COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

CLIMATIZACIÓN DE UNA CASA EN MONTESA

Autor: Luis Moreno Font

Director: Dr. Antonio García de Garmendia

Madrid

Julio 2022

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

CLIMATIZACIÓN DE UNA CASA EN MONTESA

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2021-2022 es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Luis Moreno Font Fecha: 15/07/2022



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Dr. Antonio García de Garmendia Fecha: 15/07/2022



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

CLIMATIZACIÓN DE UNA CASA EN MONTESA

Autor: Luis Moreno Font

Director: Dr. Antonio García de Garmendia

Madrid

Julio 2022

CLIMATIZACIÓN DE UNA CASA EN MONTESA

Autor: Luis Moreno Font

Director: Dr. Antonio García de Garmendia

Entidad colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Este Proyecto aborda la climatización de una casa medieval localizada en Montesa de la Orden (Valencia), dedicada tanto a un uso familiar como a la celebración de eventos culturales y sociales.

Esta vivienda forma parte de un conjunto histórico protegido, denominado Núcleo Histórico Tradicional (NHT), como bien se define en plan general de Montesa. El hecho de que la vivienda forme parte del NHT, hace que esta sea considerada un Bien de Relevancia Local (BRL).

En dicho Proyecto se presentará en primera instancia un estudio acerca de las dimensiones físicas de la vivienda, se proporcionarán los planos de la casa, así como especificaciones concretas de manera que se de a conocer con exactitud el objeto de estudio en cuestión. Se definirán las distintas habitaciones y salas de las que dispone la vivienda, así como el total de m^2 de cada sala.

Adicionalmente, se proporcionarán los materiales y cerramientos integrados en la vivienda con explicaciones detalladas del porqué del material elegido.

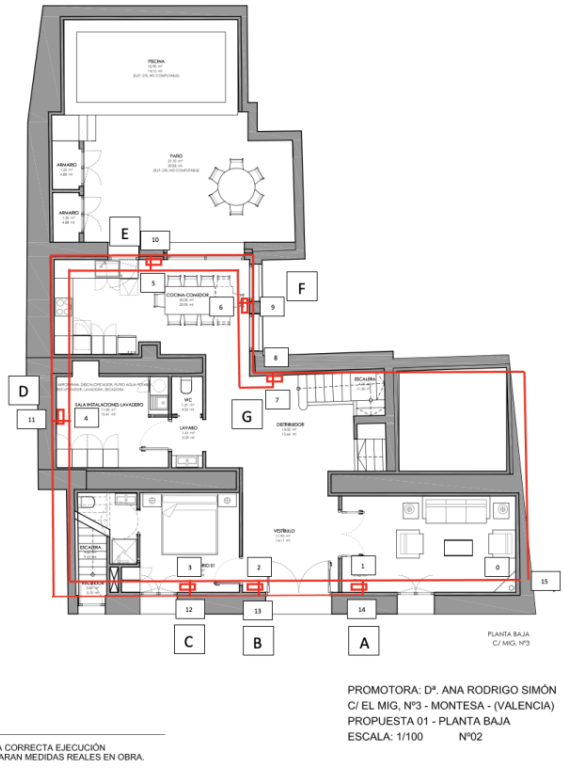
A continuación, se llevará a cabo el estudio de las cargas térmicas tanto de invierno como de verano, se propondrá y explicará en detalle el procedimiento seguido para determinar dicho cálculo. Se presentarán unas tablas donde se especificará todo el cálculo relativo al estudio de las cargas térmicas.

Para el cálculo de las cargas térmicas, aparecen términos muy importantes como son: cargas de transmisión, cargas de ventilación e infiltraciones, cargas internas, cargas térmicas latentes, cargas térmicas sensibles. Todas ellas se calculan y se suman al total para determinar el cálculo de las cargas térmicas. A continuación, se detalla un ejemplo de un cálculo de las cargas de transmisión de invierno de la planta baja de la vivienda:

	S (m2)	K (W/m2K)	ΔT(ºC)	SKΔT(W)	Suplemento Orientación	Qt (W)
Cocina-Comedor						
Pared ext. NO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,125	538,51
Pared ext. NE	8,75	1,74	26,20	398,90	0,175	468,70
Pared ext. SE	1,40	1,74	26,20	63,82	0,075	68,61
Ventana 1	2,40	5,82	26,20	365,96	0,175	430,00
Ventana 2	2,40	5,82	26,20	365,96	0,075	393,41
Ventana 3	2,40	5,82	26,20	365,96	0,075	393,41
Cristalera	5,00	5,82	26,20	762,42	0,175	762,42
Suelo	20,00	2,33	15,00	699,00	-	699,00
TOTAL				3500,70	-	**3754,06**
Distribuidor						
Pared ext. NE	5,25	1,74	26,20	239,34	0,175	281,22
Suelo	13,02	2,33	15,00	455,05	-	455,05
TOTAL				694,39	-	**736,27**
Escalera SE						
Pared ext. NE	9,80	1,74	26,20	446,76	0,175	524,95
Pared ext. SE	11,20	1,74	26,20	510,59	0,075	548,88
Suelo	6,00	2,33	15,00	209,70	-	209,70
TOTAL				1167,05	-	**1283,53**
Sala Lavadero						
Pared ext. NO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,125	538,51
Suelo	11,00	2,33	15,00	384,45	-	384,45
TOTAL				863,12	-	**922,96**
WC						
Suelo	1,21	2,33	15,00	42,29	-	42,29
TOTAL				42,29	-	**42,29**
Lavabo						
Suelo	1,61	2,33	15,00	56,27	-	56,27
TOTAL				56,27	-	**56,27**
Escalera NO						
Pared ext. NO	13,30	1,74	26,20	606,32	0,125	682,11
Puerta madera	2,00	4,07	26,20	213,27	0,025	218,60
Suelo	4,45	2,33	15,00	155,53	-	155,53
TOTAL				975,12	-	**1056,24**
Dormitorio 01						
Pared ext. SO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,025	490,64
Ventana	2,40	4,07	26,20	255,92	0,025	262,32
Suelo	10,30	2,33	15,00	359,99	-	359,99
TOTAL				1094,58	-	**1112,95**
Vestíbulo						
Pared ext. SO	4,20	1,74	26,20	191,47	0,025	196,26
Puerta principal	5,00	4,07	26,20	533,17	0,025	546,50
Suelo	11,95	2,33	15,00	417,65	-	417,65
TOTAL				1142,29	-	**1160,41**
Salón						
Pared ext. SO	12,95	1,74	26,20	590,36	0,025	605,12
Pared ext. SE	11,20	1,74	26,20	510,59	0,075	548,88
Pared ext. NE	12,25	1,74	26,20	558,45	0,175	656,18
Ventana	2,40	4,07	26,20	255,92	0,025	262,32
Suelo	17,43	2,33	15,00	609,18	-	609,18
TOTAL				2524,50	-	**2681,68**
Tota Planta Baja						**12806,65**

En adelante, se llevará a cabo el estudio de la selección de equipos que se encargarán de la climatización de la vivienda, tanto en verano como en invierno. Se cogerán los cálculos relativos a las cargas térmicas y en función de ellos determinaremos la potencia de los equipos que climatizarán la vivienda.

De cara a la calefacción de la vivienda en los meses más fríos del año, se instalarán radiadores, los cuales son alimentados por una red de tuberías. El agua que circula por la red de tuberías se impulsa gracias a la acción de una serie de bombas que habrá instaladas. Por último, el agua será calentada por una caldera de gas que habrá instalada. Cabe destacar el hecho de que aparece otro elemento como son las válvulas detentoras y válvulas de cierre. A continuación, se detalla como quedaría la instalación de la red de tuberías en una de las plantas de la vivienda.



De cara a la refrigeración de la vivienda en los meses más calurosos del año, se instalarán ventiladores de techo en diferentes salas y habitaciones. Se instalarán dos modelos diferentes de ventiladores en función de las dimensiones de las salas en los que estos se instalen. Cabe destacar el hecho de que se han elegido los ventiladores como equipos de refrigeración de la vivienda por el ahorro tanto energético como económico que suponen.

Se presentarán unos planos de la casa donde se observa un estudio acerca del flujo de aire provocado por los ventiladores una vez se pongan en marcha.

Por último, se llevará a cabo el estudio de un posible presupuesto al que se llegaría en caso de poner en práctica el Proyecto objeto de estudio. Se detallará el coste tanto de la compra de los equipos como de su instalación, además de calcular el coste de los recursos (energía y gas) necesarios para el funcionamiento de los equipos encargados de la climatización de la vivienda.

El Proyecto de la climatización de la vivienda está pensado de cara a los próximos 20 años. El presupuesto total sería de 21.894,11€. Dividiendo dicho valor entre los 20 años, queda un coste teórico anual de 1.094,71€.

El Proyecto finalizaría con un apartado de conclusiones. Además, habrá un apartado dedicado a desarrollos futuros, pensado en cómo el Proyecto podría ser mejorado aportándole una visión más eficiente.

Una de las maneras con las que se conseguiría mejorar el Proyecto sería con el estudio de aislantes térmicos para su instalación en los muros de la vivienda, de manera que se reduzcan los valores de las cargas térmicas. También se valora la idea de una autosuficiencia energética instalando paneles fotovoltaicos de manera que no sea necesario consumir energía de la red.

PALABRAS CLAVE: Climatización de una vivienda, Núcleo Histórico Tradicional (NHT), cargas térmicas de verano e invierno, carga térmica sensible, carga térmica latente, red de tuberías, ventilador de techo

AIR CONDITIONING OF A HOUSE IN MONTESA

Author: Luis Moreno Font

Director: Dr. Antonio García de Garmendia

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

PROJECT SUMMARY

This project deals with the air conditioning of a medieval house located in Montesa de la Orden (Valencia), dedicated both to a family use and to the celebration of cultural and social events.

This house is part of a protected historical complex, called Traditional Historical Nucleus (NHT), as defined in the general plan of Montesa. The fact that the house is part of the NHT means that it is considered a Property of Local Relevance (BRL).

In this project a study of the physical dimensions of the house will be presented in the first instance, the plans of the house will be provided, as well as concrete specifications in order to know exactly the object of study in question. The different rooms and halls of the house will be defined, as well as the total m^2 of each room.

Additionally, the materials and enclosures integrated in the house will be provided with detailed explanations of the reason for the chosen material.

Next, a study of the thermal loads for both winter and summer will be carried out, and the procedure followed to determine this calculation will be proposed and explained in detail. Tables will be presented in which all the calculations related to the thermal loads study will be specified.

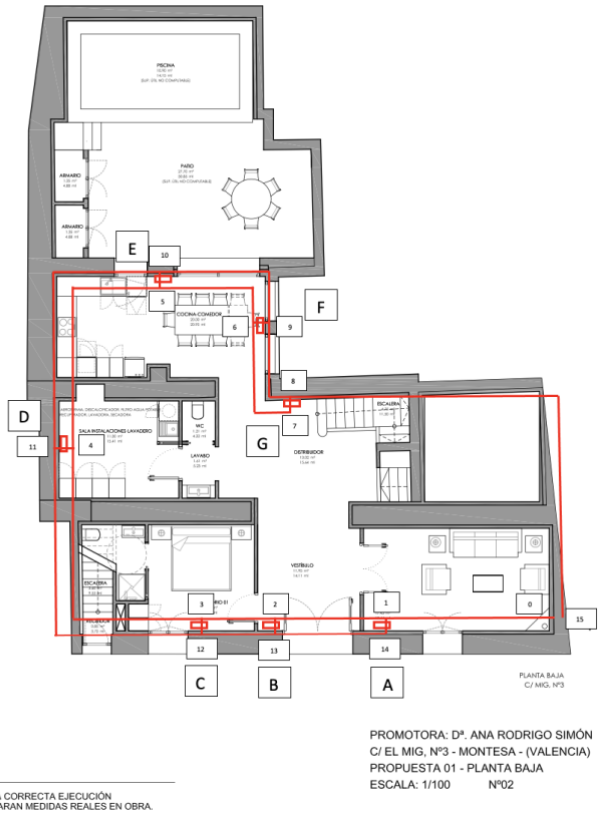
For the calculation of thermal loads, very important terms appear such as: transmission loads, ventilation and infiltration loads, internal loads, latent thermal loads, sensible thermal loads. All of them are calculated and added to the total to determine the thermal loads calculation. The following is an example of a calculation of the winter transmission loads of the first floor of a dwelling:

	S (m2)	K (W/m2K)	ΔT(ºC)	SKΔT(W)	Suplemento Orientación	Qt (W)
Cocina-Comedor						
Pared ext. NO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,125	538,51
Pared ext. NE	8,75	1,74	26,20	398,90	0,175	468,70
Pared ext. SE	1,40	1,74	26,20	63,82	0,075	68,61
Ventana 1	2,40	5,82	26,20	365,96	0,175	430,00
Ventana 2	2,40	5,82	26,20	365,96	0,075	393,41
Ventana 3	2,40	5,82	26,20	365,96	0,075	393,41
Cristalera	5,00	5,82	26,20	762,42	0,175	762,42
Suelo	20,00	2,33	15,00	699,00	-	699,00
TOTAL				3500,70	-	**3754,06**
Distribuidor						
Pared ext. NE	5,25	1,74	26,20	239,34	0,175	281,22
Suelo	13,02	2,33	15,00	455,05	-	455,05
TOTAL				694,39	-	**736,27**
Escalera SE						
Pared ext. NE	9,80	1,74	26,20	446,76	0,175	524,95
Pared ext. SE	11,20	1,74	26,20	510,59	0,075	548,88
Suelo	6,00	2,33	15,00	209,70	-	209,70
TOTAL				1167,05	-	**1283,53**
Sala Lavadero						
Pared ext. NO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,125	538,51
Suelo	11,00	2,33	15,00	384,45	-	384,45
TOTAL				863,12	-	**922,96**
WC						
Suelo	1,21	2,33	15,00	42,29	-	42,29
TOTAL				42,29	-	**42,29**
Lavabo						
Suelo	1,61	2,33	15,00	56,27	-	56,27
TOTAL				56,27	-	**56,27**
Escalera NO						
Pared ext. NO	13,30	1,74	26,20	606,32	0,125	682,11
Puerta madera	2,00	4,07	26,20	213,27	0,025	218,60
Suelo	4,45	2,33	15,00	155,53	-	155,53
TOTAL				975,12	-	**1056,24**
Dormitorio 01						
Pared ext. SO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,025	490,64
Ventana	2,40	4,07	26,20	255,92	0,025	262,32
Suelo	10,30	2,33	15,00	359,99	-	359,99
TOTAL				1094,58	-	**1112,95**
Vestíbulo						
Pared ext. SO	4,20	1,74	26,20	191,47	0,025	196,26
Puerta principal	5,00	4,07	26,20	533,17	0,025	546,50
Suelo	11,95	2,33	15,00	417,65	-	417,65
TOTAL				1142,29	-	**1160,41**
Salón						
Pared ext. SO	12,95	1,74	26,20	590,36	0,025	605,12
Pared ext. SE	11,20	1,74	26,20	510,59	0,075	548,88
Pared ext. NE	12,25	1,74	26,20	558,45	0,175	656,18
Ventana	2,40	4,07	26,20	255,92	0,025	262,32
Suelo	17,43	2,33	15,00	609,18	-	609,18
TOTAL				2524,50	-	**2681,68**
Tota Planta Baja						**12806,65**

From now on, we will carry out the study of the selection of the equipment that will be in charge of the air conditioning of the house, both in summer and in winter. We will take the calculations relative to the thermal loads and according to them we will determine the power of the equipments that will air-condition the house

In order to heat the house in the coldest months of the year, radiators will be installed, which are fed by a network of pipes. The water circulating through the network of pipes is driven by the action of a series of pumps that will be installed. Finally, the water will be heated by a gas boiler that will be installed. It is worth mentioning the fact

that there is another element such as check valves and shut-off valves. Next, it is detailed as it would be the installation of the network of pipes in one of the floors of the house.



In order to cool the house during the hottest months of the year, ceiling fans will be installed in different rooms and halls. Two different models of fans will be installed depending on the dimensions of the rooms in which they will be installed. It should be noted that the fans have been chosen as cooling equipment for the house due to the energy and economic savings they represent.

Plans of the house will be presented showing a study of the air flow caused by the fans once they are started up.

Finally, a study of a possible budget that would be reached in case of implementing the project under study will be carried out. The cost of both the purchase of the equipment and its installation will be detailed, in addition to calculating the cost of the resources (energy and gas) necessary for the operation of the equipment responsible for the air conditioning of the house.

The project of the air conditioning of the house is thought for the next 20 years. The total budget would be 21,894.11€. Dividing this value by the 20 years, a theoretical annual cost of 1,094.71€ is left.

The project would end with a section on conclusions. In addition, there will be a section dedicated to future developments, thinking about how the project could be improved by providing a more efficient vision.

One of the ways to improve the project would be the study of thermal insulation for installation in the walls of the house, in order to reduce the values of thermal loads. The idea of energy self-sufficiency is also valued by installing photovoltaic panels so that it is not necessary to consume energy from the grid.

KEY WORDS: Air conditioning of a house, Traditional Historical Nucleus (NHT), summer and winter thermal loads, sensible thermal load, latent thermal load, piping network, roof ventilator.

ÍNDICE GENERAL

Memoria descriptiva……..1

Anexos. ……178

MEMORIA DESCRIPTIVA

Índice de la memoria:

Características climatológicas de Montesa…….8

La vivienda……...25

Cargas térmicas de invierno…….39

Cargas térmicas de verano……69

Sistema de calefacción……...105

Sistema de refrigeración……134

Memoria económica……...160

Conclusiones y desarrollos futuros……173

Bibliografía……176

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Mapa de España con las distintas Zonas Climáticas. Fuente: Gomez Group Metering. Año:2006…… 9

Ilustración 2: Zonas Climáticas de España. Fuente: CTE. Año: marzo de 2006……10

Ilustración 3: Mapa de la zona Montesa – Onteniente. Fuente: Google Maps. Año:2022……11

Ilustración 4: Temperaturas Montesa año 2017. Fuente: AEMET. Año:2017……12

Ilustración 5: Temperaturas Montesa año 2018. Fuente: AEMET. Año:2018……13

Ilustración 6: Temperaturas Montesa año 2019. Fuente: AEMET. Año:2019……14

Ilustración 7: Temperaturas Montesa año 2020. Fuente: AEMET. Año:2020……14

Ilustración 8: Temperaturas Montesa año 2021. Fuente: AEMET. Año:2021……15

Ilustración 9: Histórico de temperaturas (enero17 – diciembre 21). Fuente: Elaboración propia. Año:2022……15

Ilustración 10: Temperaturas agosto 2021. Fuente: AEMET. Eje x: días del mes de agosto. Eje y: ºC. Año: 2021….16

Ilustración 11: Temperaturas enero 2017. Fuente: AEMET. Eje x: días del mes de enero. Eje y: ºC. Año:2017……17

Ilustración 12: Valor básico de la velocidad del viento. Fuente: Anejo D del CTE, SE-AE. Año:Marzo de 2006……18

Ilustración 13: Rosa de Vientos para la vivienda. Fuente: CENER. Año:2018……19

Ilustración 14: Humedad Relativa Media Anual en España. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Año:2006……21

Ilustración 15: Precipitación Media Anual en España. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Año:2016……22

Ilustración 16: Precipitaciones año 2018. Fuente: AEMET. Año:2018……23

Ilustración 17: Precipitaciones año 2021. Fuente: AEMET. Año:2021……24

Ilustración 38: Mapa de Montesa. Fuente: Plan General de Montesa. Junio de 2013. ……26

Ilustración 19: Plano Planta Sótano. Fuente: Dr. Rodrigo Simón. 2015……29

Ilustración 40: Plano Planta Baja. Fuente: Dr. Rodrigo Simón. 2015……30

Ilustración 21: Plano Planta Primera. Fuente; Dr. Rodrigo Simón. 2015. ……32

Ilustración 22: Plano Planta Segunda. Fuente; Dr. Rodrigo Simón. 2015. ……34

Ilustración 23: Plano Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022……52

Ilustración 24: Plano 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……55

Ilustración 25: Plano Planta Segunda. Fuente; Elaboración propia. 2022……58

Ilustración 26: Plano Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022……82

Ilustración 27: Plano 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……87

Ilustración 28: Plano Planta Segunda. Fuente; Elaboración propia. 2022……91

Ilustración 29: Distribución bitubular en anillos. Fuente: Manual de calefacción. 2011. ……107

Ilustración 30: Distribución bitubular en anillos. Fuente: Manual de calefacción. 2011. ……108

Ilustración 31: Distribución bitubular en anillos con retorno inverso. Fuente: Manual de calefacción. 2011……109

Ilustración 32: Diagrama de la caída de presión en un sistema bitubo con retorno inverso. Fuente: Manual de calefacción. 2011. ……110

Ilustración 33: Red de tuberías Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……112

Ilustración 34: Red de tuberías 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……113

Ilustración 35: Red de tuberías 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……114

Ilustración 36: Valores del factor característico del accidente. Fuente: Manual de calefacción. 2011. ……132

Ilustración 37: Tabla de la temperatura equivalente de enfriamiento por efecto del viento. Fuente: Fuerza Aérea Argentina. 2005. ……143

Ilustración 38: Modo verano e invierno de un ventilador de techo. Fuente: Google. 2020……147

Ilustración 59:Ventilador escogido de 132cm de diámetro. Fuente: leroymerlin. 2018. ……150

Ilustración 60:Ventilador escogido de 122cm de diámetro. Fuente: leroymerlin. 2017. ……151

Ilustración 41: Disposición ventiladores de techo y ventanas Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022……152

Ilustración 42: Disposición ventiladores de techo y ventanas 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……154

Ilustración 43: Disposición ventiladores de techo y ventanas 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……154

Ilustración 44: Flujo de aire creado por los ventiladores con las ventanas abiertas en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022……155

Ilustración 45: Flujo de aire creado por los ventiladores con las ventanas abiertas en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……156

Ilustración 46: Flujo de aire creado por los ventiladores con las ventanas abiertas en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……157

Ilustración 47: Coste por la instalación de cada metro de tubería de diámetro nominal 10-12. Fuente: Elaboración propia. 2022……163

Ilustración 48: Coste por la instalación de cada metro de tubería de diámetro nominal 13-15. Fuente: Elaboración propia. 2022……163

Ilustración 49: Coste total de los equipos de calefacción con la instalación. Fuente: elaboración propia. 2022…..164

Ilustración 50: Coste total de los equipos de refrigeración con la instalación. Fuente: elaboración propia. 2022...168

Ilustración 51: Coste energético de la climatización de la vivienda. Fuente: elaboración propia. 2022……..170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Localización exacta de la vivienda. Fuente: Elaboración propia. Año:2022 8

Tabla 2: Dimensiones planta sótano. Fuente: elaboración propia. 2022 29

Tabla 3: Dimensiones planta baja. Fuente: elaboración propia. 2022 31

Tabla 4: Dimensiones planta primera. Fuente: elaboración propia. 2022 33

Tabla 5: Dimensiones planta segunda. Fuente: elaboración propia. 2022 35

Tabla 6: Exigencias de la calidad del ambiente. Fuente: RITE. 2007 35

Tabla 7: Suplemento por orientación. Fuente: Manual de Calefacción. Abril de 2011. 43

Tabla 8: Tabla 1.4.2.1., dm^3/s por persona según la categoría del espacio a climatizar. Fuente: RITE. 20 julio 2007 ... 47

Tabla 9: Cálculo cargas de transmisión Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022. 53

Tabla 10: Cálculo cargas de ventilación sensible Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022 54

Tabla 11: Cálculo Cargas de ventilación latente Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022. 54

Tabla 12: Cálculo cargas de transmisión 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. 56

Tabla 13: Cálculo cargas de ventilación sensible 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022 57

Tabla 14: Cálculo cargas de ventilación latente 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. 57

Tabla 15: Cálculo cargas de transmisión 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. 59

Tabla 16: Cálculo cargas de ventilación sensible 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022 60

Tabla 17: Cálculo cargas de ventilación latente 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. 60

Tabla 18: Valores de K de los distintos elementos de la vivienda. Fuente: Elaboración propia. 2022 61

Tabla 29: Valor de radiación en función de la orientación. Fuente: Elaboración propia. 2022. 72

Tabla 20: Tabla 1.4.2.1., dm^3/s por persona según la categoría del espacio a climatizar. Fuente: RITE. 20 julio 2007. 76

Tabla 31: Calor sensible a través de ventanas. Fuente: elaboración propia. 2022 83

Tabla 22: Calor sensible por radiación y transmisión en muros exteriores al sol. Fuente: elaboración propia. 2022 ... 83

Tabla 23: Calor sensible por radiación y transmisión en elementos a la sombra. Fuente: elaboración propia. 2022 ……84

Tabla 24: Calor sensible por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022. ……85

Tabla 25: Calor latente por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022. ……85

Tabla 26: Calor de aportación interna. Fuente: elaboración propia. 2022. ……86

Tabla 27: Calor sensible a través de ventanas. Fuente: elaboración propia. 2022……88

Tabla 28: Calor sensible por radiación y transmisión en muros exteriores al sol. Fuente: elaboración propia. 2022 ……88

Tabla 29: Calor sensible por radiación y transmisión en elementos a la sombra. Fuente: elaboración propia. 2022 ……89

Tabla 30: Calor sensible por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022. ……89

Tabla 31: Calor latente por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022. ……90

Tabla 32: Calor sensible a través de ventanas. Fuente: elaboración propia. 2022……92

Tabla 33: Calor sensible por radiación y transmisión en muros exteriores al sol. Fuente: elaboración propia. 2022 ……93

Tabla 34: Calor sensible por radiación y transmisión en elementos a la sombra. Fuente: elaboración propia. 2022 ……94

Tabla 35: Calor sensible por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022. ……94

Tabla 36: Calor latente por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022. ……95

Tabla 37: Valores de K de los distintos elementos de la vivienda. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……97

Tabla 38: Cálculo Red de tuberías Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……115

Tabla 39: Cálculo de la pérdida de carga según el camino en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022..116

Tabla 40: Cálculo del equilibrado del circuito con detentores en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……116

Tabla 41: Cálculo Red de tuberías 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……117

Tabla 42: Cálculo de la pérdida de carga según el camino en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……118

Tabla 43: Cálculo del equilibrado del circuito con detentores en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022..118

Tabla 44: Cálculo Red de tuberías 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……..119

Tabla 45: Cálculo de la pérdida de carga según el camino en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……120

Tabla 46: Cálculo del equilibrado del circuito con detentores en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022..120

Tabla 47: Potencia que deben suministrar los radiadores en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022….121

Tabla 48: Potencia que deben suministrar los radiadores en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022…….122

Tabla 49: Potencia que deben suministrar los radiadores en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022……122

Tabla 50: Radiadores escogidos en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……124

Tabla 51: Radiadores escogidos en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……124

Tabla 52: Radiadores escogidos en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……125

Tabla 53: Caudal de agua demandada por radiador en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……127

Tabla 54: Caudal de agua demandada por radiador en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……127

Tabla 55: Caudal de agua demandada por radiador en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022. ……128

Tabla 56: Tamaños nominales de tuberías de cobre. Fuente: Manual de Calefacción. 2011……129

CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE MONTESA

En el presente capítulo se hablará y comentará acerca de la situación climatológica de la zona en la que se encuentra la vivienda que se va a climatizar. A la hora de hablar de climatización, es vital tener claras las condiciones climatológicas que se dan, y una vez estén definidas y no antes, se procederá a realizar el estudio de cargas correspondiente.

Se tendrán en cuenta los siguientes factores climatológicos: temperaturas, vientos, humedad y precipitaciones. Se presentará la situación de los siguientes factores mencionados de los últimos años, y nos centraremos en aquellos casos que presenten las situaciones más desfavorables. Para las temperaturas, se hablará de dos situaciones desfavorables, el de las mínimas temperaturas, y el de las máximas temperaturas.

CARACTERÍSTICAS DE LOCALIZACIÓN

La vivienda objeto de estudio se encuentra en Montesa, municipio de la Comunidad Valenciana, España. El municipio se encuentra a 340 metros de altura respecto al nivel del mar. La localización exacta de la vivienda es la siguiente:

LATITUD	38.94997º
LONGITUD	-0.65282º

Tabla 4: Localización exacta de la vivienda. Fuente: Elaboración propia. Año:2022

CLIMA DE LA ZONA

A continuación, se presenta un mapa de España donde se detallan las diferentes zonas climáticas que hay. Se observa cómo en la Comunidad Valenciana están presentes tanto la Zona B como la Zona C.

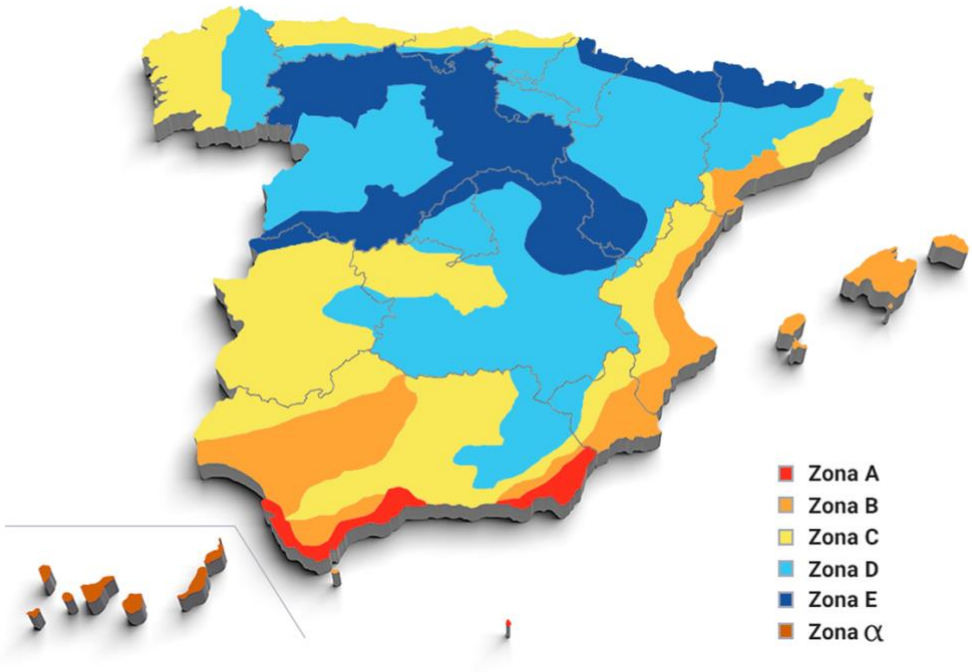


Ilustración 7: Mapa de España con las distintas Zonas Climáticas. Fuente: Gomez Group Metering. Año:2006

El municipio de Montesa pertenece a la zona climática[1] C2. En la siguiente tabla se muestran las Zonas Climáticas que se encuentran en España según detalla el CTE. Se aprecia cómo la provincia de Valencia pertenece a la zona B3, sin embargo, el municipio de Montesa pertenece a la zona C2 ya que existe un desnivel entre dicho municipio y la capital de la provincia de exactamente 325 metros.

[1] Apéndice D del CTE (Código Técnico de Edificación). Marzo de 2006.

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Ilustración 8: Zonas Climáticas de España. Fuente: CTE. Año: marzo de 2006

Para detallar el clima de Montesa usaremos los datos recogidos en la estación meteorológica de Onteniente, municipio de la Comunidad Valenciana que se encuentra a 23 kilómetros de distancia de Montesa. La diferencia de altura entre los municipios de Onteniente y Montesa es de unos 50 metros, es por ello por lo que el clima en ambos municipios es prácticamente el mismo. De ahí que se estime el clima de Montesa en función de los datos recogidos en la estación meteorológica de Onteniente, ya que Montesa no dispone de una.

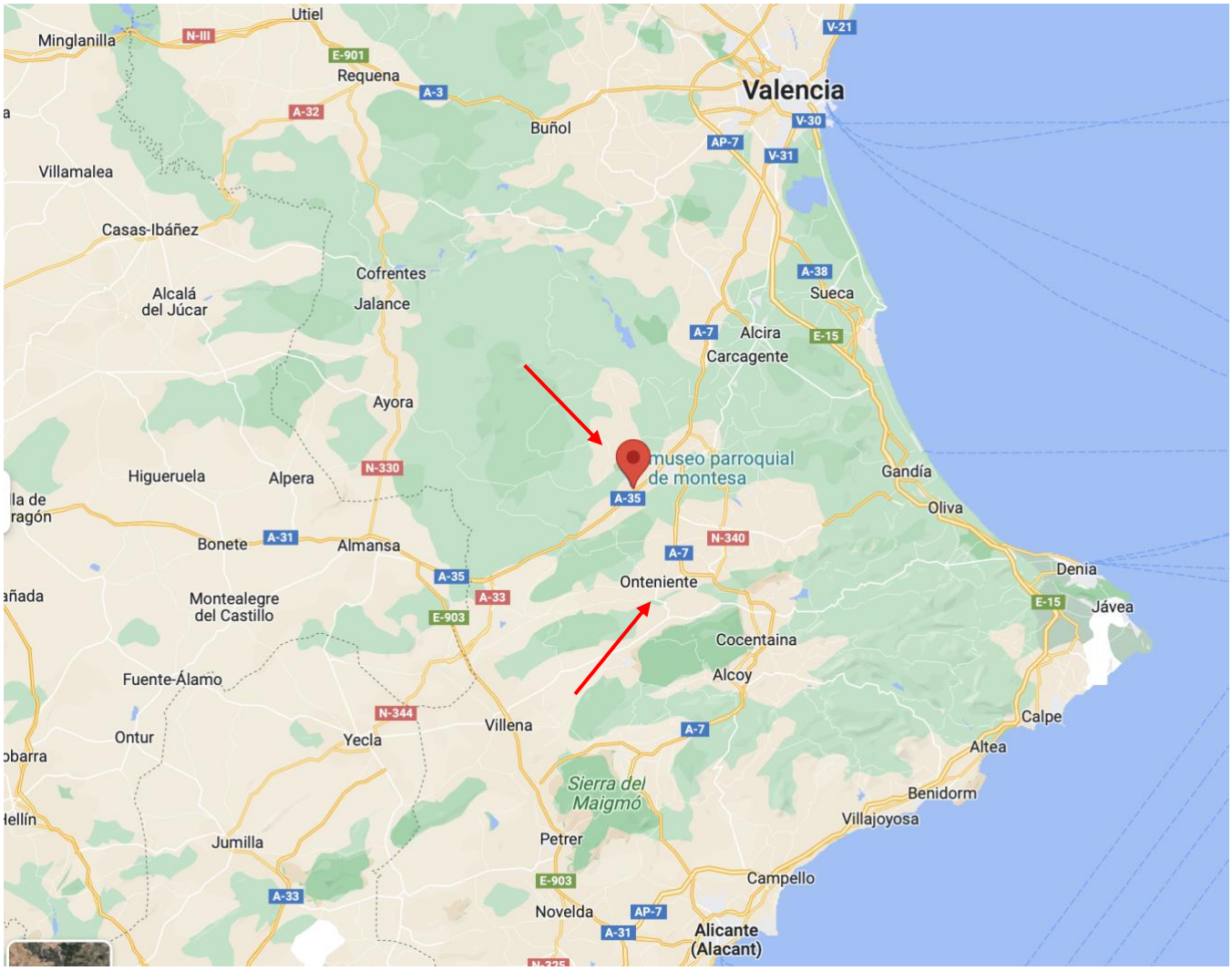


Ilustración 3: Mapa de la zona Montesa – Onteniente. Fuente: Google Maps. Año:2022

A continuación, se presentarán los datos recogidos en la estación meteorológica de Onteniente. Todos los datos que se presentan pertenecen a una base de datos de la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), recogidos desde enero de 2017.

TEMPERATURA

Para ilustrar la situación de las temperaturas a lo largo de los años en la región de Montesa, se procederá a mostrar unas tablas donde aparecen los siguientes datos para los distintos meses del año: temperatura máxima, media de las máximas, temperatura media, media de las mínimas y temperatura mínima. Más tarde, se recogerán dichos datos y serán presentados gráficamente para que se pueda comparar de una mejor manera cómo han ido evolucionando las temperaturas a lo largo de los años desde enero de 2017.

AÑO 2017

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima	20.2	20.7	30.7	32.1	33	39.6	39.8	40.9	36.9	N/A	26.9	20.6
Media de las máximas	13.5	16.2	21.1	22.5	27.4	33	33.9	32.5	29.5	N/A	20	15.6
Temperatura media	8.2	11	14.1	15.4	19.8	25.1	26.7	26.2	22.8	N/A	12.7	9.6
Media de las mínimas	2.9	5.8	7.1	8.3	12.1	17.2	19.5	19.8	16.2	N/A	5.5	3.7
Temperatura mínima	-4.2	-1.5	2	3.8	7.1	11.8	13.2	14.3	11.6	N/A	0.2	-3.6

Ilustración 4: Temperaturas Montesa año 2017. Fuente: AEMET. Año:2017

AÑO 2018

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima	25.6	22.3	27.9	29.3	30.1	38.2	41.7	39.8	36.9	31.3	24.3	N/A
Media de las máximas	16.6	13.7	18.6	21.2	25.7	30.3	35.1	34	28.4	22.4	16.9	N/A
Temperatura media	10.9	8.6	12.8	14.9	18.6	23.1	27.5	27.2	23	17	12.3	N/A
Media de las mínimas	5.2	3.5	6.9	8.7	11.4	15.8	19.9	20.3	17.5	11.7	7.7	N/A
Temperatura mínima	-0.3	-2.2	-1.7	5.2	5.1	11.7	17.7	15.5	11.8	4.7	3.2	N/A

Ilustración 5: Temperaturas Montesa año 2018. Fuente: AEMET. Año:2018

AÑO 2019

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima	20.2	N/A	28.7	28.8	32.1	38.3	40.8	42.2	36.2	33.3	N/A	23.6
Media de las máximas	15.8	N/A	20.6	19.6	25.8	30.8	34.6	34.2	28	24.7	N/A	16.5
Temperatura media	9.4	N/A	13.2	14.4	18.6	22.7	27.1	26.8	22.8	18.6	N/A	11.7
Media de las mínimas	2.9	N/A	5.9	9.1	11.4	14.7	19.5	19.3	17.7	12.6	N/A	7
Temperatura mínima	-3.5	N/A	0.7	5.7	6.3	9.4	17	14.8	13	7.3	N/A	1.6

Ilustración 6: Temperaturas Montesa año 2019. Fuente: AEMET. Año:2019

AÑO 2020

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima	19.7	26	28.5	25.3	32.3	35.3	40.7	N/A	34.3	31.9	28.3	21.8
Media de las máximas	14.8	20.8	17.2	19.5	26.5	30.6	33.2	N/A	29.2	24.5	19.2	15.9
Temperatura media	9.3	13.9	12.6	14.9	19.8	23.2	26.5	N/A	22.2	17.2	13.8	10.3
Media de las mínimas	3.8	7	8.1	10.2	13.2	15.9	19.8	N/A	15.2	9.9	8.5	4.7
Temperatura mínima	0.1	1.9	3.3	4.6	9.6	11.8	16.4	N/A	9.3	4.8	2.6	-1.4

Ilustración 7: Temperaturas Montesa año 2020. Fuente: AEMET. Año:2020

AÑO 2021

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima	26.4	22.1	25.8	28.4	N/A	N/A	42.1	44.8	35.7	29.4	24	22.3
Media de las máximas	14.3	17.2	17	18.7	N/A	N/A	35.3	33.6	29	24.1	16.3	16.9
Temperatura media	9.3	12.1	11.6	13.7	N/A	N/A	27.2	26.9	23.2	18.4	11.2	12
Media de las mínimas	4.2	7	6.1	8.8	N/A	N/A	19.2	20.1	17.4	12.7	6.1	7.1
Temperatura mínima	-4.2	2	1.5	2.8	N/A	N/A	15.2	16.5	13.9	8.5	2	2.5

Ilustración 8: Temperaturas Montesa año 2021. Fuente: AEMET. Año:2021

A continuación, se presentará un gráfico donde se han recogido los valores de temperatura desde enero de 2017 hasta diciembre de 2021. Con dicho gráfico se podrá apreciar como han ido evolucionando las temperaturas en los últimos años. Aparecerán tres gráficas distintas en la misma ilustración: media de las máximas, temperatura media y media de las mínimas.

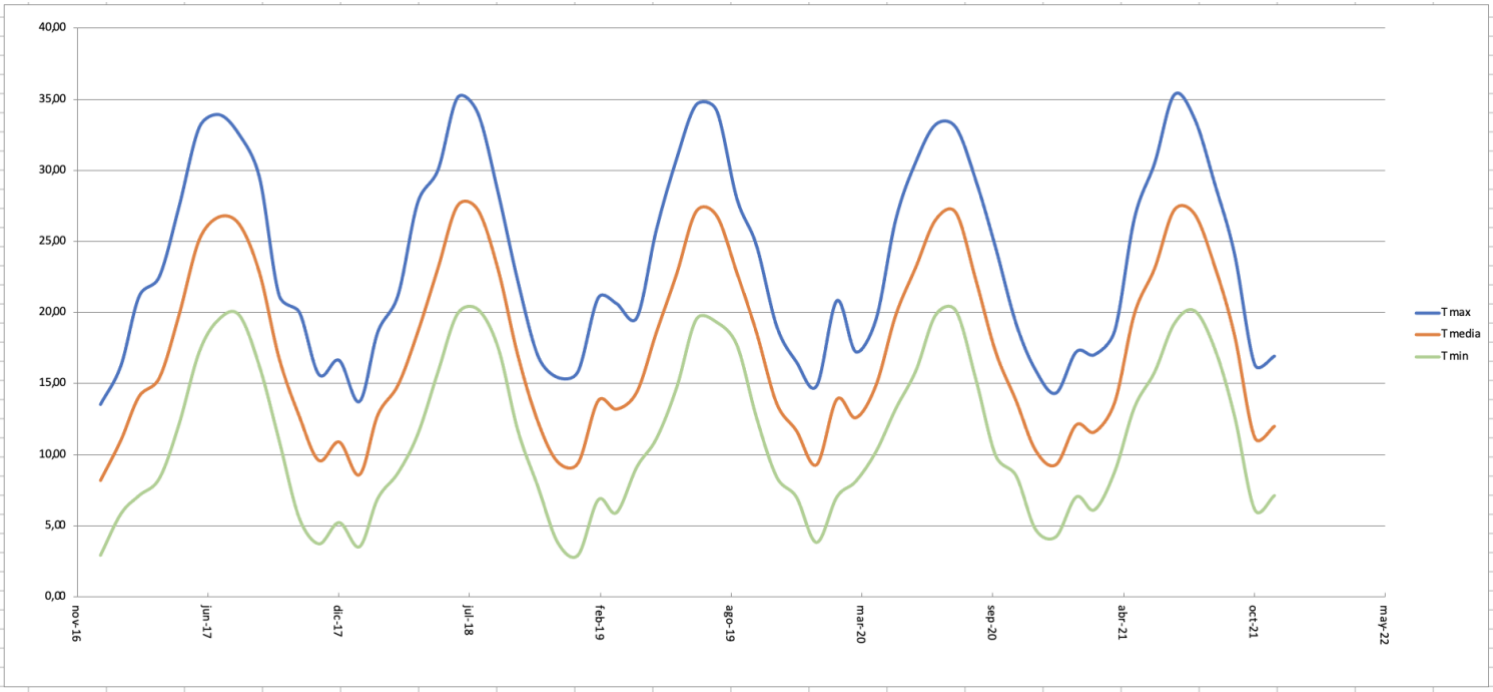


Ilustración 9: Histórico de temperaturas (enero17 – diciembre 21). Fuente: Elaboración propia. Año:2022

Como se puede apreciar, las distintas gráficas presentan una considerable regularidad a lo largo de los años. La media de las temperaturas máximas alcanza valores alrededor de los 35ºC en los meses más cálidos del año, mientras que la media de las temperaturas mínimas alcanza valores alrededor de los 4ºC en los meses más fríos del año.

De todos los datos representados, se puede observar que la mayor temperatura registrada fue en agosto de 2021. En concreto, fue el 15 de agosto de 2021 cuando se

registró una temperatura de 44.8ºC. Por ello nos centraremos en este día de cara a la valoración de la situación mas desfavorable en verano en cuanto a las temperaturas.

En cuanto a las temperaturas en invierno, se observa que, tanto en enero de 2017 como en enero de 2021, se alcanzó una temperatura mínima de -4.2ºC. La media de las temperaturas mínimas fue inferior en enero de 2017, por ello, a la hora de analizar la situación más desfavorable, nos centraremos en enero de 2017. En concreto, hablaremos del 18 de enero de 2017, ya que fue el día donde se alcanzó una temperatura mínima nunca registrada de -4.2ºC.

TEMPERATURA MÁXIMA

El mes de agosto del año 2021 fue el mes más caluroso. La media de las temperaturas máximas fue de 33.6ºC. El 15 de agosto se registró un pico de 44.8ºC. A continuación, se presenta la gráfica de las temperaturas del mes de agosto de 2021.

