeridas. Este sobredimensionamiento se considera adecuado dada la simplicidad y el bajo coste de este tipo de conductos. Concretamente, por convenio de la empresa, se utilizan conductos de 55x110 mm para la extracción en baños, de 55x220 mm para la extracción en cocinas y 90x180 mm para conectar el equipo de extracción con la salida al exterior.

En el caso de la admisión, como ya se ha explicado, se tendrá la microventilación en las carpinterías de las ventanas, las cuales además de poder ponerse en las posiciones oscilo y batiente, también pueden colocarse en una posición que deja una pequeña abertura para que entre el aire en la vivienda. Esta, por normativa, se considera que cumple con las condiciones de admisión requeridas para una vivienda de este tipo, por lo que no existirán conductos de admisión que calcular.

Por último, en lo que a ventilación respecta, cabe destacar que será necesaria también la instalación de los conductos de extracción de las campanas, de sección circular de diámetro 150 mm y fabricados en acero galvanizado, y de una ventilación adicional de sección 300 m<sup>3</sup>/h, impuesta por la normativa del Departamento de Vivienda del Gobierno de Navarra para aquellas viviendas con cocina americana, la cual se efectuará a partir de conducto de sección circular de 125 mm de diámetro y fabricado también en acero galvanizado.

## 5.3. PLIEGO DE CONDICIONES

### 5.3.1. Grupos térmicos murales

Esta especificación técnica hace referencia a la caldera mural de condensación.

#### 5.3.1.1. Descripción técnica del equipo

La caldera de tipo vertical, dispuesta para estar montada en pared, está formada por dos elementos, cuerpo de la caldera y quemador. El marcado de prestación energética según el Real Decreto 275/1995 de 24 de febrero, será como mínimo de tres estrellas.

El cuerpo de la caldera será de tipo monobloc con cámara de combustión, superficie de calentamiento e intercambiador de calor monotérmico, construido en acero inoxidable. Dispondrá de conexiones hidráulicas, para impulsión y retorno de agua caliente circuito de calefacción, para impulsión agua caliente sanitaria, para retorno agua caliente sanitaria, para agua fría, así como conexión para la evacuación de humos producto de la combustión. La caja o carrocería envolvente estará construida con plancha de acero pintada, desmontable por su parte frontal. Dispondrá de los siguientes elementos:

- Válvula de bola para vaciado del agua de la caldera.
- Válvula de bola para vaciado agua de condensación.
- Intercambiador de calor de acero inoxidable para agua caliente sanitaria.
- Electroválvula para inversión de servicio.
- Depósito de expansión circuito de calefacción.
- Purgador automático circuito de calefacción.
- Kit hidráulico para circuito de calefacción con grupo electrobomba y válvula de tres vías incorporada.
- Presostato de presión mínima en el circuito de calefacción.
- Bloque automático por falta de agua o baja presión.
- Mirilla de inspección.
- Conexiones hidráulicas roscadas
- Detector de caudal de agua.
- Válvula de seguridad de escape conducido.
- Purgadores manuales en la parte superior de la caldera.

El cuerpo de la caldera está diseñado para soportar al menos las siguientes presiones:

- Presión circuito calefacción: **300 KPa**
- Presión circuito ACS: **1000 KPa**
- Presión de prueba: **1,5 veces** la presión de servicio

El quemador de combustible será tipo modulante, y bajo en emisión de contaminantes NOx con ventilador de aportación de aire para la combustión de volumen variable. Los quemadores estarán preparados para combustionar gas natural o gas propano. Dotado de los siguientes elementos:

- Encendido electrónico y seguridad de llama por sonda de ionización.
- Aportación de aire exterior para la combustión.
- Filtro de admisión de aire.

- Presostato de presión de aire para la combustión.
- Presostato de presión mínima de gas.
- Electroválvula doble de gas modulante.
- Filtro de gas.
- Válvula de corte del suministro de gas.
- Regulador de gas.

#### 5.3.1.2. Cuadro de regulación y control

El cuadro de regulación y control estará integrado en el cuerpo de la caldera, tendrá una protección eléctrica IP-44 y dispondrá como mínimo de los siguientes elementos:

- Indicador digital de presión del circuito de calefacción.
- Indicador digital de presión baja en circuito de calefacción.
- Servicio calefacción + ACS (con indicación luminosa)
- Servicio ACS (con indicación luminosa)
- Modulación electrónica continua en calefacción y agua caliente sanitaria.
- Paro (con indicación luminosa)
- Indicador de funcionamiento y avería
- Pulsador de rearme.
- Indicador digital de temperatura de calefacción.
- Ajuste temperatura de calefacción.
- Indicador digital de temperatura ACS.
- Ajuste temperatura de ACS.
- Sistema de protección antihielo.
- Conexión mando a distancia con termostato ambiente programable, vía bus o por Radiofrecuencia.

#### 5.3.1.3. Cableado eléctrico y de control

Todos los cables eléctricos para conexión eléctrica y de control en la caldera mural, se canalizarán a través de tubos porta-cables de ejecución estanca y protección eléctrica IP-44.

#### 5.3.1.4. Soporte y plantilla de conexiones hidráulicas

Las calderas dispondrán de soporte bastidor que permita el anclaje de la caldera y su separación de la pared de montaje, para posibilitar el paso de tuberías, para su instalación vista. Además, dispondrán de plantilla de montaje con grifería y elementos necesarios para su conexión y prueba hidráulica.

#### 5.3.1.5. Chimeneas evacuación de humo

Las chimeneas sirven para evacuación de humos en calderas o aparatos que produzcan gases en la combustión, que hayan de ser evacuados al exterior y formen parte de las instalaciones térmicas en los edificios.

#### 5.3.1.5.1. Descripción técnica chimeneas

Las chimeneas modulares metálicas tendrán el marcado CE y estarán compuestas por una o varias paredes que encierran uno o varios pasos de humos que evacuan los productos de la combustión desde la salida de la caldera hasta la cubierta del edificio, normalmente esta estructura se compone de tres tramos, horizontal, vertical y remate de chimenea.

Las chimeneas se designarán según las normas UNE-EN 1856-1 y UNE-EN 1856-2, teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

- **Temperatura:** Igual o superior a la temperatura de humos a la salida del aparato funcionando a potencia máxima (nominal).
- **Presión:** Negativa (depresión), cálculo según norma UNE-EN 13384-1 (un aparato) y UNE-EN 13384-2 (varios aparatos); y positiva (sobrepresión), cálculo según norma UNE-EN 13384-1 para sobrepresión < 200 Pa y para sobrepresión > 200 Pa.

Las chimeneas se someterán a los ensayos de corrosión correspondientes a las clases V1,V2,V3, y otra, Vm, a través de la cual el fabricante declarara el tipo de material y el espesor de la pared interior. La calidad mínimas para el material de la pared interior, clase Vm, teniendo en cuenta que el combustible es gas natural, es Inox AISI 304 (1.4301) en el caso de condiciones de trabajo secas e Inox AISI 316-L(14404) en el caso de ser húmedas.

Los espesores mínimos para el material de la pared interior, clase Vm, teniendo en cuenta que la chimenea no ha sido sometida a ningún ensayo de corrosión, en función del diámetro y manteniendo las calidades de acero definidas anteriormente, son las siguientes:

- Diámetro < 300 mm..... Espesor 0,4 mm
- Diámetro 300-60 mm ..... Espesor 0,5 mm
- Diámetro > 600 mm..... Espesor 0,6 mm

En lo relativo a la pared exterior, al discurrir la chimenea por el interior de obra, la pared exterior puede estar fabricada en acero inoxidable (según norma UNE-EN 1008-1), Aluzinc (Recubrimiento AZ 150 según la norma UNE-EN 10215), chapa galvanizada (recubrimiento Z 275 según la norma UNE-EN 10142), aluminizado (recubrimiento AS 120 según la norma UNE-EN 10154), aluminio (aleación L-3051 según la norma UNE 38300) o cobre (según norma UNE-EN 1652). Los espesores mínimos de la pared exterior en función del material serán los siguientes:

- Para el acero inoxidable, el Aluzinc, la chapa galvanizada y el aluminizado, el espesor será el mismo que el de la pared interior.
- Para el aluminio y el cobre el espesor será el siguiente:
  - Diámetro < 300 mm ..... Espesor 0,5 mm
  - Diámetro 300-600 mm..... Espesor 0,6 mm
  - Diámetro > 600 mm ..... Espesor 0,8 mm

Para combustibles sólidos, la chimenea será resistente al fuego. Estas serán siempre montadas a una distancia superior a 75 mm, de cualquier material combustible

#### 5.3.1.5.2. Diseño

El tramo horizontal o conducto de unión, debe de ser lo más corto posible sin cambios de dirección y de sección, con una pendiente mínima del 3% hacia el generador para facilitar la recogida de condensados que se formen.

En el tramo vertical, se evitarán en lo posible los cambios de dirección y de sección y dispondrá en su base de una zona de recogida de hollín, condensados y pluviales, provista de registro de limpieza y de un manguito de drenaje, el cual conectará, a un sistema de neutralización de los condensados previamente a su conexión a la tubería de saneamiento.

En los remates de chimeneas colectivas concéntricas (entrada de aire - salida de humos), la entrada de aire estará situada como mínimo a 0,4 m por debajo del punto de evacuación de humos. El remate de la chimenea deberá estar 1 m por encima de la cubierta al tener esta una inclinación menor al 20%, ya que se trata de una cubierta plana. En caso de haber algún obstáculo, el remate estará 1 m por encima del obstáculo o separada en horizontal 2 veces la altura del obstáculo.

#### 5.3.1.5.3. Condiciones de ejecución

En edificaciones de nueva construcción, así como para la renovación de las instalaciones ya existentes, la evacuación de los productos de combustión será siempre por la planta cubierta del edificio. En el caso de instalaciones ya existentes, si no pudiera realizarse la evacuación por planta cubierta, se permitirá la evacuación por fachada en aparatos estancos o abiertos de tiro forzado, debiendo justificar dicha imposibilidad y siempre que la reglamentación aplicable lo permita.

Los tramos de chimenea que discurran por una galería técnica, junto a otros tipos de instalaciones, la temperatura superficial exterior de la chimenea en condiciones de funcionamiento de potencia máxima nominal será  $< 85^{\circ}\text{C}$ .

Cuando la chimenea metálica vaya por el interior de un conducto de obra, en condiciones de funcionamiento de potencia máxima nominal, la temperatura de la pared de los locales colindantes no será superior en  $5^{\circ}\text{C}$  a la temperatura ambiente del local, y en cualquier caso no superior a  $28^{\circ}\text{C}$ .

#### 5.3.1.6. Normativa de obligado cumplimiento

- RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RD 1027/2007, 20 de Julio)
- REBT: Reglamento electrónico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto)
- DIN4702/8: Eficiencia energética de calderas. Rendimientos estacionales. Índice NOx.
- Certificación de conformidad: Real Decreto 1428/1992 (de 5 de diciembre)
- Rendimiento calderas: Real Decreto 275 /1995 (de 24 de febrero)
- ISO 9614: Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la intensidad del sonido.
- UNE 123001: Cálculo y diseño de chimeneas
- UNE-EN 1856-1: Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1: chimeneas modulares.
- UNE-EN 1856-2: Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2: conductos interiores y conductos de unión metálicos.

- UNE-EN 13384-1: Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: chimeneas que se utilizan con un único aparato
- UNE-EN 13384-2: Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y fluidos dinámicos. Parte 2: chimeneas que prestan servicio a más de un generador de calor.
- UNE-EN 13203-1: Aparatos de uso doméstico que utilizan combustibles gaseosos para la producción de agua caliente. Aparatos con un consumo calorífico inferior o igual a 70 kW y con una capacidad de almacenamiento de agua inferior o igual a 300 l. Parte 1: Evaluación de las prestaciones de abastecimiento de agua caliente..
- UNE-EN 13203-2: Aparatos de uso doméstico que utilizan combustibles gaseosos para la producción de agua caliente sanitaria. Aparatos con un consumo calorífico inferior o igual a 70 kW y con una capacidad de almacenamiento de agua inferior o igual a 300 l. Parte 2: Evaluación del consumo energético.

#### 5.3.1.7. Condiciones de montaje

Las calderas murales incorporarán en lugar visible una placa de características que identifique su construcción y las condiciones técnicas de diseño. Estarán montadas de forma que se pueda acceder por su parte frontal y sean posibles las actuaciones de mantenimiento, según indicaciones del fabricante del equipo.

Las calderas murales se suministrarán protegidas por un embalaje por parte del fabricante, de tal forma que, durante el transporte y colocación en obra, las calderas no sufran desperfectos. Estarán protegidas, como mínimo, las conexiones hidráulicas y el cuadro de control y su conexionado. No se retirará el embalaje o las protecciones de fábrica de la caldera mural hasta que el equipo, esté instalado y se proceda a su conexión hidráulica y eléctrica. Estas se efectuarán siguiendo las indicaciones del fabricante del equipo, además serán fácilmente desmontables para el caso de reparación o sustitución del equipo.

#### 5.3.2. Equipo de aerotermia

Equipo de aerotermia de hasta 5 kW de potencia, utilizado para el **Sistema 1**, con los siguientes parámetros de funcionamiento, para rangos de temperatura exterior de 2 a 7°C y temperatura del agua de 35 a 55°C:

- COP: 3,18-5,00 para ACS y 1,99-2,72 para calefacción.
- EER: 3,00-4,29 para refrigeración.

Compuesto por dos dispositivos, una unidad exterior, colocada en el espacio sobre el tendedero del zaguán de cada vivienda, y una unidad interior, situada en cocina. Utiliza como fluido caloportador el refrigerante R32, de alta eficiencia. Máxima temperatura de salida del agua caliente de 60°C. Dispone de los siguientes elementos:

- Depósito para ACS fabricado en acero inoxidable con una capacidad de 185 litros, con panel de aislamiento U-Vacua y sin ánodo, para fácil mantenimiento.
- Control remoto y servicio en la nube con el sistema CZ-TW1.
- Filtro de agua.
- Medidor de flujo con imán.
- Válvula de purga de aire automática.



### 5.3.3. Equipo de captación de energía solar térmica

Este equipo, exclusivo del **Sistema 2**, está compuesto por 20 captadores solares térmicos planos (2 por cada vivienda) de alta eficiencia con absorbedor de aluminio, circuito de cobre normalizado, vidrio solar templado liso, carcasa perfilada de aluminio y aislamiento térmico en fibra de vidrio. Dispone de un área útil de 1,83 m<sup>2</sup> y una potencia media de 1,28 kW. Además, se tienen los siguientes elementos, a los que hay que añadir sus respectivas conexiones, accesorios y la red de tuberías:

- Accesorio adaptable a caldera para adaptación de solar térmica.
- Bomba centrífuga de circulación electrónica.
- 2 bombas circuladoras para ACS.
- 2 depósitos de expansión de membrana (35 y 50 L).
- Acumulador de 1500 L.
- Contador de calorías de 6 m<sup>3</sup>/h.
- 10 contadores electrónicos para acometida.

### 5.3.4. Equipo de aerotermia para ACS

Equipo de aerotermia para producción de ACS de hasta 850 kW de potencia, utilizado para el **Sistema 3**, con un COP dentro del rango de 2,6 a 3,4 para temperatura de agua caliente y fría de 55 y 15 °C respectivamente, con un rango de temperatura del aire exterior de 7 a 20°C.

Compuesto por una única unidad interior, situada en cocina. Utiliza como fluido caloportador el refrigerante R134A. Máxima temperatura de salida del agua caliente de 62°C. Dispone de los siguientes elementos:

- Calderín de acero vitrificado.
- Resistencia integrada de apoyo.
- Doble ánodo, uno activo Protech y otro de magnesio.
- Pantalla LCD

### 5.3.5. Sonda de temperatura ambiente exterior

Sonda para la medición de la temperatura en exteriores en instalaciones que dispongan de caldera, formada por un elemento sensor de temperatura integrado en una caja plástica de conexionado y protección. Proporcionará una señal analógica si la sonda es activa o una señal resistiva si la sonda es pasiva, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo. El rango mínimo de medida deberá estar entre -40 y +50 °C.

La sonda se instalará en una pared vertical exterior fácilmente accesible a una altura mínima de 3 m del suelo y en la zona Norte, no soleada. Cuando la regulación dependa de las condiciones exteriores para distintas zonas del edificio, las sondas se montarán en las fachadas de las zonas correspondientes. Deberán evitarse los emplazamientos próximos a elementos de calefacción y conductos de chimeneas, encima de puertas, ventanas y compuertas de aire y lugares donde la circulación de aire sea insuficiente. Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

## 5.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

A continuación, se adjuntan las tablas donde se detallan las mediciones y el presupuesto de las instalaciones de calefacción y ventilación, a las que se les han asignado los códigos 02.00 y 03.00 respectivamente para identificar a sus elementos. Cabe destacar de nuevo que no se incluye aquí el sistema de climatización, ya que el coste derivado de estos equipos se imputará más adelante al calcular el presupuesto de todo el proyecto, debido a que variará en cada una de las tres alternativas que se van a comparar.

Tabla 17 – Mediciones y presupuesto de la instalación de calefacción

CÓDIGO	ELEMENTO	PRECIO (€/UD)	UNIDADES											IMPORTE (€)
			14A	14B	14C	14D	14E	14F	14G	14H	14I	14J	TOTAL	
02.01	Tubería de multicapa M (PE-AL-PEX) Ø25 mm POLYTHERM	22,37	20,40	16,40	42,08	42,08	13,40	23,00	13,40	42,08	42,08	37,00	291,92	<b>6880,28</b>
02.02	Aislamiento exterior para tuberías de calefacción Ø25 mm (exterior) a base de coquilla de espuma elastomérica K-FLEX/ST	12,50	20,40	16,40	42,08	42,08	13,40	23,00	13,40	42,08	42,08	37,00	291,92	<b>3843,69</b>
02.03	Electrobomba electrónica centrífuga circuladora de rotor húmedo GRUNDFOS MAGNA 1/25-60	594,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>6258,53</b>
02.04	Conexión hidráulica a electrobomba	371,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>3917,77</b>
02.05	Depósito/Aguja hidráulica a base de acero negro estirado aislado exteriormente con espuma elastomérica de espesor 30 mm	213,45	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>2248,64</b>
02.06	Válvula de bola de latón Ø25 mm ARCO	24,10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	40,00	<b>1015,58</b>
02.07	Grifo de prueba y vaciado de latón Ø20 mm	11,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>116,89</b>
02.08	Purgador automático de aire con cuerpo de latón y flotador de polipropileno con conexión Ø15 mm SEDICAL/SPIROTOP	24,79	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>261,15</b>
02.09	Conexión y alimentación a calefacción/refrescamiento mediante tubería de acero inoxidable Ø20 mm	32,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>337,52</b>
02.10	Placa de poliestireno moldeado de célula cerrada POLYTHERM/POLBAU GRAFITO	15,80	38,00	40,00	66,00	70,00	49,00	41,00	49,00	64,00	66,00	68,00	551,00	<b>9170,53</b>
02.11	Tubería de polietileno reticulado para suelo radiante Ø16 mm POLYTHERM EVOHFLEX PRO ANTIDIFUSIÓN	2,10	379,00	399,00	845,00	889,00	505,00	450,00	512,00	870,00	829,00	858,00	6536,00	<b>14492,26</b>
02.12	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 5 circuitos de calefacción por suelo radiante POLYTHERM/HKV	449,84	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>4739,00</b>
02.13	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 4 circuitos de calefacción por suelo radiante POLYTHERM/HKV	417,36	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	4,00	<b>1758,73</b>
02.14	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 2 circuitos de calefacción por suelo radiante POLYTHERM/HKV	404,36	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	5,00	<b>2129,97</b>
02.15	Armario de acero para alojar de 5 a 7 circuitos de suelo radiante de 800 x 550-600 x 100 mm (COL.01) POLYTHERM/ACT	166,22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>1751,12</b>

CÓDIGO	ELEMENTO	PRECIO (€/UD)	UNIDADES											IMPORTE (€)
			14A	14B	14C	14D	14E	14F	14G	14H	14I	14J	TOTAL	
02.16	Armario de acero para alojar de 2 a 3 circuitos de suelo radiante de 400-550-600 x 100 mm (COL.02) POLYTHERM/ACT	166,22	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	5,00	875,56
02.17	Placa electrónica para interconexión de accionamientos eléctricos y termostatos POLYTHERM	199,41	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2100,82
02.18	Bidón de 10 kg con aditivo para mortero POLYTHERM/ESTROLIT-H 2000	6,35	2,00	2,00	4,00	4,00	3,00	2,00	3,00	4,00	4,00	4,00	32,00	214,17
02.19	Reloj horario habilitador electrónico digital	199,36	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2100,27
02.20	Termostato electrónico digital para calor POLYTHERM SU100.740	35,51	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	15,00	561,10
02.21	Válvula de bola de latón Ø25 mm ARCO	24,10	6,00	6,00	8,00	8,00	6,00	6,00	6,00	8,00	8,00	8,00	70,00	1777,26
02.22	Válvula de equilibrado Ø25 mm TA-STAD	61,10	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	15,00	965,55
02.23	Cableado y conexionado desde interior vivienda hasta elementos de control	345,48	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	7279,31
<b>TOTAL INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN</b>													<b>74.795,69</b>	

Tabla 18 – Mediciones y presupuesto de la instalación de ventilación

CÓDIGO	ELEMENTO	PRECIO (€/UD)	UNIDADES											IMPORTE (€)
			14A	14B	14C	14D	14E	14F	14G	14H	14I	14J	TOTAL	
03.01	Caja de ventilación helicentrífuga higrorregulable con 4 salidas de extracción y 1 general SIBER/ VMC HIGRO	963,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	10149,10
03.02	Variador electrónico de velocidad SIBER/R-10	44,23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	465,96
03.03	Boca de extracción higrorregulable Ø125 mm SIBER/BH 15/75	57,80	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	1217,80
03.04	Conducto de PVC de dimensiones 55x110 mm SIBER MINICONDUCTO	11,58	4,17	4,20	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	40,37	492,63
03.05	Conducto de PVC de dimensiones 55x220 mm SIBER MINICONDUCTO	13,52	6,88	5,65	5,49	5,36	5,67	7,72	5,45	5,84	5,49	5,23	58,78	836,97
03.06	Conducto de PVC de dimensiones 90x180 mm SIBER MINICONDUCTO	15,53	9,78	7,95	9,18	11,00	12,58	4,87	3,00	7,56	9,18	5,14	80,24	1312,59
03.07	Alimentación a motor y a mando de ventilación con conductor de cobre s/UNE H07V de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección	36,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	389,64
03.08	Cajón rectangular de plancha acero galvanizado	17,64	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	185,88
03.09	Conducto circular helicoidal de plancha de acero galvanizado clase B Ø125 mm	23,27	9,11	12,71	6,09	8,71	9,88	5,63	9,77	5,53	6,09	4,23	77,75	1906,18
03.10	Conducto circular helicoidal de plancha de acero galvanizado clase B Ø150 mm	24,57	10,15	10,43	6,15	9,18	9,94	6,92	9,33	5,67	6,15	4,18	78,10	2021,85
03.11	Aislamiento exterior acústico para conductos de ventilación y campanas FONOBLOC/ACUSTIDAN	6,09	19,26	23,14	7,09	17,89	19,82	12,55	19,10	11,20	12,24	8,41	150,70	966,46
03.12	Ventilador centrifugo doméstico	224,76	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	2367,87
03.13	Compuerta antirretorno para conducto de campana extractora Ø150 mm	19,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	200,29
03.14	Compuerta antirretorno para conducto de campana extractora Ø125 mm	17,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	186,44
<b>TOTAL INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN</b>													<b>22.699,68</b>	

## 6. INSTALACIÓN DE GAS

El proyecto de esta instalación se compone de las siguientes partes:

- **Memoria descriptiva**, documento en el que se define la filosofía de funcionamiento de la instalación y se detallan los equipos y sistemas proyectados.
- **Bases de cálculo**, donde se definen los parámetros de partida para el dimensionado de las redes de distribución.
- **Pliego de condiciones** técnicas de los diferentes elementos de la instalación, comprendiendo las características propias de los diferentes equipos y su correcta forma de montaje.
- **Mediciones y presupuesto** de las instalaciones.
- **Planos** indicativos del recorrido de las instalaciones y detalles constructivos.

### 6.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 6.1.1. Objeto y contenido del proyecto

El objeto del presente estudio es el proyecto de la instalaciones de gas para alimentación de calderas de condensación de calefacción y ACS, para 10 lofts que resultan de la adecuación de local a vivienda en la planta baja del edificio situado en la calle Blas de la Serna número 14, en la parcela 2122A del barrio de la Milagrosa, Pamplona.

Es importante destacar que este apartado 6, dedicado íntegramente a caracterizar y desarrollar la instalación de gas, solamente aplicará a las alternativas de climatización que incluyan una caldera de condensación, esto es, los denominados **sistemas 2 y 3**. En el caso del Sistema 1, el cual dispone de un equipo de aerotermia, no será necesaria la alimentación de gas natural y, por tanto, se puede prescindir de esta parte.

La instalación de gas comienza en el colector comunitario situado en el extremo sur del edificio, desde la derivación prevista para dar servicio a cada una de las viviendas unifamiliares. El armario de regulación y medida general, al que se alimentará desde la vía pública con tubería de polietileno de alta densidad según UNE-EN 1555-2, de diámetro nominal **32 mm en media presión B**, se alojará accesible en la fachada.

Desde este, se ha previsto una derivación en tubería de acero envainada hasta llegar al armario de contadores individuales, situado en el mismo espacio que el armario de regulación. El material utilizado es tubería de cobre según UNE EN 10255 de diámetro nominal **22 mm en baja presión**. El totalizador del contador está situado a una altura máxima de 2,20 m respecto al suelo. El armario contará con ventilación superior de 200 cm<sup>2</sup> conducida a la calle y ventilación inferior indirecta de 200 cm<sup>2</sup>, cumpliendo así la normativa UNE 60670, en la que se establecen las superficies mínimas de ventilación para los espacios que alojan contadores de gas.

Tabla 19 – Superficies mínimas de ventilación del espacio que aloja contadores de gas según UNE 60670

VENTILACIÓN		CUARTO DE CONTADORES	ARMARIO EXTERIOR		ARMARIO INTERIOR		CONDUCTO TÉCNICO
			Ncont≤2	Ncont>2	Ncont≤2	Ncont>2	
SUPERIOR	Directa	200 cm <sup>2</sup>	5 cm <sup>2</sup>	50 cm <sup>2</sup>	5 cm <sup>2</sup>	200 cm <sup>2</sup>	150 cm <sup>2</sup>
	Indirecta	No permitido	No permitido	No permitido	5 cm <sup>2</sup>	No permitido	No permitido
INFERIOR	Directa	200 cm <sup>2</sup>	5 cm <sup>2</sup>	50 cm <sup>2</sup>	5 cm <sup>2</sup>	200 cm <sup>2</sup>	150 cm <sup>2</sup>
	Indirecta	200 cm <sup>2</sup>	No permitido	No permitido	5 cm <sup>2</sup>	200 cm <sup>2</sup>	150 cm <sup>2</sup>

Se garantizará que el armario sea estanco con respecto a la edificación para que en caso de generarse una eventual fuga esta sea ventilada directamente al exterior. Desde el armario nacerán en cobre las derivaciones individuales hasta las viviendas.

### 6.1.2. Normativa aplicable

A la hora de ejecutar este proyecto, se deberán tener en cuenta en todo momento y se deberá actuar bajo el amparo de las siguientes normativas:

- Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11. Real Decreto 919/2006, de 28 de julio (BOE núm. 211, 4/9/2006).
- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas en los Edificios. Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. (BOE núm. 224 de 18/09/2002)
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, 28/03/2006)
  - Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI).
  - Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS).
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Orden de 9 de marzo de 1971, del Ministerio de Trabajo (BOE núm. 64 y 65, 16/03/1971) y modificaciones posteriores.
- Normas UNE citadas en las normativas y reglamentaciones.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de obras Públicas y Urbanismo, en lo que no contradiga los reglamentos o CTE.

### 6.1.3. Tipo de combustible y características

Las características químicas y la composición del combustible suministrado por la compañía suministradora para alimentar la instalación, concretamente gas natural, serán las siguientes:

- **Metano (CH<sub>4</sub>):** 88% del volumen
- **Etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>):** 9% del volumen
- **Nitrógeno (N<sub>2</sub>):** 1% del volumen
- **Hidrocarburos superiores:** 2% del volumen
- **Olor característico,** incorporado al gas, para su detección.

Las características físicas serán:

- **Poder calorífico superior (PCS):** 9.500 Kcal/Nm<sup>3</sup>.
- **Poder calorífico inferior (PCI):** Representa el 90% del PCS, 8550 Kcal/Nm<sup>3</sup>.
- **Densidad relativa (  $\rho$  ):** 0,60
- **Densidad relativa corregida (  $\rho_c$  ):** 0,62

### 6.1.4. Clasificación de aparatos de gas

En función de las características de combustión y evacuación de los productos de la combustión, los aparatos de gas, cualquiera que sea su tipología, tecnología y aplicación, se agrupan de forma general en aparatos circuito abierto de evacuación *no conducida* (aparatos de **tipo A**), aparatos circuito abierto de evacuación *conducida* (aparatos de **tipo B**) y aparatos de circuito estanco (aparatos de **tipo C**). En este proyecto todos los aparatos son de **tipo B**.

### 6.1.5. Descripción de los elementos de consumo

La instalación de gas natural alimenta a 10 Quemadores de la calderas de calefacción y ACS de 22-28 kW. En las Bases de Cálculo se presentan los caudales unitarios y potencias de diseño de cada uno de estos aparatos, parámetros básicos utilizados para el cálculo de la red.

### 6.1.6. Consideraciones adicionales

En este proyecto la potencia instalada en cada vivienda es de 22-28 kW, por lo tanto, no tiene consideración de sala de máquinas. Tampoco existe ningún local que tenga consideración de sala de calderas o que requiera detección automática de gas.

### 6.1.7. Acometida interior

La instalación comienza en el armario de regulación y medida general, al que se alimentara desde la vía pública con tubería de polietileno de alta densidad UNE-EN 1555-2, de **Dn. 20-32 en media presión B al portal**. Este armario se alojará accesible en la fachada del edificio. Desde el armario de regulación y medida se ha previsto una derivación en tubería de cobre hasta la caldera individual en Dn22 envainado.

### 6.1.8. Estación de regulación y medida (ERM)

La ERM es el conjunto de aparatos y accesorios instalados entre el final de la acometida interior y el de las líneas de distribución. Su función es filtrar el gas de las impurezas que pueda arrastrar en su movimiento en el interior de las tuberías, regular la presión de distribución a valores prácticos de trabajo y medir el gas suministrado.

El dimensionado de los elementos que componen la ERM se realiza de acuerdo con los parámetros básicos establecidos para cada uno de ellos y siguiendo la normativa prescrita por la Compañía Suministradora. Se ha previsto la colocación de una ERM, para un **caudal máximo de 25 m<sup>3</sup>/h**, valor que responde a la necesidad de cubrir el caudal total de gas calculado, mostrado en el apartado 6.2.2. Los elementos instalados en la ERM son los siguientes:

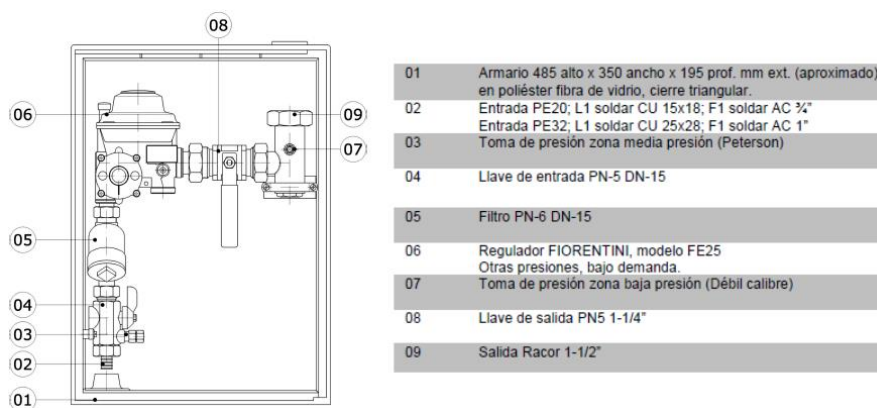


Figura 4 – Estación de Regulación y Medida de la instalación de gas

La ERM se protegerá mediante la instalación de toma a tierra correspondiente. Toda la instalación en la ERM o el Armario de Regulación se realizará con tubo de acero según UNE-EN 10255 y cumplirá según la UNE 60670-5 UNE 60620-3 para MP o AP respectivamente.

### 6.1.9. Pruebas, ensayos y verificaciones

En lo relativo a instalaciones y características, los tubos de acero negro deben ser conformes a la Norma UNE 36864, para tubos soldados longitudinalmente, y a la Norma UNE-EN 10255 para tubos de acero sin soldadura. Estos tienen que cumplir las especificaciones técnicas, requisitos y ensayos mínimos de la UNE EN 10208-2. Tendrán acabado exterior mediante dos capas de pintura antioxidante de color normalizado, y mediante protección asfáltica autorizada por la compañía en los tramos enterrados. Cuando tengan que protegerse las tuberías de golpes fortuitos, o estar en zonas susceptibles de recibir impactos, se deberá proteger la tubería mediante una vaina de acero con un espesor mínimo de 1,5 mm u otro material de resistencia mecánica equivalente.

Toda la tubería de la instalación aérea que discurre por el interior del edificio y zonas sin ventilar irá protegida por una vaina con ventilación en sus extremos, en este caso, la vaina será de metálica (acero, cobre, etc.) u otros materiales rígidos como, por ejemplo, plásticos rígidos. En todo caso en lo relativo a vainas se deberá cumplir lo establecido en el apartado 4.4 de la UNE 60670-4. Al atravesar los muros del edificio se realizarán pasamuros.

Tal y como se establece en el RD 919/2006 ITC-IG 07 apartado 3.3, las pruebas de resistencia y estanqueidad se realizarán según la UNE 60670-8:2005.

## 6.2. BASES DE CÁLCULO

### 6.2.1. Tipo de combustible y características

Las características del combustible se encuentran detalladas en el apartado 6.1.3.

### 6.2.2. Descripción de los puntos de consumo

A continuación, se detalla la potencia y el caudal de los aparatos de consumo. Cabe destacar que el caudal total se muestra sin y con el coeficiente de simultaneidad aplicado (0,8):

Aparato	Potencia (kW)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
Caldera tipo	22	1,99
TOTALES (10)	220	19,9 (15,93)

### 6.2.3. Cálculo de la red de distribución de gas

Una velocidad de circulación elevada produce ruidos molestos en las instalaciones, que pueden transmitirse a todo el conjunto. Para evitar este fenómeno se limitará ésta a **15 m/s**. Para el cálculo de la velocidad final de un tramo, teniendo en cuenta que el gas es un fluido compresible, se aplica la siguiente fórmula:

$$V = 354 * \frac{Q}{P_{abs} * D^2}$$

(Ecuación 9)

Donde V es la velocidad en m/s, Q es el caudal en m<sup>3</sup>/h, P es la presión absoluta en bar, y D es el diámetro en mm. El caudal nominal de un aparato a gas se calculará según la siguiente expresión:

$$Q_n = \frac{GC}{PCS} = \frac{P * C_s * 859,84}{PCS}$$

(Ecuación 10)

Siendo Q<sub>n</sub> el caudal nominal del aparato a gas expresado en m<sup>3</sup>/h y GC el gasto calorífico del aparato a gas referido al PCS expresado en kW, el cual se calcula como la potencia de la caldera (P, en W) multiplicado por el coeficiente de simultaneidad considerado (C<sub>s</sub>, 0,8) y por el factor de ajuste de las unidades. Para el cálculo de las caídas de presión totales en cada tramo, una vez obtenida la caída de presión por unidad de longitud en función del tipo de red, tal y como se explica en los siguientes apartados, se aplica la siguiente expresión:

$$P_L * L * f_p + 12,5 * \Delta h * (\rho_s - 1)$$

(Ecuación 11)

Donde se modelan las pérdidas de carga en los tramos horizontales mediante el producto de las pérdidas lineales por unidad de longitud (P<sub>L</sub>) por la longitud del tramo y por el factor de pérdidas en singularidades, como codos o tes (f<sub>p</sub>), a lo que se suma el efecto de los cambios de altura del circuito (Δh), donde ρ<sub>s</sub> es la densidad relativa corregida del gas.



### 6.2.3.1. Redes de Baja Presión (BP)

Para el cálculo de las redes de distribución de combustible a baja presión (inferiores a los 5 kPa, 0,5 mca o 0,05 bar) se parte que la pérdida total aceptada es de 150 Pa y que la pérdida lineal de diseño es generalmente igual a la longitud total dividido por la pérdida total aceptada (10 Pa/m), es decir, que la relación  $Q_i / D_i$  es menor que 150. Para el dimensionado de redes de gas en baja presión se aplicará la fórmula de Renouard lineal:

$$P_1 - P_2 = 2.320.000 * \rho_s * L * Q^{1,82} * D^{-4,82}$$

(Ecuación 12)

Siendo  $P_1 - P_2$  la diferencia de presión en Pa,  $\rho_s$  la densidad corregida (adimensional), L la longitud en metros, Q el caudal en m<sup>3</sup>/h y d el diámetro en mm. Los resultados obtenidos en este apartado se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 20 – Cálculos de la instalación de gas en BP

Tramo	Material	P/GC (kW)	Cs	L (m)	Fp	$\Delta h$ (m)	Pérdida Diseño (Pa/m)	Pérdida Lineal (Pa/m)	Pérdida Total (Pa)	Q (m <sup>3</sup> /h)	Vmax (m/s)	D <sub>N</sub> (mm)
ACO	Acero	220	0,8	2	1,2	3	10,00	6,99	2,53	15,93	4,35	DN32
CA.01 14A	Cobre	22	1	32	1,2	5	10,00	7,91	280,16	1,99	2,75	18x1
CA.01 14B	Cobre	22	1	28	1,2	5	10,00	7,91	242,17	1,99	2,75	18x1
CA.01 14C	Cobre	22	1	16	1,2	5	10,00	7,91	128,21	1,99	2,75	18x1
CA.01 14D	Cobre	22	1	10	1,2	5	10,00	7,91	71,22	1,99	2,75	18x1
CA.01 14E	Cobre	22	1	3	1,2	5	10,00	7,91	4,74	1,99	2,75	18x1
CA.01 14F	Cobre	22	1	14	1,2	5	10,00	7,91	109,21	1,99	2,75	18x1
CA.01 14G	Cobre	22	1	22	1,2	5	10,00	7,91	185,19	1,99	2,75	18x1
CA.01 14H	Cobre	22	1	30	1,2	5	10,00	7,91	261,17	1,99	2,75	18x1
CA.01 14I	Cobre	22	1	36	1,2	5	10,00	7,91	318,15	1,99	2,75	18x1
CA.01 14J	Cobre	22	1	42	1,2	5	10,00	7,91	375,14	1,99	2,75	18x1

Como se puede ver en la tabla, se tendrá por un lado la parte de la tubería de acometida, que discurre por dentro del edificio, fabricada en acero y con un diámetro nominal de 32 mm, que finaliza en el armario de regulación y los contadores.

Por otro lado, estarán las tuberías que unen el contador con la caldera de cada vivienda, fabricadas en cobre y con un diámetro nominal de 18 mm, aunque en este caso, por convenio de la empresa, se coloca sobredimensionada. Por ello, en la práctica esta tubería tendrá un diámetro nominal de 22 mm, con una vaina también de cobre de 35 mm.

### 6.2.3.2. Redes de Media Presión (MP)

Para el cálculo de las redes de distribución de combustible a media presión (superiores a los 5 kPa o 0,05 bar e inferiores a los 500 kPa o 5 bar) se toman como parámetros de diseño que la presión de entrada, es decir, en el tramo inicial es de 500 kPa o 5 bar, que la pérdida total aceptada es inferior al 10 % de la presión de entrada y que la pérdida lineal de diseño ( $\Delta P_{il}$ ) es generalmente igual a la longitud total dividido por la pérdida total aceptada 15 Pa/m.

Para el dimensionado de redes de gas en media y alta presión se aplicará la siguiente expresión, denominada como fórmula de Renouard cuadrática:

$$P_1^2 - P_2^2 = 48,6 * \rho_S * L * Q^{1,82} * D^{-4,82}$$

(Ecuación 13)

Donde  $P_1$  y  $P_2$  son presiones absolutas en Kg/cm<sup>2</sup> y el resto de los términos son los explicados en la Ecuación 11. Esta fórmula es válida sólo cuando la relación Q/D es menor que 150. Debido a que las pérdidas en redes de media-alta presión son elevadas, el efecto por el incremento o decremento de altura es despreciable. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 21 – Cálculos de la instalación de gas en MP

Tramo	Material	P/GC (kW)	Csim	L (m)	fp	Pérdida Diseño (Pa/m)	Pérdida Total (Pa)	Q (m3/h)	Vmax (m/s)	D <sub>N</sub> (mm)
Acometida	Polietileno	220	1,00	2,00	1,20	140,00	0,08	19,91	7,49	<b>PE32</b>

En este caso, se trata de la parte de la tubería de acometida de gas desde la conexión a red hasta que esta entra en el edificio, la cual estará fabricada en polietileno (PE), y que tendrá un diámetro nominal de 32 mm.

## 6.3. PLIEGO DE CONDICIONES

### 6.3.1. Red de tuberías de polietileno

Las tuberías de polietileno reticulado estarán construidas en polietileno de media densidad con la adición de catalizadores orgánicos. Deberá cumplir las características físicas, fisicoquímicas y mecánicas mínimas especificadas en la norma UNE 53.333, así como los métodos de ensayo para evaluarlas. Las tuberías de polietileno reticulado se ajustarán al diámetro nominal y espesor mínimo de pared, según la tabla siguiente:

*Tabla 22 – Características de tuberías de polietileno para instalación de gas*

<b>D<sub>N</sub> (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>D<sub>int</sub> (mm)</b>
25	2,3	20,4
32	3,0	26,0
40	3,7	32,6
50	4,6	40,8
63	5,8	51,4
75	6,9	61,2
90	8,2	73,6

En MPB (Media Presión B, es decir, hasta 4 bar), las tuberías deberán ser del tipo SDR-11, según el cual se han referenciado los espesores y diámetros interiores indicados. Las tolerancias tendrán que cumplir lo indicado en la norma UNE 53.333. Las uniones de tubería de polietileno se harán mediante manguito electrosoldable (soldadura por electrofusión). La soldadura se realizará siguiendo correctamente las indicaciones del fabricante de los accesorios y de la máquina a utilizar, cumpliendo en todo momento lo indicado por la Compañía Suministradora sobre el modo de ejecución.

También se permitirá la soldadura a tope siempre y cuando no se aplique a tubos de espesor de pared inferior a 5 mm. Los accesorios de polietileno deben cumplir la norma UNE 53.188. Su densidad nominal debe ser superior a 0,931 g/cm<sup>3</sup>.

Todas las uniones deberán marcarse con la contraseña, número de montador y con el número de la unión. Se ejecutará en polietileno la entrada de la tubería de entrada a los edificios, hasta su conexión con el tramo montante de acero. El tubo de entrada se situará en el exterior del edificio, perpendicular a la fachada, a una distancia de unos 40 cm del muro exterior y de 40 cm de profundidad medida desde la generatriz superior de la tubería respecto a la rasante definitiva de la acera, pavimento o terreno. El tubo de entrada será del mismo diámetro que la acometida en su extremo de conexión.

### 6.3.2. Red de tuberías de acero

En las distribuciones, columnas y derivaciones, los materiales empleados serán acero estirado negro sin soldadura con uniones soldadas, normas DIN 2440 (UNE 19040), material St-35.1, según DIN 1629. Los tubos se fabricarán con acero de los tipos indicados en la norma UNE 36.090. Las características mecánicas del acero se ajustarán como mínimo a los requerimientos del grado B de las normas API.

Los extremos de los tubos serán lisos y de sección circular no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos. Deberán resistir sin fugas una presión hidrostática de 50 kg/cm<sup>2</sup> durante al menos 5 segundos. Deberán haber pasado positivamente el ensayo a tracción según norma UNE 7266. Las tuberías serán cortadas exactamente a las dimensiones establecidas en pie de obra y se colocarán en su sitio sin necesidad de forzarlas o flexionarlas. Irán instaladas de forma que no se contraigan o dilaten sin deterioro para ningún trabajo ni para sí mismas.

Las uniones se realizarán mediante soldadura eléctrica, con un material de aportación (electrodo de rutilo) y una secuencia de soldeo ascendente según indicaciones de la compañía suministradora, y en función del diámetro de la tubería. La primera pasada se realizará con polaridad directa e inversa para el resto de las pasadas.

Los accesorios serán forjados de acero al carbono según norma de calidad ASTM A-105 y dimensiones según ASME-B16.11 de enchufe y soldadura de 3000 libras. Se cumplirán las especificaciones de la Compañía Suministradora en todo lo referente a bridas, juntas, reducciones, tapones y demás accesorios conformados y elementos auxiliares.

Todo paso de tubos por forjados o tabiques llevará una camisa de tubo de plástico o metálico, que le permita la libre dilatación. Los tendidos de tuberías se instalarán paralelos o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio, acoplándose a las características que se especifican en planos y memorias adjuntos, dejando las máximas alturas libres para no interferir los aparatos de luz y el trabajo de otros similares. Los soportes de tubería deberán estar colocados a distancias no superiores a las indicadas en la tabla descrita a continuación:

Tabla 23 – Distancias entre soportes en instalación de gas

D <sub>N</sub> (pulgadas)	Tramos verticales (m)	Tramos horizontales (m)
3/4"	3,00	2,00
1"	3,00	2,00
2"	3,00	3,00
3"	3,00	4,00

Una vez finalizada la instalación se efectuará la limpieza y se tratará toda la tubería contra los efectos de la corrosión con una capa de imprimación fosfatante muy adherente mas dos capas de esmalte a base de resinas sintéticas, y de color definido en obra de amarillo claro normalizado u otro color en función de criterios decorativos.

### 6.3.3. Colocación de pasamuros

Todos los pasos de pared o forjados se protegerán mediante pasamuros del mismo material que la tubería que protegen, o de plástico. Los pasamuros de acero estirado presentarán una calidad según norma DIN 1629 grado ST 37-0 o ST 33-2 y dimensiones según norma DIN 2440; los pasamuros de PVC rígido se ejecutarán según norma UNE 53114. El diámetro interior del pasamuros será 10 mm mayor que el diámetro exterior de la tubería de gas y su recubrimiento.

El tramo de tubería de gas alojado en el pasamuros deberá protegerse mediante cinta adhesiva de polivinilo o similar, enrollada helicoidalmente, con solape a la mitad del ancho de la cinta. La longitud del pasamuros deberá sobresalir 10 mm como mínimo a cada lado del muro. La longitud encintada de la tubería será tal que sobresalga 5 o 6 mm como mínimo a cada lado del pasamuros.

Si se coloca pasamuros en posición vertical expuestos al exterior, este se deberá proteger mediante una caperuza de caída directa de lluvia. En los casos en que las especificaciones de la compañía suministradora lo indiquen, el hueco entre la tubería y el pasamuros deberá rellenarse con pastas no endurecibles.

#### 6.3.4. Pintura y protección en las tuberías

Los pasamuros, soportes y todas las tuberías que sean de acero negro deberán limpiarse, mediante disolventes o detergentes, de todos los elementos ajenos al metal. Una vez limpiadas, se procederá a la eliminación de todos los óxidos o cascarillas con cepillo de alambre o lija. La superficie debe quedar limpia (grado de limpieza St 2). A continuación, se aplicará sobre la superficie de la tubería una capa de imprimación anticorrosiva con un producto fosfatante de gran adherencia. El espesor de esta capa estará comprendido entre 30 y 35 micras. Una vez seca la pintura de imprimación se darán dos manos de pintura de acabado aplicando un esmalte a base de resinas sintéticas, con un espesor por capa de unas 35 micras.

En las tuberías aisladas todos los circuitos se identificarán con colores normalizados y se indicará la dirección del fluido en cada tramo recto y a distancias no superiores a los 5 metros. La canalizaciones de acero enterradas se protegerán en toda su longitud con dos capas de cinta bituminosa debiendo aplicarse la protección una vez las tuberías estén completamente secas, limpias de polvo y sin ninguna capa de óxido.

La protección debe ser elástica permanentemente en el tiempo amoldándose perfectamente a los movimientos del objeto protegido sin que se produzcan grietas ni fisuras. La protección debe poseer una gran resistencia al desgaste mecánico, a la acción de los rayos solares y a la acción de los agentes corrosivos que contiene el agua y la atmósfera.

#### 6.3.5. Verificación

La instalación deberá someterse a las correspondientes pruebas de estanqueidad y resistencia mecánica con resultado satisfactorio. Estas pruebas se efectuarán a cada parte de la instalación en función de la misma presión de servicio, siempre antes de entrar u ocultar el tramo a comprobar. La prueba de estanqueidad se realizará mediante inertización. Previo al inicio de esta prueba, se deberá asegurar que estén cerradas las llaves intermedias. Una vez alcanzado el nivel de presión necesario, y respetando un tiempo para que se establezca la temperatura, se procederá con las lecturas de verificación.

