



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

***DISEÑO DE UN SISTEMA
SOSTENIBLE DE
CALEFACCIÓN PARA
UNA VIVIENDA
MEDIANTE ENERGÍA DE
BIOMASA***

MEMORIA PRESENTADA POR:

Antonio José Castelló Román

TUTOR ACADÉMICO:

Carlos Micó Reche

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: febrero/marzo 2020

RESUMEN

En el presente proyecto se realizará el diseño de un sistema de calefacción sostenible para una vivienda, basado en el uso de biomasa para producir energía. Dicha energía, además de ser una fuente renovable, es más barata que los combustibles fósiles, menos contaminante y tiene repercusiones positivas a nivel social, ya que se genera por todo el territorio nacional.

Para realizar dicho diseño, se ha seleccionado una vivienda situada en Agost, en la provincia de Alicante. Para ello, el proyecto contempla una revisión de las normativas que hay que tener en cuenta, la definición y el cálculo de las cargas térmicas que debe contrarrestar el sistema de calefacción. En base a esto se realiza el dimensionado y selección de los distintos componentes de la instalación.

RESUM

En el present projecte es realitzarà el disseny d'un sistema de calefacció sostenible per a un habitatge, basat en l'ús de biomassa per produir energia. Aquesta energia, a més de ser una font renovable, és més barata que els combustibles fòssils, menys contaminant i té repercussions positives a nivell social, ja que es genera per tot el territori nacional.

Per a realitzar aquest disseny, s'ha seleccionat un habitatge situat a Agost, a la província d'Alacant. Per a això, el projecte contempla una revisió de les normatives que cal tindre en compte, la definició i el càlcul de les càrregues tèrmiques que ha de contrarestar el sistema de calefacció. Sobre la base d'això, es realitza el dimensionament i selecció dels diferents components de la instal·lació.

SUMMARY

In this Project, it will be made the design of a sustainable heating system for a living place, based on the use of biomass to produce energy. This energy, besides being a renewable source, is cheaper than fossil fuels, less polluting and has positive repercussions at the social level, since it is generated throughout the national territory.

To carry out this design, it has been selected a house located in Agost, in the province of Alicante. For this, the project contemplates a revision of the regulations that must be taken into account, the definition and calculation of the thermal loads that must counteract the heating system. Based on this, the sizing and selection of the different components of the installation will be performed.

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA.....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. MOTIVACIÓN.....	17
1.2. OBJETO DEL PROYECTO.....	19
1.3. NORMATIVA APLICABLE.....	19
1.4. ESTRUCTURA DEL TFG.....	21
2. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA.....	25
2.1. EMPLAZAMIENTO.....	27
2.2. DATOS DE PARTIDA.....	27
2.2.1. Composición de los cerramientos.....	29
2.3. CONDICIONES DE DISEÑO.....	31
3. TRANSFERENCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA.....	33
3.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA.....	35
3.2. DEMANDA ENERGÉTICA.....	38
3.3. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS DE LA VIVIENDA.....	39
3.3.1. Cerramiento exterior.....	40
3.3.2. Cerramiento interior.....	41
3.3.3. Cubierta.....	42
3.3.4. Huecos.....	43
4. CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN.....	45
4.1. INTRODUCCIÓN.....	47
4.2. TIPOS DE CARGAS TÉRMICAS.....	48
4.2.1. Carga térmica por transmisión.....	48
4.2.2. Carga térmica por ventilación.....	51
4.2.3. Carga térmica por infiltración.....	53
4.2.4. Carga térmica total.....	54
5. SISTEMA DE CALEFACCIÓN MEDIANTE ENERGÍA DE BIOMASA.....	57
5.1. DEFINICIÓN DE BIOMASA.....	59
5.2. TIPOS DE BIOMASA.....	60
5.2.1. Biomasa natural.....	60
5.2.2. Biomasa residual.....	60
5.2.3. Excedentes agrícolas.....	61
5.2.4. Cultivos energéticos.....	61
5.3. VENTAJAS DE LA BIOMASA.....	61

5.4. ESTUFA DE PELLETS.....	62
5.4.1. Tipos de estufas de pellets	62
5.4.2. Elección de la termoestufa	65
5.5. RADIADORES.....	65
5.5.1. Tipos de radiadores de agua.....	66
5.5.2. Elección del radiador.....	68
5.6. TUBERÍAS.....	69
5.6.1. Tipos de tuberías.....	69
5.6.2. Elección de la tubería.....	73
5.7. TUBERÍAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS.....	74
5.8. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	74
5.8.1. Dimensionado de los radiadores	74
5.8.2. Instalación de la termoestufa	76
5.8.3. Instalación de radiadores y tuberías.....	79
6. CONCLUSIONES.....	83
7. BIBLIOGRAFÍA.....	89
DOCUMENTO N° 2: PRESUPUESTO.....	95
DOCUMENTO N° 3: ANEXOS.....	101
ANEXO A: CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	103
ANEXO B: FICHA TÉCNICA DE LA TERMOESTUFA	123
ANEXO C: FICHA TÉCNICA DE LOS RADIADORES.....	129
ANEXO D: PLANOS	137

ABREVIATURAS

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
alb	Albañilería
CO ₂	Dióxido de carbono
CTE	Código Técnico de la Edificación
d	Densidad
DB-HE	Documento Básico de Ahorro de Energía
DB-HS	Documento Básico de Salubridad
DTIE	Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación
E	Espesor
FU	Forjado unidireccional
G	Grueso
GEI	Gases de efecto invernadero
HFC	Hidrofluorocarbonos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LH	Ladrillo hueco
LP	Ladrillo perforado
MW	Lana mineral
PEX	Polietileno reticulado
PP-R	Polipropileno Random
PUR	Poliuretano
RITE	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Emisiones de GEI por ciclo de vida.....	18
Figura 2: Ubicación geográfica de la vivienda.....	25
Figura 3: Ubicación de la estación meteorológica.....	33
Figura 4: Carta psicrométrica.....	34
Figura 5: Zonas climáticas de España.....	35
Figura 6: Transmitancia máxima en la zona climática del edificio.....	36
Figura 7: Resistencia térmica del cerramiento exterior.....	38
Figura 8: Resistencia térmica del cerramiento interior.....	39
Figura 9: Resistencia térmica de la cubierta.....	40
Figura 10: Ficha técnica de la ventana.....	41
Figura 11: Estufa de pellets por aire.....	61
Figura 12: Estufa de pellets canalizable.....	62
Figura 13: Termoestufa de pellets.....	62
Figura 14: Radiador de hierro fundido.....	64
Figura 15: Radiador de aluminio.....	65
Figura 16: Radiador de chapa de acero.....	66
Figura 17: Tubería de polietileno reticulado (PEX).....	68
Figura 18: Tubería multicapa.....	69
Figura 19: Tubería de polipropileno (PP-R).....	70
Figura 20: Tuberías de cobre.....	71
Figura 21: Ficha técnica de los radiadores BAXI Astral de 45, 60, 70 y 80	73
Figura 22: Distancias mínimas de seguridad de la termoestufa.....	75
Figura 23: Cotas mínimas de la protección del suelo.....	75

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Superficie de cada estancia.....	26
Tabla 2: Superficie de los cerramientos y de los huecos exteriores.....	26
Tabla 3: Superficie de los cerramientos de las escaleras y del patio.....	27
Tabla 4: Superficie de los huecos del patio.....	27
Tabla 5: Capas que constituyen el cerramiento exterior.....	28
Tabla 6: Capas que constituyen el cerramiento interior.....	28
Tabla 7: Capas que constituyen la cubierta	28
Tabla 8: Capas que constituyen los huecos.....	29
Tabla 9: Condiciones interiores de diseño según RITE.....	29
Tabla 10: Datos más desfavorables en Alicante según la AEMET.....	33
Tabla 11: Resumen de la potencia calorífica a través de las paredes exteriores.....	46
Tabla 12: Resumen de la potencia calorífica a través de las paredes interiores.....	47
Tabla 13: Resumen de la potencia calorífica a través de la cubierta.....	48
Tabla 14: Resumen de la potencia calorífica a través de los huecos.....	48
Tabla 15: Resumen de la potencia calorífica total por transmisión.....	49
Tabla 16: Caudal de aire de ventilación según el DB-HS.....	50
Tabla 17: Resumen del calor sensible de ventilación total.....	50
Tabla 18: Longitud de las rendijas de las ventanas.....	52
Tabla 19: Resumen del calor sensible de infiltración total.....	52
Tabla 20: Resumen de las cargas térmicas.....	52
Tabla 21: Pérdidas de carga por estancias.....	73
Tabla 22: Elementos interiores para la extracción de humo.....	76
Tabla 23: Elementos exteriores para la extracción de humo.....	77
Tabla 24: Componentes a instalar para cada radiador.....	78

DOCUMENTO N° 1:
MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

1. Introducción

1.1. MOTIVACIÓN

El abastecimiento de energía a nivel mundial va a tener problemas para cubrir las estimaciones de consumo de las próximas décadas, debido al aumento de población y al desarrollo económico de países superpoblados del tercer mundo. Existen estimaciones que sitúan el futuro consumo energético mundial en 26 TW, el doble del consumo actual.

Uno de los principales problemas para abastecer esta demanda son las fuentes de energía disponibles, ya que las reservas de petróleo, gas y carbón se van agotando año tras año. También están limitadas por la contaminación, debido a los millones de toneladas de gases de efecto invernadero que emite a la atmósfera. Esto, no ayudaría a alcanzar los objetivos medioambientales que la Unión Europea se ha impuesto para 2050, los cuales incluyen una reducción del 80-95 % de las emisiones de dichos gases.

En los últimos años, las concentraciones de dichos gases están creciendo rápidamente como consecuencia de la acción humana. El uso generalizado de los combustibles fósiles, el debilitamiento de la capa de ozono y la destrucción de las masas forestales, están favoreciendo el aumento de la temperatura de la Tierra, provocando cambios drásticos en el clima mundial y haciéndolo cada vez más impredecible.

Por todo ello, se tiene que hacer uso de las fuentes de energía alternativas, renovables y no contaminantes. Una de estas fuentes es la biomasa, la cual ha sido utilizada por el hombre la mayor parte de la historia de la humanidad, sirviendo para resolver las necesidades de calor e iluminación.

Actualmente, la biomasa sigue teniendo un papel muy importante como fuente de energía renovable y ecológica, especialmente relevante en un mundo tan preocupado por los graves problemas medioambientales.

Esta energía emplea recursos naturales como desechos de madera, huesos de aceitunas o cáscaras de frutos secos. Su carácter natural nos garantiza que no es peligroso, además de no desprender ningún tipo de olor, genera un humo incoloro y produce muy poco residuo en forma de cenizas.

1. Introducción

A nivel de CO₂, la biomasa es claramente un combustible menos contaminante que los de origen fósil. Está calificada como CO₂ neutral, porque se considera que lo que emite la biomasa cuando se quema es lo mismo que consumen las plantas para generar la propia biomasa.

A continuación, en la Figura 1, la cual ha sido extraída de un informe sobre fuentes de energía renovable y mitigación del cambio climático del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se muestra una gráfica donde se compara la huella de CO₂ de una caldera de biomasa frente a calderas que funcionan con otras fuentes de energía.

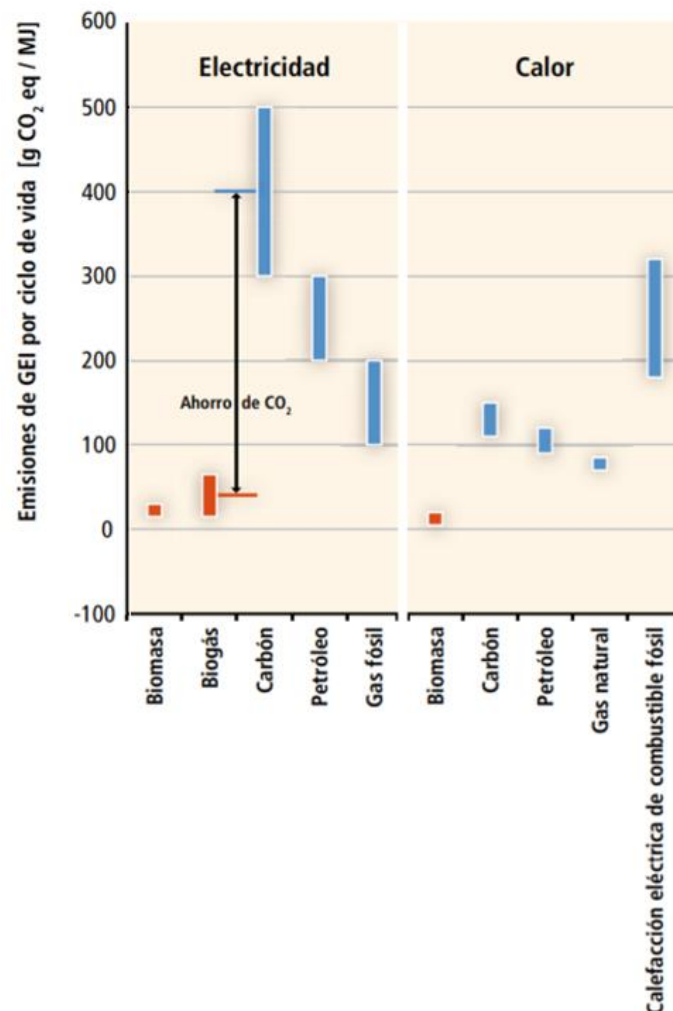


Figura 1: Emisiones de GEI por ciclo de vida

1. Introducción

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta lo anterior, el objeto del presente proyecto es estudiar las necesidades de calefacción de las estancias de una vivienda y cubrirlas mediante el diseño de una instalación de energía renovable y sostenible, como es la energía de biomasa, con el fin de reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera.

1.3. NORMATIVA APLICABLE

- **Código Técnico de la Edificación (CTE):** Es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). En concreto nos centraremos en el Documento Básico (DB) contenido en el CTE. El DB-HE "Ahorro de energía" el cual su objetivo consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.

- **Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio:** En el cual se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), el cual establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

- **Real Decreto 238/2013, de 5 de abril:** En el cual se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

1. Introducción

- **Guía Técnica de Instalaciones de Calefacción Individual:** Facilita todos los detalles relevantes a su instalación, como son las condiciones de diseño, la tipología de la caldera, la evacuación de humos, la instalación de los equipos de producción de calor, la instalación de los emisores, el sistema de distribución y el sistema de control. El documento se complementa con capítulos de puesta en servicio, mantenimiento e inspección.

- **Guía Técnica de Condiciones climáticas exteriores de proyecto:** Facilita una información actualizada sobre las condiciones climáticas exteriores utilizadas habitualmente en los proyectos de las instalaciones de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria en los edificios, destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas.

- **Guía Técnica de Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos:** Facilita los métodos de cálculo y los criterios normales de dimensionamiento, para la estimación del espesor de aislamiento a utilizar en equipos y elementos de la edificación e instalaciones industriales. Estos cálculos se realizan en estado estacionario y flujo unidimensional.

- **Norma UNE-EN 14785/2006:** Especifica los requisitos relativos al diseño, fabricación, montaje, seguridad, prestaciones (rendimiento y emisiones), instrucciones y marcado, junto con los métodos y combustibles correspondientes, para los ensayos de tipo de aparatos de calefacción doméstica que utilizan pellets de madera, y alimentados mecánicamente hasta una potencia calorífica nominal de 50 kW.

- **Norma UNE 123001:2012:** Establece los criterios para el cálculo, el diseño y la instalación de chimeneas para la evacuación de los productos de la combustión.

1. Introducción

1.4. ESTRUCTURA DEL TFG

El presente proyecto está formado por tres documentos. El primer documento, es la memoria, y está formada por los siguientes capítulos:

- **Capítulo 2:** Nos describe las características de la vivienda, donde se incluye la composición de los cerramientos y de los huecos. También incluye las condiciones de diseño según RITE.
- **Capítulo 3:** Nos explica las condiciones climáticas de la zona donde se encuentra la vivienda, y se calcula la transmitancia térmica de los cerramientos y de los huecos.
- **Capítulo 4:** Nos define todas las cargas térmicas para calefacción, incluyendo las ecuaciones para su calcularlas.
- **Capítulo 5:** Nos explica con detalle la energía de biomasa, las estufas de pellets, los radiadores y las tuberías. También se realiza el diseño y dimensionamiento de nuestra instalación.
- **Capítulo 6:** Se presentan las conclusiones más importantes para alcanzar los objetivos nombrados inicialmente.
- **Capítulo 7:** Nos muestra la bibliografía consultada para la realización del presente proyecto.

El segundo documento, es el presupuesto, y está constituido por los siguientes apartados:

- **Apartado 1.1:** Se realiza el cálculo de los costes relacionados con el personal implicado para la realización del proyecto.
- **Apartado 1.2:** Se desarrolla el cálculo de los costes relacionados con los equipos utilizados para la realización del proyecto.

1. Introducción

- **Apartado 1.3:** Se realiza el cálculo de los costes relacionados con todos los elementos utilizados para la realización del proyecto.
- **Apartado 1.4:** Teniendo en cuenta los presupuestos anteriores, se procede a calcular el presupuesto total.

El tercer documento, son los anexos, y lo constituyen los siguientes capítulos:

- **Anexo A:** Se calcula con detalle todas las cargas térmicas para calefacción, para cada una de las estancias a acondicionar.
- **Anexo B:** Se adjunta la ficha técnica de la termoestufa elegida para este proyecto.
- **Anexo C:** Se adjunta la ficha técnica de los radiadores elegidos para este proyecto.
- **Anexo D:** Se adjuntan los planos realizados de la vivienda amueblada, de la instalación biomasa con tuberías y de la instalación de la extracción humos de la termoestufa.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

2. Características de la vivienda

2.1. EMPLAZAMIENTO

El presente proyecto se centra en el estudio de una vivienda situada en la localidad de Agost, en la provincia de Alicante.

La vivienda objeto de estudio es una tercera planta situada en la avenida de Alcoy nº 1.

La altitud de la localidad es de 376 m sobre el nivel del mar.



Figura 2: Ubicación geográfica de la vivienda

2.2. DATOS DE PARTIDA

La vivienda se encuentra situada en un edificio construido sobre una parcela de 154,45 m². Dicho edificio consta de: sótano, planta baja, primera planta, segunda planta y tercera planta. Cada una de las plantas es una vivienda, y en este proyecto nos centraremos en la vivienda de la tercera planta.

La vivienda a calefactar tiene una superficie útil de 144,718 m², de los cuáles 126,07 m² estarán acondicionados.

2. Características de la vivienda

La distribución de las superficies a acondicionar se muestra en la Tabla 1.

Estancia	Superficie (m ²)
Salón	27,014
Cocina	16,269
Oficina	13,582
Cuarto de baño 1	7,323
Cuarto de baño 2	6,362
Dormitorio principal	15,403
Dormitorio secundario 1	15,302
Dormitorio secundario 2	12,445
Pasillo	12,37

Tabla 1: Superficie de cada estancia

Las pérdidas de carga se van a calcular para cada estancia, así podemos conocer con exactitud que potencia necesitamos que tenga la estufa de pellets para abastecer el salón, y de cuánta potencia necesitamos los radiadores para abastecer cada una de las estancias de la vivienda.

Para realizar los cálculos, tenemos que conocer de las estancias que están en contacto con el exterior, la superficie de sus cerramientos y de sus vidrios, tal y como muestra la Tabla 2.