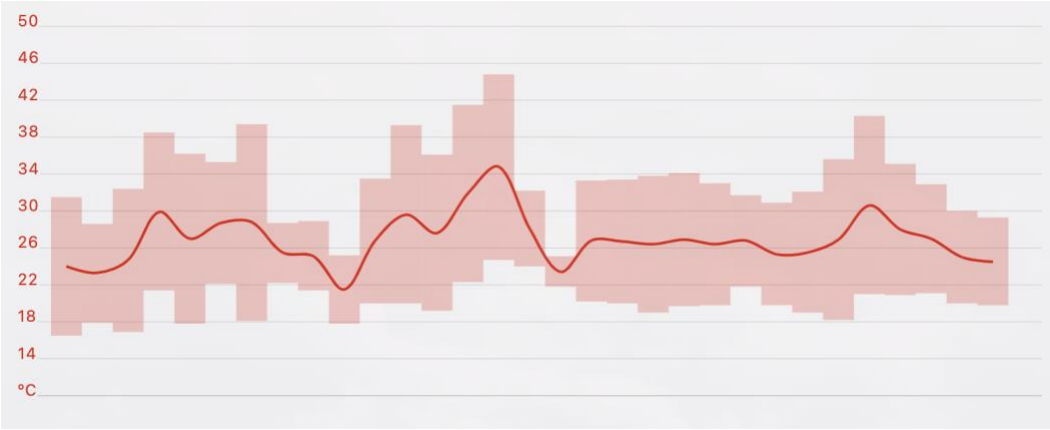


Ilustración 10: Temperaturas agosto 2021. Fuente: AEMET. Eje x: días del mes de agosto. Eje y: ºC. Año: 2021

TEMPERATURA MÍNIMA

El mes de enero de 2017 fue el mes donde se registraron las temperaturas más. La media de las temperaturas mínimas fue de 2.9ºC. El 18 de enero de 2017 se registró un pico de - 4.2ºC.

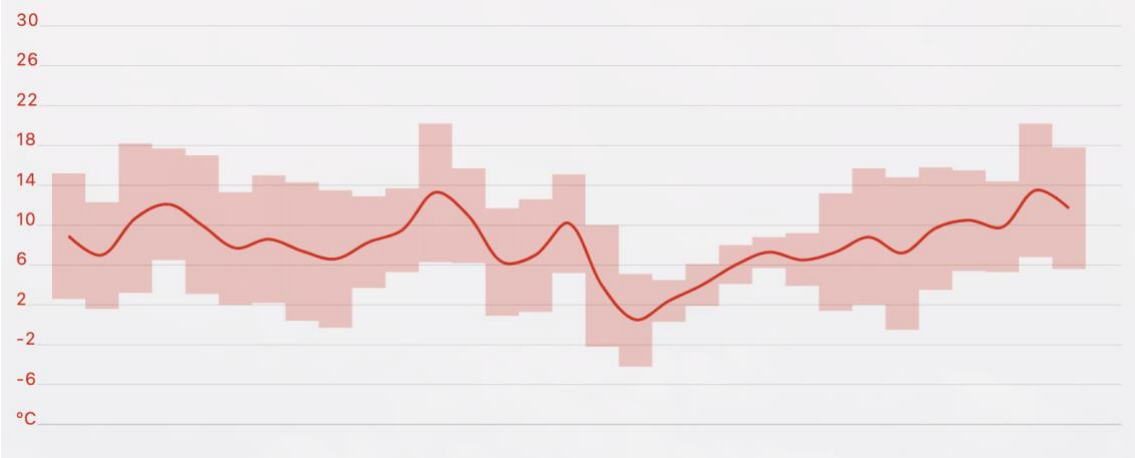


Ilustración 11: Temperaturas enero 2017. Fuente: AEMET. Eje x: días del mes de enero. Eje y: ºC. Año:2017

VIENTO

El valor básico de la velocidad del viento corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un período de 10 minutos, tomada en una zona plana y desprotegida frente al viento a una altura de 10 m sobre el suelo[2].

A continuación, se presentará un mapa con las distintas zonas de viento que se presentan en España según detalla el Anejo D del CTE en el apartado de *Seguridad Estructural – Acciones en la edificación.*



Ilustración 12: Valor básico de la velocidad del viento. Fuente: Anejo D del CTE, SE-AE. Año:Marzo de 2006.

[2] CTE: Documento Básico SE-AE. Marzo de 2006.

Como se pueda observar en el mapa, el municipio de Montesa pertenece a la Zona B, cuya velocidad básica del viento es de 27 km/h.

A continuación, trataremos de aproximar con la mayor precisión posible la dirección del viento, pues este concepto es tan importante como la velocidad de este. Para ello, nos apoyaremos en lo que se denomina *Mapa Eólico Ibérico,* El cual es proporcionado por el CENER (Centro Nacional de Energías Renovables).

Haciendo uso exacto de las coordenadas de la vivienda en el *Mapa Eólico Ibérico*, obtenemos la siguiente Rosa de Vientos, la cual consiste en un recurso de gran ayuda que nos permite definir la dirección del viento en una zona determinada.

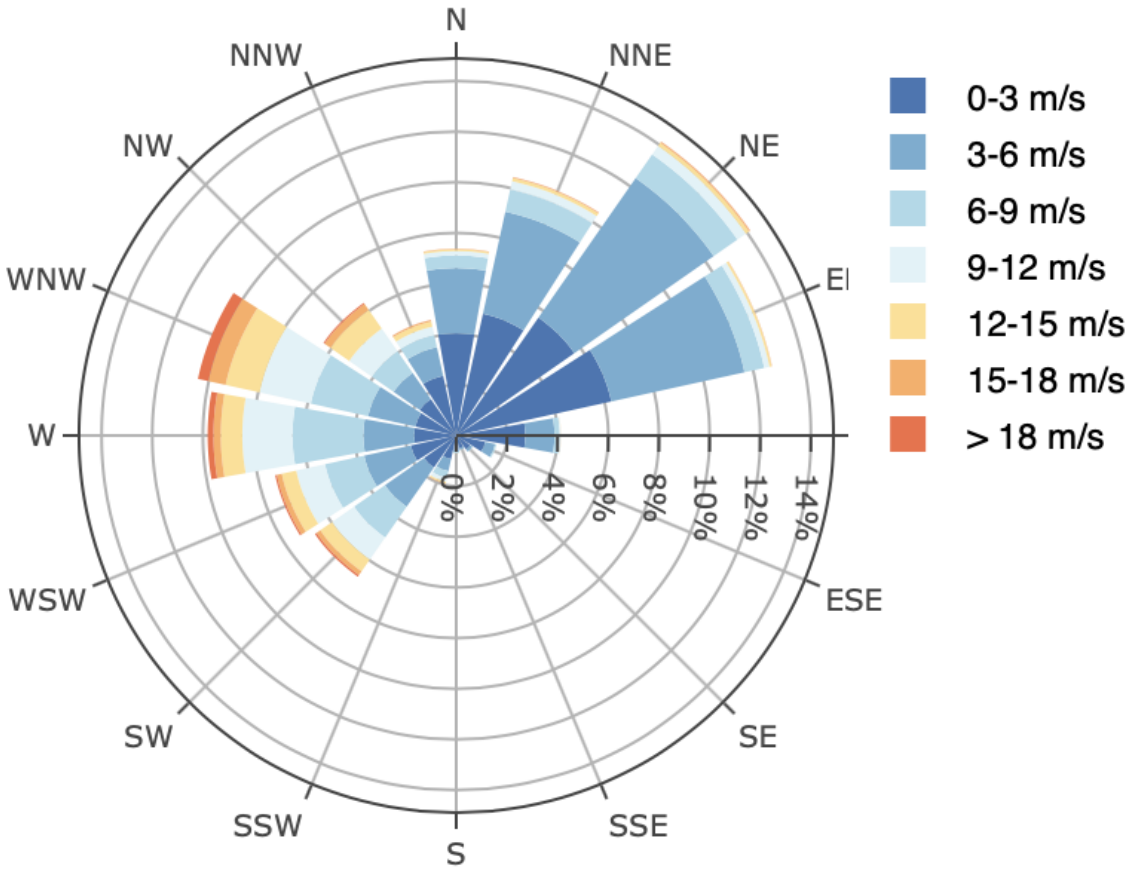


Ilustración 13: Rosa de Vientos para la vivienda. Fuente: CENER. Año:2018

Como podemos observar, la dirección predominante es NE (Noreste). Sin embargo, observamos que las rachas de viento más fuertes se presentan principalmente en la dirección WNW (Oeste-Noroeste) y W (Oeste).

HUMEDAD

La humedad es un concepto que debemos tener presente de cara a la climatización de una vivienda, hablaremos de humedad relativa. La humedad relativa (HR) es la expresión porcentual de la cantidad de vapor de agua presente en el aire con respecto a la máxima posible para unas condiciones dadas de presión y temperatura[3].

Para comentar la humedad de la zona en la que se encuentra la vivienda, recurriremos al *Instituto Geográfico Nacional.* A continuación, se presentará un mapa de España donde se pueden diferenciar los distintos valores de humedad relativa media anual que se dan en el territorio nacional.

[3] RAE (Real Academia Española). Año: 1713.

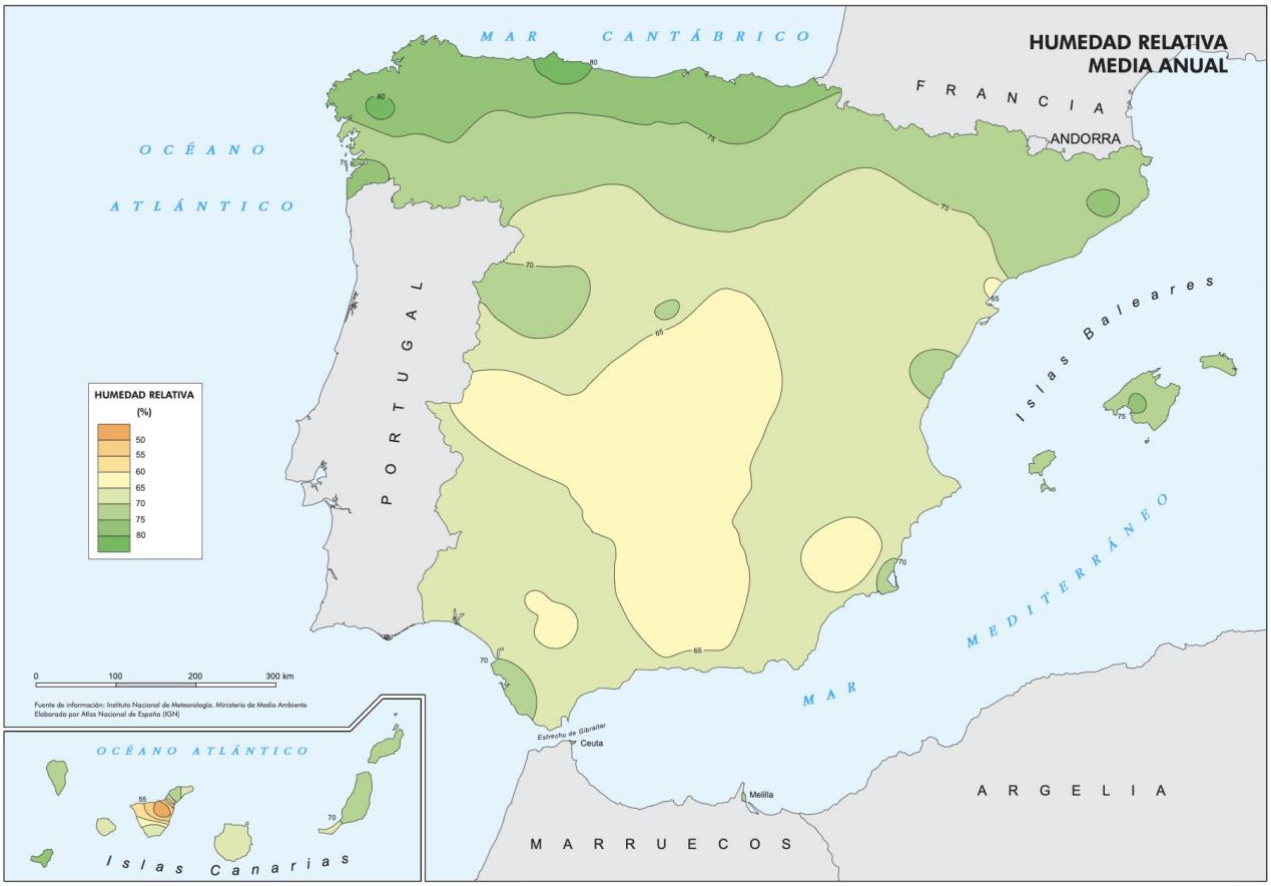


Ilustración 14: Humedad Relativa Media Anual en España. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Año:2006

Como podemos observar, el municipio de Montesa pertenece a la zona de color verde claro, lo cual quiere decir que en dicha zona aparecen unos valores de humedad relativa entre el 70% y el 75% a lo largo del año.

PRECIPITACIÓN

La precipitación media anual de la localidad de Montesa se presenta a continuación, mediante un mapa con la precipitación media anual proporcionado por el *Instituto Geográfico Nacional.*

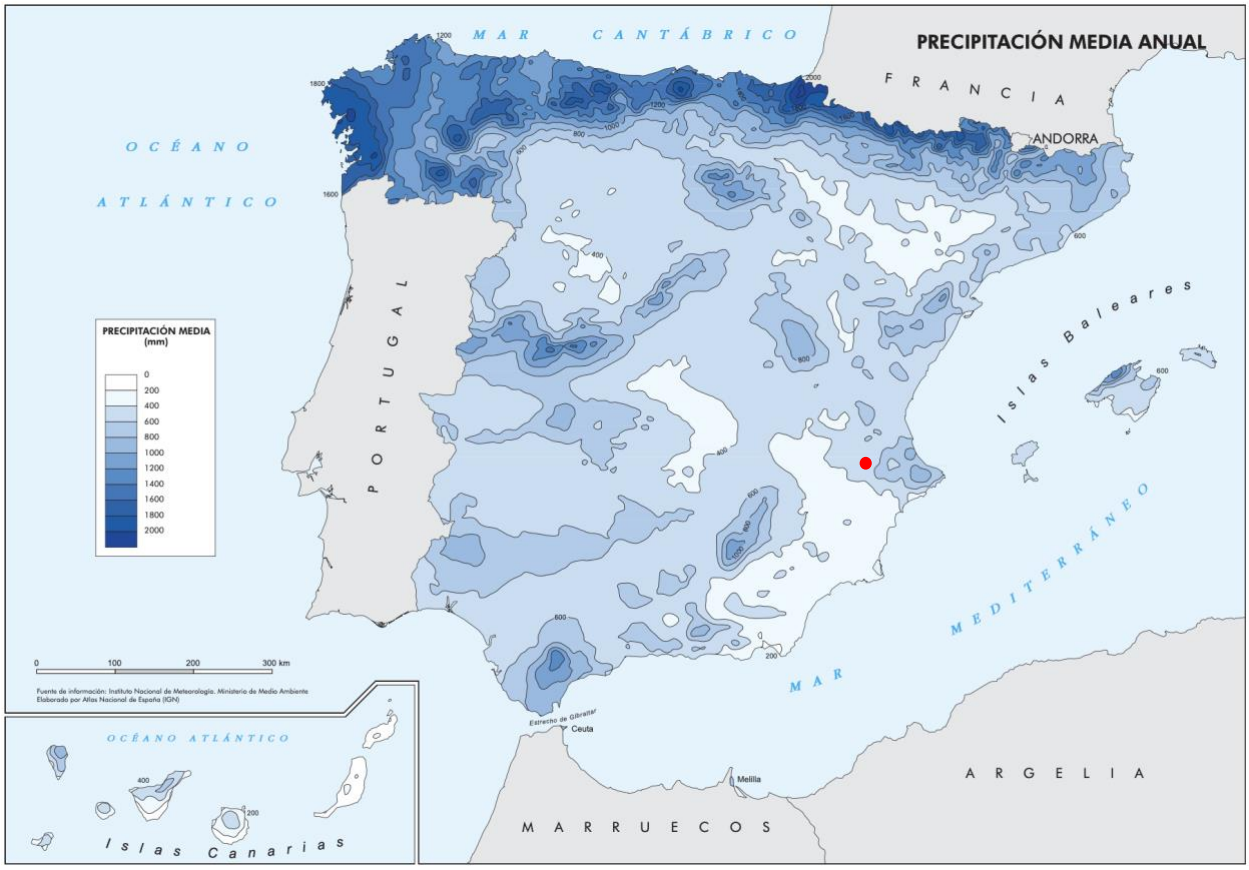


Ilustración 15: Precipitación Media Anual en España. Fuente: Instituto Geográfico Nacional. Año:2016

En el mapa aparece un punto rojo, haciendo referencia a la zona donde se encuentra el municipio de Montesa. Dicha zona a la que pertenece de color azul claro presenta una precipitación media entre 400 y 600 mm.

Por lo tanto, concluiremos acerca de las precipitaciones que Montesa se encuentra en una zona seca donde las precipitaciones no son muy abundantes. Para reforzar dicha

conclusión, a continuación, se representarán los valores de precipitación al mes en diferentes años según se ha ido recogiendo en la estación meteorológica de Onteniente.

Precipitación	99.6	48.6	22.8	11.2	14	64.8	1.2	15.2	112.8	31.4	77.6	N/A

Ilustración 16: Precipitaciones año 2018. Fuente: AEMET. Año:2018

Precipitación	68.4	3.4	46.8	108.8	N/A	N/A	8.6	33	132.8	68	40.8	4

Ilustración 17: Precipitaciones año 2021. Fuente: AEMET. Año:2021

CONCLUSIONES

Se concluye a la vista de los resultados climatológicos de Montesa, que lo más probable sea que a la hora de calcular las cargas de verano, estas presenten unos valores elevados debido a las condiciones exteriores. Por lo contrario, las cargas de invierno no presentarán unos valores tan extremos.

En adelante, se presentará un tema donde nos centraremos en la vivienda. Se presentarán los planos, así como sus dimensiones, además de tratar aspectos importantes de cara a la climatización de la vivienda como su orientación. Además, se comentará acerca de los materiales que conforman la vivienda.

LA VIVIENDA

En el presente capítulo nos centraremos en resolver cuestiones acerca de la vivienda como infraestructura. En un primer momento, se tratará la zona concreta en la que se encuentra la vivienda. Se presentarán los planos y se comentará los distintos pisos que conforman la vivienda, así como la funcionalidad de cada planta.

Asimismo, se comentará el total de los metros cuadrados por planta que tiene la vivienda que tendremos que climatizar, así como una breve descripción de las distintas salas de cada piso de la vivienda.

Adicionalmente, se comentarán las condiciones climáticas que se han de dar en el interior de la vivienda una vez se haya climatizado según dictamina el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Por último, se comentará brevemente acerca de los materiales que conforman la vivienda, así como su orientación. Estos conceptos serán tratados con mayor profundidad en posteriores capítulos, donde se comentará la transmisión térmica de los materiales de los que está hecha la vivienda.

ASPECTOS SOBRE LA ZONA EN LA QUE SE ENCUENTRA LA VIVIENDA

La vivienda es propiedad de la Doctora Rodrigo Simón. Se encuentra en C/ EL MIG Nº3. Este Proyecto aborda la climatización de una casa medieval, dedicada tanto a un uso familiar como a la celebración de eventos culturales y sociales. Esta vivienda forma parte de un conjunto histórico protegido, denominado Núcleo Histórico Tradicional (NHT).

A continuación, se presentará una ilustración donde se aprecia cómo la vivienda en cuestión pertenece a lo que se conoce como NHT de Montesa. La ilustración pertenece al Plan General de Montesa (junio, 2013).

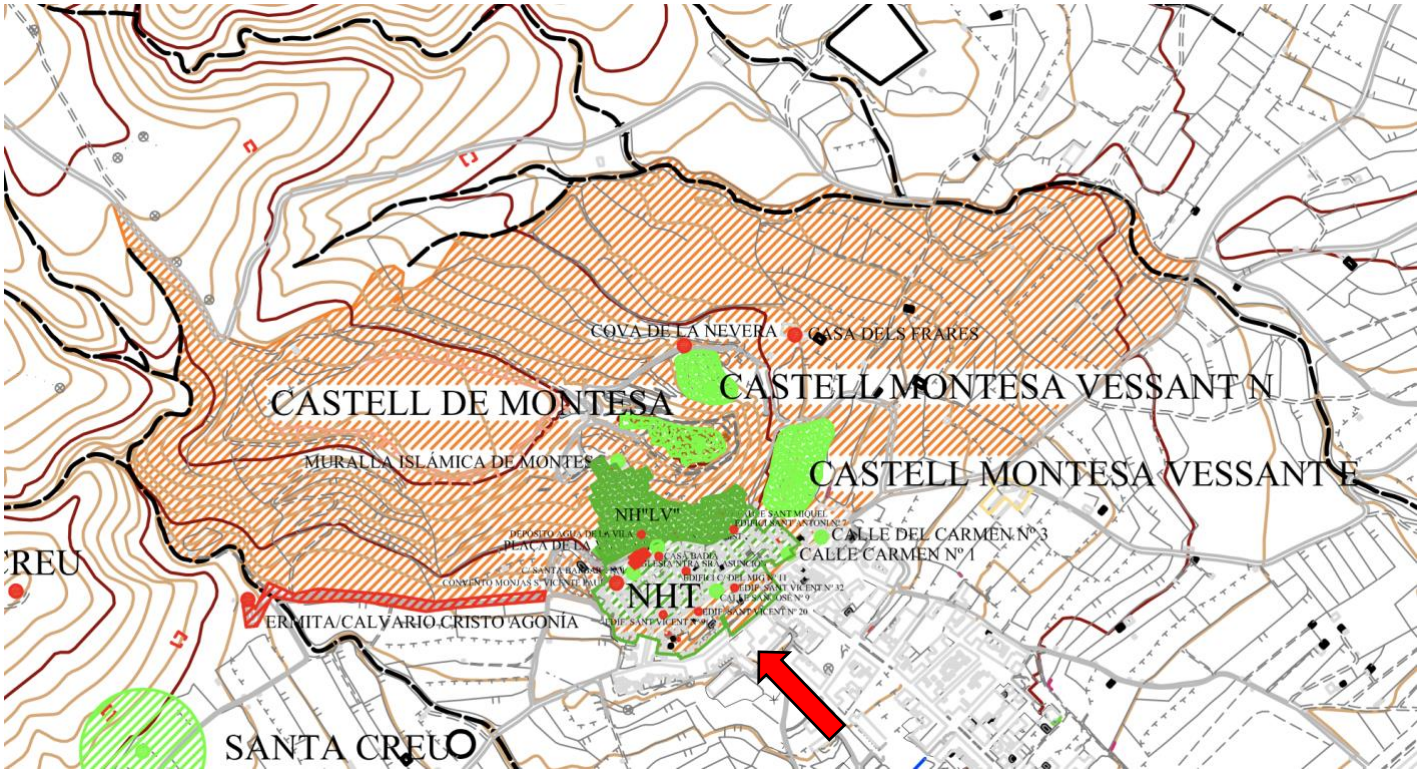


Ilustración 98: Mapa de Montesa. Fuente: Plan General de Montesa. Junio de 2013.

El hecho de pertenecer a lo que se conoce como NHT, supone una serie de consideraciones sobre la vivienda. Aparece el término Bienes de Relevancia Local (BRL), el cual establece que: *''Son Bienes de Relevancia Local todos aquellos bienes inmuebles que, no reuniendo los valores suficientes para justificar su declaración como bienes de interés comunitario, destacan en el ámbito comarcal o local''*[4].

[4] Art. 46 de la Ley 4/1998, Patrimonio Cultural Valenciano (11 de junio 1998).

La vivienda en cuestión no fue considerada en un principio BRL, sin embargo, actualmente se ha modificado el artículo 50 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano, afectando al actual Régimen de protección del NHT como BRL: *''...Asimismo podrán proponer la calificación como Bienes de Relevancia Local a los núcleos históricos tradicionales existentes en su término municipal, o a una parte de los mismos, cuando sus valores patrimoniales así lo merezcan*[5]*..."*

Dicho lo cual, se tendrá en cuenta a lo largo del Proyecto el hecho de que la vivienda sea considerada BRL. Según esto[6]: todo propietario de inmuebles tiene la obligación de conservarlos en condiciones de seguridad, salubridad y ornato público como se expresa en todos los casos en las diferentes legislaciones urbanísticas autonómicas. Si bien, cabe detallar que dicha vinculación se presenta con mayor grado de exigencia en el caso de los bienes catalogados y en los declarados de interés cultural.

El hecho de que la vivienda pertenezca a esta zona en concreto de Montesa supone una serie de consecuencias. Por el mero hecho de ser parte del NHT supone que la vivienda es considerada un Espacio de Protección Arqueológica (EPA). Cabe señalar que el Núcleo Histórico Tradicional se considera, en virtud de la Disposición Adicional Quinta, Bien de Relevancia Local, en el que se aplicarán las cautelas arqueológicas exigidas en el Art.62 de la ley 4/1998 de la Ley del Patrimonio Cultural Valenciano[7].

[5] Plan General de Montesa (junio, 2013).
[6] Molina Giménez, A. (2012).
[7] Plan General de Montesa (junio, 2013).

Pese a todo ello, el objetivo del Proyecto no es otro mas que el de la climatización de la vivienda. Dicho esto, en ningún momento la intención es la de llevar a cabo una

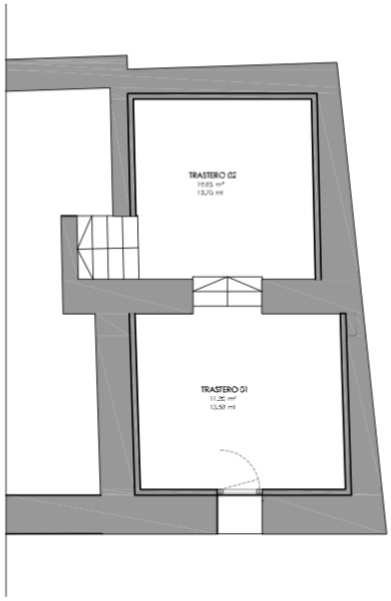
serie de obras donde se proceda a la excavación de la tierra en la que se encuentra la vivienda, por lo que no se tendrán en cuenta posibles actuaciones arqueológicas o paleontológicas las cuales son respaldadas y protegidas según se detalla en la Ley de Patrimonio Cultural Valenciano.

DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La vivienda que se va a climatizar tiene como fin la de ser un lugar habitable como vivienda familiar. Además, servirá para la acogida de eventos socioculturales, conciertos de cámara, veladas culturales, etc.

La infraestructura consta de 4 plantas distintas: planta sótano, planta baja, planta primera y planta segunda. A continuación, se presentarán los planos para cada planta de la vivienda, detallando la superficie a climatizar de cada planta, así como la funcionalidad de cada planta.

PLANTA SÓTANO:



PROMOTORA: Dª. ANA RODRIGO SIMÓN
C/ EL MIG, Nº3 - MONTESA - (VALENCIA)
PROPUESTA 01 - PLANTA SÓTANO
ESCALA: 1/100 Nº01

NOTA:
- PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN
SE TOMARAN MEDIDAS REALES EN OBRA.

Ilustración 19: Plano Planta Sótano. Fuente: Dr. Rodrigo Simón. 2015

En el sótano de la vivienda habrá dos trasteros, lo que quiere decir que no estará destinado a la presencia de ningún dormitorio o de ninguna sala de estar, es por ello por lo que no se considera la climatización de dicha planta. A continuación, se presentan las dimensiones de dicha planta.

Trastero 01	11.30 m^2
Trastero 02	10.05 m^2

Tabla 2: Dimensiones planta sótano. Fuente: elaboración propia. 2022

PLANTA BAJA:

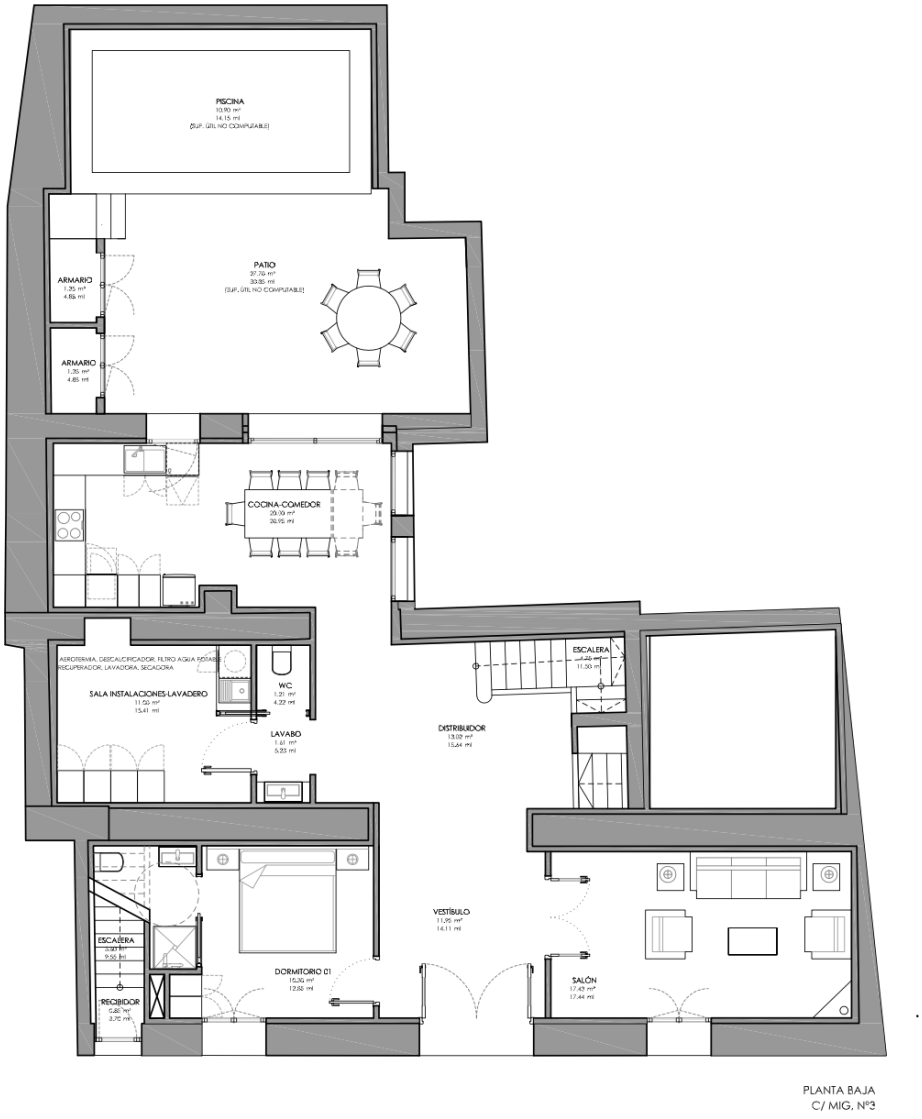


Ilustración 100: Plano Planta Baja. Fuente: Dr. Rodrigo Simón. 2015

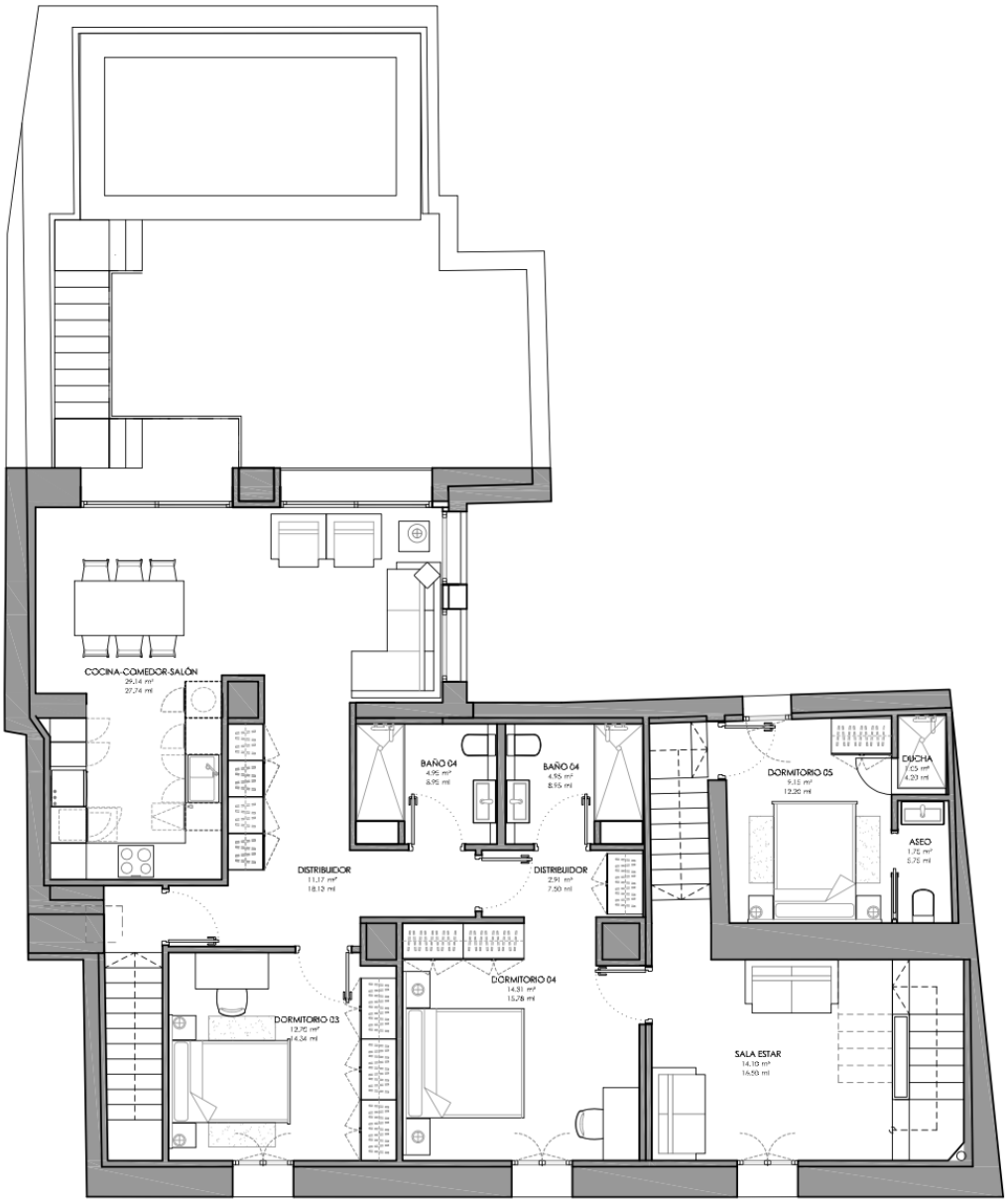
En la planta baja de la vivienda habrá un dormitorio, un salón, una cocina-comedor, además del patio y la piscina. Dicha planta estará destinada principalmente a la acogida de diversos eventos socioculturales. El patio de la vivienda será una estancia clave en la vivienda, pues será el centro de toda actividad cultural que se lleve a cabo en la vivienda. La cocina-comedor también presentará una importante función dentro de la vivienda, ya que será el foco de atención de cualquier posible evento de cocina que se lleve a cabo en la vivienda. Ni el patio ni la piscina requieren de climatización. A continuación, se presentan las dimensiones de dicha planta.

Salón	17,43 m^2
Vestíbulo	11,95 m^2
Dormitorio 01	10,30 m^2
Distribuidor	13,02 m^2
Lavabo	1,61 m^2
WC	1,21 m^2
Sala instalaciones lavadero	11,00 m^2
Cocina-comedor	20,00 m^2
Patio	27,70 m^2
Piscina	10,90 m^2

Tabla 3: Dimensiones planta baja. Fuente: elaboración propia. 2022

El total de la superficie a climatizar en la planta baja es de 86,52 m^2.

PLANTA PRIMERA:



PLANTA PRIMERA
C/ MIG, Nº3

PROMOTORA: Dª. ANA RODRIGO SIMÓN
C/ EL MIG, Nº3 - MONTESA - (VALENCIA)
PROPUESTA 01 - PLANTA PRIMERA
ESCALA: 1/100 Nº03

NOTA:

- PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN
SE TOMARAN MEDIDAS REALES EN OBRA.

Ilustración 21: Plano Planta Primera. Fuente; Dr. Rodrigo Simón. 2015.

En la planta primera se encuentran tres dormitorios, dos baños, una sala de estar y una cocina-comedor-salón. Esta planta está dedicada a la vivienda de la familia, es el lugar donde se hospedarían los dueños de la vivienda. La cocina-comedor-salón es un lugar privado de la vivienda donde se podrá tanto cocinar como disfrutarlo como sala de lectura. A continuación, se presentan las dimensiones de dicha planta.

Sala estar	14,10 m^2
Dormitorio 03	12,70 m^2
Dormitorio 04	14,81 m^2
Dormitorio 05	9,15 m^2
Aseo	1,75 m^2
Ducha	1,05 m^2
Baño 03	4,95 m^2
Baño 04	4,95 m^2
Distribuidor	2,91 m^2
Distribuidor	11,17 m^2
Cocina-comedor-salón	29,14 m^2

Tabla 4: Dimensiones planta primera. Fuente: elaboración propia. 2022

El total de la superficie a climatizar en la planta primera es de 106,68 m^2.

PLANTA SEGUNDA:

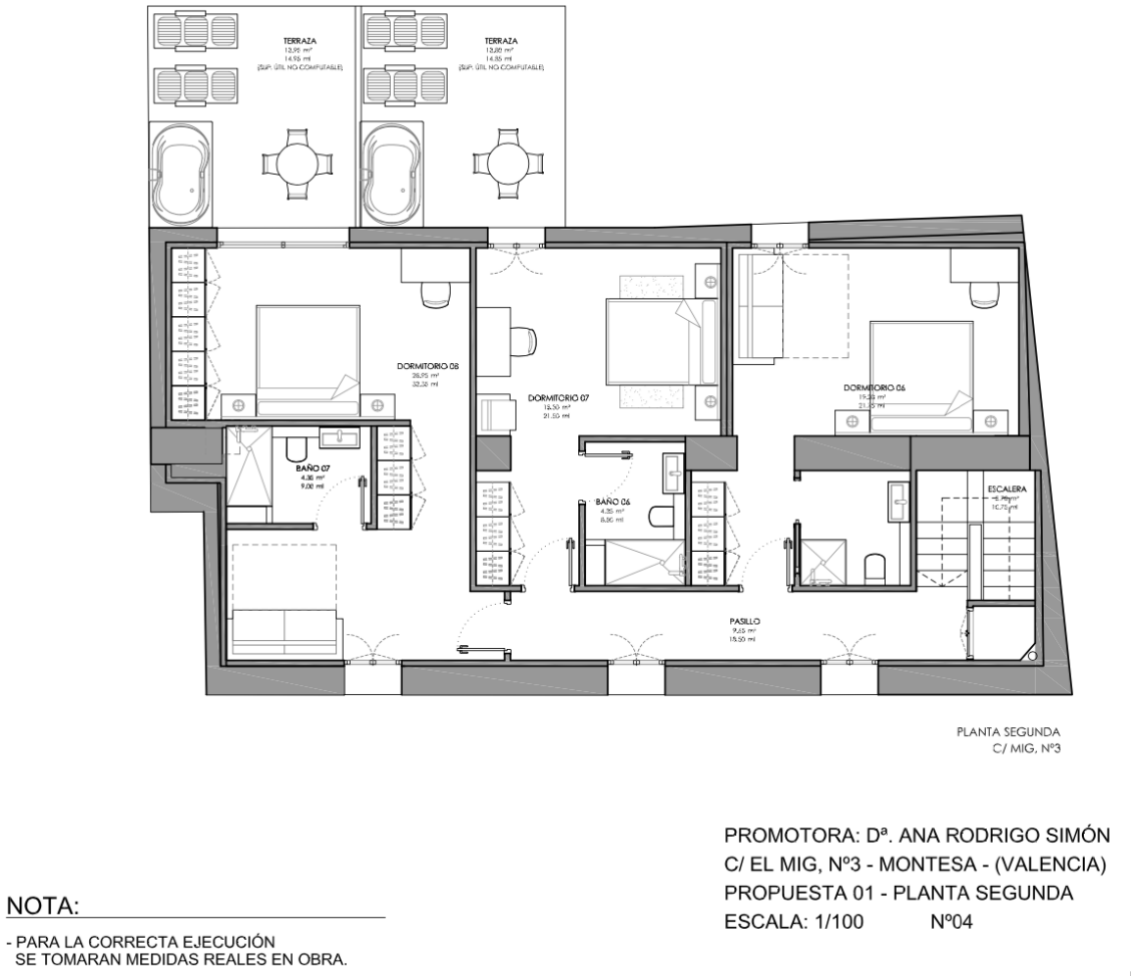


Ilustración 22: Plano Planta Segunda. Fuente; Dr. Rodrigo Simón. 2015.

En la planta segunda se encuentran tres dormitorios con tres baños. La funcionalidad de esta planta es la de acoger a los invitados y ofrecerles un lugar donde hospedarse. En esta planta hay dos terrazas, donde los invitados podrán disfrutar de la tranquilidad que estos espacios ofrecen. Dichas terrazas no se pretenden climatizar. A continuación, se presentan las dimensiones de dicha planta.

Dormitorio 06	19,20 m^2
Dormitorio 07	18,30 m^2
Dormitorio 08	28,95 m^2
Baño 05	4,35 m^2
Baño 06	4,35 m^2
Baño 07	4,35 m^2
Pasillo	9,65 m^2
Terraza 1	13,95 m^2
Terraza 2	13,80 m^2

Tabla 5: Dimensiones planta segunda. Fuente: elaboración propia. 2022

El total de la superficie a climatizar en la planta segunda es de 89,15 m^2.

CONDICIONES CLIMÁTICAS INTERIORES

Del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, obtenemos las exigencias de calidad térmica del ambiente (I.T.1.1.4.1.), los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Estación	Temperatura Operativa ºC	Humedad Relativa %
Verano	23…25	45…60
Invierno	21…23	40…50

Tabla 6: Exigencias de la calidad del ambiente. Fuente: RITE. 2007

ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA

La orientación es un concepto muy relevante que tratar cuando se habla de climatización. En el presente capítulo se comentará brevemente la orientación que presenta la vivienda, para posteriormente en otros capítulos hablar sobre las implicaciones de dicha orientación.

La orientación es un concepto muy relevante ya que de ella nacen lo que se conoce como *Coeficientes de Régimen* (incrementos por orientación), de los que posteriormente se hablará y los cuales son factores importantes de cara al cálculo de la potencia térmica intercambiada por la vivienda con el exterior. Asimismo, se comentará acerca de los *Factores de Viento* en función de la orientación de la sala que se esté climatizando.

La fachada principal de la vivienda tiene orientación Suroeste.

MATERIALES DE LA VIVIENDA

Los materiales que se han usado para la construcción de la vivienda son muy importantes de cara a la climatización de esta, ya que el coeficiente de transmisión que presenta cada material es un factor determinante a la hora del cálculo de las cargas tanto de invierno como de verano.

Como materiales a tratar, se hablará de aquellos que conforman: muros exteriores, tejado, ventanas (cristales) y suelo.

La cubierta de la casa está formada por tejas curvas, pues presentan una superficie cilíndrica. Las tejas son piezas que están fabricadas a base de arcilla. Los muros exteriores están hechos principalmente de piedra. En cuanto al suelo de la vivienda, la planta baja

está hecha de piedra, mientras que tanto la primera como la segunda planta están hechas de madera

En posteriores capítulos se especificarán los coeficientes de transmisión que presentan los materiales elegidos y las implicaciones que conllevan de cara al cálculo de cargas.

CONCLUSIONES

Se concluye que la vivienda se encuentra en una zona protegida, pues es considerada un Bien de Relevancia Local, si bien es verdad que las leyes no son tan estrictas con estos emplazamientos como lo son con los Bienes de Interés Cultural (BIC), de los cuales se precisa un mantenimiento y saneamiento constante.

Vistos los planos de la casa, la totalidad de los metros cuadrados de la vivienda a climatizar asciende a 282,35 m^2.

En adelante, se presentará el cálculo de las cargas tanto de invierno como de verano. Para ello, se estudiarán los coeficientes de transmisión térmica de los materiales, así como las cargas internas provocadas por la iluminación, los equipos, o bien sea las personas presentes.

CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO.

En el presente capítulo nos centraremos en resolver la cuestión acerca del cálculo de las cargas térmicas de invierno, de cara a la calefacción de la vivienda en los meses más fríos del año.

En un primer instante, se llevará a cabo una explicación teórica sobre cómo se efectúa el cálculo correspondiente a las cargas de invierno, explicando detalladamente los diferentes conceptos y cargas que puedan aparecer.

En segundo lugar, se volverán a retomar los planos de la vivienda, de modo que se ponga en práctica la teoría explicada para poder calcular las cargas térmicas de las partes de la vivienda que se pretenden climatizar.

Por último, se presentarán los cálculos realizados para, en posteriores capítulos, determinar los elementos necesarios que se encargarán de la climatización de la vivienda. Cabe destacar el hecho de que la información técnica formulada en el presente tema ha sido fruto de la recogida de información en el libro de texto *Manual de Calefacción*[8].

CALEFACCIÓN

Lo primero que se debe saber en cuanto al concepto de climatización, es el hecho de que ello implica la regulación tanto de la temperatura como de la humedad. Si se desea solo controlar la temperatura, entonces estaríamos hablando de un sistema de calefacción, no de un sistema de climatización.

[8] Jutglar Banyeras, L. Miranda, A.L. Villarubia, M. 2011.

Es importante definir y aclarar el concepto de carga de transmisión. Cuando hablamos de carga de transmisión. En invierno, se da por sentado el hecho de que la temperatura en el exterior de la vivienda es inferior al que se da en el interior de esta. Existirá pues, un flujo de calor desde el interior hacia el exterior de la vivienda, dicho flujo, cuantitativamente, es lo que se denomina carga de transmisión.

Asimismo, existen otro tipo de cargas que se han de mencionar. Es importante comentar el hecho de que una vivienda, al igual que cualquier espacio dedicado a la presencia de personas, ha de ser ventilado, es decir, debe haber aire entrando en la habitación de manera que haya una recirculación del aire por temas de salud como bien se establece en el RITE y cuyo tema será tratado más adelante. Dicho proceso de ventilación produce una salida de calor por el hecho de haber una entrada del exterior de aire frío, lo que se corresponde con lo que llamaremos carga de ventilación.