La prueba de presión de resistencia mecánica será necesaria en todos los tramos cuya presión de trabajo exceda de 1 mca. Se utilizará gas inerte; las presiones de prueba serán 1,5 veces la presión máxima de servicio, con un mínimo de 1 kg/cm<sup>2</sup> durante un tiempo mínimo de 1 hora.

En la parte de la instalación receptora a media presión B, la prueba de estanqueidad deberá realizarse a una presión efectiva de 6 bar, la cual deberá verificarse a través de un manómetro de escala adecuada y precisión de lectura de 0,1 bar. El tiempo mínimo de comprobación será de 1 hora.

La prueba de estanqueidad en los tramos cuya presión de servicio se ha previsto de 0,5 mca deberá realizarse a un presión efectiva de al menos igual al 150 % de aquella la cual deberá verificarse a través de un manómetro de escala y precisión adecuados. La precisión de este tramo de la instalación se considerará correcta si no se observa una disminución de la presión

transcurrido un periodo de tiempo no inferior a 15 minutos desde el momento que se efectuó la primera lectura de la presión.

En la parte de la instalación receptora de baja presión la prueba de estanqueidad deberá realizarse a una presión efectiva de al menos 0,5 mca, la cual deberá ser verificada a través de un manómetro de columna de agua en forma de U o de cualquier otro dispositivo que cumpla el mismo fin. La estanqueidad de este tramo de la instalación se considerará satisfactoria si no se observa una disminución de la presión transcurrido un periodo de tiempo no inferior a los 10 minutos si la longitud de la tubería es inferior a 10 m, o de 15 minutos si esta es superior, desde el momento en que se efectuó la primera lectura de la presión.

La estanqueidad de las uniones de los elementos que componen el conjunto de regulación e instalaciones a media presión y de las uniones de entrada y salida, tanto del regulador como de los contadores, se verificará la presión de servicio con detectores de gas, agua jabonosa o un producto similar.

## 6.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

A continuación, se adjunta las tablas donde se detallan las mediciones y el presupuesto de la instalación de gas, a la que se le ha asignado el código 04.00 para identificar a sus elementos.. Cabe destacar que esta no es relativa a las tres opciones de sistemas de climatización, sino que sólo corresponde a aquellos que disponen de caldera, ya que será esta la que presente requerimientos de combustible. Estos sistemas serán concretamente los denominados Sistema 2 y Sistema 3.

Tabla 24 – Mediciones y presupuesto de la instalación de gas

CÓDIGO	NOMBRE	PRECIO (€)	UNIDADES											IMPORTE (€)	
			14A	14B	14C	14D	14E	14F	14G	14H	14I	14J	TOTAL		
04.01	Conexión a la instalación existente de Gas Natural	1973,97	1,00											1,00	<b>1.973,97</b>
04.02	Tubería de polietileno tipo PE (media densidad), según UNE-EN 1555 serie SDR 11 (PN 10) de 40 mm de diámetro nominal	15,22	2,00											2,00	<b>30,44</b>
04.03	Accesorio de transición polietileno-acero de Dn.32/ 25mm de diámetro, fabricado según NT.060.GN	205,26	2,00											2,00	<b>410,53</b>
04.04	Tubería de acero negro con soldadura, según UNE-EN 10255 serie media M, de 50 mm de diámetro nominal	45,30	2,00											2,00	<b>90,61</b>
04.05	Armario para alojar regulador y contador de gas natural prefabricado, de dimensiones mínimas interiores de 1000x1200x550 mm	722,26	1,00											1,00	<b>722,26</b>
04.06	Regulador de gas natural MPB según norma UNE 60404 de caudal máximo: 25 m3/h	1009,28	1,00											1,00	<b>1009,28</b>
04.07	Válvula de corte de obturador esférico según norma UNE-EN 331, de 50 de diámetro, PN-16 , d	123,31	1,00											1,00	<b>123,31</b>
04.08	Pintado de tuberías de acero negro al esmalte sintético	7,20	2,00											2,00	<b>14,40</b>
04.09	Batería para 10 contadores de gas natural de cobre tipo G2,5 (máx.. 4 m3/h) para baja presión con tubo montante de 40 mm	734,51	1,00											1,00	<b>734,51</b>
04.10	Rejilla de impulsión de aluminio, de 30 x 45 mm, con lamas horizontales fijas, de 200 cm2 de admisión útil	19,78	2,00											2,00	<b>39,56</b>
04.11	Tubería de cobre duro estirado, no arsenical, según UNE EN-13348 de 22 mm de diámetro y de 1 mm de espesor	20,26	32,00	28,00	16,00	10,00	3,00	14,00	22,00	30,00	36,00	42,00	233,00	<b>4719,83</b>	
04.12	Tubería de cobre duro estirado, no arsenical, según UNE EN-13348 de 35 mm de diámetro y de 1,5 mm de espesor	29,26	32,00	28,00	16,00	10,00	3,00	14,00	22,00	30,00	36,00	42,00	233,00	<b>6818,25</b>	
04.13	Válvula de corte para la instalación de Gas Natural, según norma UNE 60.718, de 20 de diámetro, PN-5	61,28	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	<b>1225,54</b>	
04.14	Válvula de corte de gas natural de mariposa/escuadra para instalación en batería de contadores, de 20 mm de diámetro	30,39	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>303,85</b>	
04.15	Regulador de abonado de baja presión, con válvula de seguridad	35,44	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>354,36</b>	
04.16	Limitador de caudal de gas natural para batería de contadores en derivación a contador, diámetro de conexión Dn 20 mm	31,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>313,02</b>	
04.17	Toma de presión de débil calibre tipo Pitterson	14,93	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	<b>298,65</b>	
<b>TOTAL INSTALACIÓN DE GAS</b>													<b>19.183,35</b>		

## 7. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

### 7.1. Objeto y contenido del proyecto

El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir, por una parte, un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y, por otra parte, asegurar que un porcentaje mínimo de este consumo proceda de fuentes de energía renovable. Para cumplir ello, el CTE incluye el denominado Documento Básico “DB-HE, Ahorro de Energía”, que especifica parámetros objetivo y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

Este documento básico comprende 5 secciones que se corresponden con 5 exigencias básicas, aplicándose en este caso, la Exigencia Básica HE 1 “Limitación de demanda energética”, cuyo cumplimiento y verificación es el principal objetivo de esta memoria. En general, son objeto de comprobación todos los edificios de nueva construcción, categoría que incluye también las adecuaciones de local a vivienda como es el caso de este proyecto, así como las reformas y rehabilitaciones de edificios con superficies útiles superiores a 1000m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.

De esta forma, se pretende alcanzar el grado adecuado de eficiencia energética en el inmueble y reducir las necesidades de calefacción y refrigeración, lo que implica una reducción en la demanda energética del edificio. Esta se define como la energía necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad donde se encuentre, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno. La mejor manera de reducir esta demanda es limitando las pérdidas de energía, para lo cual juega un papel fundamental la envolvente térmica de la construcción, formada por sus cerramientos y cuyas características deben ser tales que limiten adecuadamente la demanda energética.

Con esto, para caracterizar térmicamente los edificios y sus espacios interiores, deberán tenerse en cuenta aspectos como el aislamiento de estos cerramientos, expresado con su transmitancia térmica (U), la permeabilidad al aire y la exposición a la radiación solar. De esta manera, se reduce el riesgo de aparición de humedades por condensaciones superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus elementos, y se tratan adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos. Todos estos aspectos se pueden extraer a partir de conocer las características morfológicas del edificio, su localización geográfica y orientación, y las características térmicas e higrométricas de todas las tipologías de cerramientos.

#### 7.1.1. Características morfológicas del edificio

El espacio objeto del estudio consiste en la planta baja del edificio sobre el que se ejecuta el proyecto de adecuación de local a viviendas. Esta está dividida en el espacio destinado al local, de **589.55 m<sup>2</sup> de SU**, el cual albergará los 10 lofts que se van a construir, y el portal, **de 123.7 m<sup>2</sup> de SC**, perteneciente a las viviendas de las plantas superiores y que es totalmente independiente de los nuevos lofts. Las geometrías, superficies y distribuciones exactas se pueden consultar en los planos del Anexo.



### 7.1.2. Localización geográfica y orientación

La localización geográfica del edificio implica su inclusión en una de las 12 zonas climáticas definidas por el DB-HE 1. Dichas zonas estarán definidas por una letra en función de la severidad climática en invierno, y un número, que las clasifica según la severidad climática en verano. A partir de las tablas donde se definen las zonas para todas las capitales de provincia, se puede obtener la clasificación de la zona a estudiar.

En el presente proyecto, el inmueble se encuentra concretamente en el número 14 de la calle Blas de la Serna, parcela número 2122A del barrio de la Milagrosa, 31005, Pamplona, a 42.81 latitud Norte y 439 metros sobre el nivel del mar. Por ello, el edificio será catalogado como perteneciente a la **zona D1**, tal y como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 25 – Zonas climáticas en función de la altitud sobre el nivel del mar, según el CTE

Provincia	Altura sobre el nivel del mar			
	≤ 100 m	101 – 350 m	351 – 600 m	> 600 m
Navarra	C2	D2	D1	E1

En cuanto a la orientación del edificio, este tendrá su fachada principal, considerada como la que da a la calle Blas de la Serna, orientada hacia el Sureste, mientras que las otras cuatro fachadas que posee encaran el Este, el Norte, el Noroeste y el Suroeste respectivamente. Los rangos establecidos por el CTE en el DB-HE para considerar las diferentes orientaciones son los mostrados en la figura inferior.

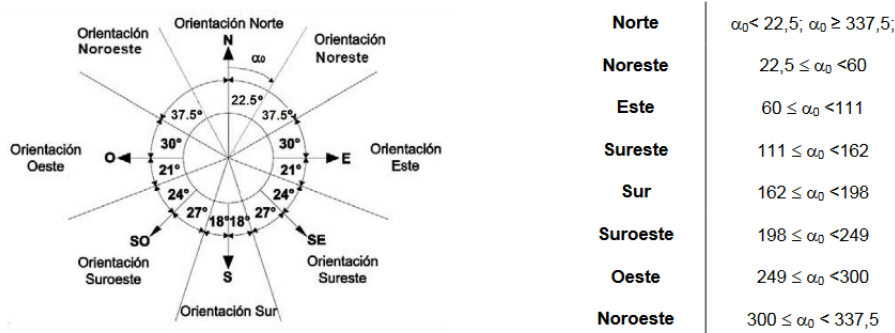


Figura 5 – Orientaciones de las fachadas, según el CTE

### 7.1.3. Características de los cerramientos

Uno de los principales parámetros a controlar a la hora de evaluar energéticamente un edificio es la transmitancia térmica de los cerramientos, U, que indicará la calidad del aislamiento del inmueble con respecto al exterior, y que estará limitada en función de la zona climática en la que se esté trabajando. La tabla resumen con cada uno de los tipos de cerramientos que se considera que componen la envolvente térmica y sus respectivas transmitancias se muestra a continuación. El procedimiento previo a obtener estos valores, así como la composición detallada de cada cerramiento se adjunta en el apartado 13, Cálculo de cerramientos, en el Anexo del trabajo.

Tabla 26 – Resumen de las características de los cerramientos

Tipo	Nombre	Descripción	U (W/m <sup>2</sup> *K)
Vertical	Fachada	Muro de fachada	0,342
	Partición entre viviendas	Tabique de separación interior entre las viviendas	0,334
	Partición entre vivienda y ZC	Tabique de separación interior entre vivienda y zona común (portal, descansillo).	0,535
Horizontal	Forjado	Partición interior de tipo suelo entre espacios habitables	0,376
	Solera	Partición interior de tipo suelo entre espacio habitable y no habitable.	0,377

## 7.2. Normativa aplicable

Además de tener que cumplir con las normas impuestas por el CTE en su documento básico DB-HE 1, se debe trabajar siguiendo las directrices del **Real Decreto 47/2007**, del 19 de enero de 2006, por el que se aprueba el procedimiento para la certificación de eficiencia energética en los edificios de nueva construcción. Esta exigencia deriva de la **Directiva 2002/91/CE**.

Este procedimiento tiene como finalidad la información objetiva que se tendrá que proporcionar a los compradores y usuarios, en relación con las características energéticas de los edificios. Esta información será materializada en forma de un **Certificado de Eficiencia Energética**, que permitirá valorar y comparar las prestaciones del edificio en cuestión.

En primer lugar, se debe llevar a cabo la calificación de la eficiencia energética del proyecto, que es la expresión del consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética, derivada de unas condiciones de bienestar interior como objetivo final. Estas condiciones tendrán siempre en cuenta el uso final, funcionamiento y ocupación de las zonas a calificar.

Sobre la base de esta calificación se realizará posteriormente la mencionada certificación energética del edificio, que es el proceso mediante el que se verifica la conformidad de la calificación energética obtenida para el proyecto, y que deriva en la emisión del Certificado de Eficiencia Energética, tanto del proyecto como del edificio terminado. Este documento se analiza en apartados posteriores y se adjunta en el Anexo del presente trabajo.

## 7.3. Procedimiento de calificación energética

Para desarrollar la calificación energética de este proyecto, se ha utilizado como principal herramienta el programa informático **CERMA**, desarrollado y promovido conjuntamente por la Universidad Politécnica de Valencia, la Generalitat Valenciana, el Instituto Valenciano de la Edificación y ATECYR, y que está oficialmente reconocido para la generación de documentos de certificación de eficiencia energética, según lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Dependiendo del tipo de proyecto sobre el que se esté trabajando y el objetivo, se podrán usar dos opciones:

- **Opción Simplificada:** requiere el cumplimiento de las prescripciones establecidas en la Opción Simplificada del documento DB-HE 1, denominadas solución técnica en su conjunto. Con esta opción se renuncia a un procedimiento detallado de calificación, pudiendo obtener solamente las valoraciones D o E de eficiencia energética.
- **Opción General:** para aquellos proyectos en los que no se cumplan los requisitos de la opción simplificada o que requieren una evaluación completa. Mediante esta opción, la determinación del nivel de eficiencia energética se calculará con un método denominado *autorreferente*, en el que se compara el edificio objetivo con uno de referencia que cumpla determinadas condiciones normativas, y se evalúa si se alcanza, o se supera, el mismo nivel de eficiencia energética.

Las siguientes características deben ser iguales entre el edificio real y el de referencia: forma, dimensiones, zonificación interior, uso final, obstáculos externos, calidades constructivas de cerramientos, nivel de iluminación, instalaciones térmicas y contribución solar fotovoltaica.

En el caso del presente proyecto, dado que se trata de un edificio destinado a uso residencial público ubicado en el barrio de La Milagrosa, Pamplona, se ha optado por llevar a cabo la certificación energética mediante la **Opción General**.

Una vez elegido el método, se procede a introducir la información que requiere el programa para evaluar el comportamiento del edificio en lo que a eficiencia energética respecta. Esta se estructura en los siguientes bloques:

- **Título:** en este apartado se introduce la información general del proyecto. Esto abarca el modo de trabajo, fecha de certificado, objetivo de aplicación del programa (Tipo de certificación, tipo de edificio, condiciones de cálculo), datos del edificio (nombre, referencia catastral, año de construcción, legislación aplicable y ubicación detallada) y los datos del técnico habilitado que realiza la calificación. Para este proyecto, los datos introducidos son los que se muestran en la figura adjunta a continuación.

The image shows a screenshot of the CERMA software interface. The top section, 'Objetivo de aplicación del programa', includes radio buttons for 'Certificación Energética', 'Certificación Energética y Cumplimiento CTE 2019', and 'Simulación Energética Libre'. The 'Certificación Energética y Cumplimiento CTE 2019' option is selected. Below this, there are sub-sections for 'Aplicabilidad' (with icons for HE0, HE1, HE4), 'Condiciones cálculo CTE' (set to 'Cambio de uso'), and 'Edificio' (with 'Existente' selected). Other options include 'Con equipos por defecto' (checked), 'Justificación ahorros en rehabilitación', 'Fecha certificado' (31/03/2023), 'Versión programa' (CERMA v5.11, Junio 2022), 'Definición express', and 'ModoTrabajo' (with 'Completo' selected). The bottom section, 'Edificio (campos obligatorios en Certificación Energética)', contains a form with the following data: 'Nombre edificio: 10 LOFTS MILAGROSA EN ADECUACION DE LOCAL A VIVIENDAS', 'Ref. catastral/s: 201052122A', 'Año construcción: 2022', 'Legislación aplicable: CTE 2022', 'Dirección: CALLE BLAS DE LA SERNA 14', 'Provincia: Navarra', 'Municipio: Pamplona/Iruña', 'CP: 31005', 'Comunidad Autónoma: Navarra', 'a.s.n.m.: 439', 'latitud(°): 42,82', 'Modificar Zona climática' (unchecked), 'Temperatura (HE1): D1', and 'Radiación: II'.

Figura 6 – Datos introducidos en la pestaña 'Título' de CERMA

- **Global:** en este bloque se definen las características generales del edificio, como son el número de plantas (bajo y sobre rasante), la superficie de suelo habitable y el volumen que supone, la higrometría, el número de viviendas y su tipología. A partir de estos datos, el programa ofrece los resultados del cálculo del número de renovaciones del aire del edificio que serán necesarias por hora y el consumo de ACS diario, los cuales utilizará para realizar la calificación y que en este caso son **0.19 renovaciones/hora** y **479 litros/día** respectivamente.

The screenshot shows the 'Global' tab of the CERMA software interface. It is divided into several sections:

- Tipo de edificio:** Includes 'Número de plantas' with sub-sections for 'bajo rasante' (set to 0) and 'sobre rasante' (set to 1).
- Generales:** Includes 'Volumen total (m3)' (3075,0) and 'Suelo habitable (m2)' (615,0).
- Clase de higrometría:** Radio buttons for 3 (55%), 4 (62%), and 5 (70%), with 3 selected.
- Nº de renovaciones (Tabla 2.1 CTE-HS3 2019):** Includes 'Nº de tipologías' (2), 'Nº de viviendas' (8), and a table for room types:

	Tipo A	Tipo B
espacios secos	1	2
nº dormitorios	1	2
nº de espacios estar-comedor	1	1
espacios húmedos	2	2
nº de cuartos de baño + cocina	2	2
- nº renovaciones:** A summary box showing 'nº renovaciones' as 0,19 and 'nº renov/hora finales (utilizado por el programa)' as 0,19.
- Consumo ACS según CTE-HE4:** Includes 'Nº personas' (18,0), 'Factor centralización' (0,95), 'demanda' (479 litros/día), and 'Caudal litros/día finales (utilizado por el programa)' (479).

Figura 7 – Datos introducidos en la pestaña 'Global' de CERMA

Este apartado además presenta las tablas con los coeficientes operacionales y funcionales utilizados por CERMA en el cálculo y ofrece la posibilidad de añadir imágenes del plano de situación y del propio edificio para incluir en el documento final.

- **Edificio:** se trata del bloque más extenso, en el que se caracteriza el edificio de manera detallada. Contiene los siguientes subapartados:
  - **Entorno:** recoge los obstáculos situados en las proximidades del edificio para calcular las sombras que estos van a producir a lo largo del año, conociendo su altura, la distancia entre el obstáculo y el edificio y su orientación. Esto es importante ya que afecta a la radiación solar que se recibe, lo que influye en la demanda energética.

En lo que respecta a este proyecto, se ha podido comprobar mediante la herramienta 'Visor' disponible en la página del IDENA que el único obstáculo que está lo suficientemente cerca como para proyectar sombra es el edificio situado a 44 metros en dirección suroeste, en la misma plaza Alfredo Floristán.

Cabe destacar que la altura de este inmueble se considera de 23 metros, 5 metros de planta baja y 3 de cada una de las 6 plantas superiores. Dado que el conjunto de viviendas a estudiar se encuentra en la planta baja, el dato de diferencia de alturas a introducir en el programa coincide con la altura del edificio colindante, 23 metros.

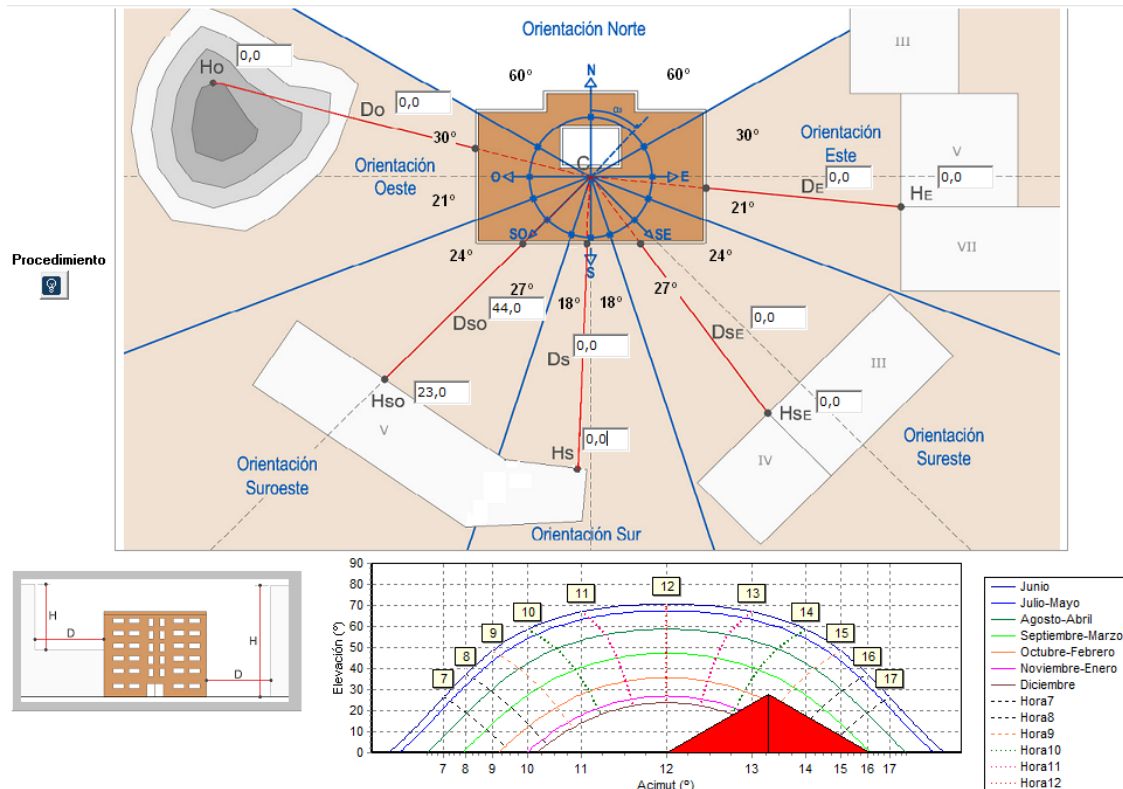


Figura 8 – Datos introducidos en la pestaña 'Entorno' de CERMA

- **Muros:** en este apartado se introducen todos los cerramientos verticales que forman parte de la envolvente térmica del edificio, especificando de qué tipo son, qué espacios dividen y características como su área, orientación o transmitancia térmica.

En esta calificación se considerarán como cerramientos verticales la fachada, introducida como 'muro exterior', la separación entre viviendas, introducida como 'partición interior que delimita unidades del mismo uso' y la separación entre vivienda y zona común, introducida como 'muro a local no acondicionado'. El área de cada uno de estos paramentos ha sido medida sobre plano.

Color exterior: Claro/pastel		Otros muros Tipo 1		Local/no hab./Ext.		Nivel estanquidad		U_CTE (W/m2K)		UmaxCTE (W/m2K)	
Ext. Tipo 1		Local/no hab./Ext.		Local/no hab./Ext.		<input checked="" type="radio"/> 1 (renov/h=0) <input type="radio"/> 2 (renov/h=0.5) <input type="radio"/> 3 (renov/h=1) <input type="radio"/> 4 (renov/h=5) <input type="radio"/> 5 (renov/h=10)		0,00		0,65	
Area total (m2)		Area U (W/m2K)		Area U (W/m2K)		En contacto terreno		Area(m2) U(W/m2K)		U_CTE(W/m2K)	
N.NO.NE 84,8		0,54		0,00		Profundidad 1,0 m		0,00 0,00 No definido		0,00	
U (W/m2K) 0,00		0,00		0,00		Medianeras		0,00 0,00 No definido		0,65	
SD 59,1		0,00		0,00		Particiones interiores cuando delimiten unidades		mismo uso 0,00 No definido		1,20	
S... 0,00		0,00		0,00		distinto uso 0,00 No definido				0,85	
SE 95,4		0,00		0,00							
E 16,0		0,00		0,00							
Reh. No definido											
UmaxCTE W/m2K 0,41											

Figura 9 – Datos introducidos en la pestaña 'Muros' de CERMA

- **Cubiertas:** este caso es análogo al anterior, pero referido a los cerramientos horizontales de la envolvente del edificio que actúan como cubiertas, indicando la clase, el área, medida sobre plano, y la transmitancia térmica. En este proyecto se considera de este tipo únicamente la separación entre planta baja y planta primera, ya que se ha hecho el estudio de las viviendas de planta baja como si de un bloque aparte se tratara, por lo que esta separación se introduce en el programa como cubierta que actúa como medianera.

Otras Cubiertas Tipo 1		Local/Buhardilla		Buhardilla/Exterior		Nivel estanquidad	U_CTE	UmaxCTE
A local no acondicionado (buhardillas)	Area(m2)	U(W/m2K)	Area(m2)	U(W/m2K)		1 (renov/h=0) 2 (renov/h=0,5) 3 (renov/h=1) 4 (renov/h=5) 5 (renov/h=10)	(W/m2K)	W/m2K
<input type="checkbox"/>	0,0	0,00	0,0	0,00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	0,00	0,65
No definido	<input type="checkbox"/>	No definido	<input type="checkbox"/>					
Cubierta enterrada.....	0,0	0,00	No definido	<input type="checkbox"/>				0,65
Medianeras	<input checked="" type="checkbox"/>	615,0	0,38	No definido	<input type="checkbox"/>			0,65
Particiones interiores cuando delimiten unidades	mismo uso	0,00	No definido	<input type="checkbox"/>				1,20
	distinto uso	0,00	No definido	<input type="checkbox"/>				0,85

Figura 10 – Datos introducidos en la pestaña 'Cubiertas' de CERMA

- **Suelos:** misma situación que en los dos apartados anteriores, pero para aquellos cerramientos horizontales que actúan como suelos. En este caso se considerará únicamente el suelo de las viviendas, que actúa además como separación entre el edificio y el garaje, y que se introduce en CERMA como 'suelo a local no acondicionado'.

Otros Suelos Tipo 1		Local acond/no hab.		Local no hab./Exterior		Nivel estanquidad	U_CTE	UmaxCTE
A local no acondicionado (buhardillas, garajes,...)	Area total(m2)	U (W/m2K)	Area total(m2)	U (W/m2K)		1 (renov/h=0) 2 (renov/h=0,5) 3 (renov/h=1) 4 (renov/h=5) 5 (renov/h=10)	(W/m2K)	W/m2K
<input checked="" type="checkbox"/>	615,0	0,38	0,0	0,00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	0,00	0,65
No definido	<input type="checkbox"/>	No definido	<input type="checkbox"/>					
Vacio sanitario.....	0,0	0,00	No definido	<input type="checkbox"/>			0,00	0,65
Perímetro ext	0,0 m							
Exterior.....	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0	0,00	No definido	<input type="checkbox"/>			0,41
Medianeras	<input checked="" type="checkbox"/>	0,0	0,00	No definido	<input type="checkbox"/>			0,65
Particiones interiores cuando delimiten unidades	mismo uso	0,00	No definido	<input type="checkbox"/>				1,20
	distinto uso	0,00	No definido	<input type="checkbox"/>				0,85

Figura 11 – Datos introducidos en la pestaña 'Suelos' de CERMA



- **Puentes térmicos:** en este apartado se caracterizan los puentes térmicos existentes en el edificio en función de las características constructivas de su estructura y sus cerramientos. En el caso del edificio objeto de este proyecto, los puentes térmicos se pueden caracterizar como de aislamiento continuo en lo que respecta al tipo de encuentro con el frente del forjado y el espesor de forjado se toma como 0,3 m.

**Caracterización de los puentes térmicos**

Puentes térmicos del edificio - características constructivas

Tipo de encuentro con frente de forjado

Frente de forjado no aislado

Frente de forjado aislado

Aislamiento continuo

Puentes térmicos del edificio - fijar valores

Puentes térmicos del edificio - valores por defecto de LIDER

Puede consultar la pérdida lineal de un puentes térmicos en:  
[https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DA-DB-HE-3\\_Puentes\\_terminicos.pdf](https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DA-DB-HE-3_Puentes_terminicos.pdf)

Espesor de cada forjado (entre 0,1 m y 0,5 m)

---

**Longitud de los puentes térmicos (m lineales)**

Estimados

Forjados	Cubiertas	Suelo ext.	Esq salientes - entrantes	Ventanas	Suelo terreno	N	O	SO	S	SE	E
369	0	0	17	273	0	23	0	16	0	23	8

Facilitados

**Aislamiento continuo en fachada**

Encuentros horizontales fachada			Puentes verticales fachada		Ventana	Terreno	Pilar aisl. ext.
Forjados	Cubierta	Suelo exterior	Esquina saliente		W12	SM2	P2
$\Psi_{fe} = 0,02$ W/mK $f = 0,89$	$\Psi_{ce} = 0,19$ W/mK $f = 0,84$	$\Psi_{se} = 0,19$ W/mK $f = 0,84$	$\Psi_{ve} = 0,16$ W/mK $f = 0,81$		$\Psi_{v} = 0,02$ W/mK $f = 0,8$	$\Psi_{t} = 0,12$ W/mK $f = 0,72$	$\Psi_{p} = 0,04$ W/mK $f = 0,88$

Figura 12 – Datos introducidos en la pestaña 'Puentes térmicos' de CERMA

- **Huecos:** En esta pestaña se introducen todos los huecos existentes en los cerramientos de la envolvente térmica del edificio. Se especificará su tipo, tamaño, cantidad, orientación y aspectos como la transmitancia y factor solar de vidrios y marcos, los elementos de los que dispone para proyectar sombra o las características de las cajas de persianas, si es que existen.

**Nombre** Ventana\_1

**Dimensiones**

Alto: 3,20 m

Ancho: 2,00 m

Relranqueo: 0,00 m

**Valores máximos (CTE-HE1)**

2019: 0,00 m

2013: 0,00 m

Tipo:  Ventana

Puerta

Lucernario

Escaparate

Copiar propiedades

**Estudio sombra**

Factor solar (tanto por uno)

U vidrio (W/m2K): 1,40

U marco: 1,90

Fracc.marco: 16 (%)

**Global Hueco**

Reh.

Factor solar hueco: 0,52

q grupo (kWh/m2): 0,09

U hueco (W/m2K): 1,55

UmaxCTE (W/m2K): 1,80

Permeabilidad max CTE: 9

Permeabilidad (m3/hm2) con  $\Delta P = 100Pa$ : 27

**Sombras elementos fijos**

Lamas horizontales 0°

**Sombras elementos móviles**

Persiana exterior blanca

**Control elementos móviles**

Con demanda de frío (verano): Manual: Día (Activo un 50% si Rad > 300 W/m2) Noche (NO Activo)

Con demanda de calor (invierno): Día (NO Activo) Noche (Activo al 90%)

**Caja persianas**

Altura caja persianas (m): 0,25

U (W/m2K): 1,30

Infiltración (m3/hm)  $\Delta P = 10Pa$ : Estanco

Existe  No existe

**Nº Huecos Grupo**

Ventana N...	4	<input type="checkbox"/>
Ventana O...	0	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana SO...	1	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana S...	0	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana SE...	3	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana E...	0	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra

**árbol Orientación-Grupo**

- Edificio (33)
  - Norte (11)
    - Ventana\_1 (4)
    - Ventana\_2 (3)
    - Puerta (4)
  - SurOeste (7)
    - Ventana\_1 (1)
    - Ventana\_2 (5)
    - Puerta (1)
  - SurEste (12)
    - Ventana\_1 (3)
    - Ventana\_2 (3)
    - Ventana\_3 (1)
    - Ventana\_4 (1)
    - Puerta (4)
  - Este (3)
    - Ventana\_2 (1)
    - Ventana\_5 (1)
    - Puerta (1)

**Edificio CTE**

Compacidad: 8,09

K lin (W/m2K): 0,766

q sol julio (kWh/m2): 1,570

Klin (W/m2K): 0,700

qmax Sol julio CTE: 2,000

Figura 13 – Datos introducidos en la pestaña 'Huecos' de CERMA

- **Instalaciones:** En esta pestaña se detallan las características de las instalaciones del edificio, que comprenden la ventilación, calefacción y refrigeración, producción de ACS y producción de energía solar a partir de paneles fotovoltaicos. La caracterización de la instalación de ventilación, que será común a todos los sistemas, es la mostrada en la imagen inferior.

Figura 14 – Datos introducidos en la pestaña 'Sistema ventilación' de CERMA

En ella, se puede ver como únicamente es necesario introducir el tipo de ventilación, que en este caso es mecánica, la suposición del estado de las ventanas durante la noche en verano, que se toman como cerradas e indicar las características del recuperador, que en este caso no existe. Con ello, el programa arroja los datos de caudal de aire exterior total y del consumo del ventilador, que será de 15 W.

A partir de este punto, es necesario especificar las características concretas de cada uno de los tres sistemas de climatización diferentes que se van a comparar, por lo que los datos introducidos en este punto se detallarán más adelante. Una vez completados estos apartados, se podrá generar el documento de Certificación Energética del edificio en cuestión, el cual se obtiene en la pestaña 'Certificación'.

## 7.4. RESULTADO DE LA CALIFICACIÓN

CERMA, dentro del documento de Certificación Energética que genera a partir de los datos introducidos en la calificación, ofrece los siguientes resultados:

- Detalle de las calificaciones, demandas y consumos.
- Emisiones de CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) mensual y anual de calefacción, refrigeración y ACS.
- Detalle de emisiones asociadas a cada uno de los elementos del edificio.
- Estudio paramétrico de mejoras tanto en la demanda como en los sistemas y combinación de ambas.

La explicación en detalle de los informes resultantes CEE se lleva a cabo en los apartados destinados a su análisis y comparación.

Cabe destacar que, durante la fase de ejecución de la obra, se realizarán las pruebas, comprobaciones e inspecciones necesarias a criterio de la dirección facultativa a fin de poder certificar al finalizar que el edificio ha sido ejecutado bajo su dirección y que la calificación obtenida está de acuerdo con lo realmente ejecutado y expresado en el proyecto.



## III. CAPÍTULO 3 – ANÁLISIS

### 8. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE CLIMATIZACIÓN

#### 8.1. SISTEMA 1

##### 8.1.1. Características del sistema

Este sistema de climatización, denominado **Sistema 1**, está compuesto por una unidad de **aerotermita**, concretamente el modelo *Aquarea High Performance All In One Compact*, generación J, monofásica, de la marca Panasonic, la cual consiste en una unidad interior y otra exterior. Este equipo será el encargado de la producción tanto del ACS como del agua caliente y fría que alimente el suelo radiante, ya sea para utilizarlo como calefacción en invierno o como refrigeración en verano, respectivamente. Sus características se encuentran detalladas en la ficha técnica adjunta en el *apartado 18* de este proyecto.

Relacionadas con este sistema y con la climatización de las viviendas, se tendrán las siguientes instalaciones:

- Instalación de **fontanería**.
- Instalación de **calefacción** por suelo radiante.
- Instalación de **ventilación**.

##### 8.1.2. Fundamento teórico

La energía aerotérmica se define como la energía almacenada en forma de calor en el aire ambiente [13]. En esta energía, la cual está presente independientemente de la temperatura exterior, es en la que se basa el principio de funcionamiento de un equipo de aerotermita. Mediante una bomba de calor se lleva a cabo un ciclo termodinámico, con el que logra extraerla para calentar el interior de la vivienda en invierno, o a la inversa, extrayendo calor del interior en verano para refrigerarlo, para lo que simplemente será necesario invertir el sentido de flujo del refrigerante.

La cuatro etapas que componen el ciclo en la obtención de calor son las siguientes [14]:

- **Evaporación:** En esta etapa, se produce un intercambio de calor en el que el refrigerante, al pasar por el evaporador situado en el exterior, se evapora al estar el aire del ambiente a mayor temperatura.
- **Compresión:** El refrigerante es llevado al compresor, donde se aumenta su presión y temperatura.
- **Condensación:** De nuevo se produce un intercambio de calor, en este caso, en el condensador situado en el interior de la vivienda, entre el refrigerante, en forma de gas comprimido, y el aire del interior, el cual absorbe el calor del refrigerante, el cual volverá en este punto al estado líquido.
- **Expansión:** Por último, se conduce al refrigerante hasta una válvula de expansión, en la que se reduce tanto su temperatura como su presión, iniciando así de nuevo el ciclo.

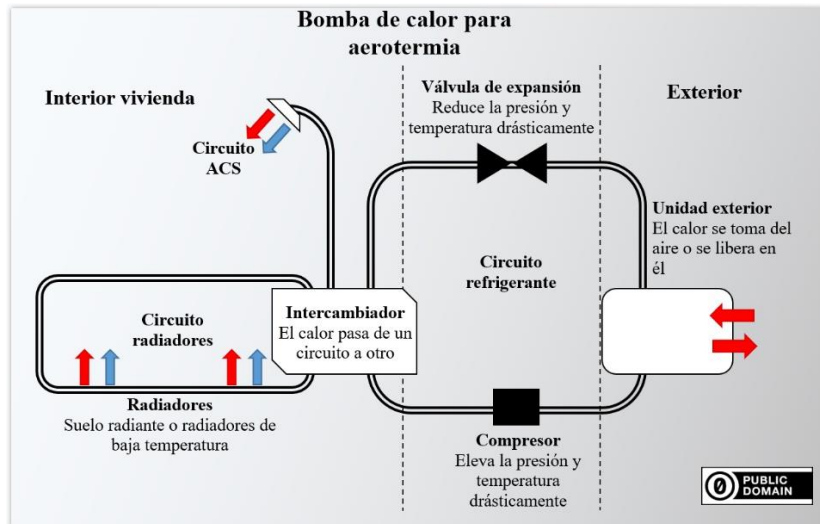


Figura 15 – Esquemas de funcionamiento de la bomba de calor [15]

Con este equipo, se consiguen unos rendimientos muy superiores a otros sistemas de climatización y producción de agua caliente, pudiendo llegar a valores de incluso el 500%, es decir, que por cada kW eléctrico que se proporciona al sistema, se pueden obtener 5 kW térmicos [16]. Esto hace que los sistemas de aerotermia sean considerados por normativa como generación renovable [13]. A la hora de calcular la cantidad de energía renovable que se puede considerar suministrada a partir de bombas de calor, se debe aplicar la siguiente expresión:

$$E_R = Q_{BC} * \left(1 - \frac{1}{SCOP}\right)$$

(Ecuación 14)

En la que:

$$Q_{BC} = H_{BC} * P_{BC}$$

(Ecuación 15)

Donde  $E_R$  es la energía renovable suministrada por las bombas de calor,  $Q_{BC}$  es el calor útil proporcionado por las bombas de calor, en GWh, SCOP es el coeficiente de rendimiento medio estacional estimado,  $H_{BC}$  son las horas equivalentes de funcionamiento a plena carga y  $P_{BC}$  es la potencia de la bombas de calor instaladas, en GW [17].

De esta forma, con la instalación de equipos de aerotermia en las viviendas, se consigue un sistema de gran eficiencia, eficaz tanto para calefacción como para refrigeración en función de las necesidades en cada momento del año y, además, considerado respetuoso con el medioambiente.

### 8.1.3. Mediciones y presupuesto

A continuación, se adjunta la tabla en la que se detallan las mediciones y el presupuesto del equipo de aerotermia, al que se le ha asignado el código 05.00 para identificar sus elementos, junto con las instalaciones que este implica desarrollar, con el fin de conocer el coste total de su ejecución.

Los importes mostrados hacen referencia al Presupuesto de Contrata, es decir, que para cada elemento incluyen tanto los Costes Directos (CD), los Costes Indirectos (CI), los Gastos Generales (GG) y el Beneficio Industrial (BI). El desarrollo de estos costes se encuentra resumido en el *apartado 14* del anexo.

Tabla 27 – Mediciones y presupuesto del Sistema 1

CÓDIGO	NOMBRE	PRECIO (€)	UNIDADES											IMPORTE (€)	
			14A	14B	14C	14D	14E	14F	14G	14H	14I	14J	TOTAL		
01.00	Instalación de fontanería	23.058,02	1,00											1,00	<b>23.058,02</b>
02.00	Instalación de calefacción	74.795,69	1,00											1,00	<b>74.795,69</b>
03.00	Instalación de ventilación	22.699,68	1,00											1,00	<b>22.699,68</b>
05.01	Bomba de calor de 5 kW PANASONIC ALL IN ONE K generation R32 single phase with 3 kw heater. KIT ADC03K3E5	10804,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>108.047,01</b>
05.02	Instalación de saneamiento para conexión y desagüe de unidad interior de aeroterminia	30,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>300,70</b>
05.03	Alimentación aeroterminia separando unidad interior y exterior incluyendo conductor de cobre s/UNE H07V de 4 mm <sup>2</sup> de sección	42,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>424,02</b>
<b>TOTAL SISTEMA 1</b>														<b>229.325,13</b>	

#### 8.1.4. Implementación en CERMA

Para implementar esta instalación en el programa CERMA, se debe acudir a la pestaña de 'Instalaciones'. En ella, habrá que crear la instalación de aeroterminia definiendo el tipo de sistema que se va a introducir, el cual es de producción de ACS + calefacción, la tipología, que será individual, y el tipo de generador, que como ya se ha dicho, es una aeroterminia, denominada en el programa como bomba de calor (BC) aire-agua. También se definirán las características del sistema de ventilación, que se ha explicado de forma general en el *apartado 5.3*, ya que esta instalación es común a las tres alternativas de climatización.

Tras esto, se detallan las características de la aeroterminia, que son las siguientes:

- Al contar con tipología individual, se tienen 10 equipos, uno por vivienda.
- Se dispone de un interacumulador.
- No se tiene red de retorno, ya que no se supera en ningún caso los 15 metros de distancia entre el equipo de producción de ACS y los puntos de consumo.
- La alimentación de agua se hace directamente desde la red.
- El sistema de calefacción al que se va a alimentar es de tipo suelo radiante.
- La potencia calorífica de la bomba de calor es de 3,20 kW y la potencia eléctrica, de 0,9 kW, relacionadas ambas por el COP, que es de 3,55 para las condiciones del emplazamiento en el que se encuentra la instalación.
- El volumen de acumulación de equipo es de 180 litros, las temperaturas de consigna alta y baja son 55 y 45 °C respectivamente y la resistencia de apoyo es de 2 kW.

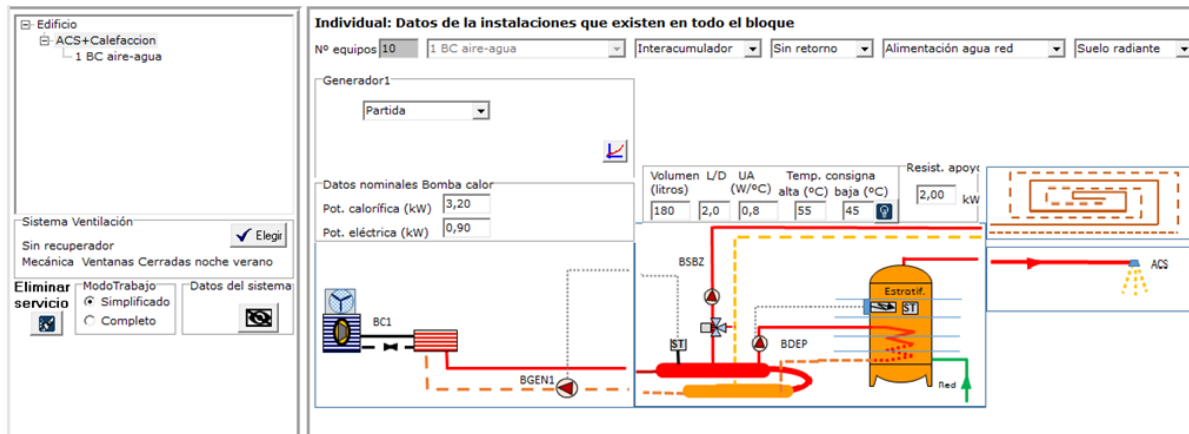


Figura 16 – Datos introducidos en la pestaña 'instalaciones' de CERMA para caracterizar la aerotermia

## 8.2. SISTEMA 2

### 8.2.1. Características del sistema

Este sistema de climatización, denominado **Sistema 2**, está compuesto por una **caldera**, modelo *Cerapur Smart ZWB 28-3 C*, de la marca Junkers, y por un **equipo de producción de energía solar térmica**, que dispone de 2 captadores por vivienda, modelo *GH CAPTUR*, de la marca Saltoki. Estos equipos serán los encargados de la producción tanto del ACS como del agua caliente que alimente el suelo radiante de las viviendas. Las características de ambos se encuentran detalladas en sus fichas técnicas adjuntas en el *apartado 15* de este proyecto.

Relacionadas con este sistema y con la climatización de las viviendas, se tendrán las siguientes instalaciones:

- Instalación de **fontanería**.
- Instalación de **calefacción** por suelo radiante.
- Instalación de **ventilación**.
- Instalación de **gas**.

Como se puede ver, a diferencia del sistema con aerotermia, en este caso se necesita incluir una instalación más, la de gas natural, dado que para el funcionamiento de la caldera es imprescindible el uso de un combustible. Esto hará que, al considerar la elección de este sistema, haya que tener en cuenta todos los elementos que integran la red de abastecimiento de gas en las viviendas, lo que afecta tanto en la parte técnica como en la económica, ya que implica un desarrollo y un desembolso extra. El recuento de estos elementos se encuentra detallado en el *apartado 6.4*, donde se adjuntan las mediciones y el presupuesto de esta parte del proyecto.

Por otro lado, ocurre un caso similar con el sistema de captación de energía solar térmica. Aunque en este trabajo ha sido tratada como otro equipo de producción de agua caliente como puede ser una caldera o una aerotermia, esta incluye su propia instalación de producción, almacenamiento y circulación de agua en el edificio, desde los captadores hasta la conexión con la caldera. Esta ha sido diseñada y dimensionada a partir de un estándar para viviendas de tamaño muy similar a las de este trabajo, instalada en otros proyectos de construcción. Los diferentes elementos que la componen se encuentran detallados en el *apartado 8.2.3*, donde se incluyen las mediciones y presupuesto de este sistema.

## 8.2.2. Fundamento teórico

### 8.2.2.1. Caldera de condensación

Se trata de un tipo de caldera de gas cuyo funcionamiento se basa en la condensación de gran parte de los vapores de agua presentes en los humos producidos en la combustión que calienta el agua, de los que aprovecha el calor latente, es decir, la energía que se libera en el cambio de fase de estado gaseoso a estado líquido, para alcanzar altos rendimientos. En las calderas que no son de condensación, este calor latente se pierde en los humos, que son evacuados a altas temperaturas, llegando incluso a los 120°C, por los 45°C que se alcanzan de media en las que sí son de condensación [18].

En la siguiente figura se puede ver el esquema de funcionamiento de una caldera de este tipo, donde se indica la entrada de gas (1), la entrada de aire (2), la salida de humos (3), la entrada (4) y salida (5) del agua a calentar y la salida del agua condensada (6).

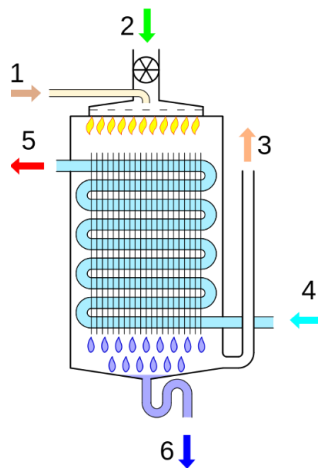


Figura 17 – Esquema de funcionamiento de una caldera de condensación [19]

Estas calderas, además, al no necesitar mantener elevada la temperatura de los humos, tienen una potencia mínima muy reducida, con lo que mejoran notablemente sus posibilidades de regulación y pueden funcionar de continuo, evitando los arranques y paradas [18].

En conjunto, todo esto hace que, en comparación con las calderas que no son de condensación, este tipo de sistema tenga menores emisiones de gases contaminantes, genere menos ruido y suponga un mayor ahorro energético y, por tanto, económico. Por ello, resulta la opción más recomendable dentro de los distintos tipos de calderas disponibles en la actualidad.

### 8.2.2.2. Equipo de producción de energía solar térmica

Los equipos de producción de energía solar térmica basan su funcionamiento en la captación mediante paneles de la radiación del sol para calentar un fluido, en este caso agua, la cual sigue las siguientes fases:

- En primer lugar, el agua caliente sale del captador solar, conducida a través de un circuito cerrado primario hasta el intercambiador de calor presente en el depósito acumulador.
- En este intercambiador se produce la transmisión de calor desde el agua del circuito primario al depósito, donde se acumula el agua caliente.