Estancia	Cerramientos (m ²)	Huecos (m ²)
Salón	11,183	11,559
Cocina	3,852	4,707
Oficina	5,347	1,51
Cuarto de baño 2	6,076	3,95
Dormitorio principal	5,497	2,257
Dormitorio secundario 1	3,919	4,268

Tabla 2: Superficie de los cerramientos y de los huecos exteriores

2. Características de la vivienda

También hay que tener en cuenta, que hay cerramientos que no están en contacto con el exterior. Dichos cerramientos están en contacto con las escaleras y el patio, y, por lo tanto, tendrán una temperatura diferente de la temperatura exterior y de la temperatura de diseño, como veremos más adelante. En la Tabla 3 se muestran las superficies de estos cerramientos.

Estancia	Cerramientos (m ²)	Estancia colindante
Cocina	5,289	Escaleras
Pasillo	8,027	Escaleras
Pasillo	1,679	Patio
Dormitorio secundario 2	2,238	Patio

Tabla 3: Superficie de los cerramientos de las escaleras y del patio

También existe la particularidad, de que no sea un cerramiento lo que este en contacto con una estancia donde se tenga una temperatura diferente a la temperatura interior y a la temperatura exterior, sino que sea un hueco, tal y como se muestra en la Tabla 4.

Estancia	Huecos (m ²)	Estancia colindante
Dormitorio secundario 2	1,35	Patio

Tabla 4: Superficie de los huecos del patio

2.2.1. Composición de los cerramientos

Para calcular las pérdidas de carga de la vivienda, previamente necesitamos calcular las resistencias térmicas, y para ello, necesitamos conocer de que están compuestos todos los cerramientos.

Esta composición y espesor ha sido extraída de la memoria descriptiva y de los planos del proyecto “Básico y de ejecución del edificio” que hizo el arquitecto José Miguel Sánchez López en 1992 cuando se llevó a cabo la construcción del edificio.

En las Tablas 5, 6, 7 y 8, se puede ver con detalle la composición de los materiales que constituyen los cerramientos y los huecos que se tienen que calcular.

2. Características de la vivienda

2.2.1.1. Cerramiento exterior

A continuación, en la Tabla 5, se muestran los materiales que constituyen el cerramiento exterior con su espesor correspondiente. Dichos materiales, están ordenados de exterior a interior.

Capa del cerramiento exterior	Espesor (m)
½ pie LP métrico o catalán [$40 < G < 60$]	0,115
Cámara de aire sin ventilar 2 cm	0,02
MW Lana mineral	0,06
Tabicón de LH doble [$60 \text{ mm} < E < 90 \text{ mm}$]	0,07
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,015

Tabla 5: Capas que constituyen el cerramiento exterior

2.2.1.2. Cerramiento interior

A continuación, en la Tabla 6, se muestran los materiales que constituyen el cerramiento interior con su espesor correspondiente.

Capa del cerramiento interior	Espesor (m)
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,015
½ pie LP métrico o catalán [$40 < G < 60$]	0,115
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,015

Tabla 6: Capas que constituyen el cerramiento interior

2.2.1.3. Cubierta

A continuación, en la Tabla 7, se muestran los materiales que constituyen la cubierta con su espesor correspondiente. Dichos materiales, están ordenados de arriba a abajo.

Capa de la cubierta	Espesor (m)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,01
Mortero cemento o cal (alb + revoco/enlucido) $1000 < d < 1250$	0,04
PUR Plancha con HFC o Pentano y revestimiento permeable	0,07
Mortero cemento o cal (alb + revoco/enlucido) $1000 < d < 1250$	0,05
Hormigón armado $2300 < d < 2500$	0,08
FU entrevigado de hormigón - Canto 250 mm	0,25
Cámara de aire sin ventilar 10 cm	0,01
Placa de yeso o escayola $750 < d < 900$	0,02

Tabla 7: Capas que constituyen la cubierta

2. Características de la vivienda

2.2.1.4. Suelo

Los materiales que constituyen el suelo no afectan a este proyecto, ya que nuestra vivienda es una tercera planta y la planta inferior se encuentra a la misma temperatura, por lo tanto, no hay diferencia de temperatura ni transmitancia térmica entre dichas plantas.

2.2.1.5. Huecos

Toda la vivienda ha sido construida con el mismo tipo de ventanas, aunque estas tengan diferentes medidas. Dichas ventanas son Climalit Plus de Saint-Gobain Cristalería, fabricadas de aluminio y con un doble cristal de 14 mm, es decir, 4/6/4.

A continuación, en la Tabla 8, se muestran los elementos que constituyen los huecos con su espesor correspondiente. Dichos materiales, están ordenados de exterior a interior.

Capa del hueco	Espesor (mm)
Vidrio Planitherm S	4
Cámara de aire	6
Vidrio Planilux	4

Tabla 8: Capas que constituyen los huecos

2.3. CONDICIONES DE DISEÑO

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), para el cálculo de la diferencia de temperaturas, se tomará como temperatura interior (T_{INT}) el valor medio de la Tabla 9:

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 9: Condiciones interiores de diseño según RITE

Por lo tanto, el valor de la temperatura operativa y el valor de humedad relativa % son:

$$T_{INT} = 22 \text{ °C} = 295,15 \text{ K}$$

$$W_{INT} = 45 \%$$

3. TRANSFERENCIA DE CALOR EN LA VIVIENDA

3. Transferencia de calor en la vivienda

3.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA

Para dimensionar correctamente la instalación y llevar a cabo una buena climatización de la vivienda, conviene basar los cálculos en las condiciones climatológicas de la propia zona de estudio. Con esto se conseguirá reducir el sobredimensionado de la estufa de pellets y de los radiadores.

El estudio se va a realizar en base a los datos recogidos en la estación meteorológica más cercana a nuestra zona objeto de estudio. Según la AEMET, la ubicación de la estación meteorológica es la mostrada en la Figura 3.



Figura 3: Ubicación de la estación meteorológica

Esta estación meteorológica, nos muestra las temperaturas recogidas en los últimos ochenta y un años (1938-2019).

Para realizar los cálculos se va a coger la temperatura más extrema que se ha dado en esta zona, para así situarnos en la peor situación posible y que aun así nuestra vivienda esté bien climatizada. Esta temperatura se dio el 12 de febrero de 1956 con los parámetros mostrados en la Tabla 10.

Estación meteorológica de Alicante	
Temperatura °C	-4,6
Humedad (%)	71
Velocidad del viento (km/h)	8

Tabla 10: Datos más desfavorables en Alicante según la AEMET

3. Transferencia de calor en la vivienda

Para realizar los cálculos, será necesario convertir la temperatura de °C a K, como se hace a continuación:

$$T_{EXT} = -4,6 \text{ °C} = 268,55 \text{ K}$$

Cabe tener en cuenta, que todas las estancias no están en contacto con el exterior ni con superficies interiores con la temperatura de diseño, sino que hay excepciones. Estas excepciones, están en contacto con las escaleras o con el patio, y, por lo tanto, esas estancias tienen temperaturas diferentes, tal y como se puede comprobar a continuación:

$$T_{ESCALERA} = 8,7 \text{ °C} = 281,85 \text{ K}$$

$$T_{PATIO} = 2,9 \text{ °C} = 276,05 \text{ K}$$

Con la temperatura exterior mostrada anteriormente, se puede extraer la humedad en $g/kg_{a.s.}$ de la Figura 4.

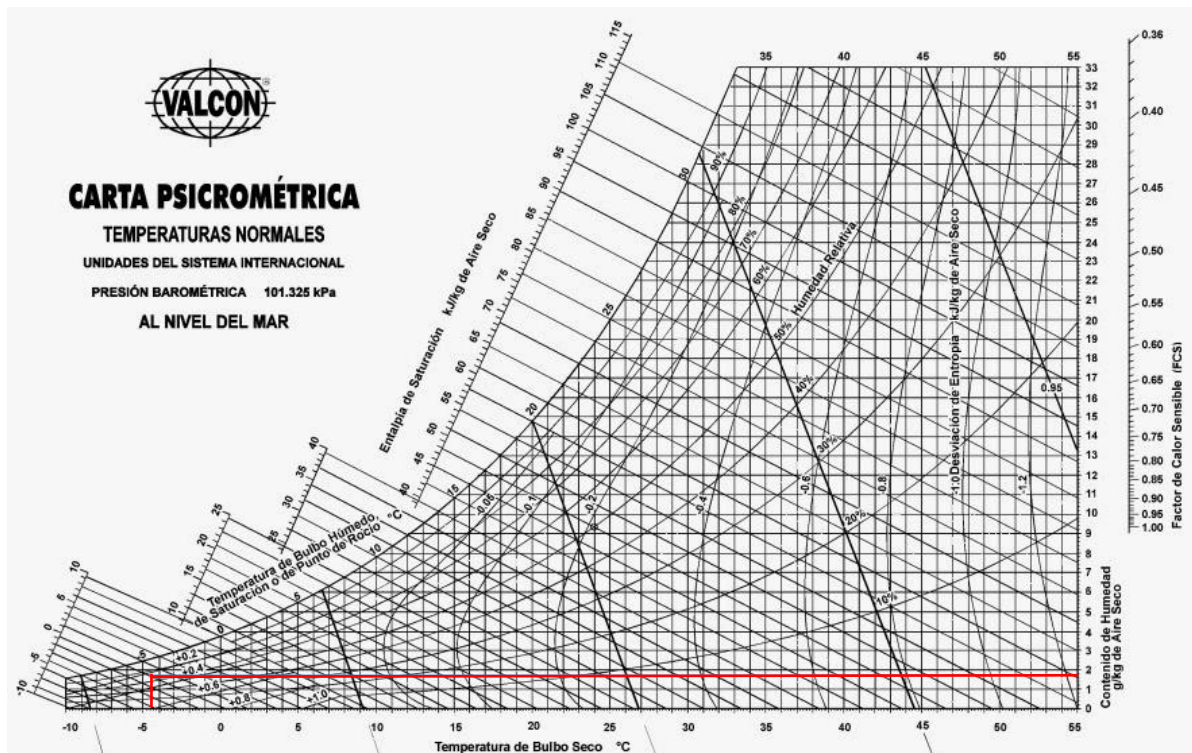


Figura 4: Carta psicrométrica

$$W_{EXT} = 1,6 \text{ g/kg}_{a.s.} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ kg/kg}_{a.s.}$$

3. Transferencia de calor en la vivienda

Según el Código Técnico de la Edificación (CTE), mediante el Documento Básico HE de Ahorro de energía se establece la zona climática de nuestra vivienda.

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																						
	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	151 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	1251 - 300 m
Albacete	C3								D3								E1						
Alicante/Alacant	B4				C3								D3										
Almería	A4	B4			B3			C3				D3											
Araba/Álava	D1								E1														
Asturias	C1	D1								E1													
Ávila	D2								D1				E1										
Badajoz	C4				C3				D3														
Balears, Illes	B3				C3								E1										
Barcelona	C2				D2				D1				E1										
Bizkaia	C1				D1																		
Burgos	D1								E1														
Cáceres	C4								D3								E1						
Cádiz	A3	B3				C3				C2				D2									
Cantabria	C1	D1								E1													
Castellón/Castelló	B3	C3				D3				D2				E1									
Ceuta	B3																						
Ciudad Real	C4				C3				D3														
Córdoba	B4	C4				D3																	
Coruña, A	C1				D1								D2				E1						
Cuenca	D3								D2				E1										
Gipuzkoa	D1								E1														
Girona	C2	D2				E1																	
Granada	A4	B4				C4				C3				D3				E1					
Guadalajara	D3								D2				E1										
Huelva	A4	B4	B3				C3				D3												
Huesca	C3				D3				D2				E1										
Jaén	B4				C4				D3				E1										
León	E1																						
Lleida	C3	D3								E1													
Lugo	D1								E1														
Madrid	C3								D3				D2				E1						
Málaga	A3	B3				C3				D3													
Melilla	A3																						
Murcia	B3	C3								D3													
Navarra	C2	D2				D1				E1													
Ourense	C3				C2				D2				E1										
Palencia	D1								E1														
Palmas, Las	α3				A2				B2				C2										
Pontevedra	C1				D1								B2				C2						
Rioja, La	C2				D2								E1										
Salamanca	D2								E1														
Santa Cruz de Tenerife	α3				A2				B2				C2										
Segovia	D2								E1														
Sevilla	B4				C4								D1				E1						
Soria	D2								D1				E1										
Tarragona	B3	C3				D3																	
Teruel	C3				C2				D2				E1										
Toledo	C4								D3														
Valencia/València	B3	C3				D2								E1									
Valladolid	D2								E1														
Zamora	D2								E1														
Zaragoza	C3				D3								E1										

Figura 5: Zonas climáticas de España

Como la vivienda se encuentra en la provincia de Alicante y su desnivel con respecto a la capital es de 376 m, la zona climática a aplicar es la C3.

3. Transferencia de calor en la vivienda

3.2. DEMANDA ENERGÉTICA

Cada uno de los cerramientos, cubierta, suelo y huecos, tendrán una transmitancia no superior a los valores que se establecen en el DB-HE del CTE y que vendrán en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

⁽²⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

⁽³⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

ZONA CLIMÁTICA C3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,28$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3	-	-	-	0,55	-	0,59
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9	-	-	-	0,43	-	0,46
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	0,51	-	0,54	0,35	0,52	0,39
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	0,43	-	0,47	0,31	0,46	0,34

Figura 6: Transmitancia máxima en la zona climática del edificio

3. Transferencia de calor en la vivienda

3.3. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS CERRAMIENTOS DE LA VIVIENDA

Para los cálculos de cargas por transmisión de calor a través de los cerramientos, suelo, cubierta y huecos, se precisa conocer la composición de cada uno de ellos, las cuales se han visto en la Tabla 5, 6, 7 y 8.

Sabiendo la composición de materiales, podemos conocer la transmitancia térmica que tiene cada material, y por tanto también podemos conocer la resistencia térmica.

La resistencia térmica (R) es la capacidad que poseen los materiales para oponerse al flujo del calor. Se mide en m^2K/W .

La transmitancia térmica (U) es la inversa de la resistencia térmica. Está mide el calor que fluye por unidad de tiempo y superficie a través de un elemento constructivo cuando hay un gradiente térmico de un grado entre los dos ambientes que éste separa. Se mide en W/m^2K .

Cuanto menor sea el valor de la transmitancia térmica (U), menor será el paso de energía entre ambas caras, y por tanto mejores capacidades aislantes tendrá el elemento constructivo.

El cálculo de las resistencias de los cerramientos y de la cubierta, se realiza mediante el programa CE3X, programa reconocido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo para la certificación energética de los edificios.

Posteriormente se podrá calcular la transmitancia térmica (U), para la que usaremos la Ecuación 1, que ha sido extraída del libro DTIE 7.05 Cálculo de cargas térmicas.

$$U = \frac{1}{R_1 + \dots + R_n} \quad (Ec. 1)$$

Donde los valores de $R_1 + \dots + R_n$ se muestran en la Figura 13, 14 y 15, extraídas del programa CE3X.

3. Transferencia de calor en la vivienda

3.3.1. Cerramiento exterior

Según como se ha explicado en la Tabla 5 la composición del cerramiento exterior, se introducen todos estos materiales y su espesor en el programa CE3X para que nos calcule la resistencia térmica, tal y como muestra la Figura 7.

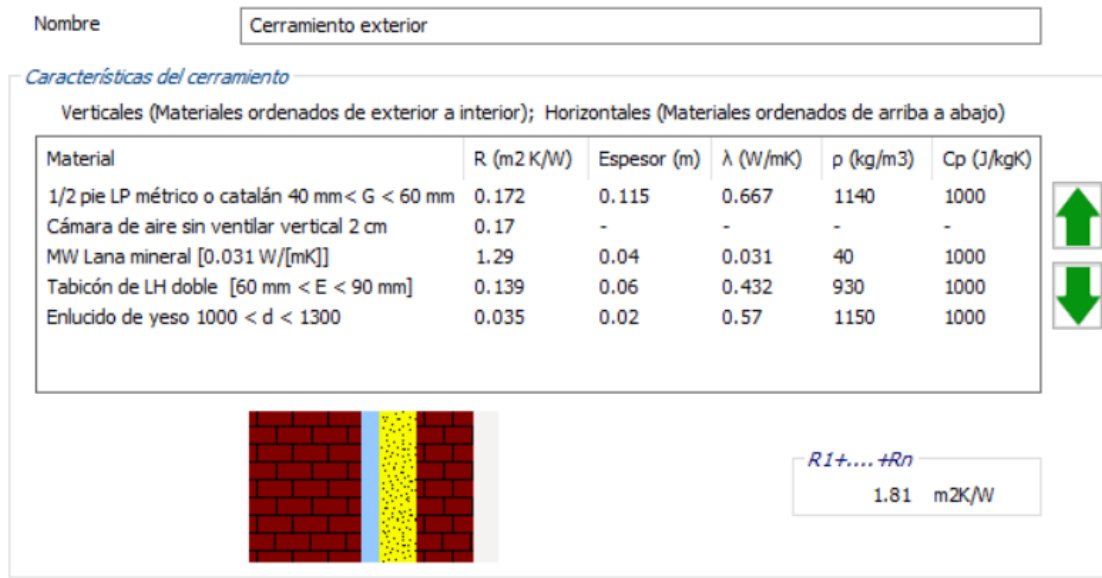


Figura 7: Resistencia térmica del cerramiento exterior

$$R_1 + \dots + R_n = 1,81 \frac{m^2K}{W}$$

Una vez conocemos la resistencia térmica, ya se puede calcular la transmitancia térmica del cerramiento exterior utilizando la Ecuación 1.

$$U_{CERRAMIENTO EXTERIOR} = \frac{1}{R_1 + \dots + R_n} = \frac{1}{1,81 \frac{m^2K}{W}} = 0,552 \frac{W}{m^2K}$$

Este valor de transmitancia térmica de nuestro cerramiento exterior cumple con la normativa, ya que comparando dicho valor con el de la Figura 6, se puede comprobar que dicho valor es inferior al máximo que fija la normativa:

$$U_{CERRAMIENTO EXTERIOR} = 0,552 W/(m^2K) < 0,73 W/(m^2K)$$

3. Transferencia de calor en la vivienda

3.3.2. Cerramiento interior

Según como se ha explicado en la Tabla 6 la composición del cerramiento interior, se introducen todos estos materiales y su espesor en el programa CE3X para que nos calcule la resistencia térmica, tal y como muestra la Figura 8.

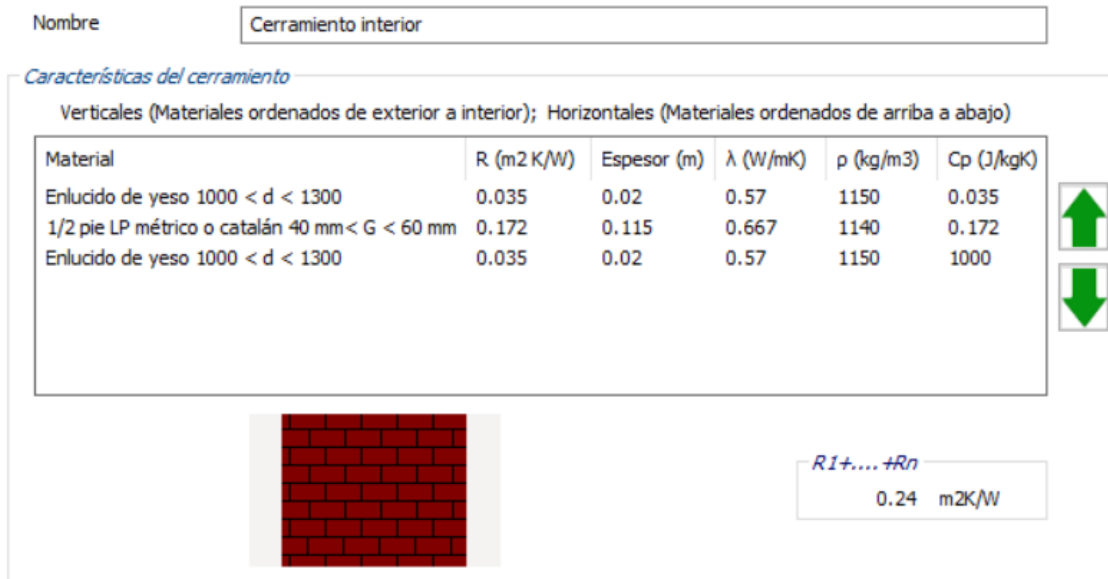


Figura 8: Resistencia térmica del cerramiento interior

$$R_1 + \dots + R_n = 0,24 \frac{m^2K}{W}$$

Una vez conocemos la resistencia térmica, ya se puede calcular la transmitancia térmica del cerramiento interior utilizando la Ecuación 1.

$$U_{CERRAMIENTO INTERIOR} = \frac{1}{R_1 + \dots + R_n} = \frac{1}{0,24 \frac{m^2K}{W}} = 4,166 \frac{W}{m^2K}$$

La normativa en este caso no nos da ningún valor máximo, ya que no se trata de un elemento que está en contacto con el exterior.