Además de las cargas ya mencionadas, es importante destacar el hecho de que los espacios dedicados a un local o en concreto a una vivienda, no están 100% aislados, es por ello por lo que aparecen entradas de aire frío del exterior totalmente involuntarias bien sea por ventanas, puertas o pequeños resquicios. A dichas entradas de aire frío de forma involuntaria las llamaremos carga de infiltraciones.

Por último, es importante hablar sobre el hecho de que en el interior de una habitación pueden aparecer aportaciones de calor, bien sea por la iluminación, maquinaria, o el mero hecho de la presencia de personas (calor metabólico). A dicho aporte de calor la llamaremos carga interna.

La suma de todas las cargas anteriormente definidas se denomina carga de calefacción:

$$\dot{Q} = \dot{Q_T} + \dot{Q_{V+I}} - \dot{Q_I} \qquad [1]$$

Siendo: $\dot{Q}$ la carga de calefacción;

$\dot{Q_T}$ carga de transmisión;

$\dot{Q_{V+I}}$ carga de ventilación e infiltraciones; y

$\dot{Q_I}$ carga interna.

Es importante entender el hecho de que la carga interna tiene un signo negativo en la fórmula, ya que supone una entrada de calor.

CALOR LATENTE – CALOR SENSIBLE

Es importante aclarar la diferencia entre calor latente y calor sensible de cara a la climatización de la vivienda. Como conceptos generales, hablamos de calor sensible al hecho por el cual una sustancia cambia de temperatura, pero no de estado; por lo contrario, el calor latente se refiere al hecho por el cual una sustancia cambia de estado, pero no de temperatura.

Aparecen los términos cargas térmicas sensibles y cargas térmicas latentes. El primero de ellos hace referencia a las cargas que darían paso a una variación en la temperatura, mientras que el segundo haría referencia a una variación de la humedad.

Una vez aclarados estos conceptos, es importante entender la diferencia entre el hecho de calefactar un lugar, o, por lo contrario, climatizarlo. No olvidemos que el objetivo de dicho Proyecto es el de la climatización de una vivienda. La diferencia entre calefactar un lugar o, por el contrario, climatizarlo es simple: La calefacción se refiere simplemente al hecho de regular la temperatura, mientras que por climatización se entiende el hecho de regular tanto la temperatura como la humedad del espacio objeto de estudio.

Es por ello por lo que en ocasiones dividiremos el cálculo de las cargas en sensibles y latentes, para una vez determinado el valor de cada uno, sumarlo y obtener el resultado final para dicha carga en concreto. Observaremos más adelante, cómo aparece este hecho en las cargas de ventilación e infiltraciones.

CARGA DE TRANSMISIÓN:

La carga de transmisión, anteriormente definida, será expresada en función del tiempo. Será pues, un calor por unidad de tiempo que atraviesa las distintas paredes, techos, ventanas, cerramientos… del local. Será expresado en sumatorio ya que, para el cálculo total del calor cedido, deberemos ir elemento por elemento para calcular la carga de transmisión total.

$$\dot{Q}_T = \sum_{i=1}^{i=n} K_i * S_i * (T_i - T_e) \qquad [2]$$

Siendo: K_i coeficiente global de transmisión;

S_i la superficie del cerramiento;

T_i la temperatura interior; y

T_e la temperatura exterior.

El cálculo de la carga de transmisión según la fórmula ya mencionada sería una forma correcta de hacer los cálculos, sin embargo, sería llegar al resultado final de manera expeditiva. Es por ello por lo que se tendrán en cuenta una serie de suplementos (z) de manera que el cálculo de la carga de transmisión sea más exacto:

a) Suplemento por interrupción

Este suplemento aparece cuando el sistema de calefacción del lugar a climatizar permanece apagado ciertas horas al día, pues supone un gasto energético el hecho de una interrupción en el servicio de calefacción. Dicho suplemento no lo tendremos en cuenta de cara a los cálculos acerca de nuestra vivienda, pues damos por hecho que en invierno queremos mantener el sistema de calefacción encendido en todo momento. Dicho suplemento se utilizaría de cara a locales comerciales o cualquier otro tipo de locales donde la actividad que se dé sea simplemente en ciertas horas al día.

b) Suplemento por orientación

Existe un suplemento que aparece en función de la orientación que tengan los cerramientos. Dicho suplemento aparece debido a la radiación solar, al grado de humedad de las paredes o por la influencia del viento, y todo ello supone un extra en la cantidad de calor que se pierde adicional al de la carga de transmisión. En la siguiente tabla se representan los valores de dicho suplemento en función de la orientación del cerramiento:

Orientación	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
z (tanto por uno)	0	0,025	0,075	0,125	0,175	0,175	0,125	0,075

Tabla 7: Suplemento por orientación. Fuente: Manual de Calefacción. Abril de 2011.

c) Suplemento por superficies frías

Existe otro suplemento que aparece por la presencia de superficies frías en el interior de un local, suelen ser grande superficies de vidrio. El principal motivo suele ser el hecho de que el cuerpo humano irradia calor debido al calor metabólico que va hacia dichas superficies grandes de vidrio. Sin embargo, no tendremos en cuenta dicho suplemento ya que las habitaciones de la vivienda que queremos climatizar no tendrán mas que pequeñas ventanas corrientes, es decir, no habrá grandes cristaleras ni ventanales grandes.

Vista una forma más precisa de calcular la carga de transmisión, una vez añadidos los suplementos que usaremos de cara a la climatización de nuestra vivienda, quedaría:

$$\dot{Q_T} = \sum_{i=1}^{i=n} [K_i * S_i * (T_i - T_e) * (1 + z)] \quad [3]$$

Siendo z el suplemento por orientación.

Cabe decir que no existe un criterio común de cara a la climatización de un espacio en función de cómo usar los posibles suplementos o si quiera hacer uso de ellos. Dependiendo del autor, se opta por hacer uso de ellos aplicándolos a habitación que se desee climatizar o el hecho de no contar con ellos, lo que supondría un aumento final del 20% sobre la carga total para obtener un valor final aproximado de lo que podría ser la potencia final.

En el presente Proyecto optaremos por el uso de los suplementos, en concreto del suplemento por orientación, el cual será aplicado sobre cada espacio que se climatice una vez se haya analizado la carga por transmisión correspondiente.

CARGA DE VENTILACIÓN E INFILTRACIONES

Como anteriormente se comentó, el concepto de infiltraciones se refiere al aire introducido desde el exterior que entra por los resquicios de los cerramientos; mientras que el concepto de ventilación se refiere al aire que voluntariamente dejamos entrar en la habitación por meros temas de salud y bienestar.

De cara a los posteriores cálculos, a modo de introducción, diremos que el cálculo de las cargas de ventilación e infiltraciones se llevará a cabo de manera separada y finalmente se escogerá el que mayor valor presente, no una suma de ambos. El cálculo será el siguiente: deberemos calcular el caudal de aire de infiltraciones y el de ventilación (existe un mínimo establecido por ley según se define en el RITE), y en función de dichos valores, escogeremos el valor superior para posteriormente calcular la correspondiente carga que representa.

A modo de resumen, a la hora de climatizar nuestra vivienda, es suficiente y correcto el hecho de calcular la carga de infiltraciones y obviar el producido por la ventilación, por el hecho de que como más adelante se observará y explicará más en detalle de forma numérica, el caudal de aire producido en una vivienda por parte de las infiltraciones será suficiente para ajustarse a los valores mínimos establecidos en el RITE como caudales de ventilación mínimos en una vivienda.

INFILTRACIONES

El modo en el que se calcularemos el caudal de aire debido a las infiltraciones en dicho Proyecto se llama método de las superficies. Dicho cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\dot{V}_1 = \sum I_1 * S_1 \qquad [3]$$

Siendo: I_1 la permeabilidad de las carpinterías expresada en $m^3/(h*m^2)$; y

S_1 la superficie del hueco (m^2).

El valor de la permeabilidad de las carpinterías al aire viene establecido en el CTE en función de la zona climática en la que se encuentre el lugar que se pretenda climatizar. Recordemos que la vivienda objeto de estudio se encuentra en la zona climática C2 como bien se definió en anteriores capítulos.

Del apartado 2.3 del CTE se comenta: *La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a los siguientes*[9]*: b) para las zonas climáticas C, D y E: 27 $m^3/(h*m^2)$.*

Es por ello por lo que el valor I_1 sobre la permeabilidad al aire de las carpinterías que usaremos en dicho Proyecto será de 27 $m^3/(h*m^2)$.

Posteriormente se explicará cómo calcular la correspondiente carga producida por las infiltraciones una vez se obtenga el valor del caudal de aire producido por dichas infiltraciones.

[9] Apartado 2.3 del CTE sobre la permeabilidad al aire de las carpinterías. Marzo de 2006.

VENTILACIÓN

En caso de que el aire provocado por las infiltraciones no sea suficiente para ventilar correctamente y ajustándose a los valores establecidos según el RITE, será necesario la entrada de aire exterior para alcanzar los valores mínimos deseados.

Sin embargo, y como se comentó anteriormente, el caudal de aire producido por las infiltraciones será suficiente para que no sea necesario un aporte extra de aire del exterior para ventilar la vivienda en cuestión.

A continuación, se establece la correcta y mínima ventilación por ley que un habitáculo ha de tener en función del uso que se le esté dando a dicha habitación.

Según viene establecido en el RITE: *Se emplearán los valores de la tabla 1.1.4.2.1. cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar*[10].

	Caudal de ventilación mínimo exigido en l/s		
	Por ocupante	Por m^2 útil	Otros parámetros
Dormitorios	5		
Salas de estar	3		
Aseos			15 por local

Tabla 8: Tabla 1.4.2.1., dm^3/s por persona según la categoría del espacio a climatizar. Fuente: RITE. 20 julio 2007.

[10] IT 1.1.4.2.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación. RITE. 20 de julio de 2007.

Es por ello por lo que según se ha definido anteriormente, la vivienda en cuestión deberá tener una ventilación mínima de 5 l/s por persona en los dormitorios y de 3 l/s en las salas comunes.

Observaremos más adelante cómo los valores obtenidos del caudal de aire provocado por las infiltraciones es más que suficiente como para ajustarse a los valores mínimos exigidos para la ventilación de una vivienda, por lo que no habrá que tener en cuenta de cara a los cálculos el caudal de aire de ventilación.

FORMA DE OPERAR

Como ya se anticipó anteriormente, se debe calcular de forma independientemente los caudales de aire provocados por las infiltraciones y el mínimo exigido para nuestra vivienda según dictamina el RITE. Una vez obtenidos ambos resultados, se escogerá el valor más alto y se usará de cara al cálculo correspondiente de las cargas de ventilación e infiltraciones. A dicho caudal de aire escogido, se le denominará aire de ventilación, si bien, como ya se ha estipulado, se tratará del caudal de aire provocado por las infiltraciones.

A la hora de calcular la carga térmica correspondiente, es necesario entender el hecho de que deberemos regular tanto la temperatura como la humedad, esto es, habrá que tener en cuenta tanto las cargas térmicas sensibles como las latentes.

Para las cargas térmicas sensibles:

$$\dot{Q_{VS}} = \dot{m_V} * c_{pm} * (T_i - T_e) \qquad [4]$$

Siendo: $\dot{Q_{VS}}$ la carga sensible de ventilación e infiltraciones;

$\dot{m_V}$ el caudal másico del aire de ventilación ($\dot{m}$ = ρ * $\dot{V}$);

ρ la densidad que suele considerarse 1,2 kg/m^3; y

c_{pm} el calor específico medio del aire (c_{pm} = 1,025 J/(kg * K)).

Para las cargas térmicas latentes:

$$\dot{Q_{VL}} = \dot{m_V} * h_{fgm} * (W_i - W_e) \quad [5]$$

Siendo: $\dot{Q_{VL}}$ la carga latente de ventilación e infiltraciones;

h_{fgm} el calor latente de evaporación medio del agua (h_{fgm} = 2.478 kJ/kg);

W_i la humedad absoluta del aire interior; y

W_e la humedad absoluta del aire exterior.

CARGA INTERNA (GANANCIAS DE CALOR)

Como ya se comentó en la introducción del presente tema, las cargas internas son aquellas aportaciones de calor que se dan en el interior de una habitación, bien sea por la presencia de personas (calor metabólico), o por la presencia de maquinaria, iluminación, o cualquier otro elemento capaz de aportar una cantidad de calor cuantitativamente destacable.

Cabe destacar el hecho irrefutable de que dichas cargas internas son meramente transitorias. Es por ello por lo que no se tendrán en cuenta de cara a los cálculos en dicho Proyecto, por el hecho de que en una vivienda no habría ninguna aportación de calor interna que suponga un valor destacable. Dicho esto, el hecho de que no se vayan a tener

en cuenta las posibles cargas internas, es en parte, debido a que, en caso de haberla tenido en cuenta, se puede llegar a un cálculo incorrecto de las cargas térmicas totales que pueda derivarse en un sistema sobredimensionado o subdimensionado.

CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO

El cálculo de las cargas térmicas de invierno se realizará planta por planta de las tres en total que se pretenden climatizar, como bien se expuso en capítulos anteriores. En cada planta se llevará a cabo un estudio de cada habitación que se pretende climatizar, calculando tanto la carga de transmisión, como la carga de ventilación e infiltraciones (sensible y latente).

Se presentarán nuevamente los planos de cada planta para el estudio de las cargas térmicas de manera que se analice habitación por habitación el análisis correspondiente.

A modo de explicación, hay que dejar claro el hecho de qué elementos se tienen en cuenta de cara al cálculo de las cargas térmicas. Si estamos analizando una habitación, tendremos en cuenta todos los elementos que estén en contacto con el exterior, esto es, si tengo una puerta que da un pasillo interior de la casa, no tendré en cuenta dicha puerta en el cálculo de las cargas térmicas, por el hecho de que el pasillo será un lugar climatizado.

Por el contrario, si en una habitación tengo una puerta que da al exterior, en ese caso sí que habrá que tenerla en cuenta ya que está en contacto con un espacio no climatizado. Lo mismo pasa con suelos y techos, por ejemplo, no tendremos en cuenta el suelo de una habitación de la segunda planta, ya que está en contacto con una habitación de la primera planta cuyo espacio está climatizado.

A continuación, se presentarán los cálculos correspondientes acerca de las cargas térmicas planta por planta, recordamos de otros capítulos que la temperatura mínima

registrada fue de -4.2ºC, es por ello por lo que escogeremos esta temperatura como la situación más desfavorable para el cálculo. Escogeremos una temperatura de 22ºC para el interior de la vivienda[11].

A continuación, se representarán los cálculos correspondientes a las cargas de invierno, y posteriormente se analizarán los cálculos con explicaciones en detalle sobre los distintos conceptos que aplican en dichos cálculos.

[11] RITE. 2007

PLANTA BAJA

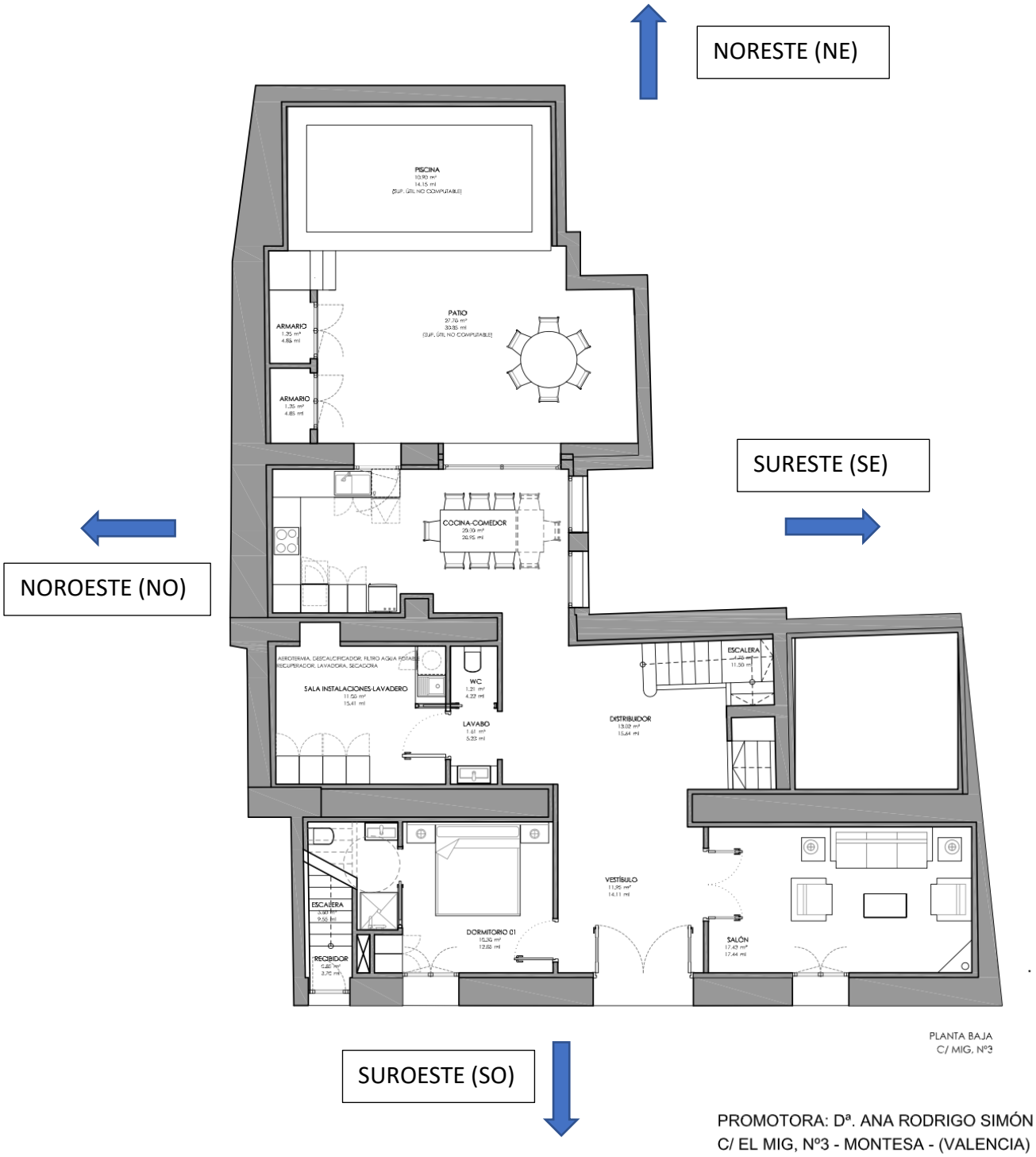


Ilustración 23: Plano Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022

	S (m2)	K (W/m2K)	ΔT(ºC)	SKΔT(W)	Suplemento Orientación	Qt (W)
Cocina-Comedor						
Pared ext. NO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,125	538,51
Pared ext. NE	8,75	1,74	26,20	398,90	0,175	468,70
Pared ext. SE	1,40	1,74	26,20	63,82	0,075	68,61
Ventana 1	2,40	5,82	26,20	365,96	0,175	430,00
Ventana 2	2,40	5,82	26,20	365,96	0,075	393,41
Ventana 3	2,40	5,82	26,20	365,96	0,075	393,41
Cristalera	5,00	5,82	26,20	762,42	0,175	762,42
Suelo	20,00	2,33	15,00	699,00	-	699,00
TOTAL				3500,70	-	**3754,06**
Distribuidor						
Pared ext. NE	5,25	1,74	26,20	239,34	0,175	281,22
Suelo	13,02	2,33	15,00	455,05	-	455,05
TOTAL				694,39	-	**736,27**
Escalera SE						
Pared ext. NE	9,80	1,74	26,20	446,76	0,175	524,95
Pared ext. SE	11,20	1,74	26,20	510,59	0,075	548,88
Suelo	6,00	2,33	15,00	209,70	-	209,70
TOTAL				1167,05	-	**1283,53**
Sala Lavadero						
Pared ext. NO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,125	538,51
Suelo	11,00	2,33	15,00	384,45	-	384,45
TOTAL				863,12	-	**922,96**
WC						
Suelo	1,21	2,33	15,00	42,29	-	42,29
TOTAL				42,29	-	**42,29**
Lavabo						
Suelo	1,61	2,33	15,00	56,27	-	56,27
TOTAL				56,27	-	**56,27**
Escalera NO						
Pared ext. NO	13,30	1,74	26,20	606,32	0,125	682,11
Puerta madera	2,00	4,07	26,20	213,27	0,025	218,60
Suelo	4,45	2,33	15,00	155,53	-	155,53
TOTAL				975,12	-	**1056,24**
Dormitorio 01						
Pared ext. SO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,025	490,64
Ventana	2,40	4,07	26,20	255,92	0,025	262,32
Suelo	10,30	2,33	15,00	359,99	-	359,99
TOTAL				1094,58	-	**1112,95**
Vestíbulo						
Pared ext. SO	4,20	1,74	26,20	191,47	0,025	196,26
Puerta principal	5,00	4,07	26,20	533,17	0,025	546,50
Suelo	11,95	2,33	15,00	417,65	-	417,65
TOTAL				1142,29	-	**1160,41**
Salón						
Pared ext. SO	12,95	1,74	26,20	590,36	0,025	605,12
Pared ext. SE	11,20	1,74	26,20	510,59	0,075	548,88
Pared ext. NE	12,25	1,74	26,20	558,45	0,175	656,18
Ventana	2,40	4,07	26,20	255,92	0,025	262,32
Suelo	17,43	2,33	15,00	609,18	-	609,18
TOTAL				2524,50	-	**2681,68**
Tota Planta Baja						**12806,65**

Tabla 9: Cálculo cargas de transmisión Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

	Sv + Sp (m2)	V = S * 27 (m3/h)	mv = (1,2 * V) /3600	Qvs = mv * cpm * (Ti - Te) (W)
Cocina-Comedor	12,20	329,40	0,11	2,95
Distribuidor	-	-	-	-
Escalera SE	-	-	-	-
Sala Lavadero	-	-	-	-
WC	-	-	-	-
Lavabo	-	-	-	-
Escalera NO	2,00	54,00	0,02	0,48
Dormitorio 01	2,40	64,80	0,02	0,58
Vestíbulo	5,00	135,00	0,05	1,21
Salón	2,40	64,80	0,02	0,58
Total Planta Baja				5,80

Tabla 10: Cálculo cargas de ventilación sensible Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022

	mv	Qvl = mv * hfgm * (Wi - We) (W)
Cocina-Comedor	0,110	0,0017
Distribuidor	-	-
Escalera SE	-	-
Sala Lavadero	-	-
WC	-	-
Lavabo	-	-
Escalera NO	0,018	0,0003
Dormitorio 01	0,022	0,0003
Vestíbulo	0,045	0,0007
Salón	0,022	0,0003
Total Planta Baja		0,0033

Tabla 11: Cálculo Cargas de ventilación latente Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

$$\text{PLANTA BAJA} \rightarrow \quad \dot{Q_T} = \dot{Q_t} + \dot{Q_{VS}} + \dot{Q_{VL}} = \mathbf{12.812,4533\ W}$$

PLANTA PRIMERA:

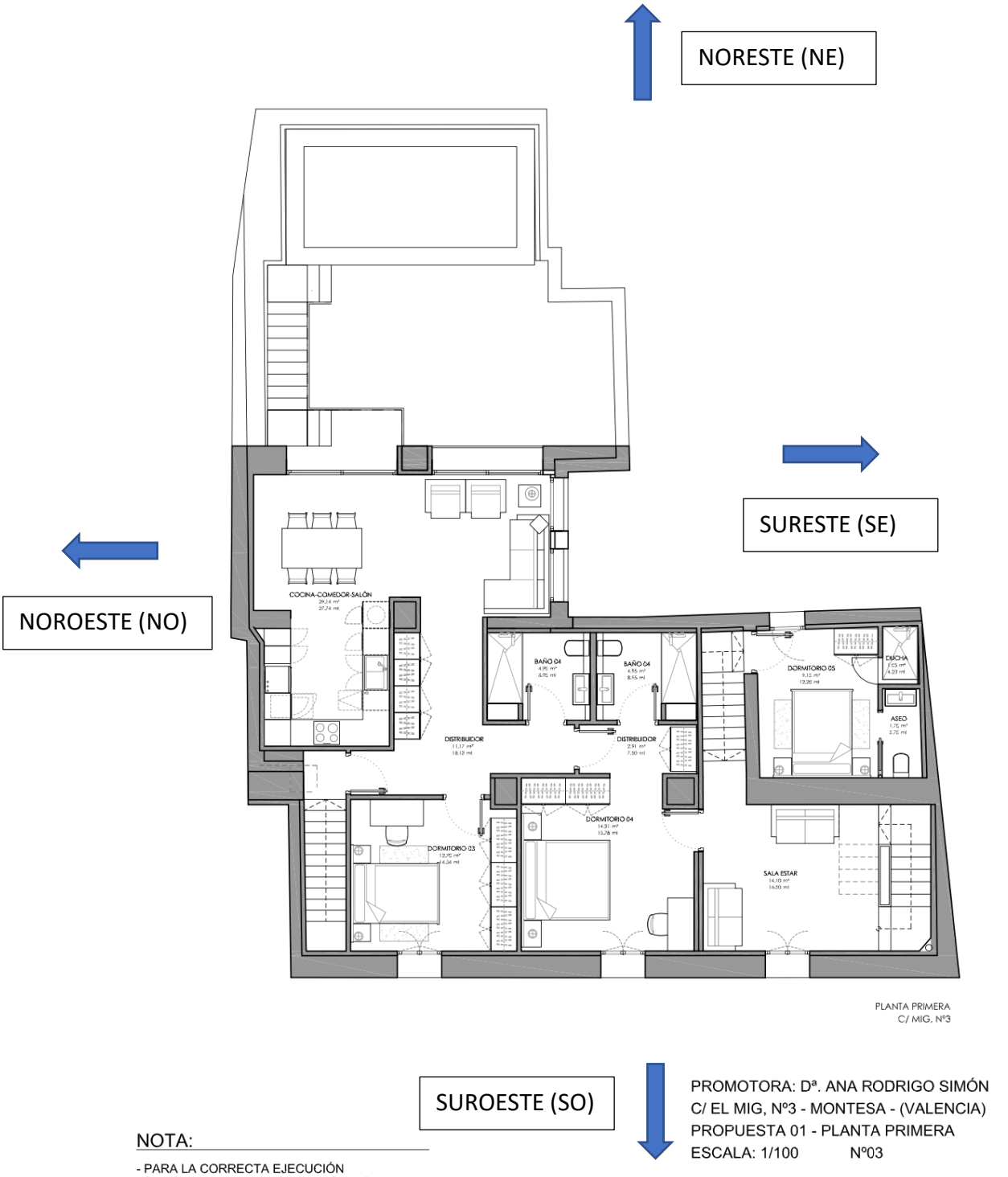


Ilustración 24: Plano 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022

	S (m2)	K (W/m2K)	ΔT(ºC)	SKΔT(W)	Suplemento Orientación	Qt (W)
Cocina-Comedor-Salón						
Pared ext. NO	21,35	1,74	26,20	973,30	0,125	1094,97
Pared ext. NE	4,90	1,74	26,20	223,38	0,175	262,47
Pared ext. SE	1,40	1,74	26,20	63,82	0,075	68,61
Ventana 1	5,00	5,82	26,20	762,42	0,175	895,84
Ventana 2	5,00	5,82	26,20	762,42	0,175	895,84
Ventana 3	2,40	5,82	26,20	365,96	0,075	393,41
Ventana 4	2,40	5,82	26,20	365,96	0,075	393,41
TOTAL				3517,27	-	**4004,55**
Escalera NO						
Pared ext. NO	13,30	1,74	26,20	606,32	0,125	682,11
Pared ext. SO	3,50	1,74	26,20	159,56	0,025	163,55
TOTAL				765,88	-	**845,66**
Dormitorio 03						
Pared ext. SO	9,80	1,74	26,20	446,76	0,025	457,93
Ventana	2,00	5,82	26,20	304,97	0,025	312,59
TOTAL				751,73	-	**770,52**
Baño 04						
Pared ext. NE	8,05	1,74	26,20	366,98	0,175	431,21
TOTAL				366,98	-	**366,98**
Dormitorio 04						
Pared ext. SO	10,15	1,74	26,20	462,72	0,025	474,29
Ventana	2,00	5,82	26,20	304,97	0,025	312,59
TOTAL				767,69	-	**786,88**
Dormitorio 05						
Pared ext. NE	12,95	1,74	26,20	590,36	0,175	693,68
Ventana	2,00	5,82	26,20	304,97	0,175	358,34
TOTAL				895,33	-	**1052,02**
Aseo						
Pared ext. SE	7,00	1,74	26,20	319,12	0,075	343,05
TOTAL				319,12	-	**343,05**
Ducha						
Pared ext. SE	4,90	1,74	26,20	223,38	0,075	240,13
Pared ext. NE	2,80	1,74	26,20	127,65	0,175	149,98
TOTAL				351,03	-	**390,12**
Sala estar						
Pared ext. SO	15,05	1,74	26,20	686,10	0,025	703,25
Ventana	2,00	5,82	26,20	304,97	0,025	312,59
TOTAL				991,07	-	**1015,84**
Escalera SE						
Pared ext. NE	3,50	1,74	26,20	159,56	0,175	187,48
TOTAL				159,56	-	**187,48**
Total 1º Planta						**9763,11**

Tabla 12: Cálculo cargas de transmisión 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

	Sv + Sp (m2)	V = S * 27 (m3/h)	mv = (1,2 * V) /3600	Qvs = mv * cpm * (Ti - Te) (W)
Cocina-Comedor-Salón	14,80	399,60	0,13	3,58
Escalera NO	-	-	-	-
Dormitorio 03	2,00	54,00	0,02	0,48
Baño 04	-	-	-	-
Dormitorio 04	2,00	54,00	0,02	0,48
Dormitorio 05	2,00	54,00	0,02	0,48
Aseo	-	-	-	-
Ducha	-	-	-	-
Sala estar	2,00	54,00	0,02	0,48
Escalera SE	-	-	-	-
Total 1º Planta				5,51

Tabla 13: Cálculo cargas de ventilación sensible 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022

	mv	Qvl = mv * hfgm * (Wi - We) (W)
Cocina-Comedor-Salón	0,13	0,0020
Escalera NO	-	-
Dormitorio 03	0,02	0,0003
Baño 04	-	-
Dormitorio 04	0,02	0,0003
Dormitorio 05	0,02	0,0003
Aseo	-	-
Ducha	-	-
Sala estar	0,02	0,0003
Escalera SE	-	-
Total 1º Planta		0,0031

Tabla 14: Cálculo cargas de ventilación latente 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

$$1º\ \text{PLANTA} \rightarrow \quad \dot{Q_T} = \dot{Q_t} + \dot{Q_{VS}} + \dot{Q_{VL}} = \mathbf{9.768,6231\ W}$$

PLANTA SEGUNDA:

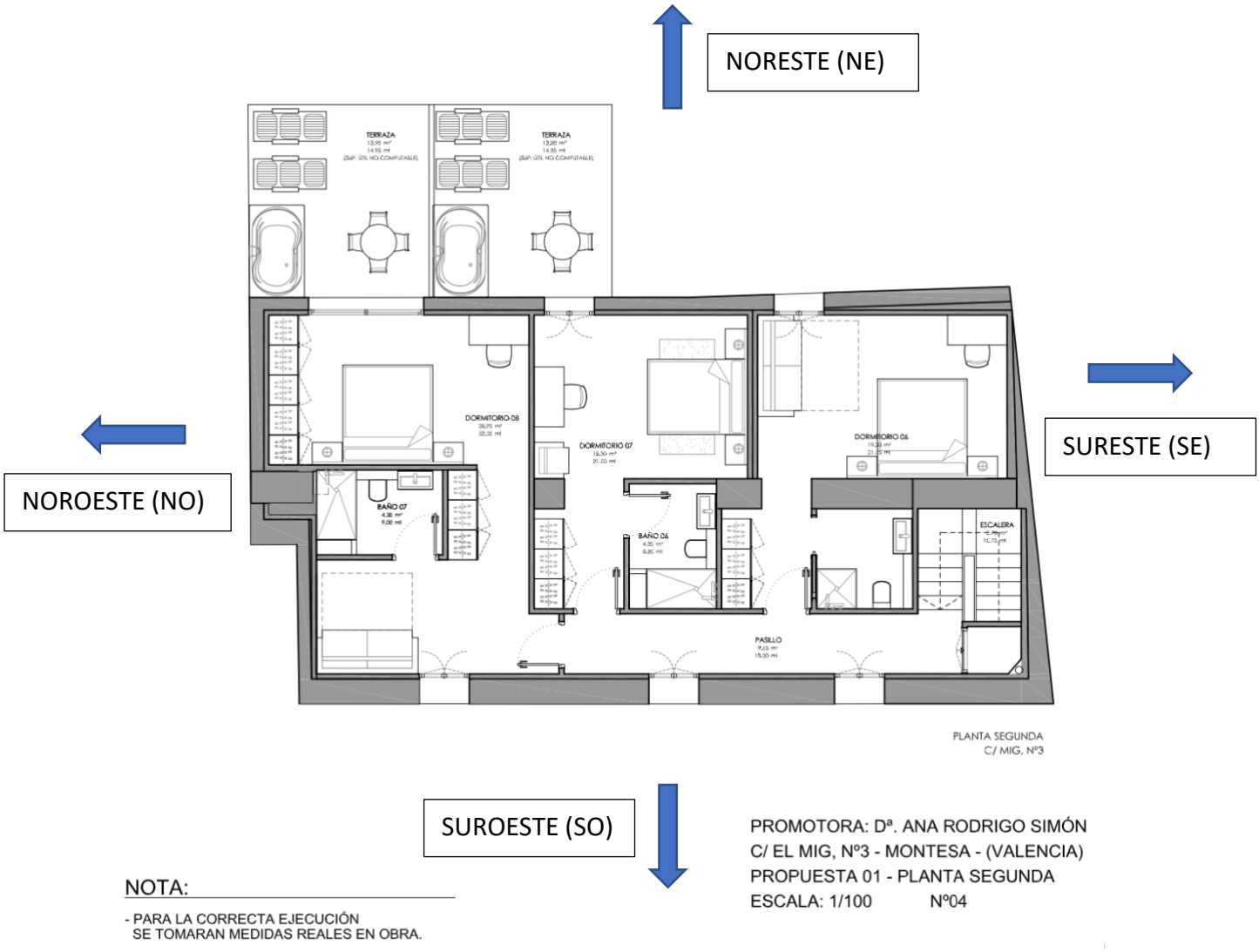


Ilustración 25: Plano Planta Segunda. Fuente; Elaboración propia. 2022

	S (m2)	K (W/m2K)	ΔT(ºC)	SKΔT(W)	Suplemento Orientación	Qt (W)
Dormitorio 08						
Pared ext. NO	10,50	1,74	26,20	478,67	0,125	538,51
Pared ext. NE	9,80	1,74	26,20	446,76	0,175	524,95
Cristalera	4,60	5,82	26,20	701,43	0,175	824,18
Techo	28,95	0,23	26,20	174,45	-	174,45
TOTAL				1801,32		**2062,08**
Baño 07						
Pared ext. NO	5,60	1,74	26,20	255,29	0,125	287,20
Techo	4,35	0,23	26,20	26,21	-	26,21
TOTAL				281,51	-	**313,42**
Pasillo						
Pared ext. NO	7,70	1,74	26,20	351,03	0,125	394,91
Pared ext. SO	45,50	1,74	26,20	2074,25	0,025	2126,11
Ventana 1	2,00	5,82	26,20	304,97	0,025	312,59
Ventana 2	2,00	5,82	26,20	304,97	0,025	312,59
Ventana 3	2,00	5,82	26,20	304,97	0,025	312,59
Techo	9,65	0,23	26,20	58,15	-	58,15
TOTAL				3398,34	-	**3122,04**
Dormitorio 07						
Pared ext. NE	9,45	1,74	26,20	430,81	0,175	506,20
Puerta exterior	2,00	5,82	26,20	304,97	0,175	358,34
Techo	18,30	0,23	26,20	110,28	-	110,28
TOTAL				846,05	-	**974,81**
Baño 06						
Techo	4,35	0,23	26,20	26,21	-	26,21
TOTAL				26,21	-	**26,21**
Dormitorio 06						
Pared ext. NE	17,50	1,74	26,20	797,79	0,175	937,40
Pared ext. SE	11,20	1,74	26,20	510,59	0,075	548,88
Ventana	2,00	5,82	26,20	304,97	0,175	358,34
Techo	19,20	0,23	26,20	115,70	-	115,70
TOTAL				1729,04	-	**1960,32**
Baño 08						
Techo	4,35	0,23	26,20	26,21	-	26,21
TOTAL				26,21	-	**26,21**
Escalera						
Pared ext. SE	11,55	1,74	26,20	526,54	0,075	566,03
Techo	5,70	0,23	26,20	34,35	-	34,35
TOTAL				560,89	-	**600,38**
Total 2º Planta						9085,47

Tabla 15: Cálculo cargas de transmisión 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

	Sv + Sp (m2)	V = S * 27 (m3/h)	mv = (1,2 * V) /3600	Qvs = mv * cpm * (Ti - Te) (W)
Dormitorio 08	4,60	124,20	0,04	1,11
Baño 07	-	-	-	-
Pasillo	6,00	162,00	0,05	1,45
Dormitorio 07	2,00	54,00	0,02	0,48
Baño 06	-	-	-	-
Dormitorio 06	2,00	54,00	0,02	0,48
Baño 08	-	-	-	-
Escalera	-	-	-	-
Total 2º Planta				3,53

Tabla 16: Cálculo cargas de ventilación sensible 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022

	mv	Qvl = mv * hfgm * (Wi - We) (W)
Dormitorio 08	0,04	0,0006
Baño 07	-	-
Pasillo	0,05	0,0008
Dormitorio 07	0,02	0,0003
Baño 06	-	-
Dormitorio 06	0,02	0,0003
Baño 08	-	-
Escalera	-	-
Total 2º Planta		0,0020

Tabla 17: Cálculo cargas de ventilación latente 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

$$2º \text{ PLANTA} \rightarrow \quad \dot{Q_T} = \dot{Q_t} + \dot{Q_{VS}} + \dot{Q_{VL}} = \mathbf{9.089,002\ W}$$

EXPLICACIONES SOBRE LOS CÁLCULOS

En primera instancia se ha representado el cálculo de las cargas de transmisión, para ello era necesario conocer el valor K (coeficiente de transmisión). A continuación, se representa una tabla con los distintos coeficientes de transmisión que se han utilizado de cara al cálculo de la carga de transmisión en nuestra vivienda.

ELEMENTO	**K (W/ (m^2 * K))**
Muros de piedra de 80 cm.	1,74
Ventanales de cristal sencillo.	5,82
Suelo de hormigón sobre tierra apisonada.	2,33
Puertas de madera.	4,07
Tejas cilíndricas.	0,23

Tabla 18: Valores de K de los distintos elementos de la vivienda. Fuente: Elaboración propia. 2022

Posteriormente, se aprecia cómo el ΔT(K) es de 26,2 ya que:

$$\Delta T = T_i - T_e = (26{,}2 + 273) - (-4{,}2 + 273) = 26{,}2\ K \qquad [6]$$

Recordemos que como situación más desfavorable se escogió la temperatura mínima de – 4,2 ºC. Se aprecia cómo hay unos valores de ΔT diferentes cuando se trata de la carga de transmisión por el suelo, por el hecho de que, en este caso, la temperatura que se coge no es la temperatura del exterior, sino la temperatura del terreno, que se trata de 7ºC.

Se procede al cálculo de la carga de transmisión según la fórmula que se presentó antes, para, posteriormente, añadirle el correspondiente suplemento por orientación. Una vez añadido dicho suplemento, obtenemos la carga de transmisión total de cada planta.

A continuación, de cara al cálculo de la carga de ventilación tanto sensible como latente, es importante conocer las variables con valor constante cuyo valor fue presentado anteriormente (c_{pm}; h_{fgm}). Recordemos que por carga de ventilación se entiende como aire de infiltraciones, ya que, como se observará a continuación, el aire de infiltraciones es suficiente como para no tener que llevar a cabo una instalación que introduzca aire del exterior para ventilar nuestra vivienda.

Para el cálculo de la carga de ventilación sensible, lo primero que deberemos hacer es calcular la superficie tanto de las ventanas como de las puertas. Ello se debe al hecho de que las posibles infiltraciones se dan por los resquicios de ambos elementos.

A continuación, se procede al cálculo del caudal de aire de ventilación ($\dot{V}$), multiplicando a la superficie total de ventanas y puertas por 27, pues recordemos que al

pertenecer la vivienda a la zona climática C2, la permeabilidad al aire de las carpinterías según marca el CTE, deberá presentar unos valores inferiores a 27 m^3 / h*m^2.

El valor calculado para $\dot{V}$ está en m^3/h, sin embargo, si lo pasamos a l/s, observaremos que los valores obtenidos son superiores a los caudales mínimos de aire exterior de ventilación que exige el RITE según la categoría a la que pertenezca nuestra vivienda. Recordemos que en nuestra vivienda el caudal de aire exterior de ventilación mínimo exigido es de 5 l/s por persona en las habitaciones y de 3 l/s por persona en las salas comunes.

Se observa en las ilustraciones sobre los cálculos de $\dot{V}$ que el valor mínimo obtenido es de 54 m^3/h. Realizando los cálculos correctos en cuanto a los factores de conversión, se observa que se cumple con lo mínimo exigido, de la siguiente manera:

$$54\ \frac{m^3}{h} * \frac{10^3}{3600} = 15\ \frac{l}{s} \qquad [7]$$

Como bien se observa, se cumple con lo establecido por el RITE, de modo que se certifica numéricamente el hecho de que el aire de infiltraciones sea suficiente como para no tener que hacer uso de aire de ventilación.

A continuación, se calcula el caudal másico de aire de ventilación ($\dot{m}$) para posteriormente obtener el valor total de la carga de ventilación e infiltraciones sensible ($\dot{Q_{VS}}$).

Lo último en calcular es la carga de ventilación latente ($\dot{Q_{VL}}$). Para ello, cogeremos el valor de $\dot{m}$ calculado anteriormente, además de calcular la humedad absoluta tanto en el interior como en el exterior.

En cuanto a la humedad, conocemos tanto los valores del interior y exterior, sin embargo, los datos de los que disponemos son acerca de la humedad relativa, es por ello por lo que tendremos que calcular la humedad absoluta en función de la humedad relativa. Esto se debe a que, en la fórmula para calcular la carga de ventilación latente, el valor de la humedad que aparece en dicha fórmula es el valor de la humedad absoluta, no de la relativa.

Recordemos que la humedad que se ha de dar en el interior de la vivienda en invierno[12] está entre 40% y 50%, por lo que escogeremos 45% como valor de referencia para la humedad relativa en el interior de la vivienda. Por lo contrario, como ya se vio en capítulos anteriores, en el municipio de Montesa se da una humedad máxima de entre 70% y 75%, por lo que escogeremos 72,5% como valor de referencia para la humedad relativa en el exterior de la vivienda (situación más desfavorable).

Se presenta a continuación el proceso que se ha seguido en los cálculos para calcular la humedad absoluta en función de la humedad relativa, pero antes, conviene refrescar ambos conceptos:

En cuanto a humedad relativa, se entiende como el porcentaje de vapor de agua contenido en el aire y la máxima que el aire sería capaz de contener a dicha temperatura. Es por ello por lo que los valores de humedad relativa se representan como un porcentaje entre 0 y 100.

[12] RITE 2007

En cuanto a humedad absoluta, se entiende como la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire específico, de ahí que se mida normalmente en g/m^3.

Para realizar dicho cálculo, deberemos calcular también la humedad absoluta máxima, la cual es la máxima cantidad de vapor de agua que podría contener un cierto volumen de aire a una determinada temperatura, medido también normalmente en g/m^3.

Todos estos conceptos de humedad, representados con la letra W, se relacionan con la siguiente fórmula:

$$W_{rel} = \frac{W_{abs}}{W_{abs_{máx}}} * 100 \qquad [8]$$

De modo que para calcular la W_{abs} tendremos que calcular antes la $W_{abs_{máx}}$.

Para ello, debemos disponer de otros valores como se presentarán a continuación. Para el cálculo, debemos obtener tanto la humedad absoluta en el interior como en el exterior, sin embargo, solo uno de los dos cálculos será explicado con detalle, pues a fin de cuentas el otro cálculo no es más que cambiar los números, por lo que solo se detallará su valor final. Dicho esto, calcularemos la W_{abs} del interior de la vivienda:

Paso 1: calcular la $W_{abs_{máx}}$:

$$W_{abs_{máx}} = \frac{P_{V_{H2O}} * P_{molec.H2O}}{r * T} = \frac{0{,}026 * 18{,}015}{0{,}0821 * (22 + 273)} = 0{,}0194\ gr/L \qquad [9]$$

Siendo: $P_{V_{H2O}}$ la presión del vapor de agua a una determinada temperatura (atm);

$P_{molec._{H2O}}$ el peso molecular del H_2O (g/mol);

r la constante ($\frac{atm*L}{mol*K}$); y

T la temperatura en Kelvin.

Una vez hallada la $W_{abs_{máx}}$, usamos la fórmula antes mencionada para hallar el valor de la W_{abs}, recordando que el valor de W_{rel} es del 45%.

$$W_{rel} = \frac{W_{abs}}{W_{abs_{máx}}} * 100 \rightarrow W_{abs} = 0{,}45 * 0{,}0194 = 0{,}0087\ gr/L \quad [10]$$

Por último, tendremos que usar factores de conversión para hallar W_{abs} en kg/m^3. Puesto que sería lo mismo, quedaría: $W_{abs_{interior}}$= 0,0087 kg/m^3. Por otra parte, el valor de la humedad absoluta en el exterior de la vivienda quedaría: $W_{abs_{exterior}}$= 0,00256 kg/m^3.