- El acumulador abastece a un circuito cerrado secundario, que conduce el agua hasta otro intercambiador de calor, previo a la entrada en la caldera.
- Aquí, el agua del circuito secundario transmite el calor y precalienta el agua fría procedente de la red que va a entrar en la caldera.

De esta forma, se reduce la cantidad de energía que es necesario aportar con la caldera al agua de la red, que llega a una temperatura aproximada de 15°C, para elevar su temperatura hasta los valores deseados. Esto supone la combustión de una menor cantidad de gas y, por tanto, un ahorro de energía.

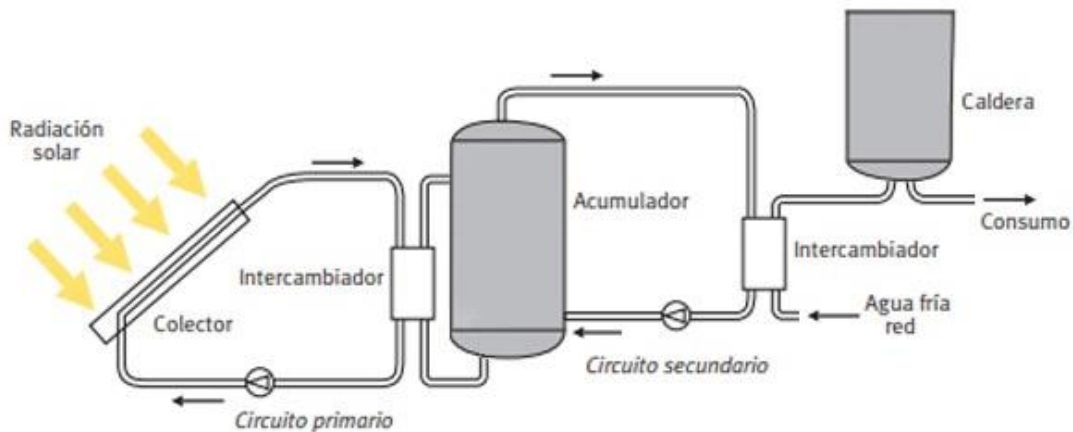


Figura 18 – Esquema de la instalación del equipo de solar térmica [20]

Por tanto, para llevar a cabo este proceso, además de los captadores, serán necesarios dispositivos como el acumulador o las bombas, además de una instalación hidráulica que conecte todo el sistema. Todo esto se explica tanto en el *apartado 5.3.3*, donde se enumeran los principales dispositivos que requiere la instalación, como en el *apartado 8.2.3*, donde se incluyen las mediciones y presupuesto que detallan todos los elementos necesarios. Su disposición exacta se incluye en el plano dedicado a esta instalación en el anexo.

Por último, cabe destacar que la instalación de este sistema de captación solar térmica para trabajar junto con la caldera tiene como principal objetivo cumplir el requerimiento de producción mínima energía renovable para la producción de ACS establecido por el documento DB-HE 4 del CTE. Este mínimo, dado que la instalación está dimensionada para un consumo de ACS diario total de unos 500 litros, será del 60% mientras que, para aquellos edificios con un consumo mayor a 5000 litros al día, el porcentaje sube al 70%. Como se puede ver más adelante plasmado en los resultados de los certificados energéticos, se alcanza en este caso una contribución de energía renovable para la producción de ACS del **84,4%**, por lo que se cumple con creces la normativa.

### 8.2.3. Mediciones y presupuesto

A continuación, se adjuntan la tablas de mediciones y el presupuestos de los equipos de caldera y de producción de energía solar térmica, junto con las instalaciones que estos implican desarrollar, con el fin de conocer el coste total de su ejecución. Los importes mostrados hacen referencia al Presupuesto de Contrata, tal y como se ha explicado en el *apartado 8.1.3*. Cabe destacar que los elementos pertenecientes a la caldera se distinguen por el código 06.00, mientras que para el equipo de solar térmica el código es 07.00.

Tabla 28 – Mediciones y presupuesto del Sistema 2

CÓDIGO	NOMBRE	PRECIO (€)	UNIDADES											IMPORTE (€)	
			14A	14B	14C	14D	14E	14F	14G	14H	14I	14J	TOTAL		
01.00	Instalación de fontanería	23.058,02	1,00											1,00	<b>23.058,02</b>
02.00	Instalación de calefacción	74.795,69	1,00											1,00	<b>74.795,69</b>
03.00	Instalación de ventilación	22.699,68	1,00											1,00	<b>22.699,68</b>
04.00	Instalación de gas	19.183,35	1,00											1,00	<b>19.183,35</b>
06.01	Caldera mural de condensación para calefacción y ACS, de una potencia de 22 kW para calefacción y 28 kW para ACS JUNKERS/CERAPUR SMART ZWB 28-3C	2.951,26	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>29.512,65</b>
06.02	Conjunto biflujo para toma de aire y evacuación de humos	1.356,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>13.563,29</b>
06.03	Desagüe para caldera mural a de tubo de PP rígido de 32 mm	14,63	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>146,31</b>
07.01	Captador solar plano de 1,83 m2 y 1,28 kW GH CAPTUR 20V	688,46	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	<b>13.769,15</b>
07.02	Accesorio adaptable a caldera para integración de solar y producción de ACS JUNKERS/SOLARBOX CLASSIC	458,39	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>4.583,92</b>
07.03	Tubería de cobre duro estirado, según UNE-EN 1057, diámetro 22 mm	19,34	48,00											48,00	<b>928,31</b>
07.04	Tubería de cobre duro estirado, según UNE-EN 1057, Ø28 mm	29,66	40,00											40,00	<b>1.186,39</b>
07.05	Tubería de polipropileno serie 3,2 según norma UNE-EN IS Ø63 mm	61,74	178,00											178,00	<b>10.990,11</b>
07.06	Tubería de polipropileno serie 3,2 según norma UNE-EN IS Ø25 mm	49,92	15,00											15,00	<b>748,75</b>
07.07	Conexión hidráulica para electrobomba para circuito primario	350,02	1,00											1,00	<b>350,02</b>
07.08	Bomba centrífuga circuladora GB01 de regulación electrónica	727,05	1,00											1,00	<b>727,05</b>
07.09	Depósito de expansión cerrado de membrana de 35 l de capacidad	79,21	1,00											1,00	<b>79,21</b>
07.10	Depósito de expansión cerrado de membrana de 50 l de capacidad	153,29	1,00											1,00	<b>153,29</b>
07.11	Conjunto de protección contra sobrecalentamientos para instalación ST	1018,14	1,00											1,00	<b>1.018,14</b>
07.12	Conexión hidráulica a depósito con serpentín DEP01	995,31	1,00											1,00	<b>995,31</b>
07.13	Acumulador de ACS de capacidad 1500 L	2863,71	1,00											1,00	<b>2.863,71</b>
07.14	Conexión hidráulica para electrobomba GB02 para instalación de ST	526,32	1,00											1,00	<b>526,32</b>
07.15	Bomba circuladora de ACS GB02 con motor de 0,186 W, regulación eléctrica	1433,48	2,00											2,00	<b>2.866,97</b>
07.16	Válvula de bola de latón, para montaje roscado, de 20 mm	10,21	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	20,00	<b>204,21</b>
07.17	Válvula de bola de latón, para montaje roscado, de 25 mm	11,50	2,00											2,00	<b>22,99</b>
07.18	Válvula de bola de latón, para montaje roscado, de 50 mm	36,57	4,00											4,00	<b>146,29</b>
07.19	Válvula de retención de disco para ACS	30,66	1,00											1,00	<b>30,66</b>
07.20	Válvula de equilibrado soldada/roscada, fabricada en metal de 50 mm	251,66	4,00											4,00	<b>1.006,65</b>
07.21	Grifo de prueba y vaciado de latón, montaje roscado, mando manual	7,66	1,00											1,00	<b>7,66</b>
07.22	Purgador manual de aire de 1/8" con llave de paso.	7,66	1,00											1,00	<b>7,66</b>
07.23	Contador de calorías de 6 m3/h	767,76	1,00											1,00	<b>767,76</b>
07.24	Contador electrónico para acometida de agua caliente solar	346,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>3.462,00</b>
07.25	Filtro para acometida agua caliente solar	19,16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>191,62</b>
<b>TOTAL SISTEMA 2</b>														<b>230.593,14</b>	



### 8.2.4. Implementación en CERMA

Para caracterizar esta instalación, se debe acudir de nuevo a la pestaña 'Instalaciones' de CERMA. Ahora habrá que introducir en el programa tanto la caldera como el equipo de captación de energía solar térmica. En este caso, el primero se define como equipo de producción de ACS + calefacción, con tipología individual y de tipo caldera. Sus características serán las siguientes:

- Al contar con tipología individual, se tienen 10 equipos, uno por vivienda.
- Se dispone de un interacumulador.
- No se tiene red de retorno, ya que no se supera en ningún caso los 15 metros de distancia entre el equipo de producción de ACS y los puntos de consumo.
- La alimentación de agua se hace desde el interacumulador del equipo de captación solar.
- El sistema de calefacción al que se va a alimentar es de tipo suelo radiante.
- La potencia calorífica de la caldera es de 22 kW y la potencia eléctrica, de 0,99 kW. Este último dato en la práctica tiene un valor aproximado de 1,07 para instalaciones de caldera con suelo radiante, sin embargo, el valor máximo que permite el programa es 0,99, por lo que es el que finalmente se define.
- Se trata de una caldera de condensación, su volumen de acumulación es de 180 litros, las temperaturas de consigna alta y baja son 55 y 45 °C respectivamente y el combustible es gas natural.

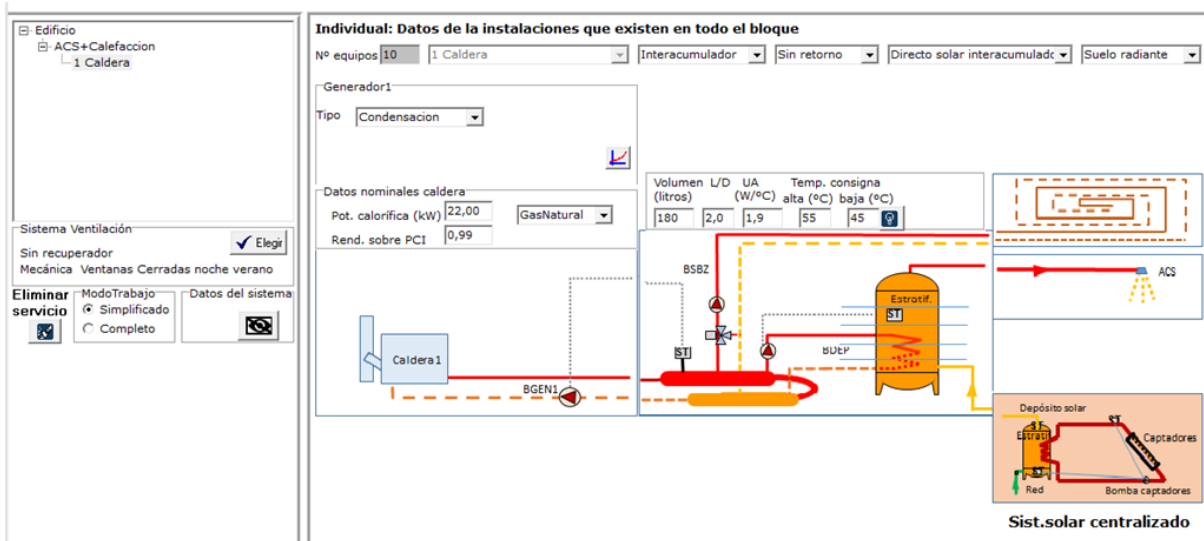


Figura 19 – Datos introducidos en la pestaña 'Instalaciones' de CERMA para caracterizar la caldera del sistema 3

Para caracterizar el sistema de captación de energía solar térmica, se accede a la pestaña 'E. solar térmica', donde se introduce el número de captadores, que serán 20 ya que hay 2 por vivienda; la superficie de los captadores, que será de 2 m<sup>2</sup>; la orientación de los paneles, que se mantiene en el valor predeterminado de 0°, es decir, hacia el sur; y su inclinación, que se hace coincidir con el valor de la latitud en Pamplona, 42°, para maximizar la captación de la radiación solar. Los captadores serán de tipo plano.



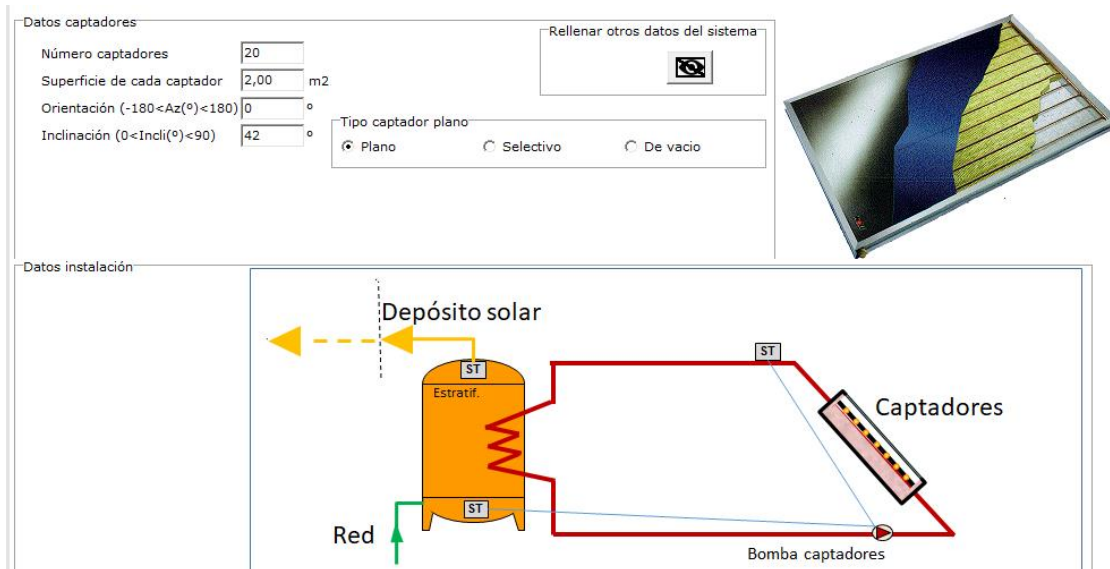


Figura 20 – Datos introducidos en la pestaña 'E. solar térmica' de CERMA para caracterizar los colectores

También se definirán las características del sistema de ventilación en este apartado, de la misma manera que se ha explicado en el punto anterior.

### 8.3. SISTEMA 3

#### 8.3.1. Características del sistema

Este sistema de climatización, denominado **Sistema 3**, está compuesto por una **caldera**, modelo *Cerapur Smart ZWB 28-3 C*, de la marca Junkers, y por un **equipo de aerotermia para producción de ACS**, modelo *NUOS EVO 110*, de la marca Ariston. En este caso, la caldera será la responsable de producir el agua caliente para alimentar el circuito de calefacción por suelo radiante, mientras que la bomba de calor dedicada se encargará de la producción de ACS. Las características de ambos se encuentran detalladas en sus fichas técnicas adjuntas en el *apartado 18* de este proyecto.

Relacionadas con este sistema y con la climatización de las viviendas, se tendrán las siguientes instalaciones:

- Instalación de **fontanería**.
- Instalación de **calefacción** por suelo radiante.
- Instalación de **ventilación**.
- Instalación de **gas**.

De nuevo, al disponer de caldera, será necesario el desarrollo de la instalación de gas. El recuento de estos elementos se encuentra detallado en el *apartado 6.4*, donde se adjuntan las mediciones y el presupuesto de esta parte del proyecto.

### 8.3.2. Fundamento teórico

#### 8.3.2.1. Caldera de condensación

La explicación teórica del funcionamiento de este equipo se encuentra desarrollada en el *apartado 8.2.2*.

#### 8.3.2.2. Aerotermia para ACS

Los equipos de aerotermia para ACS de tipo sistema compacto, también denominados bombas de calor dedicadas, siguen el mismo principio de funcionamiento que el de la aerotermia convencional, explicado previamente en el *apartado 8.1.2*. La principal diferencia en este caso reside en que, en este equipo, todos los elementos que llevan a cabo el ciclo termodinámico se encuentran separados de forma segura dentro de una misma unidad, la cual estará colocada en el interior de las viviendas, concretamente en cocinas. El esquema de este equipo se puede ver en la figura mostrada a continuación, donde se pueden ver las entradas y salidas tanto de aire como de agua.

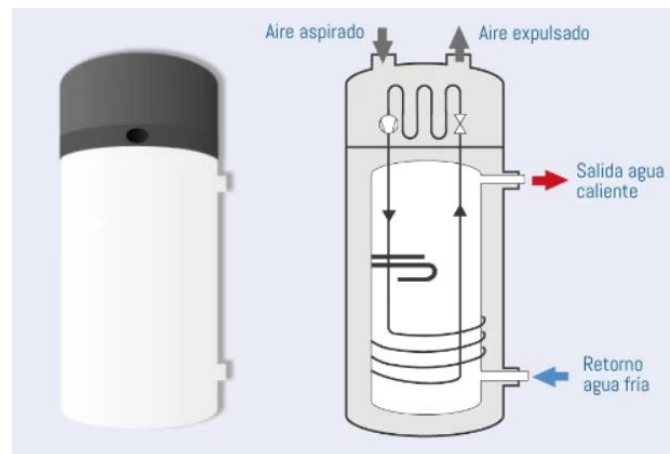


Figura 21 – Esquema de funcionamiento de aerotermia para producción de ACS [21]

Al igual que sucedía en el caso del equipo de producción de energía solar térmica en el Sistema 2, en este se incluye la aerotermia para producción de ACS con el objetivo de cumplir el requerimiento mínimo de contribución de energía procedente de fuentes renovables para producción de ACS, establecido por el CTE en su documento DB-HE 4, donde se indica que para el presente caso es necesario, al menos, llegar al 60%. Como se puede comprobar en el certificado energético de este sistema, incluido en el anexo, el porcentaje es del 61,5%, por lo que también se cumple este requisito.

### 8.3.3. Mediciones y presupuesto

A continuación, se adjuntan la tablas de mediciones y el presupuestos de los equipos de caldera y de aerotermia para ACS, junto con las instalaciones que estos implican desarrollar, con el fin de conocer el coste total de su ejecución. Los importes mostrados hacen referencia al Presupuesto de Contrata, tal y como se ha explicado en el *apartado 8.1.3*. Cabe destacar que los elementos pertenecientes a la caldera se distinguen por el código 06.XX, mientras que para el equipo de aerotermia para ACS el código es 08.XX.

Tabla 29 – Mediciones y presupuesto del Sistema 3

CÓDIGO	NOMBRE	PRECIO (€)	UNIDADES											IMPORTE (€)	
			14A	14B	14C	14D	14E	14F	14G	14H	14I	14J	TOTAL		
01.00	Instalación de fontanería	23.058,02	1,00											1,00	<b>23.058,02</b>
02.00	Instalación de calefacción	74.795,69	1,00											1,00	<b>74.795,69</b>
03.00	Instalación de ventilación	22.699,68	1,00											1,00	<b>22.699,68</b>
04.00	Instalación de gas	19.183,35	1,00											1,00	<b>19.183,35</b>
06.01	Caldera mural de condensación para calefacción y ACS, de una potencia de 22 kW para calefacción y 28 kW para ACS JUNKERS/CERAPUR SMART ZWB 28-3C	2.951,26	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>29.512,65</b>
06.02	Conjunto biflujo para toma de aire y evacuación de humos	1.356,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>13.563,29</b>
06.03	Desagüe para caldera mural a de tubo de PP rígido de 32 mm	14,63	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>146,31</b>
08.01	Bomba de calor mural compacta para ACS NUOS 110 EVO MONOBLOC	2935,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>29351,55</b>
08.02	Instalación de saneamiento para conexonado y desagüe de unidad interior de aerotermia	30,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>300,70</b>
08.03	Alimentación aerotermia separando unidad interior y exterior incluyendo conductor de cobre s/UNE H07V de 4 mm <sup>2</sup> de sección	42,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	10,00	<b>424,02</b>
<b>TOTAL SISTEMA 3</b>														<b>213.035,27</b>	

#### 8.3.4. Implementación en CERMA

Para la implementación del sistema en CERMA, se accede de nuevo a la pestaña 'Instalaciones', donde se debe definir tanto la caldera como el sistema de aerotermia para ACS. En el caso de la caldera, esta se introduce como equipo únicamente de calefacción, con tipología individual, y de tipo caldera. Sus características serán las siguientes:

- Al contar con tipología individual, se tienen 10 equipos, uno por vivienda.
- Se dispone de un colector.
- El sistema de calefacción al que se va a alimentar es de tipo suelo radiante.
- La potencia calorífica de la caldera es de 22 kW y la potencia eléctrica, de 0,99 kW. Este último dato en la práctica tiene un valor aproximado de 1,07 para instalaciones de caldera con suelo radiante, sin embargo, el valor máximo que permite el programa es 0,99, por lo que es el que finalmente se define.
- Se trata de una caldera de condensación y su combustible es gas natural.

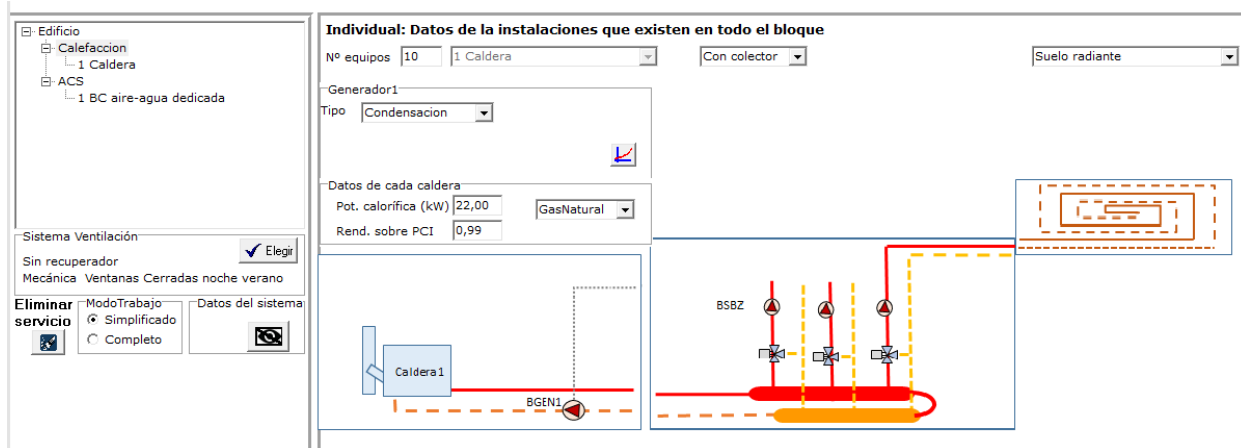


Figura 22 – Datos introducidos en la pestaña 'Instalaciones' de CERMA para caracterizar la caldera del sistema 3

En lo que respecta a la aerotermia para ACS, este se introduce como equipo de producción de ACS, de nuevo con tipología individual y con la denominación de bomba de calor (BC) aire-agua dedicada. Sus características son:

- Al contar con tipología individual, se tienen 10 equipos, uno por vivienda.
- No se tiene red de retorno, ya que no se supera en ningún caso los 15 metros de distancia entre el equipo de producción de ACS y los puntos de consumo.
- La alimentación de agua se hace directamente desde la red.
- El SCOP tiene un valor de 2,60.

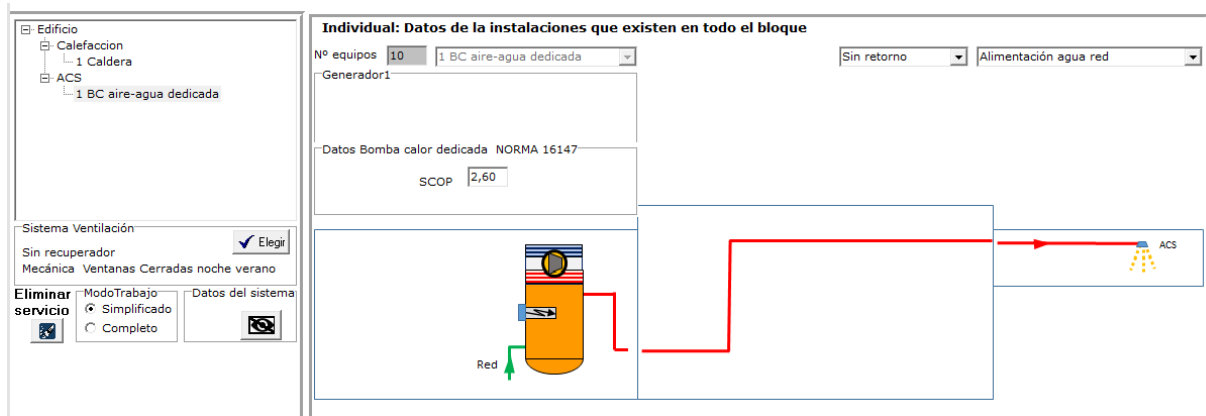


Figura 23 – Datos introducidos en la pestaña 'Instalaciones' de CERMA para caracterizar la aerotermia para ACS

## 9. RESULTADOS Y COMPARATIVA

Una vez caracterizados e implementados los tres sistemas en CERMA, se lleva a cabo la generación tanto de los certificados energéticos del bloque como de los informes de justificación de cumplimiento de las directrices establecidas por el documento básico DB-HE del CTE. Estos documentos se encuentran adjuntos en los *apartados 16 y 17* del anexo.

En lo que respecta al **Sistema 1**, el informe indica que ha obtenido una calificación **B** en el apartado de consumo de energía primaria no renovable, siendo este de **43,91 kWh/m<sup>2</sup>\*año**. En emisiones de CO<sub>2</sub>, obtiene una calificación **A** con **7,50 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*año**, como se puede ver en la siguiente figura. De estas emisiones, el 64,8% corresponden a la calefacción, el 20,5% a la producción de ACS y el 14,7% restante, a la refrigeración.

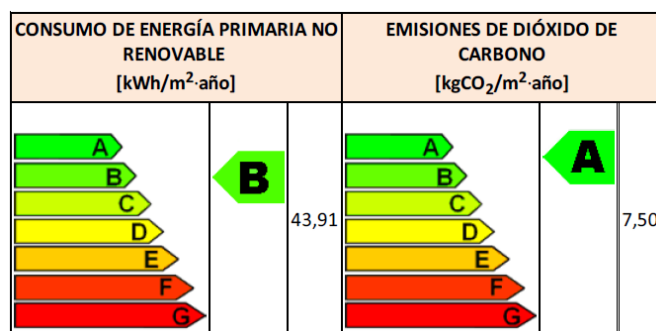


Figura 24 – Calificación energética obtenida por el Sistema 1

Con estos resultados, se tiene que con el Sistema 1 las viviendas presentan un consumo de energía primaria no renovable mejor al 98,9% de los edificios existentes a los que se ha evaluado energéticamente en España, mientras que en lo que respecta a las emisiones de CO<sub>2</sub>, se encuentran entre el 0,3% superior [23], lo que resulta un comportamiento muy positivo. Esto obedece a las normativas presentadas por la Unión Europea en materia de eficiencia energética, donde se insta a los Estados miembros a aumentar el número de edificios con un consumo de energía *casi nulo* [24]. Este concepto hace referencia a aquellos edificios con una alta eficiencia energética, que presenten consumos reducidos que además estén cubiertos en su mayor parte por energías de origen renovable [25].

En cuanto al informe de cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos por el DB-HE del CTE, este indica que se cumplen todos los apartados a los que se aplica:

- **Requisito HE0 – Consumo de energía primaria:** se cumple este requisito, ya que tanto el consumo de energía primaria no renovable (48,09 kWh/m<sup>2</sup>\*año) como de energía primaria total (83,40 kWh/m<sup>2</sup>\*año) están sensiblemente por debajo de los límites máximos (70 y 105 kWh/m<sup>2</sup>\*año respectivamente).
- **Requisito HE1 – Condiciones para el control de la demanda energética:** se cumple este requisito, ya que tanto el valor del coeficiente global de transmisión de calor de la envolvente térmica (0,688 W/m<sup>2</sup>\*K) como su control solar (0,189 kWh/m<sup>2</sup>\*mes) están por debajo de los máximos (0,7 W/m<sup>2</sup>\*K y 2 kWh/m<sup>2</sup>\*mes respectivamente).
- **Requisito HE4 – Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS:** se cumple este requisito, ya que con un aporte del 73,6% gracias a la bomba de calor, se supera el mínimo del 60% establecido para este caso, donde la demanda de ACS total es menor a 5000 L/día.

En cuanto al informe del **Sistema 2**, este indica que se ha obtenido una calificación **B** tanto en el apartado de consumo de energía primaria no renovable, siendo este de **51,88 kWh/m<sup>2</sup>\*año**, como en el de emisiones de CO<sub>2</sub>, con **10,31 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*año**, como se puede ver en la figura mostrada a continuación. En este caso, el 82,6% de las emisiones corresponden a la calefacción, mientras que el 10,8% son atribuibles a la refrigeración y sólo el 6,6% son debidas a la producción de ACS, lo que es debido mayoritariamente a la producción de energía solar térmica de la que dispone este sistema.

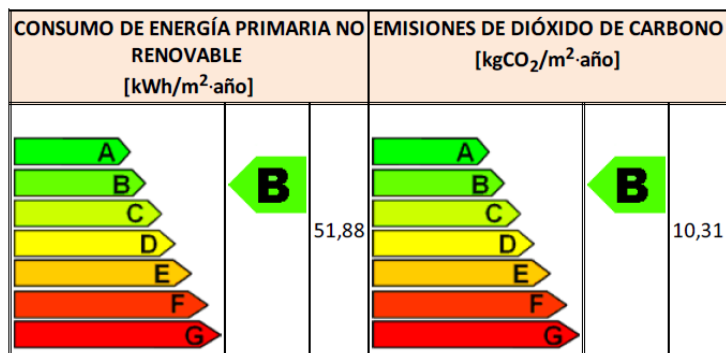


Figura 25 – Calificación energética obtenida por el Sistema 2

Así, se obtiene que con el Sistema 2 las viviendas de nuevo presentan un consumo de energía primaria no renovable mejor, como mínimo, al 98,9% de los edificios existentes a los que se ha evaluado energéticamente en España, mientras que, en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, superan al 98,8% restante [23], lo que supone de nuevo un muy buen resultado en ambos criterios.

En cuanto al informe de cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos por el DB-HE del CTE, este indica que se cumplen todos los apartados a los que aplica el edificio:

- **Requisito HE0 – Consumo de energía primaria:** se cumple este requisito, ya que tanto el consumo de energía primaria no renovable (56,06 kWh/m<sup>2</sup>\*año) como de energía primaria total (71,82 kWh/m<sup>2</sup>\*año) están por debajo de los límites (70 y 105 kWh/m<sup>2</sup>\*año respectivamente).
- **Requisito HE1 – Condiciones para el control de la demanda energética:** se cumple este requisito, tal y como se explica en la parte del Sistema 1, ya que para las tres alternativas se obtendrán los mismos resultados en este criterio, debido a que el edificio y los cerramientos de base son los mismos en los tres casos.
- **Requisito HE4 – Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS:** se cumple este requisito, ya que con un aporte del 84,4%, potenciado por la producción de ACS con energía solar térmica, se supera con creces el mínimo del 60%.

Por último, en lo que respecta al **Sistema 3**, el documento muestra que se ha conseguido calificación **C** en el apartado de consumo de energía primaria no renovable, con **61,01 kWh/m<sup>2</sup>\*año**, mientras que en el de emisiones de CO<sub>2</sub> se tienen **11,73 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>\*año**, tal y como se muestra en la figura. En este caso, la calefacción es responsable del 73,3% de las emisiones, la producción de ACS del 17,2% y la refrigeración del 9,4% restante.

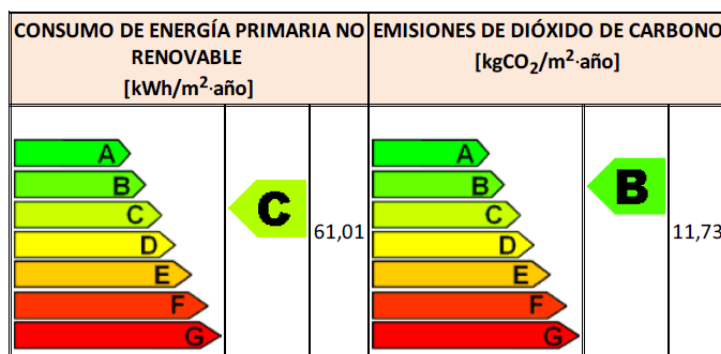


Figura 26 – Calificación energética obtenida por el Sistema 3

Así, las viviendas en las que se basa el proyecto, en caso de contar con el Sistema 3 de climatización, tendrían un consumo de energía primaria no renovable mejor al 95,4% de los edificios existentes evaluados energéticamente en España. En cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, se encontrarían dentro del 1,2% superior [23]. Con esta calificación, se consiguen unos resultados considerablemente por encima de la media nacional.

En cuanto al informe de cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos por el DB-HE del CTE, este indica que se cumplen todos los apartados a los que aplica el edificio:

- **Requisito HE0 – Consumo de energía primaria:** se cumple este requisito, ya que tanto el consumo de energía primaria no renovable (65,18 kWh/m<sup>2</sup>\*año) como de energía primaria total (76,86 kWh/m<sup>2</sup>\*año) están por debajo de los límites (70 y 105 kWh/m<sup>2</sup>\*año respectivamente).
- **Requisito HE1 – Condiciones para el control de la demanda energética:** se cumple este requisito, tal y como se ha explicado en el caso de los Sistemas 1 y 2.
- **Requisito HE4 – Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS:** se cumple este requisito gracias a la bomba de calor dedicada encargada de la producción de ACS, que con un aporte del 61,5%, supera por poco el mínimo del 60%.

Una vez obtenidos estos resultados para las calificaciones energéticas de cada una de las tres alternativas, se resumen en la tabla mostrada a continuación:

Tabla 30 – Resumen de los resultados de las calificaciones energéticas de las tres alternativas

ALTERNATIVA	CEPNR (kWh/m <sup>2</sup> *año)	Calificación CEPNR	E. CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *año)	Calificación E. CO <sub>2</sub>	HE0	HE1	HE4
Sistema 1	43,91	B	7,50	A	Cumple	Cumple	Cumple (73,6%)
Sistema 2	51,88	B	10,31	B	Cumple	Cumple	Cumple (84,4%)
Sistema 3	61,01	C	11,73	B	Cumple	Cumple	Cumple (61,5%)

Como se puede observar con un simple vistazo a la tabla, el sistema que ofrece un mejor comportamiento general en lo relativo a la eficiencia energética es el **Sistema 1**, basado en la climatización y producción de ACS mediante un equipo de aerotermia. Este es el que menor consumo de energía primaria no renovable presenta, un 15,4% y un 28,0% menor que los Sistemas 2 y 3, respectivamente. En cuanto a emisiones del CO<sub>2</sub>, es el único que consigue la calificación A, siendo estas un 27,6% menores que en el Sistema 2 y un 36,1% menores que en el Sistema 3. En ambos criterios, las reducciones porcentuales del Sistema 1 con respecto de los otros dos son sustanciales.

En lo que respecta al cumplimiento de las directrices de ahorro de energía del DB-HE del CTE, se obtienen unos resultados positivos en los tres casos, ya que cumplen con todos los criterios aplicables. Sin embargo, se pueden observar diferencias en el caso de la contribución mínima de energía renovable en la producción de ACS de los tres sistemas.

En este apartado, destaca el Sistema 2, con una producción del 84,4% lo cual se achaca a la aportación que realiza el equipo de producción de ACS a partir de energía solar térmica, que es considerada completamente renovable. Después, se encontraría el Sistema 1 con un 74,4% y, en tercer lugar, el Sistema 3, con un porcentaje, el 61,5%, muy cerca del límite mínimo. Esto es preferible evitarlo, ya que pequeñas variaciones en los resultados obtenidos en la instalación real, una vez ejecutada, pueden provocar que no se alcance este valor y no se cumpla este criterio, lo que supondría un problema importante al ser necesarias modificaciones posteriores.

Con todo esto, se considera que el **Sistema 1** es el más adecuado desde el punto de vista de la eficiencia energética, por lo que, siguiendo este criterio, se recomienda su instalación en los nuevos lofts. Cabe destacar además que, como se puede apreciar en la tabla siguiente, este sistema es el más simple de los tres, necesitando únicamente el desarrollo de 4 instalaciones y/o equipos, mientras que, tanto el Sistema 2 como el Sistema 3, requieren de 6. Esto aumenta la complicación del desarrollo, requiere más técnicos especializados y puede alargar los plazos de ejecución, lo que desaconseja la elección de estas alternativas.

Tabla 31 – Instalaciones que componen cada alternativa

ALTERNATIVA	FONT	CAL	VENT	GAS	AE	CLD	ST	AE ACS	TOTAL
Sistema 1	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	4
Sistema 2	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO	6
Sistema 3	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	6

Por último, en lo relativo al ámbito económico, se puede tomar como punto de partida el Presupuesto de Contrata calculado para cada alternativa. Este, si bien no refleja exactamente el precio que supone cada sistema directamente para el cliente, sirve como aproximación para estimar qué alternativa encarecerá o abaratará más el precio final de las viviendas en el momento de su venta. Los PC obtenidos para cada alternativa son los mostrados a continuación.

Tabla 32 – Presupuesto de Contrata de cada alternativa

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO DE CONTRATA (€)
Sistema 1	229.325,13
Sistema 2	230.593,14
Sistema 3	213.035,27

Aunque a primera vista el Sistema 3 resulta el más barato, se considera necesario analizar más profundamente el impacto económico que tiene cada alternativa a largo plazo para el cliente, pudiendo amortizarse antes un sistema que a priori tiene un coste inicial superior con respecto a otros, en función de variables como el consumo, el precio de la energía o el coste de mantenimiento. Este estudio se lleva a cabo en el Trabajo de Fin de Máster "Desarrollo de tres alternativas de instalación de climatización para 10 viviendas de tipo loft. Estudio económico comparativo y de amortización.", elaborado también en torno al presente proyecto y relativo al Máster en Dirección de Empresas.



## 10. CONCLUSIONES Y POSIBLES MEJORAS

Tras llevar a cabo el desarrollo y la calificación energética de los tres sistemas de climatización alternativos planteados, se ha podido comprobar que la mejor opción, utilizando como criterio la eficiencia energética, es el denominado **Sistema 1**. Este está basado en un equipo de aerotermia, encargado de la producción tanto de agua caliente para calefacción como de ACS, el cual se ha demostrado que ofrece un mejor comportamiento que las otras dos alternativas; el Sistema 2, compuesto por una caldera de condensación junto con una instalación de producción de ACS a partir de energía solar térmica, y el Sistema 3, que dispone de una caldera de condensación y un equipo de aerotermia para la producción de ACS.

Concretamente, se ha obtenido que la elección del Sistema 1 supone una reducción del consumo de energía primaria no renovable del 15,4% y 28,0% y una reducción de emisiones del 27,6% y 36,1% con respecto al Sistema 2 y al Sistema 3, respectivamente. Es por ello por lo que el Sistema 1 ha logrado las mejores valoraciones en las calificaciones energéticas, con una puntuación de B en consumo y de A en emisiones, entrando así a formar parte del 1% del parque de viviendas español con mejor valoración energética.

Cabe destacar además que, de los tres sistemas, el Sistema 1 es el que menor complejidad implica a la hora de diseñar y ejecutar. Esto es debido a que únicamente incorpora, además de las tres instalaciones de base (fontanería, calefacción y ventilación), el equipo de aerotermia, evitando desarrollar instalaciones como la de gas o la de solar térmica, que sí que aparecen en las otras dos opciones.

Por todo esto, se ha decidido instalar el **Sistema 1** como sistema de climatización y producción de agua caliente y ACS en los 10 nuevos lofts, fruto del proyecto de adecuación de local a viviendas en el que se basa el presente Trabajo de Fin de Máster.

Para finalizar, como posible mejora de este trabajo, se plantea el estudio de las modificaciones que se pueden llevar a cabo para mejorar la calificación energética del edificio, mediante la reducción del coeficiente global de transmisión de calor de su envolvente térmica. Este coeficiente, que en los informes de CERMA se indica que tiene un valor de  $0,688 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , se considera que está próximo al valor límite máximo de este parámetro permitido por el DB-HE del CTE en su sección HE1, el cual es  $0,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Por ello, se sugiere plantear y analizar los efectos que tendrían medidas como sustituir vidrios o carpinterías de puertas y ventanas por otros de mejor calidad, aumentar el aislamiento de los distintos paramentos que componen esta envolvente, tanto los verticales como los horizontales, o estudiar la existencia de puentes térmicos para eliminarlos. Con ello, se reduciría la transmisión de energía del edificio con el exterior, disminuyendo así el consumo tanto para calefacción como para refrigeración y, por tanto, mejorando su eficiencia energética.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Serna-Montoya, "La Ingeniería", *Lámpsakos*, no. 1, pp. 13, enero de 2009. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.21501/21454086.749>
- [2] H. Lee et al., "Synthesis report of the IPCC sixth assessment report", IPCC, Ginebra, Suiza, abril de 2023 [En línea]. Disponible: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf)
- [3] IEA, "World Energy Outlook 2022", IEA, Paris, Francia, octubre de 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022?language=es>
- [4] M. Ruiz-Ayúcar, "La contaminación atmosférica mata", *Greenpeace Magazine*, no. 33 pp. 8-11, marzo de 2020. [En línea]. Disponible: <https://revista.greenpeace.es/wp-content/uploads/2020/04/GPM33-1.pdf>
- [5] Eurostat, "Energy consumption in households", Eurostat, Luxemburgo, junio de 2022. [En línea]. Disponible: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_consumption\\_in\\_households#Use\\_of\\_energy\\_products\\_in\\_households\\_by\\_purpose](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households#Use_of_energy_products_in_households_by_purpose)
- [6] Imagen extraída del sitio web IDENA, abril de 2023. [En línea]. Disponible: <https://idena.navarra.es/navegar/>
- [7] Imagen extraída del sitio web Google Earth, abril de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- [8] Documento Básico de Ahorro de Energía (DBHE), Código Técnico de la Edificación, junio de 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>
- [9] Documento Básico de Salubridad (DBHS), Código Técnico de la Edificación, junio de 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>
- [10] Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), julio de 2007. [En línea]. Disponible: <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>
- [11] *Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas*, BOE núm. 254, Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, octubre de 2007. [En línea]. Disponible: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/10/19/1367/con>
- [12] Documento Básico de Protección frente al Ruido (DBHR), Código Técnico de la Edificación, diciembre de 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HR/DBHR.pdf>
- [13] *Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE*, DOUE núm. 140, Parlamento Europeo, junio de 2009. [En línea]. Disponible: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-81013>

- [14] P. Seguí, "Aeroterminia; Qué es, cómo funciona, ventajas y desventajas.", Ovacen.com. [En línea]. Disponible: <https://ovacen.com/aeroterminia/> (Acceso el 11 de mayo de 2023)
- [15] Imagen extraída del sitio web Vicente Valero Montanejos, mayo de 2023 [En línea]. Disponible: <http://vicentevaleromontanejos.com/wp/que-es-la-aeroterminia-y-por-que-sera-la-proxima-calefaccion-de-tu-casa/>
- [16] "Cómo funciona la aeroterminia: descubre sus principios físicos y sus diferentes elementos", Lasian.es. [En línea]. Disponible: <https://lasian.es/como-funciona-aeroterminia/> (Acceso el 15 de mayo de 2023)
- [17] *Decisión de la comisión de 1 de marzo de 2013 por la que se establecen las directrices para el cálculo por los Estados miembros de la energía renovable procedente de las bombas de calor de diferentes tecnologías, conforme a lo dispuesto en el artículo 5 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*, DOUE núm. 62, Parlamento Europeo, marzo de 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.boe.es/doue/2013/062/L00027-00035.pdf>
- [18] I. Arnabat, "Calderas de condensación ¿Cómo funcionan y qué ventajas tienen?", Caloryfrio.com. [En línea]. Disponible: <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/calderas/funcionamiento-calderas-de-condensacion.html> (Acceso el 15 de mayo de 2023)
- [19] Imagen extraída del sitio web Wikimedia Commons, mayo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22460657>
- [20] Imagen extraída del sitio web Remica, mayo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.remica.es/esquema-instalacion-solar-termica/>
- [21] Imagen extraída del sitio web Caloryfrio, mayo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/aeroterminia/aeroterminia-ac-s-calefaccion-todo-lo-que-debes-saber-infografia.html>
- [22] *Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas*. BOE núm. 257, Agencia estatal Boletín Oficial del Estado, octubre de 2001. [En línea]. Disponible: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2001/10/12/1098/con>
- [23] "Estado de la certificación energética de los edificios", IDAE, Madrid, 10º informe, diciembre de 2021. [En línea]. Disponible: [https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Documentos/Documentos%20informativos/2022\\_Informe-seguimiento.pdf](https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Documentos/Documentos%20informativos/2022_Informe-seguimiento.pdf) (Acceso el 29 de mayo de 2023)
- [24] *Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) núm. 663/2009 y (CE) núm. 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) núm. 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo*, DOUE núm. 328, Parlamento Europeo, diciembre de 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00001-00077.pdf>

[25] *DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios*, DOUE núm. 153, Parlamento Europeo, mayo de 2010. [En línea]. Disponible: <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf>

## IV. CAPÍTULO 4 – ANEXOS

## 12. PLANOS

### **BASES:**

- **PLANO 01** – SITUACIÓN
- **PLANO 02** – EMPLAZAMIENTO
- **PLANO 03** – ALZADOS
- **PLANO 04** – PLANTA BAJA
- **PLANO 05** – PLANTA ALTILLOS

### **SISTEMA 1:**

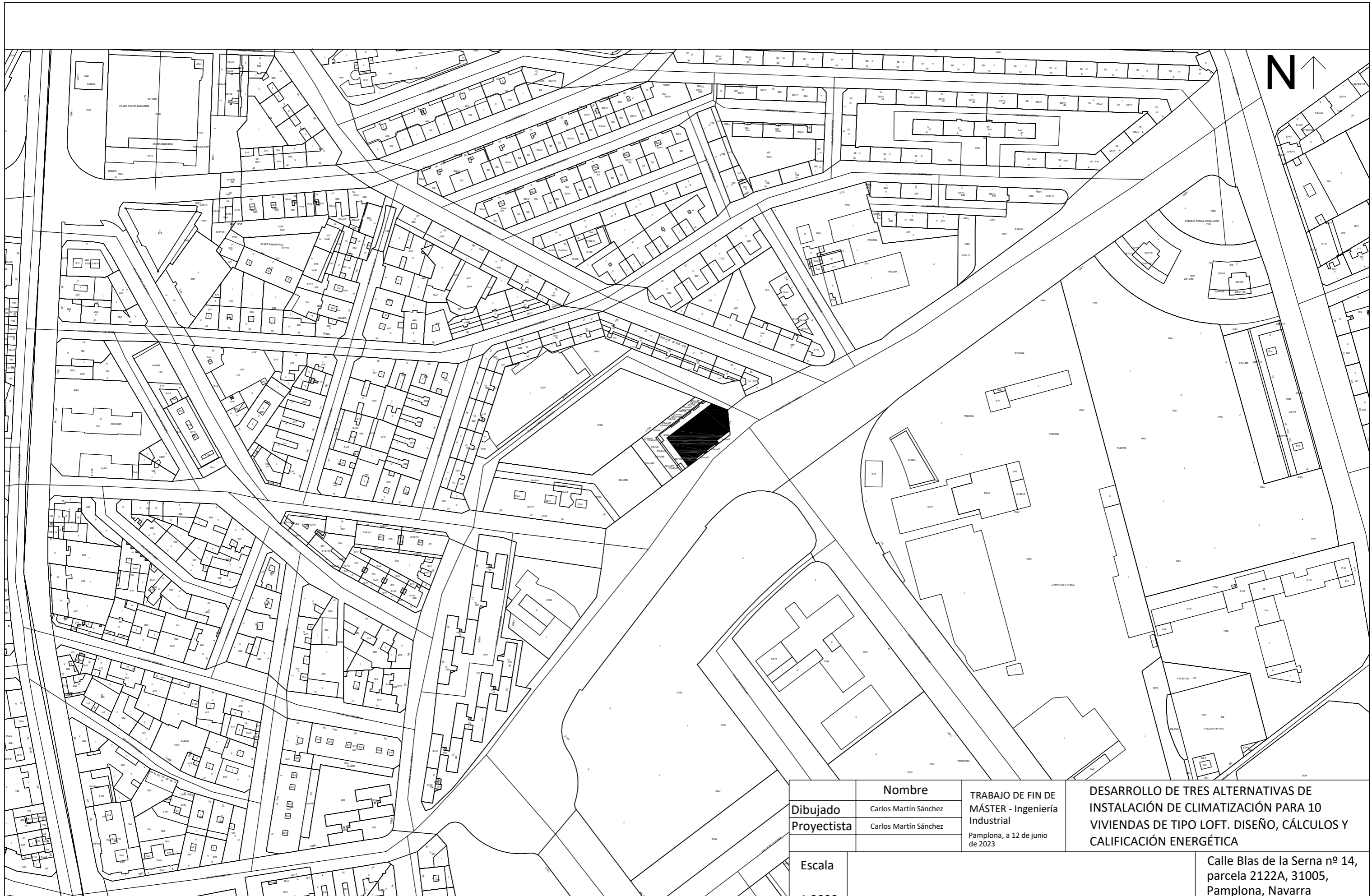
- **PLANO 06** – INSTALACIÓN DE FONTANERÍA CON AEROTERMIA
- **PLANO 08** – INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON AEROTERMIA
- **PLANO 10** – INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON AEROTERMIA EN ALTILLOS
- **PLANO 12** – INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