3. Transferencia de calor en la vivienda

3.3.3. Cubierta

Según como se ha explicado en la Tabla 7 la composición de la cubierta, se introducen todos estos materiales y su espesor en el programa CE3X para que nos calcule la resistencia térmica, tal y como muestra la Figura 9.

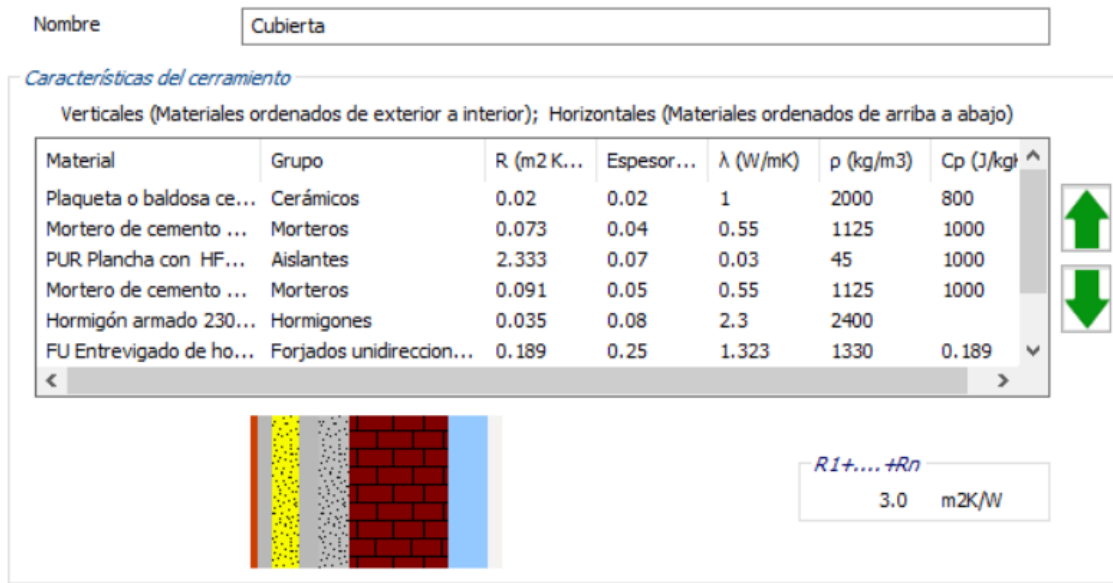


Figura 9: Resistencia térmica de la cubierta

$$R_1 + \dots + R_n = 3,00 \frac{m^2K}{W}$$

Una vez conocemos la resistencia térmica, ya se puede calcular la transmitancia térmica de la cubierta utilizando la Ecuación 1.

$$U_{CUBIERTA} = \frac{1}{R_1 + \dots + R_n} = \frac{1}{3,00 \frac{m^2K}{W}} = 0,333 \frac{W}{m^2K}$$

Este valor de transmitancia térmica de nuestra cubierta cumple con la normativa, ya que comparando dicho valor con el de la Figura 6, se puede comprobar que dicho valor es inferior al máximo que fija la normativa:

$$U_{CUBIERTA} = 0,333 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) < 0,41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

3. Transferencia de calor en la vivienda

3.3.4. Huecos

Según como se ha explicado en el apartado 2.2.1.5 los huecos que tiene nuestra vivienda, se busca la ficha técnica del fabricante de estas ventanas, ya que nos dirá su transmitancia térmica, tal y como muestra la Figura 10.

SGG PLANITHERM "S": prestaciones en doble acristalamiento		SGG CLIMALIT PLUS					
Vidrio exterior		SGG PLANITHERM S					
Vidrio interior		SGG PLANILUX					
Composición	mm	4(6)4	4(12)4	4(15)4	6(12)4	6(12)6	6(15)6
Espesor	mm	14	20	23	22	24	27
Peso	Kg/m ²	20	20	20	25	30	30
Posición de la capa bajo emisiva	cara	2	2	2	2	2	2
Factores luminosos							
Tl	%	66	66	66	68	64	64
Rli	%	11	11	11	11	11	11
Rli	%	11	11	11	11	10	10
UV T _{UV}	%	20	20	20	19	18	19
Factores energéticos							
Te	%	44	44	44	42	41	41
Ree	%	17	17	17	19	16	16
Ae1	%	35	35	35	39	35	39
Ae2	%	4	4	4	3	5	5
Factor solar							
g EN 410		0,50	0,50	0,50	0,48	0,48	0,48
Shading coefficient		0,58	0,58	0,58	0,55	0,55	0,55
Coefficiente U Aire	W/(m ² .K)	2,5	1,7	1,5	1,7	1,7	1,4

Figura 10: Ficha técnica de la ventana

$$U_{HUECO} = 2,5 \frac{W}{m^2K}$$

Este valor de transmitancia térmica de nuestros huecos cumple con la normativa, ya que comparando dicho valor con el de la Figura 6, se puede comprobar que dicho valor es inferior al máximo que fija la normativa:

$$U_{HUECO} = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) < 4,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

4. CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN

4. Cargas térmicas para calefacción

4.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a especificar como se debe calcular la carga térmica de la instalación para el invierno.

Se entiende como carga térmica de un recinto la potencia de refrigeración o calefacción que requiere la instalación, en un determinado instante, para mantener unas condiciones térmicas interiores dadas.

Se puede establecer una clasificación de las cargas térmicas, según su incidencia:

- **Cargas térmicas sensibles:** aquellas que van a originar una variación en la temperatura del aire.
- **Cargas térmicas latentes:** las que van a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente (contenido de agua en el aire).

En este proyecto nos centraremos en las cargas térmicas sensibles, ya que para el diseño de los sistemas de calefacción no se consideran las cargas térmicas latentes. Dentro de las cargas térmicas sensibles, las cargas que nos proporcionen un aumento de temperatura no serán calculadas, ya que vamos a utilizar los datos más desfavorables y estas nos ayudarían a alcanzar la temperatura deseada.

Realizando correctamente el cálculo de cargas, podemos determinar de manera precisa las necesidades del sistema de calefacción para cada estancia, así evitaremos dimensionamientos incorrectos de los equipos de calefacción.

Para dimensionar los equipos de calefacción deberemos estimar la máxima carga térmica de la instalación, así podremos satisfacer las exigencias de confort interior establecidas por la normativa para el período invernal.

A continuación, se muestran las ecuaciones para calcular las cargas térmicas necesarias para la realización del proyecto. Todas las ecuaciones mostradas en el capítulo 4 han sido extraídas del DTIE 7.05 Cálculo de cargas térmicas. En el Anexo A: Cálculo de cargas térmicas, se puede ver con más detalle el cálculo de todas estas cargas.

4. Cargas térmicas para calefacción

4.2. TIPOS DE CARGAS TÉRMICAS

4.2.1. Carga térmica por transmisión

Las cargas por transmisión son aquellas que se producen por conducción a través de los elementos constructivos que separan el interior del exterior del edificio.

A continuación, se muestra cómo se calculan una por una las cargas de transmisión a través de la pared exterior, la pared interior, la cubierta, el suelo y los huecos, y posteriormente se realizará la suma de estas para obtener la carga total por transmisión, tal y como muestra la Ecuación 6.

4.2.1.1. Transmisión a través de las paredes exteriores

$$Q_{PARED\ EXTERIOR} = U_{PARED\ EXTERIOR} \times S_{PARED\ EXTERIOR} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \quad (Ec. 2)$$

$Q_{PARED\ EXTERIOR}$ → Potencia calorífica transmitida a través del cerramiento exterior (W)

$U_{PARED\ EXTERIOR}$ → Coeficiente global de transmisión de calor del cerramiento exterior (m^2K/W)

$S_{PARED\ EXTERIOR}$ → Superficie del cerramiento exterior (m^2)

T_{EXT} → Temperatura exterior (K)

T_{INT} → Temperatura interior de diseño (K)

Estancia	$Q_{PARED\ EXTERIOR}$ (W)
Salón	-164,202
Cocina	-56,559
Oficina	-78,511
Cuarto de baño 1	0
Cuarto de baño 2	-89,215
Dormitorio principal	-80,713
Dormitorio secundario 1	-57,543
Dormitorio secundario 2	0
Pasillo	0

Tabla 11: Resumen de la potencia calorífica a través de las paredes exteriores

4. Cargas térmicas para calefacción

4.2.1.2. Transmisión a través de las paredes interiores

$$Q_{PARED\ INTERIOR} = U_{PARED\ INTERIOR} \times S_{PARED\ INTERIOR} \times (T_{INT2} - T_{INT1}) \quad (Ec. 3)$$

$Q_{PARED\ INTERIOR}$ → Potencia calorífica transmitida a través del cerramiento interior (W)

$U_{PARED\ INTERIOR}$ → Coeficiente global de transmisión de calor del cerramiento interior (m^2K/W)

$S_{PARED\ INTERIOR}$ → Superficie del cerramiento interior (m^2)

T_{INT2} → Temperatura de espacios interiores no habitables, tales como las escaleras o el patio (K)

T_{INT1} → Temperatura interior de diseño (K)

Estancia	$Q_{PARED\ INTERIOR}$ (W)
Salón	0
Cocina	-293,052
Oficina	0
Cuarto de baño 1	0
Cuarto de baño 2	0
Dormitorio principal	0
Dormitorio secundario 1	0
Dormitorio secundario 2	-178,079
Pasillo	-578,357

Tabla 12: Resumen de la potencia calorífica a través de las paredes interiores

4.2.1.3. Transmisión a través de la cubierta

$$Q_{CUBIERTA} = U_{CUBIERTA} \times S_{CUBIERTA} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \quad (Ec. 4)$$

$Q_{CUBIERTA}$ → Potencia calorífica transmitida a través de la cubierta (W)

$U_{CUBIERTA}$ → Coeficiente global de transmisión de calor de la cubierta (m^2K/W)

$S_{CUBIERTA}$ → Superficie de la cubierta (m^2)

T_{EXT} → Temperatura exterior (K)

T_{INT} → Temperatura interior de diseño (K)

4. Cargas térmicas para calefacción

Estancia	$Q_{CUBIERTA}$ (W)
Salón	-239,284
Cocina	-144,107
Oficina	-120,306
Cuarto de baño 1	-64,865
Cuarto de baño 2	-56,353
Dormitorio principal	-136,436
Dormitorio secundario 1	-135,542
Dormitorio secundario 2	-110,235
Pasillo	-109,571

Tabla 13: Resumen de la potencia calorífica a través de la cubierta

4.2.1.4. Transmisión a través del suelo

Tal y como se ha explicado en el apartado 2.2.1.4., la transmisión a través del suelo en este proyecto es nula, ya que nuestra vivienda es una tercera planta y la planta inferior se encuentra a la misma temperatura. Por lo tanto, al no haber diferencia de temperatura, tampoco habrá transmitancia térmica.

$$Q_{SUELO} = 0 \text{ W}$$

4.2.1.5. Transmisión a través de los huecos

$$Q_{HUECO} = U_{HUECO} \times S_{HUECO} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \quad (\text{Ec. 5})$$

Q_{HUECO} → Potencia calorífica transmitida a través del hueco (W)

U_{HUECO} → Coeficiente global de transmisión de calor del hueco (W/m² K)

S_{HUECO} → Superficie del hueco (m²)

T_{EXT} → Temperatura exterior o de espacios interiores no habitables (K)

T_{INT} → Temperatura interior de diseño (K)

Estancia	Q_{HUECO} (W)
Salón	-768,673
Cocina	-313,015
Oficina	-100,415
Cuarto de baño 1	0
Cuarto de baño 2	-262,675
Dormitorio principal	-150,09
Dormitorio secundario 1	-283,822
Dormitorio secundario 2	-64,462
Pasillo	0

Tabla 14: Resumen de la potencia calorífica a través de los huecos

4. Cargas térmicas para calefacción

4.2.1.6. Carga térmica total por transmisión

La carga térmica total por transmisión es la suma de todas las cargas térmicas que se han calculado anteriormente, tal y como muestra la Ecuación 6.

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED\ EXTERIOR} + Q_{PARED\ INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO} \quad (Ec.6)$$

$Q_{TRANSMISIÓN}$ → Potencia calorífica total transmitida por transmisión a través del cerramiento exterior, el cerramiento interior, la cubierta, el suelo y los huecos (W)

$Q_{PARED\ EXTERIOR}$ → Potencia calorífica transmitida a través del cerramiento exterior (W)

$Q_{PARED\ INTERIOR}$ → Potencia calorífica transmitida a través del cerramiento interior (W)

$Q_{CUBIERTA}$ → Potencia calorífica transmitida a través de la cubierta (W)

Q_{SUELO} → Potencia calorífica transmitida a través del suelo (W)

Q_{HUECO} → Potencia calorífica transmitida a través de los huecos (W)

Estancia	$Q_{TRANSMISIÓN}$ (W)
Salón	-1172,159
Cocina	-806,733
Oficina	-299,232
Cuarto de baño 1	-64,865
Cuarto de baño 2	-408,243
Dormitorio principal	-367,239
Dormitorio secundario 1	-476,907
Dormitorio secundario 2	-352,776
Pasillo	-687,928
TOTAL	-4636,082

Tabla 15: Resumen de la potencia calorífica total por transmisión

4.2.2. Carga térmica por ventilación

Para que la vivienda no tenga la sensación desagradable que produce el aire viciado, necesita un mínimo de ventilación interior. Esta ventilación se consigue introduciendo una determinada cantidad de aire del exterior.

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}} \quad (Ec. 7)$$

4. Cargas térmicas para calefacción

$Q_{VENTILACIÓN}$ → Calor sensible de ventilación (W)

V_{VENT} → Caudal de aire de ventilación (m^3/s)

T_{EXT} → Temperatura exterior (K)

T_{INT} → Temperatura interior (K)

$C_{Pa.s.}$ → Calor específico aire seco ($1000 J/kgK$)

W_{EXT} → Humedad específica exterior ($kg/kg_{a.s.}$)

C_{Pv} → Calor específico vapor de agua ($1860 J/kgK$)

V_{eEXT} → Volumen específico del aire exterior ($0,833 m^3/kg_{a.s.}$)

En el Código Técnico de la Edificación se puede determinar el caudal de aire de ventilación mínimo que debe tener la vivienda. El valor depende del tipo de estancia que se trate, de la superficie de ésta, y de las personas que convivan en la vivienda. La Tabla 16 nos muestra el caudal de aire de ventilación (V_{VENT}) según el DB-HS del CTE:

Estancia	Caudal de aire de ventilación
Pasillo	0,7 l/s por m^2
Cocina	2 l/s por m^2
Salón	3 l/s por persona
Oficina	3 l/s por persona
Dormitorio secundario	4 l/s por persona
Dormitorio principal	8 l/s por persona
Cuarto de baño	15 l/s

Tabla 16: Caudal de aire de ventilación según el DB-HS

En la Tabla 17, se puede ver un resumen del calor sensible de ventilación total para cada estancia de la vivienda.

Estancia	$Q_{VENTILACIÓN}$ (W)
Salón	-384,334
Cocina	-1042,121
Oficina	-96,083
Aseo 1	-480,417
Aseo 2	-480,417
Dormitorio principal	-512,445
Dormitorio secundario 1	-128,111
Dormitorio secundario 2	-91,989
Pasillo	-199,134
TOTAL	-3415,051

Tabla 17: Resumen del calor sensible de ventilación total

4. Cargas térmicas para calefacción

4.2.3. Carga térmica por infiltración

La infiltración es el paso de aire a través de la envolvente de un edificio, como puede ser la unión de cerramientos, marcos de ventanas, etc.

Durante el invierno estas infiltraciones son producidas por la diferencia de presión entre el interior y el exterior de la vivienda, y por el efecto chimenea. Este efecto consiste en que el aire exterior que se penetra por las partes bajas se calienta en el interior, asciende, y se evacúa por las partes altas, dándose un movimiento de circulación natural.

$$Q_{INFILTRACIÓN} = V_{INF} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}} \quad (Ec. 8)$$

$Q_{INFILTRACIÓN}$ → Calor sensible de infiltración (W)

V_{INF} → Caudal total de aire infiltrado (m^3/s)

T_{EXT} → Temperatura exterior (K)

T_{INT} → Temperatura interior (K)

$C_{Pa.s.}$ → Calor específico aire seco (1000 J/kg K)

W_{EXT} → Humedad específica exterior ($kg/kg_{a.s.}$)

C_{Pv} → Calor específico vapor de agua (1860 J/kg K)

Ve_{EXT} → Volumen específico del aire exterior ($0,833 m^3/kg_{a.s.}$)

La fórmula para calcular el caudal total de aire infiltrado en m^3/s es:

$$V_{INF} = V_R \times L_R \quad (Ec. 9)$$

V_R → Volumen de aire infiltrado por metro de rendija ($m^3/h m$)

L_R → Longitud de la rendija (m)

Para determinar el volumen de aire infiltrado por metro de rendija, debemos conocer la medida de la rendija de nuestras ventanas y la velocidad del viento que es de 8 km/h, con lo que accediendo al DTIE 7.05 Cálculo de cargas térmicas se puede conocer el valor de nuestro volumen de aire infiltrado:

$$V_R = 0,6 m^3/h m$$

4. Cargas térmicas para calefacción

También se debe conocer la longitud de las rendijas de las ventanas, por lo tanto, en todas las estancias que hay ventanas se mide su perímetro, tal y como muestra la Tabla 18.

Estancia de la ventana	Longitud de las rendijas (m)
Cocina	8,88
Salón	26,87
Oficina	5,02
Aseo 2	8,252
Dormitorio principal	6,01
Dormitorio 1	8,32

Tabla 18: Longitud de las rendijas de las ventanas

En la Tabla 19, se puede ver un resumen del calor sensible de infiltración total para cada estancia de la vivienda.

Estancia	$Q_{INFILTRACIÓN}$ (W)
Salón	-143,431
Cocina	-47,401
Oficina	-26,797
Aseo 1	0
Aseo 2	-44,038
Dormitorio principal	-32,092
Dormitorio secundario 1	-44,39
Dormitorio secundario 2	0
Pasillo	0
TOTAL	-338,149

Tabla 19: Resumen del calor sensible de infiltración total

4.2.4. Carga térmica total

En la Tabla 20, podemos ver un pequeño resumen de las cargas totales de las distintas cargas térmicas que existen en la vivienda.