Una vez calculados los valores de la humedad absoluta tanto para el interior como para el exterior de la vivienda en función de las humedades relativas; se procede al cálculo final de la carga de ventilación latente ($\dot{Q_{VL}}$) con la fórmula mencionada anteriormente en este capítulo.

Por último, solo quedaría sumar las tres cargas calculadas para obtener la carga total de transmisión, o lo que se conoce como las cargas de invierno para las distintas plantas de la vivienda.

Cabe mencionar el hecho de que la carga total es prácticamente toda debida al cálculo de la carga de transmisión, sin embargo, no podemos obviar el hecho de que hay otras cargas cuyos valores se deben calcular también.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos de cara a los cálculos de las cargas de invierno, se concluye que las cargas totales de invierno son las siguientes:

- Planta baja: 12.812,4533 W.
- Primera Planta: 9.768,6231 W.
- Segunda planta: 9.089,002 W.

Es importante mencionar el hecho de que las cargas de ventilación son prácticamente insignificantes en cuanto al total de las cargas térmicas, sin embargo, se han tenido en cuenta pues a nivel teórico son muy importantes.

El porqué de poca importancia se debe a que el lugar que estamos climatizando es una vivienda, y quien no ha escuchado nunca: abre las ventanas que vamos a ventilar la casa. Es por ello por lo que en otros emplazamientos como bien puedan ser gimnasios u hospitales, el aire de ventilación supone un tema muy importante para tener en cuenta.

En el siguiente capítulo se llevará a cabo el estudio de las cargas de verano, y se llevará un procedimiento similar donde se presentarán los cálculos y se detallará una explicación acerca de los pasos seguidos para obtener los cálculos.

CARGAS TÉRMICAS DE VERANO

En el presente capítulo nos centraremos en resolver la cuestión acerca de las cargas térmicas de verano, de cara a la refrigeración de la vivienda en los meses más calurosos del año.

En un primer instante se llevará a cabo la explicación sobre cómo calcular las cargas térmicas de verano, explicando con detalle los distintos conceptos que aparecen y lo que significan.

En segundo lugar, se volverán a retomar los planos de la vivienda, de modo que se ponga en práctica la teoría explicada para poder calcular las cargas térmicas de las partes de la vivienda que se pretenden climatizar.

Por último, se presentarán los cálculos realizados para, en posteriores capítulos, determinar los elementos necesarios que se encargarán de la refrigeración de la vivienda.

REFRIGERACIÓN

Como bien se comentó en capítulos anteriores, el objetivo del presente Proyecto es el de la climatización de una vivienda, es por ello por lo que en el interior de la vivienda se tendrá que controlar tanto la temperatura como la humedad.

En el presente capítulo se llevará a cabo el cálculo de las cargas térmicas de verano, para posteriormente elegir los equipos necesarios que se encarguen de la refrigeración de la vivienda.

Se tendrá en cuenta la carga de transmisión, debido al flujo de calor que entre en la vivienda debido a los diferentes coeficientes de transmisión de los distintos cerramientos y muros exteriores de la vivienda.

En el presente tema aparece otro tipo de carga, es el debido a la radiación de calor de los vidrios que haya en la vivienda como son las ventanas o cristaleras que pueda haber. Esta carga se debe al hecho de que los vidrios presentan un alto factor de absorción solar, por lo que habrá una transferencia de calor en forma de radiación que deberemos tener en cuenta de cara al cálculo de las cargas térmicas.

También deberemos tener en cuenta la radiación de los muros exteriores o techos, si bien es claramente inferior a la carga que presentan los vidrios debido a su alto factor de absorción solar.

Por otra parte, también se tendrá en cuenta el calor que entra en la vivienda debido a las posibles infiltraciones o debido a las posibles renovaciones con aire del exterior.

Por último, aparece el concepto de cargas internas bien sea por las propias personas que se encuentran en la vivienda, o bien debido a maquinaria o a grandes elementos de iluminación.

CALOR LATENTE – CALOR SENSIBLE

Es importante aclarar la diferencia entre calor latente y calor sensible de cara a la climatización de la vivienda. Como conceptos generales, hablamos de calor sensible al hecho por el cual una sustancia cambia de temperatura, pero no de estado; por lo contrario, el calor latente se refiere al hecho por el cual una sustancia cambia de estado, pero no de temperatura.

Aparecen los términos cargas térmicas sensibles y cargas térmicas latentes. El primero de ellos hace referencia a las cargas que darían paso a una variación en la temperatura, mientras que el segundo haría referencia a una variación de la humedad.

Una vez aclarados estos conceptos, es importante entender la diferencia entre el hecho de refrigerar un lugar, o, por lo contrario, climatizarlo. No olvidemos que el objetivo de dicho Proyecto es el de la climatización de una vivienda. La diferencia entre calefactar un lugar o, por el contrario, climatizarlo es simple: la calefacción se refiere simplemente al hecho de regular la temperatura, mientras que por climatización se entiende el hecho de regular tanto la temperatura como la humedad del espacio objeto de estudio.

Es por ello por lo que en ocasiones dividiremos el cálculo de las cargas en sensibles y latentes, para una vez determinado el valor de cada uno, sumarlo y obtener el resultado final para dicha carga en concreto. Observaremos más adelante, cómo aparece este hecho en las cargas de ventilación e infiltraciones.

El cálculo de las cargas térmicas de verano se llevará a cabo en tres partes. Por un lado, calcularemos las cargas térmicas sensibles, y por otro las cargas térmicas latentes, y por último, las cargas internas, de modo que quedaría la carga total:

$$\dot{Q}_T = \dot{Q}_S + \dot{Q}_L + \dot{Q}_I \qquad [11]$$

CARGAS TÉRMICAS SENSIBLES

- Calor sensible por radiación a través de ventanas:

$$\dot{Q_{SR}} = R * S * f \quad [12]$$

Siendo: R la radiación (W/m^2);
S la superficie de la ventana (m^2); y
f el factor de atenuación (vidrio doble 0,90).

El valor de la radiación irá en función de la orientación que presente la ventana, de la siguiente manera:

Orientación Ventana	N	NE	NO	S	SE	SO	E	O	Tejados
Radiación (W/m^2)	45	45	353	170	107	350	45	448	747

Tabla 59: Valor de radiación en función de la orientación. Fuente: Elaboración propia. 2022.

- Calor sensible por radiación y transmisión a través de cerramientos y suelo:

La carga de transmisión, anteriormente definida, será expresada en función del tiempo. Será pues, un calor por unidad de tiempo que atraviesa las distintas paredes, techos, ventanas, cerramientos… del local. Será expresado en sumatorio ya que, para el cálculo total del calor cedido, deberemos ir elemento por elemento para calcular la carga de transmisión total.

a) Paredes exteriores al sol:

$$\dot{Q_{SRT}} = \sum K * S * (T_{sol,ext} - T_{int}) \quad [13]$$

Siendo: K coeficiente global de transmisión;

S la superficie del cerramiento;

$T_{sol,ext}$ la temperatura exterior de los muros al sol; y

T_{int} la temperatura interior.

De modo que habrá una serie de muros exteriores cuya temperatura exterior sea algo más elevada por el hecho de que el sol incide en ellos. Aquellos muros serán los que tienen orientación Noreste y Sureste. Dicha temperatura será:

$$T_{sol,ext} = T_{ext} + \frac{\alpha * R}{h_{ext}} \quad [14]$$

Siendo: α coeficiente de absorción del cerramiento (claros 0,3);

R radiación (W/m^2);

h_{ext} coeficiente de convección exterior (20 W/m^{2}ºC); y

T_{ext} la temperatura externa.

b) Paredes exteriores a la sombra y suelo:

$$\dot{Q_{SRT}} = \sum K * S * (T_{ext} - T_{int}) \quad [15]$$

Siendo: K coeficiente global de transmisión;

S la superficie del cerramiento;

T_{ext} la temperatura exterior; y

T_{int} la temperatura interior.

- Calor sensible por renovaciones e infiltraciones de aire:

Como anteriormente se comentó, el concepto de infiltraciones se refiere al aire introducido desde el exterior que entra por los resquicios de los cerramientos; mientras que el concepto de ventilación se refiere al aire que voluntariamente dejamos entrar en la habitación por meros temas de salud y bienestar.

De cara a los posteriores cálculos, a modo de introducción, diremos que el cálculo de las cargas de ventilación e infiltraciones se llevará a cabo de manera separada y finalmente se escogerá el que mayor valor presente, no una suma de ambos. El cálculo será el siguiente: deberemos calcular el caudal de aire de infiltraciones y el de ventilación (existe un mínimo establecido por ley según se define en el RITE), y en función de dichos valores, escogeremos el valor superior para posteriormente calcular la correspondiente carga que representa.

A modo de resumen, a la hora de climatizar nuestra vivienda, es suficiente y correcto el hecho de calcular la carga de infiltraciones y obviar el producido por la ventilación, por el hecho de que como más adelante se observará y explicará más en detalle de forma numérica, el caudal de aire producido en una vivienda por parte de las infiltraciones será suficiente para ajustarse a los valores mínimos establecidos en el RITE como caudales de ventilación mínimos en una vivienda.

INFILTRACIONES

El modo en el que se calcularemos el caudal de aire debido a las infiltraciones en dicho Proyecto se llama método de las superficies. Dicho cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\dot{V}_1 = \sum I_1 * S_1 \qquad [16]$$

Siendo: I_1 la permeabilidad de las carpinterías expresada en $m^3/(h*m^2)$; y

S_1 la superficie del hueco (m^2).

El valor de la permeabilidad de las carpinterías al aire viene establecido en el CTE en función de la zona climática en la que se encuentre el lugar que se pretenda climatizar. Recordemos que la vivienda objeto de estudio se encuentra en la zona climática C2 como bien se definió en anteriores capítulos.

Del apartado 2.3 del CTE se comenta: *La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a los siguientes*[13]*: b) para las zonas climáticas C, D y E: 27 $m^3/(h*m^2)$.*

Es por ello por lo que el valor I_1 sobre la permeabilidad al aire de las carpinterías que usaremos en dicho Proyecto será de 27 $m^3/(h*m^2)$.

Posteriormente se explicará cómo calcular la correspondiente carga producida por las infiltraciones una vez se obtenga el valor del caudal de aire producido por dichas infiltraciones.

[13] Apartado 2.3 del CTE sobre la permeabilidad al aire de las carpinterías. Marzo de 2006.

VENTILACIÓN

En caso de que el aire provocado por las infiltraciones no sea suficiente para ventilar correctamente y ajustándose a los valores establecidos según el RITE, será necesario la entrada de aire exterior para alcanzar los valores mínimos deseados.

Sin embargo, y como se comentó anteriormente, el caudal de aire producido por las infiltraciones será suficiente para que no sea necesario un aporte extra de aire del exterior para ventilar la vivienda en cuestión.

A continuación, se establece la correcta y mínima ventilación por ley que un habitáculo ha de tener en función del uso que se le esté dando a dicha habitación.

Según viene establecido en el RITE: *Se emplearán los valores de la tabla 1.1.4.2.1. cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar*[14].

	Caudal de ventilación mínimo exigido en l/s		
	Por ocupante	Por m^2 útil	Otros parámetros
Dormitorios	5		
Salas de estar	3		
Aseos			15 por local

Tabla 20: Tabla 1.4.2.1., dm^3/s por persona según la categoría del espacio a climatizar. Fuente: RITE. 20 julio 2007.

[14] IT 1.1.4.2.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación. RITE. 20 de julio de 2007.

Es por ello por lo que según se ha definido anteriormente, la vivienda en cuestión deberá tener una ventilación mínima de 5 l/s por persona en los dormitorios y de 3 l/s en las salas comunes.

Observaremos más adelante cómo los valores obtenidos del caudal de aire provocado por las infiltraciones es más que suficiente como para ajustarse a los valores mínimos exigidos para la ventilación de una vivienda, por lo que no habrá que tener en cuenta de cara a los cálculos el caudal de aire de ventilación.

FORMA DE OPERAR

Por lo tanto, para calcular el calor sensible por renovaciones e infiltraciones de aire, usaremos la siguiente fórmula:

$$\dot{Q_{SI}} = \dot{m_V} * c_{pm} * (T_i - T_e) \qquad [17]$$

Siendo: $\dot{Q_{SI}}$ la carga sensible de ventilación e infiltraciones;

$\dot{m_V}$ el caudal másico del aire de ventilación ($\dot{m}$ = ρ * $\dot{V}$);

ρ la densidad que suele considerarse 1,2 kg/m^3; y

c_{pm} el calor específico medio del aire (c_{pm} = 1,025 J/(kg * K)).

CARGAS TÉRMICAS LATENTES

Recordamos que, a la hora de calcular la carga térmica correspondiente, es necesario entender el hecho de que deberemos regular tanto la temperatura como la humedad, esto es, habrá que tener en cuenta tanto las cargas térmicas sensibles como las latentes.

- Calor latente por infiltraciones y renovaciones de aire:

$$\dot{Q_{VL}} = \dot{m_V} * h_{fgm} * (W_i - W_e) \quad [18]$$

Siendo: $\dot{Q_{VL}}$ la carga latente de ventilación e infiltraciones;

h_{fgm} el calor latente de evaporación medio del agua (h_{fgm} = 2.478 kJ/kg);

W_i la humedad absoluta del aire interior; y

W_e la humedad absoluta del aire exterior.

CARGAS INTERNAS

A diferencia de las cargas térmicas de invierno, para las de verano sí que las tendremos en cuenta puesto que significan un apunte importante por el hecho de que aparece una fuente de calor interno en un lugar que estamos intentando refrigerar. Cabe destacar el hecho de que las cargas internas son puramente transitorias, por lo que las tendremos en cuenta de cara al cálculo teórico por la relevancia que tienen.

De hecho, en una vivienda las cargas internas nunca se tienen en cuenta, sin embargo, en nuestro caso, ya que nuestra vivienda está pensada para acoger veladas

socioculturales tanto en el patio como en la cocina-comedor de la planta baja, tendremos en cuenta las posibles cargas internas que aquí aparezcan. Dichas cargas serán:

- Ganancias debidas a la ocupación:

La presencia de personas en el interior de una habitación supone un aporte de calor por el hecho del calor metabólico que desprenden las personas. En función la actividad de cada persona se escoge un aporte en W. Como regla general, escogeremos el valor de 100 W por persona como aporte de calor.

Para calcular el aporte total, solo tendremos que suponer el número total de personas y multiplicarlo por el aporte metabólico de la siguiente manera:

$$\dot{Q}_I = q_I * n \qquad [19]$$

Siendo: q_I aporte calorífico por cada individuo (100W); y
n el número de personas.

CARGA TÉRMICA DE VERANO

Por lo tanto, el total de la carga térmica de verano será:

$$\dot{Q}_T = \sum \dot{Q}_S + \sum \dot{Q}_L + \sum \dot{Q}_I \qquad [20]$$

CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE VERANO

Al igual que en el capítulo anterior acerca de las cargas térmicas de invierno, resolveremos la cuestión sobre las cargas térmicas de verano planta por planta. Se llevará a cabo un estudio habitación por habitación sobre las distintas cargas que aparecen.

Al igual que en el capítulo anterior, es importante entender los elementos que se han de tener en cuenta de cara a la climatización de la vivienda. A diferencia del capítulo anterior, en este habrá que diferenciar entre las partes de la vivienda que están expuestas al sol y las que no, por el hecho de que en verano es muy influyente este concepto. En nuestro caso, los muros exteriores que presentan una mayor temperatura exterior debido a la incidencia del sol son los muros de los lados Noreste y Sureste. Los demás muros exteriores de la casa no presentarán una incidencia del sol debido a la localización de la vivienda.

Como bien se sabe, el sol sale por el Este y se pone por el Oeste, pues bien, en las primeras horas del día, los muros situados en el Noreste y Sureste están expuestos al sol. Lo que pasa por la tarde es que el sol nunca llega a dar en los muros situados en el Noroeste y Suroeste por el hecho de que hay otro edificio que da sombra a dichos muros.

Al igual que sucedía anteriormente, si tengo un muro interior que está en contacto con otra habitación climatizada, dicho muro no se tendrá en cuenta en los cálculos para la climatización de la vivienda.

Recordamos de otros capítulos, que debemos estudiar la situación más desfavorable, en este caso, la temperatura más alta registrada fue de 44,8ºC. Por lo tanto, fijaremos dicha temperatura como la temperatura exterior de cara a los cálculos correspondientes. Por otro lado, la temperatura se fija en 24ºC en el interior de la vivienda[15].

A continuación, se representarán los cálculos correspondientes a las cargas de verano, y posteriormente se analizarán los cálculos con explicaciones en detalle sobre los distintos conceptos que aplican en dichos cálculos.

[15] RITE. 2007

PLANTA BAJA

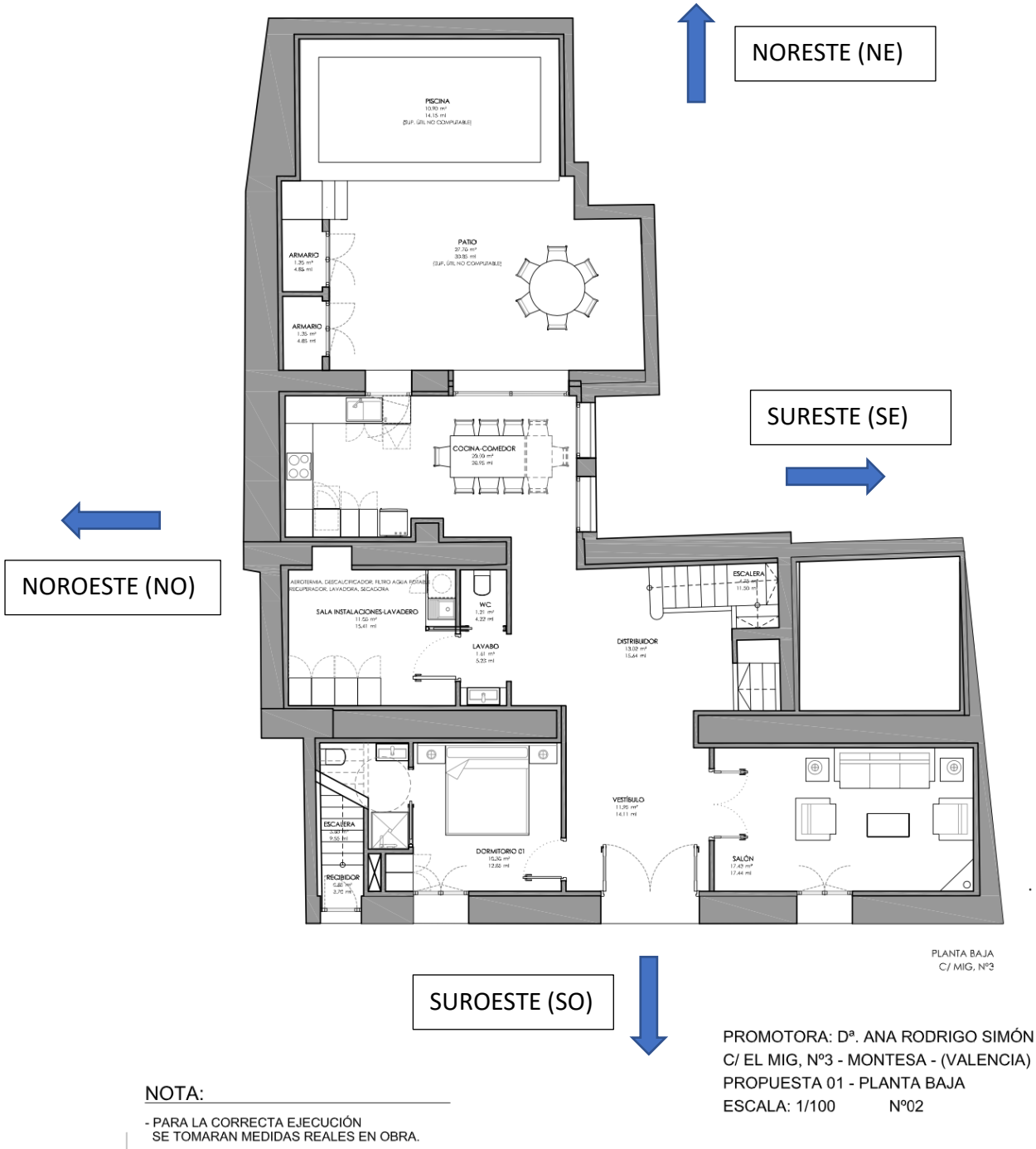


Ilustración 26: Plano Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022

	S (m2)	R (W/m2)	f	Qsr (W)
Cocina-Comedor				
Ventana 1 NE	2,40	45,00	0,90	97,20
Ventana 2 SE	2,40	107,00	0,90	231,12
Ventana 3 SE	2,40	107,00	0,90	231,12
Cristalera NE	5,00	45,00	0,90	202,50
TOTAL				**761,94**
Dormitorio 01				
Ventana SO	2,40	350,00	0,90	756,00
TOTAL				**756,00**
Salón				
Ventana SO	2,40	350,00	0,90	756,00
TOTAL				**756,00**
Total Planta Baja				**2273,94**

Tabla 61: Calor sensible a través de ventanas. Fuente: elaboración propia. 2022

	S (m2)	K	T sol,ext	ΔT(K)	Qsrt (W)
Cocina-Comedor					
Pared ext. NE	8,75	1,74	45,48	21,48	326,96
Pared ext. SE	1,40	1,74	46,41	22,41	54,58
TOTAL					**381,54**
Distribuidor					
Pared ext. NE	5,25	1,74	45,48	21,48	196,17
TOTAL					**196,17**
Escalera SE					
Pared ext. NE	9,80	1,74	45,48	21,48	366,19
Pared ext. SE	11,20	1,74	46,41	22,41	436,63
TOTAL					**802,82**
Salón					
Pared ext. SE	11,20	1,74	46,41	22,41	436,63
Pared ext. NE	12,25	1,74	45,48	21,48	457,74
TOTAL					**894,37**
Tota Planta Baja					**2274,90**

Tabla 22: Calor sensible por radiación y transmisión en muros exteriores al sol. Fuente: elaboración propia. 2022

	S (m2)	K	ΔT(K)	Qsrt (W)
Cocina-Comedor				
Pared ext. NO	10,50	1,74	20,8	380,02
Suelo	20,00	2,33	15	699,00
TOTAL				**1079,02**
Distribuidor				
Suelo	13,02	2,33	15	455,05
TOTAL				**455,05**
Escalera SE				
Suelo	6,00	2,33	15	209,70
TOTAL				**209,70**
Sala Lavadero				
Pared ext. NO	10,50	1,74	20,8	380,02
Suelo	11,00	2,33	15	384,45
TOTAL				**764,47**
WC				
Suelo	1,21	2,33	15	42,29
TOTAL				**42,29**
Lavabo				
Suelo	1,61	2,33	15	56,27
TOTAL				**56,27**
Escalera NO				
Pared ext. NO	13,30	1,74	20,8	481,35
Puerta madera	2,00	4,07	20,8	169,31
Suelo	4,45	2,33	15	155,53
TOTAL				**806,19**
Dormitorio 01				
Pared ext. SO	10,50	1,74	20,8	380,02
Suelo	10,30	2,33	15	359,99
TOTAL				**740,00**
Vestíbulo				
Pared ext. SO	4,20	1,74	20,8	152,01
Puerta principal	5,00	4,07	20,8	423,28
Suelo	11,95	2,33	15	417,65
TOTAL				**992,94**
Salón				
Pared ext. SO	12,95	1,74	20,8	468,69
Suelo	17,43	2,33	15	609,18
TOTAL				**1077,86**
Tota Planta Baja				**6223,79**

Tabla 23: Calor sensible por radiación y transmisión en elementos a la sombra. Fuente: elaboración propia. 2022

	Sv + Sp (m2)	V = S * 27 (m3/h)	mv	Qsi = mv * cpm * (Text - T int) (W)
Cocina-Comedor	12,20	329,40	0,11	2,35
Distribuidor	-	-	-	-
Escalera SE	-	-	-	-
Sala Lavadero	-	-	-	-
WC	-	-	-	-
Lavabo	-	-	-	-
Escalera NO	2,00	54,00	0,02	0,43
Dormitorio 01	2,40	64,80	0,02	0,43
Vestíbulo	5,00	135,00	0,05	1,07
Salón	2,40	64,80	0,02	0,43
Total Planta Baja				4,69

Tabla 24: Calor sensible por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022.

	mv	Qvl = mv * hfgm * (We - Wi) (W)
Cocina-Comedor	0,110	0,011
Distribuidor	-	-
Escalera SE	-	-
Sala Lavadero	-	-
WC	-	-
Lavabo	-	-
Escalera NO	0,020	0,002
Dormitorio 01	0,020	0,002
Vestíbulo	0,050	0,005
Salón	0,020	0,002
Total Planta Baja		0,022

Tabla 25: Calor latente por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022.

	qi (W)	nº personas	Qi total
Cocina-Comedor	100	20	2000
Total Carga Interna			**2000**

Tabla 26: Calor de aportación interna. Fuente: elaboración propia. 2022.

PLANTA BAJA → $\dot{Q}_T = \sum \dot{Q}_S + \sum \dot{Q}_L + \sum \dot{Q}_I = \mathbf{12.777{,}342\ W}$

PLANTA PRIMERA:

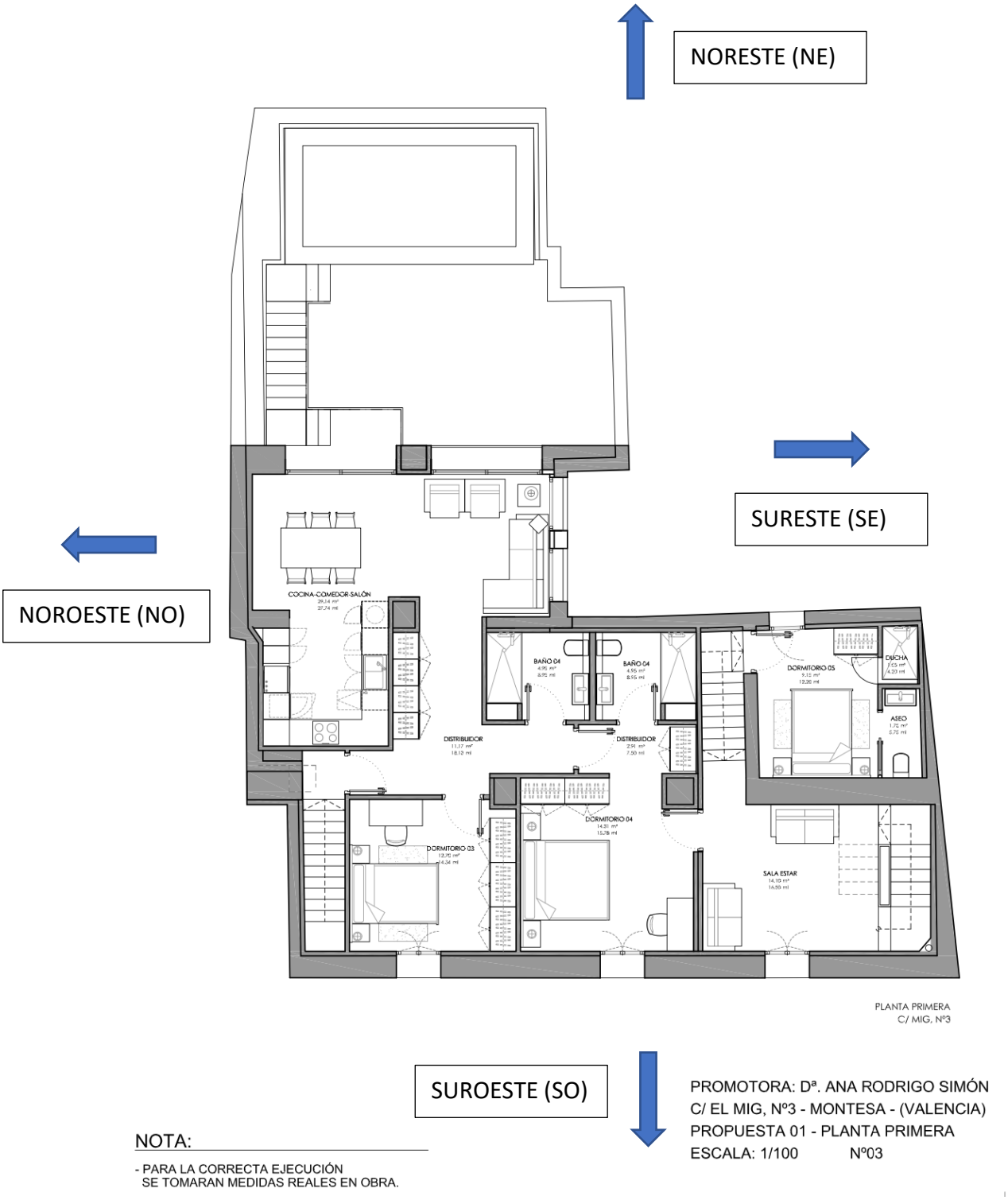


Ilustración 27: Plano 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022

	S (m2)	R (W/m2)	f	Qsr (W)
Cocina-Comedor-Salón				
Ventana 1 NE	5,00	45,00	0,90	202,50
Ventana 2 NE	5,00	45,00	0,90	202,50
Ventana 3 SE	2,40	107,00	0,90	231,12
Ventana 4 SE	2,40	107,00	0,90	231,12
TOTAL				**867,24**
Dormitorio 03				
Ventana SO	2,00	350,00	0,90	630,00
TOTAL				**630,00**
Dormitorio 04				
Ventana SO	2,00	350,00	0,90	630,00
TOTAL				**630,00**
Dormitorio 05				
Ventana NE	2,00	45,00	0,90	81,00
TOTAL				**81,00**
Sala estar				
Ventana SO	2,00	350,00	0,90	630,00
TOTAL				**630,00**
Total 1º Planta				**2838,24**

Tabla 27: Calor sensible a través de ventanas. Fuente: elaboración propia. 2022

	S (m2)	K	T sol,ext	ΔT(K)	Qsrt (W)
Cocina-Comedor-Salón					
Pared ext. NE	4,90	1,74	45,48	21,48	183,10
Pared ext. SE	1,40	1,74	46,41	22,41	54,58
TOTAL					**237,67**
Baño 04					
Pared ext. NE	8,05	1,74	45,48	21,48	300,80
TOTAL					**300,80**
Dormitorio 05					
Pared ext. NE	12,95	1,74	45,48	21,48	483,90
TOTAL					**483,90**
Aseo					
Pared ext. SE	7,00	1,74	46,41	22,41	272,89
TOTAL					**272,89**
Ducha					
Pared ext. SE	4,90	1,74	46,41	22,41	191,03
Pared ext. NE	2,80	1,74	45,48	21,48	104,63
TOTAL					**295,65**
Escalera SE					
Pared ext. NE	3,50	1,74	45,48	21,48	130,78
TOTAL					**130,78**
Total 1º Planta					**1721,70**

Tabla 28: Calor sensible por radiación y transmisión en muros exteriores al sol. Fuente: elaboración propia. 2022

	S (m2)	K	ΔT(K)	Qsrt (W)
Cocina-Comedor-Salón				
Pared ext. NO	21,35	1,74	20,8	772,70
TOTAL				**772,70**
Escalera NO				
Pared ext. NO	13,30	1,74	20,8	481,35
Pared ext. SO	3,50	1,74	20,8	126,67
TOTAL				**608,03**
Dormitorio 03				
Pared ext. SO	9,80	1,74	20,8	354,68
TOTAL				**354,68**
Dormitorio 04				
Pared ext. SO	10,15	1,74	20,8	367,35
TOTAL				**367,35**
Sala estar				
Pared ext. SO	15,05	1,74	20,8	544,69
TOTAL				**544,69**
Total 1º Planta				**2647,44**

Tabla 29: Calor sensible por radiación y transmisión en elementos a la sombra. Fuente: elaboración propia. 2022

	Sv + Sp (m2)	V = S * 27 (m3/h)	mv	Qsi = mv * cpm * (Text - T int) (W)
Cocina-Comedor-Salón	14,80	399,60	0,13	2,77
Escalera NO	-	-	-	-
Dormitorio 03	2,00	54,00	0,02	0,43
Baño 04	-	-	-	-
Dormitorio 04	2,00	54,00	0,02	0,43
Dormitorio 05	2,00	54,00	0,02	0,43
Aseo	-	-	-	-
Ducha	-	-	-	-
Sala estar	2,00	54,00	0,02	0,43
Escalera SE	-	-	-	-
Total 1º Planta				**4,48**

Tabla 30: Calor sensible por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022.

	mv	Qvl = mv * hfgm * (We - Wi) (W)
Cocina-Comedor-Salón	0,130	0,013
Escalera NO	-	-
Dormitorio 03	0,020	0,002
Baño 04	-	-
Dormitorio 04	0,020	0,002
Dormitorio 05	0,020	0,002
Aseo	-	-
Ducha	-	-
Sala estar	0,020	0,002
Escalera SE	-	-
Total 1º Planta		0,021

Tabla 31: Calor latente por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022.

$$1º \text{ PLANTA} \rightarrow \quad \dot{Q}_T = \sum \dot{Q}_S + \sum \dot{Q}_L = \mathbf{7.211{,}881\ W}$$

PLANTA SEGUNDA:

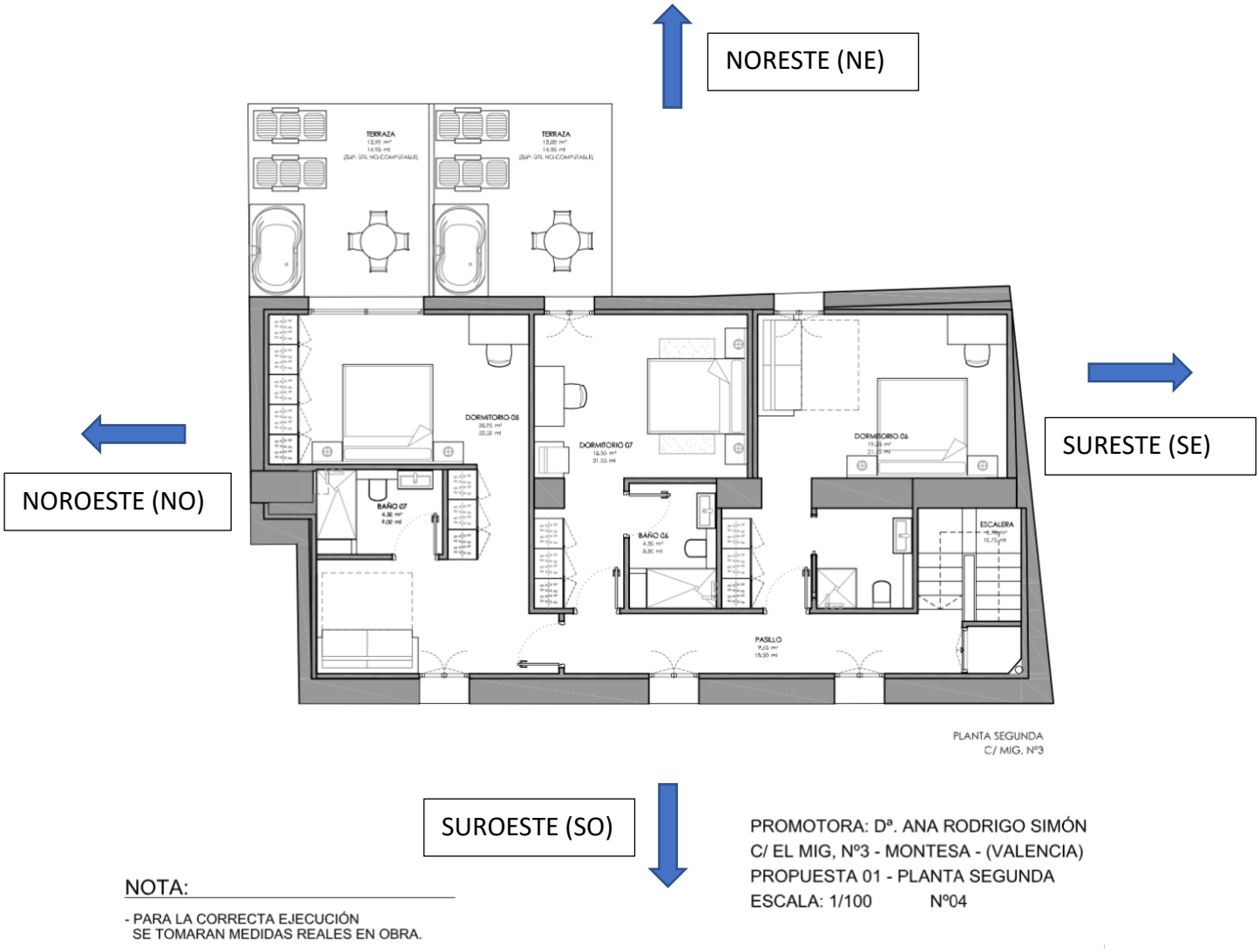


Ilustración 28: Plano Planta Segunda. Fuente; Elaboración propia. 2022

	S (m2)	R (W/m2)	f	Qsr (W)
Dormitorio 08				
Cristalera NE	4,60	45,00	0,90	186,30
TOTAL				**186,30**
Pasillo				
Ventana1 SO	2,00	350,00	0,90	630,00
Ventana2 SO	2,00	350,00	0,90	630,00
Ventana3 SO	2,00	350,00	0,90	630,00
TOTAL				**1890,00**
Dormitorio 07				
Puerta exterior NE	2,00	45,00	0,90	81,00
TOTAL				**81,00**
Dormitorio 06				
Ventana NE	2,00	45,00	0,90	81,00
TOTAL				**81,00**
Total 2º Planta				**2238,30**

Tabla 32: Calor sensible a través de ventanas. Fuente: elaboración propia. 2022

	S (m2)	K	T sol,ext	ΔT(K)	Qsrt (W)
Dormitorio 08					
Pared ext. NE	9,80	1,74	45,48	21,48	366,19
Techo	28,95	0,23	56,01	32,01	213,11
TOTAL					**579,30**
Baño 07					
Techo	4,35	0,23	56,01	32,01	32,02
TOTAL					**32,02**
Pasillo					
Techo	9,65	0,23	56,01	32,01	71,04
TOTAL					**71,04**
Dormitorio 07					
Pared ext. NE	9,45	1,74	45,48	21,48	353,11
Techo	18,30	0,23	56,01	32,01	134,71
TOTAL					**487,82**
Baño 06					
Techo	4,35	0,23	56,01	32,01	32,02
TOTAL					**32,02**
Dormitorio 06					
Pared ext. NE	17,50	1,74	45,48	21,48	653,91
Pared ext. SE	11,20	1,74	46,41	22,41	436,63
Techo	19,20	0,23	56,01	32,01	141,33
TOTAL					**1231,88**
Baño 08					
Techo	4,35	0,23	56,01	32,01	32,02
TOTAL					**32,02**
Escalera					
Pared ext. SE	11,55	1,74	46,41	22,41	450,27
Techo	5,70	0,23	56,01	32,01	41,96
TOTAL					**492,23**
Total 2º Planta					**2958,33**

Tabla 33: Calor sensible por radiación y transmisión en muros exteriores al sol. Fuente: elaboración propia. 2022

	S (m2)	K	ΔT(K)	Qsrt (W)
Dormitorio 08				
Pared ext. NO	10,50	1,74	20,80	380,02
TOTAL				**380,02**
Baño 07				
Pared ext. NO	5,60	1,74	20,80	202,68
TOTAL				**202,68**
Pasillo				
Pared ext. NO	7,70	1,74	20,80	278,68
Pared ext. SO	45,50	1,74	20,80	1646,74
TOTAL				**1925,41**
Total 2º Planta				**2508,11**

Tabla 34: Calor sensible por radiación y transmisión en elementos a la sombra. Fuente: elaboración propia. 2022

	Sv + Sp (m2)	V = S * 27 (m3/h)	mv	Qsi = mv * cpm * (Text - T int) (W)
Dormitorio 08	4,60	124,20	0,04	0,85
Baño 07	-	-	-	-
Pasillo	6,00	162,00	0,05	1,07
Dormitorio 07	2,00	54,00	0,02	0,43
Baño 06	-	-	-	-
Dormitorio 06	2,00	54,00	0,02	0,43
Baño 08	-	-	-	-
Escalera	-	-	-	-
Total 2º Planta				**2,77**

Tabla 35: Calor sensible por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022.

	mv	Qvl = mv * hfgm * (We - Wi) (W)
Dormitorio 08	0,040	0,004
Baño 07	-	-
Pasillo	0,050	0,005
Dormitorio 07	0,020	0,002
Baño 06	-	-
Dormitorio 06	0,020	0,002
Baño 08	-	-
Escalera	-	-
Total 2º Planta		**0,013**

Tabla 36: Calor latente por infiltraciones de aire. Fuente: elaboración propia. 2022.

$$2º \text{ PLANTA} \rightarrow \quad \dot{Q}_T = \sum \dot{Q}_S + \sum \dot{Q}_L = \mathbf{7.707{,}523\ W}$$

EXPLICACIONES SOBRE LOS CÁLCULOS

Para el cálculo del calor sensible producido por la radiación de las ventanas, se escogió como factor de atenuación el valor de 0,9 ya que las ventanas en nuestra vivienda presentan un vidrio doble. En dicho cálculo, el valor de la radiación de las ventanas va en función de la orientación del elemento, y como bien se puede observar, la orientación que presenta el valor más elevado en nuestra vivienda es el Noroeste y el Suroeste.

A continuación, en el cálculo de las cargas por transmisión y radiación a través de muros exteriores, techos, suelos y puertas, se ha escogido como valores de K (coeficiente de transmisión) los mismos valores que se escogieron en el capítulo anterior sobre las cargas térmicas de invierno, que son:

ELEMENTO	**K (W/ (m^2 * K))**
Muros de piedra de 80 cm.	1,74
Ventanales de cristal sencillo.	5,82
Suelo de hormigón sobre tierra apisonada.	2,33
Puertas de madera.	4,07

Tejas cilíndricas.	0,23

Tabla 37: Valores de K de los distintos elementos de la vivienda. Fuente: Elaboración propia. 2022.

De cara al salto térmico, la fórmula queda de la siguiente manera, recordando que la temperatura exterior fijada es de 44,8ºC, y que en el interior de la vivienda es de 24ºC:

$$\Delta T = T_e - T_i = (44{,}8 + 273) - (24 + 273) = 20{,}8\ K \qquad [21]$$

Recordemos que como situación más desfavorable se escogió la temperatura máxima de 44,8 ºC. Se aprecia cómo hay unos valores de ΔT diferentes cuando se trata de la carga de transmisión por el suelo, por el hecho de que, en este caso, la temperatura que se coge no es la temperatura del exterior, sino la temperatura del terreno, que se trata de 7ºC.

Cabe mencionar que, en el cálculo de las cargas térmicas de verano, el ΔT es algo diferente que, en el capítulo anterior, ya que en este caso la temperatura más elevada se está dando en el exterior de la vivienda. Sin embargo, lo que estamos hallando es el valor absoluto de la carga total, entendemos claramente que en verano el flujo de calor se da desde el exterior de la vivienda hacia su interior.

En el caso de los muros exteriores que se encuentran al sol, su temperatura exterior es algo más elevada, por el hecho de que dichos elementos presentan un factor de absorción solar que hace que su temperatura sea más elevada. En nuestro ejemplo, dicha temperatura queda de la siguiente manera:

$$T_{sol,ext} = T_{ext} + \frac{\alpha * R}{h_{ext}} = 44{,}8 + \frac{0{,}3 * 45}{20} = 45{,}48ºC \qquad [22]$$

El cálculo de las cargas por infiltraciones sensible y latente es el mismo que en el capítulo anterior, por ello se concluye igualmente el hecho de que dichas cargas presentan poca relevancia en el cómputo total de las cargas térmicas de verano por su valor tan inferior.

Para el cálculo de la carga de ventilación sensible, lo primero que deberemos hacer es calcular la superficie tanto de las ventanas como de las puertas. Ello se debe al hecho de que las posibles infiltraciones se dan por los resquicios de ambos elementos.

A continuación, se procede al cálculo del caudal de aire de ventilación ($\dot{V}$), multiplicando a la superficie total de ventanas y puertas por 27, pues recordemos que al pertenecer la vivienda a la zona climática C2, la permeabilidad al aire de las carpinterías según marca el CTE, deberá presentar unos valores inferiores a 27 m^3 / h*m^2.

El valor calculado para $\dot{V}$ está en m^3/h, sin embargo, si lo pasamos a l/s, observaremos que los valores obtenidos son superiores a los caudales mínimos de aire exterior de ventilación que exige el RITE según la categoría a la que pertenezca nuestra vivienda. Recordemos que en nuestra vivienda el caudal de aire exterior de ventilación mínimo exigido es de 5 l/s por persona en las habitaciones y de 3 l/s por persona en las salas comunes.

Se observa en las ilustraciones sobre los cálculos de $\dot{V}$ que el valor mínimo obtenido es de 54 m^3/h. Realizando los cálculos correctos en cuanto a los factores de conversión, se observa que se cumple con lo mínimo exigido, de la siguiente manera:

$$54\ \frac{m^3}{h} * \frac{10^3}{3600} = 15\ \frac{l}{s} \qquad [23]$$

Como bien se observa, se cumple con lo establecido por el RITE, de modo que se certifica numéricamente el hecho de que el aire de infiltraciones sea suficiente como para no tener que hacer uso de aire de ventilación.