### **SISTEMA 2:**

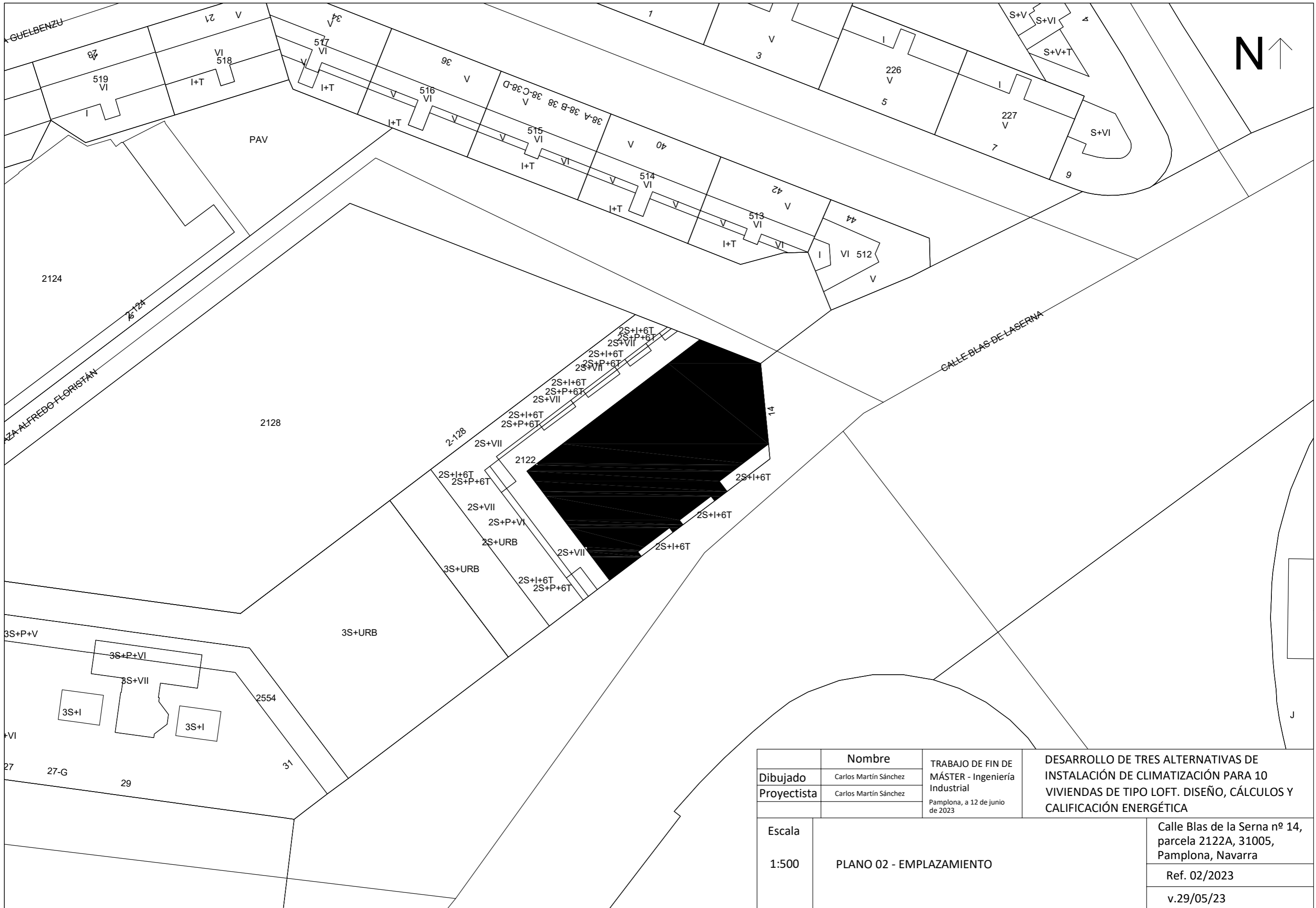
- **PLANO 07** – INSTALACIÓN DE FONTANERÍA CON CALDERA
- **PLANO 09** – INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON CALDERA
- **PLANO 11** – INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON CALDERA EN ALTILLOS
- **PLANO 12** – INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN
- **PLANO 13** – INSTALACIÓN DE GAS
- **PLANO 14** – INSTALACIÓN DE SOLAR TÉRMICA
- **PLANO 15** – INSTALACIÓN DE SOLAR TÉRMICA EN AZOTEA

### **SISTEMA 3:**

- **PLANO 06** – INSTALACIÓN DE FONTANERÍA CON AEROTERMIA
- **PLANO 09** – INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON CALDERA
- **PLANO 11** – INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON CALDERA EN ALTILLOS
- **PLANO 12** – INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN
- **PLANO 13** – INSTALACIÓN DE GAS



<b>Dibujado</b> <b>Proyectista</b>	<b>Nombre</b> Carlos Martín Sánchez Carlos Martín Sánchez	TRABAJO DE FIN DE <b>MÁSTER - Ingeniería Industrial</b> Pamplona, a 12 de junio de 2023	<b>DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>
<b>Escala</b> 1:2000	<b>PLANO 01 - SITUACIÓN</b>		Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra Ref. 01/2023 v.29/05/23



	<b>Nombre</b>	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	<b>DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>
<b>Dibujado</b>	Carlos Martín Sánchez	Pamplona, a 12 de junio de 2023	
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez		
<b>Escala</b>	1:500		Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
	<b>PLANO 02 - EMPLAZAMIENTO</b>		Ref. 02/2023
			v.29/05/23

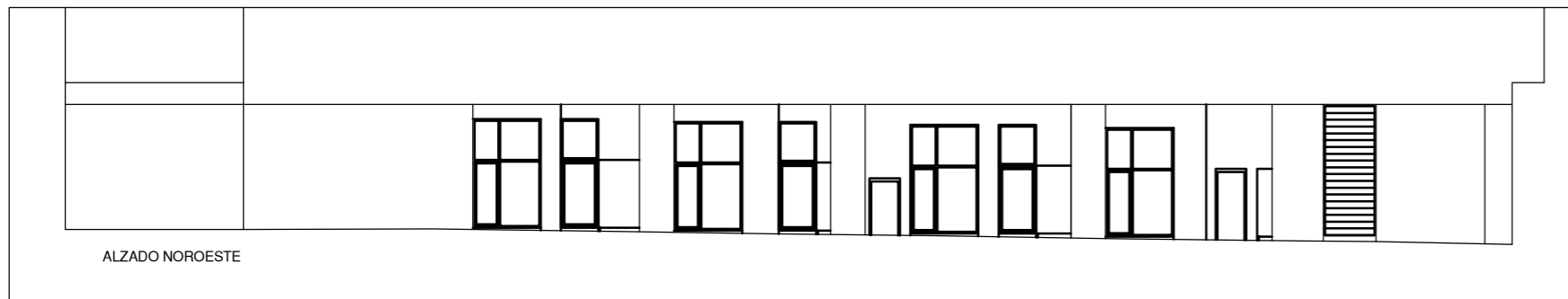




ALZADO SURESTE

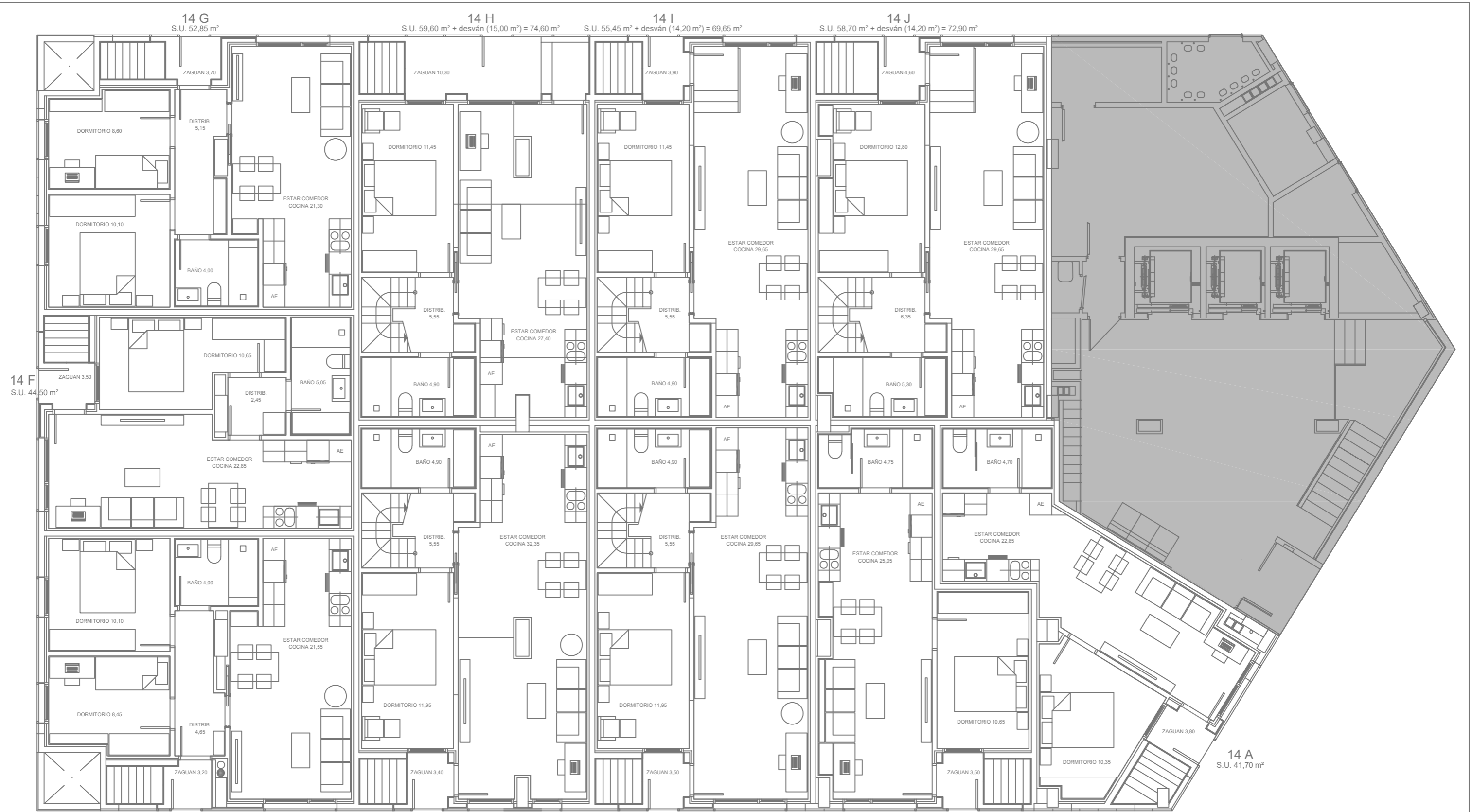


ALZADO SUROESTE

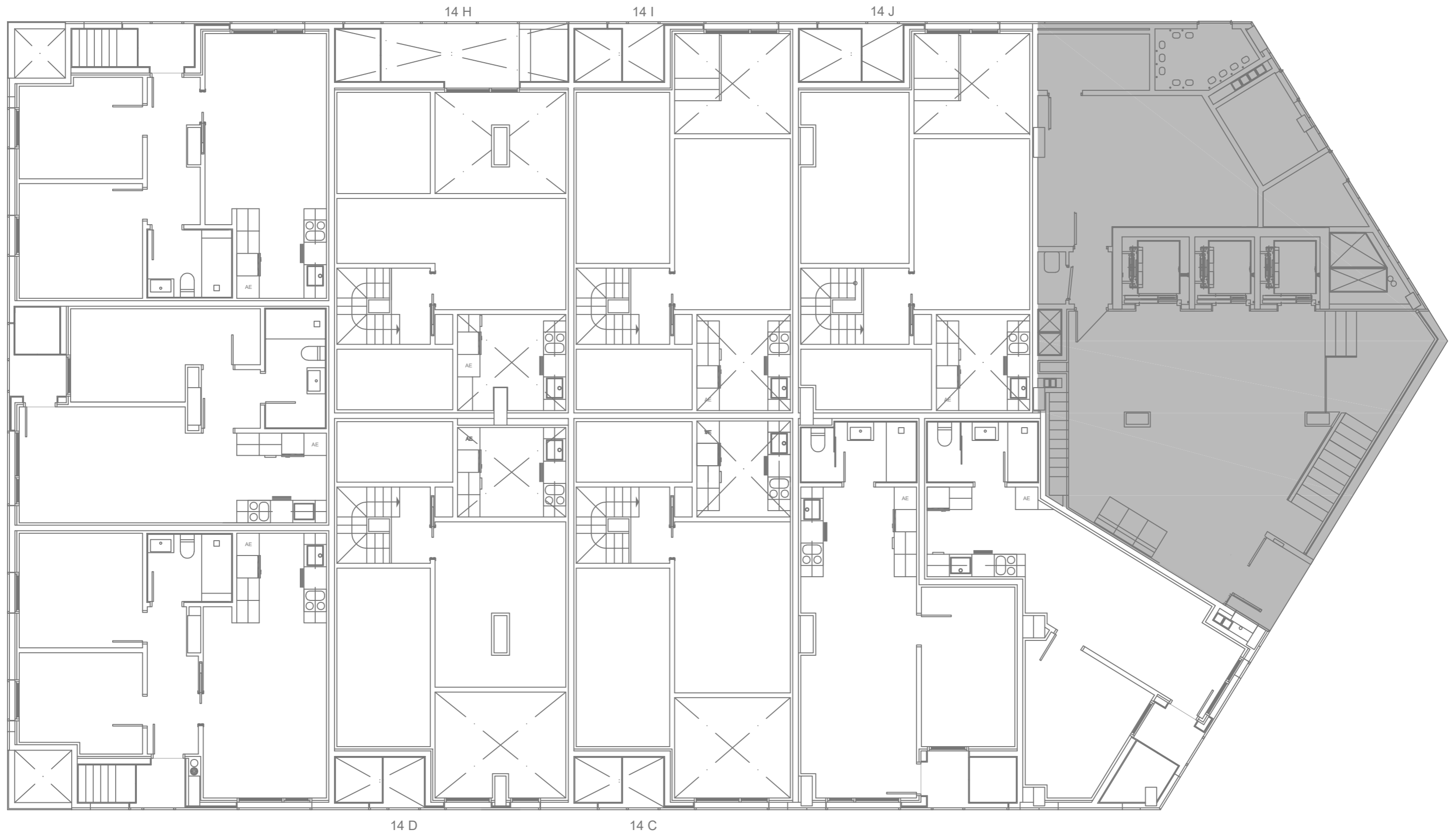


ALZADO NOROESTE

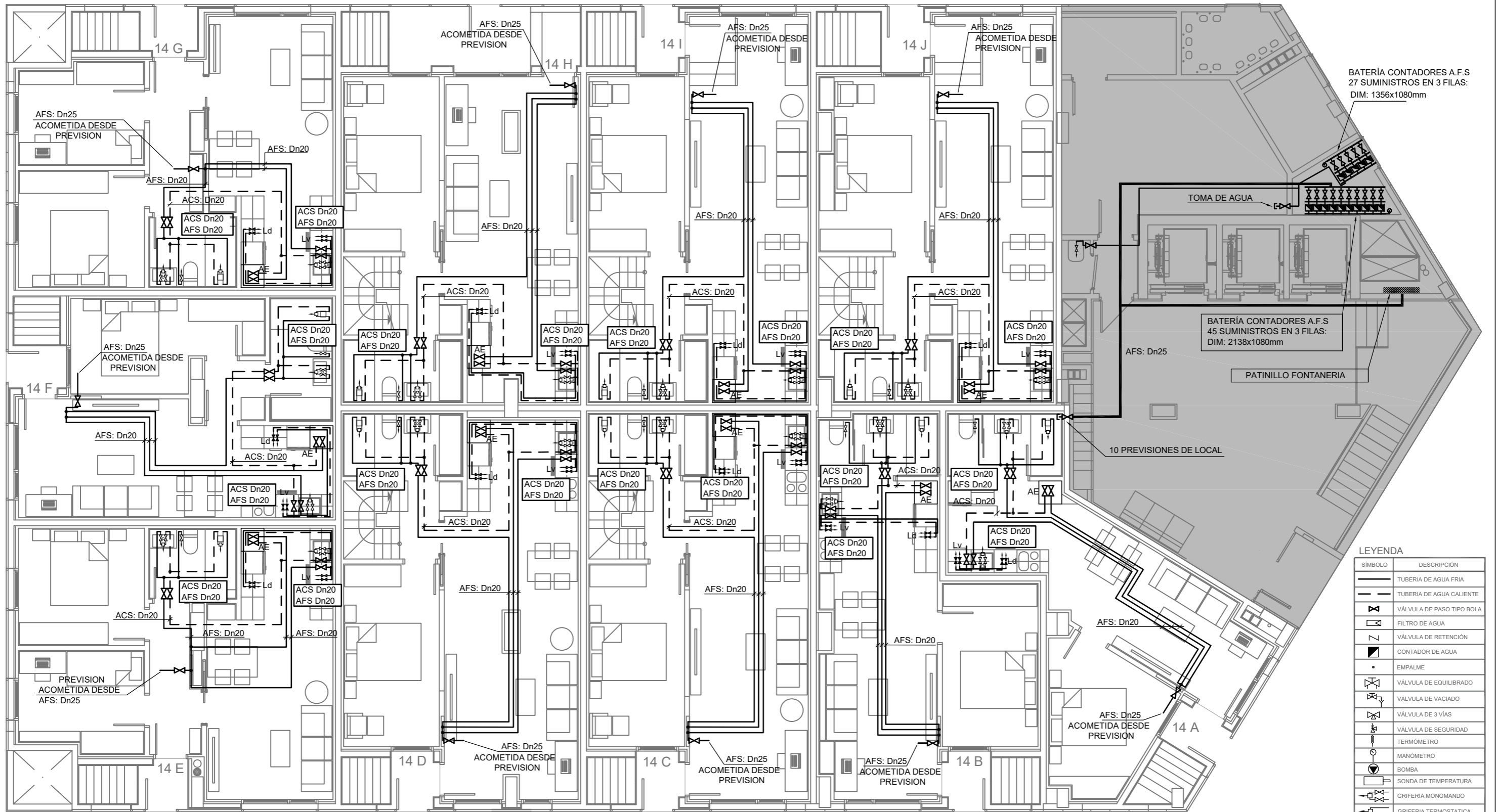
	<b>Nombre</b>	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
<b>Dibujado</b>	Carlos Martín Sánchez		
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez	Pamplona, a 12 de junio de 2023	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
<b>Escala</b>	PLANO 03 - ALZADOS		Ref. 03/2023
1:200			v.29/05/23



<b>Dibujado</b>	<b>Nombre</b>	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
	Carlos Martín Sánchez		
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez	Pamplona, a 12 de junio de 2023	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
<b>Escala</b>	1:100		v.29/05/23
<b>PLANO 04 - PLANTA BAJA</b>			



	<b>Nombre</b>	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	<b>DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>
<b>Dibujado</b>	Carlos Martín Sánchez	Pamplona, a 12 de junio de 2023	
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez		Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
<b>Escala</b>			Ref. 05/2023
1:100	<b>PLANO 05 - PLANTA ALTILLOS</b>		v.29/05/23



BATERÍA CONTADORES A.F.S.  
27 SUMINISTROS EN 3 FILAS:  
DIM: 1356x1080mm

TOMA DE AGUA

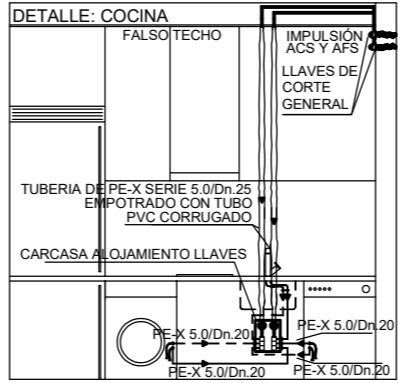
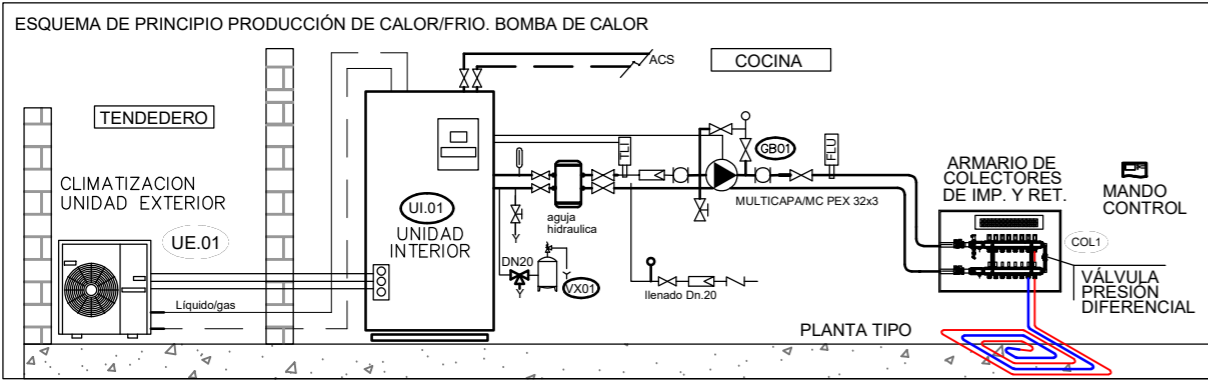
BATERÍA CONTADORES A.F.S.  
45 SUMINISTROS EN 3 FILAS:  
DIM: 2138x1080mm

PATINILLO FONTANERÍA

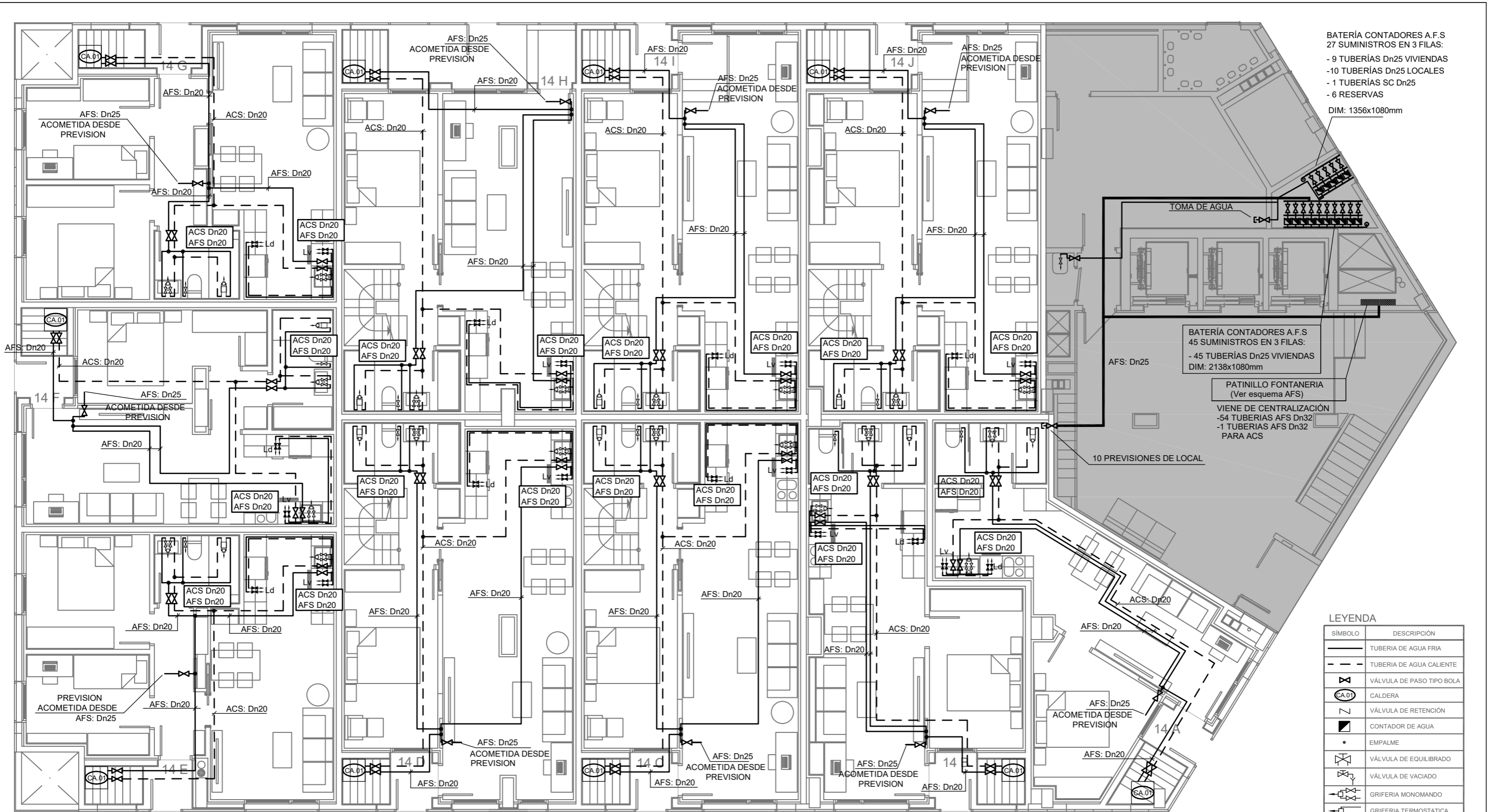
10 PREVISIONES DE LOCAL

**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERÍA DE AGUA FRÍA
- - -	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE
⊗	VÁLVULA DE PASO TIPO BOLA
□	FILTRO DE AGUA
∇	VÁLVULA DE RETENCIÓN
■	CONTADOR DE AGUA
•	EMPALME
⊕	VÁLVULA DE EQUILBRADO
⊖	VÁLVULA DE VACIADO
⊗	VÁLVULA DE 3 VÍAS
⊗	VÁLVULA DE SEGURIDAD
⊗	TERMÓMETRO
⊗	MANÓMETRO
⊗	BOMBA
⊗	SONDA DE TEMPERATURA
⊗	GRIFERÍA MONOMANDO
⊗	GRIFERÍA TERMOSTÁTICA
⊗	PUNTO DE CONSUMO
AE	AEROTERMIA



<b>Dibujado</b>	Nombre Carlos Martín Sánchez	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez	Pamplona, a 12 de junio de 2023	
<b>Escala</b>	1:100	PLANO 06 - INSTALACIÓN DE FONTANERÍA CON AEROTERMIA - SISTEMAS 1 Y 3	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra Ref. 06/2023 v.29/05/23



BATERIA CONTADORES A.F.S  
27 SUMINISTROS EN 3 FILAS:  
- 9 TUBERÍAS Dn25 VIVIENDAS  
- 10 TUBERÍAS SC Dn25 LOCALES  
- 1 TUBERÍAS SC Dn25  
- 6 RESERVAS  
DIM: 1356x1080mm

TOMA DE AGUA

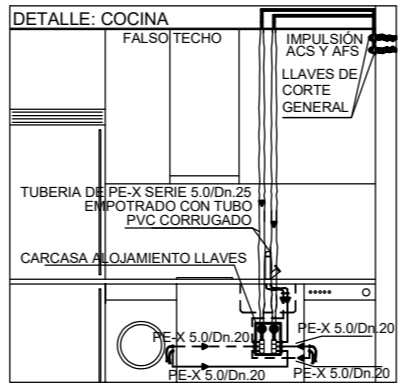
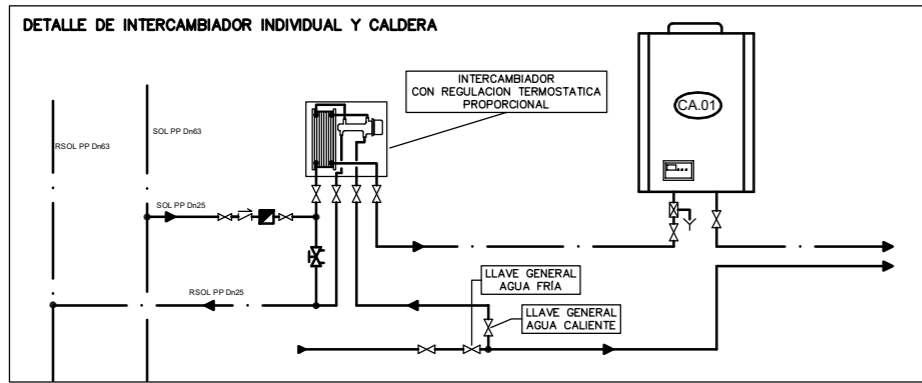
BATERIA CONTADORES A.F.S  
45 SUMINISTROS EN 3 FILAS:  
- 45 TUBERÍAS Dn25 VIVIENDAS  
DIM: 2138x1080mm

PATINILLO FONTANERÍA  
(Ver esquema AFS)  
VIENE DE CENTRALIZACIÓN  
- 54 TUBERÍAS AFS Dn32  
- 1 TUBERÍAS AFS Dn32  
PARA ACS

10 PREVISIONES DE LOCAL

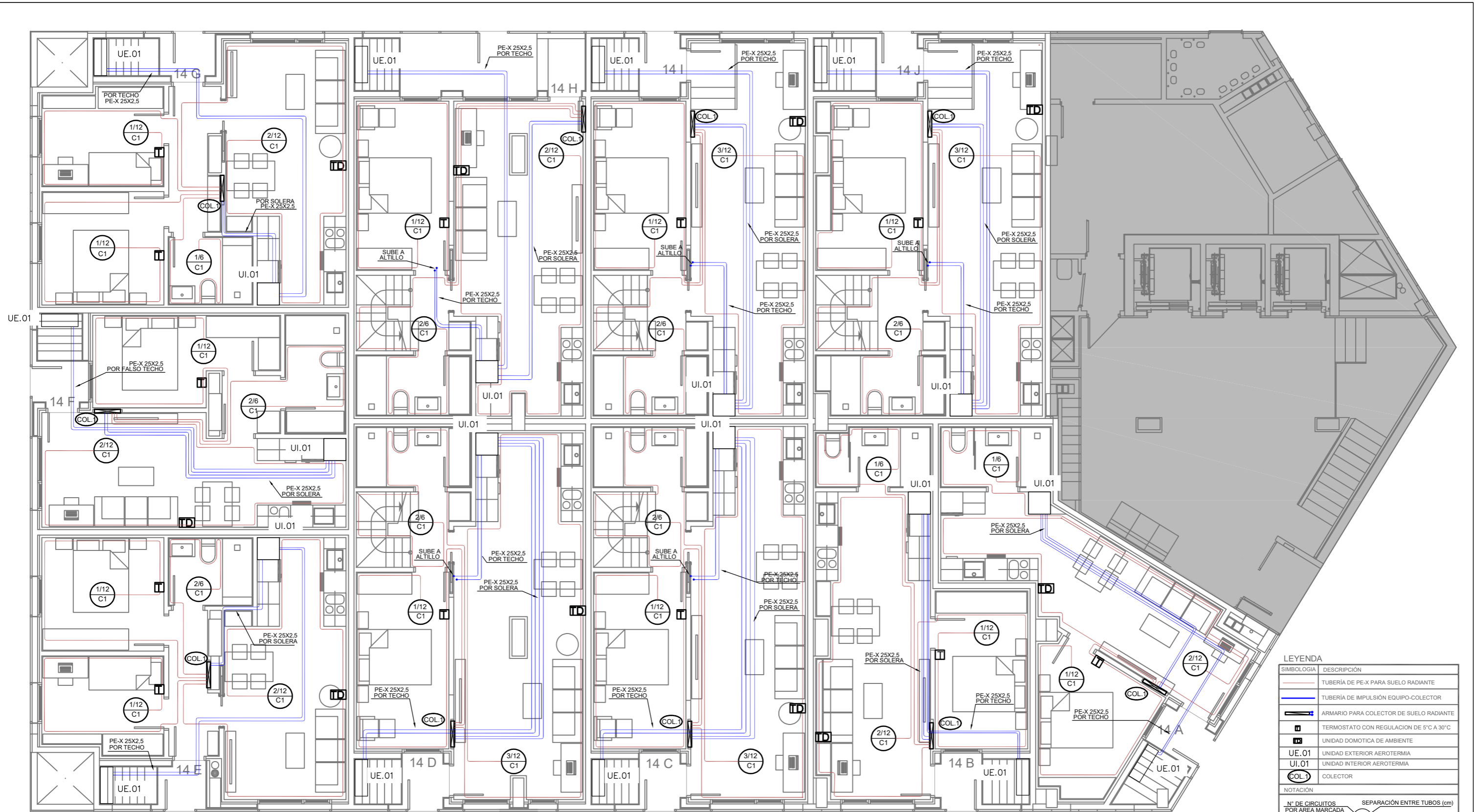
LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERÍA DE AGUA FRÍA
- - -	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE
⊗	VÁLVULA DE PASO TIPO BOLA
CA.01	CALDERA
Z	VÁLVULA DE RETENCIÓN
■	CONTADOR DE AGUA
•	EMPALME
⊕	VÁLVULA DE EQUILIBRADO
⊖	VÁLVULA DE VACIADO
⊕	GRIFERÍA MONOMANDO
⊖	GRIFERÍA TERMOSTÁTICA
⊕	PUNTO DE CONSUMO



	<b>Nombre</b>	TRABAJO DE FIN DE	<b>DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>
<b>Dibujado</b>	Carlos Martín Sánchez	<b>MÁSTER - Ingeniería Industrial</b>	
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez	Pamplona, a 12 de junio de 2023	
<b>Escala</b>	1:100	<b>PLANO 07 - INSTALACIÓN DE FONTANERÍA CON CALDERA - SISTEMA 2</b>	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
			Ref. 07/2023
			v.29/05/23



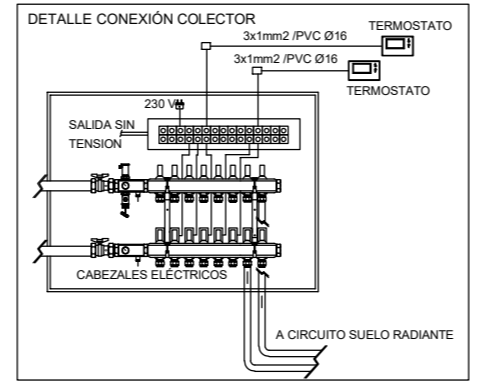
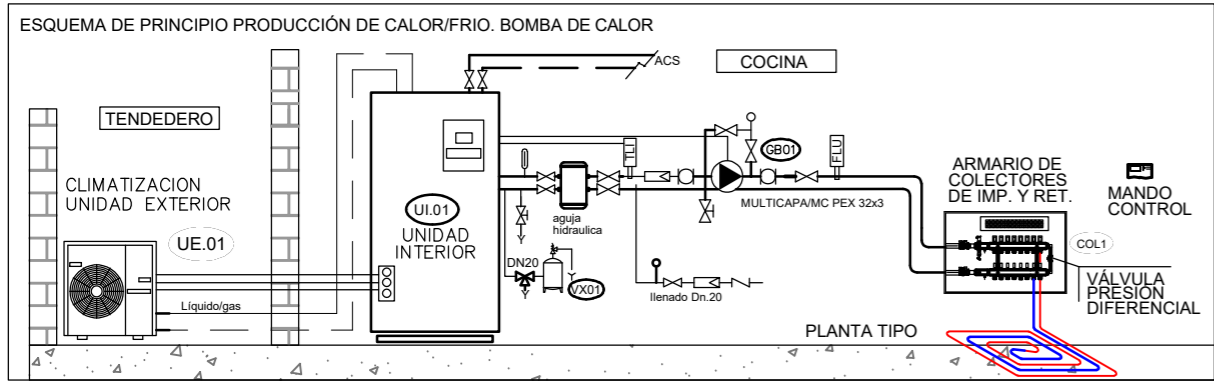


**LEYENDA**

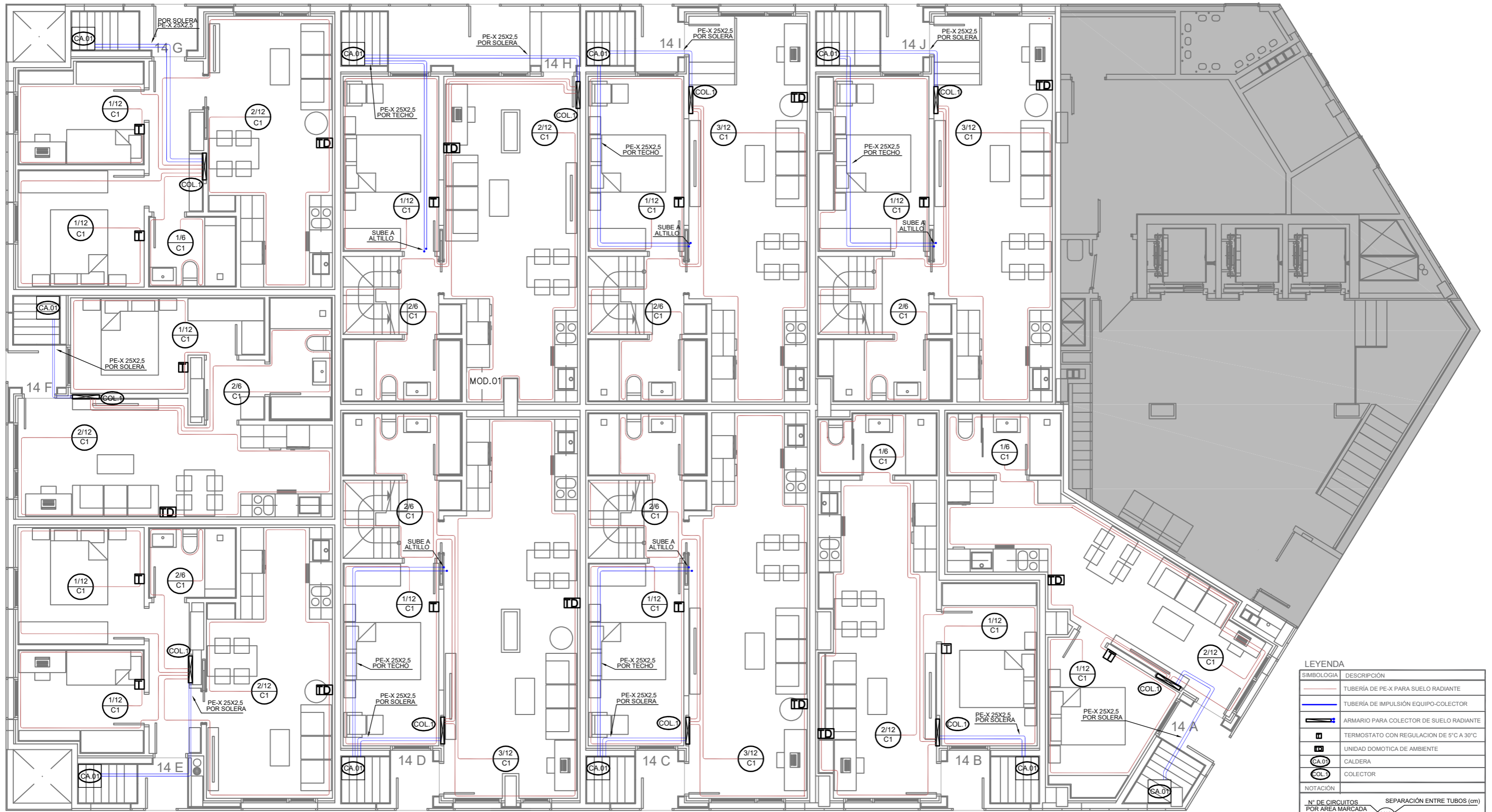
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA DE PE-X PARA SUELO RADIANTE
	TUBERÍA DE IMPULSIÓN EQUIPO-COLECTOR
	ARMARIO PARA COLECTOR DE SUELO RADIANTE
	TERMOSTATO CON REGULACIÓN DE 5°C A 30°C
	UNIDAD DOMOTICA DE AMBIENTE
UE.01	UNIDAD EXTERIOR AEROTERMIA
UI.01	UNIDAD INTERIOR AEROTERMIA
COL.1	COLECTOR

NOTACIÓN

N° DE CIRCUITOS POR AREA MARCADA	SEPARACIÓN ENTRE TUBOS (cm)
COLECTOR ORIGEN	3/12 - C1

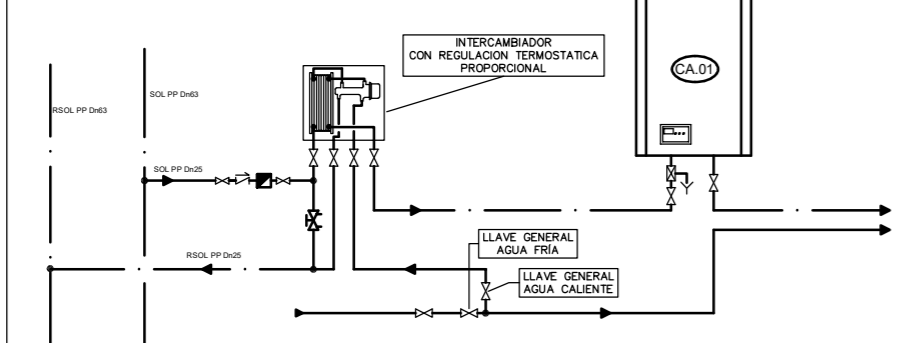


<b>Nombre</b>	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	<b>DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>
<b>Dibujado</b>	Carlos Martín Sánchez	
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez	Pamplona, a 12 de junio de 2023
<b>Escala</b>	1:100	<b>PLANO 08 - INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON AEROTERMIA - SISTEMA 1</b>
		Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
		Ref. 08/2023
		v.29/05/23

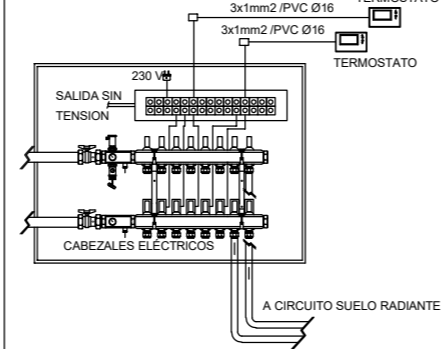


LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA DE PE-X PARA SUELO RADIANTE
	TUBERÍA DE IMPULSIÓN EQUIPO-COLECTOR
	ARMARIO PARA COLECTOR DE SUELO RADIANTE
	TERMOSTATO CON REGULACION DE 5°C A 30°C
	UNIDAD DOMOTICA DE AMBIENTE
	CALDERA
	COLECTOR
NOTACIÓN	
Nº DE CIRCUITOS POR AREA MARCADA	SEPARACIÓN ENTRE TUBOS (cm)
COLECTOR ORIGEN	C1

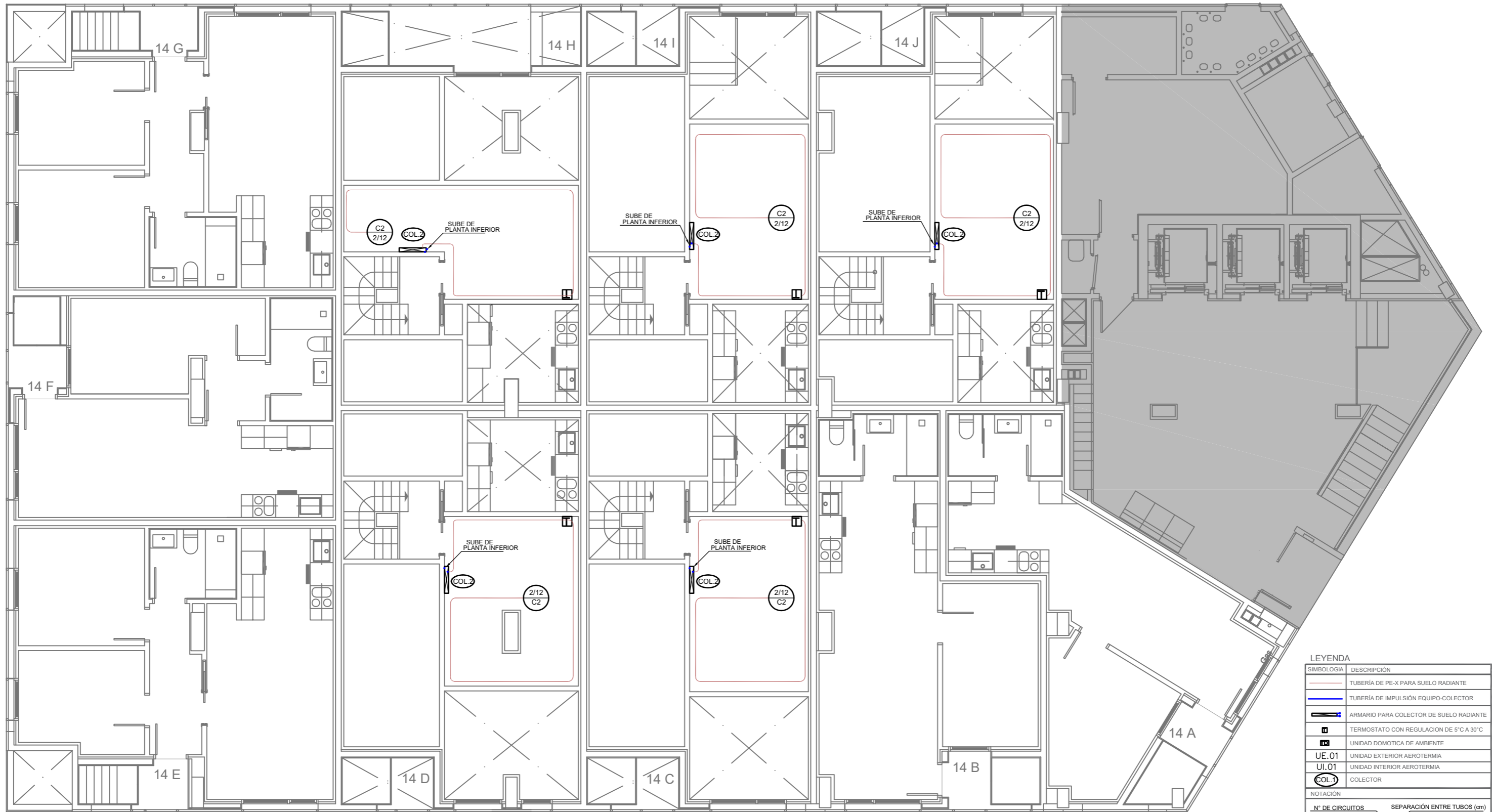
DETALLE DE INTERCAMBIADOR INDIVIDUAL Y CALDERA (S2)



DETALLE CONEXIÓN COLECTOR



<b>Nombre</b>	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	<b>DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA</b>
<b>Dibujado</b>	Carlos Martín Sánchez	
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
<b>Escala</b>	1:100	
<b>PLANO 09 - INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON CALDERA - SISTEMAS 2 Y 3</b>		Ref. 09/2023
		v.29/05/23

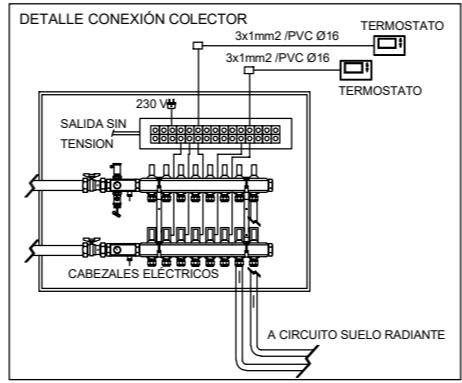
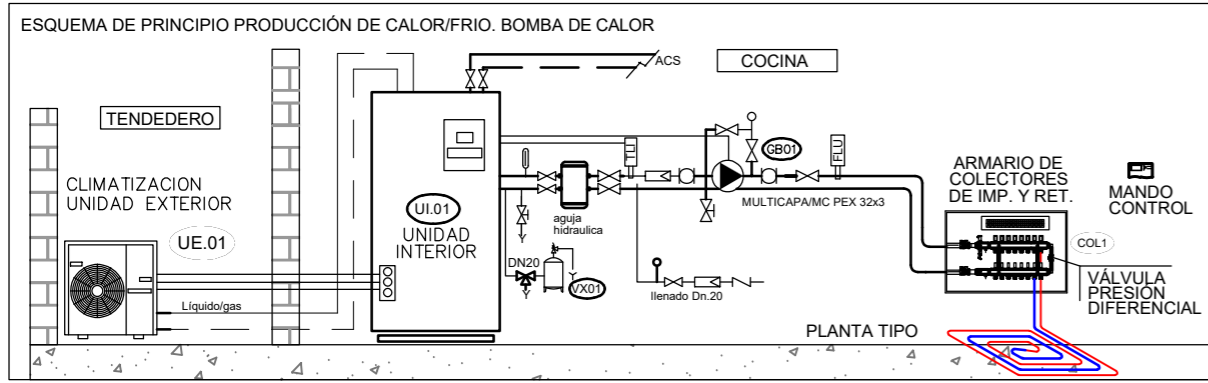