Carga térmica	Q_{TOTAL} (W)
Transmisión	-4636,082
Ventilación	-3415,051
Infiltración	-338,149
TOTAL	-8389,282

Tabla 20: Resumen de las cargas térmicas

5. SISTEMA DE CALEFACCIÓN MEDIANTE ENERGÍA DE BIOMASA

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.1. DEFINICIÓN DE BIOMASA

Según el Ministerio de Energía y Fundación Chile:

La biomasa, definida como la materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, es la materia prima que se utiliza para la producción de bioenergía en sus diferentes formas: energía eléctrica, energía térmica y biocombustibles.

Esta energía ofrece la posibilidad de un abastecimiento energético con recursos naturales autóctonos, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles importados. Además, es una alternativa para el manejo de residuos y facilita el desarrollo económico local.

La base del recurso de biomasa proviene de las actividades forestal y agrícola, y suele clasificarse como:

- **Recurso primario:** Cuando su origen es la cosecha directa de bosques y plantaciones agrícolas.
- **Recurso secundario:** Cuando se trata de residuos de las industrias forestales y agrícolas.
- **Recurso terciario:** Cuando su origen son residuos de madera urbanos derivados de la construcción, demoliciones, embalajes y otros residuos domiciliarios.

La biomasa debe ser recolectada, almacenada, transportada y pre-tratada. Por ello, un aspecto clave para el aprovechamiento de bioenergía es la disponibilidad y localización del recurso.

Existen cuatro tipos de procesos que permiten obtener combustibles, ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso:

- **Los procesos termoquímicos:** Se basan en la descomposición térmica de la biomasa, en ausencia o carencia de oxígeno, a través de procesos como la combustión, pirólisis o gasificación. Como resultado se obtienen productos tales como vapor de agua, sintegas y bio-oil.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

- **Los procesos mecánicos:** Consisten en la transformación física de la biomasa, con el objeto de producir combustibles homogéneos y de mayor densidad como los pellets.
- **Los procesos químicos:** Involucran reacciones químicas como la esterificación de ácidos grasos, que permite la transformación de grasas o aceites (animal y vegetal) en un combustible líquido conocido como biodiésel.
- **Los procesos biológicos:** Consisten en la degradación de biomasa por la acción de microorganismos o de enzimas. Como resultado se puede obtener biogás, bioetanol u otros compuestos resultantes de la acción de bacterias o levaduras.

5.2. TIPOS DE BIOMASA

Se distinguen varios tipos de biomasa, según la procedencia de las sustancias empleadas, como la biomasa vegetal (troncos, ramas, tallos, frutos, restos y residuos vegetales, etc.) y la biomasa animal (grasas, restos, excrementos, etc.). Otra forma de clasificar los tipos de biomasa se realiza a partir del material empleado como fuente de energía.

5.2.1. Biomasa natural

La biomasa natural es aquella que se genera en los ecosistemas naturales, sin ningún tipo de intervención por parte del ser humano, como son los bosques, los árboles, los matorrales, las plantas de cultivo, etc. En las explotaciones forestales se producen una serie de residuos o subproductos, con un alto poder energético, que no sirven para la fabricación de muebles ni papel, como son las hojas y ramas pequeñas, y que se pueden aprovechar como fuente energética.

5.2.2. Biomasa residual

La biomasa residual es aquella que se genera a partir de actividades que el hombre realiza, como, por ejemplo, actividades agrícolas, ganaderas, la industria maderera o agroalimentaria. Este tipo de biomasa corresponde con los residuos de paja, aserrín, estiércol, residuos de mataderos, basuras urbanas, etc. Su eliminación a veces supone un problema, por lo que convertir estos residuos en un recurso para crear un combustible sostenible es una muy buena opción.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.2.3. Excedentes agrícolas

Los excedentes agrícolas que, por distintos motivos, no se utilizan para la alimentación humana, pueden usarse como combustible en plantas de generación eléctrica y también como biocombustibles.

5.2.4. Cultivos energéticos

Los cultivos energéticos son cultivos específicos dedicados exclusivamente a la producción de energía. Algunos cultivos tradicionales como los cereales, la caña de azúcar o semillas oleaginosas, pueden formar parte de los cultivos de energía, así como otros menos comunes como la cynara, la patata o el sorgo dulce.

5.3. VENTAJAS DE LA BIOMASA

- Es una fuente de energía renovable, limpia, segura y eficiente.
- Es inagotable, ya que se produce de forma continua como consecuencia de la actividad humana.
- Puede producir energía térmica y/o eléctrica.
- Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de los combustibles fósiles.
- Produce pocos residuos, y, además, estos son biodegradables.
- Disminuye las emisiones de CO₂, por lo cual no contribuye a la destrucción de la capa de ozono, ya que se puede considerar que genera la misma cantidad de CO₂ que fue captada por las plantas durante su crecimiento.
- No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas, por lo que no provoca lluvia ácida.
- Ayuda a la limpieza forestal y al reciclaje de residuos agrícolas, convirtiendo los residuos en recursos energéticos. Con ello, se minimiza el riesgo de incendio y las plagas de insectos.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

- Tiene un coste muy inferior al de la energía convencional (hasta cuatro veces más barata).
- Gran variedad de combustibles disponibles aptos para consumo en la misma caldera.
- El uso de cultivos energéticos, y el aprovechamiento de tierras abandonadas, evita la erosión y degradación del suelo.
- Puede provocar un aumento económico en el medio rural, fomentando con ello la creación de puestos de trabajo.
- Existe una tecnología muy avanzada, con garantía de funcionamiento, alto rendimiento, y fiabilidad.

5.4. ESTUFA DE PELLETS

Una estufa de pellets es un equipo que genera calor a partir de la combustión de pellets de biomasa para espacios residenciales y, a veces, industriales.

Su utilización es muy cómoda, ya que el encendido es automático. Además, se puede programar el horario de encendido y de apagado de la estufa.

Para su funcionamiento basta con introducir los pellets en el depósito de la estufa, que luego se procesan gracias a la conexión eléctrica. Posteriormente, la energía calorífica del pellet es expulsada al interior de la estancia a climatizar.

Estas estufas son los sistemas de calefacción renovables más eficientes y económicos de la actualidad.

5.4.1. Tipos de estufas de pellets

En la actualidad existen tres tipos de estufas de pellets, las cuáles vamos a conocer más a fondo en los siguientes apartados.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.4.1.1. Estufa de pellets por aire

Son aquellas que se utilizan para calentar el aire de la habitación en la que se encuentran, distribuyendo de forma uniforme el calor por toda la estancia.

Además, incorpora un ventilador para que puedas regular la intensidad del calor que expulsa, así como un termostato programable para que controles en cualquier momento la temperatura.

La potencia nominal de nuestra estufa nos dirá los metros cuadrados que será capaz de calentar.

No son aptas para calentar de forma general una casa, debido a su reducida potencia y a su alcance.



Figura 11: Estufa de pellets por aire

5.4.1.2. Estufa de pellets canalizable

Las estufas de pellets canalizables son muy similares a las de aire, con la particularidad de que cuentan con tomas en la parte posterior de la estufa para que a través de conductos sea capaz de canalizar el aire caliente a otras estancias adyacentes.

En estas estufas la emisión térmica principal sigue siendo la propia estufa (radiación + convección) y las salidas conducidas serán apoyos para alcanzar zonas anexas (solo convección).

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

En las estancias adyacentes el aire caliente no llegará en óptimas condiciones, por lo que no se recomienda hacer más de dos conductos ni que estén alejados de la estancia donde se encuentra la estufa.



Figura 12: Estufa de pellets canalizable

5.4.1.3. Termoestufa de pellets

Las termoestufas o hidroestufas de pellets, aparte de emitir calor para calentar la estancia donde está instalada, tiene en su interior un intercambiador que le permite calentar agua, por lo que podemos distribuir esa agua caliente a radiadores u otros elementos (fancoils, suelo radiante, etc.) que se encuentren en habitaciones alejadas de la estufa.

Si se instala a parte un interacumulador externo, esta termoestufa también nos generará agua caliente sanitaria para nuestro uso.

Son las estufas más seguras, ya que incluyen una función de auto apagado si detecta algún fallo en el funcionamiento.



Figura 13: Termoestufa de pellets

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.4.2. Elección de la termoestufa

La termoestufa de pellets a instalar en la vivienda ha de ser aquella que cubra las necesidades requeridas para calefacción en las condiciones más adversas con las que pueda encontrarse el sistema.

Tras calcular las pérdidas de carga que se pueden requerir en una situación extrema para calefacción, se selecciona la termoestufa que más se adapte a estas características y por tanto a nuestro sistema.

Con las pérdidas de carga de la Tabla 20, hay que buscar una termoestufa que se ajuste a estas características entre los diversos fabricantes como son Fiberica, Greenheiss, Kavachi, Bronpi, Fogosur, Lacunza y Ekallor, entre otros.

Para este caso en particular, la termoestufa FLORA 12 KW de Greenheiss y cuyas características se adjuntan en el Anexo B: Ficha técnica de la termoestufa, es la que más se ajusta a nuestras necesidades, ya que posee una potencia algo superior a la demanda de energía que se produce en la vivienda en invierno. Esto, nos permite una mejor adaptación a dicha demanda y a su vez cubre las necesidades de potencia para los casos extremos.

5.5. RADIADORES

Los radiadores de calefacción por agua son elementos que emiten calor al ambiente donde están instalados.

El funcionamiento de un radiador de agua consiste en que, mediante un generador, el agua se calienta y circula por el interior de los radiadores recorriendo un circuito cerrado. Los radiadores se calientan gracias al contacto con el agua caliente e irradian ese calor en la estancia donde se encuentran. El agua se va enfriando al ceder su calor y retorna al generador para volver a ser calentada y reiniciar de nuevo el circuito.

Los radiadores disponen de un tornillo que nos permite la purgación, es decir sacar el aire que se acumula en los circuitos y baja el rendimiento del sistema de calefacción.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.5.1. Tipos de radiadores de agua

De todos los tipos de radiadores de agua disponibles nos vamos a centrar en los más empleados en la actualidad.

5.5.1.1. Radiadores de hierro fundido

Los radiadores fabricados en hierro fundido son los radiadores de agua tradicionales, y que aún se pueden ver en algunos lugares que quieran conservar un aspecto retro o tener un diseño más innovador.

Tienen una velocidad de respuesta media, ya que tardan bastante tiempo en coger calor y alcanzar la temperatura adecuada.

Poseen una gran inercia térmica, teniendo una gran capacidad para acumular calor, conservarlo durante mucho tiempo e ir desprendiéndolo poco a poco.

Son robustos, voluminosos y muy pesados, por lo que son difíciles de instalar. El montaje se realiza en base a elementos ensamblados según las necesidades caloríficas de la estancia. El fabricante, nos aportará la potencia calorífica por elemento.

Se recomienda instalarlos para entornos fríos de inviernos duros, aunque están tendiendo a desaparecer debido a su elevado precio.



Figura 14: Radiador de hierro fundido

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.5.1.2. Radiadores de aluminio

Los radiadores fabricados en aluminio son los más comunes en las viviendas.

Poseen poca inercia térmica, consiguiendo la temperatura en un corto período de tiempo, aunque de igual modo, el calor dura muy poco cuando la caldera deja de funcionar.

Aunque los frontales puedan ser abiertos o cerrados, su diseño es bastante clásico y con una buena resistencia a la corrosión.

Son muy ligeros para su instalación, pudiéndose instalar por módulos para adaptarlos a todos los rincones.

Se montan en base a elementos ensamblados según las necesidades caloríficas que tengamos. El fabricante nos aportará la potencia calorífica por elemento.

Se recomienda instalarlos en hogares bien aislados, ya que tendrían un comportamiento térmico ideal.

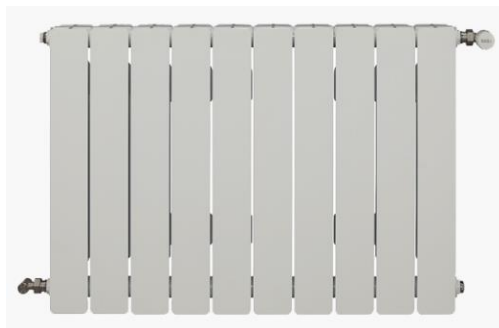


Figura 15: Radiador de aluminio

5.5.1.3. Radiadores de chapa de acero

Estos radiadores son fabricados por paneles de chapa de acero de distintas longitudes.

Tienen una velocidad de respuesta alta y poseen poca inercia térmica, ya que debido a la finura de sus paredes y a su bajo contenido en agua, adquieren y pierden temperatura en un corto período de tiempo.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

Los paneles de chapa pueden ir colocados en posición vertical y horizontal, y los frontales pueden ser lisos o acanalados. A veces, tienen unas aletas traseras que permiten crear estructuras dobles.

Son más ligeros para su instalación, pero está es compleja, ya que, para empotrar se necesitan espacios habilitados.

El fabricante nos apostará la potencia calorífica por metro lineal de panel.

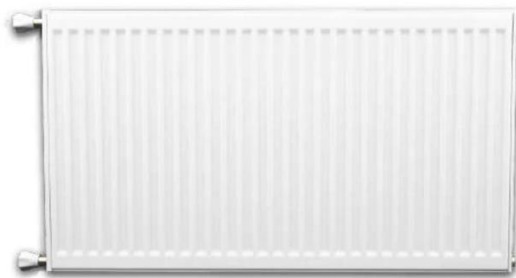


Figura 16: Radiador de chapa de acero

5.5.2. Elección del radiador

Los radiadores a instalar en la vivienda han de ser aquellos que cubran las necesidades requeridas para cada estancia en las condiciones más adversas con las que pueda encontrarse el sistema.

Estos radiadores tienen que funcionar con agua y para temperaturas elevadas. También tienen que cumplir con unas especificaciones básicas, como son: poca inercia térmica, que se puedan instalar por módulos para adaptarlos a todos los rincones y por elementos ensamblados en función de las pérdidas de carga de la estancia.

Para este caso en particular, se han elegido los radiadores de aluminio ASTRAL 45, 60, 70 o 80 de BAXI. Dependiendo del hueco que tengamos para colocarlo en esa estancia, se elegirá la medida. Las características se adjuntan en el Anexo C: Ficha técnica de los radiadores, siendo estos los que más se ajustan a nuestras necesidades, ya que cumplen con todas las características y además poseen una alta variedad de medidas para su instalación. Esto, nos permite una mejor adaptación a la demanda de cada estancia cubriendo las necesidades de potencia para los casos extremos.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.6. TUBERÍAS

Las tuberías del circuito serán las encargadas de llevar el agua desde la termoestufa a todos los radiadores, a través de un circuito cerrado que va a trabajar entre 60 y 80 °C.

Estas tuberías son un papel fundamental en nuestro circuito, ya que si no tenemos en cuenta la pérdida de carga que se produce en los diferentes tramos del circuito, nos puede llevar a un mal rendimiento en los radiadores e incluso que no calienten.

5.6.1. Tipos de tuberías

En la actualidad existen muchos tipos de tuberías de calefacción, pero nos vamos a centrar en las más utilizadas.

5.6.1.1. Polietileno reticulado (PEX)

El polietileno reticulado, también conocido como PEX, es un material translúcido. Este polietileno es especial, ya que lleva un tratamiento distinto que provoca que tenga unas propiedades físicas diferentes del polietileno negro.

Se utiliza frecuentemente en calderas y sistemas de calefacción mediante agua, siempre y cuando no sean aplicaciones exteriores, ya que no pueden soportar la luz ultravioleta del sol. Su instalación es sencilla, ya que tiene una gran facilidad de manejo.

Este material tiene buenas propiedades aislantes y es capaz de resistir cambios bruscos en distintos rangos de temperatura, soportando temperaturas de hasta 110°C. también posee una alta resistencia al impacto y un excelente comportamiento a la deformación con el paso del tiempo.

No puede ser soldado, pero se ensambla con racores de compresión para permitir una estanqueidad adecuada.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

Cuando por cuestiones prácticas los sistemas de unión de las tuberías se tienen que enterrar en los forjados, se prefiere otro tipo de tuberías con uniones más rápidas de realizar.



Figura 17: Tubería de polietileno reticulado (PEX)

5.6.1.2. Multicapa

Las tuberías multicapa están compuestas por un tubo interior de polietileno reticulado, uno intermedio de aluminio y un tubo exterior de polietileno de cohesión.

La reticulación del polietileno da unas propiedades mejoradas, tales como resistencia a altas presiones, resistencia química y resistencia al crecimiento lento de grietas. También es resistente a la corrosión e impermeable al oxígeno y al vapor de agua.

Cada vez son más empleadas en sistemas de calefacción convencional y suelo radiante, ya que tienen buena resistencia a altas temperaturas (hasta 95°C), reducen el riesgo de fugas y limitan la pérdida de calor sin emplear coquillas. También dan buen resultado en conducciones de agua fría.

Estos sistemas de calefacción se pueden realizar en instalaciones ocultas o a la vista, ya que van a tener una gran durabilidad y una buena estanqueidad. En las instalaciones a la vista, el aluminio ayuda a mantener la forma que se da al tubo.

Es un material ligero, con facilidad para tratarse y para doblarse, lo cual hace que la instalación sea sencilla, económica y cómoda para el instalador, si las comparamos con las tuberías de cobre u otras de plástico.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

También reducen el tiempo de instalación, ya que una única tubería puede unir la caldera con el punto de salida de agua, reduciendo el riesgo de fugas y sus consecuencias.

Posee buenas propiedades aislantes con una dilatación mínima, similar a la de las tuberías de cobre, aunque son más ligeras que éstas.

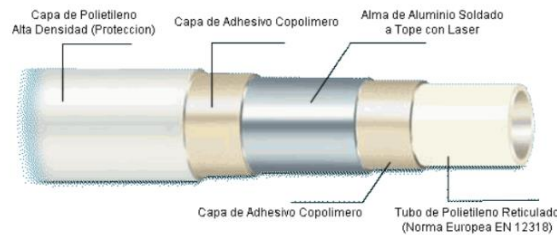


Figura 18: Tubería multicapa

5.6.1.3. Polipropileno Random (PP-R)

El Polipropileno Random, PP-R, es un polímero plástico con unas propiedades excelentes. Su interior tiene un acabado espejo, lo que significa una ausencia total de incrustaciones y una bajísima pérdida de carga.

Su uso es apto en casi todo tipo de aplicación, siendo una buena solución para la distribución y suministro de agua potable a presión, e incluso canalización de otros fluidos, tanto en el sector doméstico como industrial

También se emplea para el sector alimentario, ya que posee un excelente comportamiento a los tratamientos anti-legionela cuando se hacen según la norma establecida, garantizando la total atoxicidad para el ser humano.

Las uniones en todas las piezas internas y sus accesorios que se practican en esta tubería se realizan por termofusión, o sea, soldadas. No necesita conexiones mecánicas ni material de aporte, ya que los tubos se funden con la pieza haciéndose una sola con el accesorio. Esto evita el riesgo de sufrir fugas de agua con el paso del tiempo debidas a las dilataciones y contracciones de los materiales.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

Son ideales para tramos de diámetros importantes, ya que el espesor de pared que tienen hace que abulten bastante si se quieren empotrar en paredes.

Tienen buena resistencia a la presión interna a largo plazo, a las altas temperaturas y ocasionan pocas pérdidas de calor. También posee gran resistencia a la abrasión y es un aislante eléctrico con bajos niveles de transmisión de ruido y muy baja celeridad (velocidad de propagación de la onda).

Son las que más dilatación térmica presentan, por lo que se fabrican con fibra de vidrio, cuya misión es la de sujetar el material ante las dilataciones. No es resistente al fuego, a los ácidos oxidantes, a las cetonas y a los hidrocarburos clorados.