A continuación, se calcula el caudal másico de aire de ventilación ($\dot{m}$) para posteriormente obtener el valor total de la carga de ventilación e infiltraciones sensible ($\dot{Q_{SI}}$).

Lo último en calcular es la carga de ventilación latente ($\dot{Q_{VL}}$). Para ello, cogeremos el valor de $\dot{m}$ calculado anteriormente, además de calcular la humedad absoluta tanto en el interior como en el exterior.

En cuanto a la humedad, conocemos tanto los valores del interior y exterior, sin embargo, los datos de los que disponemos son acerca de la humedad relativa, es por ello por lo que tendremos que calcular la humedad absoluta en función de la humedad relativa. Esto se debe a que, en la fórmula para calcular la carga de ventilación latente, el valor de la humedad que aparece en dicha fórmula es el valor de la humedad absoluta, no de la relativa.

Recordemos que la humedad que se ha de dar en el interior de la vivienda en verano[16] está entre 45% y 60%, por lo que escogeremos 52,5% como valor de referencia para la humedad relativa en el interior de la vivienda. Por lo contrario, como ya se vio en capítulos anteriores, en el municipio de Montesa se da una humedad máxima de entre 70% y 75%, por lo que escogeremos 72,5% como valor de referencia para la humedad relativa en el exterior de la vivienda (situación más desfavorable).

[16] RITE 2007.

Se presenta a continuación el proceso que se ha seguido en los cálculos para calcular la humedad absoluta en función de la humedad relativa, pero antes, conviene refrescar ambos conceptos:

En cuanto a humedad relativa, se entiende como el porcentaje de vapor de agua contenido en el aire y la máxima que el aire sería capaz de contener a dicha temperatura. Es por ello por lo que los valores de humedad relativa se representan como un porcentaje entre 0 y 100.

En cuanto a humedad absoluta, se entiende como la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire específico, de ahí que se mida normalmente en g/m^3.

Para realizar dicho cálculo, deberemos calcular también la humedad absoluta máxima, la cual es la máxima cantidad de vapor de agua que podría contener un cierto volumen de aire a una determinada temperatura, medido también normalmente en g/m^3.

Todos estos conceptos de humedad, representados con la letra W, se relacionan con la siguiente fórmula:

$$W_{rel} = \frac{W_{abs}}{W_{abs_{máx}}} * 100 \qquad [24]$$

De modo que para calcular la W_{abs} tendremos que calcular antes la $W_{abs_{máx}}$.

Para ello, debemos disponer de otros valores como se presentarán a continuación. Para el cálculo, debemos obtener tanto la humedad absoluta en el interior como en el exterior, sin embargo, solo uno de los dos cálculos será explicado con detalle, pues a fin

de cuentas el otro cálculo no es más que cambiar los números, por lo que solo se detallará su valor final. Dicho esto, calcularemos la W_{abs} del interior de la vivienda:

Paso 1: calcular la $W_{abs_{máx}}$:

$$W_{abs_{máx}} = \frac{P_{V_{H2O}} * P_{molec.H2O}}{r * T} = \frac{0{,}0295 * 18{,}015}{0{,}0821 * (24 + 273)} = 0{,}0218\ gr/L \qquad [25]$$

Siendo: $P_{V_{H2O}}$ la presión del vapor de agua a una determinada temperatura (atm);

$P_{molec.H2O}$ el peso molecular del H_2O (g/mol);

r la constante ($\frac{atm*L}{mol*K}$); y

T la temperatura en Kelvin.

Una vez hallada la $W_{abs_{máx}}$, usamos la fórmula antes mencionada para hallar el valor de la W_{abs}, recordando que el valor de W_{rel} es del 52,5%.

$$W_{rel} = \frac{W_{abs}}{W_{abs_{máx}}} * 100 \rightarrow W_{abs} = 0{,}525 * 0{,}0218 = 0{,}0114\ gr/L \qquad [26]$$

Por último, tendremos que usar factores de conversión para hallar W_{abs} en kg/m^3. Puesto que sería lo mismo, quedaría: $W_{abs_{interior}}$= 0,0114 kg/m^3. Por otra parte, el valor de la humedad absoluta en el exterior de la vivienda quedaría: $W_{abs_{exterior}}$= 0,051 kg/m^3.

Una vez calculados los valores de la humedad absoluta tanto para el interior como para el exterior de la vivienda en función de las humedades relativas; se procede al cálculo final de la carga de ventilación latente con la fórmula mencionada anteriormente en este capítulo.

El último paso es calcular las cargas internas. Como se ha mencionado anteriormente en este capítulo, las cargas internas nunca se tienen en cuenta de cara a la climatización de una vivienda, sin embargo, en nuestra vivienda se celebrarán eventos socioculturales. Es por ello por lo que en la sala donde se celebrarán dichos eventos sí que tendremos en cuenta el aporte energético que supone la presencia de un gran número de personas. Se ha establecido una media de 20 personas en la cocina-comedor de la primera planta, lo que supone un aporte de 2000W.

Por último, solo quedaría sumar todas las cargas calculadas para obtener la carga total, o lo que se conoce como las cargas de verano para las distintas plantas de la vivienda.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos de cara a los cálculos de las cargas de verano, se concluye que las cargas totales de verano son las siguientes:

- Planta baja: 12.777,342 W.
- Primera Planta: 7.211,881 W.
- Segunda planta: 7.707,523 W.

Es importante mencionar el hecho de que las cargas de ventilación e infiltraciones son prácticamente insignificantes en cuanto al total de las cargas térmicas, sin embargo, se han tenido en cuenta pues a nivel teórico son muy importantes.

Del mismo modo, en el presente capítulo se han tenido en cuenta las cargas internas debidas a la ocupación. Se tendrá en cuenta de cara a la selección de equipos, ya que si se da el caso donde en un evento se presentan 30 personas, aparecerá un aporte de 30 * 100 = 3000 W, todo ello suponiendo que el calor metabólico medio por persona es de 100W.

En posteriores capítulos se procederá a la selección de equipos que serán capaces de contrarrestar el total de las cargas térmicas para que se puedan dar unas condiciones confortables para habitar en la vivienda.

SISTEMA DE CALEFACCIÓN

En el presente capítulo nos centraremos en resolver la cuestión acerca de la elección de los equipos y sistemas que serán capaces de llevar a cabo la calefacción de la vivienda.

Con los cálculos recogidos en el capítulo acerca de las cargas térmicas de invierno, se llevará a cabo un estudio sobre qué elementos se utilizarán para que se den las condiciones de confort necesarias en los meses más fríos del año.

Se definirá el aparato en concreto que se encargará de calefactar la vivienda, así como todos los elementos que son necesarios para su puesta en marcha. Cabe destacar el hecho de que la información técnica formulada en el presente tema ha sido fruto de la recogida de información en el libro de texto *Manual de Calefacción*[17].

SISTEMA ELEGIDO

Los sistemas de calefacción se pueden clasificar de varias formas, sin embargo, el más común es el de clasificarlos en función del fluido que se transporta y el que se encargará de calefactar la vivienda. En dicho caso. Existen:

- Sistemas de agua caliente.
- Sistema de aire caliente.
- Sistemas por vapor de agua.
- Sistemas por fluido térmico.

En dicho Proyecto, se elige el sistema de agua caliente como el encargado de la calefacción de la vivienda, de hecho, es el sistema más común elegido en la mayoría de los casos.

[17] Jutglar Banyeras, L. Miranda, A.L. Villarubia, M. 2011.

SISTEMA DE AGUA CALIENTE

De todos, es el sistema más generalizado. La temperatura del agua que circula por el sistema oscila entre los 40ºC y los 90ºC. Para calentar dicho fluido, se hará uso de una caldera, que en nuestro caso será el único elemento encargado de calentar el agua que se encarga de la calefacción de la vivienda. Dicha agua será distribuida a lo largo de la vivienda mediante un sistema de tuberías impulsadas por una bomba. Los elementos necesarios que forman parte de la calefacción de la vivienda serán explicados en detalle más adelante.

El sistema elegido es denominado sistema de alta temperatura, en el cual el calor se disipa a las diferentes habitaciones con ayuda de unos terminales que pueden ser paneles, radiadores, emisores o convectores. De todos modos, generalmente por el término emisores se agrupa a cada uno de los elementos mencionados. En nuestra vivienda se instalarán radiadores que se encargarán de calentar el ambiente para que se den las condiciones establecidas.

Una vez establecido el hecho de que se usarán radiadores, se ha de definir la estructura de las tuberías por las cuales circulará el agua caliente que atraviesa los radiadores.

Se trata de un sistema bitubular, puesto que se trata de una tubería de ida con un ramal por cada radiador que alimenta cada radiador. El otro tubo es el de retorno, donde se recoge el agua que sale de los radiadores. En la siguiente ilustración se percibe cómo es la distribución bitubular escogida. Cabe destacar el hecho de que se conoce como distribución bitubular en anillos, ya que se trata de una instalación que debe abarcar varias plantas, en concreto tres.

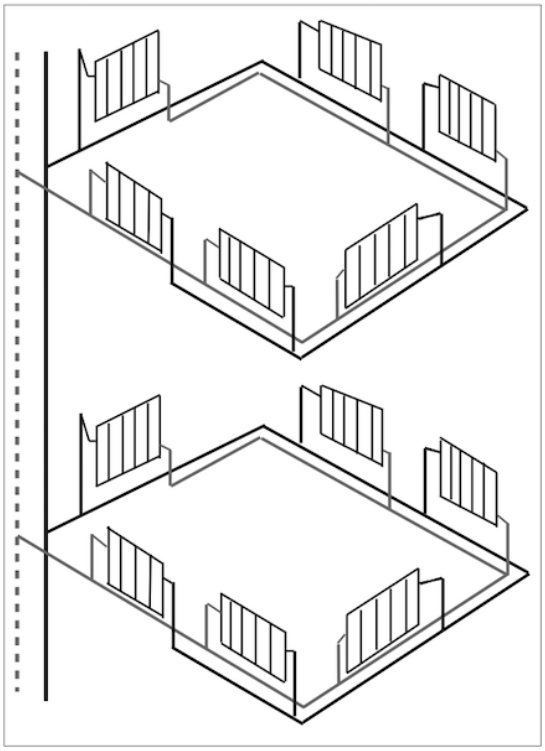


Ilustración 29: Distribución bitubular en anillos. Fuente: Manual de calefacción. 2011.

En la siguiente ilustración se aprecia nuevamente la distribución del sistema bitubular en anillos, donde se aprecia cómo sale el agua de la caldera hacia los radiadores y cómo es recogido nuevamente mediante el otro tubo.

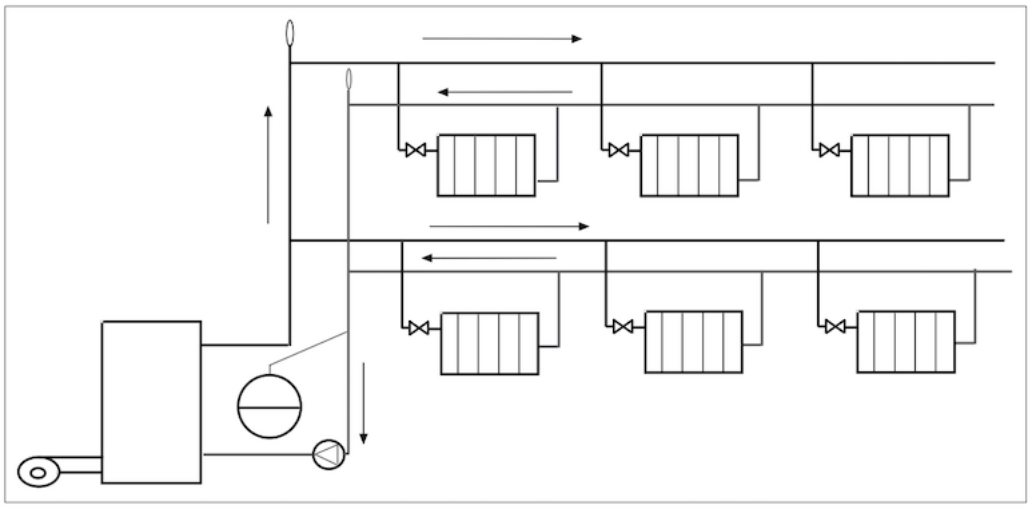


Ilustración 30: Distribución bitubular en anillos. Fuente: Manual de calefacción. 2011.

Uno de los mayores problemas que hay cuando diseñamos el sistema de calefacción por tuberías, es el de conseguir el equilibrio perfecto en cuanto a las presiones que se dan en el interior de las tuberías. Es por ello por lo que escogeremos el sistema bitubular con retorno inverso, a diferencia del sistema con retorno directo, principalmente por el hecho de que llevar a cabo el equilibrio de las presiones es más sencillo.

El sistema elegido se conoce con el nombre de sistema bitubular con retorno inverso por el hecho de que el radiador más cercano a la bomba, siguiendo la tubería de ida, es el más alejado siguiendo la de retorno. En la siguiente ilustración se representa el concepto que se acaba de explicar.

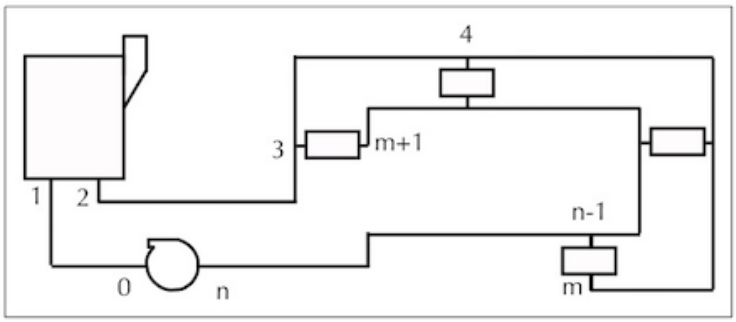


Ilustración 31: Distribución bitubular en anillos con retorno inverso. Fuente: Manual de calefacción. 2011.

Los pequeños bloques representan los radiadores, mientras que en la parte inferior izquierda aparece los que se cono ce como bomba, que se encargará de bombear el agua por las tuberías de modo que se obtenga el caudal que queramos. Por último, el bloque grande que aparece en la parte izquierda representa lo que sería la caldera, el elemento que se encargará de calentar el agua que circulará por los radiadores de nuestra vivienda.

Las características del sistema elegido son las siguientes:

- En la tubería de ida el caudal de agua va disminuyendo por el hecho de que van apareciendo las distintas ramificaciones que alimentan los distintos radiadores, mientras que, para lo contrario en la tubería de retorno, donde el caudal va aumentando al ir recogiendo los caudales de agua que han ido atravesando los radiadores.
- Una de las ventajas es que cada radiador es independiente a los demás, por lo que se puede regular de manera que no afecte a los demás, Dicho de otro modo, se puede apagar individualmente, o por lo contrario regularlo de manera que no entre tanta agua de modo que se pueda regular su temperatura.

- El sistema se presenta de manera que los radiadores se encuentran en paralelo, lo que implica que el agua que atraviesa dichos elementos se encuentra prácticamente a la misma temperatura.

- La longitud del camino recorrido por el agua, desde la boca de impulsión de la bomba hasta la de retorno, es prácticamente la misma e independiente del emisor.

- Por lo definido anteriormente, la diferencia de presión entre conexiones del emisor al circuito nos presenta diferencias tan acusadas como las de otro circuito como puede ser un sistema con retorno directo. Dicho lo cual, se presenta a continuación un esquema donde se aprecia cómo la caída de presión no es tan elevada.

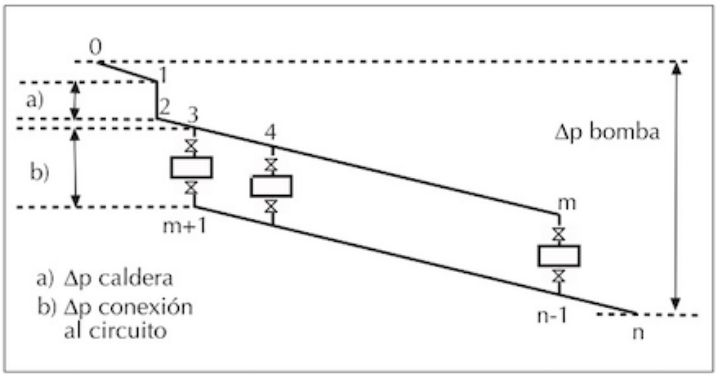


Ilustración 32: Diagrama de la caída de presión en un sistema bitubo con retorno inverso. Fuente: Manual de calefacción. 2011.

El hecho de que las presiones estén prácticamente equilibradas conlleva a que en muchas ocasiones no haga falta que colocar válvulas que se encarguen de llevar a cabo el equilibrio de presiones en las tuberías.

Como ha sido mencionado previamente, el agua circulará por las tuberías gracias a la acción de una bomba que se encarga de la circulación del fluido. Para la elección de esta, se deberá conocer la pérdida de carga a través de todos los caminos que hay en el circuito, de modo que la bomba sea capaz de suministrar la caída máxima de presión.

Por último, cabe mencionar el hecho de que al tratarse de un sistema bitubular con retorno inverso, la velocidad del fluido a través de las tuberías[18] ha de estar entre 0,5 m/s y 1,5 m/s.

RED DE TUBERÍAS

A continuación, se van a presentar los planos de la red de tuberías, por los cuales circulará el fluido que se encargará de calefactar las distintas habitaciones de la vivienda. En los planos aparecen también dónde van a estar situados los radiadores (numerados con letras). También aparecerán numerados diferentes puntos que separan los distintos tramos de los planos de tuberías.

Más adelante también se presentarán los cálculos del caudal que circulará por la red de tuberías, la velocidad del agua que circula en su interior, y también la pérdida de carga debido a la propia circulación del fluido calefactor.

[18] Manual de Calefacción. Jutglar Banyeras, L. Miranda, A.L. Villarubia, M. 2011.

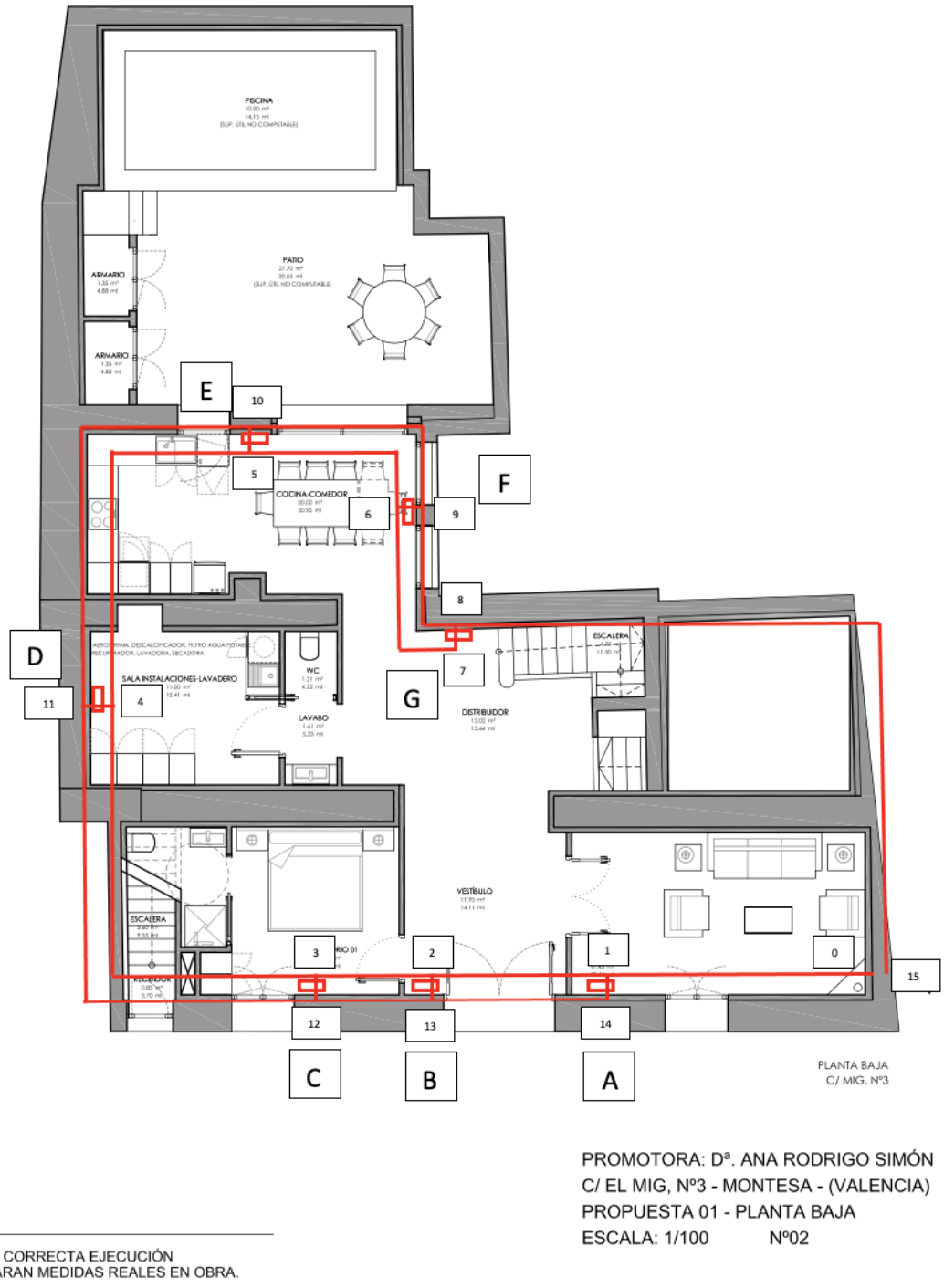


Ilustración 33: Red de tuberías Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

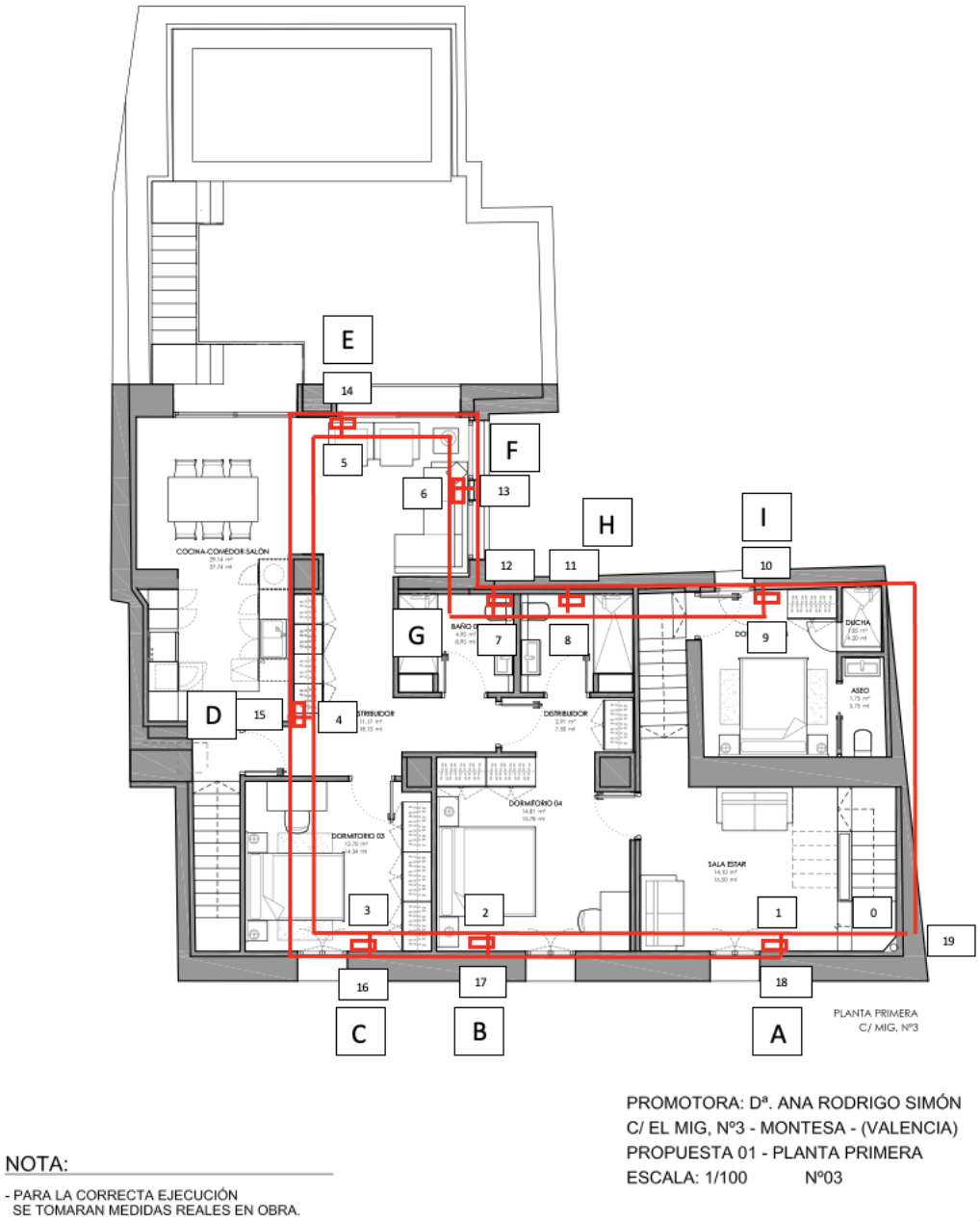


Ilustración 34: Red de tuberías 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

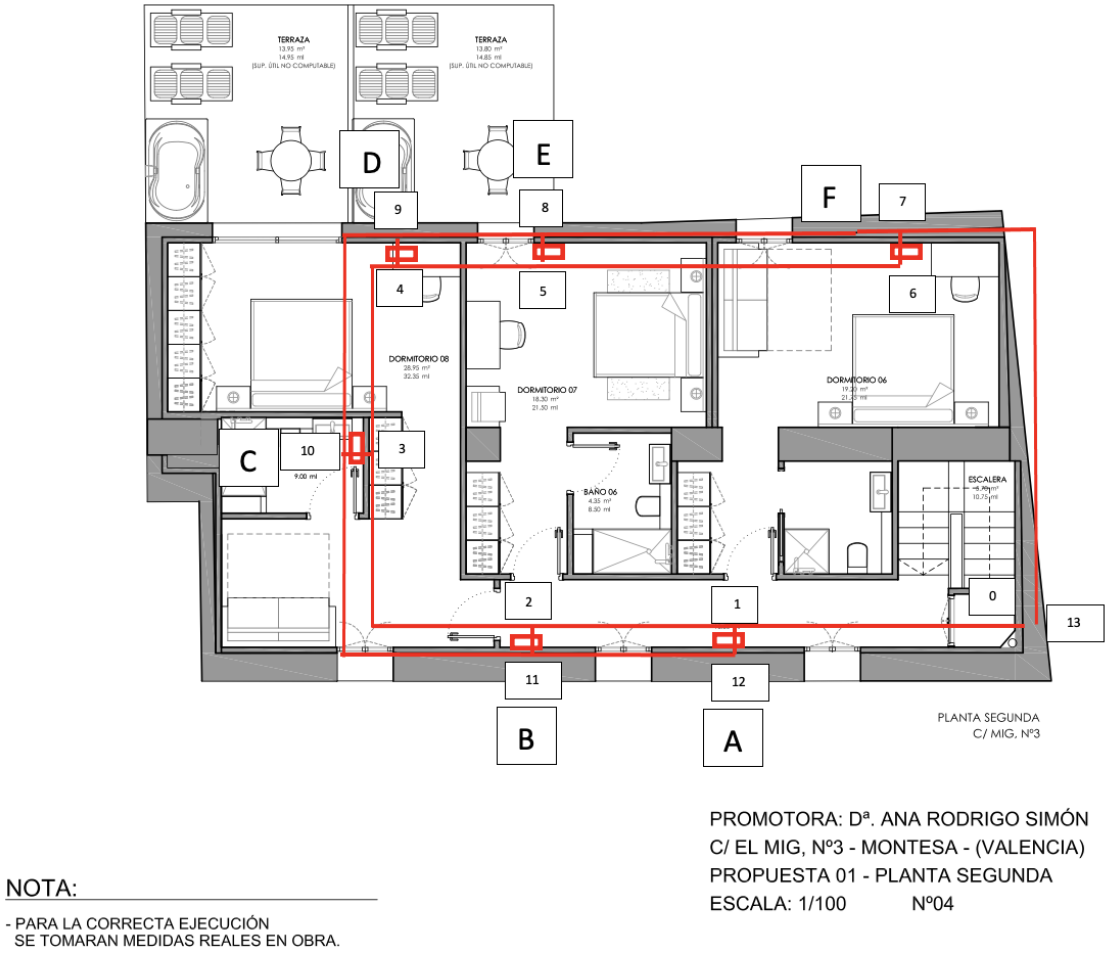


Ilustración 35: Red de tuberías 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Se aprecia cómo los radiadores están situados en paralelo, al igual que se aprecia cómo el sistema tiene un camino de retorno. A continuación, se presentarán unas tablas con los cálculos sobre la red de tuberías.

Tramo	Caudal (l/s)	Cálculo D (mm)	D nom.	D int. (mm)	Veloc. (m/s)	Ec (kPa)	Long. (m)	Δp/L (Pa/m)	Δp (kPa)	Δp total (kPa)
0-1	0,126	12,67	13-15	13	0,95	0,443	5,0	885,262	4,43	**4,43**
1-2	0,099	11,23	13-15	13	0,75	0,274	3,5	566,372	1,98	
	T paso directo (K=0,9)								0,25	**2,23**
2-3	0,084	10,34	13-15	13	0,63	0,197	2,0	417,783	0,84	
	T paso directo (K=0,9)								0,18	**1,01**
3-4	0,070	9,44	10-12	10	0,89	0,391	8,5	1069,856	9,09	
	T paso directo (K=0,9)								0,35	
	1 codo recto (K=2,1)								0,82	**10,27**
4-5	0,058	8,59	10-12	10	0,74	0,268	7,5	755,218	5,66	
	T paso directo (K=0,9)								0,24	
	1 codo recto (K=2,1)								0,56	**6,47**
5-6	0,034	6,58	10-12	10	0,43	0,092	5,0	280,868	1,40	
	T paso directo (K=0,9)								0,08	
	1 codo recto (K=2,1)								0,19	**1,68**
6-7	0,010	3,57	5-7	5	0,51	0,128	3,0	852,159	2,56	
	T paso directo (K=0,9)								0,11	
	1 codo recto (K=2,1)								0,27	**2,94**
8-9	0,116	12,15	13-15	13	0,87	0,375	3,0	759,560	2,28	
	T paso directo (K=0,9)								0,34	
	1 codo recto (K=2,1)								0,79	**3,41**
9-10	0,092	10,82	13-15	12	0,81	0,325	5,0	730,209	3,65	
	T paso directo (K=0,9)								0,29	
	1 codo recto (K=2,1)								0,68	**4,63**
10-11	0,068	9,30	10-12	10	0,87	0,369	7,5	1013,935	7,60	
	T paso directo (K=0,9)								0,33	
	1 codo recto (K=2,1)								0,77	**8,71**
11-12	0,056	8,44	10-12	10	0,71	0,250	8,5	707,698	6,02	
	T paso directo (K=0,9)								0,22	
	1 codo recto (K=2,1)								0,52	**6,77**
12-13	0,042	7,31	10-12	10	0,53	0,141	2,0	415,395	0,83	
	T paso directo (K=0,9)								0,13	**0,96**
13-14	0,027	5,86	6-8	6	0,95	0,448	3,5	2206,555	7,72	
	T paso directo (K=0,9)								0,40	**8,13**
8-15	0,126	12,67	13-15	13	0,95	0,443	10,0	885,262	8,85	
	1 codo recto (K=2,1)								0,93	**9,78**

Tabla 38: Cálculo Red de tuberías Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Camino	Suma Δp (kPa)	Δp camino (kPa)
0-1-A-14-15	4,43 + 1,60 + 8,13 + 0,96 + 6,77 + 8,71 + 4,63 + 3,41 + 9,78	**48,42**
0-2-B-13-15	4,43 + 2,23 + 1,60 + 0,96 + 6,77 + 8,71 + 4,63 + 3,41 + 9,78	**42,52**
0-3-C-12-15	4,43 + 2,23 + 1,01 + 1,60 + 6,77 + 8,71 + 4,63 + 3,41 + 9,78	**42,57**
0-4-D-11-15	4,43 + 2,23 + 1,01 + 10,27 + 1,60 + 8,71 + 4,63 + 3,41 + 9,78	**46,07**
0-5-E-10-15	4,43 + 2,23 + 1,01 + 10,27 + 6,47 + 1,60 + 4,63 + 3,41 + 9,78	**43,83**
0-6-F-9-15	4,43 + 2,23 + 1,01 + 10,27 + 6,47 + 1,68 + 1,60 + 3,41 + 9,78	**40,88**
0-7-G-8-15	4,43 + 2,23 + 1,01 + 10,27 + 6,47 + 1,68 + 2,94 + 1,60 + 9,78	**40,41**
	Presión total necesaria (es la máxima) = 48,42 kPa (4,84 mca)	

Tabla 39: Cálculo de la pérdida de carga según el camino en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Radiador	Δp camino (kPa)	Δp detentor (kPa)
A	48,42	0,00
B	42,52	5,90
C	42,57	5,85
D	46,07	2,35
E	43,83	4,59
F	40,88	7,54
G	40,41	8,01

Tabla 40: Cálculo del equilibrado del circuito con detentores en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Tramo	Caudal (l/s)	Cálculo D (mm)	D nom.	D int. (mm)	Veloc. (m/s)	Ec (kPa)	Long. (m)	Δp/L (Pa/m)	Δp (kPa)	Δp total (kPa)
0-1	0,122	12,46	13-15	13	0,92	0,415	2,50	833,919	2,08	**2,08**
1-2	0,108	11,73	13-15	13	0,81	0,325	6,00	665,406	3,99	
	T paso directo (K=0,9)								0,29	**4,29**
2-3	0,097	11,11	13-15	13	0,73	0,263	2,00	545,365	1,09	
	T paso directo (K=0,9)								0,24	**1,33**
3-4	0,086	10,46	13-15	13	0,65	0,206	6,50	436,392	2,84	
	T paso directo (K=0,9)								0,19	
	1 codo recto (K=2,1)								0,43	**3,46**
4-5	0,076	9,84	10-12	10	0,97	0,460	6,00	1245,864	7,48	
	T paso directo (K=0,9)								0,41	
	1 codo recto (K=2,1)								0,97	**8,86**
5-6	0,048	7,82	10-12	10	0,61	0,184	4,00	531,940	2,13	
	T paso directo (K=0,9)								0,17	
	1 codo recto (K=2,1)								0,39	**2,68**
6-7	0,020	5,05	6-8	6	0,71	0,246	3,00	1265,717	3,80	
	T paso directo (K=0,9)								0,22	
	1 codo recto (K=2,1)								0,52	**4,54**
7-8	0,016	4,51	5-7	5	0,81	0,326	2,00	2034,937	4,07	
	T paso directo (K=0,9)								0,29	**4,36**
8-9	0,012	3,91	5-7	5	0,61	0,184	4,00	1194,440	4,78	
	T paso directo (K=0,9)								0,17	**4,94**
10-11	0,110	11,83	13-15	13	0,83	0,338	4,00	688,406	2,75	
	T paso directo (K=0,9)								0,30	**3,06**
11-12	0,106	11,62	13-15	13	0,80	0,314	2,00	642,765	1,29	
	T paso directo (K=0,9)								0,28	**1,57**
12-13	0,102	11,40	13-15	13	0,77	0,290	3,00	598,568	1,80	
	T paso directo (K=0,9)								0,26	
	1 codo recto (K=2,1)								0,61	**2,67**
13-14	0,074	9,71	10-12	10	0,94	0,436	4,00	1185,826	4,74	
	T paso directo (K=0,9)								0,39	
	1 codo recto (K=2,1)								0,92	**6,05**
14-15	0,046	7,65	10-12	10	0,59	0,169	6,00	491,622	2,95	
	T paso directo (K=0,9)								0,15	
	1 codo recto (K=2,1)								0,35	**3,46**
15-16	0,036	6,77	10-12	10	0,46	0,103	6,50	312,231	2,03	
	T paso directo (K=0,9)								0,09	
	1 codo recto (K=2,1)								0,22	**2,34**
16-17	0,025	5,64	10-12	10	0,32	0,050	2,00	158,924	0,32	
	T paso directo (K=0,9)								0,04	
	1 codo recto (K=2,1)								0,10	**0,47**
17-18	0,014	4,22	5-7	5	0,71	0,250	6,00	1589,095	9,53	
	T paso directo (K=0,9)								0,22	**9,76**
10-19	0,122	12,46	13-15	13	0,92	0,415	10,00	833,919	8,34	
	1 codo recto (K=2,1)								0,87	**9,21**

Tabla 41: Cálculo Red de tuberías 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Camino	Suma Δp (kPa)	Δp camino(kPa)
0-1-A-18-19	2,08 + 1,60 + 9,76 + 0,47 + 2,34 + 3,46 + 6,05 + 2,67 + 1,57 + 3,06 + 9,21	**42,27**
0-2-B-17-19	2,08 + 4,29 + 1,60 + 0,47 + 2,34 + 3,46 + 6,05 + 2,67 + 1,57 + 3,06 + 9,21	**36,8**
0-3-C-16-19	2,08 + 4,29 + 1,33 + 1,60 + 2,34 + 3,46 + 6,05 + 2,67 + 1,57 + 3,06 + 9,21	**37,66**
0-4-D-15-19	2,08 + 4,29 + 1,33 + 3,46 + 1,60 + 3,46 + 6,05 + 2,67 + 1,57 + 3,06 + 9,21	**38,78**
0-5-E-14-19	2,08 + 4,29 + 1,33 + 3,46 + 8,86 + 1,60 + 6,05 + 2,67 + 1,57 + 3,06 + 9,21	**44,18**
0-6-F-13-19	2,08 + 4,29 + 1,33 + 3,46 + 8,86 + 2,68 + 1,60 + 2,67 + 1,57 + 3,06 + 9,21	**40,81**
0-7-G-12-19	2,08 + 4,29 + 1,33 + 3,46 + 8,86 + 2,68 + 4,54 + 1,60 + 1,57 + 3,06 + 9,21	**42,68**
0-8-H-11-19	2,08 + 4,29 + 1,33 + 3,46 + 8,86 + 2,68 + 4,54 + 4,36 + 1,60 + 3,06 + 9,21	**45,47**
0-9-I-10-19	2,08 + 4,29 + 1,33 + 3,46 + 8,86 + 2,68 + 4,54 + 4,36 + 4,94 + 1,60 + 9,21	**47,35**
	Presión total necesaria (es la máxima) = 47,35 kPa (4,74 mca)	

Tabla 42: Cálculo de la pérdida de carga según el camino en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Radiador	Δp camino (kPa)	Δp detentor (kPa)
A	42,27	5,08
B	36,8	10,55
C	37,66	9,69
D	38,78	8,57
E	44,18	3,17
F	40,81	6,54
G	42,68	4,67
H	45,47	1,88
I	47,35	0,00

Tabla 43: Cálculo del equilibrado del circuito con detentores en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Tramo	Caudal (l/s)	Cálculo D (mm)	D nom.	D int. (mm)	Veloc. (m/s)	Ec (kPa)	Long. (m)	Δp/L (Pa/m)	Δp (kPa)	Δp total (kPa)
0-1	0,108	11,73	13-15	13	0,81	0,325	5,5	665,406	3,66	**3,66**
1-2	0,088	10,59	13-15	13	0,66	0,216	3,5	455,373	1,59	
	T paso directo (K=0,9)								0,19	**1,79**
2-3	0,068	9,30	10-12	10	0,87	0,369	6,5	1013,935	6,59	
	T paso directo (K=0,9)								0,33	
	1 codo recto (K=2,1)								0,77	**7,70**
3-4	0,064	9,03	10-12	10	0,81	0,326	4,0	906,252	3,63	
	T paso directo (K=0,9)								0,29	
	1 codo recto (K=2,1)								0,69	**4,60**
4-5	0,037	6,86	10-12	10	0,47	0,109	3,5	328,483	1,15	
	T paso directo (K=0,9)								0,10	**1,25**
5-6	0,013	4,07	5-7	5	0,66	0,216	6,0	1385,300	8,31	
	T paso directo (K=0,9)								0,19	**8,60**
7-8	0,095	11,00	13-15	13	0,72	0,252	6,0	524,723	3,15	
	T paso directo (K=0,9)								0,23	**3,37**
8-9	0,071	9,51	10-12	10	0,90	0,402	3,5	1098,333	3,84	
	T paso directo (K=0,9)								0,36	**4,21**
9-10	0,044	7,48	10-12	10	0,56	0,154	4,0	452,770	1,81	
	T paso directo (K=0,9)								0,14	
	1 codo recto (K=2,1)								0,32	**2,27**
10-11	0,040	7,14	10-12	10	0,51	0,128	6,5	379,506	2,47	
	T paso directo (K=0,9)								0,11	
	1 codo recto (K=2,1)								0,27	**2,85**
11-12	0,020	5,05	6-8	6	0,71	0,246	3,5	1265,717	4,43	
	T paso directo (K=0,9)								0,22	**4,65**
7-13	0,108	11,73	13-15	13	0,81	0,325	9,5	665,406	6,32	
	1 codo recto (K=2,1)								0,68	**7,00**

Tabla 44: Cálculo Red de tuberías 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Camino	Suma Δp (kPa)	Δp camino (kPa)
0-1-A-12-13	3,66 + 1,60 + 4,65 + 2,85 + 2,27 + 4,21 + 3,37 + 7,00	**29,61**
0-2-B-11-13	3,66 + 1,79 + 1,60 + 2,85 + 2,27 + 4,21 + 3,37 + 7,00	**26,75**
0-3-C-10-13	3,66 + 1,79 + 7,70 + 1,60 + 2,27 + 4,21 + 3,37 + 7,00	**31,6**
0-4-D-9-13	3,66 + 1,79 + 7,70 + 4,60 + 1,60 + 4,21 + 3,37 + 7,00	**33,93**
0-5-E-8-13	3,66 + 1,79 + 7,70 + 4,60 + 1,25 + 1,60 + 3,37 + 7,00	**30,97**
0-6-F-7-13	3,66 + 1,79 + 7,70 + 4,60 + 1,25 + 8,60 + 1,60 + 7,00	**36,2**
	Presión total necesaria (es la máxima) = 36,2 kPa (3,62 mca)	

Tabla 45: Cálculo de la pérdida de carga según el camino en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Radiador	Δp camino (kPa)	Δp detentor (kPa)
A	29,61	6,59
B	26,75	9,45
C	31,6	4,60
D	33,93	2,27
E	30,97	5,23
F	36,2	0,00

Tabla 46: Cálculo del equilibrado del circuito con detentores en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

EXPLICACIÓN CÁLCULOS RED DE TUBERÍAS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

Lo primero que debemos hacer es recordar del capítulo sobre las cargas de invierno la carga térmica en cada habitación, pues en función de ello escogeremos un radiador u otro dependiendo de la potencia que necesitemos. En resumen, si la habitación tenía una carga térmica de 2 kW, tendremos que escoger un radiador que sea capaz de aportar esos 2 kW de potencia.

Recordando lo calculado en el capítulo acerca de las cargas térmicas de invierno según cada habitación, la potencia que cada radiador debe aportar es la siguiente:

PLANTA BAJA	
A (Salón)	2.682,26 W
B (Vestíbulo)	1.161,62 W
C (Dormitorio 01)	1.113,53 W
D (Sala Lavadero)	922,96 W
E (Cocina-Comedor)	1.878,51 W
F (Cocina-Comedor)	1.878,51 W
G (Distribuidor)	736,27 W

Tabla 47: Potencia que deben suministrar los radiadores en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Cabe mencionar el hecho de que en la Cocina-Comedor se instalarán dos radiadores que se repartirán por igual la carga térmica que deben compensar ya que se trata de una sala muy grande donde es mejor colocar dos radiadores en vez de uno muy grande.

1º PLANTA	
A (Sala estar)	1.016,32 W
B (Dormitorio 04)	787,36 W
C (Dormitorio 03)	771 W
D (Distribuidor)	724,55 W
E (Cocina-Comedor-Salón)	2.004,07 W
F (Cocina-Comedor-Salón)	2.004,07 W
G (Baño 04)	366,96 W
H (Baño 05)	366,98 W
I (Dormitorio 05)	1.052,50 W

Tabla 48: Potencia que deben suministrar los radiadores en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Al igual que en la planta baja, en la cocina-comedor-salón de la 1º planta se colocarán dos radiadores que sean capaces de aportar la carga térmica que aparece en esta sala en vez de hacer que un solo radiador se encargue de ello.

2º PLANTA	
A (Pasillo)	1.561,75 W
B (Pasillo)	1.561,75 W
C (Baño 07)	313,42 W
D (Dormitorio 08)	2.063,19 W
E (Dormitorio 07)	975,29 W
F (Dormitorio 06)	1.960,8 W

Tabla 49: Potencia que deben suministrar los radiadores en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Del mismo modo que en otras plantas, pero esta vez en el pasillo, habrá dos radiadores en dicho espacio de la sala a lo largo del mismo en vez de colocar solo un radiador grande que se encargue de aportar la carga necesaria.

Una vez sabida la carga que debe aportar cada radiador, es hora de elegir exactamente qué tipo de radiador escogeremos. Usaremos el catálogo ofrecido por Ferroli que se expondrá en el anexo. De ese modo, escogeremos en las tablas el radiador con el valor de W más cercano por arriba. Esto es, si quiero aportar 10 W y tengo un radiador que aporta 5 W y otro que aporta 15 W, evidente me quedaré con el de 15 W para que sea capaz de aportar la carga que necesito.