**LEYENDA**

SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA DE PE-X PARA SUELO RADIANTE
	TUBERÍA DE IMPULSIÓN EQUIPO-COLECTOR
	ARMARIO PARA COLECTOR DE SUELO RADIANTE
	TERMOSTATO CON REGULACIÓN DE 5°C A 30°C
	UNIDAD DOMOTICA DE AMBIENTE
	UNIDAD EXTERIOR AEROTERMIA
	UNIDAD INTERIOR AEROTERMIA
	COLECTOR

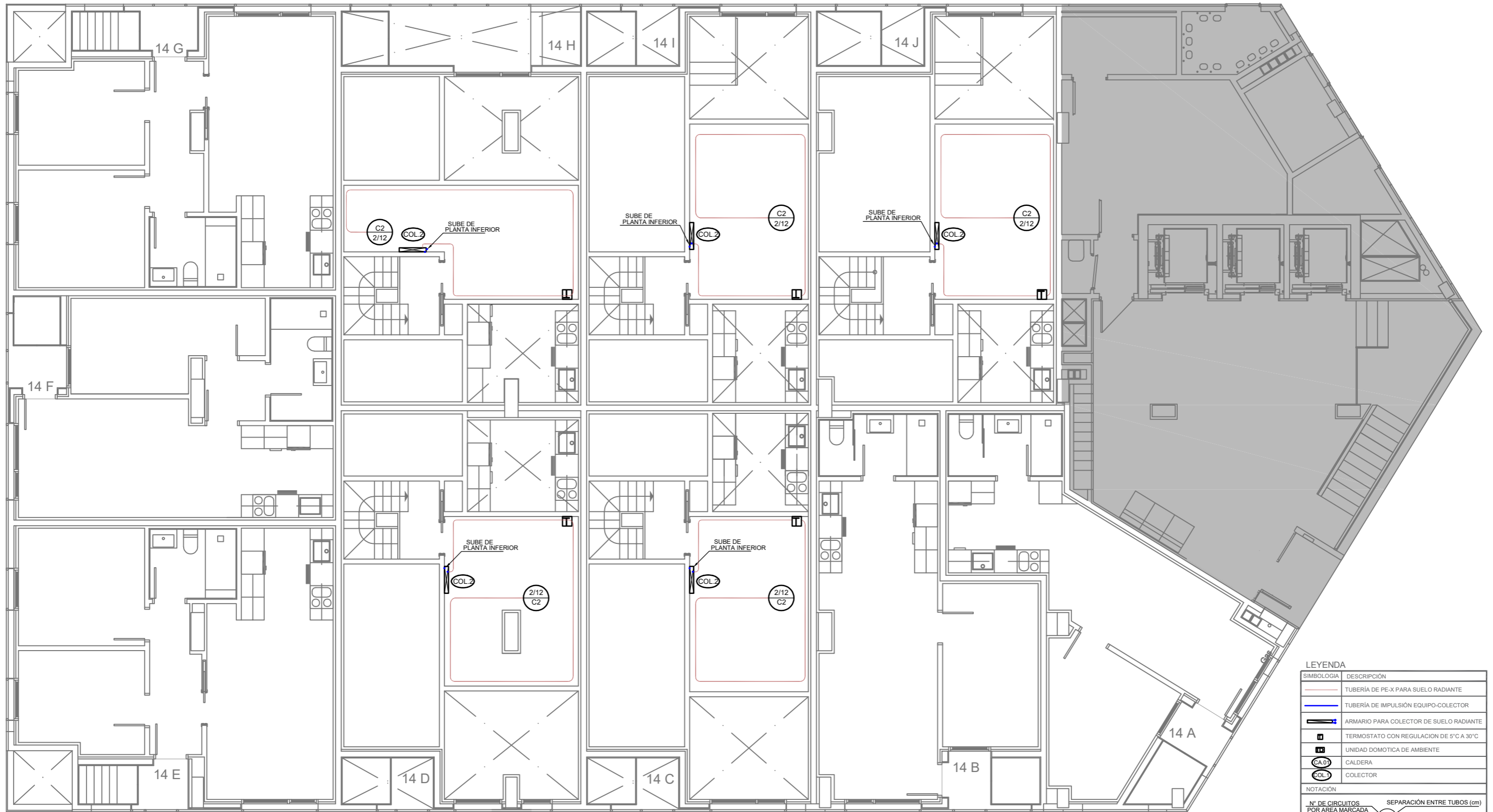
**NOTACIÓN**

Nº DE CIRCUITOS POR ÁREA MARCADA	SEPARACIÓN ENTRE TUBOS (cm)
	3/12
	C1

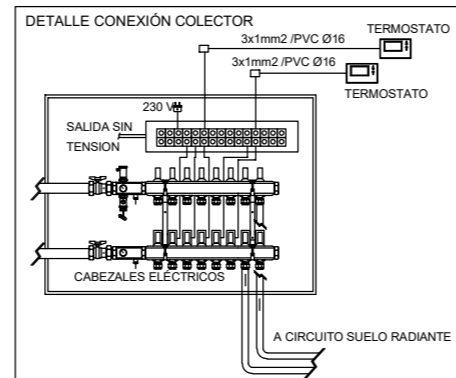
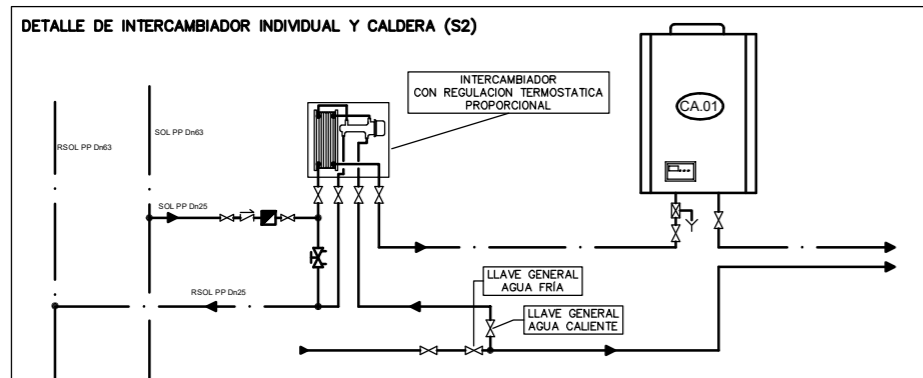


<b>Dibujado</b>	Nombre Carlos Martín Sánchez	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial Pamplona, a 12 de junio de 2023	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez		
<b>Escala</b>	1:100	PLANO 10 - INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON AEROTERMIA EN ALTILLOS - SISTEMA 1	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra Ref. 10/2023 v.29/05/23





LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA DE PE-X PARA SUELO RADIANTE
	TUBERÍA DE IMPULSIÓN EQUIPO-COLECTOR
	ARMARIO PARA COLECTOR DE SUELO RADIANTE
	TERMOSTATO CON REGULACION DE 5°C A 30°C
	UNIDAD DOMOTICA DE AMBIENTE
	CALDERA
	COLECTOR
NOTACIÓN	
Nº DE CIRCUITOS POR AREA MARCADA	SEPARACIÓN ENTRE TUBOS (cm)
3/12	C1
COLECTOR ORIGEN	



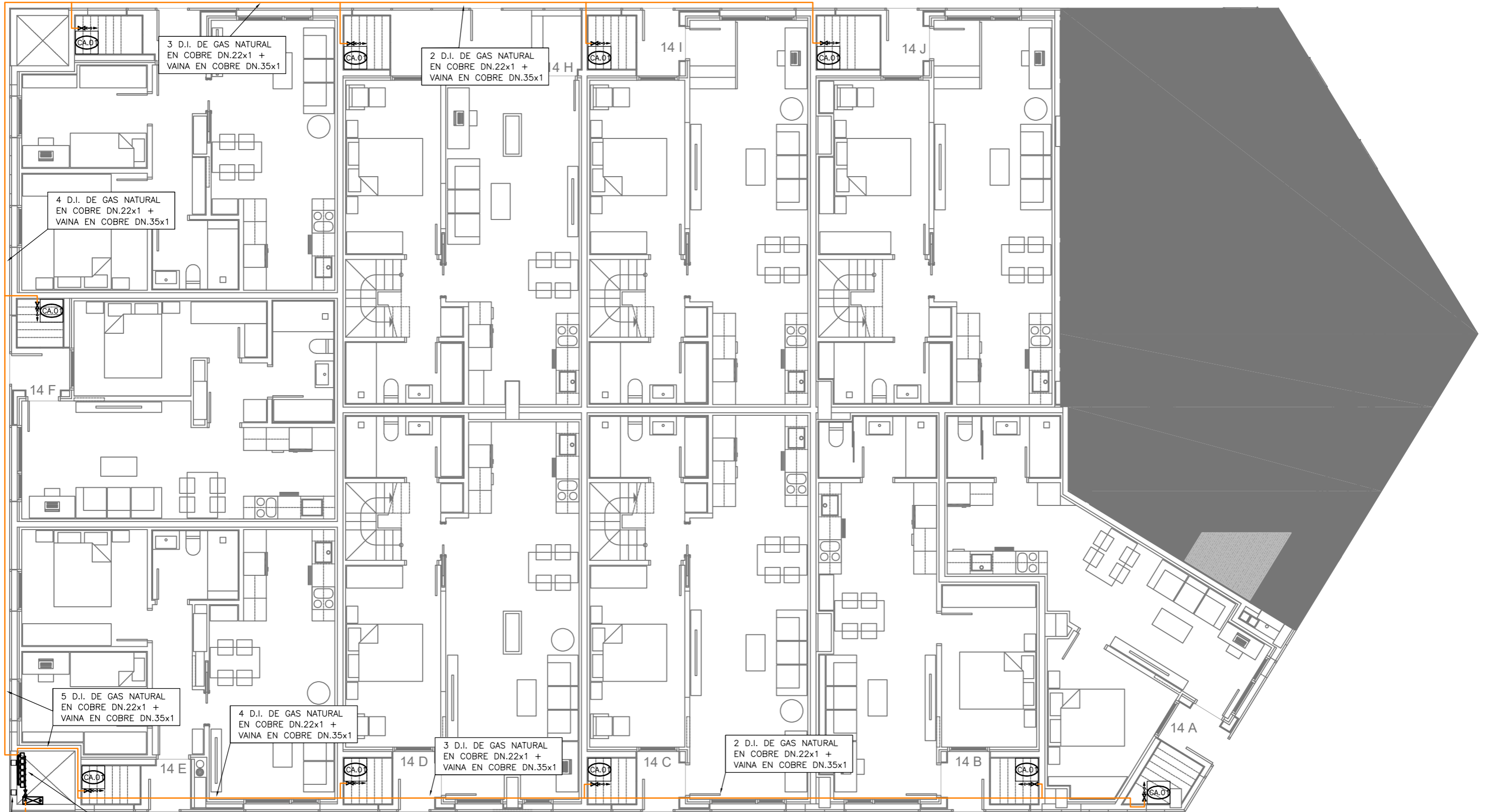
<b>Dibujado</b>	Nombre Carlos Martín Sánchez	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial Pamplona, a 12 de junio de 2023	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
<b>Proyectista</b>	Carlos Martín Sánchez		
<b>Escala</b>	1:100	PLANO 11 - INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE CON CALDERA EN ALTILLOS - SISTEMAS 2 Y 3	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra Ref. 11/2023 v.29/05/23



**LEYENDA**

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	EXTRACTOR VIVIENDA
Base x Altura	CONDUCTO PLANO DE EXTRACCIÓN DE AIRE
+	APERTURA DE PASO
	APERTURA DE ADMISIÓN POR MICROVENTILACIÓN
	BOCA DE EXTRACCIÓN HIGRORREGULABLE.
	MONTANTES DE EXTRACCIÓN

Dibujado	Nombre	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
	Proyectista		
Escala		Pamplona, a 12 de junio de 2023	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
	1:100	PLANO 12 - INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN - SISTEMAS 1, 2 Y 3	Ref. 12/2023
			v.29/05/23



ACO PE/DN.32 BATERÍA DE 10 CONTADORES DE GAS

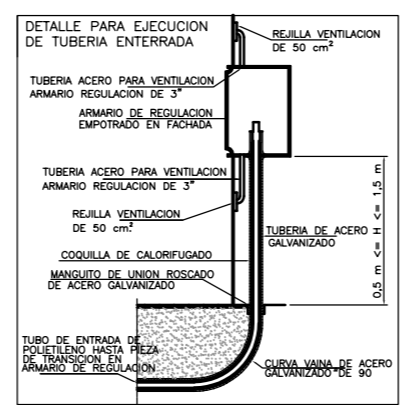
PROPIEDAD DE COMPAÑIA VALVULA DE ACOMETIDA

GAS EXISTENTE DE COMPAÑIA CONEXION A LA RED

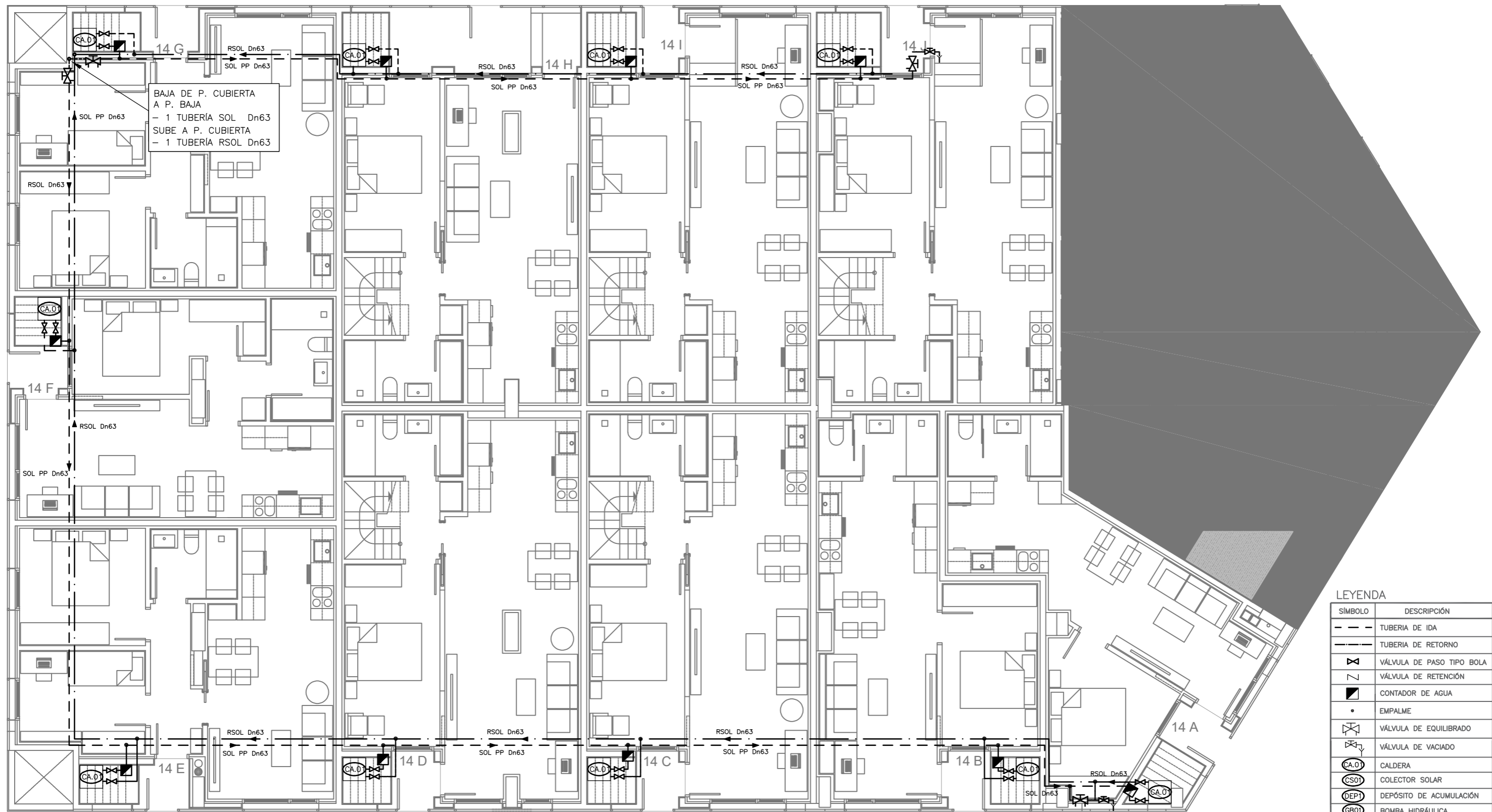
VENTILACIÓN DE ARMARIO DE GAS CON REJILLA SUPERIOR E INFERIOR EN PUERTA CON UNA SUPERFICIE DE 200 Cm2

**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	TUBERIA DE POLIETILENO DE MP
—	TUBERIA DE COBRE
☒	ARMARIO DE REGULACIÓN
□	CONTADOR DE GAS
✂	VÁLVULA DE CORTE DE GAS
CA.D	CALDERA
⊕	LLAVE DE ACOMETIDA GAS

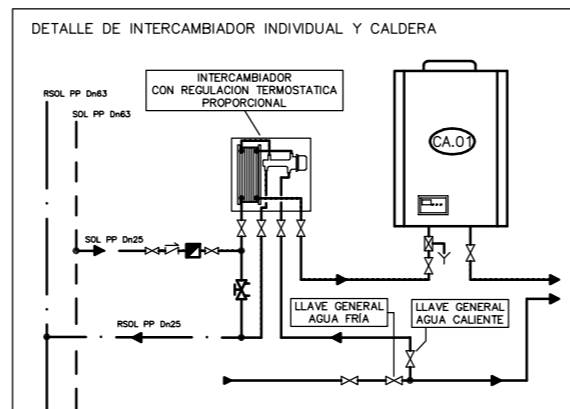
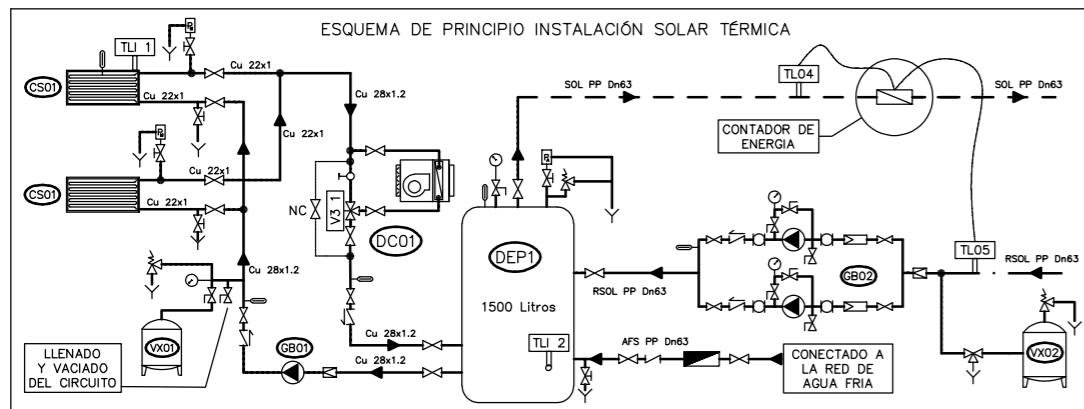


Dibujado	Nombre	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
	Proyectista	Carlos Martín Sánchez	
Escala		Pamplona, a 12 de junio de 2023	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
	1:100	PLANO 13 - INSTALACIÓN DE GAS - SISTEMAS 2 Y 3	Ref. 13/2023
			v.29/05/23



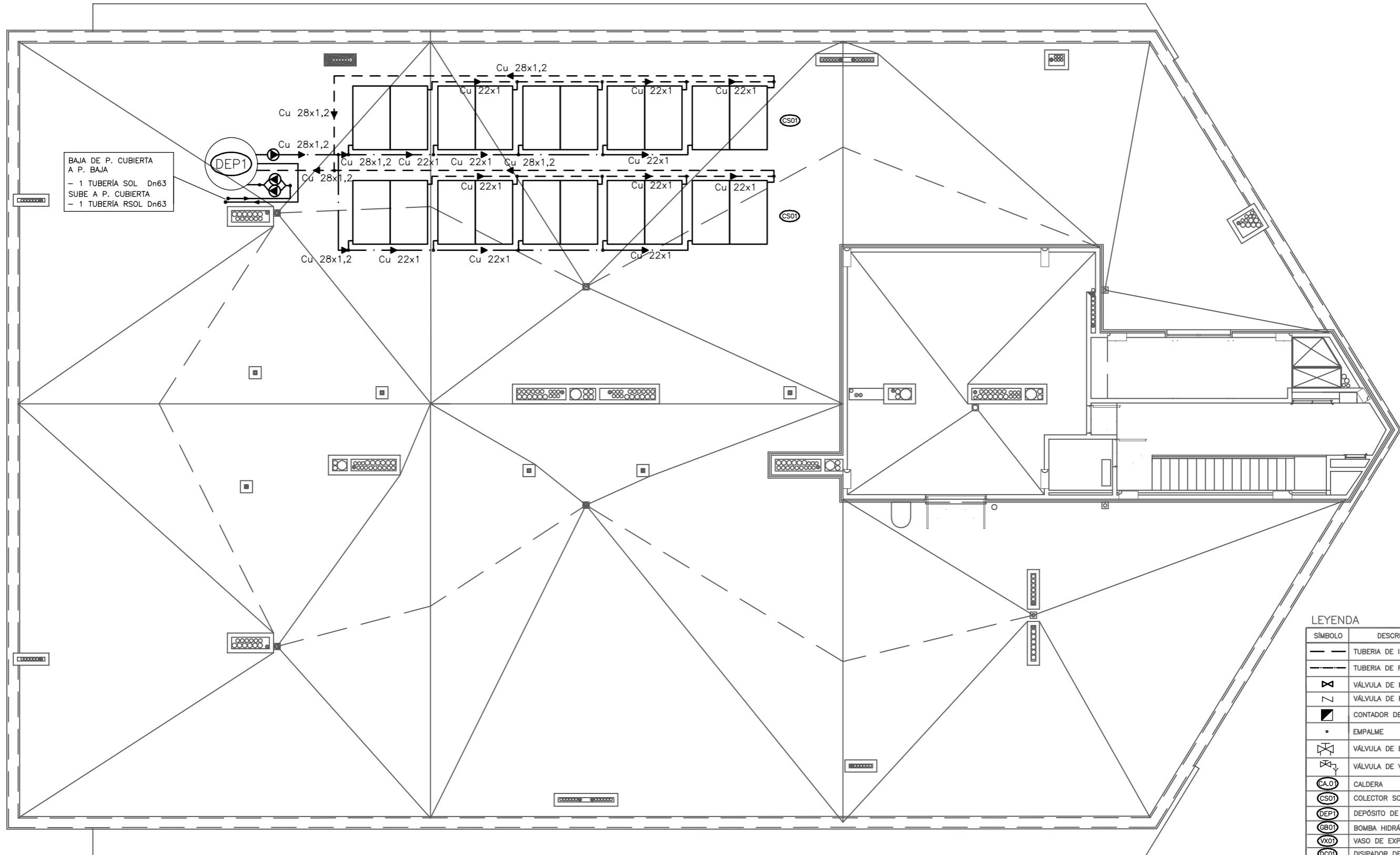
LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	TUBERÍA DE IDA
---	TUBERÍA DE RETORNO
⊗	VÁLVULA DE PASO TIPO BOLA
∩	VÁLVULA DE RETENCIÓN
■	CONTADOR DE AGUA
•	EMPALME
⊕	VÁLVULA DE EQUILIBRADO
⊖	VÁLVULA DE VACIADO
CA.01	CALDERA
CS01	COLECTOR SOLAR
DEP1	DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN
GB01	BOMBA HIDRÁULICA
VX01	VASO DE EXPANSIÓN
DC01	DISIPADOR DE CALOR



Dibujado	Nombre	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
	Proyectista	Carlos Martín Sánchez	
Escala		Pamplona, a 12 de junio de 2023	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
	1:100	PLANO 14 - INSTALACIÓN DE SOLAR TÉRMICA - SISTEMA 2	Ref. 14/2023
			v.29/05/23

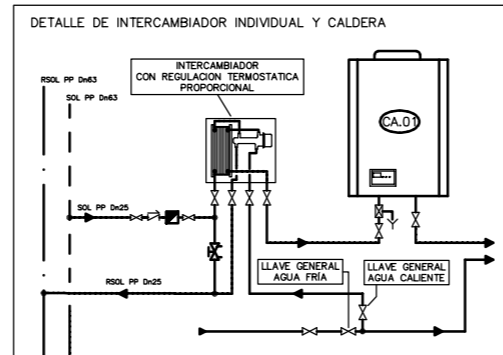
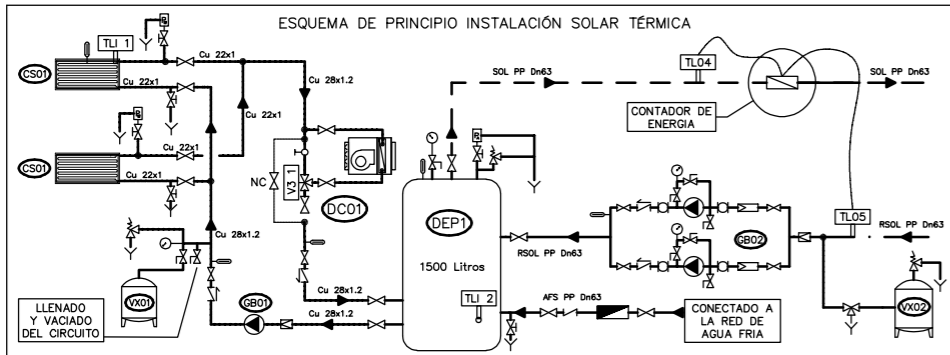




BAJA DE P. CUBIERTA  
A P. BAJA  
- 1 TUBERÍA SOL Dn63  
SUBE A P. CUBIERTA  
- 1 TUBERÍA RSOL Dn63

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	TUBERÍA DE IDA
- - -	TUBERÍA DE RETORNO
∇	VÁLVULA DE PASO TIPO BOLA
Z	VÁLVULA DE RETENCIÓN
■	CONTADOR DE AGUA
•	EMPALME
⊥	VÁLVULA DE EQUILIBRADO
⊥	VÁLVULA DE VACIADO
CA.01	CALDERA
CS01	COLECTOR SOLAR
DEP1	DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN
SBO1	BOMBA HIDRÁULICA
VX01	VASO DE EXPANSIÓN
DC01	DISIPADOR DE CALOR



Dibujado	Nombre	TRABAJO DE FIN DE MÁSTER - Ingeniería Industrial	DESARROLLO DE TRES ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PARA 10 VIVIENDAS DE TIPO LOFT. DISEÑO, CÁLCULOS Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
	Proyectista	Carlos Martín Sánchez	
Escala	1:125	PLANO 15 - INSTALACIÓN DE SOLAR TÉRMICA EN AZOTEA - SISTEMA 2	Calle Blas de la Serna nº 14, parcela 2122A, 31005, Pamplona, Navarra
			Ref. 15/2023 v.29/05/23

### 13. CÁLCULO DE CERRAMIENTOS

En este apartado del anexo se adjunta el procedimiento de cálculo de las transmitancias de los cerramientos que componen la envolvente térmica del edificio, datos que son necesarios para llevar a cabo la calificación energética. De esta forma, se extrae de una base de datos la conductividad ( $\lambda$ ) y resistividad (R) de un determinado material de obra en función de su naturaleza y su grosor, y se calcula la transmitancia térmica (U) a partir de la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{\sum R}$$

(Ecuación 16)

A continuación, se adjuntan las tablas con los valores de estos parámetros, primero los verticales y después, los horizontales:

Tabla 33 – Cálculo de la transmitancia térmica de los paramentos verticales

Nombre	Tipo	Espesor (m)	Material	$\lambda$ (W/m*K)	R (m <sup>2</sup> *K/W)
<b>FACHADA</b>	<i>Muros de fachada</i>	-	Aire Exterior Flujo Horizontal		0,040
		0,004	Aluminio, aleaciones de	160,000	0,000
		0,010	Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 1 cm		0,075
		0,015	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0,800	0,019
		0,115	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	1,042	0,110
		0,015	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0,800	0,019
		0,100	MW Lana mineral [0.04 W/[m*K]]	0,041	2,469
		0,015	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	0,060
		-	Aire Interior Flujo Horizontal		0,130
<b>Coficiente U</b>				<b>0,342</b>	
<b>MEDIANIL ENTRE VIVIENDAS</b>	<i>Particiones interiores entre espacios habitables</i>	-	Aire Interior Flujo Horizontal		0,130
		0,015	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	0,060
		0,050	MW Lana mineral [0.04 W/[m*K]]	0,041	1,235
		0,015	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0,800	0,019
		0,115	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	1,042	0,110
		0,015	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0,800	0,019
		0,050	MW Lana mineral [0.04 W/[m*K]]	0,041	1,235
		0,015	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	0,060
		-	Aire Interior Flujo Horizontal		0,130
<b>Coficiente U</b>				<b>0,334</b>	
<b>MEDIANIL ENTRE VIVIENDA Y PORTAL</b>	<i>Partición vertical en contacto con espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias)</i>	-	Aire Interior Flujo Horizontal		0,130
		0,015	Tablero contrachapado d < 250	0,090	0,167
		0,015	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0,800	0,019
		0,115	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	1,042	0,110
		0,015	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0,800	0,019
		0,050	MW Lana mineral [0.04 W/[m*K]]	0,041	1,235
		0,015	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	0,060
		-	Aire Interior Flujo Horizontal		0,130
<b>Coficiente U</b>				<b>0,535</b>	

Tabla 34 – Cálculo de las transmitancias térmicas de los paramentos horizontales

Nombre	Tipo	Espesor (m)	Material	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	R (m <sup>2</sup> *K/W)
FORJADO	Particiones interiores entre espacios habitables	-	Aire Interior Flujo Descendente		0,170
		0,015	Plaqueta o baldosa de gres	2,300	0,007
		0,050	Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	1,150	0,043
		0,100	XPS Expandido Suelo Radiante	0,031	0,750
		0,280	Hormigón armado d > 2500	2,500	0,112
		0,050	MW Lana mineral [0.04 W/[m <sup>2</sup> *K]]	0,041	1,235
		0,100	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm		0,180
		0,015	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	0,060
		-	Aire Interior Flujo Ascendente		0,100
		<b>Coficiente U</b>			
SOLERA	Particiones interiores. tipo Suelo en contacto con espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias)	-	Aire Interior Flujo Descendente		0,170
		0,015	Plaqueta o baldosa de gres	2,300	0,007
		0,050	Mortero de áridos ligeros [vermiculita, perlita]	0,410	0,122
		0,040	XPS Expandido Suelo Radiante	0,031	0,750
		0,050	XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [ 0.038 W/[m <sup>2</sup> *K]]	0,038	1,316
		0,100	Hormigón armado d > 2500	2,500	0,040
		0,100	Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	0,050
		0,250	Hormigón armado d > 2500	2,500	0,100
		-	Aire Interior Flujo Ascendente		0,100
		<b>Coficiente U</b>			

## 14. CÁLCULO DE PRESUPUESTOS

En España, el proceso de elaboración de los presupuestos en proyectos como este está regulado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Aquí, quedan definidas cada una de las partes de las que se compone el presupuesto de contrata (PC), el cual también se denomina presupuesto de venta o presupuesto base de licitación, y que hace referencia al importe que cobra el contratista. La expresión para obtener el PC es la siguiente [22]:

$$PC = PEM + GE = (CD + CI) + (GG + BI)$$

(Ecuación 17)

Donde los términos hacen referencia a los siguientes conceptos:

- **Presupuesto de Ejecución Material (PEM):** Se trata de la suma de los Costes Directos (CD) y los Costes Indirectos (CI) del proyecto.
  - **Costes Directos (CD):** Los CD son aquellos costes imputables a cada unidad de obra, tales como el precio de los materiales y equipos o la mano de obra que es necesaria para su instalación.
  - **Costes Indirectos (CI):** Los CI, en cambio, son aquellos que no se pueden imputar directamente a una unidad de obra concreta, sino que se imputan al conjunto de la obra. Se expresan en porcentaje sobre los costes directos. Forman parte de estos gastos la mano de obra indirecta, las herramientas y maquinaria o las construcciones e instalaciones provisionales y sus consumos.
- **Gastos de Estructura (GE):** Los GE son aquellos gastos derivados de la composición de la propia empresa y su actividad, están formados por la suma de los Gastos Generales (GG) y el Beneficio Industrial (BI).
  - **Gastos Generales (GG):** Los GG hacen referencia a los costes que tiene que afrontar la empresa que ejecuta las instalaciones y que no se pueden imputar a una obra en concreto, sino que se reparten de manera general en forma de porcentaje sobre el PEM.
  - **Beneficio Industrial (BI):** el BI es el porcentaje sobre el PEM que el contratista se marca como beneficio del proyecto.

El desarrollo de estos costes se encuentra detallado en el Trabajo de Fin de Máster “Desarrollo de tres alternativas de instalación de climatización para 10 viviendas de tipo loft. Estudio económico comparativo y de amortización.”, elaborado también en torno al presente proyecto y relativo al Máster en Dirección de Empresas.

A modo de resumen, se han obtenido los siguientes porcentajes, que se han utilizado para el cálculo de los PC de este trabajo:

- Los **Costes Indirectos** suponen el **19,6%** sobre los CD.
- Los **Gastos Generales** suponen el **8,44%** sobre el PEM.
- El **Beneficio Industrial** suponen el **6%** sobre el PEM.



## 15. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES

En este apartado del anexo se adjuntan las tablas donde se describen los elementos de las instalaciones que componen los presupuestos, junto con los respectivos códigos de referencia que se les ha asignado para este proyecto.

### 15.1. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Tabla 35 – Descripción de los elementos de la instalación de fontanería

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
01.01	Modificación/disposición de Batería de contadores tipo H	Modificación/disposición de Batería de contadores tipo H, construida con tubo de acero galvanizado DIN 2440, DN 40, con curvas tipo "HAMBURGUESA", según norma 3, DIN 2605 y uniones mediante soldadura férrica, galvanizado al fuego por inmersión, formada por 10 pletinas de acero, conectada a tubo de alimentación mediante bridas PN-16. Homologada por Mancomunidad de Aguas de Pamplona incluso placa de señalización de usuarios identificados.
01.02	Contador de agua fría tipo turbina de chorro único SAPEL	Contador de agua fría tipo turbina de chorro único, homologado según normativa vigente, con un calibre de 20 mm, para una presión máxima de servicio de 16 bar. Completamente instalado. Marca/modelo: SAPEL + radiofrecuencia homologado por Mancomunidad de Aguas de Pamplona o equivalente.
01.03	Válvula de escuadra tuerca loca tipo mariposa	Válvula de escuadra tipo mariposa tuerca loca para batería de contadores de agua, con bridas a izquierda y derecha. Completamente instalada.
01.04	Válvula de bola de latón Ø25 mm DANFOSS/SOCLA	Válvula de bola de latón, para montaje roscado, de 25 mm de diámetro, PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca y juego de accesorios. Completamente instalada. Marca/modelo: DANFOSS/ SOCLA o equivalente.
01.05	Válvula de retención de doble clapeta Ø25 mm DANFOSS/SOCLA	Válvula de retención de doble clapeta, para instalaciones de Fontanería, con montaje entre bridas, de 25 mm de diámetro, PN-16, con juego de accesorios. Completamente instalada. Marca/modelo: DANFOSS/ SOCLA o equivalente.
01.06	Grifo de vaciado de latón Ø15 mm	Grifo de vaciado de latón, para montaje roscado, de 15 mm de diámetro, PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca y juego de accesorios. Completamente instalado.
01.07	Tubería de polietileno reticulado serie 5.0 Ø25 mm	Tubería de polietileno reticulado, según UNE-EN ISO 15875, serie 5.0 de 25 mm de diámetro, con p.p. de accesorios roscados de latón o plásticos según parte 3 de la norma y elementos de sujeción. Completamente instalada.
01.08	Aislamiento exterior para tuberías Ø25 mm (exterior) a base de coquilla de espuma elastomérica ARMACELL/ ARMAFLEX SH	Aislamiento exterior para tuberías de 25 mm de diámetro exterior a base de coquilla de espuma elastomérica de conductividad térmica menor que 0,04 W/(m*K) y de 10 mm de espesor o espesor equivalente, incluyendo p.p. de accesorios y válvulas. Completamente instalado y señalizado según normas DIN. Marca/modelo: ARMACELL/ ARMAFLEX SH o equivalente
01.09	Armario registrable empotrable realizado en poliéster	Armario registrable en hall de entrada empotrado para alojamiento de llave de corte general, realizado en poliéster. Con tapa atornillada y obturadores para salida derivaciones. Completamente instalado.
01.10	Juego de llaves de paso, de corte y alimentación para AFS y ACS Ø25 mm BARBI	Juego de Llave de paso, de corte y alimentación para red de vivienda y cuarto húmedo AFS y ACS, índice azul y rojo, respectivamente, de 25 mm de diámetro, PN-16, con unión roscada a tubo de 25 mm de diámetro y juego de accesorios. Completamente instalada. Marca/modelo: BARBI / Tipo "U" o equivalente.
01.11	Juego de llaves de paso, de corte y alimentación para AFS y ACS Ø20 mm BARBI	Juego de Llave de paso, de corte y alimentación para red de vivienda y cuarto húmedo AFS y ACS, índice azul y rojo, respectivamente, de 20 mm de diámetro, PN-16, con unión roscada a tubo de 20 mm de diámetro y juego de accesorios. Completamente instalada. Marca/modelo: BARBI / Tipo "U" o equivalente.
01.12	Inodoro completo de porcelana vitrificada de color blanco ROCA MERIDIAN	Inodoro completo de porcelana vitrificada de color blanco, compuesto por taza para tanque bajo con salida vertical/horizontal según DF, tanque con tapa y mecanismos, llave de regulación visible, asiento y tapa lacados, con elementos de fijación a suelo y conectado a red de evacuación. Completamente instalado. Marca/modelo: ROCA MERIDIAN o equivalente.
01.13	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a inodoros Ø15 mm GALA	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a inodoros, índice cromada, de 15 mm de diámetro, con toma para manguera de 20 mm. Completamente instalada. Marca/modelo: GALA o equivalente.

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
01.14	Lavabo bajoencimera color blanco de porcelana vitrificada medidas 570x420 mm ROCA FORO	Lavabo bajoencimera color blanco de porcelana vitrificada, de 570x420 mm, con desagüe cromado de 32 mm, para tapón y cadenilla, enlases, pedestal, anclajes y fijaciones según especificación DF. Completamente instalado. Marca/modelo: ROCA FORO o equivalente.
01.15	Grifería monomando cromada para lavabo con entrada Ø15 mm STILLO TREVI	Grifería monomando para lavabo, con cartucho cerámico, cromado, caño fijo, aireador, desagüe con tapón, enlases de alimentación flexibles y llaves de regulación visibles, para entradas de DN15 mm. Completamente instalada. Marca/modelo: STILLO TREVI o equivalente.
01.16	Mezclador monomando exterior cromado para ducha STILLO TREVI	Mezclador monomando exterior para ducha, cromado, con toma para flexo, con racores de conexión a red, conector en T para flexo de teleducha y desagüe conectado a válvula depresora para vaciado automático después de la utilización. Completamente instalado. Marca/modelo: STILLO TREVI o equivalente.
01.17	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a lavadora Ø15 mm con toma de Ø20 mm ROCA	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a lavadoras, índice cromada, de 15 mm de diámetro, con toma para manguera de 20 mm. Completamente instalada. Marca/modelo: ROCA o equivalente.
01.18	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a lavavajillas Ø15 mm con toma de Ø20 mm ROCA	Llave de paso acodada cromada, de corte y alimentación a lavavajillas, índice cromada, de 15 mm de diámetro, con toma para manguera de 20 mm. Completamente instalada. Marca/modelo: ROCA o equivalente.
01.19	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a inodoro	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a inodoro compuesta por parte proporcional de tuberías de polietileno, accesorios y soportes desde la red general de acometida a los locales y de los diámetros comprendidos indicados en planos, incluyendo la parte proporcional de aislamiento en recorridos horizontales con coquilla de espuma elastomérica y protección de tramos empotrados mediante tubo flexible corrugado. Completamente instalado, según planos, memoria, bases de cálculo y especificaciones técnicas del proyecto.
01.20	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavabo	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavabo compuesta por parte proporcional de tuberías de polietileno, accesorios y soportes desde la red general de acometida a los locales y de los diámetros comprendidos indicados en planos, incluyendo la parte proporcional de aislamiento en recorridos horizontales con coquilla de espuma elastomérica y protección de tramos empotrados mediante tubo flexible corrugado. Completamente instalado, según planos, memoria, bases de cálculo y especificaciones técnicas del proyecto.
01.21	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a ducha	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a ducha compuesta por parte proporcional de tuberías de polietileno, accesorios y soportes desde la red general de acometida a los locales y de los diámetros comprendidos indicados en planos, incluyendo la parte proporcional de aislamiento en recorridos horizontales con coquilla de espuma elastomérica y protección de tramos empotrados mediante tubo flexible corrugado. Completamente instalado, según planos, memoria, bases de cálculo y especificaciones técnicas del proyecto.
01.22	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a fregadero	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a fregadero compuesta por parte proporcional de tuberías de polietileno, accesorios y soportes desde la red general de acometida a los locales y de los diámetros comprendidos indicados en planos, incluyendo la parte proporcional de aislamiento en recorridos horizontales con coquilla de espuma elastomérica y protección de tramos empotrados mediante tubo flexible corrugado. Completamente instalado, según planos, memoria, bases de cálculo y especificaciones técnicas del proyecto.
01.23	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavadora	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavadora compuesta por parte proporcional de tuberías de polietileno, accesorios y soportes desde la red general de acometida a los locales y de los diámetros comprendidos indicados en planos, incluyendo la parte proporcional de aislamiento en recorridos horizontales con coquilla de espuma elastomérica y protección de tramos empotrados mediante tubo flexible corrugado. Completamente instalado, según planos, memoria, bases de cálculo y especificaciones técnicas del proyecto.
01.24	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavavajillas	Instalación de fontanería para conexionado y alimentación a lavavajillas compuesta por parte proporcional de tuberías de polietileno, accesorios y soportes desde la red general de acometida a los locales y de los diámetros comprendidos indicados en planos, incluyendo la parte proporcional de aislamiento en recorridos horizontales con coquilla de espuma elastomérica y protección de tramos empotrados mediante tubo flexible corrugado. Completamente instalado, según planos, memoria, bases de cálculo y especificaciones técnicas del proyecto.

## 15.2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Tabla 36 – Descripción de los elementos de la instalación de calefacción

CÓDIGO	NOMBRE	ELEMENTO
02.01	Tubería de multicapa M (PE-AL-PEX) Ø25 mm POLYTHERM	Tubería de multicapa M (PE-AL-PEX), según norma UNE-EN ISO 21003 de 25 mm de diámetro, con p.p. de accesorios de unión a presión y elementos de sujeción. Completamente instalada. Marca/modelo: POLYTHERM o equivalente
02.02	Aislamiento exterior para tuberías de calefacción Ø25 mm (exterior) a base de coquilla de espuma elastomérica K-FLEX/ST	Aislamiento exterior para tuberías de calefacción de 25 mm de diámetro exterior a base de coquilla de espuma elastomérica de conductividad térmica menor que 0,04 W/(m.K) y de 25 mm de espesor o espesor equivalente y reacción al fuego BL-S3,d0, incluyendo p.p. de accesorios y válvulas. Completamente instalado y señalizado según normas DIN/UNE. Marca/modelo: K-FLEX / ST o equivalente
02.03	Electrobomba electrónica centrífuga circuladora de rotor húmedo GRUNDFOS MAGNA 1/25-60	Electrobomba electrónica centrífuga circuladora, GB01, de rotor húmedo, modo 3 curvas presión constante, 3 curvas presión proporcional, 3 velocidades fijas, para el circuito de frío/calor, para un caudal de 0,287 y 0,382 l/s y una presión diferencial de 54 y 58 kPa , con cierre mecánico y juego de soportes. Completamente instalada. Marca/modelo: GRUNDFOS MAGNA 1 / 25-60 o equivalente.
02.04	Conexión hidráulica a electrobomba	Conexión hidráulica a electrobomba compuesta por un tren de valvulería y accesorios, con tubería plástica de agua MC PEX 32 x 3 mm, con juegos de accesorios y uniones roscadas, embridadas o ranuradas, incluyendo: - 2 Válvulas de corte de mariposa / bola de 32 mm de diámetro nominal. - 1 Filtro de 25 mm de diámetro nominal. - 2 Manguito elástico antivibratorio de 25 mm de diámetro. - 1 Válvula de retención de 25 mm de diámetro nominal. - 1 Manómetro con 2 válvulas de corte, válvula de vaciado DN 15 o eq. y capilar. Parte proporcional de tubería, accesorios y elementos de sujeción, incluyendo aislamiento y acabado de las mismas características que el tramo de conexión, y señalizado de todo el conjunto de tuberías y válvulas según especificaciones de la legislación vigente. Conjunto completamente instalado, señalizado, equilibrado, regulado y en funcionamiento.
02.05	Depósito/Aguja hidráulica a base de acero negro estirado aislado exteriormente con manta de espuma elastomérica de 30 mm de espesor	Depósito/Aguja hidráulica construido a base de acero negro estirado según UNE 19052 de según esquema de principio y aislado exteriormente a base de manta de espuma elastomérica de 30 mm de espesor y conductividad térmica de 0,04 W (m.K) a 10°C, con barrera de vapor, acabado con pintura y señalización según normas DIN. Completamente instalado y tamaño según especificación fabricante para volumen mínimo de recirculación de bomba de calor (mínimo 20 litros).
02.06	Válvula de bola de latón Ø25 mm ARCO	Válvula de bola de latón, para montaje roscado, de 25 mm de diámetro, PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca, con racor roscado izquierda-derecha para desmontaje y accesorios de unión a tubería de multicapa PEX . Completamente instalada. Marca/modelo: ARCO o equivalente
02.07	Grifo de prueba y vaciado de latón Ø20 mm	Grifo de prueba y vaciado de latón, para montaje roscado, de 20 mm de diámetro, PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca y juego de accesorios. Completamente instalado.
02.08	Purgador automático de aire con cuerpo de latón y flotador de polipropileno con conexión Ø15 mm SEDICAL/SPIROTOP	Purgador automático de aire con cuerpo de latón y flotador de polipropileno, con salida de aire lateral, diámetro de conexión 15 mm, incluyendo válvula de corte y válvula de purga manual. Marca/modelo: SEDICAL / SPIROTOP o equivalente, incluyendo conexión a red de desagües mediante recogida y sifón en polipropileno o PVC.
02.09	Conexión y alimentación a calefacción/refrescamiento mediante tubería de acero inoxidable Ø20 mm	Conexión y alimentación a calefacción/refrescamiento, mediante la instalación de tubería de acero inoxidable flexible AISI-321 de 100 cm de longitud con racores y elementos de unión en los extremos, válvula de paso tipo bola, válvula de retención roscada, filtro, y manómetro graduado con grifo de comprobación, para instalación y enlace a tubería de 20 mm de diámetro. Completamente instalado.
02.10	Placa de poliestireno moldeado de célula cerrada POLYTHERM/POL BAU GRAFITO	Placa de poliestireno moldeado de célula cerrada y densidad 30 kg/m3, de espesor según Norma UNE 1264, plastificado según norma UNE 1264-4, con aislamiento térmico y acústico, con grapas-taco para fijación de tubo, con una separación de 6,8,12,16 y 25 mm, incluyendo barrera de vapor y parte proporcional de tira perimetral aislante. Completamente instalada. Marca/modelo: POLYTHERM / POL BAU GRAFITO 40(sobre local o equivalente).
02.11	Tubería de polietileno reticulado para suelo radiante Ø16 mm POLYTHERM EVOHFLEX PRO ANTIDIFUSIÓN	Tubería de polietileno reticulado para suelo radiante, según UNE-EN ISO 15875, con barrera antidifusión de oxígeno de 16 mm de diámetro y 2 mm de espesor, con p.p. de accesorios, codos guía y elementos de sujeción. Completamente instalada. Marca/modelo: POLYTHERM EVOHFLEX PRO ANTIDIFUSIÓN o equivalente.