Figura 19: Tubería de polipropileno (PP-R)

5.6.1.4. Cobre

El cobre es un material duradero, resistente a las temperaturas extremas y al paso del tiempo. Además, requiere poco mantenimiento y no se deforman al exponerse al fuego. También es perfecto para el frío, ya que son resistentes a la congelación.

Las tuberías de cobre se usan para las redes de abastecimiento de agua fría, agua caliente sanitaria, gas, calefacción y refrigeración. Estas tuberías y las piezas de ensamblaje del mismo material van soldadas con estaño. Esta unión bien soldada resulta más duradera en el tiempo y tiene menos problemas de posibles fugas que una unión roscada.

Es resistente frente a los materiales de obra, ya que las tuberías de cobre son maleables y se adaptan a trazados tortuosos, pero no se recomienda emplearlas en las instalaciones exteriores.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

En instalaciones vistas, la superficie exterior de las tuberías de cobre presenta una superficie lisa y al pintarse se consigue un buen acabado. El suministro de las tuberías de cobre en barras rígidas de bajo perfil facilita su instalación justo por encima de los rodapiés, mimetizándose fácilmente con el entorno.

Su alto coeficiente de dilatación conlleva la necesidad de interponer forros de cartón en los empotramientos para soportar las dilataciones. Este material suele ser atacado por aguas amoniacales, como la orina o aguas negras. Al estar en contacto con otros metales como el acero, se forman micropilas.



Figura 20: Tuberías de cobre

5.6.2. Elección de la tubería

El material de las tuberías de calefacción a instalar en la vivienda ha de ser aquel que pueda ser empleado en instalaciones ocultas, ya que su instalación estará situada debajo de la tarima. Por lo cual debe tener una gran durabilidad y una buena estanqueidad.

También tiene que cumplir con unas especificaciones básicas, como son: la resistencia a altas temperaturas y presiones, no tener riesgos de fugas, poca pérdida de calor, una dilatación mínima, entre otras.

Para este caso en particular, se han elegido las tuberías multicapa, ya que cumple con todas las características nombradas anteriormente. Además, su instalación es sencilla, ya que es un material con facilidad para tratarse y doblarse, pudiendo así una única tubería unir la termoestufa con los radiadores.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.7. TUBERÍAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS

Todas las tuberías y componentes de la extracción de humos deben ser de un material con reacción al fuego de clase A1, UNI EN 13501-1. En particular, no se permite el uso de conductos metálicos flexibles y extensibles.

Se pueden utilizar tubos de acero de una sola pared o de doble pared con un diámetro nominal interior de 80 mm o 100 mm. Este diámetro depende del tipo de instalación y del diseño de la estufa.

5.8. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Los esquemas de los siguientes apartados referidos al diseño y dimensionamiento de la instalación se pueden ver en el Anexo D: Planos.

5.8.1. Dimensionado de los radiadores

Una vez elegida la termoestufa con la potencia necesaria para alimentar todo el sistema, toca dimensionar los radiadores para cada estancia. En función de las pérdidas de carga que tenga la estancia donde vaya a ser instalado, las cuales se pueden ver en la Tabla 20, se elegirá el radiador con la medida y el número de elementos que mejor se adapte a nuestras necesidades.

Antes de realizar el dimensionado de los radiadores y para tener en cuenta la potencia por elemento exacta, debemos conocer la ΔT , dónde sabemos que:

$$\Delta T = T^a \text{ media radiador} - T^a \text{ ambiente} \quad (\text{Ec. 10})$$

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), fija la temperatura media del radiador en 60 °C y la temperatura ambiente en 20 °C, por lo que utilizando la Ecuación 10, tenemos:

$$\Delta T = 60 - 20 = 40 \text{ °C}$$

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

Conociendo esta ΔT , ya sabemos la potencia por elemento que van a tener nuestros radiadores, así que con la ayuda de la Tabla 21 y de la Figura 21 o del Anexo C: Ficha técnica de los radiadores, ya se puede realizar un correcto dimensionamiento de estos.

Estancia	Pérdida de carga (W)
Salón	-1699,924
Cocina	-1896,255
Oficina	-422,112
Cuarto de baño 1	-545,282
Cuarto de baño 2	-932,698
Dormitorio principal	-911,776
Dormitorio secundario 1	-649,408
Dormitorio secundario 2	-444,765
Pasillo	-887,062
TOTAL	-8389,282

Tabla 21: Pérdidas de carga por estancias

		Astral				
		45	60	70	80	
Presión máx. de trabajo	bar	20	20	20	20	
Temperatura máx. de trabajo	°C	110	110	110	110	
Cotas	Alto (A)	mm	417	568	667	766
	Entrecentros (B)	mm	350	500	600	700
	Ancho	mm	80	80	80	80
	Profundo (C)	mm	95	95	95	95
Peso	kg	1,04	1,26	1,44	1,61	
Capacidad de agua	l	0,25	0,3	0,34	0,38	
Potencia por elemento (1)	$\Delta T = 40^\circ$	W	64,1	80,3	92,9	104,6
	$\Delta T = 50^\circ$	W	85,1	106,9	124	140,1
Exponente "n" curva característica (1)		1,27	1,28	1,29	1,31	
Forma de suministro		En baterías de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12				
Referencia (2)		72745xx	72760xx	72770xx	72780xx	
PVP / Elemento		13,75 €	13,95 €	16,50 €	18,70 €	

(1) $\Delta T = (T. \text{media radiador} - T. \text{ambiente})$ en °C
Según UNE EN-442

(2) Accesorios no incluidos.
Dígitos xx = Nº elementos (según forma de suministro).
Ejemplo: CONDAL60 de 5 elementos = 7266005

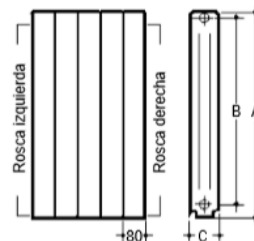


Figura 21: Ficha técnica de los radiadores BAXI Astral de 45, 60, 70 y 80

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

- **Salón:** La termoestufa elegida proporciona una potencia al aire de 1,3 kW (1300 W), tal y como se puede ver en el Anexo B: Ficha técnica de la termoestufa. Para abastecer las pérdidas de carga de -1699,924 W, aparte de la termoestufa, se necesita un radiador de cinco elementos de 60, lo cual nos haría una potencia total de 1701,5 W.

- **Cocina:** Para abastecer las pérdidas de carga de -1896,255 W, se necesita un radiador de doce elementos de 80, y otro radiador de siete elementos de 70, lo cual nos haría una potencia total de 1905,5 W.

- **Oficina:** Para abastecer las pérdidas de carga de -422,112 W, se necesita un radiador de cinco elementos de 70, lo cual nos haría una potencia total de 464,5 W.

- **Cuarto de baño 1:** Para abastecer las pérdidas de carga de -545,282 W, se necesita un radiador de seis elementos de 70, lo cual nos haría una potencia total de 557,4 W.

- **Cuarto de baño 2:** Para abastecer las pérdidas de carga de -932,698 W, se necesita un radiador de nueve elementos de 80, lo cual nos haría una potencia total de 941,4 W.

- **Dormitorio principal:** Para abastecer las pérdidas de carga de -911,776 W, se necesita un radiador de diez elementos de 70, lo cual nos haría una potencia total de 929 W.

- **Dormitorio secundario 1:** Para abastecer las pérdidas de carga de -649,408 W, se necesita un radiador de siete elementos de 70, lo cual nos haría una potencia total de 650,3 W.

- **Dormitorio secundario 2:** Para abastecer las pérdidas de carga de -444,765 W, se necesita un radiador de cinco elementos de 70, lo cual nos haría una potencia total de 464,5 W.

- **Pasillo:** Para abastecer las pérdidas de carga de -887,062 W, se necesitan dos radiadores de 5 elementos de 70 cada uno, lo cual nos haría una potencia total de 929 W.

5.8.2. Instalación de la termoestufa

El sistema de calentamiento o el dispositivo se debe instalar de modo que no se dañe el edificio y otras instalaciones.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.8.2.1. Distancias mínimas de seguridad

Según el manual del fabricante, las distancias mínimas de seguridad para la instalación de nuestra termoestufa son las mostradas en la Figura 22.

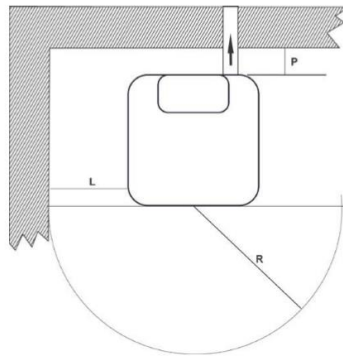


Figura 22: Distancias mínimas de seguridad de la termoestufa

Donde:

- Distancia mínima con paredes traseras inflamables $P = 200 \text{ mm}$
- Distancia mínima con paredes laterales inflamables $L = 200 \text{ mm}$
- Distancia frontal con materiales inflamables $R = 1000 \text{ mm}$

5.8.2.2. Protección del suelo

En caso de que el suelo sea muy valioso, sensible al calor, a la humedad o inflamable, es necesario utilizar una protección para el mismo (por ejemplo, una placa de chapa de acero, mármol o azulejos). En nuestro caso vamos a elegir poner azulejos, los cuales cumplen con las condiciones de soportar el peso de la termoestufa y de tener más de 2 mm de espesor. Esta protección, debe sobresalir según las cotas mostradas en la Figura 23.

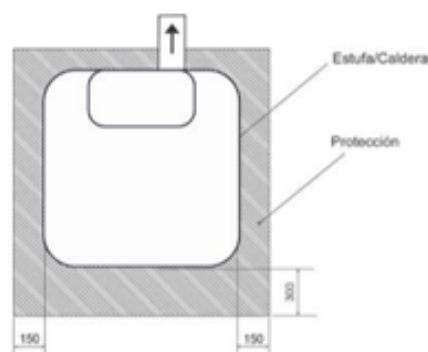


Figura 23: Cotas mínimas de la protección del suelo

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

5.8.2.3. Toma de aire

La estufa debe poder utilizar el aire que sea necesario para garantizar un buen funcionamiento de la combustión y que haya bienestar ambiental.

Debe asegurarse que en la habitación donde se ha instalado la estufa haya la suficiente ventilación e instale un conducto de entrada de aire del exterior de una sección mínima aconsejada de 100 cm².

La toma de aire debe estar comunicada directamente con la habitación donde se haya instalado la estufa. Debe estar ubicada de modo que se evite que se pueda obstruir y protegida con una rejilla permanente que no se pueda cerrar o con cualquier protección adecuada que no reduzca la sección mínima.

5.8.2.4. Extracción de humos

La salida de humo de nuestra termoestufa es de Ø80 mm, tal y como se puede comprobar en el Anexo B: Ficha técnica de la termoestufa.

En el interior, se van a instalar elementos de acero inoxidable sin aislar de simple pared de Ø80 mm. En el exterior, según la norma UNE 123001:2012, se tienen que instalar elementos de acero inoxidable aislado de doble pared de Ø100 mm.

En el interior, los elementos de acero inoxidable sin aislar de simple pared de Ø80 mm que se van a utilizar para realizar la salida de humos a partir de la termoestufa son los que aparecen en la Tabla 22:

Cantidad	Descripción
1	Te 90° con entronque H
1	Colector de hollín corto
1	Módulo recto L = 930 mm
1	Módulo recto L = 430 mm
3	Anclaje regulable de 70-120

Tabla 22: Elementos interiores para la extracción de humo

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

La salida al exterior se hace por la cubierta, y los elementos de acero inoxidable aislado de doble pared de $\varnothing 100$ mm que se van a utilizar para finalizar la instalación son los que aparecen en la Tabla 23:

Cantidad	Descripción
1	Ampliación - reducción de 100-80 mm
3	Módulo recto L = 940 mm
1	Módulo recto L = 270 mm
5	Anclaje regulable plano 70-120 mm
1	Sombbrero

Tabla 23: Elementos exteriores para la extracción de humo

Según la norma UNE 123001:2012, el sombrero se tendrá que instalar a más de 1 m por encima de cualquier obstáculo que se encuentre en la cubierta.

En el Anexo D: Planos, se puede ver un esquema de la extracción de humos al completo.

5.8.3. Instalación de radiadores y tuberías

Las salidas de nuestra termoestufa (tanto la de ida como la de retorno de agua de calefacción) tienen un racor de 3/4". Por lo tanto, se debe colocar un adaptador para poder conectar la tubería multicapa de 20 mm.

Estas conexiones de entrada y salida, se conectará cada una a un colector, para que cada estancia tenga una vía única, y así que pueda llegar el agua caliente a todas las estancias. El colector empleado tendrá 9 vías, el mismo número de estancias a acondicionar.

La instalación es bitubo cruzada con llave a la izquierda y con purgador manual. La ida irá conectada a la izquierda, en la parte superior del radiador, y el retorno irá conectado a la derecha, en la parte inferior del radiador.

Esta instalación de radiadores y de tuberías se puede ver al completo en el Anexo D: Planos.

5. Sistema de calefacción mediante energía de biomasa

Para el correcto funcionamiento de los radiadores, se tiene que instalar para cada radiador los componentes que aparecen en la Tabla 24.

Cantidad	Descripción
1	Llave micrométrica termostatizable esc. 1/2 para adaptador
2	Tapón reducción 1" a 1/2"
1	Tapón reducción 1" a 1/8"
1	Tapón ciego 1"
4	Junta 1" 40x32 de poliestireno
1	Purgador manual metálico giratorio junta 1/8"
1	Detentor escuadra 1/2 para adaptador
2	Soporte 1 uña
2	Adaptador

Tabla 24: Componentes a instalar para cada radiador

6. CONCLUSIONES

6. Conclusiones

Después de conocer la situación energética mundial y que las emisiones de gases efecto invernadero están llegando a niveles muy altos, resulta interesante empezar a tomar medidas respecto a esto. Por todo ello, se ha empleado para cubrir las necesidades de calefacción de una vivienda una energía renovable y sostenible, la cual nos ayudaría a solventar los problemas mencionados anteriormente.

Para ello, se ha realizado un estudio cargas sobre nuestra vivienda, con el cual nos podemos hacer una idea de cómo de eficiente es. En dicho estudio se puede observar, que, a pesar de cumplir con el Código Técnico de la Edificación, las mayores pérdidas de carga se producen a través de los cerramientos.

Para realizar este estudio, es imprescindible utilizar el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, el Código Técnico de la Edificación, y las demás normativas nombradas anteriormente, las cuales recogen las pautas a seguir para realizar un estudio como éste y una serie de factores que han sido totalmente necesarios.

Para empezar a realizar los cálculos, y con ayuda del proyecto de construcción de la vivienda, se dibuja en Autocad la vivienda amueblada, tal y como se encuentra en la actualidad. Esto es fundamental para conocer la superficie de los cerramientos y de los vidrios, y para ver dónde era la opción más idónea para situar los radiadores.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se procede a calcular las cargas térmicas de la vivienda. Para ello, ha sido de gran ayuda el programa CE3X y los libros de cargas térmicas nombrados en la bibliografía.

Una vez realizados todos los cálculos y conociendo la pérdida total que tiene nuestra vivienda, se precede a elegir la termoestufa más idónea para cumplir con nuestras necesidades. Estos cálculos han sido realizados para cada estancia, así a la hora de escoger la potencia de los radiadores, se ha asegurado que se abastece cada una de las estancias de la vivienda.

6. Conclusiones

Para realizar la instalación de tuberías, se ha estudiado diversas opciones, para ver cuál era la opción más idónea para que a todos los radiadores les llegará agua caliente de la termoestufa. Para ello, se ha optado por la utilización de dos colectores, uno para agua caliente y otro para agua fría.

Posteriormente, con ayuda de los manuales de instalación de los fabricantes de la termoestufa y de los radiadores, se ha seleccionado el resto de los elementos.

7. BIBLIOGRAFÍA

7. Bibliografía

- [1] AEMET. Valores extremos de Alicante. Recuperado el 27 de enero de 2020 de http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/efemerides_extremos*?w=0&k=val&l=8025&datos=det&x=8025&m=13&v=todos
- [2] AENOR. Normas UNE. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas>
- [3] BAXI. (2019). Ficha técnica radiadores Astral. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://www.baxi.es/productos/radiadores/radiadores-aluminio/astral>
- [4] BIOMASSTEP. (2018). Informe de conclusiones del estado del sector de empresas fabricantes e instaladoras de equipos de biomasa para uso térmico. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://www.biomasstep.es/wp-content/uploads/2019/03/02-INFORME-CONCLUSIONES-FABRICANTES EQUIPOS BIOMASA USO TERMICO.pdf>
- [5] CSIC. (2015). Documentos CTE. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-documentoscte.html>
- [6] Escoda, S. (2019). Accesorios de calefacción. Recuperado el 27 de enero de 2020 de https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Accesorios_Calefaccion_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf
- [7] Fernández, J. (2010). Guía completa de la biomasa y los biocombustibles. Madrid: AMV Ediciones.
- [8] GREENHEISS. Ficha técnica termoestufa Flora 12 kW. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://www.greenheiss.com/biomasa/estufas-pellets/>
- [9] IDAE. (2007). Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios. RITE. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>
- [10] IPCC. (2011). Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Recuperado el 27 de enero de 2020 de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf

7. Bibliografía

- [11] Leroy Merlin. (en línea). Tubos y accesorios para estufas de pellets. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://www.leroymerlin.es/calefaccion-y-climatizacion/tubos-accesorios-y-mantenimiento/tubos-y-accesorios-para-estufas-de-pellet?sort=default>=4-col&offset=0&index=11>
- [12] López, G. (2019). Informe 2019 sobre radiadores y emisores eléctricos. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://www.alimarket.es/construccion/informe/292757/informe-2019-sobre-radiadores-y-emisores-electricos>
- [13] Ministerio de Energía y Fundación Chile. (en línea). Bioenergía, la energía de la biomasa. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://www.aprendeconenergia.cl/energia-de-biomasa/>
- [14] Pinazo, J. (1995). Manual de climatización. Tomo II. Cargas térmicas. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- [15] Pinazo, J., Soto, V. y García, A. (2011). DTIE 7.05 Cálculo de cargas térmicas. Madrid: Atecyr.
- [16] Saint-Gobain Glass. (2019). Climalit Plus. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <http://www.grupocvg.es/files/Climalit%20Plus.pdf>
- [17] Sánchez, J. (1992). Básico y de ejecución del edificio. Alicante.
- [18] Sebastián, F., García, D. y Rezeau, A. (2010). Energía de la biomasa (Volumen I). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- [19] Wikipedia. (2019). Psicrometría. Recuperado el 27 de enero de 2020 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Psicrometr%C3%ADa>

DOCUMENTO N° 2:
PRESUPUESTO

Presupuesto

En este capítulo se determina los costes que conllevaría realizar el presente proyecto. En los siguientes apartados se desglosa el presupuesto para tener un mayor detalle de donde se ha realizado una mayor inversión.

1.1. MANO DE OBRA

En este apartado se ha realizado el cálculo de los costes relacionados con el personal implicado para la realización del proyecto.

Personal	Tiempo (h)	Coste (€/h)	Total (€)
Estudiante de ingeniería	340	10	3400
Investigador predoctoral	25	20	500
Instalador cualificado	30	25	750
TOTAL			4650

Tabla 1: Costes asociados a la mano de obra

1.2. INSTRUMENTACIÓN

En este apartado se ha realizado el cálculo de los costes relacionados con los equipos utilizados para la realización del proyecto. Los costes obtenidos se refieren a la amortización del equipo anualmente.