En el catálogo aparece la potencia en otras unidades (Kcal/h), por lo que deberemos convertir los W en otras unidades de la siguiente manera:

$$1\ KW = 859{,}85\ Kcal/h \qquad [27]$$

Dicho esto, los radiadores que escogeremos serán los siguientes:

PLANTA BAJA	
A (Salón)	944090180 PK 11 900 * 1800 (1.932) Kcal/h
B (Vestíbulo)	944090100 PK 11 900 * 1000 (1.073) Kcal/h
C (Dormitorio 01)	944090090 PK 11 900 * 900 (966) Kcal/h
D (Sala Lavadero)	944090080 PK 11 900 * 800 (859) Kcal/h
E (Cocina-Comedor)	944090180 PK 11 900 * 1600

	(1.717) Kcal/h
F (Cocina-Comedor)	944090180 PK 11 900 * 1600 (1.717) Kcal/h
G (Distribuidor)	944090060 PK 11 900 * 600 (644) Kcal/h

Tabla 50: Radiadores escogidos en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

1º PLANTA	
A (Sala estar)	944090090 PK 11 900 * 900 (966) Kcal/h
B (Dormitorio 04)	944090070 PK 11 900 * 700 (751) Kcal/h
C (Dormitorio 03)	944090070 PK 11 900 * 700 (751) Kcal/h
D (Distribuidor)	944090060 PK 11 900 * 600 (644) Kcal/h
E (Cocina-Comedor-Salón)	944090180 PK 11 900 * 1800 (1.932) Kcal/h
F (Cocina-Comedor-Salón)	944090180 PK 11 900 * 1800 (1.932) Kcal/h
G (Baño 04)	944090080 PK 11 300 * 800 (310) Kcal/h
H (Baño 05)	944090080 PK 11 300 * 800 (310) Kcal/h
I (Dormitorio 05)	944090090 PK 11 900 * 900 (966) Kcal/h

Tabla 51: Radiadores escogidos en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

2º PLANTA	
A (Pasillo)	944090130 PK 11 900 * 1300 (1.395) Kcal/h
B (Pasillo)	944090130 PK 11 900 * 1300 (1.395) Kcal/h
C (Baño 07)	944090080 PK 11 300 * 800 (310) Kcal/h
D (Dormitorio 08)	944090180 PK 11 900 * 1800 (1.932) Kcal/h
E (Dormitorio 07)	944090080 PK 11 900 * 800 (859) Kcal/h
F (Dormitorio 06)	944090180 PK 11 900 * 1600 (1.717) Kcal/h

Tabla 52: Radiadores escogidos en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Una vez definida la potencia que cada radiador tendrá que aportar, sumaremos todas esas potencias y la denominaremos Q_T (W). Con dicha carga, hallaremos el total del caudal que fluirá por las tuberías despejándola de la siguiente fórmula:

$$\dot{Q_T} = \dot{V} * \rho * c_p * \Delta T \qquad [28]$$

Siendo: $\dot{V} * \rho = \dot{m}$. ($\dot{m}$ es el caudal másico (Kg/s));

$\dot{V}$ el caudal volumétrico (m^3/s);

ρ la densidad del agua a la temperatura indicada (a 60ºC es 983,21 kg/m^3);

c_p el calor específico del agua (4180 J/(Kg/K)); y

ΔT el salto térmico del agua (20 K).

Se supone un salto de temperatura de 20 Kelvin pues por la red de tuberías de impulsión el agua irá a 70ºC mientras que en el retorno se estima que vaya a 50ºC. Además, se escoge el valor de c_p para 60ºC como media entre los 50ºC y los 70ºC.

Dicho lo cual, el caudal volumétrico total quedaría para las diferentes plantas:

- Planta Baja → 1,26 * 10^{-4} m^3/s → 0,126 l/s
- 1º Planta → 1,21 * 10^{-4} m^3/s → 0,122 l/s
- 2º Planta → 1,08 * 10^{-4} m^3/s → 0,108 l/s

El caudal total deberá distribuirse entre los radiadores, de forma proporcional a la potencia de cada uno de ellos. Esto es, el caudal total calculado es el que circula por ejemplo al salir y entrar en la caldera. Sin embargo, nuestro sistema cuenta con ramificaciones, por lo que hacen que, dependiendo de la potencia de cada radiador, se de un caudal volumétrico u otro en las distintas ramificaciones.

El caudal en cada tramo viene dado por la suma de los caudales que requieren los radiadores situados aguas abajo, hasta el más alejado.

Dicho esto, el caudal demandado por cada radiador es proporcional a su potencia con relación al caudal volumétrico total de la planta. La potencia que aparece a continuación en las tablas por radiador es la potencia que suministra una vez se ha escogido en el catálogo. Quedaría pues:

PLANTA BAJA		
Radiador	**Potencia (kW)**	**Caudal (l/s)**
A (Salón)	2,25	0,027
B (Vestíbulo)	1,25	0,015
C (Dormitorio 01)	1,12	0,014

D (Sala Lavadero)	1	0,012
E (Cocina-Comedor)	2	0,024
F (Cocina-Comedor)	2	0,024
G (Distribuidor)	0,75	0,009
TOTAL	**10,37**	**0,126**

Tabla 53: Caudal de agua demandada por radiador en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022.

1º PLANTA		
Radiador	**Potencia (kW)**	**Caudal (l/s)**
A (Sala estar)	1,12	0,014
B (Dormitorio 04)	0,87	0,011
C (Dormitorio 03)	0,87	0,011
D (Distribuidor)	0,75	0,010
E (Cocina-Comedor-Salón)	2,25	0,028
F (Cocina-Comedor-Salón)	2,25	0,028
G (Baño 04)	0,36	0,004
H (Baño 05)	0,36	0,004
I (Dormitorio 05)	1,12	0,014
TOTAL	**9,95**	**0,122**

Tabla 54: Caudal de agua demandada por radiador en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

2º PLANTA		
Radiador	**Potencia (kW)**	**Caudal (l/s)**
A (Pasillo)	1,62	0,020
B (Pasillo)	1,62	0,020
C (Baño 07)	0,36	0,004
D (Dormitorio 08)	2,25	0,027

E (Dormitorio 07)	1	0,024
F (Dormitorio 06)	2	0,012
TOTAL	**8,85**	**0,108**

Tabla 55: Caudal de agua demandada por radiador en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022.

Una vez se haya determinado el caudal volumétrico que atraviesa cada radiador en función de su potencia, toca calcular el caudal en cada tramo de la red de tuberías. Calcular el caudal que pasa por cada tramo no supone ninguna dificultad una vez se ha entendido su procedimiento. Es como calcular la intensidad en un nudo en Electrotecnia.

Es obvio que en el tramo 0-1 el caudal que circula por la tubería es el total del caudal volumétrico de la red de tuberías en dicha planta. Para calcular el caudal en el tramo 1-2, lo único que habrá que hacer es restar al caudal del tramo 0-1, el caudal que atraviesa el radiador que separa dichos tramos (radiador A). No hay más que seguir el mismo procedimiento, para calcular el caudal por el tramo 2-3, habrá que restar al caudal del tramo 1-2, el caudal que atraviesa el radiador que separa dichos tramos (radiador B).

El siguiente paso es calcular el diámetro de la tubería por la que el fluido circula en cada tramo de tubería. Usaremos la siguiente fórmula:

$$\dot{V} = \frac{\pi}{4} * D^2 * c \qquad [29]$$

Siendo: $\dot{V}$ el caudal volumétrico (m^3/s);

D el diámetro de la tubería; y

c la velocidad a la que el fluido circula (m/s).

Para calcular el diámetro de la tubería por la que circula el agua en los diferentes tramos de tubería, supondremos que no queremos una velocidad mayor a 1m/s, después con ese dato hallaremos el valor del diámetro despejando en la anterior ecuación.

Obtendremos pues un valor para el diámetro de la tubería, y con este dato tendremos que seleccionar la tubería correspondiente según la siguiente tabla (para el presente Proyecto se ha decidido escoger tuberías de cobre por las numerosas ventajas que ofrecen):

Diámetro Nominal	5-7	6-8	10/12	13/15	16/18	20/22	26/28	32/35	40/42	51/54
Diámetro interior (mm)	5	6	10	13	16	20	26	32	40	51

Tabla 56: Tamaños nominales de tuberías de cobre. Fuente: Manual de Calefacción. 2011

Escogeremos la tubería correspondiente de tal manera que, si en el cálculo anterior obtenemos un valor de 12mm, la tubería que escogeríamos sería la del diámetro interior con 13mm, es decir, escogeríamos la que está por encima en la tabla.

Una vez determinado el valor del diámetro interior de la tubería, obtenemos la velocidad de circulación según la siguiente fórmula:

[30]

$$v = c * \left(D_{c=1m/s} \,/\, D_{int}\right)^2$$

Siendo: v la velocidad del fluido por la tubería (m/s);

c la máxima velocidad que permitimos que se de en la tubería (1 m/s);

$D_{c=1m/s}$ el diámetro de la tubería si la velocidad del fluido fuese de 1 m/s;

D_{int} el diámetro interior de la tubería una vez escogida la misma.

Usando la anterior fórmula, obtendremos el valor de la velocidad del fluido en cada tramo de tubería, y se observará cómo dicho valor no siempre es el mismo. Ello se debe al hecho de que el sistema elegido para la calefacción de la vivienda es un sistema bitubular con retorno invertido donde los radiadores se encuentran situados en paralelo.

Como anteriormente se comentó, la velocidad del fluido por las tuberías ha de estar comprendido entre los valores de 0,5 m/s y 1,5 m/s. La razón por la cual ha de ser superior a 0,5 m/s es porque de ese modo se evita que el fluido presente un régimen laminar, pues de cara al intercambio de calor del fluido con el aire de la habitación en los radiadores, es de gran ayuda el hecho de que el fluido presente régimen turbulento. Recordemos de mecánica de fluidos que el fluido presenta régimen turbulento completo cuando el número de Reynolds (Re) es > 4000.

El siguiente paso es calcular la energía cinética que aparece en cada tramo. Para ello, usaremos la siguiente fórmula:

$$Ec = \rho * \frac{v^2}{2} \qquad [31]$$

Siendo: Ec la energía cinética por cada tramo de la red de tuberías;

ρ la densidad del fluido (a 60ºC es 983,21 Kg/m^3); y

v la velocidad a la que circula el fluido por la tubería.

Con ayuda de los planos completaremos la tabla de cálculos con la longitud de cada tramo de la red de tuberías, para posteriormente halar la pérdida de carga total.

El siguiente paso es el de calcular la pérdida de carga por longitud de la tubería Δp/L (Pa/m). El concepto de pérdida de carga se refiere a la pérdida de presión que se origina en las tuberías principalmente por la fricción del fluido que circula por el interior con las paredes de esta.

Para ello existen varios procedimientos, algunos más tediosos que otros. Existe lo que se conoce como la ecuación de Darcy, con la cual se puede hallar la pérdida de carga expresada en metros. Sin embargo, en el presente Proyecto haremos uso de la ecuación de Hazen-Williams, con la cual obtenemos el valor de Δp/L de esta manera:

$$\frac{\Delta p}{L} = 66{,}89 * \rho * \left(\frac{c}{C}\right)^{1{,}852} * \left(\frac{1}{D}\right)^{1{,}167} \quad [32]$$

Siendo: $\frac{\Delta p}{L}$ $la\ pérdida\ de\ carga\ (Pa/m)$;

ρ la densidad del fluido (a 60ºC es 983,21 Kg/m^3);

c la velocidad del fluido (m/s);

C un factor que depende de la rugosidad (150 para tuberías de cobre); y

D diámetro de la tubería (m).

Obtendremos pues la pérdida de carga por unidad de longitud, por lo que multiplicaremos ese valor por la longitud de la tubería para obtener el valor final de la pérdida de carga en kPa.

A continuación, se observa cómo aparecen unos extras de pérdida de carga por el hecho de que en los distintos tramos las tuberías aparecen giros de 90º denominados codos; además de Tes, por el hecho de que aparecen bifurcaciones en las tuberías una vez se llega a un radiador pues parte del fluido se desviará de su trayectoria para atravesar dicho radiador.

Se presenta a continuación una tabla donde aparece un valor K (valor del factor característico del accidente) haciendo referencia a un valor que multiplicado por otro valor nos permite obtener ese aporte extra de pérdida de carga como se mencionó anteriormente.

Descripción del accidente	K
Codo a 90° normal	0,9
Codo a 90° de radio medio	0,75
Codo a 90° de radio grande	0,60
Te 	Flujo directo 1,4 En derivación 2,0
Te 	En derivación 1,5
En el caso de expansiones o contracciones de la tubería puede aplicarse la expresión $K = [1 - (D_1/D_2)^2]^2$	
En el caso de válvulas u otro tipo de accidente más particular es preferible utilizar la información directa procedente del fabricante	

Ilustración 36: Valores del factor característico del accidente. Fuente: Manual de calefacción. 2011.

Para calcular la pérdida de carga una vez conocemos el valor de K, lo que debemos hacer es lo siguiente:

$$\Delta p = K * Ec \qquad [33]$$

Siendo: Δp la pérdida de carga (Pa);

Ec la energía cinética por cada tramo de la red de tuberías (Pa); y

K el factor característico del accidente.

Con este último cálculo obtenemos la Δp total (kPa) según los distintos tramos de la red de tuberías. A continuación, lo que debemos hacer es obtener por qué camino se da un Δp mayor, de modo que ese camino sea el que nos sirva para seleccionar en un futuro la bomba que se encargará de bombear el agua por la red de tuberías.

Aparecen otras tablas debajo de las primeras donde se calculó el caudal, el diámetro, el Δp… En dichas tablas, aparecen los distintos recorridos que el agua realiza a través de la red de tuberías, con el consiguiente aporte de Δp en función del tramo que se recorra. Se irán sumando los diferentes Δp de los distintos tramos de modo que se obtenga un Δp final para cada recorrido. Se compararán los distintos recorridos y aquel que presente el mayor Δp será el que delimite la bomba a escoger.

Para escoger los caminos, no hay más que seguir los distintos tramos por los que circula el agua, sabiendo además que el hecho de que atraviese un radiador supone un aporte extra de Δp = 1,60 kPa.

Calcularemos el Δp por todos los caminos y estableceremos cuál de ellos es el mayor, al cual lo llamaremos presión total necesaria (es la máxima), y lo pasaremos a mca (metros de columna de agua), de la siguiente manera:

$$1\ kPa = 0{,}1\ mca \qquad [34]$$

Con los datos obtenidos, se observa que existen ligeras diferencias entre el valor total de Δp de los diferentes caminos. A esto se le conoce como desequilibrio del circuito. Es imposible diseñar un circuito y que no se de ningún tipo de desequilibrio, es por ello por lo que habrá que proceder al equilibrado del circuito.

Como bien se comentó, la bomba deberá suministrar una presión igual a la máxima solicitada, por que tendremos que hacer que todos los caminos tengan la misma presión que el camino con la presión máxima

Para ello, instalaremos en cada radiador lo que se conoce como detentor, el cual se encargará de igualar la caída de las presiones por todos los caminos del circuito.

Recordamos que el sistema escogió para la calefacción de la vivienda es un sistema bitubular con retorno inverso, el cual permite que el desequilibrado de presiones sea inferior al que otro sistema puede dar. Sin embargo, es inevitable el hecho de que aparezca un desequilibrado en las presiones de la red de tuberías.

Por ello, en los cálculos ilustrados anteriormente, aparece una última tabla donde se aprecia el equilibrado de las caídas de las presiones en todos los caminos por medio de un detentor. Como era de esperar, siempre existe un camino donde el Δp del detentor añadido es igual a cero por el hecho de que es en ese camino donde se da la mayor caída de presión del circuito.

A continuación, es hora de elegir las bombas que se encargarán de mover el agua a lo largo de la red de tuberías, se escogerán con el dato de la mayor caída de presión que se da en cada planta, pues las bombas correspondientes serán capaces de suministrar esa presión para lograr la correcta circulación del agua a lo largo de la red de tuberías.

Para cada planta escogeremos una bomba, la cual será la misma para cada una de ellas ya que presentan relativamente los mismos datos. La bomba escogida es la ELECTROBOMBA MONOBLOC IN-LINE Acero Inox. AISI 304. Se trata de una electrobomba centrífuga, y es muy recomendable para sistemas de calefacción domésticos e industriales.

También debemos elegir el equipo que se encargue de calentar el agua que circula por la red de tuberías. En efecto, se trata de una caldera. La caldera es un intercambiador de calor que se utiliza para obtener el agua caliente sanitaria y el agua caliente de los sistemas de calefacción, empleando como foco calorífico los productos de la combustión de un determinado combustible, o el efecto Joule en caso de que se trate de una caldera eléctrica.

La caldera en concreto que elegiremos para nuestra vivienda será en función de la potencia que necesitemos. El total de la potencia que necesiten los radiadores será la potencia que deberá suministrarnos la caldera. Recordemos del capítulo el total de la potencia que necesitan los radiadores planta por planta:

- Planta Baja → 10,36 kW
- 1º Planta → 9,96 kW
- 2º Planta → 8,85 kW
- Total, de potencia que debe suministrar la caldera → 29,17 kW

Sin embargo, la potencia nominal de la caldera debe ser algo superior a la carga térmica de calefacción. Es recomendable hacerlo en un 10%, por lo tanto, la potencia de la caldera quedaría:

$$P = 1{,}1 * \dot{Q}_C = 1{,}2 * 29{,}17 = 32\ kW \qquad [35]$$

Siendo: $\dot{Q}_C$ la carga térmica total de calefacción.

Por lo tanto, tendremos que escoger una caldera que sea capaz de aportar 32 kW. Según la potencia de la caldera, la que necesitamos para nuestra vivienda se clasificas como una caldera de mediana potencia, pues son aquellas que están entre 30 kW y 120kW. Las calderas de pequeña potencia son aquellas que aportan hasta 30 kW, y son aquellas que principalmente se usan en las calefacciones de viviendas unifamiliares. Al tratarse el estudio del Proyecto de una casa con varias plantas, deberemos instalar una caldera de mediana potencia.

Escogeremos una caldera de gas, pues tradicionalmente siempre se han utilizado calderas de gas para las viviendas, además de las ventajas que supone como el hecho de que sea un sistema muy seguro, o de que su precio sea más asequible que otro tipo de combustible.

La caldera escogida es de la marca Ferroli y cumple con las expectativas que debe cumplir. El modelo de la caldera escogida es el siguiente: BLUEHELIX TECH RRT 34C. En los anexos se presentará el catálogo de la caldera escogida.

Por último, una vez hemos determinado la red de tuberías, los radiadores que se instalarán, la caldera y las bombas, falta hablar de un elemento esencial en el proyecto de

una red de tuberías se trata de las válvulas. Son elementos muy importantes ya que permiten regular o interrumpir el fulo de agua.

Anteriormente ya hablamos de las válvulas que se encargarían del equilibrado de la red de tuberías para que la caída de presión fuese la misma en todo el circuito. Se trata de las válvulas detentoras, que habría una en todos los radiadores excepto en aquellos donde se diese la máxima caída de presión. Es por ello por lo que en total habrá:

- Planta Baja → 6 válvulas detentoras.
- 1º Planta → 8 válvulas detentoras.
- 2º Planta → 5 válvulas detentoras.

Asimismo, también se dispondrá de tres válvulas de cierre para cada una de las tres plantas, pues los circuitos funcionarán de forma independiente, pues a lo mejor queremos tener la calefacción activada en toda la vivienda excepto en la 2º planta, por ejemplo. A dichas válvulas se las conoce por el nombre de válvulas de bola.

CONCLUSIONES

El cálculo de las cargas de invierno era imprescindible para el presente capítulo, pues los equipos necesarios para calefactar la casa debían aportar la potencia térmica total obtenida en el anterior capítulo.

Se ha diseñado una red de tuberías, y el sistema elegido para ello ha sido un sistema bitubular con retorno inverso.

Se ha diseñado el sistema de modo que los elementos encargados de la calefacción de la vivienda sean radiadores, en concreto son:

- 7 radiadores en la planta baja.
- 9 radiadores en la primera planta.
- 6 radiadores en la primera planta.

Los radiadores escogidos son de la marca Ferroli, y en función de la potencia que cada uno debe suministrar, se han escogido unos u otros.

Se han seleccionado tuberías de cobre por las cuales circulará el agua que se encargue de calefactar las distintas habitaciones de la vivienda. Para cada tramo de las tuberías se ha llevado a cabo el pertinente cálculo tanto del caudal que circulará por cada uno de ellos como la caída de presión que se da en total. Gracias a dichos cálculos, se llegó a la elección de las bombas que se encargarán del bombeo del agua a través de la red de tuberías.

Son tres las bombas que se necesitarán, una por planta. Se ha seleccionado la misma para todas las plantas, y se trata de la bomba: ELECTROBOMBA MONOBLOC IN-LINE Acero Inox. AISI 304.

Para calentar el agua se ha escogido una caldera que sea capar de suministrar los 32 kW de potencia que se necesitan para la calefacción de la vivienda. La caldera escogida ha sido la BLUEHELIX TECH RRT 34C.

Por último, es necesario el uso de válvulas detentoras en los radiadores para llevar a cabo el equilibrado de las caídas de presión, además de poder controlar el caudal que atraviesa cada radiador. También se necesitan válvulas de cierre para cada uno de los circuitos que hay en cada planta.

En posteriores capítulos se llevará a cabo el presupuesto final de lo que supone la selección de los equipos necesarios que se encargarán de la calefacción de la vivienda.

En el siguiente capítulo se llevará a cabo el estudio y la selección de equipos de cara a la refrigeración de la vivienda en los meses más calurosos del año.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

En el presente capítulo nos centraremos en resolver la cuestión acerca de la climatización de la vivienda en los meses más calurosos del verano

Plantearemos la idea de llevar a cabo la refrigeración de la vivienda por medio de la ventilación de esta, así como del acondicionamiento del aire, esto es, se planteará la idea de colocar ventiladores que sean capaces de cumplir con las exigencias que presentan las cargas térmicas de verano. Los dos objetivos principales que se buscan con la instalación de ventiladores son: el de la refrigeración de la vivienda obviamente, y el de conseguir un ahorro energético importante.

En un primer instante se planteará un escenario teórico donde se llevará a cabo el estudio físico sobre las hélices y sobre las aspas y de cómo se comporta el flujo de aire que ellas crean. Por último, se conocerán los lugares de la vivienda donde se plantean colocar los ventiladores que se encargarán de la climatización de la vivienda.

SISTEMA ELEGIDO

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema elegido de cara a la refrigeración de la vivienda será la de implantar ventiladores de aspas en el techo. El principal factor por el cual este sistema es el elegido es por un considerable ahorro energético.

Debido a los hechos recientes que vivimos como la actual guerra que sacude Europa, nos vemos inmersos en una situación de crisis energética, por lo que cualquier acción que conlleve a un ahorro energético siempre va a ser visto con buenos ojos. Con

el presente capítulo se presentará y defenderá la firme de idea de que es posible refrigerar una vivienda con el uso de ventiladores de techo.

Para empezar, se va a explicar en detalle lo que significa el concepto de sensación térmica, el cual es muy relevante de cara a entender la finalidad con la que se usan los ventiladores de techo.

Por sensación térmica se entiende como la percepción de un individuo a las condiciones que le rodean, es más bien la reacción del cuerpo humano a las condiciones ambientales que tiene a su alrededor. Hay factores que influyen en que cambie nuestra sensación térmica como son la humedad o la velocidad del aire.

Dicha velocidad supone un cambio en la sensación que tenemos sobre la temperatura que nos rodea. A continuación, se va a presentar una tabla donde se puede observar cómo cambia nuestra percepción sobre la sensación térmica en función de la velocidad del viento. Cabe decir que este cambio en la percepción aumenta aún más a medida que bajan las temperaturas.

FUERZA AEREA ARGENTINA
COMANDO DE REGIONES AEREAS
SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

Tabla de la temperatura equivalente de enfriamiento por efecto del viento

Velocidad del viento		Temperatura (ºC)																								
NUDOS	Km/h																									
CALMA	CALMA	10	7.5	5	2.5	0	-2.5	-5	-7.5	-10	-12.5	-15	-17.5	-20	-22.5	-25	-27.5	-30	-32.5	-35	-37.5	-40	-42.5	-45	-47.5	-50
		Sensación térmica por efecto de enfriamiento del viento																								
3 - 6	8	7.5	5	2.5	0	-2.5	-5	-7.5	-10	-12.5	-15	-17.5	-20	-22.5	-25	-27.5	-30	-32.5	-35	-37.5	-40	-45	-47.5	-50	-52.5	-55
7 - 10	16	5	2.5	-2.5	-5	-7.5	-10	-12.5	-15	-17.5	-20	-25	-27.5	-32.5	-35	-37.5	-40	-45	-47.5	-50	-52.5	-57.5	-60	-62.5	-65	-67.5
11 - 15	24	2.5	0	-5	-7.5	-10	-12.5	-17.5	-20	-25	-27.5	-32.5	-35	-37.5	-42.5	-45	-47.5	-52.5	-55	-57.5	-60	-65	-67.5	-72.5	-75	-77.5
16 - 19	32	0	-2.5	-7.5	-10	-12.5	-17.5	-22.5	-22.5	-25	-30	-35	-37.5	-42.5	-47.5	-50	-52.5	-57.5	-60	-65	-67.5	-70	-72.5	-77.5	-80	-85
20 - 23	40	-0	-5	-7.5	-10	-15	-17.5	-22.5	-25	-30	-32.5	-37.5	-40	-45	-47.5	-52.5	-55	-60	-62.5	-67.5	-70	-75	-77.5	-82.5	-85	-90
24 - 28	48	-2.5	-5	-10	-12.5	-17.5	-20	-25	-27.5	-32.5	-35	-40	-42.5	-47.5	-50	-55	-57.5	-62.5	-67.5	-72.5	-75	-77.5	-80	-85	-90	-95
29 - 32	56	-2.5	-7.5	-10	-12.5	-17.5	-20	-25	-30	-32.5	-37.5	-42.5	-45	-50	-52.5	-57.5	-60	-65	-67.5	-72.5	-75	-80	-82.5	-87.5	-90	-95
33 - 36	64	-2.5	-7.5	-10	-15	-20	-22.5	-27.5	-30	-35	-37.5	-42.5	-45	-50	-55	-60	-62.5	-65	-70	-75	-77.5	-82.5	-85	-90	-92.5	-97.5

Vientos superiores a los 64 Km/h producen un pequeño efecto adicional

PELIGROSO

MUY PELIGROSO
Las partes del cuerpo expuestas al viento pueden congelarse en 1 minuto

EXTREMADAMENTE PELIGROSO
Las partes del cuerpo expuestas al viento pueden congelarse en 30 segundos

PELIGRO DE CONGELAMIENTO DEL CUERPO HUMANO EXPUESTO AL VIENTO SIN LA APROPIADA VESTIMENTA

Ilustración 37: Tabla de la temperatura equivalente de enfriamiento por efecto del viento. Fuente: Fuerza Aérea Argentina. 2005.

Se observa claramente cómo a medida que aumenta la velocidad del viento la sensación térmica disminuye considerablemente. Con ayuda de esta tabla lo que se pretende es entender el hecho de que para mantener unas condiciones de confort no es imprescindible el uso de un aire acondicionado, sino que con ayuda de aparatos que sean capaces de crear una circulación del aire en nuestra habitación sería suficiente para logar el objetivo de aclimatar la vivienda.

AHORRO ENERGÉTICO

Como se ha comentado anteriormente, la principal razón del uso de ventiladores de techo de cara a la climatización de la casa en verano es el hecho de que ello supone un considerable ahorra energético. Para ponerlo en práctica, se comparará la cantidad de energía que se ahorra si usamos ventiladores en vez de aparatos de aire acondicionado.

Para medir la cantidad de energía que podemos ahorrar veremos la potencia en W que nos gastaríamos en un mes si usamos aire acondicionado, o de lo contrario, si usamos ventiladores. Digamos que un ventilador consume de media 20W por cada hora que está funcionando. Usaremos ese valor como valor medio, pues veremos más adelante cómo existen distintos modos para el ventilador en función de la velocidad de giro de las aspas. Por lo contrario, diremos que el aire acondicionado consume de media 1000 W por cada hora que esté funcionando.

Realizando los cálculos pertinentes, diciendo que los aparatos funcionan durante 8 horas al día a lo largo de un mes, veremos que los aparatos consumen:

$$Ventilador \rightarrow 20 * 8 * 30 = 4.800\ W \quad [36]$$

$$Aire\ acondicionado \rightarrow 1000 * 8 * 30 = 240.000\ W \quad [37]$$

Como se observa, el ahorro energético a lo largo de un mes es bastante considerable (235.200 W). Además, cabe destacar que no solo podemos ahorrar en verano usando los ventiladores de techo, si no que como bien se verá más adelante, en invierno también podemos hacer uso de estos aparatos para ahorrar energéticamente.

FUNCIONAMIENTO

El ventilador de techo es un aparato cuyo objetivo principal es el de provocar una recirculación del aire en el interior de una habitación para reducir la sensación térmica a un coste reducido. Es importante entender el concepto de que el ventilador de techo no se encarga de enfriar el habitáculo, sino de enfriar al individuo que allí se encuentre.

Son cuatro los modos en los que una persona se puede enfriar y bajar su temperatura, por conducción, por radiación, por convección y por evaporación. Pues bien, los ventiladores de techo logran que un individuo se pueda enfriar tanto por convección como por evaporación.

La clave por la cual los ventiladores de techo tienen tanto éxito es debido a la velocidad que le imprimen al aire. Este concepto se conoce como ``wind chill effect'', que consiste en la disminución de la temperatura del aire percibida por un cuerpo debido a la velocidad del aire: a mayor cantidad de flujo de aire, mayor efecto de enfriamiento se produce.

Para poder saber el índice de enfriamiento con el que funciona un ventilador de techo, basta con conocer los valores de la temperatura del aire y su velocidad. Por ejemplo, si la temperatura exterior fuese de 30ºC con una velocidad del aire de unos 2-2,5 m/s, la sensación percibida sería de una temperatura de unos 6ºC menos. El resultado se debe a un aumento de la tasa de pérdida de calor.

Un punto más a favor de los ventiladores de techo es el hecho de que no aparece la sequedad en el ambiente que los aires acondicionados provocan. Por otro lado, la instalación de los ventiladores es mucho más sencilla, además de que pueden hacer de repelente de insectos por la corriente de aire que provocan.

Otra de las ventajas que presentan los ventiladores de techo es el hecho de que ayudan a la homogenización de la temperatura en la habitación. Esto es, como bien se conoce, el aire caliente es menos denso, por lo que tiende a situarse por encima del aire

frío, por lo que se da lo que se conoce como estatificación del aire. La estatificación del aire consiste en la acumulación del aire caliente en las capas superiores de una habitación y la del aire frío en las partes más inferiores de la misma.

La forma en la que funciona un ventilador de techo es muy simple, consta de un motor que se encarga de hacer girar las palas que conforman el ventilador, de manera que son estas las que se encargan de que se de la circulación del aire en el interior de una habitación. Es muy importante entender el hecho de que, en función del sentido de giro de las palas de ventiladores, se consigue un efecto u otro, es lo que se conoce como modo verano o modo invierno.

En verano, lo que se pretende con un ventilador de techo es crear un flujo de aire en sentido descendente de manera que aporte frescor, impulsando el aire hacia las partes más inferiores de la habitación. Sin embargo, existe lo que se conoce como modo invierno para un ventilador, y consiste en hacer girar las palas en sentido contrario al habitual, de modo que se produzca un flujo de aire en sentido ascendente. Lo que se pretende con esto es que el aire caliente que se encuentra en las partes más superiores de la habitación (debido a su densidad) descienda.

A continuación, se presentan unas ilustraciones donde se puede observar los distintos modos del ventilador en función de la época del año ya mencionados:

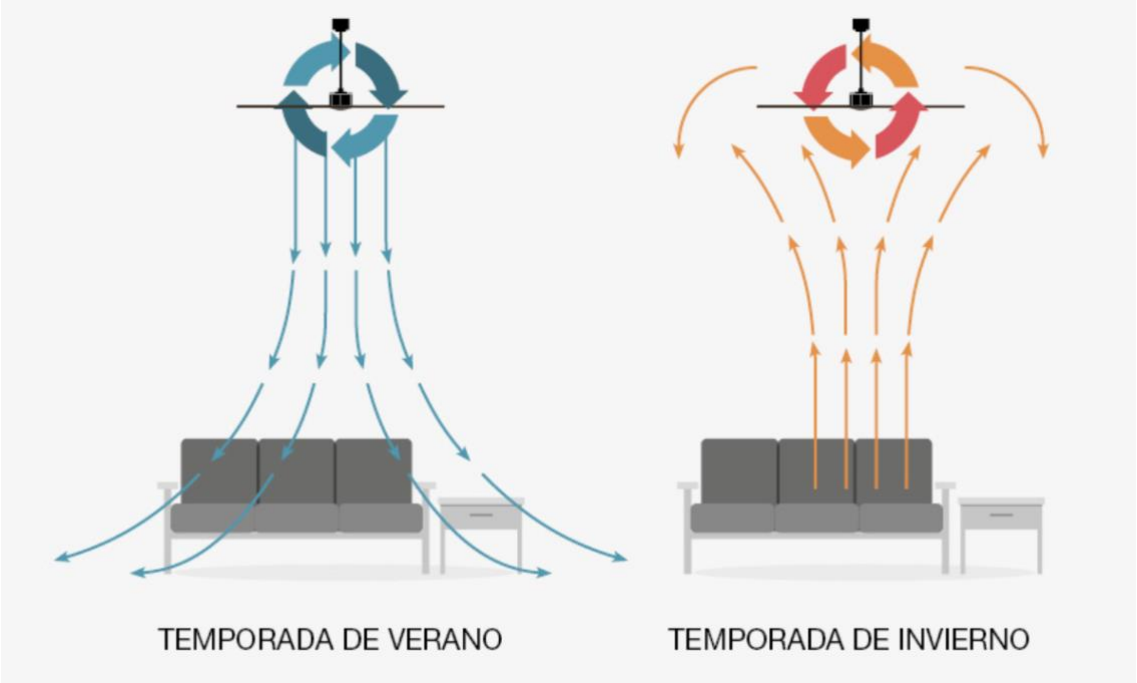


Ilustración 38: Modo verano e invierno de un ventilador de techo. Fuente: Google. 2020

Se aprecia cómo en verano se crea un flujo de aire en sentido descendente mientras que en invierno lo que se lograría sería un flujo de aire ascendente hacia el ventilador. Se puede entender el hecho de que el aire vaya en un sentido u otro asemejándolo a la hélice de un barco, por el hecho de que es posible ir marcha atrás haciendo que las hélices giren en sentido contrario al normal. Cabe destacar el hecho de que, usando el ventilador en invierno de la manera presentada, se puede conseguir ahorrar hasta un 30% de energía si lo combinamos con la calefacción.

CAUDAL DE AIRE DEL VENTILADOR

Como bien se ha comentado, el objetivo con el uso de los ventiladores de techo es el de la creación de un flujo de aire, para que con dicho caudal se consiga acondicionar el lugar que se desee. Aparece una relación entre la cantidad de aire en movimiento (caudal) y la potencia que consume el ventilador (W), que resulta ser un índice de eficiencia.

El modo de estimar el caudal de aire creado por el ventilador es a través de lo que se conoce como velocidad axial inducida por el ventilador mientras este funciona. Esta velocidad axial no es más que la velocidad con la que el aire sale despedido por la acción de la rotación de las palas del ventilador. Por tanto, para calcular el caudal de aire producido por el ventilador, habrá que usar la siguiente fórmula:

$$\dot{Q} = A * W_a \qquad [38]$$

Siendo: $\dot{Q}$ el caudal de aire creado por el ventilador;

A área transversal del disco formado por las palas del ventilador; y

W_a la velocidad axial inducida por el ventilador.

ELECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS VENTILADORES

En el capítulo anterior acerca de la selección de equipos de cara al invierno, observamos cómo tendríamos en cuenta la carga térmica originada con el fin de escoger unos radiadores que se encargarían de aportar esa potencia calorífica que se necesitaba. En este caso, no se tendrá en cuenta la potencia frigorífica por el hecho de que como bien se comentó anteriormente, el objetivo no es el de enfriar la vivienda, sino el de lograr una reducción de la sensación térmica gracias al movimiento y circulación del aire.

Para la elección de los ventiladores tendremos en cuenta los datos que los proveedores aportan en su ficha técnica como son la velocidad de rotación, el consumo y la superficie que cubren.

Para nuestra vivienda, escogeremos dos tipos de ventiladores en función de la superficie que cubren. Aquellos que se encarguen de ventilar las habitaciones más grandes como puedan ser salones y los que se encarguen de ventilar los dormitorios. Dicho lo cual, esta será cantidad de ventiladores que se necesitarán en la vivienda:

- Planta Baja: 2 ventiladores grandes para la cocina-comedor y otro para el salón, y 1 ventilador mediano para el dormitorio principal.
- 1º Planta: 2 ventiladores grandes para la cocina-comedor-salón y otro para la sala de estar, y 3 ventiladores mediano para los tres dormitorios.
- 2º Planta: 3 ventiladores medianos para los tres dormitorios que hay.

En total tendremos que instalar 4 ventiladores grandes y 7 ventiladores medianos los cuales se encargarán de la climatización de la vivienda.

Tendremos que escoger dos tipos de ventiladores del mercado. Los ventiladores grandes tendrán 132 cm de diámetro, incluyendo 6 velocidades distintas y 3 aspas. La

opción escogida es el ventilador CIES. Estos ventiladores disponen también de función inversa, por lo que son ideales también para su uso en invierno de manera que se mejore la eficiencia del sistema de calefacción. Cuentan con un motor DC (corriente continua), el cual presenta numerosas ventajas frente a los motores AC de corriente alterna ya que se logra ahorrar hasta un 70% en el gasto energético. De las 6 velocidades distintas que presenta, consume en cada una de ellas: 5 - 8 - 12 - 17 - 27 - 35 W, y lo hace a 82 - 102 - 125 - 145 - 170 - 188 rpm (revoluciones por minuto). A continuación, se presenta una ilustración sobre el ventilar escogido, donde se pueden apreciar las medidas que presenta:

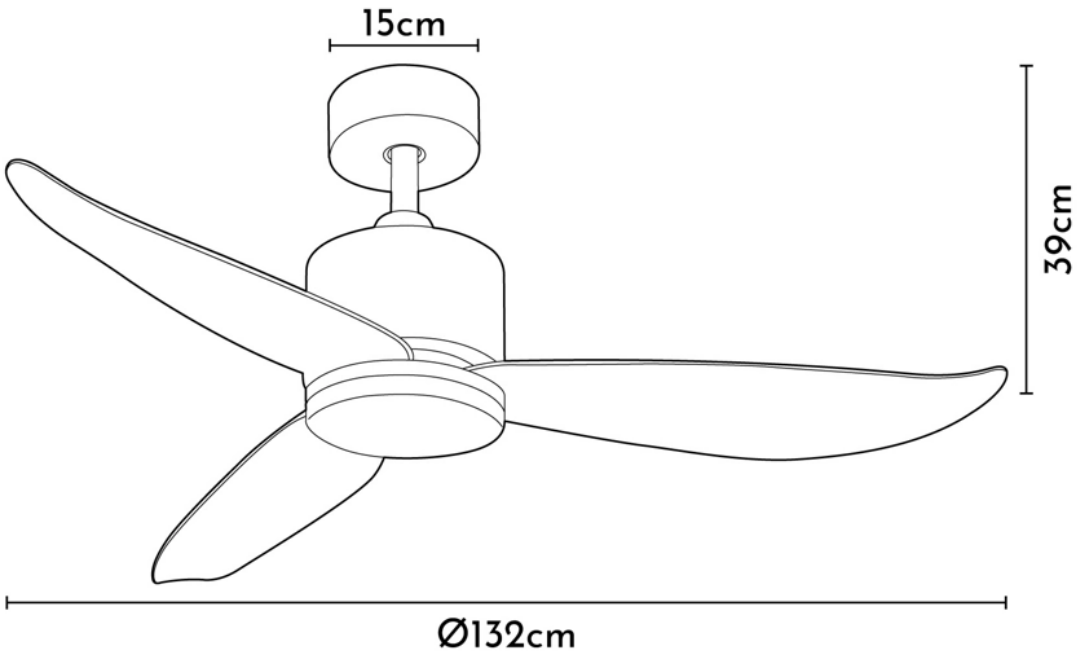


Ilustración 119:Ventilador escogido de 132cm de diámetro. Fuente: leroymerlin. 2018.

Los ventiladores medianos que se han escogido tienen 122 cm de diámetro, y cuentan con 5 velocidades distintas y 3 aspas. La opción escogida ha sido el ventilador STEL BLANCO. Al igual que los otros ventiladores, estos cuentan también con la función inversa para invierno. En los Anexos se presentarán las fichas técnicas de ambos ventiladores. Cuenta también con un motor DC de corriente continua, por lo que presenta una gran ventaja frente a un posible motor AC de corriente alterna porque permite un ahorro energético de hasta el 70%. De las 5 velocidades distintas que presenta, consume en cada una de ellas: 4 - 7,9 - 13,8 - 22,5 - 36,5 W, y lo hace a 82 – 109 – 135 – 153 – 183 rpm (revoluciones por minuto). A continuación, se presenta una ilustración sobre el ventilar escogido, donde se pueden apreciar las medidas que presenta:

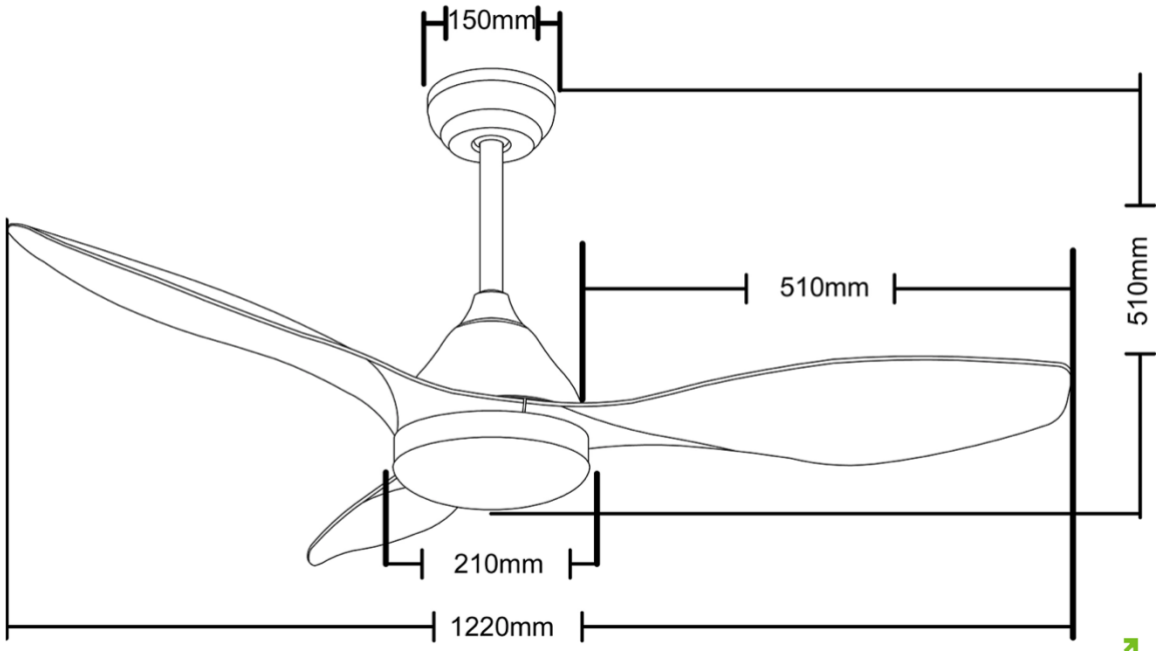


Ilustración 120:Ventilador escogido de 122cm de diámetro. Fuente: leroymerlin. 2017.

A continuación, se presentarán los planos de cada planta de la vivienda donde se apreciará el lugar en el que se colocarán los ventiladores de techo. Los círculos rojos representan los ventiladores de 132 cm de diámetro mientras que los círculos verdes representan los de 122 cm. Además, los cuadrados amarillos representan las ventanas que se encuentran en las habitaciones donde hay ventiladores.