CÓDIGO	NOMBRE	ELEMENTO
02.12	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 5 circuitos de calefacción por suelo radiante POLYTHERM/HKV	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 5 circuitos de calefacción por suelo radiante, formado por colector de ida y retorno, válvulas de accionamiento eléctrico y purgador automático. Completamente instalado. Marca/modelo: POLYTHERM / HKV o equivalente. Incluyendo válvula de presión diferencial.
02.13	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 4 circuitos de calefacción por suelo radiante POLYTHERM/HKV	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 4 circuitos de calefacción por suelo radiante, formado por colector de ida y retorno, válvulas de accionamiento eléctrico y purgador automático. Completamente instalado. Marca/modelo: POLYTHERM / HKV o equivalente. Incluyendo válvula de presión diferencial.
02.14	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 2 circuitos de calefacción por suelo radiante POLYTHERM/HKV	Distribuidor de bronce para regulación y cierre de 2 circuitos de calefacción por suelo radiante, formado por colector de ida y retorno, válvulas de accionamiento eléctrico y purgador automático. Completamente instalado. Marca/modelo: POLYTHERM / HKV o equivalente. Incluyendo válvula de presión diferencial.
02.15	Armario de acero para alojar de 5 a 7 circuitos de suelo radiante de 800 x 550-600 x 100 mm (COL.01) POLYTHERM/ACT	Armario de acero con cerco desmontable con tapa y cierre para alojar un distribuidor y placa electrónica, de 5 a 7 circuitos de suelo radiante de 800 x 550-600 x 100 mm. COL.01 Incluido guías para la fijación a los soportes de los distribuidores y juego de patas para armario. Completamente instalado. Marca/modelo: POLYTHERM / ACT o equivalente
02.16	Armario de acero para alojar de 2 a 3 circuitos de suelo radiante de 400-550-600 x 100 mm (COL.02) POLYTHERM/ACT	Armario de acero con cerco desmontable con tapa y cierre para alojar un distribuidor y placa electrónica, de 2 a 3 circuitos de suelo radiante de 400-550-600 x 100 mm. COL.02 Incluido guías para la fijación a los soportes de los distribuidores y juego de patas para armario. Completamente instalado. Marca/modelo: POLYTHERM / ACT o equivalente
02.17	Placa electrónica para interconexión de accionamientos eléctricos y termostatos POLYTHERM	Placa electrónica para la interconexión de los accionamientos eléctricos y termostatos para su alimentación eléctrica, tensión 220 V y 2 contactos libres de tensión. Completamente instalado. Marca/modelo: POLYTHERM o equivalente.
02.18	Bidón de 10 kg con aditivo para mortero POLYTHERM/ESTROLIT-H 2000	Bidón de 10 kg con aditivo para mortero para mejorar la conductividad térmica y la resistencia mecánica de los morteros. Completamente instalado. Marca/modelo: POLYTHERM/ESTROLIT-H 2000 o equivalente.
02.19	Reloj horario habilitador electrónico digital	Reloj horario habilitador electrónico digital semanal y diario e interruptor paro/marcha. Programación estándar preinstalado. Incluso conexionado a elemento controlado. Completamente instalado.
02.20	Termostato electrónico digital para calor POLYTHERM SU100.740	Termostato electrónico digital para calor con punto de consigna e interruptor paro/marcha. Programación independiente frío/calor. Incluso conexionado a elemento controlado. Completamente instalado. Marca/modelo: POLYTHERM SU100.740 o equivalente.
02.21	Válvula de bola de latón Ø25 mm ARCO	Válvula de bola de latón, para montaje roscado, de 25 mm de diámetro, PN-16, con mando de accionamiento manual por palanca, con racor roscado izquierda-derecha para desmontaje y accesorios de unión a tubería de multicapa PEX . Completamente instalada. Marca/modelo: ARCO o equivalente
02.22	Válvula de equilibrado Ø25 mm TA-STAD	Válvula de equilibrado soldada/roscada, fabricada en ametal , con preajuste de caudal, tomas de presión y con dispositivo de vaciado, de 25 mm de diámetro y con juego de accesorios. Completamente instalada. Marca/modelo: TA-STAD o equivalente
02.23	Cableado y conexionado desde interior vivienda hasta elementos de control	Cableado y conexionado desde interior vivienda hasta cada uno de los elementos de control, a base de tubo de material aislanteC en el resto, con cable conductor de cobre 07Z1-K. (Las instalaciones que pasen por el exterior del edificio serán de construcción estanca). Completamente instalado. Según planos y esquemas.

### 15.3. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

Tabla 37 – Descripción de los elementos de la instalación de ventilación

CÓDIGO	NOMBRE	ELEMENTO
03.01	Caja de ventilación helicocentrífuga higrorregulable con 4 salidas de extracción y 1 general SIBER/ VMC HIGRO	Caja de ventilación helicocentrífuga higrorregulable, 4 salidas de extracción (3 para baños+1cocina), más una salida general de vivienda, con referencia A (ventilación viviendas), de las siguientes características: - Caudal de aire: 58 l/s - Presión estática disponible: 150 PA - Potencia motor: 0,022 kW - Potencia sonora: 37 dB(A) - Marca/modelo: SIBER/ VMC HIGRO o equivalente . Completamente instalado.
03.02	Variador electrónico de velocidad SIBER/R-10	Variador electrónico de velocidad con interruptor marcha-paro incorporado. Marca/Modelo: SIBER/R-10

CÓDIGO	NOMBRE	ELEMENTO
03.03	Boca de extracción higrorregulable Ø125 mm SIBER/BH 15/75	Boca de extracción higrorregulable de baños y cocinas colocación mural o techo, construida en material poliestireno choque inyectado blanco RAL 9010, de 125 mm de diámetro de cuello, con todos sus elementos de fijación. Completamente instalada. Marca/modelo: SIBER/ BH 15/75 o equivalente.
03.04	Conducto de PVC de dimensiones 55x110 mm SIBER MINICONDUCTO	Miniconducto fabricado en PVC de dimensiones 55x110 mm, capaz de aguantar temperaturas entre 0°C/+60°C. Completamente instalado y con todos sus accesorios. Marca/Modelo: SIBER MINICONDUCTO 55 x110.
03.05	Conducto de PVC de dimensiones 55x220 mm SIBER MINICONDUCTO	Miniconducto fabricado en PVC de dimensiones 55x220 mm, capaz de aguantar temperaturas entre 0°C/+60°C. Completamente instalado y con todos sus accesorios. Marca/Modelo: SIBER MINICONDUCTO 55 x220.
03.06	Conducto de PVC de dimensiones 90x180 mm SIBER MINICONDUCTO	Miniconducto fabricado en PVC de dimensiones 90x180 mm, capaz de aguantar temperaturas entre 0°C/+60°C. Completamente instalado y con todos sus accesorios. Marca/Modelo: SIBER MINICONDUCTO 90 x180.
03.07	Alimentación a motor y a mando de ventilación con conductor de cobre s/UNE H07V de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección	Alimentación a motor y a mando de ventilación HS3 incluyendo conductor de cobre s/UNE H07V de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, bajo tubo de material aislante flexible en ejecución empotrada en techos y/o paredes desde caja de derivación a punto y parte proporcional de línea desde cuadro de zona con conductores bajo tubo según descripción anterior.
03.08	Cajón rectangular de plancha acero galvanizado	Cajón rectangular construido en plancha acero galvanizado con juntas y soportes especiales para mantener estabilidad a humos a E300 60 (para dar cumplimiento a S13 del CTE), incluso p.p. de soportes, accesorios y aberturas de servicio según IT1.1.4.3.4 y UNE-ENV 12097. Completamente instalado.
03.09	Conducto circular helicoidal de plancha de acero galvanizado clase B Ø125 mm	Conducto circular helicoidal, construido en plancha de acero galvanizado clase B, de 125 mm de diámetro y espesores según la norma UNE 100-102-88, con p.p. de juntas, accesorios, soportes y aberturas de servicio según IT1.1.4.3.4 y UNE-ENV 12097. Completamente instalado.
03.10	Conducto circular helicoidal de plancha de acero galvanizado clase B Ø150 mm	Conducto circular helicoidal, construido en plancha de acero galvanizado clase B, de 150 mm de diámetro y espesores según la norma UNE 100-102-88, con p.p. de juntas, accesorios, soportes y aberturas de servicio según IT1.1.4.3.4 y UNE-ENV 12097. Completamente instalado.
03.11	Aislamiento exterior acústico para conductos de ventilación y campanas FONOBLOC/ACUSTIDAN	Aislamiento exterior acústico para conductos de ventilación y campanas, a base de manta acústica. Completamente instalado. Marca/Modelo: FONOBLOC en verticales y ACUSTIDAN en tramos horizontales.
03.12	Ventilador centrifugo doméstico	Ventilador centrifugo doméstico HABITABILIDAD DE 300M3/H S&P. completamente instalado incluso mecanismo de encendido y parada.
03.13	Compuerta antirretorno para conducto de campana extractora Ø150 mm	Compuerta antirretorno, de 150 mm de diámetro, con todos sus elementos de fijación. Completamente instalada en conducto de campana extractora. Según fichas técnicas de proyecto.
03.14	Compuerta antirretorno para conducto de campana extractora Ø125 mm	Compuerta antirretorno, de 125 mm de diámetro, con todos sus elementos de fijación. Completamente instalada en conducto de campana extractora. Según fichas técnicas de proyecto.

## 15.4. INSTALACIÓN DE GAS

Tabla 38 – Descripción de los elementos de la instalación de gas

CÓDIGO	NOMBRE	ELEMENTO
04.01	Conexionado a la instalación existente de Gas Natural	Conexionado a la instalación existente de Gas Natural, incluyendo los trabajos y materiales necesarios para realizar estas tareas según especificaciones técnicas y dejar la instalación completamente terminada.
04.02	Tubería de PE de media densidad, según UNE-EN 1555 serie SDR 11 PN 10 de 40 mm de diámetro nominal	Tubería de polietileno tipo PE (media densidad), según UNE-EN 1555, para conducciones subterráneas de combustible gaseoso (Gas Natural), serie SDR 11 (PN 10) de 40 mm de diámetro nominal, con p.p. de accesorios y elementos de unión. Completamente instalada.
04.03	Accesorio de transición polietileno-acero de Dn.32/ 25mm de diámetro, fabricado según NT.060.GN	Accesorio de transición polietileno-acero (PE-AC) de Dn.32/ 25mm de diámetro, fabricado según NT.060.GN. Completamente instalado
04.04	Tubería de acero negro con soldadura, según UNE-EN 10255 serie media M, de 50 mm de diámetro nominal	Tubería de acero negro con soldadura, según UNE-EN 10255 serie media M, de 50 mm de diámetro nominal, con p.p. de uniones soldadas y accesorios roscados / con bridas y elementos de sujeción. Completamente instalada.



CÓDIGO	NOMBRE	ELEMENTO
04.05	Armario para alojar regulador y contador de gas natural prefabricado, de dimensiones interiores 1000x1200x550 mm	Armario para alojar regulador y contador de gas natural prefabricado, de dimensiones mínimas interiores de 1000x1200x550 mm, equipado con puertas, cerradura, fijación y soporte. Incluso construcción de hornacina con los trabajos de obra civil necesarios.
04.06	Regulador de gas natural MPB según norma UNE 60404 de caudal máximo: 25 m <sup>3</sup> /h	Regulador de gas natural MPB según norma UNE 60404 de las siguientes características: - Caudal máximo: 25 m <sup>3</sup> /h - Presión de entrada: 1-5 bar - Presión de salida: regulada 55/125 mbar, 21/70 mbar Compuesto por llaves de entrada y salida, filtro regulador con válvula de interrupción de seguridad, tomas de presión, montado en el interior de armario registrable con ventilación y los elementos complementarios según normas. Completamente instalado. Marca/modelo: KOMSCHREADER MPB A-25 o equivalente. Según ficha técnica:
04.07	Válvula de corte de obturador esférico según norma UNE-EN 331, de 50 de diámetro, PN-16 , d	Válvula de corte de obturador esférico, para la instalación de Gas natural , según norma UNE-EN 331, de 50 de diámetro, PN-16 , de accionamiento manual y homologada por la compañía suministradora. Completamente instalada.
04.08	Pintado de tuberías de acero negro al esmalte sintético	Pintado de tuberías de acero negro al esmalte sintético, con dos capas de impregnación antioxidante y dos capas de acabado para tubos entre 65 y 100 mm de diámetro.
04.09	Batería para 10 contadores de gas natural de cobre tipo G2,5 (máx. 4 m <sup>3</sup> /h) para baja presión con tubo montante de 40 mm	Batería para 10 contadores de gas natural, construida en cobre mediante módulos de 2 contadores tipo G2,5 (máx. 4 m <sup>3</sup> /h) para baja presión con tubo montante de 40 mm, valvulería y racores necesarios para tubo de salida de 22 mm, incluido soportes fijación y colector de unión de módulos de 63 mm para formar batería. Fabricada según normas UNE 60-490 y Homologada por la Compañía Suministradora con toda la suptación y accesorios exigidos en Comunidad Autónoma. Completamente instalada.
04.10	Rejilla de impulsión de aluminio, de 30 x 45 mm, con lamas horizontales fijas, de 200 cm <sup>2</sup> de admisión útil	Rejilla de impulsión con referencia , construida en aluminio, de 30 x 45 mm, con lamas horizontales fijas, de 200 cm <sup>2</sup> de admisión útil. con todos sus elementos de fijación. Completamente instalada. Marca/modelo: TROX o equivalente
04.11	Tubería de cobre duro estirado, no arsenical, según UNE EN-13348 de 22 mm de diámetro y de 1 mm de espesor	Tubería de cobre duro estirado, no arsenical, según UNE EN-13348 de 22 mm de diámetro y de 1 mm de espesor, con p.p. de accesorios soldados mediante soldadura fuerte a la plata en atmósfera inerte, con purga continua mediante gas protector y elementos de sujeción. Completamente instalada según UNE-EN 737-3.
04.12	Tubería de cobre duro estirado, no arsenical, según UNE EN-13348 de 35 mm de diámetro y de 1,5 mm de espesor	Tubería de cobre duro estirado, no arsenical, según UNE EN-13348 de 35 mm de diámetro y de 1,5 mm de espesor, con p.p. de accesorios soldados mediante soldadura fuerte a la plata en atmósfera inerte, con purga continua mediante gas protector y elementos de sujeción. Completamente instalada según UNE-EN 737-3.
04.13	Válvula de corte para la instalación de Gas Natural, según norma UNE 60.718, de 20 de diámetro, PN-5	Válvula de corte para la instalación de Gas Natural, según norma UNE 60.718, de 20 de diámetro, PN-5 , de accionamiento manual y homologada por la compañía suministradora. Completamente instalada.
04.14	Válvula de corte de gas natural de mariposa/escuadra para instalación en contadores, 20 mm de diámetro	Válvula de corte de gas natural, de mariposa, de escuadra, para instalación en batería de contadores junto al contador, de 20 mm de diámetro. Completamente instalada.
04.15	Regulador de abonado de baja presión, con válvula de seguridad	Regulador de abonado de baja presión, con válvula de seguridad por mínima presión, para un caudal máximo de 6m <sup>3</sup> /h, con regulación fija en salida de 2-2,2 KPa. Completamente instalado y regulado, con p.p. de accesorios y soportes.
04.16	Limitador de caudal de gas natural para batería de contadores en derivación a contador, diámetro de conexión Dn 20 mm	Limitador de caudal de gas natural para montar en batería de contadores en derivación a contador, diámetro de conexión Dn 20 mm, incluida la regulación de caudal con su tarado. Completamente instalado.
04.17	Toma de presión de débil calibre tipo Pitterson	Toma de presión de débil calibre tipo Pitterson. Completamente instalada.

## 16. CERTIFICADOS ENERGÉTICOS

## 16.1. SISTEMA 1



# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

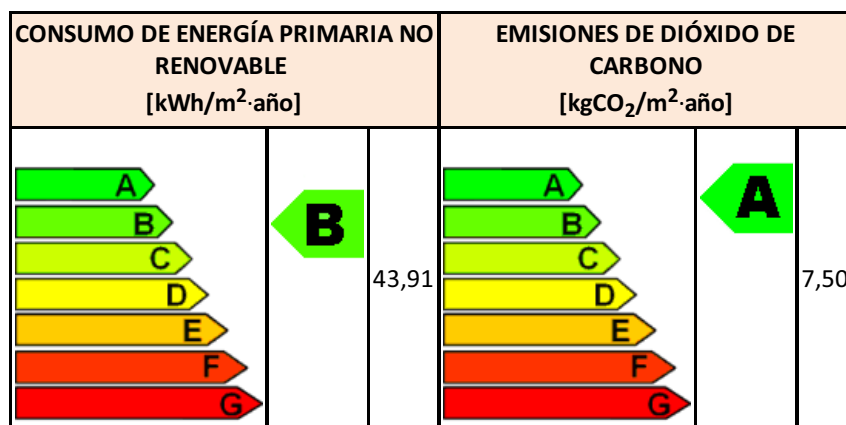
Nombre del edificio	10 LOFTS MILAGROSA EN ADECUACION DE LOCAL A VIVIENDAS		
Dirección	CALLE BLAS DE LA SERNA 14		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código postal	31005
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	2022
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	CTE 2022		
Referencia/s catastral/es	201052122A		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

## DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:

Nombre y apellidos	CARLOS MARTÍN SÁNCHEZ	NIF/NIE	70918618G
Razón social	JG INGENIEROS	NIF	11111111
Domicilio	CALLE SANGÜESA 4, 4° D-E		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código Postal	31003
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
E-mail:	carmarsan99@gmail.com	Teléfono	686636046
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:31/03/2023

Firma del técnico certificador:

*Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*

*Anexo II. Calificación energética del edificio.*

*Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*

*Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

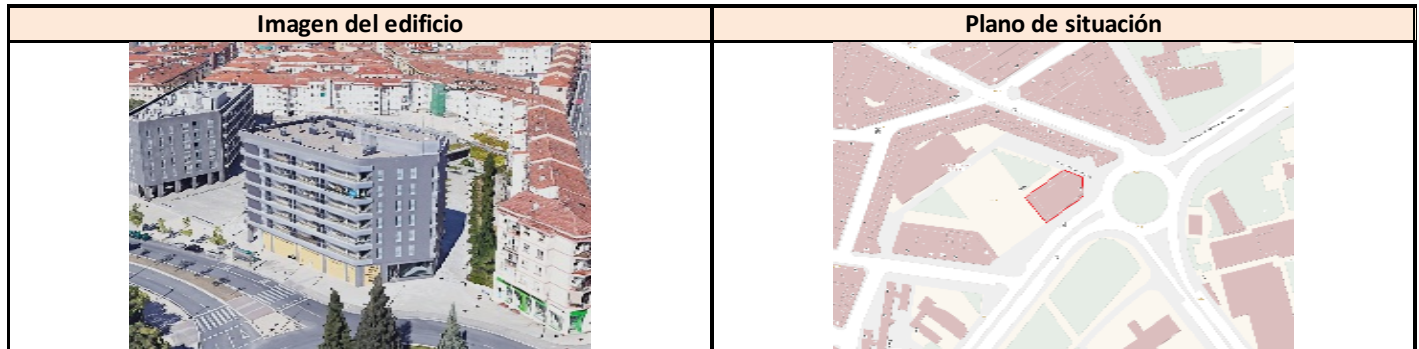
# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	615
--	-----



### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta adiabática	615	0,38	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	348	0,34	Definido por el usuario
No definido	Muro a local no acond.	99,5	0,54	Definido por el usuario
No definido	Suelo a local no acond.	615	0,38	Definido por el usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
Grupo 1	Ventanas	51,2	1,55	0,52	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 2	Ventanas	42,24	1,62	0,48	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 3	Ventanas	4	1,57	0,54	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 4	Ventanas	2,56	1,67	0,46	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 5	Ventanas	5,76	1,56	0,52	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 6	Puertas	18,9	1,90	0,05	Definido por usuario	Definido por usuario	9

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
ACS+Calefaccion	(10x) BC aire-agua	32	291,1	Electricidad	Definido por usuario
Sistema sustitución	Rend. constante	-	95	GasNatural	Por defecto
<b>TOTALES</b>		32			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	360	Electricidad	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	<b>479</b>
--	------------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Tipo de energía	Modo de obtención
ACS+Calefaccion	(10x) BC aire-agua	32	291,06	Electricidad	Definido por usuario

#### 4. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

(no aplicable)

#### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

(no aplicable)

#### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

#### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00
Medio ambiente BdC	57,18	0,00	72,74	78,00
<b>TOTAL</b>	<b>57,18</b>	<b>0,00</b>	<b>72,74</b>	<b>78,00</b>

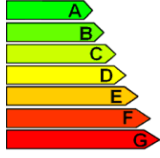

#### Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Fotovoltaica insitu	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D1	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

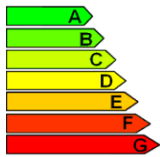

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
	 <b>A</b>	7,50	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
			Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A
			4,86		1,54	
			<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]			
			1,11			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	6,47	3979,90
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	1,03	634,65

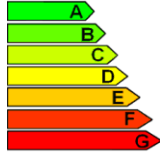

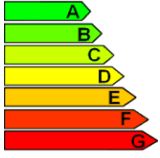

### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
	 <b>B</b>	43,91	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
			Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	B	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	A
			28,32		9,07	
			<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			Energía primaria refrigeración[kWh/m <sup>2</sup> ·año]		(-)	
			6,52			

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN		
	 <b>C</b>	29,73		 <b>C</b>	6,61
Demanda global de calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]			Demanda global de refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

## 16.2. SISTEMA 2

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

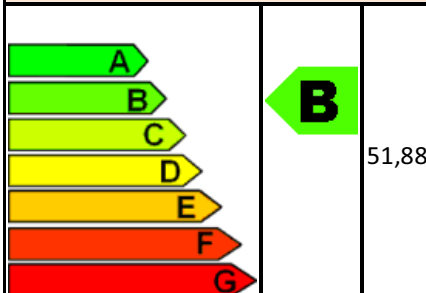
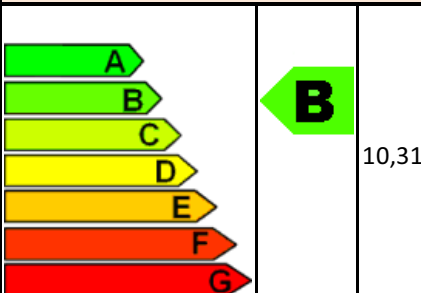
Nombre del edificio	10 LOFTS MILAGROSA EN ADECUACION DE LOCAL A VIVIENDAS		
Dirección	CALLE BLAS DE LA SERNA 14		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código postal	31005
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	2022
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	CTE 2022		
Referencia/s catastral/es	201052122A		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:			
<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente		
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Unifamiliar</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Bloque                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo</li> <li><input type="checkbox"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul>		<input type="checkbox"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Edificio completo</li> <li><input type="checkbox"/> Local</li> </ul>	

## DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:

Nombre y apellidos	CARLOS MARTÍN SÁNCHEZ	NIF/NIE	70918618G
Razón social	JG INGENIEROS	NIF	11111111
Domicilio	CALLE SANGÜESA 4, 4° D-E		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código Postal	31003
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
E-mail:	carmarsan99@gmail.com	Teléfono	686636046
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
 51,88	 10,31

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 31/03/2023

Firma del técnico certificador:

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

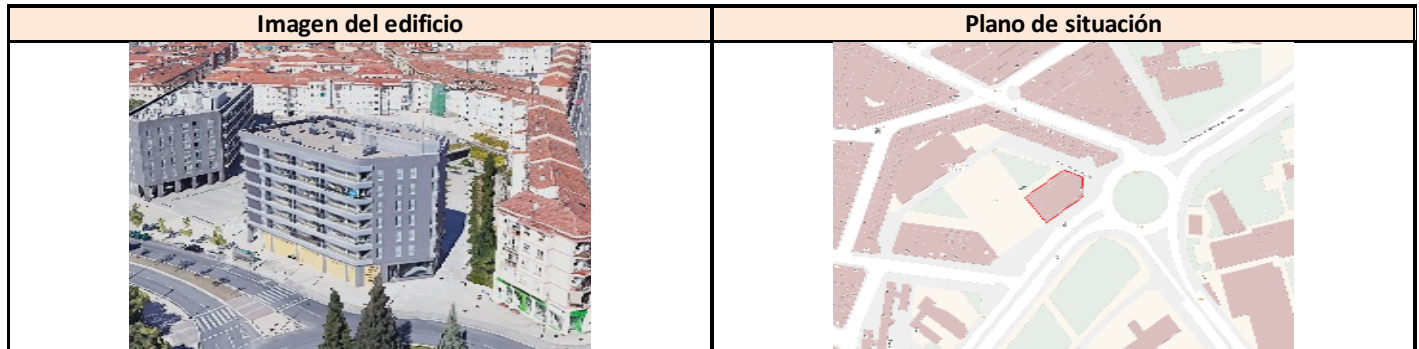
# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	615
--	-----



### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta adiabática	615	0,38	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	348	0,34	Definido por el usuario
No definido	Muro a local no acond.	99,5	0,54	Definido por el usuario
No definido	Suelo a local no acond.	615	0,38	Definido por el usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
Grupo 1	Ventanas	51,2	1,55	0,52	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 2	Ventanas	42,24	1,62	0,48	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 3	Ventanas	4	1,57	0,54	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 4	Ventanas	2,56	1,67	0,46	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 5	Ventanas	5,76	1,56	0,52	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 6	Puertas	18,9	1,90	0,05	Definido por usuario	Definido por usuario	9

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
ACS+Calefaccion	(10x) Caldera	220	107,4	GasNatural	Definido por usuario
Sistema sustitución	Rend. constante	-	95	GasNatural	Por defecto
<b>TOTALES</b>		220			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	360	Electricidad	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	<b>479</b>
--	------------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Tipo de energía	Modo de obtención
ACS+Calefaccion	(10x) Caldera	220	107,4	GasNatural	Definido por usuario

#### 4. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

(no aplicable)

#### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

(no aplicable)

#### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

#### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calfacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,00	0,00	85,85	101,41
Caldera de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00
Medio ambiente BdC	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>85,85</b>	<b>101,41</b>

#### Eléctrica

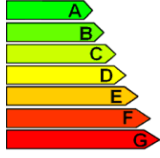
Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Fotovoltaica insitu	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>



## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D1	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

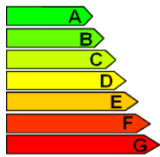
INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
	<b>B</b>	10,31	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
			<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	B	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A
			8,52		0,68	
			<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] <sup>1</sup>			<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]			
			1,11			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	2,00	1227,60
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	8,31	5113,40

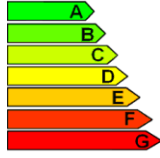
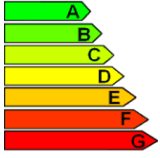
### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
	<b>B</b>	51,88	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
			<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	C	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	A
			42,08		3,27	
			<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m <sup>2</sup> año] <sup>1</sup>			<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		(-)	
			6,52			

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN		
	<b>C</b>	29,73			6,61
<i>Demanda global de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]			<i>Demanda global de refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

### 16.3. SISTEMA 3

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

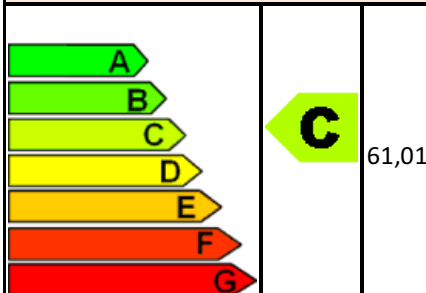
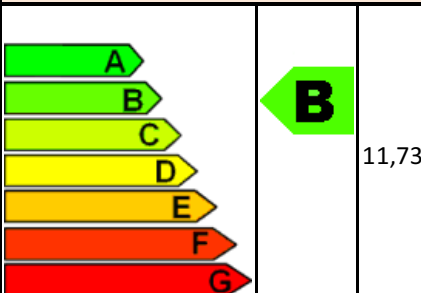
Nombre del edificio	10 LOFTS MILAGROSA EN ADECUACION DE LOCAL A VIVIENDAS		
Dirección	CALLE BLAS DE LA SERNA 14		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código postal	31005
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	2022
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	CTE 2022		
Referencia/s catastral/es	201052122A		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

## DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:

Nombre y apellidos	CARLOS MARTÍN SÁNCHEZ	NIF/NIE	70918618G
Razón social	JG INGENIEROS	NIF	11111111
Domicilio	CALLE SANGÜESA 4, 4º D-E		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código Postal	31003
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
E-mail:	carmarsan99@gmail.com	Teléfono	686636046
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]
 61,01	 11,73

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:31/03/2023

Firma del técnico certificador:

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

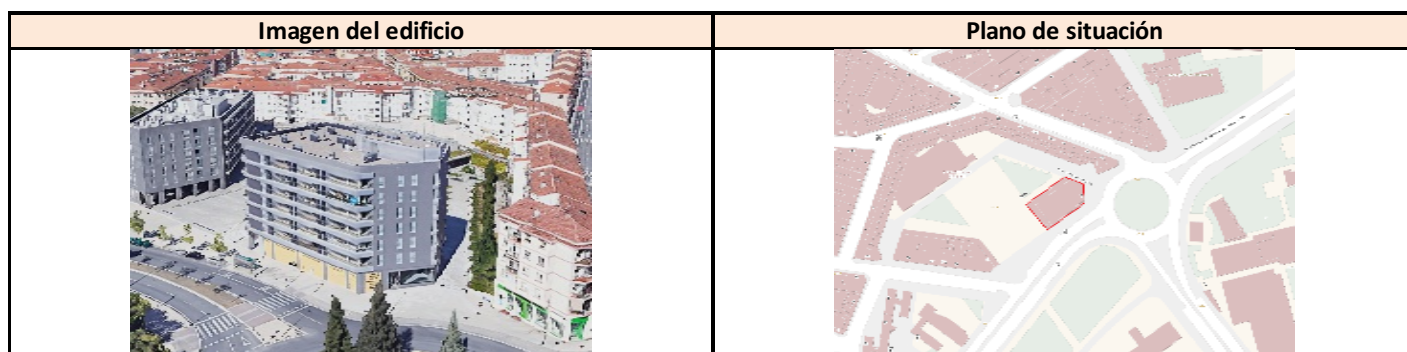
# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	615
--	-----



### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta adiabática	615	0,38	Definido por el usuario
No definido	Muro Exterior	348	0,34	Definido por el usuario
No definido	Muro a local no acond.	99,5	0,54	Definido por el usuario
No definido	Suelo a local no acond.	615	0,38	Definido por el usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
Grupo 1	Ventanas	51,2	1,55	0,52	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 2	Ventanas	42,24	1,62	0,48	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 3	Ventanas	4	1,57	0,54	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 4	Ventanas	2,56	1,67	0,46	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 5	Ventanas	5,76	1,56	0,52	Definido por usuario	Definido por usuario	9
Grupo 6	Puertas	18,9	1,90	0,05	Definido por usuario	Definido por usuario	9

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Calefaccion	(10x) Caldera	220	107,4	GasNatural	Definido por usuario
Sistema sustitución	Rend. constante	-	95	GasNatural	Por defecto
<b>TOTALES</b>		220			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
--------	------	-----------------------	---------------------------	---------	-------------------

Sistema sustitución	Rend. constante	-	360	Electricidad	Por defecto
<b>TOTALES</b>					

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	<b>479</b>
--	------------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Tipo de energía	Modo de obtención
ACS	(10x) BC aire-agua dedicada		260,01	Electricidad	Definido por usuario

#### 4. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

(no aplicable)

#### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

(no aplicable)

#### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

#### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00
Medio ambiente BdC	0,00	0,00	61,54	61,54
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>61,54</b>	<b>61,54</b>

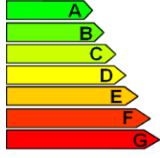
#### Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Fotovoltaica insitu	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D1	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

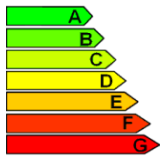
INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
	<b>B</b>	11,73	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
			<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	B	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A
			8,60		2,02	
			<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] <sup>1</sup>			<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]			
			1,11			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	4,05	2488,90
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	7,68	4724,90

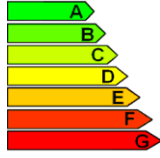
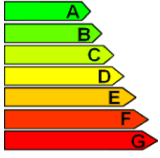
### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
	<b>C</b>	61,01	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
			<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	C	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	C
			42,55		11,93	
			<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m <sup>2</sup> año] <sup>1</sup>			<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		(-)	
			6,52			

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN		
	<b>C</b>	29,73		<b>C</b>	6,61
<i>Demanda global de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]			<i>Demanda global de refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

## 17. INFORMES DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE

## 17.1. SISTEMA 1



## VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0, HE1, HE4 y HE5 DB-HE 2019

### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	10 LOFTS MILAGROSA EN ADECUACION DE LOCAL A VIVIENDAS		
Dirección	CALLE BLAS DE LA SERNA 14		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código postal	31005
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	2022
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	CTE 2022		
Referencia/s catastral/es	201052122A		

### Uso final del edificio o parte del edificio:



Residencial privado (vivienda)       Otros usos (terciario)

### Tipo y nivel de intervención

Nuevo                                       Ampliación  
 Cambio uso  
 Reforma:  
 > 25% envolvente + Clima + ACS       > 25% envolvente + Clima       > 25% envolvente + ACS       > 25% envolvente  
 < 25% envolvente + Clima + ACS       < 25% envolvente + Clima       < 25% envolvente + ACS       < 25% envolvente

### SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	615
--	-----

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### DATOS DEL/DE LA TÉCNICO:

Nombre y apellidos	CARLOS MARTÍN SÁNCHEZ	NIF	70918618G
Razón social	JG INGENIEROS	CIF	11111111
Domicilio	CALLE SANGÜESA 4, 4º D-E		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código Postal	31003
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
E-mail:	carmarsan99@gmail.com	Teléfono	686636046
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

\* Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 3.1 y 3.2 de la sección DB-HE0 y de los apartados 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.2 y 3.1.3.3 de la sección DB-HE1, del apartado 3.1 de la sección HE4 y del apartado 3.1 de la sección HE5. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben así mismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE.

## INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

### HE0 Consumo de energía primaria

$C_{ep,nren}$	48,09 kWh/m <sup>2</sup> año	$C_{ep,nren,lim}$	70,00 kWh/m <sup>2</sup> año	Si cumple
$C_{ep,tot}$	83,40 kWh/m <sup>2</sup> año	$C_{ep,tot,lim}$	105,00 kWh/m <sup>2</sup> año	Si cumple
% horas fuera consigna	0 %	% horas lim fuera consigna	- %	No aplicable

$A_{\text{útil}}$  615 m<sup>2</sup>  $C_{FI}$  4.812 W/m<sup>2</sup>

$C_{ep,nren}$  Consumo de energía primaria no renovable del edificio

$C_{ep,nren,lim}$  Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0

$C_{ep,tot}$  Consumo de energía primaria total del edificio

$C_{ep,tot,lim}$  Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0

$A_{\text{útil}}$  Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)

$C_{FI}$  Carga interna media

### HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

$K$	0,688 W/m <sup>2</sup> K	$K_{lim}$	0,700 W/m <sup>2</sup> K	Si cumple
$q_{sol,jul}$	0,189 kWh/m <sup>2</sup> mes	$q_{sol,jul,lim}$	2,000 kWh/m <sup>2</sup> mes	Si cumple
$n_{50}$	No aplicable 1/h	$n_{50,lim}$	No aplicable 1/h	No aplicable

$V/A$  5,4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

$V$  2540,0 m<sup>3</sup>  $V_{inf}$  2540,0 m<sup>3</sup>  
 $D_{cal}$  29,73 kW/m<sup>2</sup>año  $D_{ref}$  6,61 kW/m<sup>2</sup>año

$K$  Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

$K_{lim}$  Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sección HE1

$q_{sol,jul}$  Control solar de la envolvente térmica del edificio

$q_{sol,jul,lim}$  Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1

$n_{50}$  Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa

$n_{50,lim}$  Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1

$V/A$  Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.

$V$  Volumen interior de la envolvente térmica

$V_{inf}$  Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones

$D_{cal}$  Demanda de calefacción

$D_{ref}$  Demanda de refrigeración

### HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

$RER_{ACS;nrb}$	73,6 %	$RER_{ACS;nrb min}$	60,0 %	Si cumple
-----------------	--------	---------------------	--------	-----------

Demanda ACS (\*) 479 l/d

$RER_{ACS;nrb}$  Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

$RER_{ACS;nrb min}$  Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

(\*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

### HE5 Generación mínima de energía eléctrica

HE5 no fija requisitos para edificio residencial privado

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:31/03/2023

Firma del técnico verificador:

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus

# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)
No definido	Cubierta adiabática	H	615	0,38
No definido	Muro Exterior	N	116	0,34
No definido	Muro Exterior	SO	82	0,34
No definido	Muro Exterior	SE	112	0,34
No definido	Muro Exterior	E	38	0,34
No definido	Muro a local no acond.		99,5	0,54
No definido	Suelo a local no acond.	H	615	0,38

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	U <sub>H</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>gl;wi</sub> (-)	g <sub>gl;sh;wi</sub> (-)	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
Grupo 1	Ventanas	N	25,6	1,55	0,52	0,015627	9
Grupo 1	Ventanas	SO	6,4	1,55	0,52	0,0084388	9
Grupo 1	Ventanas	SE	19,2	1,55	0,52	0,0084388	9
Grupo 2	Ventanas	N	10,56	1,62	0,48	0,014458	9
Grupo 2	Ventanas	SO	17,6	1,62	0,48	0,0078074	9
Grupo 2	Ventanas	SE	10,56	1,62	0,48	0,0078074	9
Grupo 2	Ventanas	E	3,52	1,62	0,48	0,0082411	9
Grupo 3	Ventanas	SE	4	1,57	0,54	0,0087094	9
Grupo 4	Ventanas	SE	2,56	1,67	0,46	0,0074466	9
Grupo 5	Ventanas	E	5,76	1,56	0,52	0,0089076	9
Grupo 6	Puertas	N	7,56	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	SO	1,89	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	SE	7,56	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	E	1,89	1,90	0,05	0,0532	9

U<sub>H</sub> Transmitancia del hueco

g<sub>gl;wi</sub> Factor solar del acristalamiento

g<sub>gl;sh;wi</sub> Transmitancia total de energía solar de huecos con los dispositivos de sombra móviles activados

Orientación N, NE, E, SE, S, SO, O, NO, H

Permeabilidad 27 (Clase 2), 9 (Clase 3), 3 (Clase 4)

#### Puentes térmicos

Nombre	Tipo	Transmitancia (U) (W/m <sup>2</sup> K)	Longitud (m)	Sistema dimensional
-	FRENTE_FORJADO	0,89	369	SDINT
-	UNION_CUBIERTA	0,19	0	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_FORJADO	0,19	0	SDINT
-	ESQUINA_CONCAVA_CERRAMIENTO	0,16	16,52	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_CERRAMIENTO	0,16	16,52	SDINT
-	PILAR	0,04	70,014	SDINT
-	UNION_SOLERA_PAREDEXT	0,12	0	SDINT
-	HUECO_VENTANA	0,02	273,3	SDINT

### 2. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

#### Espacios habitables

Tiempo de ocupación (h/año)	8760
-----------------------------	------

<b>Intensidad de las cargas internas (<math>C_{FI}</math> (W/m<sup>2</sup>))</b>	4,812
--	-------

<b>Espacio</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Nivel de acondicionamiento</b>	<b>Nivel de ventilación de cálculo (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Condiciones operacionales</b>
espacio	615	2540	ACOND	482,6	17/20-25/27

**Espacios no habitables pertenecientes a la envolvente térmica**

No se han definido espacios no habitables en el edificio

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
ACS+Calefaccion	(10x) BC aire-agua	32	3,5556	2,911	Electricidad
Sistema sustitución	Rend. constante	-	0,95	0,95	GasNatural
<b>TOTAL</b>	-	<b>32</b>	-	-	-

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (EER)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
Sistema sustitución	Rend. constante	-	3,6	3,6	Electricidad
<b>TOTAL</b>	-	-	-	-	-

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	479
--	-----

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
ACS+Calefaccion	(10x) BC aire-agua	32	3,5556	2,9106	Electricidad

#### Ventilación y Bombeo

<b>Caudal medio de ventilación en el interior de la envolvente térmica (m<sup>3</sup>/h)</b>	482,6
--	-------

#### Recuperadores de calor

No existe recuperador

### 5. CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FINAL

#### Consumos

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Consumo (kWh/año)
(10x) BC aire-agua	ELECTRICIDAD	CAL	7087
(10x) BC aire-agua	ELECTRICIDAD	ACS	2732
(10x) BC aire-agua	MEDIOAMBIENTE	CAL	11147
(10x) BC aire-agua	MEDIOAMBIENTE	ACS	7614
Inst.solar termica	MEDIOAMBIENTE	ACS	0
Sistema sustitución	GASNATURAL	CAL	792
Sistema sustitución	ELECTRICIDAD	REF	1614
EQUIPO EXCLUSIVO VENTILACION	ELECTRICIDAD	VEN	1314

#### Producciones

<b>Potencia de generación eléctrica renovable instalada (kW)</b>	-
--	---

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Producción (kWh/año)
---------------	-------------------	------------------	----------------------

### 6. FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A PRIMARIA

Vector energético	Origen (Red/Insitu)	F <sub>p_ren</sub>	F <sub>p_nren</sub>	F <sub>emisiones</sub>
ELECTRICIDAD	RED	0,414	1,954	0,331
ELECTRICIDAD	INSITU	1,000	0,000	0,000
GASNATURAL	RED	0,005	1,190	0,252
MEDIOAMBIENTE	RED	1,000	0,000	0,000
<b>TOTALES</b>		-	-	-

## ANEXO

### DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y CÁLCULO DE CONDENSACIONES

Descripción de los cerramientos

Tabla de cumplimiento de condensaciones en cerramientos

Tipo	Nombre	F1	F2	Capa0	Capa1	Capa2	Capa3	Capa4	Capa5	Capa6	Capa7	Capa8	Capa9	Capa10	Cumplimiento
------	--------	----	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------------

Tabla de cumplimiento de condensaciones en puentes térmicos

Condensaciones puentes térmicos	Subtipo	FRsi	FRsi,min	Cumplimiento
Encuentros horizontales fachada	Forjados	0,89	0,62	Cumple
Encuentros horizontales fachada	Cubiertas	0,84	0,62	Cumple
Encuentros horizontales fachada	Suelo Exterior	0,84	0,62	Cumple
Puentes verticales fachada	Esquina saliente	0,81	0,62	Cumple
Ventana		0,80	0,62	Cumple
Pilares		0,88	0,62	Cumple
Terreno		0,72	0,62	Cumple

Tabla de cumplimiento de conductividades en los elementos de la envolvente

CERRAMIENTO. Valores de transmitancia térmica (según CTE)	U <sub>max,proy</sub>	U <sub>limite</sub>	Cumplimiento
Muros de fachada	0,34	0,41	Cumple
1m. de suelos apoyados sobre el terreno	---	0,65	Cumple
1m. de muros apoyados sobre el terreno	0,51	0,65	Cumple
Particiones interiores Hz. o Vert. (distinto uso)	0,38	0,65	Cumple
Suelos con el exterior	---	0,41	Cumple
Cubiertas con el exterior	---	0,35	Cumple
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios (Huecos)	1,67	1,80	Cumple
Particiones interiores Hz. (mismo uso)	1,90	5,70	Cumple
Particiones interiores Vert. (mismo uso)	---	1,20	Cumple
Permeabilidad Huecos	9,00	9,00	Cumple

## 17.2. SISTEMA 2

## VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0, HE1, HE4 y HE5 DB-HE 2019

### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	10 LOFTS MILAGROSA EN ADECUACION DE LOCAL A VIVIENDAS		
Dirección	CALLE BLAS DE LA SERNA 14		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código postal	31005
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	2022
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	CTE 2022		
Referencia/s catastral/es	201052122A		

### Uso final del edificio o parte del edificio:



Residencial privado (vivienda)       Otros usos (terciario)

### Tipo y nivel de intervención

Nuevo                                       Ampliación  
 Cambio uso  
 Reforma:  
 > 25% envolvente + Clima + ACS       > 25% envolvente + Clima       > 25% envolvente + ACS       > 25% envolvente  
 < 25% envolvente + Clima + ACS       < 25% envolvente + Clima       < 25% envolvente + ACS       < 25% envolvente

### SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	615
--	-----

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### DATOS DEL/DE LA TÉCNICO:

Nombre y apellidos	CARLOS MARTÍN SÁNCHEZ	NIF	70918618G
Razón social	JG INGENIEROS	CIF	11111111
Domicilio	CALLE SANGÜESA 4, 4º D-E		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código Postal	31003
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
E-mail:	carmarsan99@gmail.com	Teléfono	686636046
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

\* Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 3.1 y 3.2 de la sección DB-HE0 y de los apartados 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.2 y 3.1.3.3 de la sección DB-HE1, del apartado 3.1 de la sección HE4 y del apartado 3.1 de la sección HE5. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben así mismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE.



## INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

### HE0 Consumo de energía primaria

$C_{ep,nren}$	56,06 kWh/m <sup>2</sup> año	$C_{ep,nren,lim}$	70,00 kWh/m <sup>2</sup> año	Si cumple
$C_{ep,tot}$	71,82 kWh/m <sup>2</sup> año	$C_{ep,tot,lim}$	105,00 kWh/m <sup>2</sup> año	Si cumple
% horas fuera consigna	0 %	% horas lim fuera consigna	- %	No aplicable

$A_{\text{útil}}$  615 m<sup>2</sup>  $C_{FI}$  4.812 W/m<sup>2</sup>

$C_{ep,nren}$  Consumo de energía primaria no renovable del edificio

$C_{ep,nren,lim}$  Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0

$C_{ep,tot}$  Consumo de energía primaria total del edificio

$C_{ep,tot,lim}$  Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0

$A_{\text{útil}}$  Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)

$C_{FI}$  Carga interna media

### HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

$K$	0,688 W/m <sup>2</sup> K	$K_{lim}$	0,700 W/m <sup>2</sup> K	Si cumple
$q_{sol,jul}$	0,189 kWh/m <sup>2</sup> mes	$q_{sol,jul,lim}$	2,000 kWh/m <sup>2</sup> mes	Si cumple
$n_{50}$	No aplicable 1/h	$n_{50,lim}$	No aplicable 1/h	No aplicable

$V/A$  5,4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

$V$  2540,0 m<sup>3</sup>  $V_{inf}$  2540,0 m<sup>3</sup>  
 $D_{cal}$  29,73 kW/m<sup>2</sup>año  $D_{ref}$  6,61 kW/m<sup>2</sup>año

$K$  Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

$K_{lim}$  Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sección HE1

$q_{sol,jul}$  Control solar de la envolvente térmica del edificio

$q_{sol,jul,lim}$  Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1

$n_{50}$  Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa

$n_{50,lim}$  Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1

$V/A$  Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.