Instrumento	Precio (€)	Vida útil (años)	Amortización anual (€)
Licencia Office	152,46	1	152,46
Licencia Autocad	4876	3	1625,333
Equipo informático	1150	5	230

Tabla 2: Costes asociados a la amortización anual de la instrumentación

Si se suponen 1764 horas laborables anuales, se puede calcular el coste para cada hora de uso de los equipos. Con ese coste, posteriormente se puede conocer el coste total de los equipos para su amortización con el número de horas que se ha utilizado cada equipo.

Instrumento	Tiempo (h)	Coste (€/h)	Coste total (€)
Licencia Office	220	0,086	18,92
Licencia Autocad	120	0,921	110,52
Equipo informático	340	0,13	44,2
TOTAL			173,64

Tabla 3: Coste total de la instrumentación para el tiempo que se han utilizado

Presupuesto

1.3. ELEMENTOS

En este apartado se ha realizado el cálculo de los costes relacionados con todos los elementos utilizados para la realización del proyecto.

Unidad	Elemento	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Ud	Termoestufa Flora de 12 kW	1	1755,83	1755,83
Ud	Radiador Baxi Astral 5 elementos de 60	1	69,75	69,75
Ud	Radiador Baxi Astral 5 elementos de 70	4	82,5	330
Ud	Radiador Baxi Astral 6 elementos de 70	1	99	99
Ud	Radiador Baxi Astral 7 elementos de 70	2	115,5	231
Ud	Radiador Baxi Astral 9 elementos de 80	1	168,3	168,3
Ud	Radiador Baxi Astral 10 elementos de 70	1	165	165
Ud	Radiador Baxi Astral 12 elementos de 80	1	224,4	224,4
Ud	Llave micrométrica 1/2 para adaptador	11	8,05	88,55
Ud	Tapón reducción 1" a 1/2"	22	0,63	13,86
Ud	Tapón reducción 1" a 1/8"	11	0,63	6,93
Ud	Tapón ciego 1"	11	0,56	6,16
Ud	Junta 1" 40x32 de poliestireno	44	0,17	7,48
Ud	Purgador manual giratorio junta 1/8"	11	1,18	12,98
Ud	Detentor escuadra 1/2 para adaptador	11	6,43	70,73
Ud	Soporte 1 uña	25	0,54	13,5
Ud	Adaptador Macho 3/4" a Ø20 mm	41	2,21	90,61
Ud	Colector 9 vías	2	85,61	171,22
m	Tubería multicapa de 100m y Ø20 mm	3	65,99	197,97
Ud	Te 90° de simple pared Ø80mm	1	31,99	31,99
Ud	Colector de hollín de simple pared Ø80 mm	1	13,29	13,29
Ud	Tubo L=930 mm de simple pared Ø80 mm	1	25,79	25,79
Ud	Tubo L=430mm de simple pared Ø80 mm	1	15,79	15,79
Ud	Anclaje de 70-120 mm de simple pared	3	24,79	74,37
Ud	Ampliación - reducción de 100-80 mm	1	25,79	25,79
Ud	Tubo L = 940 mm de doble pared Ø100 mm	3	51,99	155,97
Ud	Tubo L = 270 mm de doble pared Ø100 mm	1	26,29	26,29
Ud	Anclaje de 70-120 mm de doble pared	5	25,29	126,45
Ud	Sombbrero de doble pared	1	37,99	37,99
m²	Azulejo cerámico beige	1	12,99	12,99
Ud	Rejilla 100 cm²	2	1,59	3,18
TOTAL				4273,16

Tabla 4: Costes asociados con los elementos empleados

Presupuesto

1.4. PRESUPUESTO TOTAL

Finalmente, teniendo en cuenta todos los costes anteriores, se puede conocer el presupuesto total, tal y como muestra la Tabla 5.

Presupuesto	Coste (€)
Mano de obra	4650
Instrumentación	173,64
Elementos	4273,16
Costes indirectos 25%	2274,2
TOTAL	11371

Tabla 5: Presupuesto total

El presupuesto total asciende a: **ONCE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS**

DOCUMENTO N° 3:
ANEXOS

ANEXO A: CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

A.1. CARGAS EN EL SALÓN

A.1.1. Carga por transmisión

$$Q_{\text{TRANSMISIÓN}} = Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}}$$

A.1.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

$$Q_{\text{PARED EXTERIOR}} = U_{\text{PARED EXTERIOR}} \times S_{\text{PARED EXTERIOR}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 0,552 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 11,183 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -164,202 \text{ W}$$

A.1.1.2. Carga a través de las paredes interiores

- Las paredes interiores no producen ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que las estancias adyacentes se encuentran a la misma temperatura.

$$Q_{\text{PARED INTERIOR}} = 0 \text{ W}$$

A.1.1.3. Carga a través de la cubierta

$$Q_{\text{CUBIERTA}} = U_{\text{CUBIERTA}} \times S_{\text{CUBIERTA}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 0,333 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 27,014 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -239,284 \text{ W}$$

A.1.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el piso inferior se encuentra a la misma temperatura.

$$Q_{\text{SUELO}} = 0 \text{ W}$$

A.1.1.5. Carga a través de los huecos

$$Q_{\text{HUECO}} = U_{\text{HUECO}} \times S_{\text{HUECO}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 2,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 11,559 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -768,673 \text{ W}$$

A.1.1.6. Carga total por transmisión

$$Q_{\text{TRANSMISIÓN}} = Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}} = (-164,202) \text{ W} + 0 \text{ W} + (-239,284) + 0 \text{ W} + (-768,673) \text{ W} = -1172,159 \text{ W}$$

A.1.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}}$$

$$V_{VENT} = 3 \frac{l}{s} \times \text{persona} = 3 \frac{l}{s} \times 4 = 12 \frac{l}{s} = 12 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}} = 12 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \times (268,55 - 295,15) K \times \frac{1000 \frac{J}{kg K} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{kg}{kg a.s.} \times 1860 \frac{J}{kg K}}{0,833 \frac{m^3}{kg a.s.}} = -384,334 W$$

A.1.3. Carga debida a infiltraciones

$$Q_{INFILTRACIÓN} = V_{INF} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}}$$

$$V_{INF} = V_R \times L_R = 0,6 \frac{m^3}{h m} \times 26,87 m = 16,122 \frac{m^3}{h} = 4,478 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{INFILTRACIÓN} = V_{INF} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}} = 4,478 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \times (268,55 - 295,15) K \times \frac{1000 \frac{J}{kg K} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{kg}{kg a.s.} \times 1860 \frac{J}{kg K}}{0,833 \frac{m^3}{kg a.s.}} = -143,431 W$$

A.1.4. Carga total en el salón

$$Q_{SALÓN} = Q_{TRANSMISIÓN} + Q_{VENTILACIÓN} + Q_{INFILTRACIÓN} = (-1172,159) W + (-384,334) W + (-143,431) W = -1699,924 W$$

A.2. CARGAS EN LA COCINA

A.2.1. Carga por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED EXTERIOR} + Q_{PARED INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO}$$

A.2.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

$$Q_{PARED EXTERIOR} = U_{PARED EXTERIOR} \times S_{PARED EXTERIOR} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 0,552 \frac{W}{m^2 K} \times 3,852 m^2 \times (268,55 - 295,15) K = -56,559 W$$

A.2.1.2. Carga a través de las paredes interiores

$$Q_{PARED\ INTERIOR} = U_{PARED\ INTERIOR} \times S_{PARED\ INTERIOR} \times (T_{ESCALERA} - T_{INT}) = \\ = 4,166 \frac{W}{m^2K} \times 5,289 m^2 \times (281,85 - 295,15) K = -293,052 W$$

A.2.1.3. Carga a través de la cubierta

$$Q_{CUBIERTA} = U_{CUBIERTA} \times S_{CUBIERTA} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 0,333 \frac{W}{m^2K} \times 16,269 m^2 \times \\ \times (268,55 - 295,15) K = -144,107 W$$

A.2.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el piso inferior se encuentra a la misma temperatura. Por lo tanto:

$$Q_{SUELO} = 0 W$$

A.2.1.5. Carga a través de los huecos

$$Q_{HUECO} = U_{HUECO} \times S_{HUECO} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 2,5 \frac{W}{m^2K} \times 4,707 m^2 \times (268,55 - \\ - 295,15) K = -313,015 W$$

A.2.1.6. Carga total por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED\ EXTERIOR} + Q_{PARED\ INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO} = \\ = (-56,559) W + (-293,052) W + (-144,107) + 0 W + (-313,015) W = -806,733 W$$

A.2.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}}$$

$$V_{VENT} = 2 \frac{l}{s} \times m^2 = 2 \frac{l}{s} \times 16,269 = 32,538 \frac{l}{s} = 32,538 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}} = 32,538 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \times$$

$$\times (268,55 - 295,15) K \times \frac{1000 \frac{J}{kg K} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{kg}{kg a.s.} \times 1860 \frac{J}{kg K}}{0,833 \frac{m^3}{kg a.s.}} = -1042,121 W$$

A.2.3. Carga debida a infiltraciones

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = V_{\text{INF}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{\text{Pas}} + W_{\text{EXT}} \times C_{\text{Pv}}}{V_{\text{eEXT}}}$$

$$V_{\text{INF}} = V_{\text{R}} \times L_{\text{R}} = 0,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h m}} \times 8,88 \text{ m} = 5,328 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1,48 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = V_{\text{INF}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{\text{Pas}} + W_{\text{EXT}} \times C_{\text{Pv}}}{V_{\text{eEXT}}} = 1,48 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -47,401 \text{ W}$$

A.2.4. Carga total en la cocina

$$Q_{\text{COCINA}} = Q_{\text{TRANSMISIÓN}} + Q_{\text{VENTILACIÓN}} + Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = (-806,733) \text{ W} + (-1042,121) \text{ W} + (-47,401) \text{ W} = -1896,255 \text{ W}$$

A.3. CARGAS EN LA OFICINA

A.3.1. Carga por transmisión

$$Q_{\text{TRANSMISIÓN}} = Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}}$$

A.3.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

$$Q_{\text{PARED EXTERIOR}} = U_{\text{PARED EXTERIOR}} \times S_{\text{PARED EXTERIOR}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 0,552 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \times 5,347 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -78,511 \text{ W}$$

A.3.1.2. Carga a través de las paredes interiores

- Las paredes interiores no producen ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que las estancias adyacentes se encuentran a la misma temperatura.

$$Q_{\text{PARED INTERIOR}} = 0 \text{ W}$$

A.3.1.3. Carga a través de la cubierta

$$Q_{\text{CUBIERTA}} = U_{\text{CUBIERTA}} \times S_{\text{CUBIERTA}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 0,333 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \times 13,582 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -120,306 \text{ W}$$

A.3.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el piso inferior se encuentra a la misma temperatura.

$$Q_{SUELO} = 0 \text{ W}$$

A.3.1.5. Carga a través de los huecos

$$Q_{HUECO} = U_{HUECO} \times S_{HUECO} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 2,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 1,51 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -100,415 \text{ W}$$

A.3.1.6. Carga total por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED EXTERIOR} + Q_{PARED INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO} = (-78,511) \text{ W} + 0 \text{ W} + (-120,306) + 0 \text{ W} + (-100,415) \text{ W} = -299,232 \text{ W}$$

A.3.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}}$$

$$V_{VENT} = 3 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times \text{persona} = 3 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 1 = 3 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 3 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}} = 3 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -96,083 \text{ W}$$

A.3.3. Carga debida a infiltraciones

$$Q_{INFILTRACIÓN} = V_{INF} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pas} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}}$$

$$V_{INF} = V_R \times L_R = 0,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h m}} \times 5,02 \text{ m} = 3,012 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 8,367 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{INFILTRACIÓN} = V_{INF} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pas} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}} = 8,367 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -26,797 \text{ W}$$

A.3.4. Carga total en la oficina

$$Q_{OFICINA} = Q_{TRANSMISIÓN} + Q_{VENTILACIÓN} + Q_{INFILTRACIÓN} = (-299,232) \text{ W} + (-96,083) \text{ W} + (-26,797) \text{ W} = -422,112 \text{ W}$$

A.4. CARGAS EN EL CUARTO DE BAÑO 1

A.4.1. Carga por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED EXTERIOR} + Q_{PARED INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO}$$

A.4.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

- Las paredes exteriores no producen ninguna pérdida de carga, ya que esta estancia no está en contacto con el exterior.

$$Q_{PARED EXTERIOR} = 0 \text{ W}$$

A.4.1.2. Carga a través de las paredes interiores

- Las paredes interiores no producen ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que las estancias adyacentes se encuentran a la misma temperatura.

$$Q_{PARED INTERIOR} = 0 \text{ W}$$

A.4.1.3. Carga a través de la cubierta

$$Q_{CUBIERTA} = U_{CUBIERTA} \times S_{CUBIERTA} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 0,333 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 7,323 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -64,865 \text{ W}$$

A.4.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el piso inferior se encuentra a la misma temperatura.

$$Q_{SUELO} = 0 \text{ W}$$

A.4.1.5. Carga a través de los huecos

- Este cuarto de baño no tiene ventanas en contacto con el exterior.

$$Q_{HUECO} = 0 \text{ W}$$

A.4.1.6. Carga total por transmisión

$$Q_{\text{TRANSMISIÓN}} = Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}} = 0 \text{ W} + 0 \text{ W} + (-64,865) + 0 \text{ W} + 0 \text{ W} = -64,865 \text{ W}$$

A.4.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{\text{VENTILACIÓN}} = V_{\text{VENT}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{\text{EXT}} \times C_{Pv}}{V_{e_{\text{EXT}}}}$$

$$V_{\text{VENT}} = 15 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 15 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{VENTILACIÓN}} = V_{\text{VENT}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{\text{EXT}} \times C_{Pv}}{V_{e_{\text{EXT}}}} = 15 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -480,417 \text{ W}$$

A.4.3. Carga debida a infiltraciones

- Al no tener ventanas o puertas en contacto con el exterior o con estancias con distinta temperatura, tenemos que:

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = 0 \text{ W}$$

A.4.4. Carga total en el cuarto de baño 1

$$Q_{\text{BAÑO1}} = Q_{\text{TRANSMISIÓN}} + Q_{\text{VENTILACIÓN}} + Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = (-64,865) \text{ W} + (-480,417) \text{ W} + 0 \text{ W} = -545,282 \text{ W}$$

A.5. CARGAS EN EL CUARTO DE BAÑO 2

A.5.1. Carga por transmisión

$$Q_{\text{TRANSMISIÓN}} = Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}}$$

A.5.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

$$Q_{\text{PARED EXTERIOR}} = U_{\text{PARED EXTERIOR}} \times S_{\text{PARED EXTERIOR}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 0,552 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \times 6,076 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -89,215 \text{ W}$$

A.5.1.2. Carga a través de las paredes interiores

- Las paredes interiores no producen ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que las estancias adyacentes se encuentran a la misma temperatura.

$$Q_{PARED\ INTERIOR} = 0\ W$$

A.5.1.3. Carga a través de la cubierta

$$Q_{CUBIERTA} = U_{CUBIERTA} \times S_{CUBIERTA} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 0,333 \frac{W}{m^2K} \times 6,362\ m^2 \times (268,55 - 295,15)\ K = -56,353\ W$$

A.5.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el piso inferior se encuentra a la misma temperatura.

$$Q_{SUELO} = 0\ W$$

A.5.1.5. Carga a través de los huecos

$$Q_{HUECO} = U_{HUECO} \times S_{HUECO} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 2,5 \frac{W}{m^2K} \times 3,95\ m^2 \times (268,55 - 295,15)\ K = -262,675\ W$$

A.5.1.6. Carga total por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED\ EXTERIOR} + Q_{PARED\ INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO} = (-89,215)\ W + 0\ W + (-56,353) + 0\ W + (-262,675)\ W = -408,243\ W$$

A.5.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}}$$

$$V_{VENT} = 15 \frac{l}{s} = 15 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}} = 15 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \times (268,55 - 295,15)\ K \times \frac{1000 \frac{J}{kg\ K} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{kg}{kg.a.s.} \times 1860 \frac{J}{kg\ K}}{0,833 \frac{m^3}{kg\ a.s.}} = -480,417\ W$$

A.5.3. Carga debida a infiltraciones

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = V_{\text{INF}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{\text{Pas}} + W_{\text{EXT}} \times C_{\text{Pv}}}{V_{\text{eEXT}}}$$

$$V_{\text{INF}} = V_{\text{R}} \times L_{\text{R}} = 0,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h m}} \times 8,252 \text{ m} = 4,951 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1,375 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = V_{\text{INF}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{\text{Pas}} + W_{\text{EXT}} \times C_{\text{Pv}}}{V_{\text{eEXT}}} = 1,375 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -44,038 \text{ W}$$

A.5.4. Carga total cuarto de baño 2

$$Q_{\text{BAÑO2}} = Q_{\text{TRANSMISIÓN}} + Q_{\text{VENTILACIÓN}} + Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = (-408,243) \text{ W} + (-480,417) \text{ W} + (-44,038) \text{ W} = -932,698 \text{ W}$$

A.6. CARGAS EN EL DORMITORIO PRINCIPAL

A.6.1. Carga por transmisión

$$Q_{\text{TRANSMISIÓN}} = Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}}$$

A.6.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

$$Q_{\text{PARED EXTERIOR}} = U_{\text{PARED EXTERIOR}} \times S_{\text{PARED EXTERIOR}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 0,552 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \times 5,497 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -80,713 \text{ W}$$

A.6.1.2. Carga a través de las paredes interiores

- Las paredes interiores no producen ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que las estancias adyacentes se encuentran a la misma temperatura.

$$Q_{\text{PARED INTERIOR}} = 0 \text{ W}$$

A.6.1.3. Carga a través de la cubierta

$$Q_{\text{CUBIERTA}} = U_{\text{CUBIERTA}} \times S_{\text{CUBIERTA}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 0,333 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \times 15,403 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -136,436 \text{ W}$$

A.6.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el piso inferior se encuentra a la misma temperatura.

$$Q_{SUELO} = 0 \text{ W}$$

A.6.1.5. Carga a través de los huecos

$$Q_{HUECO} = U_{HUECO} \times S_{HUECO} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 2,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 2,257 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -150,09 \text{ W}$$

A.6.1.6. Carga total por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED EXTERIOR} + Q_{PARED INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO} = (-80,713) \text{ W} + 0 \text{ W} + (-136,436) + 0 \text{ W} + (-150,09) \text{ W} = -367,239 \text{ W}$$

A.6.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}}$$

$$V_{VENT} = 8 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times \text{persona} = 8 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 2 = 16 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 16 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}} = 16 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -512,445 \text{ W}$$

A.6.3. Carga debida a infiltraciones

$$Q_{INFILTRACIÓN} = V_{INF} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pas} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}}$$

$$V_{INF} = V_R \times L_R = 0,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h m}} \times 6,01 \text{ m} = 3,606 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1,002 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{INFILTRACIÓN} = V_{INF} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pas} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{Ve_{EXT}} = 1,002 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -32,092 \text{ W}$$

A.6.4. Carga total en el dormitorio principal

$$Q_{DORMIT,PRINCIP} = Q_{TRANSMISIÓN} + Q_{VENTILACIÓN} + Q_{INFILTRACIÓN} = (-367,239) \text{ W} + (-512,445) \text{ W} + (-32,092) \text{ W} = -911,776 \text{ W}$$

A.7. CARGAS EN EL DORMITORIO SECUNDARIO 1

A.7.1. Carga por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED EXTERIOR} + Q_{PARED INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO}$$

A.7.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

$$Q_{PARED EXTERIOR} = U_{PARED EXTERIOR} \times S_{PARED EXTERIOR} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 0,552 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 3,919 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -57,543 \text{ W}$$