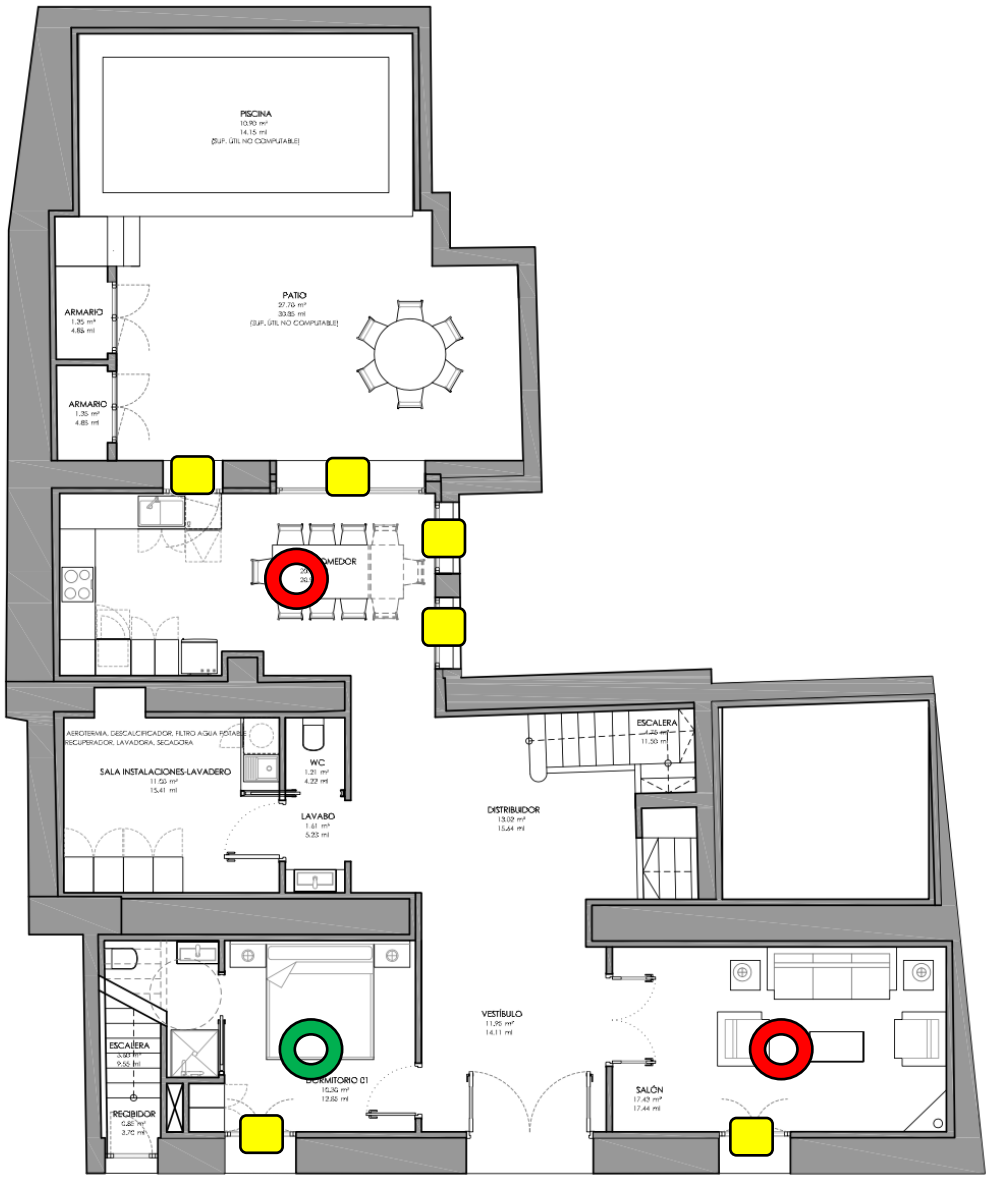
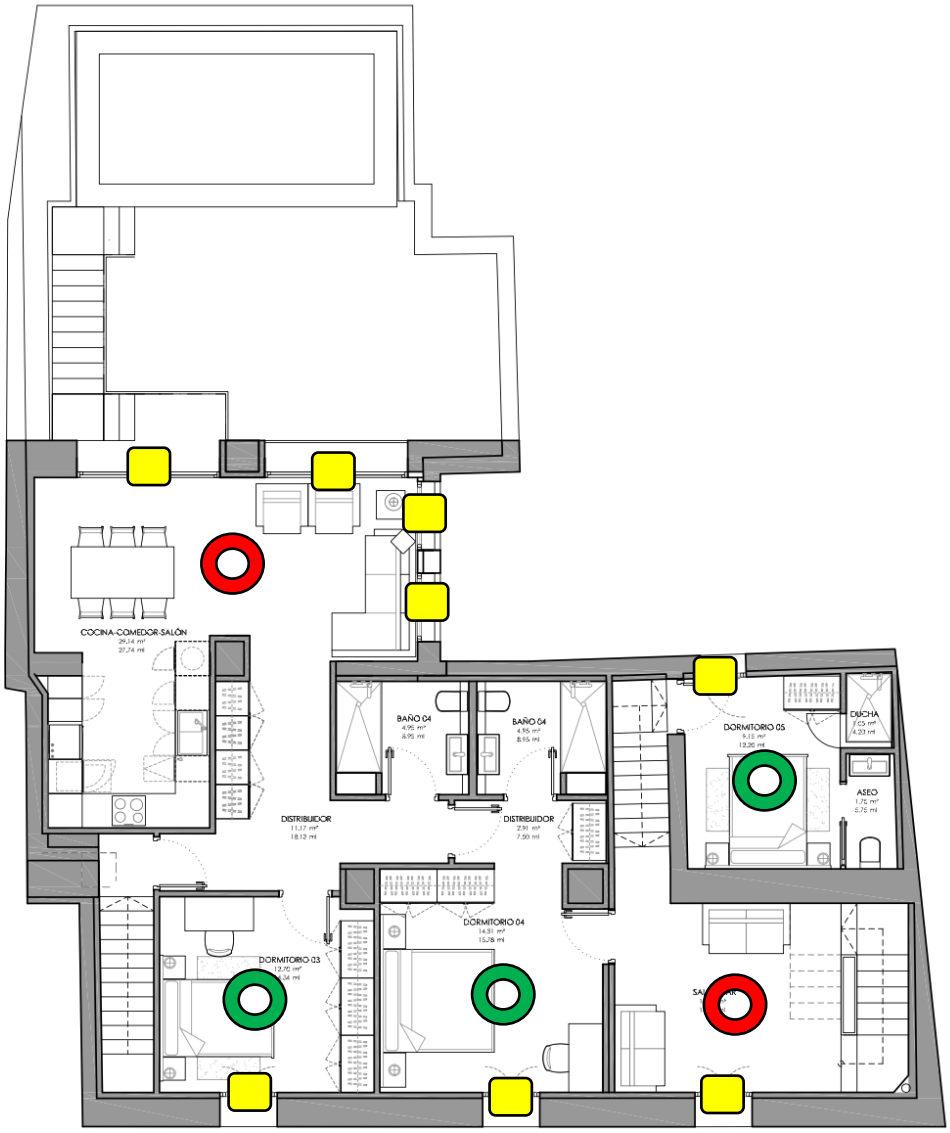


Ilustración 41: Disposición ventiladores de techo y ventanas Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022



PROMOTORA: Dª. ANA RODRIGO SIMÓN
C/ EL MIG, Nº3 - MONTESA - (VALENCIA)
PROPUESTA 01 - PLANTA PRIMERA
ESCALA: 1/100 Nº03

NOTA:

- PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN
  SE TOMARAN MEDIDAS REALES EN OBRA.

Ilustración 42: Disposición ventiladores de techo y ventanas 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022

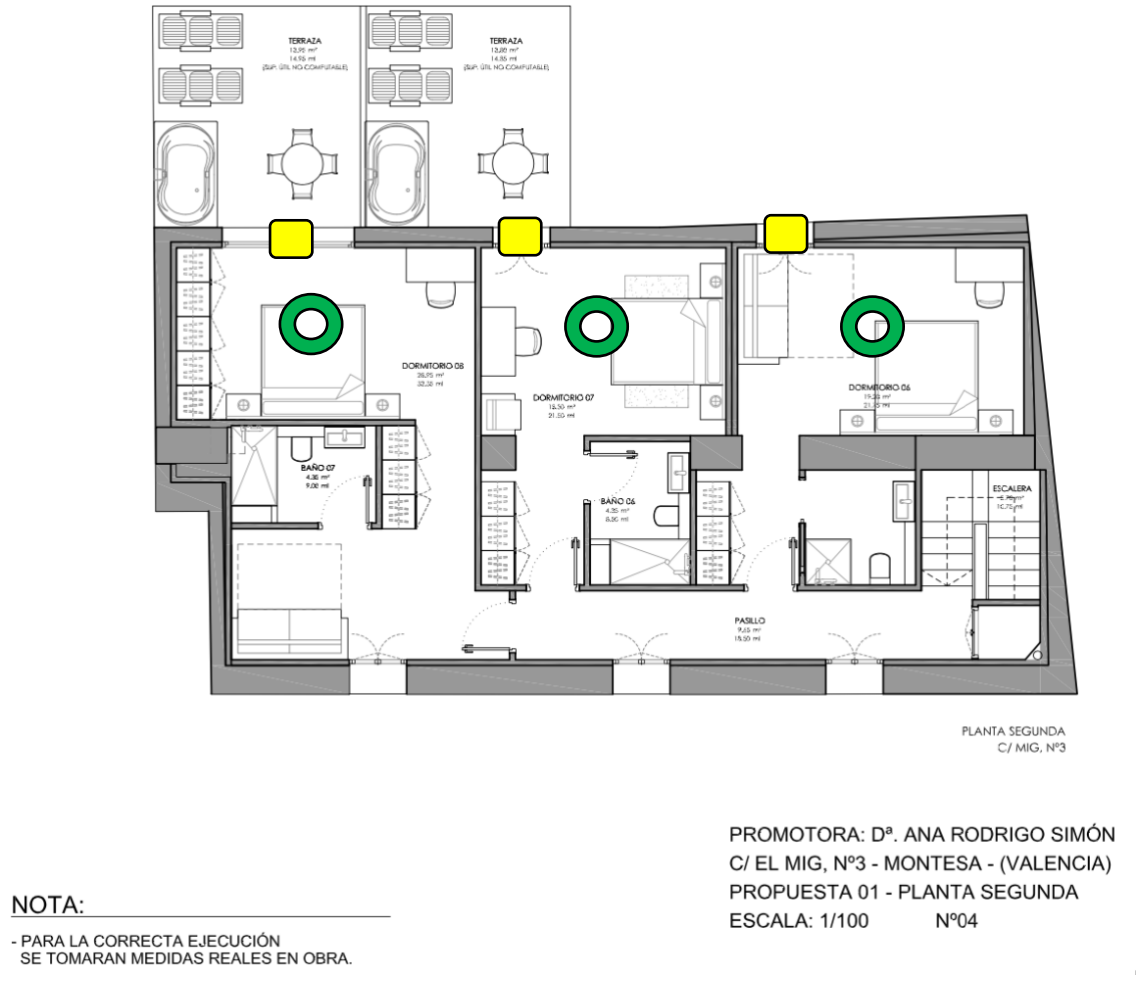


Ilustración 43: Disposición ventiladores de techo y ventanas 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022

La razón por la cual se han representado las ventanas en las habitaciones donde se van a instalar ventiladores de techo es por el hecho de que a continuación se va a representar sobre los planos una idea de cómo el flujo de aire creado por los ventiladores saldría a través de las ventanas. Para ello, claramente las ventanas tendrían que estar abiertas, en cuyo caso se conseguiría una corriente de aire que refrigere la habitación de manera muy efectiva. Por lo tanto, el uso combinado de los ventiladores de techo con las ventanas abiertas es una manera muy efectiva de llevar a cabo la refrigeración de la vivienda en los meses más calurosos del año.

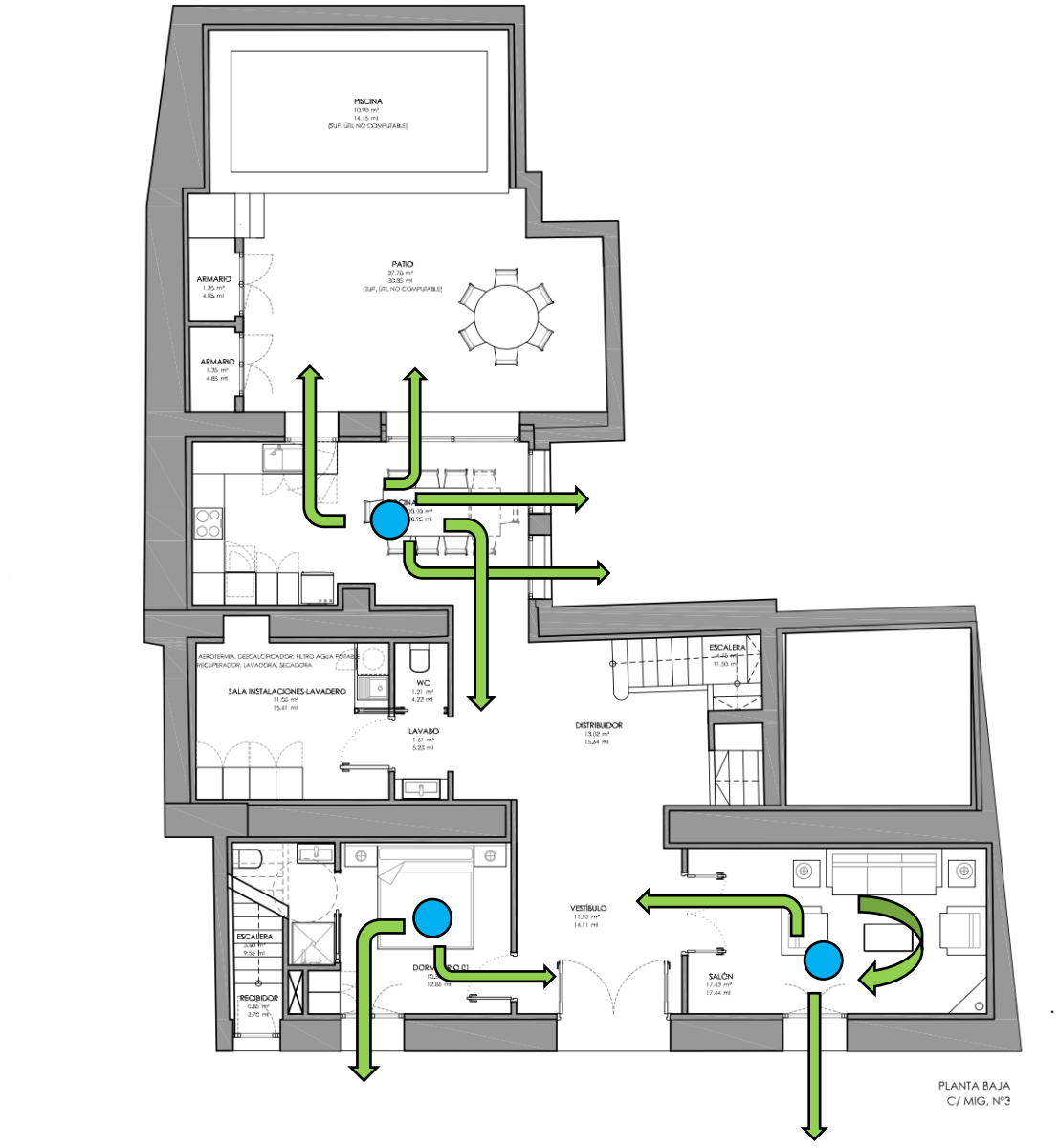


Ilustración 44: Flujo de aire creado por los ventiladores con las ventanas abiertas en la Planta Baja. Fuente: Elaboración propia. 2022

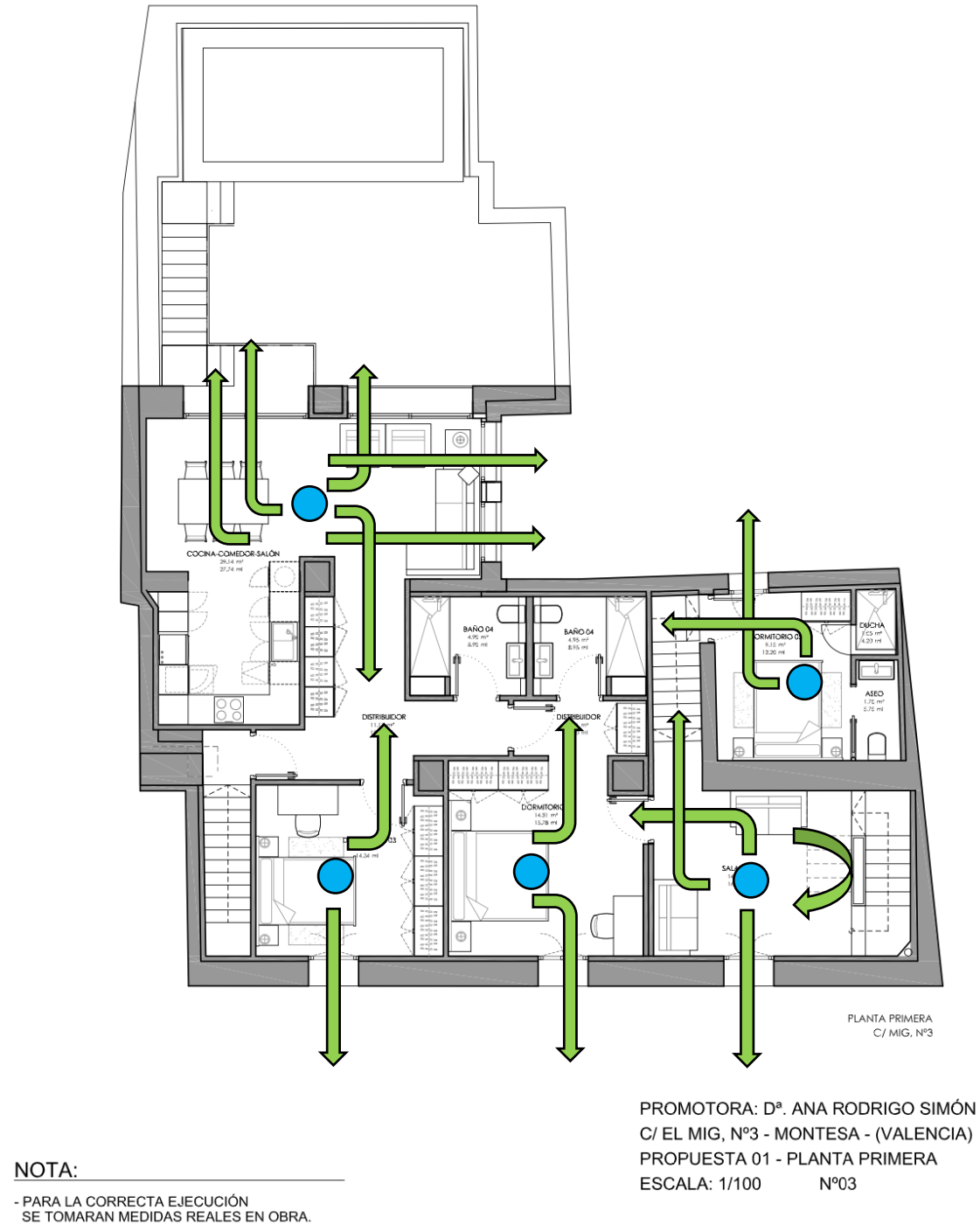


Ilustración 45: Flujo de aire creado por los ventiladores con las ventanas abiertas en la 1º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022

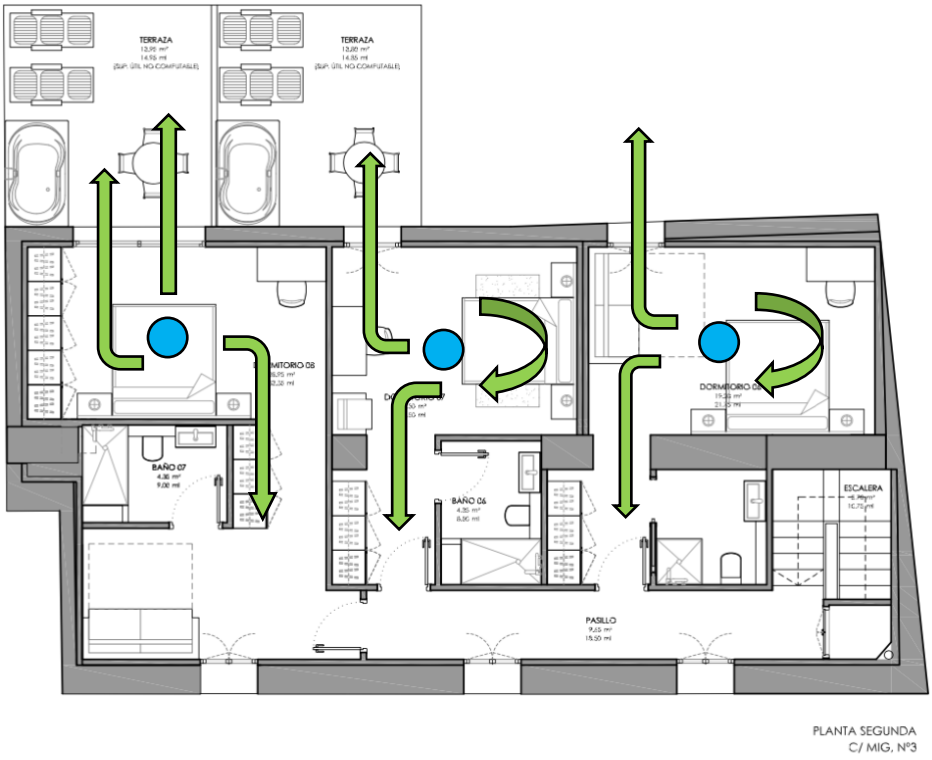


Ilustración 46: Flujo de aire creado por los ventiladores con las ventanas abiertas en la 2º Planta. Fuente: Elaboración propia. 2022

CONCLUSIONES

De cara a la refrigeración de la vivienda en los meses más calurosos del año se hará uso de ventiladores de techo que sean capaces de crear un flujo de aire capaz de mantener unas condiciones de confort.

La principal razón por la que se han escogido estos equipos es por el bajo consumo energético que supone mantenerlos encendidos en comparación con el uso de otros equipos como puedan ser aires acondicionados. Además, el uso de ventiladores de techo es muy útil en invierno, de manera que también nos ayudarán a reducir el coste energético en los meses más fríos del año.

Para llevar a cabo la refrigeración de la vivienda se necesitarán:

- 4 ventiladores CIES (132 cm).
- 7 ventiladores STEL BLANCO (122 cm).

Los ventiladores grandes de 132 cm de diámetro se utilizarán para las zonas comunes de la vivienda y sitios de reuniones como serán los salones o comedores, mientras que los ventiladores medianos de 122 cm de diámetro se utilizarán para las dormitorios de la vivienda destinadas a acoger a los huéspedes.

En el siguiente capítulo se llevará a cabo un estudio acerca de la viabilidad económica que supondría poner el presente Proyecto en marcha.

MEMORIA ECONÓMICA

El presente capítulo estudiará la viabilidad económica de llevar a cabo la climatización de la vivienda, será pues, el último capítulo con el que se cerrará el Proyecto.

Se recordarán los equipos escogidos que se encargarán de la climatización de la vivienda, y se elaborará un presupuesto de lo que supondría su compra, además de posibles gastos extra como pueda ser la instalación de algunos elementos.

Para ello, se detallarán unas gráficas explicativas del coste del presente Proyecto con un plazo de 20 años. Además, se elaborará un informe sobre cuánto sería el gasto energético o de los recursos que se necesiten (gas natural) a lo largo de todo ese tiempo.

Por último, se presentará el valor final de lo que supondría llevar a cabo el Proyecto de climatización de la vivienda en Montesa.

EQUIPOS DE CALEFACCIÓN

Como bien se comentó en capítulos anteriores, de cara a la calefacción de la vivienda se escogió un sistema de red de tuberías que se encargaría de alimentar los radiadores que serían los que lograrían que se diesen las condiciones de confort en los meses mas fríos del año.

Para llevar a cabo la calefacción de la vivienda se hace uso de una caldera que se encarga de calentar el agua que circula por la red de tuberías. Adicionalmente, se hace uso de bombas que se encargan de impulsar el agua por la red de tuberías. Por último, es necesario la instalación de una serie de válvulas que completen la red de tuberías, dichas válvulas son de cierre del sistema y también otras que se encargan de regular la presión (válvulas detentoras). El modelo escogido por cada equipo es el siguiente:

- Caldera: BLUEHELIX TECH RRT 34C.
- Radiadores: Emisores PK 11 de Ferroli.
- Bombas: ELECTROBOMBA MONOBLOC IN-LINE Acero Inox. AISI 304.
- Válvulas: válvulas detentoras y válvulas de cierre de bola.
- Red de tuberías: Tuberías de cobre empotradas en la pared con protección mediante tubo corrugado de PP.

El coste de la instalación de la red de tuberías será calculado junto al coste total de la longitud de tuberías que se necesiten en la vivienda. Cabe destacar que la instalación de los equipos, salvo la red de tuberías, lleva incluido en el precio el coste de su instalación. El presupuesto del sistema de calefacción sería el siguiente

- Radiadores:

944090060 PK 11 900 * 600 (2 uds.) → 2 * 90 = 180€
944090070 PK 11 900 * 700 (2 uds.) → 2 * 105 = 210€

944090080 PK 11 300 * 800 (5 uds.) → 2 * 115 = 230€
944090090 PK 11 900 * 900 (3 uds.) → 3 * 125 = 375€
944090100 PK 11 900 * 1000 (1 ud.) → 1 * 140 = 140€
944090130 PK 11 900 * 1300 (2 uds.) → 2 * 175 = 350€
944090180 PK 11 900 * 1600 (3 uds.) → 3 * 215 = 645€
944090180 PK 11 900 * 1800 (4 uds.) → 4 * 240 = 960€

- Caldera:

  BLUEHELIX TECH RRT 34C → 1.345€

- Bombas:

  ELECTROBOMBA MONOBLOC IN-LINE Acero Inox. AISI 304. (3 unidades) → 3 * 820 = 2.460€.

- Válvulas:

  Detentoras (19 uds.) → 19 * 8,99 = 170,81€.
  De cierre (3 uds.) → 3 * 10,61 = 31,83€

- Red de Tuberías: El presupuesto de la red de tuberías de acero viene junto a los costes de personal para su instalación. Aproximadamente, la longitud total de las tuberías es de: 99,5 metros las de diámetro nominal 10-12, y 89 metros las de diámetro nominal 13-15. A continuación, se presentará un presupuesto por el coste de cada metro de tubería instalado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		**Materiales**			
mt37tca400a	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 10/12 mm de diámetro.	1,000	0,22	0,22
mt37tca010ae	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 10/12 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,000	5,16	5,16
mt37wwt010b	m	Tubo flexible corrugado de polipropileno, de 13 mm de diámetro, temperatura de trabajo de hasta 100°C, para señalización y protección mecánica y contra los agentes externos como yeso, cemento, cal, etc., de las tuberías de conducción para agua fría y A.C.S.	1,000	0,26	0,26
			Subtotal materiales:		**5,64**
2		**Mano de obra**			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,216	20,48	4,42
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,216	18,88	4,08
			Subtotal mano de obra:		**8,50**
3		**Costes directos complementarios**			
	%	Costes directos complementarios	2,000	14,14	0,28
Coste de mantenimiento decenal: 1,15€ en los primeros 10 años.			**Costes directos** (1+2+3):		14,42

Ilustración 47: Coste por la instalación de cada metro de tubería de diámetro nominal 10-12. Fuente: Elaboración propia. 2022

El coste por unidad de longitud (m) sería de 14,42€. Por lo que: 99,5 * 14,42 = 1.434,79€.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		**Materiales**			
mt37tca400b	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 13/15 mm de diámetro.	1,000	0,24	0,24
mt37tca010be	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,000	5,78	5,78
mt37wwt010c	m	Tubo flexible corrugado de polipropileno, de 16 mm de diámetro, temperatura de trabajo de hasta 100°C, para señalización y protección mecánica y contra los agentes externos como yeso, cemento, cal, etc., de las tuberías de conducción para agua fría y A.C.S.	1,000	0,30	0,30
			Subtotal materiales:		**6,32**
2		**Mano de obra**			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,216	20,48	4,42
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,216	18,88	4,08
			Subtotal mano de obra:		**8,50**
3		**Costes directos complementarios**			
	%	Costes directos complementarios	2,000	14,82	0,30
Coste de mantenimiento decenal: 1,21€ en los primeros 10 años.			**Costes directos** (1+2+3):		15,12

Ilustración 48: Coste por la instalación de cada metro de tubería de diámetro nominal 13-15. Fuente: Elaboración propia. 2022

El coste por unidad de longitud (m) sería de 15,12€. Por lo que: 89 * 15,12 = 1.345,68€.

Por lo tanto, el total del presupuesto para los equipos encargados de la calefacción de la vivienda incluyendo su instalación es de **9878,11€.** A continuación, se presenta una gráfica donde se observa el coste que supone tanto la compra como la instalación de los equipos de calefacción.

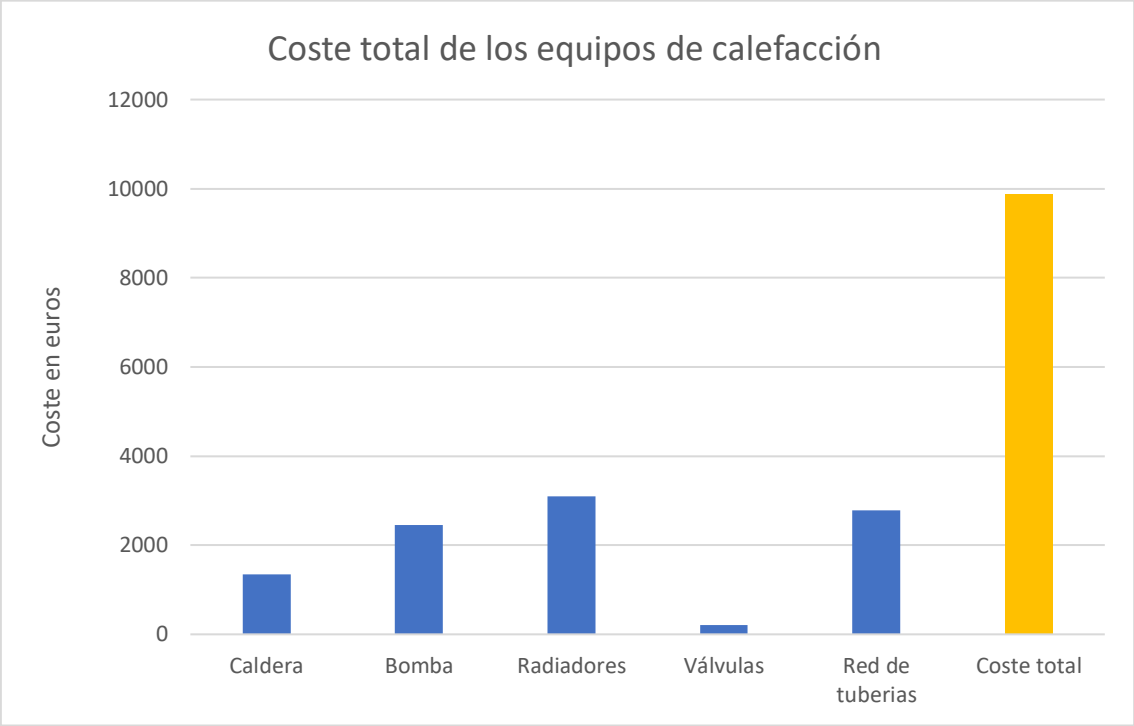


Ilustración 49: Coste total de los equipos de calefacción con la instalación. Fuente: elaboración propia. 2022

EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Como bien se comentó en capítulos anteriores, de cara a la refrigeración de la vivienda en los meses más calurosos del año, se escogieron ventiladores de techo como los equipos encargados de mantener las condiciones de confort necesarias.

Se escogieron dos modelos de ventiladores de techo. El primer modelo estaría destinado a las salas más grandes de la vivienda como son las zonas comunes (salón, sala de estar, comedor, cocina). El segundo modelo estaría destinado a los dormitorios de la vivienda donde se acogería a los huéspedes.

Los modelos concretos escogidos son los siguientes: CIES (132 cm de diámetro) y STEL BLANCO (122 cm de diámetro), siendo el primero de ellos el destinados a las salas comunes de la vivienda. La instalación de los ventiladores de techo la llevará a cabo el proveedor del producto, con un coste adicional de 75€ por cada ventilador de techo que se instale. El coste por unidad del modelo CIES es de 209€, mientras que el coste por unidad del modelo STEL BLANCO es de 179€. Por lo tanto, recordaremos cuantas unidades necesitamos de cada modelo para elaborar el presupuesto total de los equipos de refrigeración.

- Modelo CIES (4 uds.) → $4 * 209 = 836€$.
- Modelo STEL BLANO (7 uds.) → $7 * 179 = 1.253€$.
- Instalación (11 ventiladores) → 11 * 75 = 825€

Por lo tanto, el total del presupuesto para los equipos encargados de la refrigeración de la vivienda incluyendo su instalación es de **2.914€.** A continuación, se presenta una gráfica donde se observa el coste que supone tanto la compra como la instalación de los equipos de refrigeración.

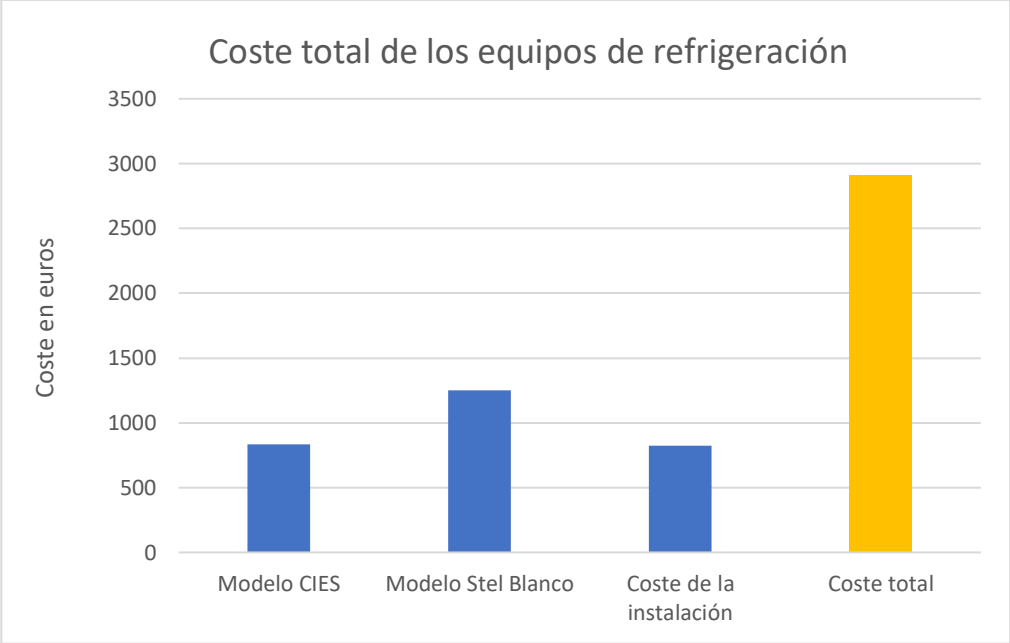


Ilustración 50: Coste total de los equipos de refrigeración con la instalación. Fuente: elaboración propia. 2022

COSTE DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.

En el presente apartado se llevará a cabo el estudio acerca del coste que supone tener funcionando los equipos tanto de calefacción como de refrigeración que se van a instalar de cara a la climatización de la vivienda. Se comentará la potencia que consumen los equipos, y en función de ello se detallará el coste, bien sea un coste energético o el coste del combustible que se utiliza, como se dará en el caso de la caldera. Se calculará el coste que supone tener encendidos los aparatos 1 hora, para posteriormente calcular el coste total en función del tiempo que se tengan encendidos.

- Equipo de calefacción:

Cabe recordar el hecho de que la calefacción de la vivienda se lleva a cabo mediante el aporte de energía en forma de calor por parte de los radiadores. Esa energía es creada en la caldera gracias al uso del gas natural como combustible. Se calculará el total del gas consumido por la caldera para determinará el coste total.

La caldera posee 32,5 kW de potencia. Esta es la encargada de proporcionar la energía necesaria a los radiadores para su funcionamiento. Se trata de una caldera de gas natural. Se calculará cuánto gas consume para determinar el coste que supone mantenerla encendida. El gas natural posee un poder calorífico superior (PCS) de 11,98 kWh/Nm^3, lo que quiere decir que con 1m^3 de gas natural se consiguen 11,98 kWh. Haciendo una regla de tres básica, sabiendo que nuestra caldera necesita 32,5 kWh, obtendremos que el consumo de la caldera en gas natural es de 2,7 m^3 por hora que esté funcionando.

Se supondrá el hecho de que el equipo de calefacción estará encendido 4 horas al día durante todos los días del mes, durante tres meses. Por lo tanto, cada mes, los equipos de calefacción estarán encendidos: 4 * 30 = 120 horas cada mes.

Como bien se comentó anteriormente, para que la caldera funcione, se necesita que le suministren 2,7 m^3 de gas natural por hora. El precio de gas natural hoy en día se encuentra aproximadamente en 0,302 € por cada m^3 de gas natural. Por lo tanto, si en un mes estará encendida la calefacción 120 horas, necesitaré al mes: 120 * 2,7 = 324 m^3 de gas natural. Así pues, el coste total de gas natural para que la caldera funcione a lo largo de un mes será: 324 * 0,302 = 97,85 €.

Dicho lo cual, suponiendo que la calefacción se encenderá durante tres meses, el coste del gas natural total asciende a: 97,85 * 3 = **293,55€.**

- Equipo de refrigeración:

De acuerdo con el capítulo anterior, la potencia de los ventiladores según sus especificaciones es:

- Modelo CIES (4 uds.): 35 W → 4 * 35 = 140 W.
- Modelo STEL BLANCO (7 uds.): 32,5 W → 7 * 32,5 = 227,5 W.

Los equipos de refrigeración en total suman una potencia de: 0,368 kW. Cabe destacar que los ventiladores vienen equipados con un motor de corriente continua que es capaz de reducir hasta en un 70% la potencia consumida, de ahí su bajo consumo.

Se supondrá el hecho de que el equipo de refrigeración estará encendido 12 horas al día durante todos los días del mes, durante tres meses. Por lo tanto, cada mes, los equipos de refrigeración estarán encendidos: 12 * 30 = 360 horas cada mes.

El conjunto de los ventiladores CIES consume 140 Wh. Multiplicando ese valor por las 360 horas al mes que estarán encendidos: 140 * 360 = 50,4 kWh.

Por otra parte, el conjunto de los ventiladores STEL BLANCO consume 227,5 Wh. Multiplicando ese valor por las 360 horas al mes que estarán encendidos: 227,5 * 360 = 81,9 kWh.

Por lo tanto, los ventiladores consumen al mes: 50,4 + 81,9 = 132,3 kWh. Hoy en día, el coste energético de 1 kWh es de 0,407€. Así pues, cada mes, el coste total por mantener encendidos los ventiladores es de: 132,3 * 0,407 = 53,85€.

Así pues, multiplicando ese valor por los 3 meses que estarán encendidos, el gasto total de los equipos de refrigeración a lo largo del año es de: 53,85 * 3 = **161,55 €.**

Por lo tanto, el coste total de los recursos que se necesitan para mantener los equipos de climatización encendidos es de:

$$293{,}55€\ (Calefacción) + 161{,}55€\ (Refrigeración) = \mathbf{455{,}1}€ \qquad [39]$$

A continuación, se representará una gráfica donde se observará el coste tanto mensual como anual de los recursos necesarios para el funcionamiento de los equipos encargados de la climatización de la vivienda.

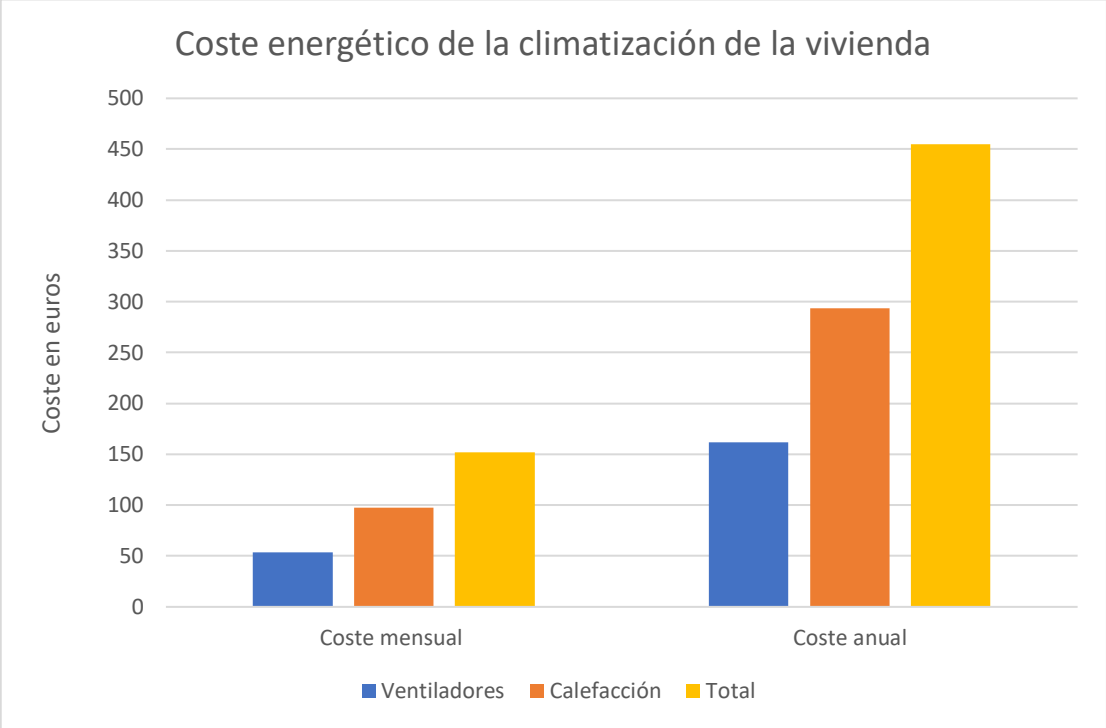


Ilustración 51: Coste energético de la climatización de la vivienda. Fuente: elaboración propia. 2022

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados, el total del presupuesto juntando los costes de compra como de la instalación de los equipos para la climatización de la vivienda tanto en verano como en invierno asciende a:

$$9.878{,}11€\ (Calefacción) + 2.914€\ (Refrigeración) = \mathbf{12.792{,}11}€ \qquad [40]$$

Cabe destacar el hecho de que el coste total para calefactar la vivienda es muy superior al coste total para refrigerarla. Ello se debe a que como bien se ha expresado durante todo el Proyecto, para la refrigeración de la vivienda se ha escogido la instalación de equipos que supongan un importante ahorro tanto económico como energético. El coste total de los recursos energéticos como del gas natural necesario para la climatización de la vivienda asciende a **455,1€.**

Por último, cabe destacar que el presente Proyecto está pensado para un plazo de 20 años. Por lo tanto, el presupuesto se analizará para esos 20 años. Es obvio el hecho de que el gasto debido a la compra como a la instalación de los equipos solo se realiza el primer año. Dicho lo cual, el primer año el gasto total asciende a:

$$12.792{,}11 + 455{,}1 = \mathbf{13.247{,}21}€ \qquad [41]$$

De cara a los próximos años, el único gasto que aparecerá será de 455,1€. Por lo tanto, para calcular el gasto a lo largo de los 20 años, quedaría:

$$13.247{,}21 + 19 * 455{,}1 = \mathbf{21.894{,}11}€ \qquad [42]$$

Dicho lo cual, dividiendo el total del coste del Proyecto entre los 20 años que duraría, obtendremos el gasto teórico año a año, por lo tanto, quedaría un gasto anual de:

$$\frac{21.894{,}11}{20} = \mathbf{1.094{,}71}€ \qquad [43]$$

CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

El presente Proyecto se ha basado en el estudio sobre la climatización de una casa medieval en Montesa (Valencia).

Se estudió el clima de la zona y se concretaron las situaciones más desfavorables tanto en verano como en invierno de cara al futuro cálculo de las cargas térmicas. Se concluyó que la temperatura máxima registrada fue de 44,8ºC, mientras que la temperatura mínima registrada fue de -4,2ºC. Por otro lado, la humedad relativa alcanza valores máximos cercanos al 75% en la región de Montesa.

Más adelante se llevó a cabo el estudio acerca de la vivienda, donde, con ayuda de los planos, se observaron las tres plantas que posteriormente se iban a climatizar. Además, se precisó el hecho de que la vivienda se encuentra en una zona protegida denominada Núcleo Histórico Tradicional (NHT), por lo que la vivienda en cuestión se considera un Bien de Relevancia Local (BRL).

A continuación, se dio paso al estudio sobre las cargas térmicas tanto de invierno como de verano. Dichos cálculos se han representado a lo largo del Proyecto en tablas donde se observan las diferentes cargas que aparecen, así como el valor que adoptan. Aparecieron los términos cargas de transmisión, cargas de ventilación e infiltraciones, así como el término cargas internas. Se observó cómo los valores finales por cada planta sobre las cargas térmicas de invierno y de verano eran muy parecidas. Cabe destacar el hecho de que las cargas térmicas de invierno son ligeramente superiores a las de verano.

A la vista de los resultados que arrojó el estudio sobre las cargas térmicas, era momento de elegir los equipos que se encargarían de la climatización de la vivienda.

De cara a los meses más fríos del año, se procedió a la instalación de radiadores como equipos encargados de aportar el calor necesario para que se diesen las condiciones de confort necesarias. Los radiadores son alimentados por agua a unos 70ºC a través de una serie de bombas que se encargan de que el fluido caliente llegue a los radiadores a través de una red de tuberías.

El agua es calentada por una caldera de 32,5 kW, además hay un total de 22 radiadores de diferentes potencias en función de la carga térmica calculada en cada habitación de la vivienda. Del mismo modo, se instalarán tres bombas, cada una de ellas se encargará de bombear el agua por las tres plantas de la vivienda.

De cara a los meses más calurosos del verano, se procedió a la instalación de ventiladores de techo tanto en salones como en los dormitorios. La idea de que los ventiladores de techo fuesen la elección de los equipos encargados de refrigerar la vivienda es por el hecho de que se consigue un importante ahorro energético, así como un ahorro económico. Hay un total de 11 ventiladores de techo, de dos modelos distintos, un modelo se encarga de la refrigeración de las salas más grandes de la vivienda, mientras que el otro modelo se instala en los dormitorios.

Por último, se llevó a cabo un estudio sobre la viabilidad económica del Proyecto. Se elaboró un presupuesto del coste total de la instalación con un plazo de 20 años. El coste total incluye gastos de compra de equipos, gastos en instalación de dichos equipos, así como el gasto necesario en recursos para el funcionamiento de estos (electricidad y gas). El coste total de Proyecto es de 21.894,11€. Ello supone que el gasto teórico anual a lo largo de los 20 años es de 1.094,71€.