$V$  Volumen interior de la envolvente térmica

$V_{inf}$  Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones

$D_{cal}$  Demanda de calefacción

$D_{ref}$  Demanda de refrigeración

### HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

$RER_{ACS;nrb}$	84,4 %	$RER_{ACS;nrb min}$	60,0 %	Si cumple
-----------------	--------	---------------------	--------	-----------

Demanda ACS (\*) 479 l/d

$RER_{ACS;nrb}$  Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

$RER_{ACS;nrb min}$  Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

(\*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

### HE5 Generación mínima de energía eléctrica

HE5 no fija requisitos para edificio residencial privado

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:31/03/2023

Firma del técnico verificador:

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus

# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)
No definido	Cubierta adiabática	H	615	0,38
No definido	Muro Exterior	N	116	0,34
No definido	Muro Exterior	SO	82	0,34
No definido	Muro Exterior	SE	112	0,34
No definido	Muro Exterior	E	38	0,34
No definido	Muro a local no acond.		99,5	0,54
No definido	Suelo a local no acond.	H	615	0,38

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	U <sub>H</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>gl;wi</sub> (-)	g <sub>gl;sh;wi</sub> (-)	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
Grupo 1	Ventanas	N	25,6	1,55	0,52	0,015627	9
Grupo 1	Ventanas	SO	6,4	1,55	0,52	0,0084388	9
Grupo 1	Ventanas	SE	19,2	1,55	0,52	0,0084388	9
Grupo 2	Ventanas	N	10,56	1,62	0,48	0,014458	9
Grupo 2	Ventanas	SO	17,6	1,62	0,48	0,0078074	9
Grupo 2	Ventanas	SE	10,56	1,62	0,48	0,0078074	9
Grupo 2	Ventanas	E	3,52	1,62	0,48	0,0082411	9
Grupo 3	Ventanas	SE	4	1,57	0,54	0,0087094	9
Grupo 4	Ventanas	SE	2,56	1,67	0,46	0,0074466	9
Grupo 5	Ventanas	E	5,76	1,56	0,52	0,0089076	9
Grupo 6	Puertas	N	7,56	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	SO	1,89	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	SE	7,56	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	E	1,89	1,90	0,05	0,0532	9

U<sub>H</sub> Transmitancia del hueco

g<sub>gl;wi</sub> Factor solar del acristalamiento

g<sub>gl;sh;wi</sub> Transmitancia total de energía solar de huecos con los dispositivos de sombra móviles activados

Orientación N, NE, E, SE, S, SO, O, NO, H

Permeabilidad 27 (Clase 2), 9 (Clase 3), 3 (Clase 4)

#### Puentes térmicos

Nombre	Tipo	Transmitancia (U) (W/m <sup>2</sup> K)	Longitud (m)	Sistema dimensional
-	FRENTE_FORJADO	0,89	369	SDINT
-	UNION_CUBIERTA	0,19	0	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_FORJADO	0,19	0	SDINT
-	ESQUINA_CONCAVA_CERRAMIENTO	0,16	16,52	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_CERRAMIENTO	0,16	16,52	SDINT
-	PILAR	0,04	70,014	SDINT
-	UNION_SOLERA_PAREDEXT	0,12	0	SDINT
-	HUECO_VENTANA	0,02	273,3	SDINT

### 2. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

#### Espacios habitables

Tiempo de ocupación (h/año)	8760
-----------------------------	------

<b>Intensidad de las cargas internas (<math>C_{FI}</math> (W/m<sup>2</sup>))</b>	4,812
--	-------

<b>Espacio</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Nivel de acondicionamiento</b>	<b>Nivel de ventilación de cálculo (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Condiciones operacionales</b>
espacio	615	2540	ACOND	482,6	17/20-25/27

**Espacios no habitables pertenecientes a la envolvente térmica**

No se han definido espacios no habitables en el edificio

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
ACS+Calefaccion	(10x) Caldera	220	0,99	1,074	GasNatural
Sistema sustitución	Rend. constante	-	0,95	0,95	GasNatural
<b>TOTAL</b>	-	<b>220</b>	-	-	-

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (EER)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
Sistema sustitución	Rend. constante	-	3,6	3,6	Electricidad
<b>TOTAL</b>	-	-	-	-	-

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	479
--	-----

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
ACS+Calefaccion	(10x) Caldera	220	0,99	1,074	GasNatural

#### Ventilación y Bombeo

<b>Caudal medio de ventilación en el interior de la envolvente térmica (m<sup>3</sup>/h)</b>	482,6
--	-------

#### Recuperadores de calor

No existe recuperador

### 5. CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FINAL

#### Consumos

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Consumo (kWh/año)
(10x) Caldera	GASNATURAL	CAL	17027
(10x) Caldera	GASNATURAL	ACS	1538
Inst.solar termica	MEDIOAMBIENTE	ACS	9900
Sistema sustitución	ELECTRICIDAD	REF	1614
EQUIPO EXCLUSIVO VENTILACION	ELECTRICIDAD	VEN	1314

#### Producciones

<b>Potencia de generación eléctrica renovable instalada (kW)</b>	-
--	---

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Producción (kWh/año)
---------------	-------------------	------------------	----------------------

### 6. FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A PRIMARIA

Vector energético	Origen (Red/Insitu)	F <sub>p_ren</sub>	F <sub>p_nren</sub>	F <sub>emisiones</sub>
ELECTRICIDAD	RED	0,414	1,954	0,331
ELECTRICIDAD	INSITU	1,000	0,000	0,000
GASNATURAL	RED	0,005	1,190	0,252
MEDIOAMBIENTE	RED	1,000	0,000	0,000
<b>TOTALES</b>		-	-	-

## ANEXO

### DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y CÁLCULO DE CONDENSACIONES

Descripción de los cerramientos

Tabla de cumplimiento de condensaciones en cerramientos

Tipo	Nombre	F1	F2	Capa0	Capa1	Capa2	Capa3	Capa4	Capa5	Capa6	Capa7	Capa8	Capa9	Capa10	Cumplimiento
------	--------	----	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------------

Tabla de cumplimiento de condensaciones en puentes térmicos

Condensaciones puentes térmicos	Subtipo	FRsi	FRsi,min	Cumplimiento
Encuentros horizontales fachada	Forjados	0,89	0,62	Cumple
Encuentros horizontales fachada	Cubiertas	0,84	0,62	Cumple
Encuentros horizontales fachada	Suelo Exterior	0,84	0,62	Cumple
Puentes verticales fachada	Esquina saliente	0,81	0,62	Cumple
Ventana		0,80	0,62	Cumple
Pilares		0,88	0,62	Cumple
Terreno		0,72	0,62	Cumple

Tabla de cumplimiento de conductividades en los elementos de la envolvente

CERRAMIENTO. Valores de transmitancia térmica (según CTE)	U <sub>max,proy</sub>	U <sub>limite</sub>	Cumplimiento
Muros de fachada	0,34	0,41	Cumple
1m. de suelos apoyados sobre el terreno	---	0,65	Cumple
1m. de muros apoyados sobre el terreno	0,51	0,65	Cumple
Particiones interiores Hz. o Vert. (distinto uso)	0,38	0,65	Cumple
Suelos con el exterior	---	0,41	Cumple
Cubiertas con el exterior	---	0,35	Cumple
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios (Huecos)	1,67	1,80	Cumple
Particiones interiores Hz. (mismo uso)	1,90	5,70	Cumple
Particiones interiores Vert. (mismo uso)	---	1,20	Cumple
Permeabilidad Huecos	9,00	9,00	Cumple

### 17.3. SISTEMA 3

## VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0, HE1, HE4 y HE5 DB-HE 2019

### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	10 LOFTS MILAGROSA EN ADECUACION DE LOCAL A VIVIENDAS		
Dirección	CALLE BLAS DE LA SERNA 14		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código postal	31005
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	2022
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	CTE 2022		
Referencia/s catastral/es	201052122A		

### Uso final del edificio o parte del edificio:



Residencial privado (vivienda)       Otros usos (terciario)

### Tipo y nivel de intervención

Nuevo                                       Ampliación  
 Cambio uso  
 Reforma:  
 > 25% envolvente + Clima + ACS       > 25% envolvente + Clima       > 25% envolvente + ACS       > 25% envolvente  
 < 25% envolvente + Clima + ACS       < 25% envolvente + Clima       < 25% envolvente + ACS       < 25% envolvente

### SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	615
--	-----

<b>Imagen del edificio</b>	<b>Plano de situación</b>
	

### DATOS DEL/DE LA TÉCNICO:

Nombre y apellidos	CARLOS MARTÍN SÁNCHEZ	NIF	70918618G
Razón social	JG INGENIEROS	CIF	11111111
Domicilio	CALLE SANGÜESA 4, 4º D-E		
Municipio	Pamplona/Iruña	Código Postal	31003
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
E-mail:	carmarsan99@gmail.com	Teléfono	686636046
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

\* Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 3.1 y 3.2 de la sección DB-HE0 y de los apartados 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.2 y 3.1.3.3 de la sección DB-HE1, del apartado 3.1 de la sección HE4 y del apartado 3.1 de la sección HE5. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben así mismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE.

## INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

### HE0 Consumo de energía primaria

$C_{ep,nren}$	65,18 kWh/m <sup>2</sup> año	$C_{ep,nren,lim}$	70,00 kWh/m <sup>2</sup> año	Si cumple
$C_{ep,tot}$	76,86 kWh/m <sup>2</sup> año	$C_{ep,tot,lim}$	105,00 kWh/m <sup>2</sup> año	Si cumple
% horas fuera consigna	0 %	% horas lim fuera consigna	- %	No aplicable

$A_{\text{útil}}$  615 m<sup>2</sup>  $C_{FI}$  4.812 W/m<sup>2</sup>

$C_{ep,nren}$  Consumo de energía primaria no renovable del edificio

$C_{ep,nren,lim}$  Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0

$C_{ep,tot}$  Consumo de energía primaria total del edificio

$C_{ep,tot,lim}$  Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0

$A_{\text{útil}}$  Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)

$C_{FI}$  Carga interna media

### HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

$K$	0,688 W/m <sup>2</sup> K	$K_{lim}$	0,700 W/m <sup>2</sup> K	Si cumple
$q_{sol,jul}$	0,189 kWh/m <sup>2</sup> mes	$q_{sol,jul,lim}$	2,000 kWh/m <sup>2</sup> mes	Si cumple
$\eta_{50}$	No aplicable 1/h	$\eta_{50,lim}$	No aplicable 1/h	No aplicable

$V/A$  5,4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

$V$  2540,0 m<sup>3</sup>  $V_{inf}$  2540,0 m<sup>3</sup>  
 $D_{cal}$  29,73 kW/m<sup>2</sup>año  $D_{ref}$  6,61 kW/m<sup>2</sup>año

$K$  Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

$K_{lim}$  Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sección HE1

$q_{sol,jul}$  Control solar de la envolvente térmica del edificio

$q_{sol,jul,lim}$  Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1

$\eta_{50}$  Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa

$\eta_{50,lim}$  Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1

$V/A$  Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.

$V$  Volumen interior de la envolvente térmica

$V_{inf}$  Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones

$D_{cal}$  Demanda de calefacción

$D_{ref}$  Demanda de refrigeración

### HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

$RER_{ACS,nrb}$	61,5 %	$RER_{ACS,nrb min}$	60,0 %	Si cumple
-----------------	--------	---------------------	--------	-----------

Demanda ACS (\*) 479 l/d

$RER_{ACS,nrb}$  Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

$RER_{ACS,nrb min}$  Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS

(\*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

### HE5 Generación mínima de energía eléctrica

HE5 no fija requisitos para edificio residencial privado

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:31/03/2023

Firma del técnico verificador:

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus



# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)
No definido	Cubierta adiabática	H	615	0,38
No definido	Muro Exterior	N	116	0,34
No definido	Muro Exterior	SO	82	0,34
No definido	Muro Exterior	SE	112	0,34
No definido	Muro Exterior	E	38	0,34
No definido	Muro a local no acond.		99,5	0,54
No definido	Suelo a local no acond.	H	615	0,38

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	U <sub>H</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>gl;wi</sub> (-)	g <sub>gl;sh;wi</sub> (-)	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
Grupo 1	Ventanas	N	25,6	1,55	0,52	0,015627	9
Grupo 1	Ventanas	SO	6,4	1,55	0,52	0,0084388	9
Grupo 1	Ventanas	SE	19,2	1,55	0,52	0,0084388	9
Grupo 2	Ventanas	N	10,56	1,62	0,48	0,014458	9
Grupo 2	Ventanas	SO	17,6	1,62	0,48	0,0078074	9
Grupo 2	Ventanas	SE	10,56	1,62	0,48	0,0078074	9
Grupo 2	Ventanas	E	3,52	1,62	0,48	0,0082411	9
Grupo 3	Ventanas	SE	4	1,57	0,54	0,0087094	9
Grupo 4	Ventanas	SE	2,56	1,67	0,46	0,0074466	9
Grupo 5	Ventanas	E	5,76	1,56	0,52	0,0089076	9
Grupo 6	Puertas	N	7,56	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	SO	1,89	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	SE	7,56	1,90	0,05	0,0532	9
Grupo 6	Puertas	E	1,89	1,90	0,05	0,0532	9

U<sub>H</sub> Transmitancia del hueco

g<sub>gl;wi</sub> Factor solar del acristalamiento

g<sub>gl;sh;wi</sub> Transmitancia total de energía solar de huecos con los dispositivos de sombra móviles activados

Orientación N, NE, E, SE, S, SO, O, NO, H

Permeabilidad 27 (Clase 2), 9 (Clase 3), 3 (Clase 4)

#### Puentes térmicos

Nombre	Tipo	Transmitancia (U) (W/m <sup>2</sup> ·K)	Longitud (m)	Sistema dimensional
-	FRENTE_FORJADO	0,89	369	SDINT
-	UNION_CUBIERTA	0,19	0	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_FORJADO	0,19	0	SDINT
-	ESQUINA_CONCAVA_CERRAMIENTO	0,16	16,52	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_CERRAMIENTO	0,16	16,52	SDINT
-	PILAR	0,04	70,014	SDINT
-	UNION_SOLERA_PAREDEXT	0,12	0	SDINT
-	HUECO_VENTANA	0,02	273,3	SDINT

### 2. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

#### Espacios habitables

Tiempo de ocupación (h/año)	8760
-----------------------------	------

<b>Intensidad de las cargas internas (<math>C_{FI}</math> (W/m<sup>2</sup>))</b>	4,812
--	-------

<b>Espacio</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Nivel de acondicionamiento</b>	<b>Nivel de ventilación de cálculo (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Condiciones operacionales</b>
espacio	615	2540	ACOND	482,6	17/20-25/27

**Espacios no habitables pertenecientes a la envolvente térmica**

No se han definido espacios no habitables en el edificio

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
Calefaccion	(10x) Caldera	220	0,99	1,074	GasNatural
Sistema sustitución	Rend. constante	-	0,95	0,95	GasNatural
<b>TOTAL</b>	-	<b>220</b>	-	-	-

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (EER)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
Sistema sustitución	Rend. constante	-	3,6	3,6	Electricidad
<b>TOTAL</b>	-	-	-	-	-

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	479
--	-----

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
ACS	(10x) BC aire-agua dedicada		2,6	2,6001	Electricidad

#### Ventilación y Bombeo

<b>Caudal medio de ventilación en el interior de la envolvente térmica (m<sup>3</sup>/h)</b>	482,6
--	-------

#### Recuperadores de calor

No existe recuperador

### 5. CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FINAL

#### Consumos

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Consumo (kWh/año)
(10x) Caldera	GASNATURAL	CAL	17024
(10x) BC aire-agua dedicada	ELECTRICIDAD	ACS	3754
(10x) BC aire-agua dedicada	MEDIOAMBIENTE	ACS	6007
Inst.solar termica	MEDIOAMBIENTE	ACS	0
Sistema sustitución	ELECTRICIDAD	REF	1614
EQUIPO EXCLUSIVO VENTILACION	ELECTRICIDAD	VEN	1314

#### Producciones

<b>Potencia de generación eléctrica renovable instalada (kW)</b>	-
--	---

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Producción (kWh/año)
---------------	-------------------	------------------	----------------------

### 6. FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A PRIMARIA

Vector energético	Origen (Red/Insitu)	F <sub>p_ren</sub>	F <sub>p_nren</sub>	F <sub>emisiones</sub>
ELECTRICIDAD	RED	0,414	1,954	0,331
ELECTRICIDAD	INSITU	1,000	0,000	0,000
GASNATURAL	RED	0,005	1,190	0,252
MEDIOAMBIENTE	RED	1,000	0,000	0,000
<b>TOTALES</b>		-	-	-

## ANEXO

### DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y CÁLCULO DE CONDENSACIONES

Descripción de los cerramientos

Tabla de cumplimiento de condensaciones en cerramientos

Tipo	Nombre	F1	F2	Capa0	Capa1	Capa2	Capa3	Capa4	Capa5	Capa6	Capa7	Capa8	Capa9	Capa10	Cumplimiento
------	--------	----	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------------

Tabla de cumplimiento de condensaciones en puentes térmicos

Condensaciones puentes térmicos	Subtipo	FRsi	FRsi,min	Cumplimiento
Encuentros horizontales fachada	Forjados	0,89	0,62	Cumple
Encuentros horizontales fachada	Cubiertas	0,84	0,62	Cumple
Encuentros horizontales fachada	Suelo Exterior	0,84	0,62	Cumple
Puentes verticales fachada	Esquina saliente	0,81	0,62	Cumple
Ventana		0,80	0,62	Cumple
Pilares		0,88	0,62	Cumple
Terreno		0,72	0,62	Cumple

Tabla de cumplimiento de conductividades en los elementos de la envolvente

CERRAMIENTO. Valores de transmitancia térmica (según CTE)	U <sub>max,proy</sub>	U <sub>limite</sub>	Cumplimiento
Muros de fachada	0,34	0,41	Cumple
1m. de suelos apoyados sobre el terreno	---	0,65	Cumple
1m. de muros apoyados sobre el terreno	0,51	0,65	Cumple
Particiones interiores Hz. o Vert. (distinto uso)	0,38	0,65	Cumple
Suelos con el exterior	---	0,41	Cumple
Cubiertas con el exterior	---	0,35	Cumple
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios (Huecos)	1,67	1,80	Cumple
Particiones interiores Hz. (mismo uso)	1,90	5,70	Cumple
Particiones interiores Vert. (mismo uso)	---	1,20	Cumple
Permeabilidad Huecos	9,00	9,00	Cumple

## 18. FICHAS TÉCNICAS

## Aquarea High Performance All in One Compact generación J monofásica · R32

### Aquarea All in One Compact es la solución definitiva para ahorrar espacio

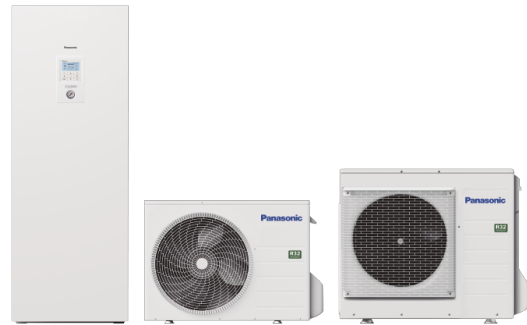
Aquarea calienta tu hogar de manera eficaz y eficiente, incluso con temperaturas exteriores extremas. Aquarea también puede enfriar el ambiente en verano y proporcionar agua caliente sanitaria durante todo el año.

Aquarea High Performance es la gama para nuevas instalaciones y hogares de bajo consumo. Excelente eficiencia y ahorro de energía con emisiones de CO<sub>2</sub> reducidas en un mínimo espacio.

Aquarea All in One forma parte de la nueva generación de bombas de calor para calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria para el hogar. Diseñado cuadrado mejorado con acabado tipo electrodoméstico.

Con una huella de 598 x 600 mm, tamaño estándar de otros grandes electrodomésticos, reduce el espacio necesario para la instalación.

- 598 x 600 mm huella interior para espacios pequeños
- Refrigerante R32 altamente eficiente
- Eficiencia energética de clase A+++ (clima medio 35°C salida de agua)
- Temperatura máxima de salida del módulo hidráulico: 60°C
- Depósito ACS de acero inoxidable de 185 L
- Panel de aislamiento U-Vacua? para una mayor eficiencia del depósito
- Depósito sin ánodo y sin mantenimiento
- Funciona con temperaturas de hasta -20°C
- Control y servicio en la nube con CZ-TAW1
- Control remoto de fácil uso
- Filtro de agua y medidor de flujo con imán y válvula de purga de aire automática
- Fácil instalación y mantenimiento, con conexiones eléctricas en la cara frontal



Aquea High Performance All in One Compact generación J monofásica - R32		MONOFÁSICO (alimentación interior)
Kit		KIT-ADC05JE5C
Capacidad calorífica (aire +7 °C, agua 35 °C)	kW	5,00
COP (aire +7 °C, agua 35 °C)		5,00
Capacidad calorífica (aire +7 °C, agua 55 °C)	kW	5,00
COP (aire +7 °C, agua 55 °C)		2,72
Capacidad calorífica (aire +2 °C, agua 35 °C)	kW	4,20
COP (aire +2 °C, agua 35 °C)		3,18
Capacidad calorífica (aire +2 °C, agua 55 °C)	kW	4,10
COP (aire +2 °C, agua 55 °C)		1,99
Capacidad calorífica (aire -7 °C, agua 35 °C)	kW	4,20
COP (aire -7 °C, agua 35 °C)		2,59
Capacidad calorífica (aire -7 °C, agua 55 °C)	kW	3,55
COP (aire -7 °C, agua 55 °C)		1,71
Capacidad frigorífica (aire 35 °C, agua 7 °C)	kW	4,50
EER (aire 35 °C, agua 7 °C)		3,00
Capacidad frigorífica (aire 35 °C, agua 18 °C)	kW	4,80
EER (aire 35 °C, agua 18 °C)		4,29
Calefacción en clima templado. Eficiencia energética estacional (agua 35 °C / agua 55 °C)	ηs %	200 / 136
Calefacción en clima templado. Eficiencia energética estacional (agua 35 °C / agua 55 °C)	SCOP	5,07 / 3,47
Calefacción en clima templado. Clase energética (agua 35 °C / agua 55 °C) (1)	A+++ to D	A+++ / A++
Calefacción en clima cálido. Eficiencia energética estacional (agua 35 °C / agua 55 °C)	ηs %	245 / 165
Calefacción en clima cálido. Eficiencia energética estacional (agua 35 °C / agua 55 °C)	SCOP	6,20 / 4,20
Calefacción en clima cálido. Clase energética (agua 35 °C / agua 55 °C) (1)	A+++ to D	A+++ / A+++
Calefacción en clima frío. Eficiencia energética estacional (agua 35 °C / agua 55 °C)	ηs %	157 / 110
Calefacción en clima frío. Eficiencia energética estacional (agua 35 °C / agua 55 °C)	SCOP	4,00 / 2,83
Calefacción en clima frío. Clase energética (agua 35 °C / agua 55 °C) (1)	A+++ to D	A++ / A+
Unidad interior		WH-ADC0309J3E5C
Presión acústica interior (calor)	dB(A)	28
Presión acústica interior (frío)	dB(A)	28
Dimensiones interiores (alto)	mm	1650
Dimensiones de la unidad interior (anchura)	mm	598
Dimensiones de la unidad interior (profundidad)	mm	600
Peso neto unidad interior	kg	—
Conector de tubería de agua	Inch	R 1/4
Bomba clase A (número de velocidades)		Variable Speed
Bomba clase A (potencia absorbida mín.)	W	30
Bomba clase A (potencia absorbida máx.)	W	120
Caudal de agua de calefacción (ΔT=5 K. 35 °C)	L/min	14,30
Capacidad de la resistencia de calentamiento integrada	kW	3,00
Fusible recomendado interior	A	16 / 16
Tamaño recomendado del cable, alimentación 1	mm <sup>2</sup>	3 x 1,5
Tamaño recomendado del cable, alimentación 2	mm <sup>2</sup>	3 x 1,5
Volumen de agua	L	185
Temperatura máxima del agua	°C	65
Material interior del depósito		Stainless steel
Perfil de extracción según EN 16147		L
Depósito de ACS ERP clasificación de eficiencia en clima templado 2)	A+ to F	A+
Depósito de ACS ERP clasificación de eficiencia en clima cálido 2)	A+ to F	A+
Depósito de ACS ERP clasificación de eficiencia en clima frío 2)	A+ to F	A
Depósito de ACS ErP clima templado η	ηwh %	132
Depósito de ACS ErP clima templado SCOP		3,30
Depósito de ACS ErP clima cálido η	ηwh %	155
Depósito de ACS ErP clima cálido SCOP		3,88
Depósito de ACS ErP clima frío η	ηwh %	99
Depósito de ACS ErP clima frío SCOP		2,48
Unidad exterior		WH-UD05JE5
Potencia acústica carga parcial exterior (calor) (3)	dB(A)	55
Potencia acústica exterior carga máxima (calor)	dB(A)	64
Potencia acústica exterior carga máxima (frío)	dB(A)	64
Dimensiones exteriores (alto)	mm	622
Dimensiones exteriores (anchura)	mm	824
Dimensiones exteriores (profundidad)	mm	298
Peso neto unidad exterior	kg	37
Refrigerante (R32) / CO2 eq.	kg / T	0,9 / 0,608
Diámetro de tubería (líquido)	Inch (mm)	1/4 (6,35)
Diámetro de tubería (gas)	Inch (mm)	1/2 (12,70)
Rango de longitudes de tubería	m	3 ~ 25
Desnivel (int./ext.)	m	20
Longitud de tubería para gas adicional	m	10
Cantidad adicional de gas	g/m	20
Rango de funcionamiento (Condiciones ambientales exteriores)	°C	-20 ~ +35
Salida de agua (calor)	°C	20 ~ 60
Salida de agua (frío)	°C	5 ~ 20

(1) Escala de A+++ a D.

(2) Escala de A+ a F.

(3) Potencia sonora de acuerdo con 8112013,81312013 y EN12102-1:2017 a +7°C.

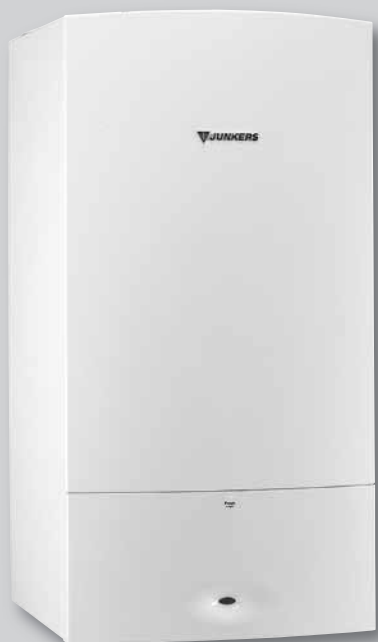
Cálculos EER y COP realizados de acuerdo con EN14511.

Este producto se ha diseñado para cumplir la Directiva europea de calidad del agua 98/83/EC, modificada por la Directiva 2015/1787/EU. La vida útil del producto no está garantizada en caso del uso de agua subterránea, como agua de manantiales o pozos, el uso de agua del grifo si contiene sales u otras impurezas, o en áreas de calidad del agua ácida. Los costes de mantenimiento y garantía relacionados con estos casos son responsabilidad del cliente.



# Caldera mural a gas

## CERAPUR SMART



Documentación técnica para el S.A.T.

ZWB 28-3 C

ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO  
EXCLUSIVO DE LOS SERVICIOS OFICIALES DE  
ASISTENCIA TÉCNICA DE JUNKERS

# 1. Descripción del aparato

La caldera **CERAPUR SMART** comienza a distribuirse en España en abril de 2010 (FD 004).

La filosofía en la creación de esta caldera es la de conseguir un aparato para la obra nueva, de altas prestaciones en A.C.S., reducidas emisiones de gases contaminantes y con un mantenimiento sencillo.

Características más importantes de este aparato:

- Doble potencia: 22 Kw en calefacción y 28 Kw en agua caliente, modulante tanto en agua caliente como en calefacción .
- Preplantilla de montaje horizontal, ref. 7 719 001 904. Este accesorio es opcional.
- La caldera de condensación Cerapur Smart incorpora accesorios de evacuación en concéntrico de 80/125, 60/100 y en tubos separados de 80/80.
- Electrónica **Heatronic III** que permite la conexión tanto de los nuevos controladores FX, como de controladores de la gama antigua y el funcionamiento con agua precalentada.
- Dimensiones compactas (alto x ancho x fondo): 850 × 400 × 370 mm.

El modelo CERAPUR SMART solo se suministra con servicio mixto de calefacción y agua caliente.

Además, está homologada para trabajar con gas natural y propano, pero NO para trabajar con gas butano.

**ZWB 28 -3C 23 (Gas Natural) ..... 7 736 900 010**

**ZWB 28 -3C 31 (Propano)..... 7 716 010 594**

A continuación exponemos el significado de la simbología:

- Z** Caldera con suministro para calefacción.
- W** Caldera con servicio instantáneo de agua caliente sanitaria.
- B** Técnica de Condensación.
- 3** Versión de la gama Cerapur.
- C** Formato Compacto .
- 23** Gas natural. Índice de Wobbe 12,7-15,2 kWh/m<sup>3</sup>.
- 31** Propano. Índice de Wobbe 20,2-21,3 kWh/m<sup>3</sup>.

Este tipo de aparatos **NO** viene homologado para trabajar con gas **BUTANO**.

**S2800** Código del País.

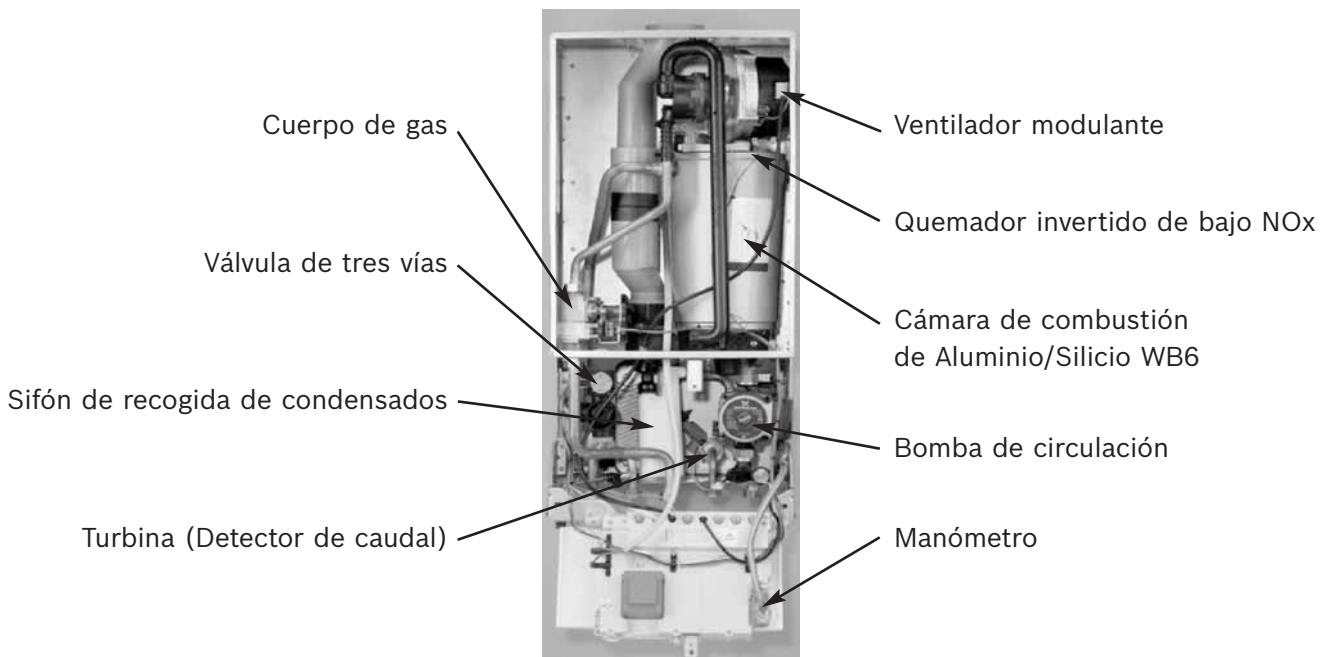
Este tipo de aparatos cumplen con las siguientes directivas europeas que conceden a la Cerapur Smart el marcado CE: directivas 90/396/CEE, 92/42/CEE, 73/23/CEE, 89/336/CEE.

Los números de certificación CE para el modelo ZWB 28-3C es:

<b>Nº ind. de prod.</b>	CE-0085 BS0253
<b>Categoría del aparato (tipo de gas)</b>	II <sub>2H</sub> 3P
<b>Tipo de instalación</b>	C <sub>13</sub> , C <sub>13(X)</sub> , C <sub>33</sub> , C <sub>33(X)</sub> , C <sub>43</sub> , C <sub>43(X)</sub> , C <sub>53</sub> , C <sub>83</sub> , B <sub>23</sub> , B <sub>33</sub>

- Calderas murales a gas con modulación electrónica para calefacción y agua caliente sanitaria independiente, con encendido electrónico y seguridad de llama por ionización.
- Panel de mandos con pulsador de conexión/desconexión y mandos de control de temperaturas tanto para agua caliente como para calefacción. Con testigo de caldera encendida y botón de rearme/código de avería.

- Doble limitador de temperatura.
- Funciones de protección automáticas contra heladas y bloqueo de la bomba.
- Válvula de seguridad para calefacción tarada a 3bar.
- Bomba de circulación con tres velocidades y purgador automático.
- Sensor de caudal con filtro metálico y limitador de caudal.
- Vaso de expansión de 10 litros.
- Heatronic III, con tecnología BUS a dos hilos. Permite conectar Controladores Junkers FX.

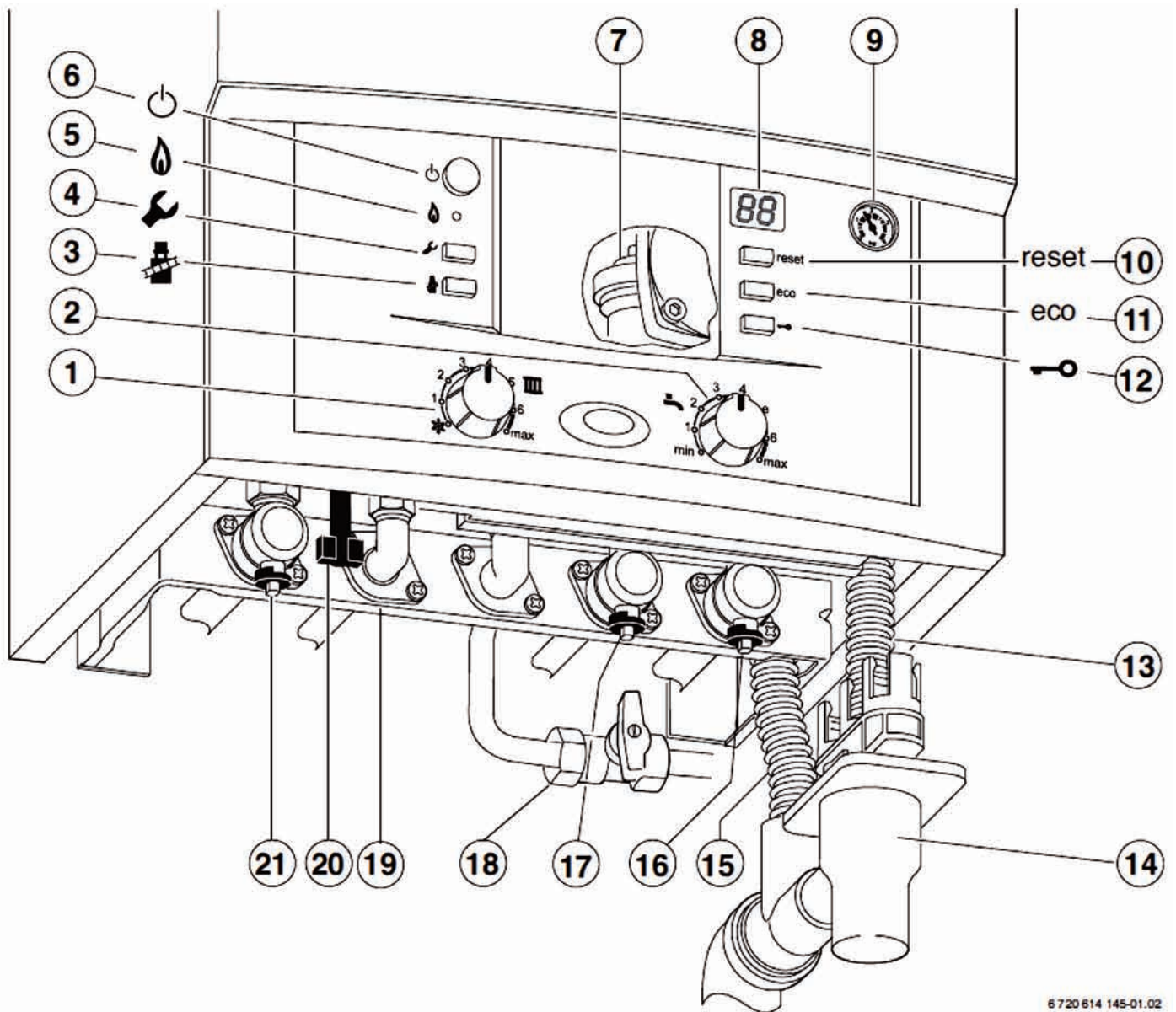


## 2. Datos Técnicos

ZWB 28-3 C			
	Unidad de medida	Gas natural	Propano <sup>1)</sup>
Potencia calorífica nominal máxima ( $P_{m\acute{a}x}$ ) 40/30 °C	kW	21,8	21,7
Potencia calorífica nominal máxima ( $P_{m\acute{a}x}$ ) 50/30 °C	kW	21,6	21,6
Potencia calorífica nominal máxima ( $P_{m\acute{a}x}$ ) 80/60 °C	kW	20,3	20,3
Carga calorífica nominal máxima ( $Q_{m\acute{a}x}$ ) calefacción	kW	20,8	20,8
Potencia calorífica nominal mínima ( $P_{m\acute{i}n}$ ) 40/30 °C	kW	8,1	11,6
Potencia calorífica nominal mínima ( $P_{m\acute{i}n}$ ) 50/30 °C	kW	8,0	11,5
Potencia calorífica nominal mínima ( $P_{m\acute{i}n}$ ) 80/60 °C	kW	7,3	10,5
Carga calorífica nominal mínima ( $Q_{m\acute{i}n}$ ) calefacción	kW	7,5	10,8
Potencia calorífica nominal máxima ( $P_{nW}$ ) del agua caliente	kW	27,4	27,4
Carga calorífica nominal máxima ( $Q_{nW}$ ) del agua caliente	kW	28,0	28,0
<b>Valores de consumo de gas</b>			
Gas natural (G20)	m <sup>3</sup> /h	2,8	-
Gas líquido (Butano (G30)/Propano (G31))	kg/h	-	2,1

<b>ZWB 28-3 C</b>			
	<b>Unidad de medida</b>	<b>Gas natural</b>	<b>Propano<sup>1)</sup></b>
<b>Presión de conexión de gas admisible</b>			
Gas natural L/LL y H	mbar	17 - 25	-
Gas licuado	mbar	-	25 - 35
<b>Vaso de expansión</b>			
Presión de carga	bar	0,5	0,5
Capacidad total	l	10	10
<b>Agua caliente</b>			
Cantidad máxima de agua caliente	l/min	12	12
Temperatura de salida	°C	40 - 60	40 - 60
Temperatura máx. de entrada de agua fría	°C	60	60
Presión de agua caliente máx. admisible	bar	10	10
Presión de conexión, mín.	bar	0,3	0,3
Caudal específico según EN 625	l/min	13,0	13,0
<b>Valores de cálculo para el cálculo de sección según DIN 4705</b>			
Caudal de gases máx./mín. valor nom.	g/s	11,9/3,5	12,3/4,9
Temperatura de gases 80/60 °C máx./mín. valor nom.	°C	94/61	94/61
Temperatura de gases 40/30 °C máx./mín. valor nom.	°C	60/32	60/32
Altura de impulsión restante	Pa	80	80
CO <sub>2</sub> con potencia calorífica máx.	%	9,6	10,8
CO <sub>2</sub> con potencia calorífica mín.	%	8,7	10,5
Grupo de valores del gas de escapa según G 636		G <sub>61</sub> /G <sub>62</sub>	G <sub>61</sub> /G <sub>62</sub>
Clase NO <sub>x</sub>		5	5
<b>Condensado</b>			
Cantidad máx. de condensado (t <sub>R</sub> = 30 °C)	l/h	1,7	1,7
Valor pH aprox.		4,8	4,8
<b>Generalidades</b>			
Tensión electr.	AC ... V	230	230
Frecuencia	Hz	50	50
Consumo máx. de potencia funcionamiento de la calefacción	W	125	125
Tipo de valor límite de ondas electromagnéticas	-	B	B
Nivel sonoro	≤ dB(A)	36	36
Grado de protección	IP	X4D	X4D
Temperatura de entrada máx.	°C	aprox. 90	aprox. 90
Presión máxima de servicio admitida (P <sub>MS</sub> ) calefacción	bar	3	3
Temperatura ambiente permitida	°C	0 - 50	0 - 50
Capacidad nominal (calefacción)	l	3,0	3,0
Peso (sin embalaje)	kg	44	44
Dimensiones alto x ancho x profundidad	mm	400 x 850 x 370	400 x 850 x 370

### 3. Panel de mandos

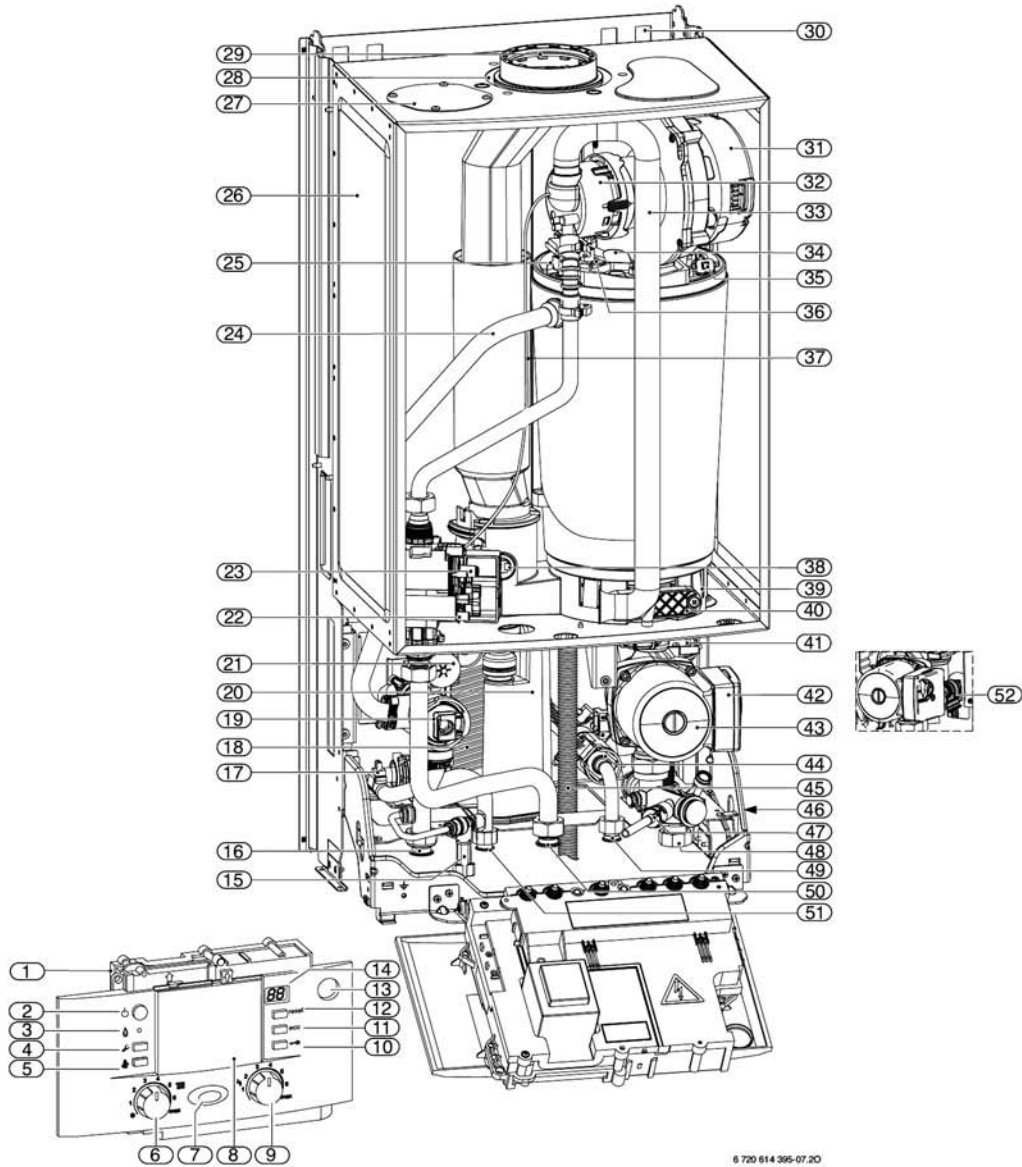


6720614 145-01.02

- |           |   |           |                                      |
|-----------|---|-----------|--------------------------------------|
| <b>1</b>  | Regulador de temperatura de ida de calefacción    | <b>11</b> | Tecla eco                            |
| <b>2</b>  | Regulador de la temperatura para agua caliente    | <b>12</b> | Bloqueo de teclas                    |
| <b>3</b>  | Tecla para analizador                             | <b>13</b> | Manguera de la válvula de seguridad  |
| <b>4</b>  | Tecla de servicio técnico                         | <b>14</b> | Sifón de embudo (accesorio)          |
| <b>5</b>  | Lámpara de control de funcionamiento del quemador | <b>15</b> | Manguera de condensado               |
| <b>6</b>  | Interruptor principal                             | <b>16</b> | Llave de retorno de calefacción      |
| <b>7</b>  | Purgador automático                               | <b>17</b> | Llave de agua fría                   |
| <b>8</b>  | Display   | <b>18</b> | Llave de gas (cerrado)               |
| <b>9</b>  | Manómetro   | <b>19</b> | Conexión de agua caliente            |
| <b>10</b> | Tecla reset                                       | <b>20</b> | Dispositivo de relleno               |
|           |   | <b>21</b> | Llave de impulsión de la calefacción |



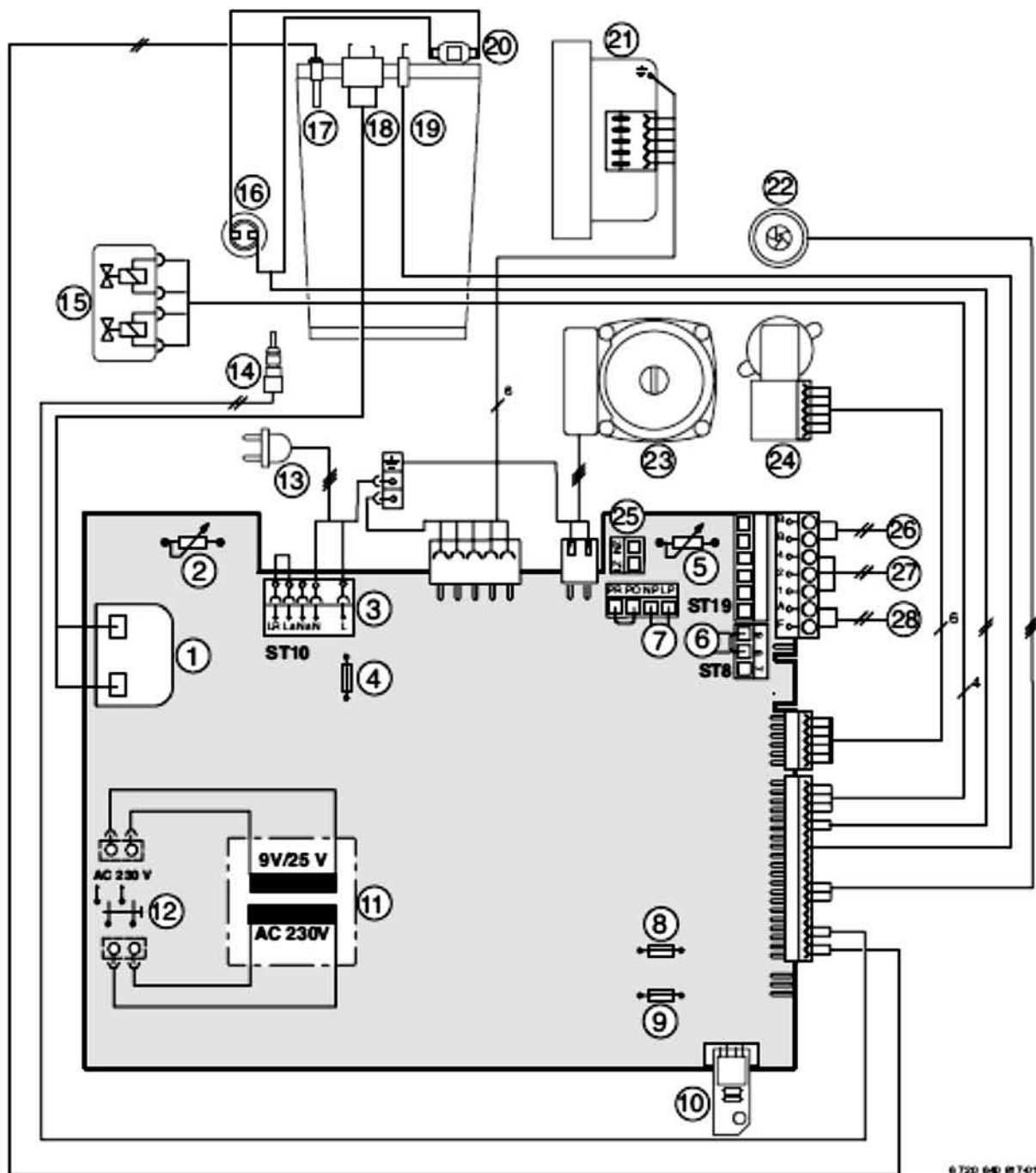
# 20. Esquema constructivo



6 720 614 395-07.20

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Heatronic 3</li> <li>2 Interruptor principal</li> <li>3 Lámpara de control de funcionamiento del quemador</li> <li>4 Tecla de servicio técnico</li> <li>5 Tecla para analizador</li> <li>6 Regulador de temperatura de impulsión</li> <li>7 Tecla reset</li> <li>8 Aquí se puede montar un regulador guiado por las condiciones climáticas a un temporizador (accesorios)</li> <li>9 Regulador de temperatura del agua caliente</li> <li>10 Bloqueo de teclas</li> <li>11 Tecla eco</li> <li>12 Tecla reset</li> <li>13 Manómetro</li> <li>14 Display</li> <li>15 dispositivo de llenado</li> <li>16 Impulsión de calefacción</li> <li>17 Sensor de la temperatura del agua caliente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>18 Intercambiador de placas</li> <li>19 Válvula de 3 vías</li> <li>20 Sifón de condensado</li> <li>21 Motor</li> <li>22 Pieza de conexión de medición para presión de flujo de toma de gas</li> <li>23 Tornillos de ajuste cantidad de gas min.</li> <li>24 Impulsión de calefacción</li> <li>25 Sonda de temperatura de impulsión</li> <li>26 Vaso de expansión</li> <li>27 Aspiración de aire de combustión (salida paralela)</li> <li>28 Aspiración de aire de combustión</li> <li>29 Tubo de gas de escape</li> <li>30 Placa de sujeción</li> <li>31 Ventilador</li> <li>32 Válvula de mezcla</li> <li>33 Tubo de aspiración</li> <li>34 Visor</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>35 Limitador de temperatura bloque térmico</li> <li>36 Conjunto de electrodos</li> <li>37 Manguera para presión de mando</li> <li>38 Limitador de la temperatura de gases</li> <li>39 Depósito de condensados</li> <li>40 Tapa de la abertura de inspección</li> <li>41 Purgador automático</li> <li>42 Conmutador número de revoluciones de las bombas</li> <li>43 Bomba de calefacción</li> <li>44 Turbina</li> <li>45 Manguera de condensado</li> <li>46 Placa de características</li> <li>47 Llave de vaciado</li> <li>48 Retorno de la calefacción</li> <li>49 Entrada de agua fría</li> <li>50 Gas</li> <li>51 Salida de agua caliente</li> <li>52 Válvula de seguridad (circuito de calefacción)</li> </ul> |
|--|--|---|