A.7.1.2. Carga a través de las paredes interiores

- Las paredes interiores no producen ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que las estancias adyacentes se encuentran a la misma temperatura.

$$Q_{PARED INTERIOR} = 0 \text{ W}$$

A.7.1.3. Carga a través de la cubierta

$$Q_{CUBIERTA} = U_{CUBIERTA} \times S_{CUBIERTA} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 0,333 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 15,302 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -135,542$$

A.7.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el piso inferior se encuentra a la misma temperatura.

$$Q_{SUELO} = 0 \text{ W}$$

A.7.1.5. Carga a través de los huecos

$$Q_{HUECO} = U_{HUECO} \times S_{HUECO} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 2,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 4,268 \text{ m}^2 \times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -283,822 \text{ W}$$

A.7.1.6. Carga total por transmisión

$$Q_{\text{TRANSMISIÓN}} = Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}} = (-57,543) \text{ W} + 0 \text{ W} + (-135,542) \text{ W} + (-283,822) \text{ W} = -476,907 \text{ W}$$

A.7.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{\text{VENTILACIÓN}} = V_{\text{VENT}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{\text{EXT}} \times C_{Pv}}{Ve_{\text{EXT}}}$$

$$V_{\text{VENT}} = 4 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times \text{persona} = 4 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times 1 = 4 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 4 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{VENTILACIÓN}} = V_{\text{VENT}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{\text{EXT}} \times C_{Pv}}{Ve_{\text{EXT}}} = 4 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -128,111 \text{ W}$$

A.7.3. Carga debida a infiltraciones

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = V_{\text{INF}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{Pas} + W_{\text{EXT}} \times C_{Pv}}{Ve_{\text{EXT}}}$$

$$V_{\text{INF}} = V_R \times L_R = 0,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h m}} \times 8,32 \text{ m} = 4,992 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1,386 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = V_{\text{INF}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) \times \frac{C_{Pas} + W_{\text{EXT}} \times C_{Pv}}{Ve_{\text{EXT}}} = 1,386 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times (268,55 - 295,15) \text{ K} \times \frac{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{kg a.s.}} \times 1860 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}}{0,833 \frac{\text{m}^3}{\text{kg a.s.}}} = -44,39 \text{ W}$$

A.7.4. Carga total en el dormitorio secundario 1

$$Q_{\text{DORM,SECUND1}} = Q_{\text{TRANSMISIÓN}} + Q_{\text{VENTILACIÓN}} + Q_{\text{INFILTRACIÓN}} = (-476,907) \text{ W} + (-128,111) \text{ W} + (-44,39) \text{ W} = -649,408 \text{ W}$$

A.8. CARGAS EN EL DORMITORIO SECUNDARIO 2

A.8.1. Carga por transmisión

$$Q_{\text{TRANSMISIÓN}} = Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}}$$

A.8.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

- Las paredes exteriores no producen ninguna pérdida de carga, ya que alrededor de ellas existen viviendas colindantes.

$$Q_{\text{PARED EXTERIOR}} = 0 \text{ W}$$

A.8.1.2. Carga a través de las paredes interiores

$$\begin{aligned} Q_{\text{PARED INTERIOR}} &= U_{\text{PARED INTERIOR}} \times S_{\text{PARED INTERIOR}} \times (T_{\text{ESCALERA}} - T_{\text{INT}}) = \\ &= 4,166 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 2,238 \text{ m}^2 \times (276,05 - 295,15) \text{ K} = -178,079 \text{ W} \end{aligned}$$

A.8.1.3. Carga a través de la cubierta

$$\begin{aligned} Q_{\text{CUBIERTA}} &= U_{\text{CUBIERTA}} \times S_{\text{CUBIERTA}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 0,333 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 12,445 \text{ m}^2 \times \\ &\times (268,55 - 295,15) \text{ K} = -110,235 \text{ W} \end{aligned}$$

A.8.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el piso inferior se encuentra a la misma temperatura.

$$Q_{\text{SUELO}} = 0 \text{ W}$$

A.8.1.5. Carga a través de los huecos

$$\begin{aligned} Q_{\text{HUECO}} &= U_{\text{HUECO}} \times S_{\text{HUECO}} \times (T_{\text{EXT}} - T_{\text{INT}}) = 2,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \times 1,35 \text{ m}^2 \times (276,05 - \\ &- 295,15) \text{ K} = -64,462 \text{ W} \end{aligned}$$

A.8.1.6. Carga total por transmisión

$$\begin{aligned} Q_{\text{TRANSMISIÓN}} &= Q_{\text{PARED EXTERIOR}} + Q_{\text{PARED INTERIOR}} + Q_{\text{CUBIERTA}} + Q_{\text{SUELO}} + Q_{\text{HUECO}} = \\ &= 0 \text{ W} + (-178,079) \text{ W} + (-110,235) + 0 \text{ W} + (-64,462) \text{ W} = -352,776 \text{ W} \end{aligned}$$

A.8.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}}$$

$$V_{VENT} = 4 \frac{l}{s} \times \text{persona} = 4 \frac{l}{s} \times 1 = 4 \frac{l}{s} = 4 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}} = 4 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \times (276,05 - 295,15) K \times \frac{1000 \frac{J}{kg K} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{kg}{kg a.s.} \times 1860 \frac{J}{kg K}}{0,833 \frac{m^3}{kg a.s.}} = -91,989 W$$

A.8.3. Carga debida a infiltraciones

- No hay pérdida de carga por infiltraciones, ya que $V_{INF} = 0$. Esto es debido a que la velocidad del viento que incide sobre los cerramientos del dormitorio secundario 2 es nula, ya que el viento proviene de la galería.

$$Q_{INFILTRACIÓN} = 0 W$$

A.8.4. Carga total en el dormitorio secundario 2

$$Q_{DORM,SECUND2} = Q_{TRANSMISIÓN} + Q_{VENTILACIÓN} + Q_{INFILTRACIÓN} = (-352,776) W + (-91,989) W + 0 W = -444,765 W$$

A.9. CARGAS EN EL PASILLO

A.9.1. Carga por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED EXTERIOR} + Q_{PARED INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO}$$

A.9.1.1. Carga a través de las paredes exteriores

- El pasillo no tiene paredes que estén en contacto con el exterior.

$$Q_{PARED EXTERIOR} = 0 W$$

A.9.1.2. Carga a través de las paredes interiores

$$Q_{PARED INTERIOR,ESCALERA} = U_{PARED INTERIOR} \times S_{PARED INTERIOR} \times (T_{ESCALERA} - T_{INT}) = 4,166 \frac{W}{m^2 K} \times 8,027 m^2 \times (281,85 - 295,15) K = -444,758 W$$

$$Q_{PARED\ INTERIOR,GALERÍA} = U_{PARED\ INTERIOR} \times S_{PARED\ INTERIOR} \times (T_{GALERÍA} - T_{INT}) =$$

$$= 4,166 \frac{W}{m^2K} \times 1,679 m^2 \times (276,05 - 295,15) K = -133,599 W$$

$$Q_{PARED\ INTERIOR} = Q_{PARED\ INTERIOR,ESCALERA} + Q_{PARED\ INTERIOR,GALERÍA} =$$

$$= (-444,758 W) + (-133,599 W) = -578,357 W$$

A.9.1.3. Carga a través de la cubierta

$$Q_{CUBIERTA} = U_{CUBIERTA} \times S_{CUBIERTA} \times (T_{EXT} - T_{INT}) = 0,333 \frac{W}{m^2K} \times 12,37 m^2 \times$$

$$\times (268,55 - 295,15) K = -109,571 W$$

A.9.1.4. Carga a través del suelo

- El suelo no produce ninguna pérdida de carga, ya que suponemos que el otro piso está a la misma temperatura.

$$Q_{SUELO} = 0 W$$

A.9.1.5. Carga a través de los huecos

- El pasillo no tiene ventanas en contacto con el exterior.

$$Q_{HUECO} = 0 W$$

A.9.1.6. Carga total por transmisión

$$Q_{TRANSMISIÓN} = Q_{PARED\ EXTERIOR} + Q_{PARED\ INTERIOR} + Q_{CUBIERTA} + Q_{SUELO} + Q_{HUECO} =$$

$$= 0 W + (-578,357) W + (-109,571) + 0 W + 0 W = -687,928 W$$

A.9.2. Carga debida a ventilación

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}}$$

$$V_{VENT} = 0,7 \frac{l}{s} \times m^2 = 0,7 \frac{l}{s} \times 12,37 = 8,659 \frac{l}{s} = 8,659 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{VENTILACIÓN} = V_{VENT} \times (T_{EXT} - T_{INT}) \times \frac{C_{Pa.s.} + W_{EXT} \times C_{Pv}}{V_{eEXT}} = 8,659 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \times$$

$$\times (276,05 - 295,15) K \times \frac{1000 \frac{J}{kg K} + 1,6 \times 10^{-3} \frac{kg}{kg a.s.} \times 1860 \frac{J}{kg K}}{0,833 \frac{m^3}{kg a.s.}} = -199,134 W$$

A.9.3. Carga debida a infiltraciones

- No hay pérdida de carga por infiltraciones, ya que $V_{INF} = 0$. Esto es debido a que la velocidad del viento que incide sobre los cerramientos del pasillo es nula, ya que dicho viento proviene de las escaleras y de la galería.

$$Q_{INFILTRACIÓN} = 0 \text{ W}$$

A.9.4. Carga total en el pasillo

$$Q_{PASILLO} = Q_{TRANSMISIÓN} + Q_{VENTILACIÓN} + Q_{INFILTRACIÓN} = (-687,928) \text{ W} + (-199,134) \text{ W} + 0 \text{ W} = -887,062 \text{ W}$$

ANEXO B: FICHA TÉCNICA DE LA TERMOESTUFA



Flora acabado antracita

FLORA

La termoestufa Flora es la pequeña de las Hidro Greenheiss, tanto en dimensiones como en potencia, lo que la hace un artículo muy interesante.

Dispone de una rejilla frontal inferior que calienta el aire de la estancia además de la potencia que utiliza para calentar el agua.

Posee 12 kW de potencia que le permiten calentar hasta 280 m³ de volumen.

Sistema de quemador circular exclusivo de post-combustión.

Disponible en cuatro acabados distintos de color en su revestimiento de acero.

Con un rendimiento medio del 92% en consumo de combustible conseguimos tan solo consumir 2,5 Kg/h de pellets en su máxima potencia.

Acabados



Rojo burdeos
x = 1

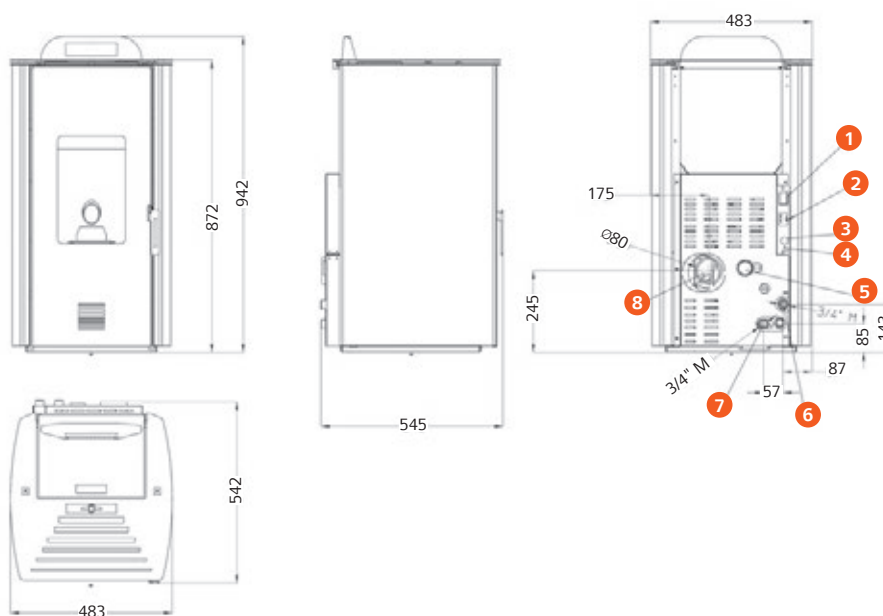
Marfil
x = 2

Antracita
x = 3

Blanco
x = 7

**Para hacer el pedido, sustituya la "X" en el código de la tabla inferior por la referencia del acabado deseado.*

Datos técnicos



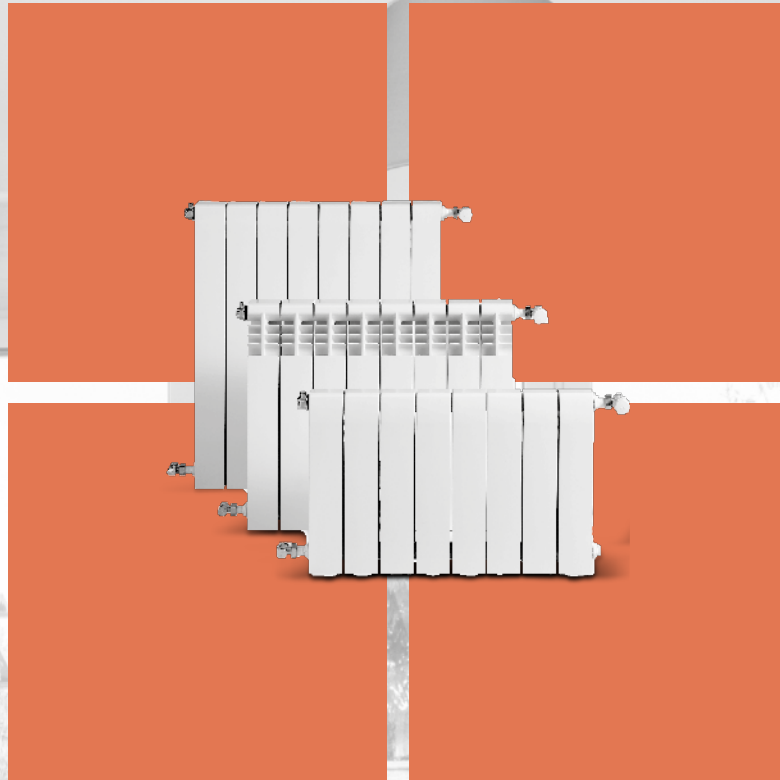
- 1 Interruptor
- 2 Alimentación 220V 50HZ
- 3 Termostato rearme manual
- 4 Sonda T. ambiente
- 5 Entrada aire
- 6 Ida calefacción
- 7 Retorno calefacción
- 8 Salida humos

FLORA

Potencia térmica del quemador	kW	11,8
Potencia térmica nominal máx.	kW	10,8
Potencia térmica al agua (mín-máx)	kW	2,9-9,5
Rendimiento medio	%	92
Consumo de pellet (mín-máx)	Kg/h	0,8 - 2,5
Capacidad depósito de pellet	Kg	20
Capacidad de la caldera	l.	10
Capacidad de volumen a calentar	m ³	100 - 280
Alimentación eléctrica	V/Hz	230/50
Potencia eléctrica en arranque	W	450
Conexiones hidráulicas	"	3/4 m
Diámetro de salida de humos	mm	Ø 80
Dimensiones AxBxH	mm	545x545x942
Peso	Kg	115
Código		546400532X

ANEXO C: FICHA TÉCNICA DE LOS RADIADORES

Radiadores



BAXI
LA NUEVA CLIMATIZACIÓN

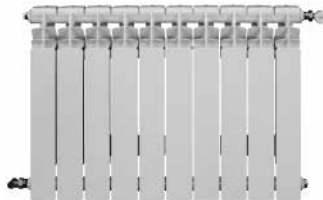
Mistral, Astral y Condal

Radiadores formados por elementos acoplables entre sí mediante manguitos de 1" rosca derecha izquierda y junta de estanquidad.

Elementos fabricados por inyección a presión de la aleación de aluminio previamente fundida.

Radiadores montados y probados a la presión de 26 bar.

Pintura de acabado en doble capa. Imprimación base por electroforesis (inmersión) y posterior capa de polvo epoxi color blanco RAL 9010 (ambas capas secado al horno).



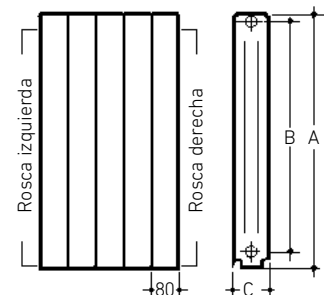
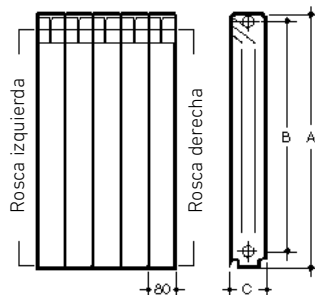
Mistral

Astral

		45	60	70	80	45	60	70	80	
Presión máx. de trabajo	bar	20	20	20	20	20	20	20	20	
Temperatura máx. de trabajo	°C	110	110	110	110	110	110	110	110	
Cotas	Alto (A)	mm	422	569	671	771	417	568	667	766
	Entrecentros (B)	mm	350	500	600	700	350	500	600	700
	Ancho	mm	80	80	80	80	80	80	80	80
	Profundo (C)	mm	80	80	80	80	95	95	95	95
Peso	kg	1,02	1,25	1,43	1,61	1,04	1,26	1,44	1,61	
Capacidad de agua	l	0,25	0,31	0,35	0,39	0,25	0,3	0,34	0,38	
Potencia por elemento (1)	$\Delta T = 40^\circ$	W	63,4	79,5	91,2	103,6	64,1	80,3	92,9	104,6
	$\Delta T = 50^\circ$	W	84,8	106,1	122	138,6	85,1	106,9	124	140,1
Exponente "n" curva característica (1)		1,31	1,29	1,3	1,3	1,27	1,28	1,29	1,31	
Forma de suministro		En baterías de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12				En baterías de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12				
Referencia (2)		72445xx	72460xx	72470xx	72480xx	72745xx	72760xx	72770xx	72780xx	
PVP / Elemento		13,10 €	13,60 €	16,30 €	17,40 €	13,75 €	13,95 €	16,50 €	18,70 €	

(1) $\Delta T = (T. \text{ media radiador} - T. \text{ ambiente})$ en °C
Según UNE EN-442

(2) Accesorios no incluidos.
Dígitos xx = Nº elementos (según forma de suministro).
Ejemplo: CONDAL60 de 5 elementos = 7266005

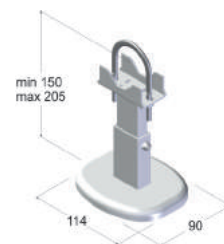
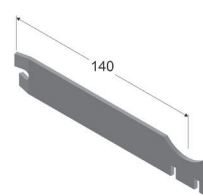
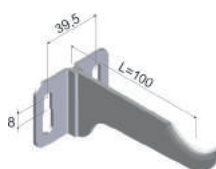
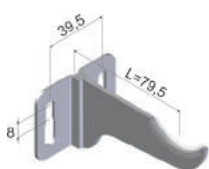
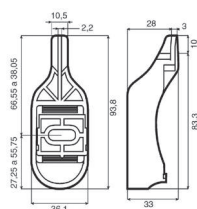