DESARROLLOS FUTUROS

Con la vista puesta en el futuro, el presente Proyecto podría considerar mejoras en varios campos de trabajo.

De cara a la estructura de la vivienda, se podría considerar la implantación de materiales con fuertes propiedades aislantes en las paredes, de modo que se reduzcan considerablemente las cargas térmicas, en especial la carga de transmisión.

De cara a los recursos que se necesitan para el funcionamiento de los equipos encargados de la climatización de la vivienda como son la energía y el gas, en un futuro se desarrollaría la idea de que la vivienda sea autosuficiente. De esta manera, se conseguiría que ella misma genere los recursos necesarios para el funcionamiento de los equipos. La principal hipótesis sería la de la instalación de paneles fotovoltaicos capaces de absorber la energía necesaria capaz de llevar a cabo la climatización de la vivienda. De esta manera, se podría prescindir del uso de una caldera de gas, de modo que se instalaría una caldera eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

- Fernandino Larrinaga, J.M. *et al.* Plan General de Montesa, junio de 2013.
- Código Técnico de Edificación (CTE).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).
- Jutglar Banyeras, L. Miranda, A.L. Villarubia, M. *Manual de Calefacción.* 1 abril de 2011.
- Gárate Gómez-Corisco, I. *Climatización de un edificio de oficinas de Madrid.* Junio 2020.
- O.A. Jaramillo. *Intercambiadores de Calor.* Noviembre 2007.
- Muller, E. *Manual de diseño para viviendas con climatización pasiva.* junio 2002
- Bravo Hidalgo, D. Pérez Guerra, Y. *Eficiencia energética en la climatización de edificaciones.* Agosto de 2016.
- Molina Giménez, A. *Régimen jurídico de la protección de los bienes culturales en España.* 2012.
- Braulio-Gonzalo. Bovea Edo M. Ibáñez-Forés, M. *22nd International Congress on Project Management and Engineering.* Julio de 2018.
- Massagués, L. Rodríguez, J. Bruno, J.C. Coronas, A. *Estudio comparativo de una instalación de trigeneración con microturbina de gas y un sistema convencional con bomba de calor en un complejo hotelero.*
- Vidal Lepe, A.P. *Estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de climatización con bomba de calor geotérmica.* Agosto de 2007.
- Canto, A. Batista, M. Sánchez, J. Moreno, M. James, A. *Aislante térmico a base de materiales orgánicos.*
- Velázquez Rodríguez, M. *Materiales aislantes sostenibles.* Noviembre de 2015.

- Goyos, L. Naranjo, C. Nicolás, F. Velasco, L. *Investigación y desarrollo de aislantes térmicos naturales basados en residuos de biomasa para su aplicación en la mejora de la eficiencia energética de las edificaciones en américa latina.* Junio de 2015.
- Capel Molina, J.J. Viedma Muñoz, M. *El régimen de vientos y la presión atmosférica en Valencia.* 2004.
- Olcina Cantos, J. Miró Pérez, J.J. *Actividad turística y cambio climático en la Comunidad Valenciana*. 2017
- Bannier, B. Cantavella, V. Pinanzo, J.M. Sarabia, E. Silva, G. Soto, V.M.. *Contribución de la fachada ventilada a la demanda energética de un edificio.*
- Atienza, A. Cejudo, J.M. Fernández, F. Domínguez, F. *Optimización del control de un sistema de calefacción conjunto de suelo radiante y ventiloconvectores.* 2015.
- García Alonso, O. *Implantación de un sistema de aerotermia para la climatización de una vivienda unifamiliar.* Diciembre de 2018.
- Botero Villegas, S. Palacios Garnica, P.A. *Software de cálculo de cargas térmicas para sistemas de aire acondicionado.* 2017.

- Ignacio, R. Domínguez, M. Alarcón Herrera, M.T. *Evolución de las metodologías para el cálculo de cargas térmicas en edificaciones, desarrolladas por la ASHRAE*.
- Domínguez, M. García, C. *Aprovechamiento de los Materiales de Cambio de Fase (PCM) en la Climatización.* 2009.
- Acevedo de la Fuente, P. *Factibilidad de apoyos de paneles fotovoltaicos en el diseño de climatización en un proyecto de una vivienda social en la ciudad de Curicó*. Universidad de Talca, Chile. 2017

ANEXOS

Índice de los anexos:

Planos de la vivienda……..179

Catálogo de radiadores PK 11 900……..183

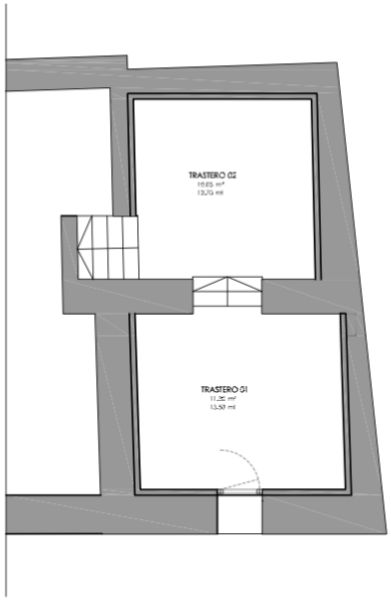
Catálogo de caldera BLUEHELIX TECH RRT 34C ……184

Catálogo de bomba ELECTROBOMBA MONOBLOC IN-LINE Acero Inox. AISI 304…….192

Catálogo de ventilador de techo modelo CIES……...194

Catálogo de ventilador de techo modelo STEL BLANCO……..……...195

PLANTA SÓTANO:

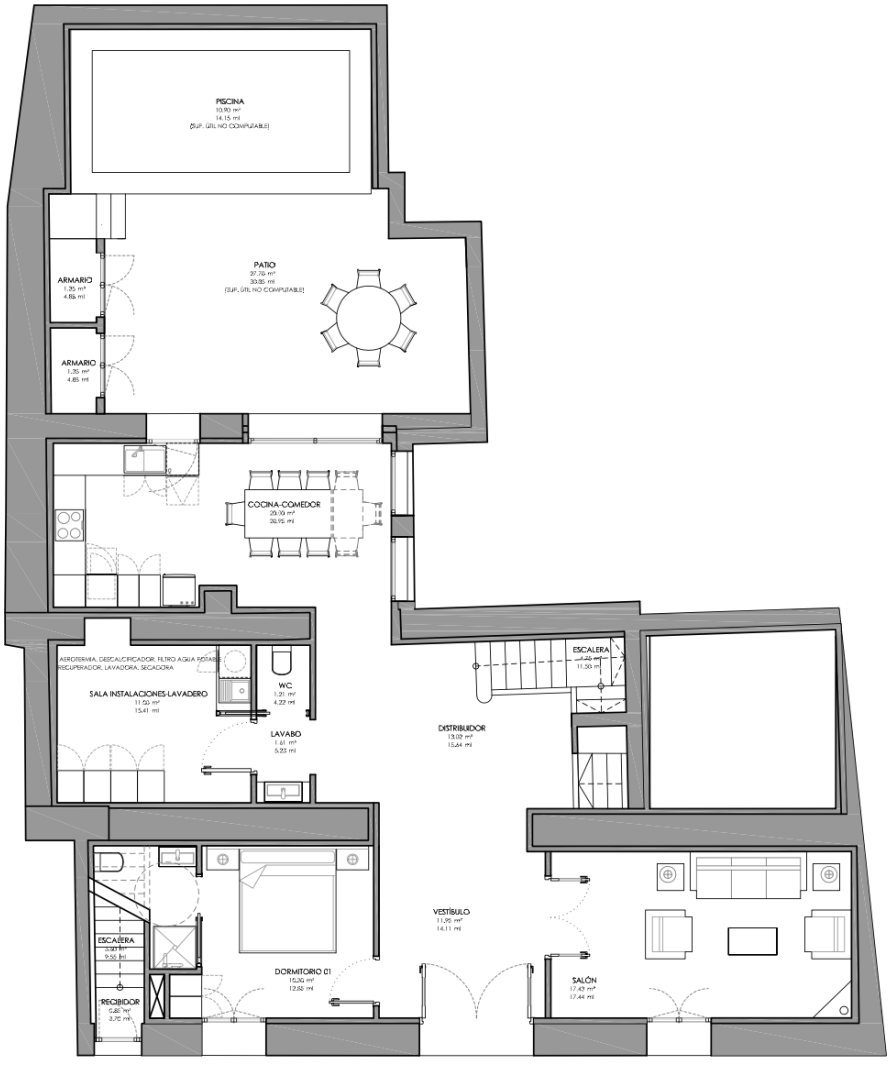


PROMOTORA: Dª. ANA RODRIGO SIMÓN
C/ EL MIG, Nº3 - MONTESA - (VALENCIA)
PROPUESTA 01 - PLANTA SÓTANO
ESCALA: 1/100 Nº01

NOTA:

- PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN
SE TOMARAN MEDIDAS REALES EN OBRA.

PLANTA BAJA:



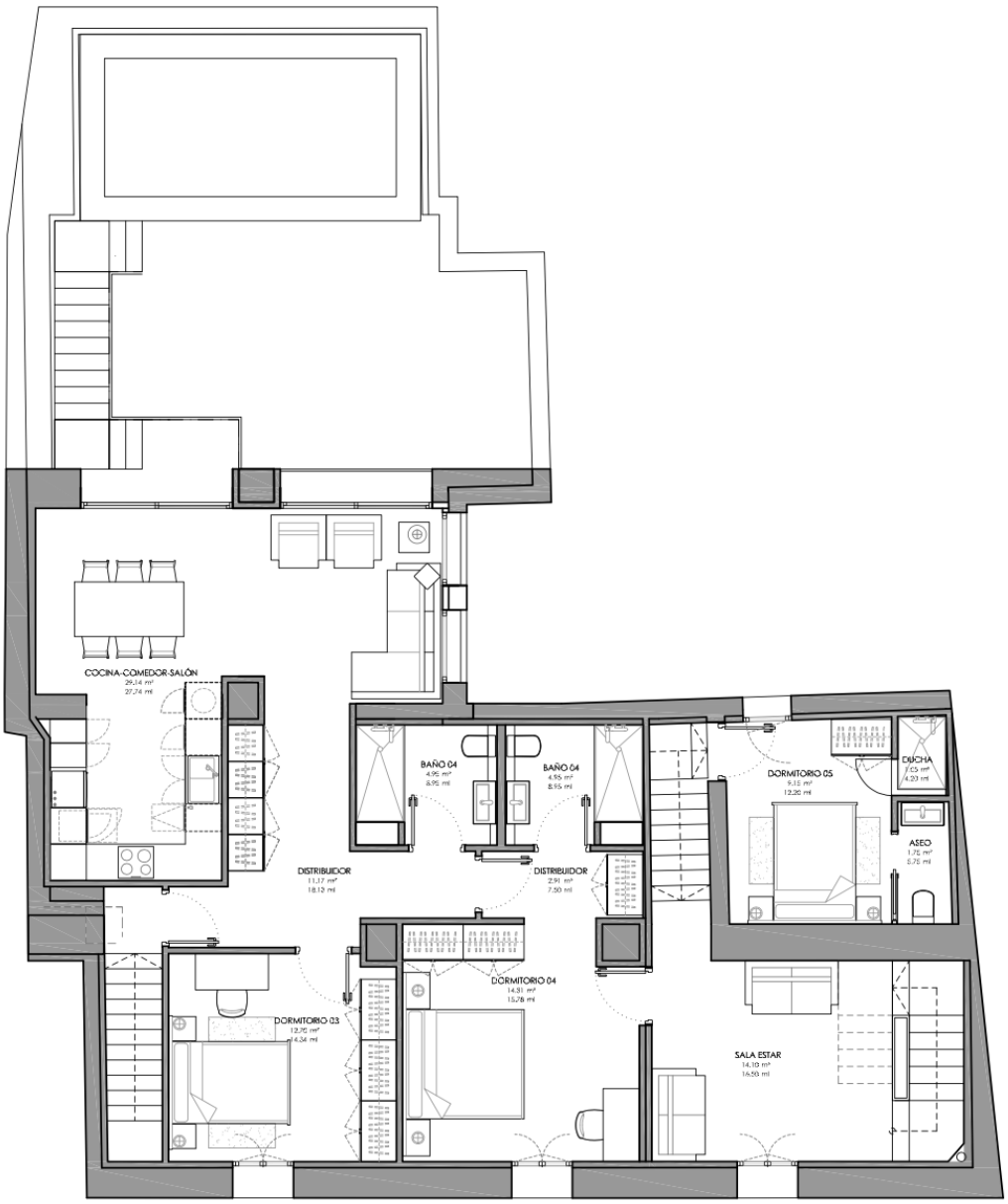
PLANTA BAJA
C/ MIG, Nº3

PROMOTORA: Dª. ANA RODRIGO SIMÓN
C/ EL MIG, Nº3 - MONTESA - (VALENCIA)
PROPUESTA 01 - PLANTA BAJA
ESCALA: 1/100 Nº02

NOTA:

- PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN SE TOMARAN MEDIDAS REALES EN OBRA.

PLANTA PRIMERA:



PLANTA PRIMERA
C/ MIG, Nº3

PROMOTORA: Dª. ANA RODRIGO SIMÓN
C/ EL MIG, Nº3 - MONTESA - (VALENCIA)
PROPUESTA 01 - PLANTA PRIMERA
ESCALA: 1/100 Nº03

NOTA:

- PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN SE TOMARAN MEDIDAS REALES EN OBRA.

PLANTA SEGUNDA:



PLANTA SEGUNDA
C/ MIG, Nº3

PROMOTORA: Dª. ANA RODRIGO SIMÓN
C/ EL MIG, Nº3 - MONTESA - (VALENCIA)
PROPUESTA 01 - PLANTA SEGUNDA
ESCALA: 1/100 Nº04

NOTA:

- PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN
  SE TOMARAN MEDIDAS REALES EN OBRA.

Ferroli

PANELES DE CHAPA DE ACERO

PANELES DE CHAPA DE ACERO

PK 11 300

EN 442 · DIN · Garantía 3 años

CÓDIGO	PRODUCTO	EMISIÓN TÉRMICA kcal/h*	€
944030040	**PK 11 300 x 400**	155	30
944030050	**PK 11 300 x 500**	194	35
944030060	**PK 11 300 x 600**	233	45
944030070	**PK 11 300 x 700**	271	50
944030080	**PK 11 300 x 800**	310	55
944030090	**PK 11 300 x 900**	349	60
944030100	**PK 11 300 x 1000**	388	70
944030110	**PK 11 300 x 1100**	426	75
944030120	**PK 11 300 x 1200**	465	85
944030130	**PK 11 300 x 1300**	504	88
944030140	**PK 11 300 x 1400**	543	90
944030150	**PK 11 300 x 1500**	581	100
944030160	**PK 11 300 x 1600**	620	105
944030180	**PK 11 300 x 1800**	698	115

Ecuación característica de cada modelo: $Q = B50\ (\Delta T/50)^n$

Altura H = 300 mm
Exponente n = 1,31042

* UNE EN-442 Δ T = 50° C

PANELES DE CHAPA DE ACERO

PK 11 600

EN 442 · DIN · Garantía 3 años

CÓDIGO	PRODUCTO	EMISIÓN TÉRMICA kcal/h*	€
944060040	**PK 11 600 x 400**	308	45
944060050	**PK 11 600 x 500**	385	55
944060060	**PK 11 600 x 600**	462	65
944060070	**PK 11 600 x 700**	539	75
944060080	**PK 11 600 x 800**	616	80
944060090	**PK 11 600 x 900**	693	90
944060100	**PK 11 600 x 1000**	769	100
944060110	**PK 11 600 x 1100**	846	110
944060120	**PK 11 600 x 1200**	923	120
944060130	**PK 11 600 x 1300**	1.000	125
944060140	**PK 11 600 x 1400**	1.077	135
944060150	**PK 11 600 x 1500**	1.154	145
944060160	**PK 11 600 x 1600**	1.231	155
944060180	**PK 11 600 x 1800**	1.385	170

Ecuación característica de cada modelo: $Q = B50\ (\Delta T/50)^n$

Altura H = 600 mm
Exponente n = 1,30291

* UNE EN-442 Δ T = 50° C

PANELES DE CHAPA DE ACERO

PANELES DE CHAPA DE ACERO

PK 11 900

EN 442 · DIN · Garantía 3 años

CÓDIGO	PRODUCTO	EMISIÓN TÉRMICA kcal/h*	€
944090040	**PK 11 900 x 400**	429	60
944090050	**PK 11 900 x 500**	537	75
944090060	**PK 11 900 x 600**	644	90
944090070	**PK 11 900 x 700**	751	105
944090080	**PK 11 900 x 800**	859	115
944090090	**PK 11 900 x 900**	966	125
944090100	**PK 11 900 x 1000**	1.073	140
944090110	**PK 11 900 x 1100**	1.181	155
944090120	**PK 11 900 x 1200**	1.288	170
944090130	**PK 11 900 x 1300**	1.395	175
944090140	**PK 11 900 x 1400**	1.503	190
944090150	**PK 11 900 x 1500**	1.610	200
944090160	**PK 11 900 x 1600**	1.717	215
944090180	**PK 11 900 x 1800**	1.932	240

Ecuación característica de cada modelo: $Q = B50\ (\Delta T/50)^n$

Altura H = 900 mm
Exponente n = 1,30915

* UNE EN-442 Δ T = 50° C

Accesorios para paneles. Para paneles de chapa de acero

CÓDIGO	PRODUCTO	€
000275780	**Junta 1/2"**	0,15
C09275740	**Tapón 1/2"**	0,95
C09276090	**Purgador 1/2"**	1,15



Especialmente indicado para trabajar en Instalaciones de Baja Temperatura, con ΔT 30 °C. Confirmar potencia emitida según ecuación característica (Catálogo General FERROLI).

"Precio Franco Fábrica – Transporte NO INCLUIDO". Precio de venta de referencia sin IVA

28


Caldera mural de condensación a gas
Bluehelix HiTech RRT
Alta tecnología para un mayor confort
Combinación opcional con Connect Smart WI-FI
Amplio rango de modulación
Máxima innovación
Gran confort acústico
Sistema Gas Adaptive: Perfecta combustión
Cambio de gas sencillo desde el panel de mandos
MÁXIMA EFICIENCIA
RANGO
HYDROGEN PLUG-IN
SILENCIOSA
47 dB
MULTI COMB. CONTROL
METANO GLP READY
PANEL DIGITAL
SISTEMA CAPSENSE TOUCH
2 años garantía TOTAL
Ver video
www.ferroli.com
Ferroli


45°
60°
Ferroli

BLUEHELIX HITECH RRT MOD. 24 C / 28 C / 34 C

BLUEHELIX HITECH RRT...

ALTA TECNOLOGÍA PARA UN MAYOR CONFORT



La nueva interfaz de usuario con tecnología «capsense touch», incorpora un visor de 2,8'' y permite al usuario interactuar con el producto de modo ágil y sumamente sencillo.

Gracias a la eficiencia **energética del calentamiento ambiente ηs 94%** entre las más altas de la categoría (Clase A ErP, escala de G a A⁺⁺) y a la **combinación con el mando remoto Connect**, es capaz de leer la temperatura externa directamente desde Internet, **alcanza la clase energética de sistema A⁺** (escala de G a A⁺⁺⁺). Se adapta fácilmente a las condiciones de carga gracias al **amplio intervalo de modulación** que puede llegar hasta 1:10 (mod. 34 C).

Gracias al sistema **«Hydrogen plug-in»**, una de sus innovaciones más importantes, ya está en disposición de autorregularse para funcionar con mezclas de gas natural e hidrógeno, que no tardarán en llegar a Europa, para **luchar contra el calentamiento global**.

Diseñada para satisfacer plenamente las exigencias de un **producto «robusto» desde todos los puntos de vista** gracias al **intercambiador principal con pasos elevados** capaz de garantizar la **máxima eficiencia y fiabilidad en el tiempo** también, y no solo, en sustitución de antiguos generadores en sistemas especialmente sucios.



Bluehelix Hitech RRT | Romeo | Sonda externa | Clase energética del sistema A⁺

LA GAMA

Modelos que funcionan tanto a metano como a glp

mod. 24 C
MIXTA INSTANTÁNEA (14 l/min a Δt 25°C)

mod. 28 C
MIXTA INSTANTÁNEA (16,1 l/min a Δt 25°C)

mod. 34 C
MIXTA INSTANTÁNEA (19 l/min a Δt 25°C)

La nueva gama de calderas va equipada con el probado intercambiador de calor de acero inoxidable. Diseñada y construida de acuerdo con las nuevas directivas ErP para el diseño y etiquetado ecológicos, las BLUEHELIX HITECH son las mejores en su categoría.

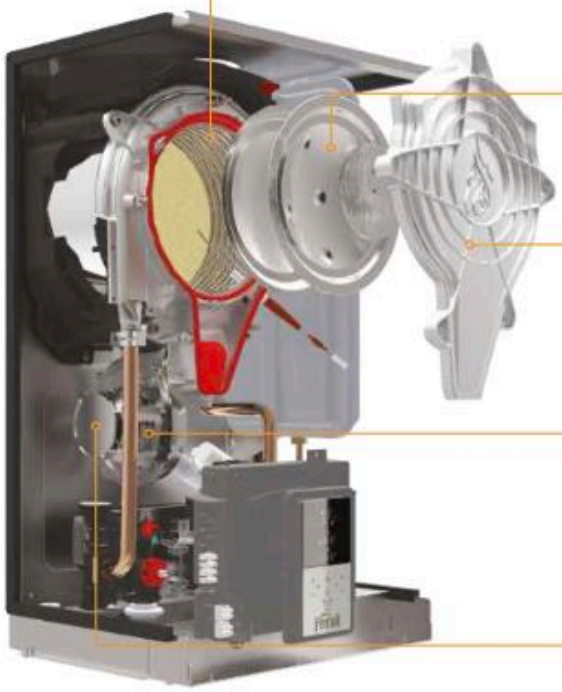




4

BLUEHELIX HITECH RRT MOD. 24 C / 28 C / 34 C

BLUEHELIX HITECH RRT
Vista desde dentro



INTERCAMBIADOR

Intercambiador **de acero inoxidable monocircuito de caudal elevado**, resistente a la obstrucción y fácil de limpiar

QUEMADOR

Exclusivo **quemador semiesférico inoxidable** especial con **juntas de larga duración**

PUERTA DEL QUEMADOR

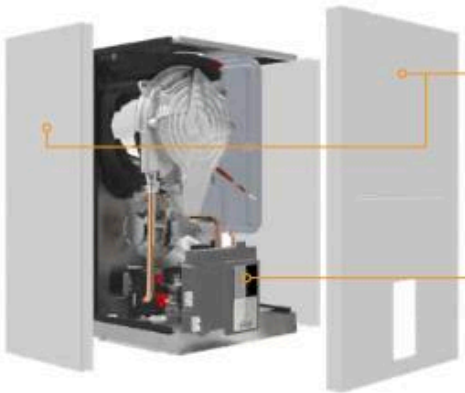
Puerta del quemador **autorrefrigerada** sin panel aislante

GAS ADAPTIVE

Sistema inteligente **"Gas-adaptive"** derivado de las calderas industriales, que supervisa y estabiliza automáticamente la combustión al variar las condiciones gas + humos

VENTILACIÓN

Ventilador descentrado, para agilizar el **mantenimiento del grupo térmico sin desmontaje.**
Válvula antirretorno de humos integrada mediante conexión C.C.S. (conforme a la UNI 7129)



CÁMARA ESTANCA

Panel de acero desmontable para proteger la cámara de combustión con la función de cámara sellada.
Gracias a su cuidado diseño la cubierta tiene 3 piezas desmontables, que bajan hasta cubrir las conexiones de la caldera con la instalación.

PANEL ELECTRÓNICO

Gran **panel electrónico extraíble** como protección contra cualquier daño que pueda provocar el agua usada durante el mantenimiento normal.
Fácil acceso a las conexiones eléctricas.

6

BLUEHELIX HITECH RRT MOD. 24 C / 28 C / 34 C

CARACTERÍSTICAS

Características adicionales del producto

- **Caldera** con intercambiador principal de acero inoxidable de espesor reforzado, con pasos ampliados como garantía de la duración y del reducido mantenimiento, mantiene una alta eficiencia también en antiguas instalaciones con oxidaciones y suciedad
- A+++ SISTEMA: gracias a la combinación con el mando remoto modulante **CONNECT** y a la lectura de la temperatura externa directamente desde Internet, alcanza el máximo de **eficiencia energética A+** (escala de G a A+++)
- **Clase 6 NOx:** ya acorde con lo previsto por el reglamento ErP del 26.09.2018 (emisiones NOx < 56mg/kWh)
- **MC²: M**ulti **C**ombustion **C**ontrol, nuevo sistema de combustión con tecnología patentada gas-adaptive derivada del mundo de la industria para mejorar la adaptación al uso al cambiar las condiciones de la red de gas (ej. fluctuaciones o presiones reducidas)
- **M.G.R: M**etano **G**pl **R**eady, mediante una sencilla configuración la caldera es capaz de trabajar tanto a metano como a glp sin necesidad de utilizar kits de conversión añadidos
- Exclusivo sistema **intercambiador-quemador con puerta dotada de refrigeración automática** (sin aislantes): simplifica el mantenimiento y reduce su coste gracias a un menor número de piezas sujetas a deterioro.
- **Producción instantánea** de agua caliente sanitaria con intercambiador sanitario de placas exclusivo.
- **Tomas hidráulicas** cubiertas por la carcasa de la caldera
- Amplia **pantalla multifunción** retroiluminada para una fácil y correcta configuración de los parámetros
- **By-pass** de serie
- Se adapta fácilmente a las condiciones de carga gracias al **amplio intervalo de modulación** que puede llegar hasta 1:10 (1:10 mod. 34 C, 1:9 mod. 28 C, 1:7 mod 24 C)
- **Especialmente adecuada para el funcionamiento en salida de gases que requieren caldera homologada para poder trabajar con salida de gases de 50 mm**
- **S.P.H: S**istema de **P**rotección de **H**umos La **válvula de humos incluida de serie** en la caldera facilita la conexión a sistemas de chimeneas en sobrepresión
- Proyectada para **simplificar y agilizar** las operaciones normales de **mantenimiento y limpieza**
- **Preinstalación para sistemas solares:** preparada para la producción de agua caliente sanitaria combinada con sistemas de paneles solares
- Función ECO en el ámbito sanitario para incrementar el ahorro en el período de uso reducido de agua caliente.
- **Control de llama digital** con tres intentos de encendido en caso de bloqueo del funcionamiento por no detección de la llama (solo para funcionamiento a metano)
- **Lugar de instalación:** también para el exterior en un lugar parcialmente protegido hasta -5°C de serie

RESUMEN DEL PRODUCTO

THERMO BALANCE — **Exclusivo grupo térmico integrado Ferroli "Thermobalance"™**

MÁXIMA EFICIENCIA A+ — **Combinación opcional con connect Smart WI-FI**

H2 HYDROGEN PLUG-IN — Funciona con **mezclas de gas natural enriquecidas con hidrógeno** que ya están disponibles para su distribución en Europa (*)
(*) mezcla de Gas Natural / Hidrógeno (0 %/20 %

RATIO 1:10 — Relación de modulación entre **Pmáx.** y **Pmín.**
Modelo 34 C

CLASE 6 — **Mínimas emisiones contaminantes (clase 6** según la EN 15502-1) ya acorde con lo previsto por la directiva ErP del 26.09.2018 (emisiones NOx < 56mg/kWh)

METANO GPL READY — **M.G.R:** Metano **G**lp Aire Propanado **R**eady, mediante una sencilla configuración la caldera es capaz de trabajar tanto a metano como a GLP sin necesidad de utilizar kits de conversión añadidos

MULTI COMB. CONTROL — **MC²: M**ulti **C**ombustion **C**ontrol, nuevo sistema de combustión con tecnología patentada gas-adaptive

INTERCAMBIADOR PRINCIPAL — **Intercambiador principal** monotérmico de altas prestaciones de acero inoxidable

SANITARIO — **Caldera de microacumulación Máximo confort sanitario** certificado de 3 estrellas (EN 13203).

STOP AND GO — ES posible **retrasar el encendido del quemador** activándolo solamente en caso de extracción real de agua caliente sanitaria

ETAs 94 % — Alcanza una eficiencia estacional de calentamiento ambiental de las más altas de su categoría: η_s **94%**

COLECTIVOS A PRESIÓN — **S.P.H: S**istema de **P**rotección de **H**umos La válvula antirretorno de humos permite una **fácil conexión a sistemas colectivos de humos a presión**.

REMOTE — **Control remoto** de los parámetros de la caldera mediante mando a distancia

CLIMÁTICA — Aparato con función de **regulación climática** con temperatura de sistema escalonada (sonda de temperatura externa opcional)

EASY MAINTENANCE — Aparato diseñado específicamente para **facilitar** la instalación y el mantenimiento

PROTEGIDO -5°C — Funcionamiento en un **lugar parcialmente protegido** con una temperatura mínima de **-5°C**.

FUNCIÓN SUN FAST — Aparato que puede combinarse con sistemas de **precalentamiento** para el **agua caliente sanitaria**

HUMOS Ø 50 mm — Homologación para el funcionamiento con **salidas de humos de 50mm de diámetro**

Ferroli

BLUEHELIX HITECH RRT MOD. 24 C / 28 C / 34 C

EL MOTOR
Cámara de combustión

El tubo que constituye el intercambiador de BLUEHELIX HITECH RRT es de **acero inoxidable**, un material que permite realizar una **superficie extremadamente lisa**, y por lo tanto más difícil de atacar para los agentes incrustantes y los depósitos.



Sección extra incrementada, la superficie lisa y el recorrido del serpentín disminuyen drásticamente el porcentaje de depósitos en el interior del tubo y alargan en gran medida la vida útil del intercambiador



Puerta refrigerada por aire.
Sin panel aislante (no se rompe durante el mantenimiento)



Exclusivo quemador de acero inoxidable semiesférico

MÁXIMA EFICIENCIA
También en instalaciones antiguas (sustituciones)

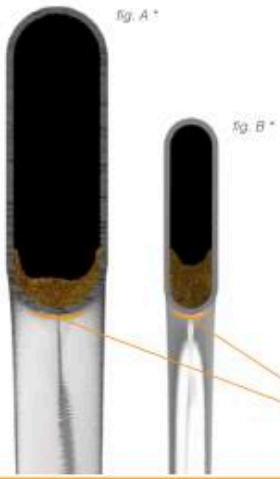


fig. A *

fig. B *

La estudiada geometría del intercambiador del grupo térmico **THERMOBALANCE™** (fig A) le permite funcionar casi al máximo de la eficiencia de proyecto también en condiciones de obstrucción parcial, mientras que en las mismas condiciones de cantidad de depósitos y sedimentos (por ejemplo, debidos a la instalación en sistemas antiguos) el intercambiador de la fig. B tiende a obstruirse mucho más rápido en la parte en contacto con la llama debido a la reducida área de paso del fluido, donde se forma una auténtica barrera de depósitos* que obstaculizan el intercambio térmico y reducen la eficiencia por debajo de los valores nominales.

** Ref.: igual cantidad (5 gr.) de incrustaciones y depósitos en el intercambiador (A) y (B), a igual longitud de la sección de tubo.*

Sección de intercambio térmico con la llama

10

BLUEHELIX HITECH RRT MOD. 24 C / 28 C / 34 C

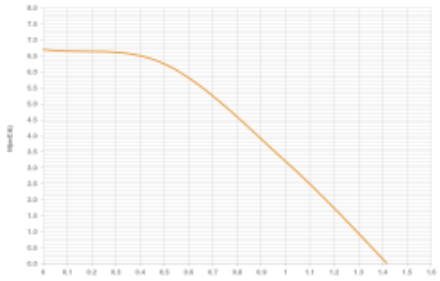
DATOS TÉCNICOS

BLUEHELIX HITECH RRT		24 C	28 C	34 C
Clase ERP	(Clase G - A+++)	A+ (*)	A+ (*)	A+ (*)
	(Clase G - A)	XL A	XL A	XXL A
Capacidad térmica máx. / mín. calefacción	kW	20,4 / 3,5	24,5 / 3,5	30,6 / 3,5
Potencia térmica máx. / mín. calefacción (80/60°C)	kW	20,0 / 3,4	24,0 / 3,4	30,0 / 3,4
Potencia térmica máx. / mín. calefacción (50/30°C)	kW	21,6 / 3,8	26,0 / 3,8	32,5 / 3,8
Capacidad térmica máx. sanitario (Hi)	kW	25,0	28,5	34,7
Capacidad térmica mín. sanitario (Hi)	kW	3,5	3,5	3,5
Potencia térmica máx. / mín. sanitario	kW	24,5 / 3,4	28,0 / 3,4	34,0 / 3,4
Rendimiento Pmáx (80-60°C) (Hi)	%	98,1	98,1	97,9
Rendimiento Pmín (80-60°C) (Hi)	%	98,0	98,0	98,0
Rendimiento Pmáx (50-30°C) (Hi)	%	106,1	106,1	106,1
Rendimiento Pmín (50-30°C) (Hi)	%	107,5	107,5	107,5
Rendimiento 30%	%	109,7	109,7	109,5
Presión gas alimentación G20	mbar	20	20	20
Caudal gas máx. G20	m^3/h	2,65	3,02	3,67
Caudal gas mín. G20	m^3/h	0,37	0,37	0,37
CO_2 máx. / mín. G20	%	9,4 / 9,2	9,3 / 9,2	9,3 / 9,2
Presión gas alimentación G31	mbar	37	37	37
Caudal gas máx. / mín. G31	kg/h	1,94 / 0,27	2,21 / 0,27	2,70 / 0,27
CO_2 máx. / mín. G31	%	10,3 / 9,8	10,3 / 9,8	10,3 / 10,0
Clase de emisión NOx (EN 15502-1)	-	6	6	6
Presión máx. funcionamiento calefacción	bar	3	3	3
Presión mín. funcionamiento calefacción	bar	0,8	0,8	0,8
Temperatura máx. calefacción	°C	95	95	95
Contenido agua calefacción	litros	2,9	2,9	4,3
Capacidad vaso de expansión calefacción	litros	8	8	10
Presión precarga vaso expansión calefacción	bar	0,8	0,8	0,8
Presión máx. de funcionamiento sanitario	bar	9	9	9
Presión mín. de funcionamiento sanitario	bar	0,3	0,3	0,3
Capacidad sanitaria Δt 25°C	l/min	14	16,1	19,5
Capacidad sanitaria Δt 30°C	l/min	11,7	13,4	16,2
Grado de protección (IEC 60529)	IP	X4D	X4D	X4D
Tensión de alimentación	V/Hz	230V / 50Hz	230V / 50Hz	230V / 50Hz
Potencia eléctrica absorbida por la calefacción	W	63	70	80
Potencia eléctrica absorbida por el agua sanitaria	W	73	82	99
Peso en vacío	kg	28	28	32

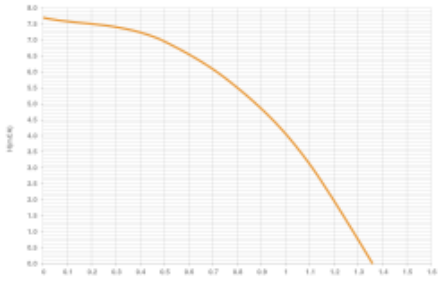
(*) En combinación con el control remoto Connect Smart WIFI

ALTURA MANOMÉTRICA EFECTIVA DISPONIBLE PARA EL SISTEMA

BLUEHELIX HITECH RRT 24 C - 28 C



BLUEHELIX HITECH RRT 34 C



15

Ferroli

EBARA

www.ebara.es

LPS Calefacción, A.A., Refrigeración & A.C.S. / *HVAC & Sanitary hot water*

ELECTROBOMBA MONOBLOC IN-LINE Acero Inox. AISI 304
IN-LINE CENTRIFUGAL PUMPS in AISI 304

LPS
Electrobomba monobloc In-Line construida en Acero Inoxidable AISI 304

LPS
In-Line centrifugal pumps made of Stainless Steel AISI 304



DESCRIPCIÓN
Electrobomba centrífuga In-Line para Calefacción, Agua Caliente Sanitaria y Aire Acondicionado. Adecuada en sistemas de calefacción domésticos e Industriales, circulación de agua caliente sanitaria, sistemas de calefacción y refrigeración, vehiculación de líquidos a baja presión.

PRESTACIONES
- Máxima presión de aspiración positiva:

	Trif.	Monof.
25 LPS	2 bar	2 bar
32-40-50 LPS	4 bar	2 bar

- Temperatura del líquido vehiculado: -10°C/+100°C

MATERIALES
- Cuerpo de impulsión e impulsor: Ac. Inox. AISI 304
- Eje motor: Ac. Inoxidable AISI 303
- Carcasa de motor: Aluminio
- Cierre mecánico: carbón/cerámica/NBR

DATOS TÉCNICOS
- Motor trifásico eficiencia **IE2** a partir de 0,75 kW
- Motor asíncrono, 2 polos
- Aislamiento Clase F
- Protección IP55
- Monofásica 230V ± 10% 50 Hz
- Trifásica 400V ± 10% 50 Hz
- Condensador y protección termoamperimétrica de rearme automático incorporados (monofásica)
- Bridas de asp./imp.: PN 10

DESCRIPTION
In-Line centrifugal pumps made of stainless steel AISI 304. Applications include chilled water, air- conditioning systems and heating systems for secondary hot water and general low-pressure applications in industry.

SPECIFICATIONS
- *Maximum positive suction pressure:*

	3~	1~
25 LPS	2 bar	2 bar
32-40-50 LPS	4 bar	2 bar

- *Maximum liquid temperature: 100°C*

MATERIALS
- *Pump casing, impeller, casing cover in AISI 304*
- *Shaft in AISI 303*
- *Bracket and motor casing in alluminium*
- *Mechanical seal in carbon / ceramic / NBR*

TECHNICAL DATA
- *IE2 energy-efficient three phase motor from 0,75 kW to above*
- *Asincronous 2 poles motor*
- *Insulation class F*
- *Protection degree IP55*
- *1~230V ± 10% 50 Hz - 3~400V ± 10% 50 Hz*
- *Permanent split capacitor and automatic thermal overload protection for single-phase version.*
- *Thermal protection to be provided by the user for three-phase version.*
- *Flange: PN 10*

Your Life, our Quality. Worldwide.

53 **Calefacción y Climatización** / *Heating & Air Conditioning*

EBARA

www.ebara.es

LPS *Calefacción, A.A., Refrigeración & A.C.S. / HVAC & Sanitary hot water*

ELECTROBOMBA MONOBLOC IN-LINE Acero Inox. AISI 304
IN-LINE CENTRIFUGAL PUMPS in AISI 304

DIMENSIONES / *DIMENSIONS*

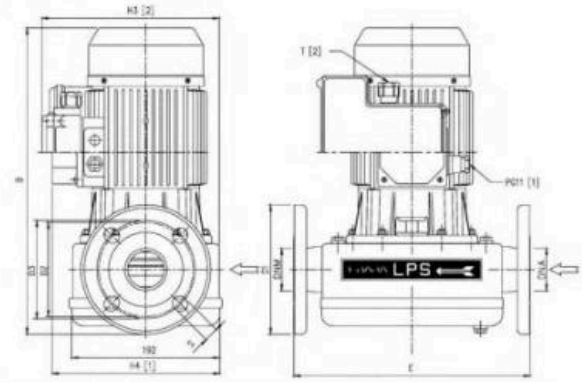
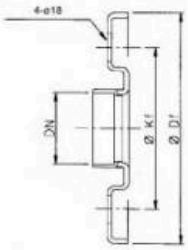


TABLA DE DIMENSIONES - *OUTLINE DIMENSIONS*

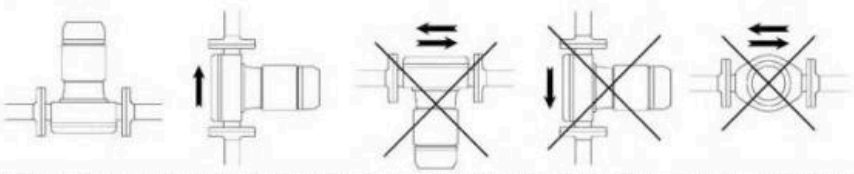
Modelo / Type	Dimensiones (mm) / *Dimensions (mm)*												Peso / Weight Kg	
	E	B [1~]	B [3~]	H3 [1~]	H3 [3~]	T [1~]	DNA	DNM	D1	D2	D3	S	[1~]	[3~]
LPS 25/08(M)	300	322	322	206	197,5	PG11	25	25	115	85	85	14	10	10
LPS 25/15(M)	300	322	322	206	197,5	PG11	25	25	115	85	85	14	10	10
LPS 25/25(M)	300	322	322	206	197,5	PG11	25	25	115	85	85	14	10,1	10,1
LPS 32/25(M)	305	341,5	341,5	206	197,5	PG11	32	32	140	100	100	18	10,8	10,8
LPS 32/43(M)	305	341,5	341,5	206	197,5	PG11	32	32	140	100	100	18	10,8	10,8
LPS 40/25(M)	305	346,5	346,5	206	197,5	PG11	40	40	150	105	110	18	11	11
LPS 40/43(M)	305	346,5	346,5	206	197,5	PG11	40	40	150	105	110	18	11	11
LPS 40/75(M)	305	346,5	346,5	206	197,5	PG11	40	40	150	105	110	18	13,7	13,7
LPS 50/43(M)	310	356,5	356,5	206	197,5	PG11	50	50	165	120	125	18	11,6	11,6
LPS 50/75(M)	310	356,5	356,5	206	197,5	PG11	50	50	165	120	125	18	14,4	14,4
LPS 50/150(M)	310	387	400	232	214,5	PG13,5	50	50	165	120	125	18	17,7	18,6



CONTRABRIDAS - *COUNTERFLANGES*

Denominación / *Denomination*	Aspiración y descarga / *Suction & discharge*			
	DN	Gas	Kf	Df
T 25	25	1"	85	115
T 32	32	1" 1/4	100	140
T 40	40	1" 1/2	110	150
T 50	50	2"	125	165

MONTAJE / *ASSEMBLY*



Your Life, our Quality. Worldwide. 58 Calefacción y Climatización / *Heating & Air Conditioning*

Ventilador
CIES



ALTA

Diámetro/Altura	132cm/ 39cm
Luz	Led integrado 2400 lm (intensidad alta) Tono e intensidad regulables
Control	Mando digital
Modo invierno	Sí, reparte el calor
Pilas	2xAAA (no incluidas)

Garantía 5* Años
Garantía 3 Años
*en el motor

Confort sostenible
El motor DC ahorra un 70% en el consumo







DC MOTOR*

Ventaja producto

- *Motor ultrasilencioso.
- Función brisa: consigue una agradable sensación de viento suave.
- Función Ifeel: adecúa la velocidad a la temperatura de la estancia.

Completa tu compra


Pilas AAA
Ref.: 82210289


Limpia aspas
Ref.: 82212436

VENT CIES PLUS D132 DC CCT 18W 2400LM COB
209,00 €
Ref.: 83860112

Modo de compra

Encuentra más información en leroymerlin.es

Instalamos tu ventilador


Consulta condiciones

Te lo financiamos por:
36,06 €/mes
TIN 12% TAE 12,68% (1)

(1) Financiación de 209,00€. PVP (precio al contado): 209,00€. En 6 meses TIN 12% TAE 12,68%. 1ª Cuota: 36,08€ y 5 cuotas de 36,06€. Total intereses: 7,38€. Coste total crédito: 7,38€. Importe total Adeudado (precio total a plazos): 216,38€.
Financiación sujeta a aprobación de Oney servicios Financieros. Sistema de amortización francés con cuotas constantes. Validez hasta 31/12/2022.

Llevamos tu compra a tu casa y además te la subimos


Consulta condiciones

Ventilador
STEL BLANCO



MEDIA

Diámetro/Altura	122cm/ 35-46,5cm
Luz	Led integrado 1800 lm (intensidad media) Tono e intensidad regulables
Control	Mando a distancia
Modo invierno	Sí, reparte el calor
Pilas	2xAAA (no incluidas)

Otros acabados:

Garantía 5 Años

Confort sostenible
El motor DC ahorra un 70% en el consumo

De 13 a 20 m²

6 velocidades

Caudal muy alto

DC MOTOR*

Ventaja producto

- *Motor ultrasilencioso.
- Función brisa: consigue una agradable sensación de viento suave.
- Permite llegar hasta 25° de inclinación.

Completa tu compra


Pilas AAA
Ref.: 82210289


Limpia aspas
Ref.: 82212436

VENT STEL D122 DC CCT 20W 1800LM BLA

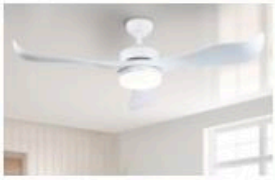
179,00 €

Ref.: 82566529

Modo de compra

Encuentra más información en leroymerlin.es

Instalamos tu ventilador


Consulta condiciones

Te lo financiamos por:

30,89 €/mes

TIN 12% TAE 12,68% (1)

(1) Financiación de 179,00€. PVP (precio al contado): 179,00€. En 6 meses TIN 12% TAE 12,68%. 1ª Cuota: 30,87€ y 5 cuotas de 30,89€. Total intereses: 6,32€. Coste total crédito: 6,32€. Importe total Adeudado (precio total a plazos): 185,32€.
Financiación sujeta a aprobación de Oney servicios Financieros. Sistema de amortización francés con cuotas constantes. Validez hasta 31/12/2022.

Llevamos tu compra a tu casa y además te la subimos


Consulta condiciones