## 21. Esquema eléctrico




- |  |   |
|--|---|
| <b>1</b> Transformador de encendido                        | <b>16</b> Limitador de la temperatura de gases                            |
| <b>2</b> Regulador de la temperatura de impulsión          | <b>17</b> Sonda de temperatura de impulsión                               |
| <b>3</b> Regleta de bornes 230 V CA                        | <b>18</b> Electrodo de encendido  |
| <b>4</b> Fusible T 2,5A (230 V CA)                         | <b>19</b> Electrodo de ionización   |
| <b>5</b> Regulador de temperatura del agua caliente        | <b>20</b> Limitador de temperatura bloque térmico                         |
| <b>6</b> Conexión controlador de temperatura TB1 (24 V CC) | <b>21</b> Ventilador  |
| <b>7</b> Conexión bomba de circulación                     | <b>22</b> Turbina   |
| <b>8</b> Fusible T 0,5A (5 V CC)                           | <b>23</b> Bomba de calefacción  |
| <b>9</b> Fusible T 1,6A (24 V CC)                          | <b>24</b> Válvula de 3 vías   |
| <b>10</b> Conector codificado                              | <b>25</b> Conexión de la bomba de calefacción externa (circuito primario) |
| <b>11</b> Transformador                                    | <b>26</b> Conexión de usuario del BUS o regulador de calefacción          |
| <b>12</b> Interruptor principal                            | <b>27</b> Conexión TR100, TR200   |
| <b>13</b> Cable de conexión con enchufe                    | <b>28</b> Conexión de sonda de temperatura exterior                       |
| <b>14</b> Sensor de temperatura de agua caliente           |   |
| <b>15</b> Válvula de gas                                   |   |

## 22. Cuadro resumen medidas eléctricas

Pos. Conector	Punto/s de medida	Medida teórica	Estado	Avería
<b>ST 10</b> <b>Alimentación caldera</b> <b>Conexión termostato On/OFF</b>	L-N	230 V. c.a.	Caldera conectada a la red	Led azul no ilumina
	Ls-Lr	Puente continuidad	Puente termostato	No calefacción
	Ls-N	230 V. c.a.	Caldera conectada a la red	
<b>23</b> <b>Bomba Calefacción UPS 15.50 CACAO</b>	En placa, sin conector bomba	230 V. c.a.	Con el aparato en calefacción	E9
	Condensador	2uF	Calera en off, terminales del condensador de la bomba	
	Resistencia	440 ±10%Ω 320 ±10%Ω 170 ±10%Ω	1ª velocidad, con la bomba desconectada de la placa. 2ª velocidad 3ª velocidad	
<b>21</b> <b>Ventilador modulante</b>	Placa sin conectar ventilador	230 V c. a.	Cables Violeta - Marrón del conector de 5 pines con demanda de calefacción	C1, C6, C4
<b>10</b> <b>Conector codificador ZWB 28-3 C</b>	En el propio codificador con nº 156 (gas natural) nº 762 propano/butano	R1=3,9K Ω R2=7,8K Ω R3=22,5K Ω	Si el conector lleva marcado el número 1580 Si el conector lleva marcado el número 1581	B1
<b>26</b> <b>Conector B-B</b>	Dos terminales	15 V.c.c.	Entre los dos terminales	A5
<b>27</b> <b>Conector 1-2-4</b>	Entre 1-4	24 V.c.c.	Debe haber conectado un termostato. TR...ó FR 100	F0
<b>4</b> <b>Fusible 230 V.a.c.</b>	En el propio fusible	2,5 Amp.	Debe tener continuidad	No ilumina display
<b>9</b> <b>Fusible V.c.c.</b>	En el propio fusible	1,6 Amp.	Debe tener continuidad	
<b>8</b> <b>Fusible V.c.c.</b>	En el propio fusible	0,5 Amp.	Debe tener continuidad	
<b>11</b> <b>Transformador</b>	En el propio transformador	45,6 Ω 1 Ω 1 Ω	Pines 5-7 primario 220 V a.c. Pines 10-11 secundario 25 V a.c. Pines 12-13 secundario 9 V a.c.	No ilumina display. No 15 Vcc en B-B
<b>18</b> <b>Bujías de encendido</b>	Medir los extremos de cada cable	4,7 KΩ	Medir resistencia	No tren de chispas, EA



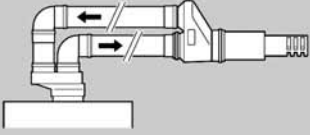
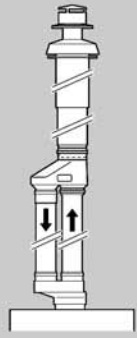
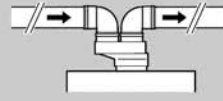
Pos. Conector	Punto/s de medida	Medida teórica	Estado	Avería
<b>24</b> <b>Válvula de tres vías (v.t.v)</b> <b>ST.17</b>	Cables 1-6 Rojo-Naranja-Azul- Amarillo-Verde- Negro	240 Ω 240 Ω 240 Ω 240 Ω	Azul-Naranja Rojo-Naranja Negro-Verde Amarillo-Verde	Con demanda de a.c.s. el agua va al sistema de calefacción o con demanda de calefacción la caldera sube rápidamente de Tª
	<b>15</b> <b>Válvula de gas EV2</b> Cables 4-5 Gris-Naranja	33,8 V.c.c. 4K Ω±10%	Caldera encendida Resistencia de la válvula con cables desconectados	EA
	<b>15</b> <b>Válvula de gas EV1</b> Cables 3-4 Azul-Negro	33,8 V.c.c. 1,8K Ω±10%	Caldera encendida Resistencia de la válvula con cables desconectados	EA
	Cable 6		Sin conexión	
	<b>20</b> <b>Limitador de Tª</b> 120°C Cables 7-8 Rojo-Rojo	Continuidad Discontinuidad	A temperatura ambiente A potencia mínima	E9
	<b>19</b> <b>Electrodo ionización</b> Cable 9 Verde	3μA 6μA	A potencia máxima. A potencia mínima.	EA
	<b>22</b> <b>Turbina</b> Cables 10-11-12 Negro-Amarillo-Rojo	5 V.c.c. 2,5 V.c.c. 0	Alimentación turbina Rojo-Negro Con demanda de a.c.s. Amarillo-Negro Sin demanda de a.c.s. Amarillo-Negro	No hay servicio de a.c.s. En 6.d se ve el caudal
	<b>17</b> <b>NTC primario</b> Cables 19-20 Verde-verde	Ver valores de resistencia en tablas anteriores	Medir en el cable desconectado de la electrónica	E2
	<b>14</b> <b>NTC de a.c.s.</b> <b>Cables amarillo-amarillo</b>	Ver valores de resistencia en tablas anteriores	Medir en el cable desconectado de la electrónica	A7 / A9





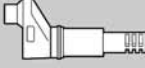


## 24. Longitudes máximas de evacuación

### Concéntrico

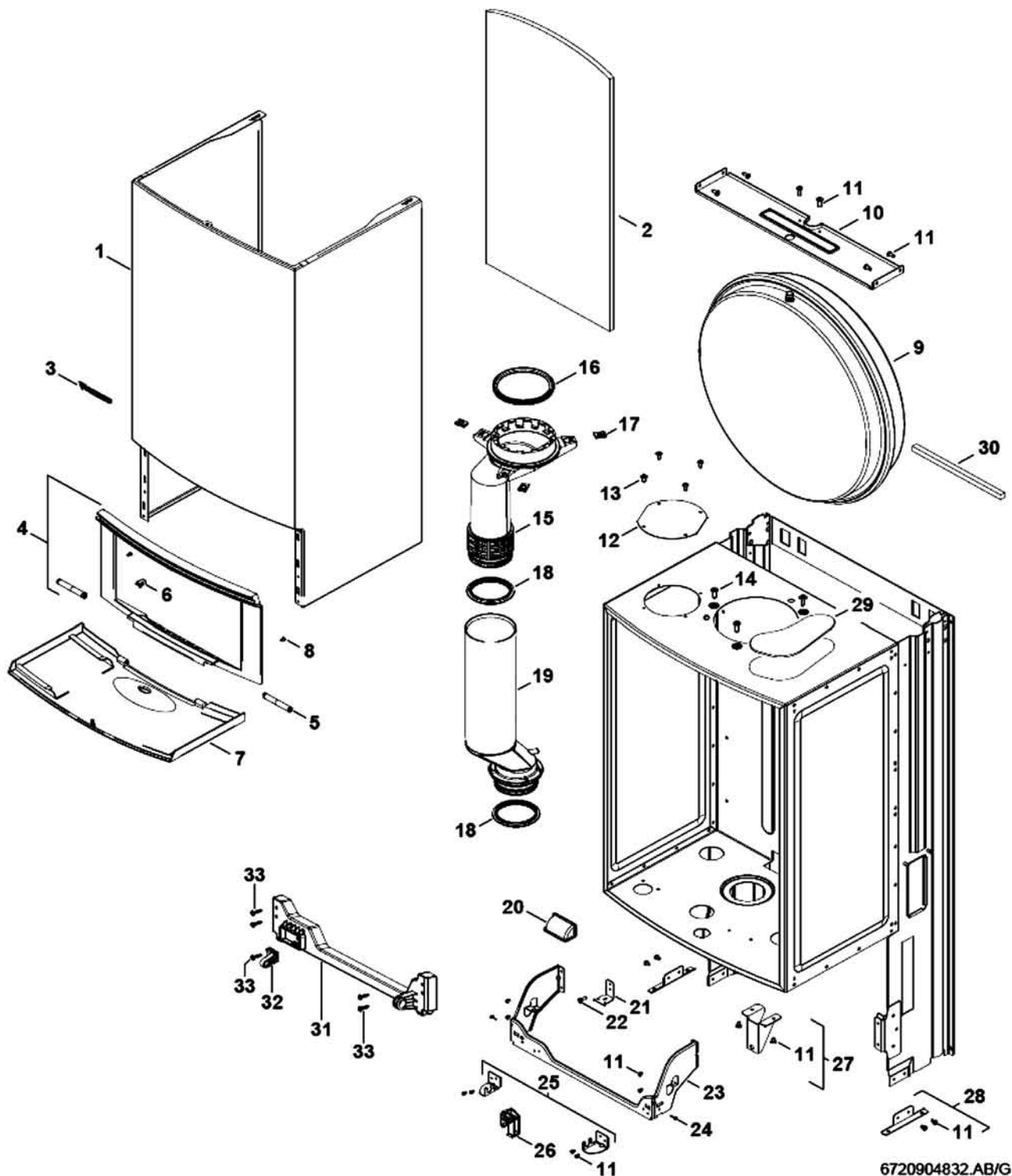
Modelo	Diámetro de evacuación Ø 60/100				Diámetro de evacuación Ø 80/125			
	Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical	
	N.º de codos de 90º	Distancia máx.	N.º de codos de 90º	Distancia máx.	N.º de codos de 90º	Distancia máx.	N.º de codos de 90º	Distancia máx.
ZWB 28-3C	1	4 m	0	6 m	1	15 m	0	15 m
	2	2 m	2	2 m	2	13 m	2	11 m
	3	-	-	-	3	11 m	3	7 m

### Biflujo

	C <sub>13</sub>		C <sub>33</sub>		C <sub>53</sub> - C <sub>83</sub>	
						
	L <sub>equiv,máx</sub> [m]	L <sub>equiv,mín</sub> [m]	L <sub>equiv,máx</sub> [m]	L <sub>equiv,mín</sub> [m]	L <sub>equiv,máx</sub> [m]	L <sub>equiv,mín</sub> [m]
ZWB 28-3C	25	-	25	-	28	-

	AZB 910	AZB 911	AZB 908 AZB 909	AZB 908 AZB 909	AZ 171	AZ 175+AZB 919	AZ 283
							
	L <sub>equiv</sub> [m]	L <sub>equiv</sub> [m]	L <sub>equiv</sub> [m]	L <sub>equiv</sub> [m]	L <sub>equiv</sub> [m]	L <sub>equiv</sub> [m]	L <sub>equiv</sub> [m]
ZWB 28-3C	2,0	1,0	1,0	1,0	5,0	5,0	0,0

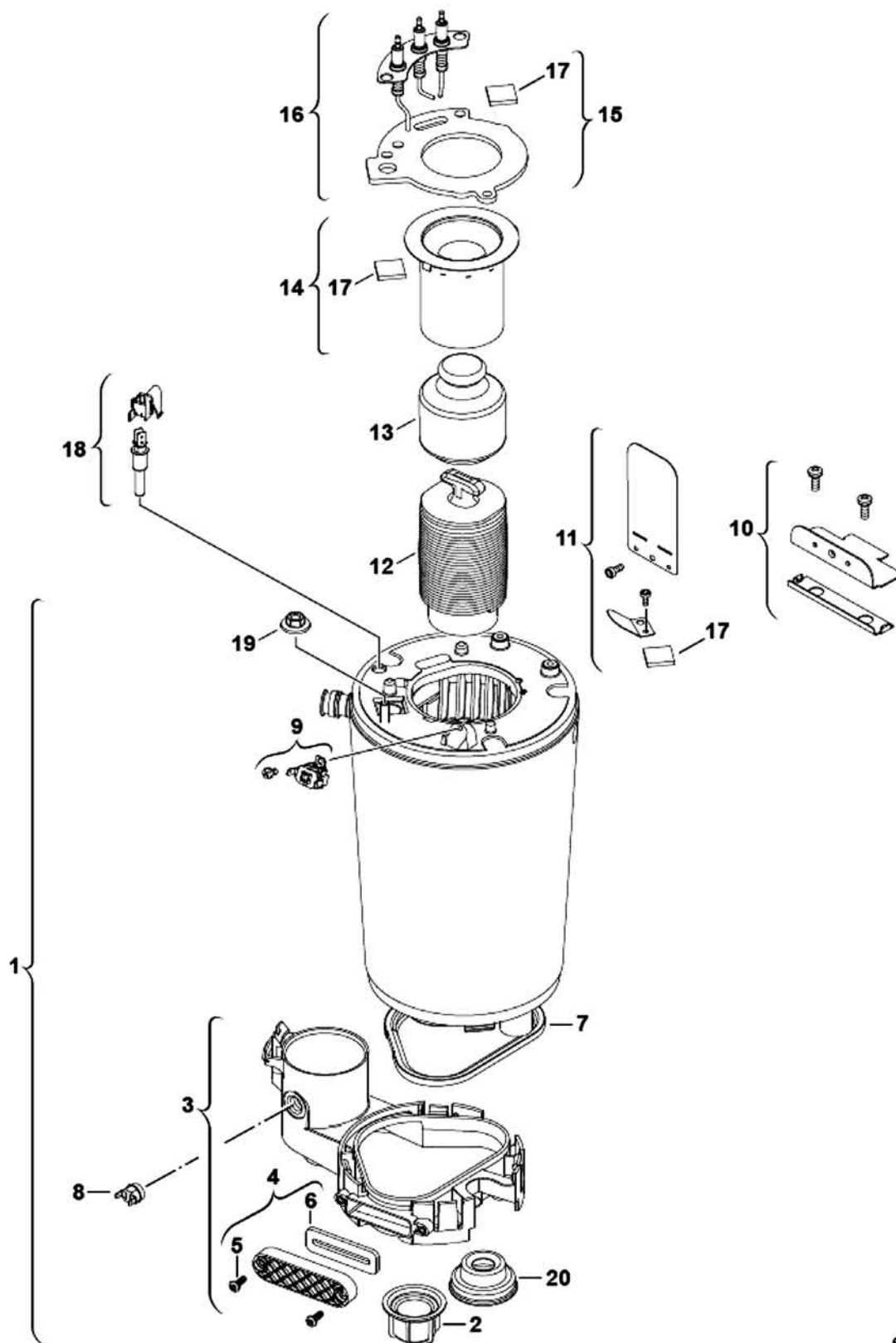
## 25. Listado de repuestos



6720904832.AB/G

Pos.	Referencia	Designación
1	8 716 012 282 0	Carcasa
2	8 716 012 283 0	Junta
3	8 701 103 136 0	Marca
4	8 718 641 168 0	Marco
5	8 718 224 267 0	Amortiguador (2x)
6	8 718 224 302 0	Disco de estrangulación (1x)
7	8 718 641 169 0	Chapa cuadro
8	2 910 619 409 0	Tornillo (10x)
9	8 716 011 190 0	Vaso de expansión
10	8 716 010 929 0	Angulo soporte
11	2 914 411 424 0	Tornillo M4X6 (10x)
12	8 716 755 932 0	Tapa

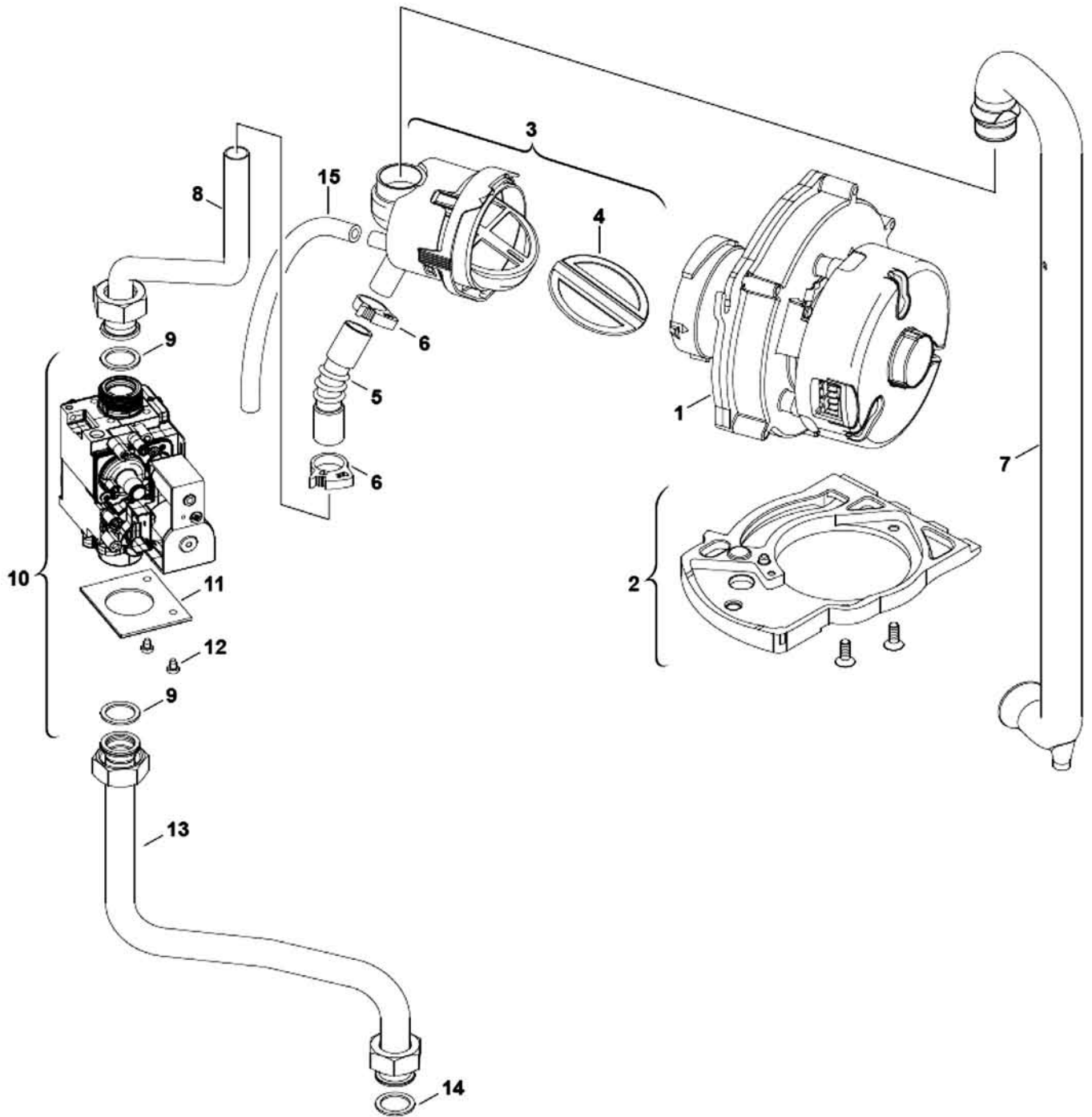
Pos.	Referencia	Designación
13	2 910 612 424 0	Tornillo (10x)
14	2 910 612 432 0	Tornillo BZ 4,8x13 (10x)
15	8 716 106 939 0	Tubo de salida
16	8 711 004 232 0	Junta Ø80mm
17	8 710 609 015 0	Tuerca (10x)
18	8 711 004 321 0	Anillo junta Ø59
19	8 716 012 266 0	Tubo
20	8 716 012 264 0	Tapa
21	8 716 011 040 0	Soporte
22	8 713 401 109 0	Tornillo (10x)
23	8 716 011 028 0	Estructura de montaje



6720904833.AA/G

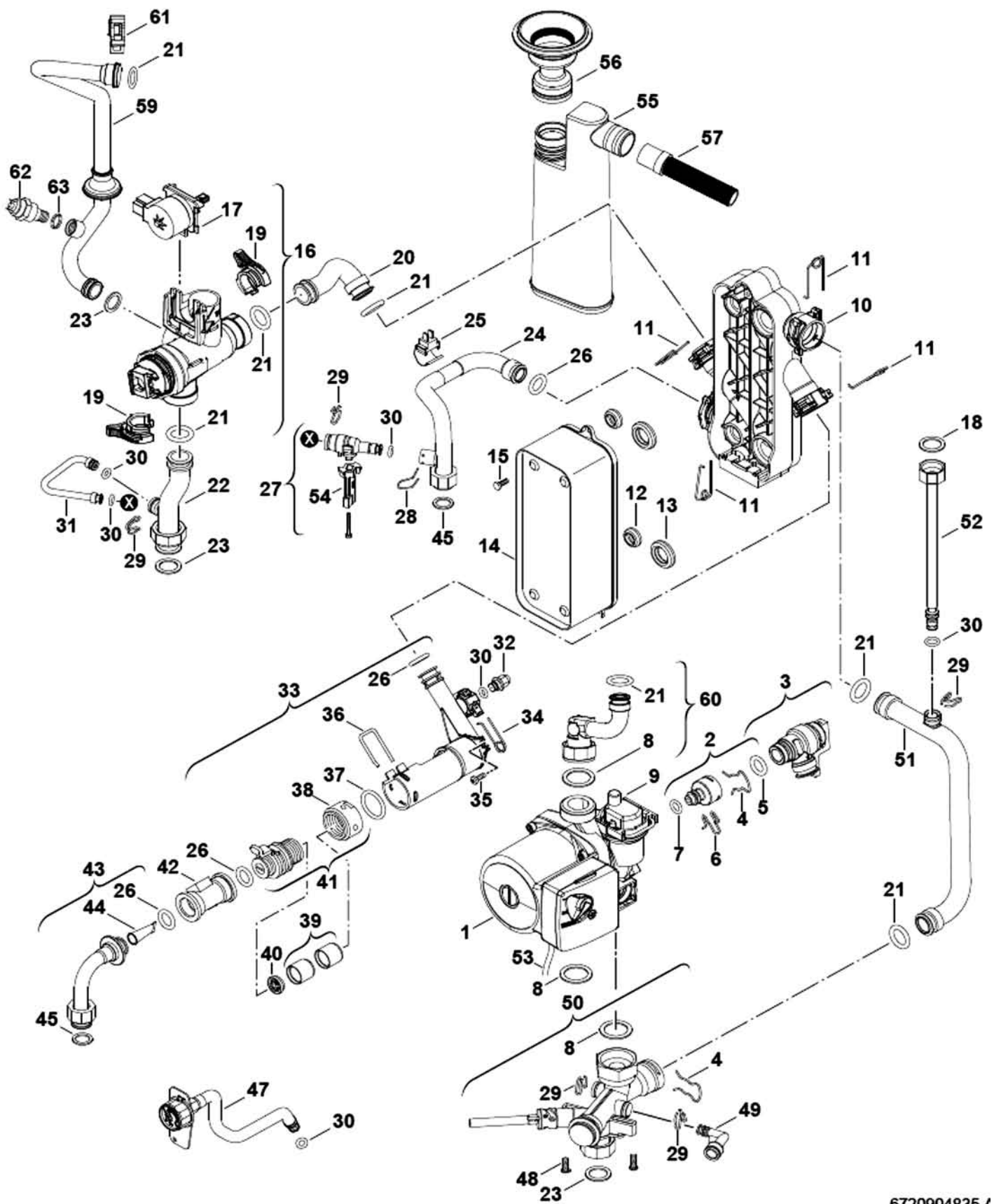
Pos.	Referencia	Designación
1	8 715 416 039 0	Intercambiador de calor
2	8 713 301 114 0	Soporte
3	8 715 416 002 0	Sifón
4	8 715 503 528 0	Tapa
5	2 918 160 156 0	Tornillo
6	8 710 103 191 0	Junta de goma
7	8 711 004 324 0	Junta de goma
8	8 710 506 267 0	Limitador de temperatura
9	8 707 206 196 0	Regulador de temperatura
10	8 711 304 859 0	Soporte

Pos.	Referencia	Designación
11	8 715 600 024 0	Conjunto de espejo
12	8 715 405 205 0	Corpo de la dislocación
13	8 715 405 196 0	Corpo de la dislocación
14	8 718 120 609 0	Quemador
15	8 711 004 325 0	Junta
16	8 718 107 087 0	Conjunto electrodo
17	8 715 600 018 0	Mirilla de observación
18	8 714 500 087 0	Sensor de temperatura
19	8 713 301 180 0	Tuerca M8
20	8 716 106 840 0	Junta de goma



Pos.	Referencia	Designación
1	8 717 204 410 0	Ventilador
2	8 715 405 180 0	Soporte
3	8 716 763 700 0	Maquina de mezcla
4	8 715 505 825 0	Membrana
5	8 710 735 087 0	Pieza de acoplamiento
6	8 716 106 794 0	Abrazadera para tubo flexible
7	8 710 735 086 0	Tubo de agua
8	8 716 012 271 0	Tubo de gas
9	2 916 710 529 0	Junta plana (10x)
10	8 716 012 485 0	Cuerpo de gas
11	8 716 106 800 0	Junta plana
12	2 914 411 424 0	Tornillo M4X6 (10x)
13	8 716 012 270 0	Tubo de gas
14	8 710 103 043 0	Junta 3/4" (10x)
15	8 716 010 114 0	Tubo flexible

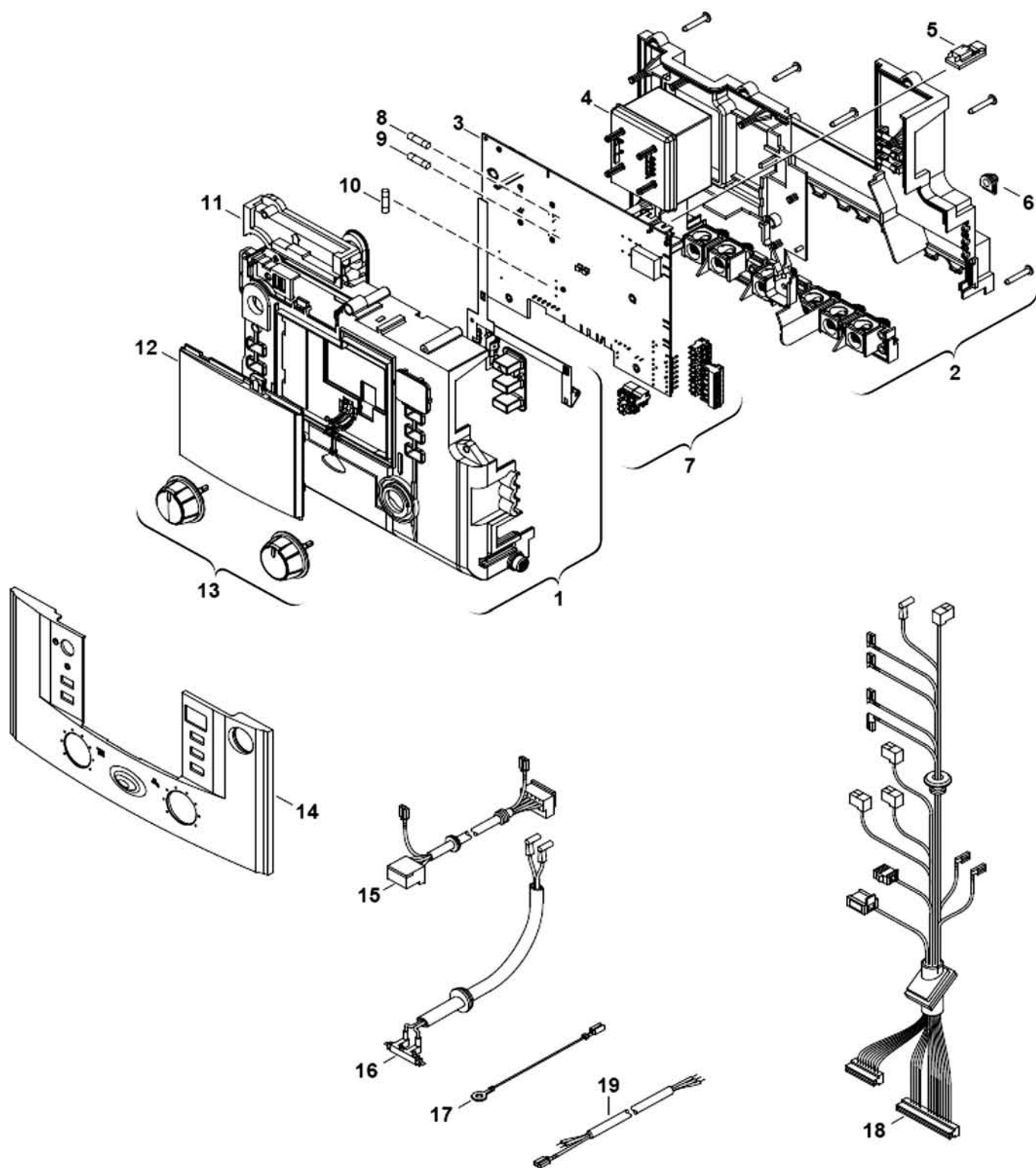




67200A1025 /

Pos.	Referencia	Designación
1	8 716 011 394 0	Bomba
2	8 716 010 793 0	Adaptador
3	8 716 010 876 0	Válvula de sobrepresión
4	8 711 200 016 0	Clip de fijacion (10x)
5	8 716 771 597 0	Anillo tórico (10x)
6	8 714 707 024 0	Clip de fijacion (10x)
7	8 710 205 090 0	Anillo tórico (10x)
8	8 710 103 164 0	Junta(10x)
9	8 718 505 039 0	Purgador
10	8 716 011 819 0	Parte inferior
11	8 716 771 169 0	Clip de fijación 18mm (10x)
12	8 716 771 325 0	Junta (10x)
13	8 716 771 003 0	Junta (10x)
14	8 716 771 987 0	Intercambiador de calor
15	8 716 106 452 0	Juego piezas de fijacion M5x30
16	8 718 642 211 0	3-vías válvula
16	8 716 010 801 0	3-vías válvula
17	8 718 642 957 0	Motor
17	8 716 011 360 0	Motor
18	8 710 103 121 0	Junta (10x)
19	8 716 010 800 0	Grapa (3x)
20	8 716 010 798 0	Tubo
20	8 718 642 059 0	Tubo PHE inlet SAIA
21	8 716 771 154 0	Anillo tórico 17x4 (10x)
22	8 716 010 802 0	Tubo
22	8 718 642 061 0	Tubo CH out SAIA w adaptor
23	8 710 103 043 0	Junta 3/4" (10x)
24	8 718 642 401 0	Tubo agua SAIA
24	8 716 010 797 0	Tubo agua
25	8 716 010 809 0	Sensor de temperatura
26	8 716 771 155 0	Anillo tórico 13,87x3,53 (10x)
27	8 716 010 318 0	Conjunto de llenado
28	8 716 148 354 0	Clip de fijacion (10x)
29	8 719 905 335 0	Grapa (10x)

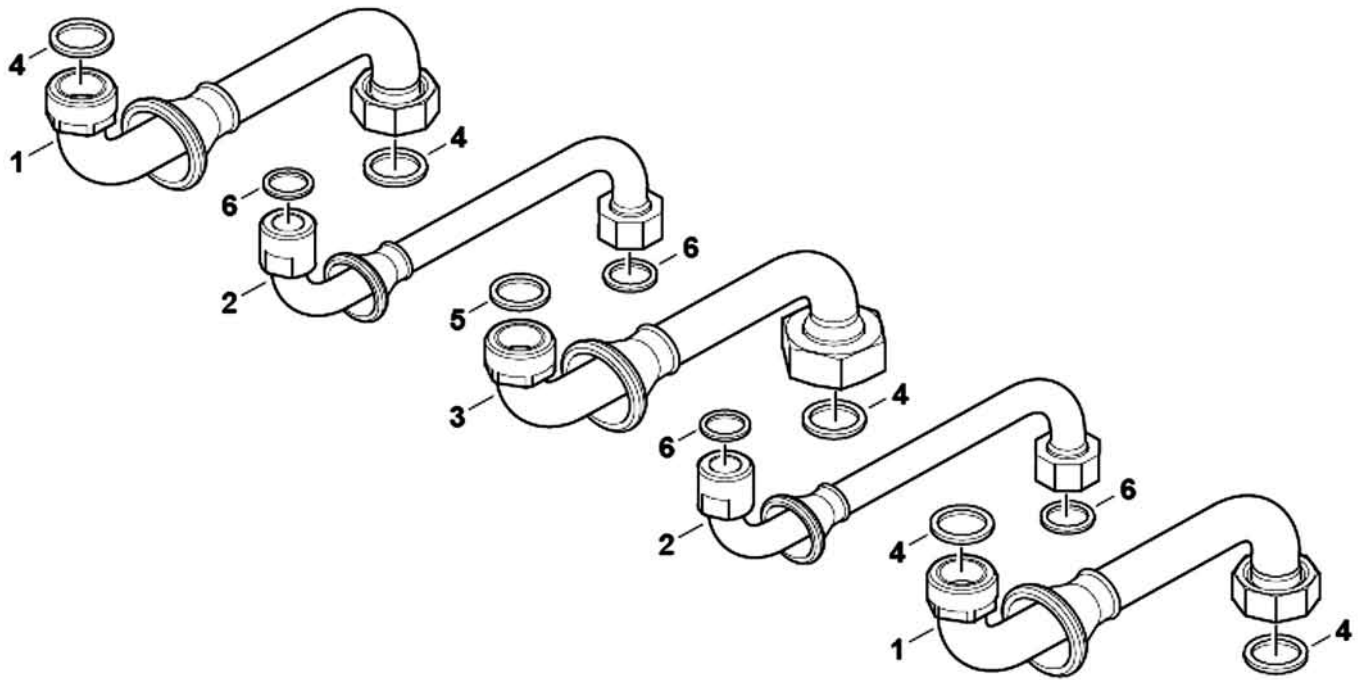
Pos.	Referencia	Designación
30	8 716 771 164 0	Anillo tórico 6x2,5 (10x)
31	8 716 010 805 0	Botella de inflado
32	8 717 401 016 0	Válvula de sobrepresion (L) 15bar
33	8 716 011 820 0	Cuerpo de turbina
34	8 716 771 167 0	Clip de fijación 10mm (10x)
35	2 914 411 404 0	Tornillo
36	8 716 106 488 0	Abrazadera
37	8 716 106 747 0	Anillo tórico 22x3 EPDM (10x)
38	8 716 111 797 0	Adaptador
39	8 716 011 756 0	Silencioso
40	8 716 141 061 0	Limitador caudal 12 l/min
41	8 716 112 491 0	Adaptador
42	8 717 002 132 0	Turbina
43	8 716 010 808 0	Tubo agua
44	8 716 106 486 0	Filtro
45	8 710 103 045 0	Junta 1/2" (10x)
47	8 716 011 067 0	Manómetro
48	2 914 211 304 0	Tornillo (10x)
49	8 716 010 785 0	Arco
50	8 718 640 854 0	Tubo retorno distribucion
51	8 716 010 795 0	Tubo
52	8 716 013 607 0	Tubo flexible
53	8 714 401 896 0	Cable de bomba
54	8 716 012 555 0	Mando del grifo
55	8 716 012 273 0	Sifon
56	8 716 012 272 0	Tubo agua
57	8 716 012 070 0	Tubo flexible
59	8 716 012 278 0	Tubo
59	8 718 642 060 0	Tubo HE outlet SAIA w/O adaptor
60	8 716 012 276 0	Tubo
61	8 711 200 024 0	Grapa (10x)
62	8 716 012 002 0	Presostato
63	8 710 103 123 0	Junta (10x)



Pos.	Referencia	Designación
1	8 717 207 678 0	Tapa
2	8 717 207 679 0	Respaldo
3	8 748 300 673 0	Placa de circuito impreso
4	8 717 201 052 0	Transformador
5	8 714 431 156 0	Conector codificador 1156
6	8 710 506 185 0	Tapón (10x)
7	8 714 404 348 0	Conjunto de aneccion
8	1 904 522 740 0	Fusible T1,6A (10x)
9	1 904 522 730 0	Fusible T0,5A (10x)
10	1 904 521 342 0	Fusible T2,5A (10x)

Pos.	Referencia	Designación
11	8 717 207 680 0	Tapa
12	8 711 000 302 0	Chapa cuadro
13	8 712 000 129 0	Botón rotativo
14	8 718 640 027 0	Tapa
15	8 714 411 331 0	cable del ventilador
16	8 716 106 799 0	Conductor de alta tensión
17	8 716 011 051 0	Cable
18	8 716 012 268 0	Mazo de cables
19	8 719 905 576 0	Cable de alimentación
	8 716 012 818 0	Kit de conversión de gas NG---->LPG (3P)





1	Tubería	3600	8 718 640 151 0	26	23
2	Tubería	3600	8 718 640 149 0	24	23
3	Tubería	3600	8 718 640 150 0	27	23
4	Junta de fibra 23,9 x 17,2 x 1,5 (10x)		8 710 103 043 0	12	
5	Junta		8 710 103 164 0	17	
6	Junta 18,6 x 13,5 x 1,5 (10x)		8 710 103 045 0	11	



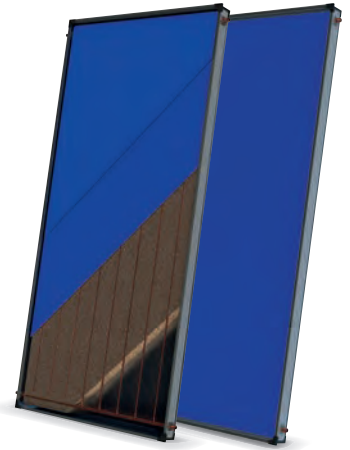
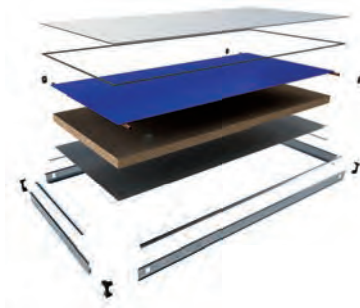
Robert Bosch España, S.L.U.  
Bosch Termotecnia  
Hnos. García Noblejas, 19  
28037 Madrid  
[www.junkers.es](http://www.junkers.es)

## Captadores solares planos

### GH CAPTUR

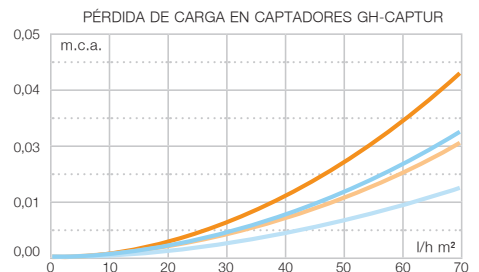
#### Fabricación:

- Captadores solares térmicos de alta eficiencia fabricados bajo los estándares de calidad europeos más exigentes.
- Absorbedor de aluminio tratado selectivamente mediante proceso alto-vacío PVD. Espesor de 0,40 mm. Absortancia de 0,95. Emitancia de 0,05.
- Circuito de cobre normalizado en harpa soldado por láser con doble cordón. Máxima durabilidad.
- Vidrio solar templado liso y extra claro con bajo contenido en hierro de 3,20 mm. Transmitancia solar del 91,1%.
- Carcasa perfilada fabricada en aluminio monolítico con carril y protecciones exteriores.
- Aislamiento térmico en fibra de vidrio de 60 mm de espesor. Densidad de 15 kg/m<sup>3</sup>.
- Conexiones de entrada y salida mediante tubo de cobre liso de 18 mm (x4). Conecta con uniones tipo SANBRA.
- Certificado KEYMARK en todos los modelos.
- Captadores solares garantizados por 10 años.



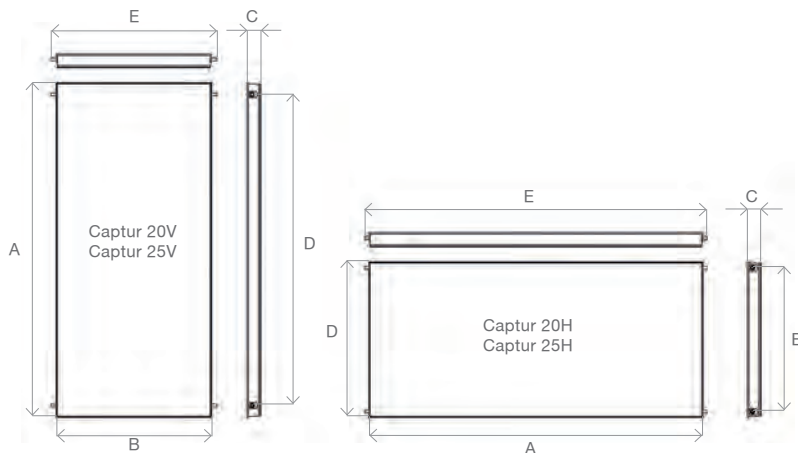
		CAPTUR 20V	CAPTUR 25V	CAPTUR 20H	CAPTUR 25H
Colocación		Vertical	Vertical	Horizontal	Horizontal
Área absorbedor	m <sup>2</sup>	1,83	2,33	1,83	2,33
Alto	mm	2.058		958	1.210
Ancho	mm	958	1.210	2.058	
Fondo	mm	85			
Área bruta	m <sup>2</sup>	1,97	2,49	1,97	2,49
Peso en vacío	kg	27,8	34,4	27,8	34,4
Volumen fluido	l	1,19	1,54	1,34	1,66
Presión de trabajo	bar	10			
Caudal recomendado	l/h - m <sup>2</sup>	45			
Tª estancamiento	°C	217			
Potencia media	kW	1,28	1,63	1,28	1,63
Curva de rendimiento	Factor óptico	81,50			
	Pérdidas K1	3,388			
	Pérdidas K2	0,018			
Norma de ensayo	ISO9806:2013				
Contraseña de certificación		NPS-22017	NPS-22117	NPS-22217	NPS-22317
Código		5400000020	5400000025	5400000120	5400000125
P.V.P.		<b>503,00</b>	<b>555,00</b>	<b>566,00</b>	<b>617,00</b>

Batería de	1 ud	2 ud	3 ud	4 ud	5 ud	6 ud
CAPTUR 20V	0,0064	0,0403	0,1290	0,2989	0,5766	0,9884
CAPTUR 25V	0,0115	0,0786	0,2554	0,5952	1,1511	1,9766
CAPTUR 20H	0,0105	0,0781	0,2583	Pérdida de carga en m.c.a. con un caudal de <b>45 l/h m<sup>2</sup></b> a 60°C generada en baterías		
CAPTUR 25H	0,0170	0,1266	0,4188			



## Captadores solares planos

### GH CAPTUR



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS			CAPTUR 20V	CAPTUR 25V	CAPTUR 20H	CAPTUR 25H
Alto	mm	A	2.058	2.058	958	1.210
Ancho	mm	B	958	1.210	2.058	2.058
Fondo	mm	C	85	85	85	85
Distancia entre tomas	mm	D	1.912	1.912	885	1.085
Ancho bruto (con tomas)	mm	E	1.023	1.272	2.106	2.106
Absorbedor	Lámina de aluminio tratadas selectivamente con PVD alto vacío de espesor 0,40 mm					
Conexiones	2 superiores y 2 inferiores en tubo de cobre liso 18x0.6 mm					
Número tuberías primarias	Ud.		2	2	2	2
Tipo tubería primaria	Tubo de cobre liso 18x0.6 mm					
Número tuberías secundarias	Ud.		8	10	18	18
Tipo tubería secundaria	Tubo de cobre liso 8x0.4 mm					

### ■ INTERCONEXIÓN DE CAPTADORES SOLARES PLANOS

Los captadores solares planos GH-CAPTUR se interconectan mediante MANGUITOS DE COMPRESIÓN POR TUERCA DE 18mm. A la hora de interconectar dos captadores y proceder a su apriete, asegúrese de emplear dos llaves en lugar de una (como se muestra en la imagen de al lado). De esta forma no ejercerá una fuerza de torsión sobre el tubo de salida del captador solar.



Manguito de compresión por tuerca 18 mm



CÓDIGO	MODELO	P.V.P.
1253018270	MANGUITO COMPRESIÓN POR TUERCA 18MM	5,53

COP **2,6**  
7°C

COP **3,4**  
20°C



## Bomba de calor mural compacta para agua caliente sanitaria

- RANGO DE TRABAJO EN MODO BOMBA DE CALOR CON TEMPERATURA DEL AIRE ENTRE - 5 Y 42°C.
- GAS ECOLÓGICO R134A QUE PERMITE ALCANZAR UNA TEMPERATURA DEL AGUA HASTA 62° EN MODO BOMBA DE CALOR.
- CONDENSADOR EXTERIOR AL DEPÓSITO (NO ESTÁ EN CONTACTO DIRECTO CON EL AGUA)
- FUNCIÓN "SILENT" REDUCE EL IMPACTO SONORO AL MÍNIMO
- CALDERÍN DE ACERO VITRIFICADO AL TITANIO
- RESISTENCIA INTEGRADA DE APOYO
- DOBLE ÁNODO, UNO ACTIVO PROTECH QUE NO NECESITA MANTENIMIENTO Y UNO DE MAGNESIO.
- DISPLAY LCD
- FUNCIONES: GREEN, AUTO, BOOST, BOOST 2, PROGRAMACIÓN HORARIA, VOYAGE Y ANTILEGIONELA.

**EXTENSIÓN gratuita DE GARANTÍA**



GAS ECOLÓGICO R134A



ANTILEGIONELA

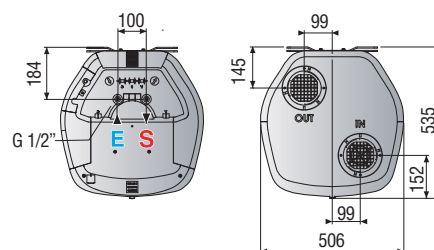
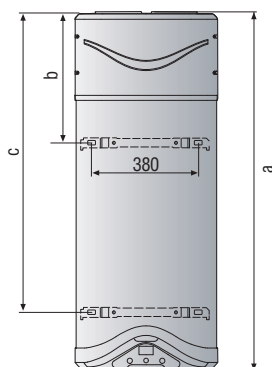


SISTEMA DEFROSTING



## Datos técnicos - Dimensiones del producto

		NUOS 80 EVO	NUOS 110 EVO		NUOS 80 EVO	NUOS 110 EVO
Capacidad	l	80	110	a mm	1.171	1.398
Potencia térmica media BC, aire a 20°C*	W	850	850	b mm	515	515
Potencia eléctrica absorbida media bomba de calor*	W	250	250	c mm	890	1.117
COP aire 7°C*		2,6	2,6			
COP aire 20°C*		3,4	3,4			
COP según norma EN 16147 aire 20°C**		2,7	2,7			
Temperatura máxima bomba de calor	°C	62 (55 de fábrica)	62 (55 de fábrica)			
Temperatura aire mín./máx	°C	-5/42	-5/42			
Cantidad máx. agua a 40 °C en una extracción única	l	113	169			
Tiempo de calentamiento, aire a 20°C*	h, min	4:15	6:30			
Potencia máx. absorbida	W	1.550	1.550			
Nivel sonoro a 1 m	dB (A)	36 (35 con Silent)	36 (35 con Silent)			
Caudal de aire nominal	m³/h	100-200	100-200			
Volumen mínimo del local	m³	20	20			
Potencia resistencia	W	1.200	1.200			
Temperatura máx. resistencia	°C	75 (65 de fábrica)	75 (65 de fábrica)			
Presión máx. de ejercicio	bar	8	8			
Peso	kg	50	55			
Índice de protección	IP	IPX4	IPX4			



LEYENDA **E** Entrada agua fría. **S** Salida agua caliente.

TARIFA NUOS EVO	NUOS 80 EVO	NUOS 110 EVO
Código	3603543	3603545
Canon de reciclaje	3,45	3,45

\* Datos expresados para una temperatura de calentamiento de 55°C y temp. agua fría de 15°C según la norma EN255-3.

\*\* Datos expresados para una temperatura de calentamiento de 55°C y temp. agua fría de 10°C según la norma EN16147