		*Valores de potencia en W		(ΔT) en °C							
GAMA	MODELOS	DATOS POR	"n"	20	30	32	34	36	38		
Aluminio	DUBAL	DUBAL 30 (aleteado)	elemento	1,3	25,2	42,6	46,4	50,2	54,1	58	
		DUBAL 45 (aleteado)	elemento	1,35	26,7	46,3	50,5	54,8	59,2	63,7	
		DUBAL 60 (aleteado)	elemento	1,35	35,2	60,7	66,2	71,9	77,6	83,5	
		DUBAL 70 (aleteado)	elemento	1,34	40,6	69,8	76,2	82,6	89,2	95,9	
		DUBAL 80 (aleteado)	elemento	1,33	45,8	78,6	85,7	92,9	100,2	107,8	
		DUBAL 30 (plano)	elemento	1,29	25,1	42,3	46	49,8	53,6	57,5	
		DUBAL 45 (plano)	elemento	1,35	25,8	44,5	48,6	52,7	56,9	61,2	
		DUBAL 60 (plano)	elemento	1,34	33,6	58	63,2	68,6	74,1	79,7	
		DUBAL 70 (plano)	elemento	1,34	38,7	66,6	72,6	78,8	85,1	91,5	
	DUBAL 80 (plano)	elemento	1,34	43,6	75	81,8	88,7	95,8	103		
	MISTRAL	MISTRAL 45	elemento	1,31	25,5	43,4	47,3	51,2	55,1	59,2	
		MISTRAL 60	elemento	1,29	32,5	54,9	59,7	64,5	69,5	74,5	
		MISTRAL 70	elemento	1,3	37,1	62,8	68,3	73,9	79,6	85,4	
		MISTRAL 80	elemento	1,3	42,1	71,3	77,6	84	90,4	97	
	ASTRAL	ASTRAL 45	elemento	1,27	26,6	44,5	48,3	52,1	56,1	60,1	
		ASTRAL 60	elemento	1,28	33,1	55,6	60,4	65,3	70,2	75,2	
		ASTRAL 70	elemento	1,29	38	64,2	69,7	75,4	81,2	87	
		ASTRAL 80	elemento	1,31	42,2	71,7	78,1	84,5	91,1	97,8	
	CONDAL	CONDAL 45	elemento	1,3	27,2	46,1	50,2	54,3	58,5	62,7	
		CONDAL 60	elemento	1,3	34,4	58,3	63,4	68,6	73,9	79,3	
		CONDAL 70	elemento	1,31	39,6	67,3	73,2	79,3	85,4	91,7	
		CONDAL 80	elemento	1,31	44,5	75,6	82,3	89,1	96	103,1	
	TV	TV 1800 3 elem.	radiador	1,3	223,2	378	411,1	444,8	479,1	514	
		TV 1800 4 elem.	radiador	1,3	297,5	504	548,2	593,1	638,9	685,4	
		TV 1800 5 elem.	radiador	1,3	371,9	630,1	685,2	741,4	798,6	856,7	
		TV 1800 6 elem.	radiador	1,3	446,3	756,1	822,2	889,7	958,3	1.028,1	
		TV 1800 7 elem.	radiador	1,3	520,7	882,1	959,3	1.037,9	1.118	1.199,4	
	AV	AV 1800	elemento	1,34	79,6	137,3	149,7	162,4	175,4	188,6	
	Hierro fundido	EPOCA	EPOCA 90	elemento	1,27	42,6	71,2	77,3	83,5	89,8	96,1
		CLASICO	CLASICO N33-4	elemento	1,25	13,3	22	23,8	25,7	27,6	29,5
			CLASICO N46-4	elemento	1,26	18,6	31	33,7	36,3	39	41,8
			CLASICO N61-4	elemento	1,27	24,1	40,2	43,6	47,1	50,6	54,2
CLASICO N80-4			elemento	1,28	30,8	51,8	56,3	60,8	65,4	70,1	
CLASICO N95-4			elemento	1,3	35,7	60,5	65,8	71,2	76,7	82,3	
DUBA		DUBA N46-2D	elemento	1,29	13,6	22,9	24,9	27	29	31,1	
		DUBA N61-2D	elemento	1,3	18	30,4	33,1	35,8	38,6	41,4	
		DUBA N80-2D	elemento	1,3	22,5	38	41,3	44,7	48,1	51,6	
		DUBA 46-3D	elemento	1,31	18,4	31,4	34,2	37	39,9	42,8	
		DUBA 61-3D	elemento	1,31	24,3	41,4	45,1	48,8	52,6	56,5	
		DUBA 80-3D	elemento	1,31	30,1	51,2	55,7	60,3	65	69,8	
		DUBA 95-3D	elemento	1,31	35,7	60,7	66,1	71,6	77,1	82,8	
		DUBA N80-4D	elemento	1,31	37,8	64,2	69,9	75,7	81,5	87,5	
DUBA N95-4D		elemento	1,33	43,9	75,2	81,9	88,8	95,7	102,9		
Radiadores de acero		2 COLUMNAS	45-2	elemento	1,28	12,5	21	22,8	24,6	26,5	28,3
			60-2	elemento	1,28	16,3	27,4	29,8	32,2	34,6	37,1
	75-2		elemento	1,28	20,1	33,8	36,8	39,7	42,8	45,8	
	3 COLUMNAS	32-3	elemento	1,27	13,4	22,4	24,3	26,3	28,2	30,3	
		45-3	elemento	1,28	17,6	29,7	32,2	34,8	37,5	40,2	
		60-3	elemento	1,3	22,5	38,1	41,4	44,8	48,2	51,8	
		75-3	elemento	1,31	27,5	46,8	50,9	55,1	59,4	63,8	
		90-3	elemento	1,33	32,6	55,8	60,7	65,8	71	76,3	
		ADRA 11 S	ADRA 11-400 S	mm lineal	1,3	0,19	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44
ADRA 11-500 S	mm lineal	1,3	0,23	0,39	0,43	0,46	0,5	0,53			
ADRA 11-600 S	mm lineal	1,3	0,27	0,46	0,5	0,54	0,58	0,62			
ADRA 11-700 S	mm lineal	1,3	0,31	0,53	0,57	0,62	0,67	0,71			
ADRA 22 S	ADRA 22-400 S	mm lineal	1,31	0,35	0,6	0,65	0,71	0,76	0,82		
	ADRA 22-500 S	mm lineal	1,31	0,42	0,72	0,79	0,85	0,92	0,99		
	ADRA 22-600 S	mm lineal	1,31	0,49	0,84	0,92	0,99	1,07	1,15		
	ADRA 22-700 S	mm lineal	1,32	0,56	0,95	1,03	1,12	1,21	1,3		
ADRAPLAN S	ADRAPLAN 600 S	mm lineal	1,31	0,4	0,76	0,83	0,90	0,97	1,04		
PV S	PV 400 1500 S	radiador	1,35	325,7	563	614,2	666,6	720,1	774,6		
	PV 400 1800 S	radiador	1,36	371	642,6	701,4	761,4	822,7	885,3		
	PV 400 2000 S	radiador	1,36	399,4	692,6	756,1	820,9	887,2	954,8		
	PV 600 1500 S	radiador	1,35	488,5	844,5	921,4	999,9	1.080,1	1.161,9		
	PV 600 1800 S	radiador	1,36	556,5	963,9	1.052	1.142,1	1.234,1	1.327,9		
	PV 600 2000 S	radiador	1,36	599	1.038,9	1.134,1	1.231,4	1.330,8	1.432,2		

Soportes radiadores de aluminio



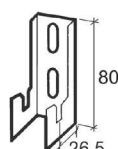
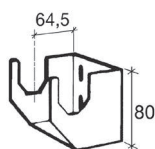
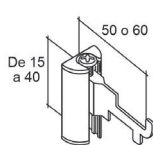
	Soporte plástico alicatar	Soporte acero alicatar	Soporte empotrar	Soporte pie	
Aplicación	Profundidad 80 y 100 (No válido para Dubal)	Profundidad 80 y 100 (Dubal, Mistral, Astral y Condal)	Profundidad 150 (Dubal 30)	Diámetro 40 y 45 (Dubal, Mistral, Astral y Condal)	
Referencia	194006036	7674689	7674690	7674691	7674692
PVP unitario	1,50 €	1,55 €	1,60 €	1,25 €	14 €
Uds. paquete	12	10	10	10	1
PVP paquete	18 €	15,50 €	16 €	12,50 €	14 €



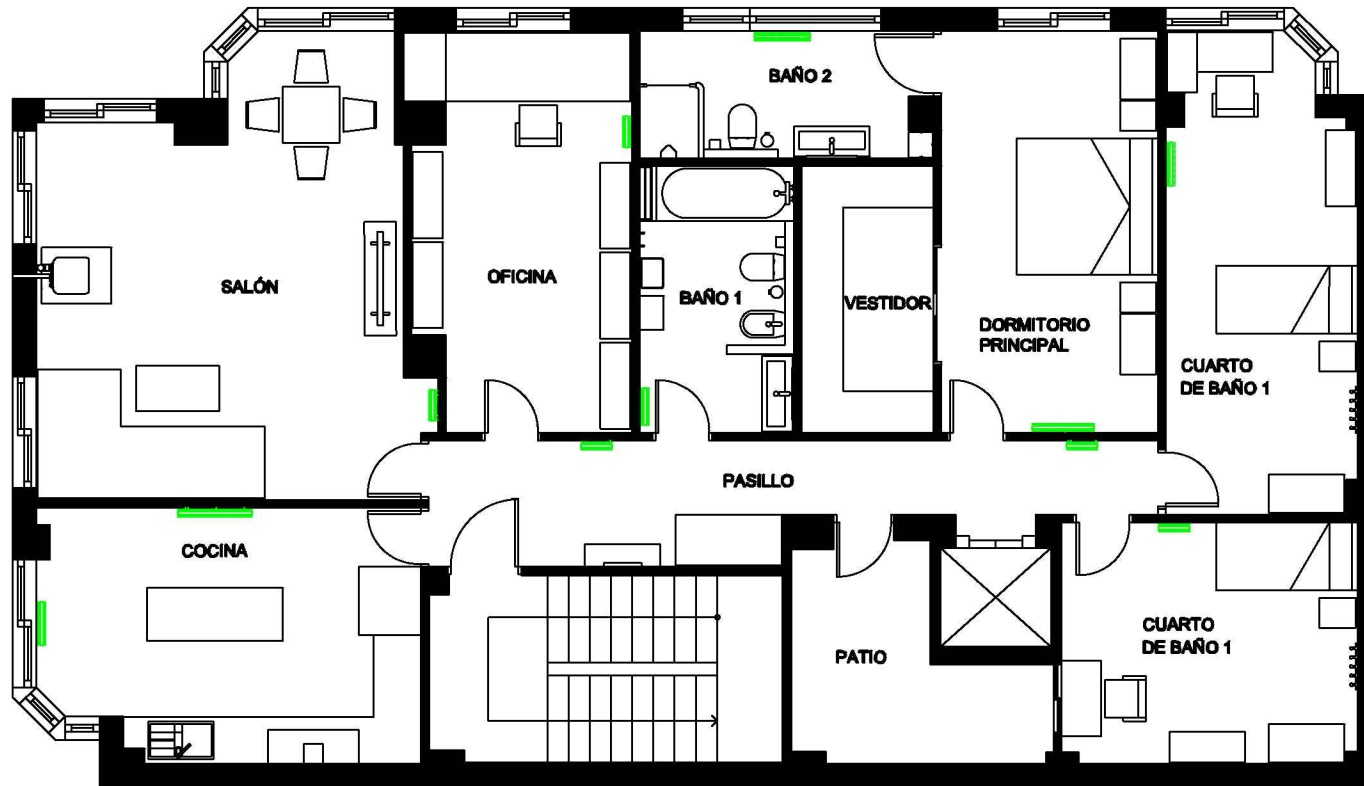
Accesorios radiadores TV / AV



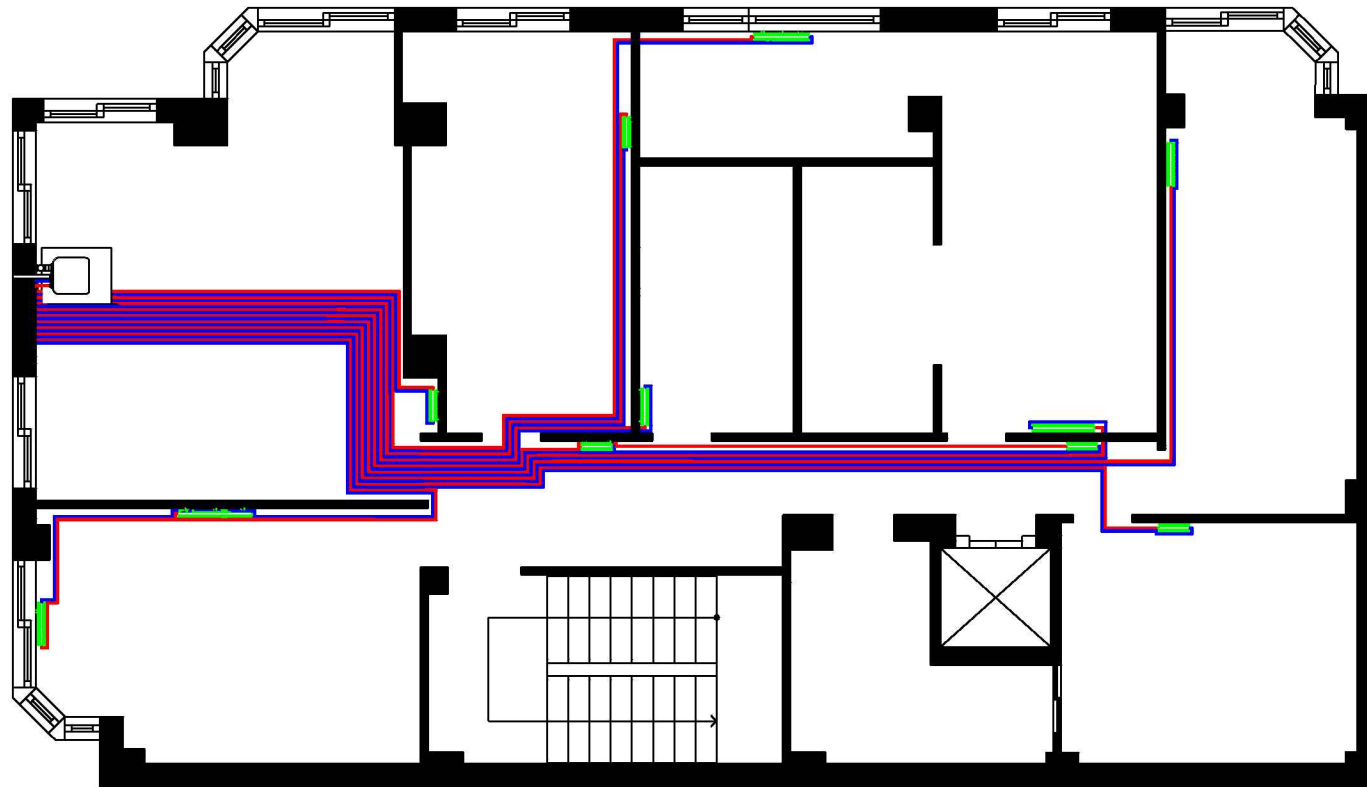
	Kit soportes TV Conjunto de 3 soportes TV	Soporte AV superior	Soporte AV inferior	Tapón para manguito de 1" AV	Manguito 1" AV	Junta tórica AV
Referencia	7654254	194006016	194006017	194001021	194002004	194003004
PVP	12 €	7,75 €	5,85 €	0,65 €	0,65 €	0,65 €
Uds. paquete	3	1	1	1	50	50
PVP paquete	12 €	7,75 €	5,85 €	0,65 €	32,50 €	32,50 €



ANEXO D: PLANOS



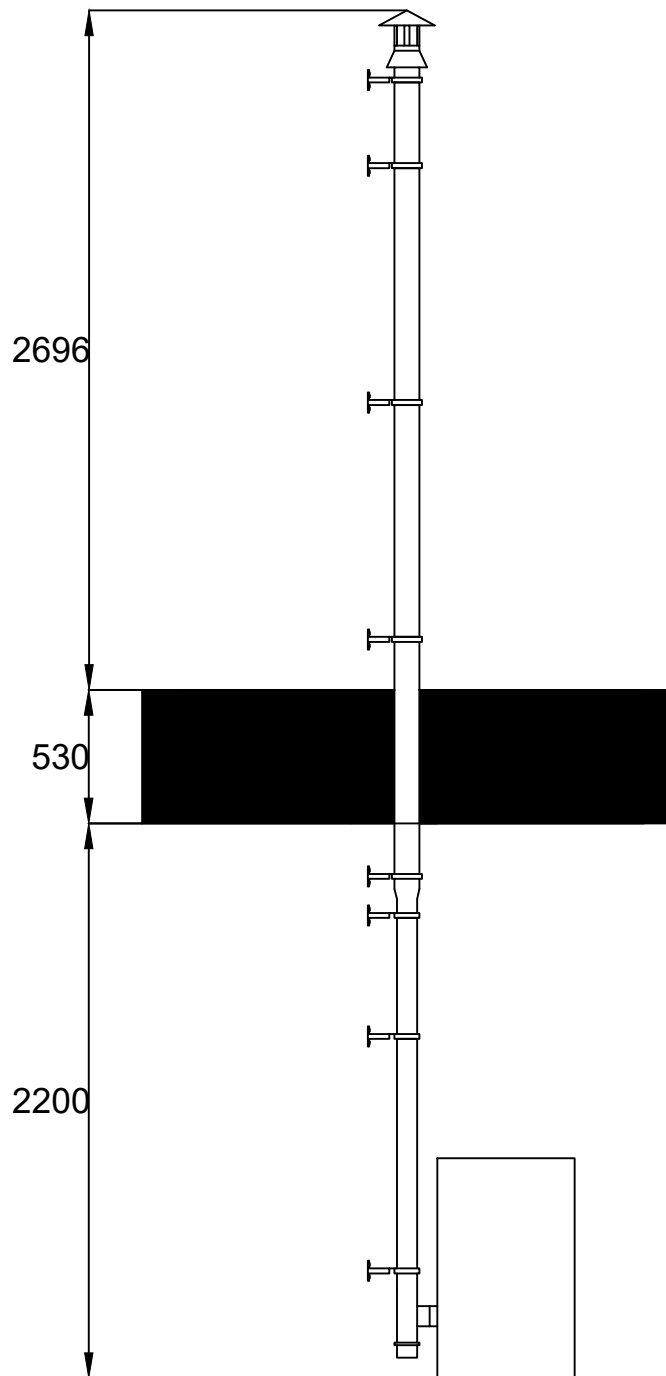
Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNA VIVIENDA MEDIANTE ENERGÍA DE BIOMASA		Nº de Plano 01
Propietario: ANTONIO JOSÉ CASTELLÓ ROMÁN		
Situación: AVENIDA DE ALCOY NÚMERO 1, 3º		Firma
Escala: 1/100	Plano: VIVIENDA AMUEBLADA	
Fecha: 15/01/2020		



LEYENDA

- Tuberías de agua caliente
- Tuberías de agua fría
- Radiadores

Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNA VIVIENDA MEDIANTE ENERGÍA DE BIOMASA		Nº de Plano 02	
Propietario: ANTONIO JOSÉ CASTELLÓ ROMÁN			
Situación: AVENIDA DE ALCOY NÚMERO 1, 3º		Firma	
Escala: 1/100	Plano: INSTALACIÓN BIOMASA CON TUBERÍAS		
Fecha: 15/01/2020			



Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN PARA UNA VIVIENDA MEDIANTE ENERGÍA DE BIOMASA		Nº de Plano 03
Propietario: ANTONIO JOSÉ CASTELLÓ ROMÁN		
Situación: AVENIDA DE ALCOY NÚMERO 1, 3º		Firma
Escala: 1/30	Plano: EXTRACCIÓN DE HUMOS DE LA TERMOESTUFA	
Fecha: 15/01/2020		

