



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

DISEÑO Y JUSTIFICACIÓN DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO EN LA LOCALIDAD DE BAILÉN

Alumno: Francisco Jesús Anguita López

Tutor: Prof. D. Alfonso Rodríguez Quesada

Depto.: Máquinas y Motores Térmicos

ANGUITA LOPEZ
FRANCISCO
JESUS -
21035147Z

Firmado digitalmente
por ANGUITA LOPEZ
FRANCISCO JESUS -
21035147Z
Fecha: 2021.08.31
18:39:17 +02'00'

VºBº Tutor:

RODRIGUEZ
QUESADA
ALFONSO -
24157234N

Firmado digitalmente por
RODRIGUEZ QUESADA
ALFONSO - 24157234N
Fecha: 2021.08.31 18:14:58
+02'00'

Índice.

I.	Memoria Descriptiva.....	4
1.	Objetivos.	4
2.	Antecedentes.	5
2.1.	<i>Definición de edificio de consumo casi nulo.</i>	5
2.2.	<i>Justificación de edificio de consumo casi nulo</i>	5
2.3.	<i>Implantación en Europa.</i>	6
2.4.	<i>Implantación en España.</i>	7
3.	Normativa.....	8
4.	Parámetros de consumo energético de una vivienda.....	9
4.1.	<i>Mecanismos de transmisión de calor.</i>	9
4.2.	<i>Flujos de calor a través de los elementos constructivos.</i>	10
4.2.1.	ELEMENTOS OPACOS.	11
4.2.1.1.	Estudio de los elementos opacos en contacto con el exterior	13
4.2.1.2.	Estudio de los cerramientos en contacto con el terreno.	16
4.2.1.3.	Estudio de los cerramientos en contacto con otro edificio y particiones interiores. 16	
4.2.2.	HUECOS O ELEMENTOS SEMITRANSSPARENTES.	17
4.2.3.	PUENTES TÉRMICOS.....	22
4.2.4.	COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR.....	24
4.3.	<i>Infiltraciones y ventilación.</i>	25
4.4.	<i>Solicitaciones interiores.</i>	27
4.4.1.	OCUPACIÓN.	28
4.4.2.	EQUIPO ELÉCTRICO DIVERSO.	29
4.4.3.	ILUMINACIÓN.	30
5.	Diseño de una vivienda de consumo casi nulo.	31
5.1.	<i>Descripción de la vivienda.</i>	31
5.1.1.	CONDICIONES GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA Y EL ENTORNO.	31
5.1.2.	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	36
5.2.	<i>Cálculo de la carga térmica.</i>	38
5.3.	<i>Cálculo de la ventilación.</i>	39
5.4.	<i>Definición de las instalaciones térmicas de la vivienda.</i>	41
5.4.1.	DEMANDA ENERGÉTICA.....	42
5.5.	<i>Calificación energética de la vivienda.</i>	42
6.	Bibliografía.	44

7.	Anexo I. Cálculo de las cargas térmicas.....	45
8.	Anexo II. Cálculo de la ventilación.....	113
9.	Anexo III. Descripción de las instalaciones térmicas.....	120
10.	Anexo IV: Calificación energética de la vivienda.....	126
II.	Planos.	141

I. Memoria Descriptiva.

1. Objetivos.

El objetivo que presenta este proyecto es el de conseguir la edificación de una vivienda de consumo casi nulo aplicando los conocimientos que existen sobre eficiencia energética y sostenibilidad. Para conseguir este propósito, se tienen que conocer las cargas térmicas, aislamientos, consumos y emisiones de esta vivienda, y de este modo, reducir la demanda de energía.

Para que el consumo de energía de la vivienda sea casi nulo, primeramente, se tienen que establecer una serie de cerramientos adecuados con el fin de reducir la demanda energética al mínimo posible y una vez conseguido esto, otro aspecto fundamental es que la vivienda se autoabastezca de energías renovables en su mayor parte, tales como la energía solar térmica, fotovoltaica y la energía eólica, entre otras.

Este estudio consta de una serie de pasos a seguir:

En primer lugar, hay que realizar un estudio de la vivienda en el que se conozca su ubicación, orientación y condiciones geométricas, con el fin de orientar de forma óptima la vivienda en su ubicación para que esta aproveche al máximo las energías renovables de las que dispone.

Posteriormente, es necesario conocer las cargas térmicas que va a soportar la vivienda. Después se tiene que estudiar la ventilación correcta para la vivienda y la orientación necesaria para que la vivienda se aproveche todo lo posible de la ventilación natural.

A continuación, se estudia la demanda energética que tiene la vivienda y las instalaciones térmicas necesarias para cubrir la mayor parte de esa demanda y aprovechar al máximo los recursos naturales que esta tiene a su disposición para que esta tenga un autoabastecimiento de energía y no dependa de los sistemas públicos de abastecimiento de energía.

Por último, hay que llevar a cabo una calificación energética de la vivienda, para comprobar y confirmar que se ha realizado todo el estudio correctamente y esta es una vivienda de consumo de energía casi nulo. Que será realizado mediante la *Herramienta Unificada Líder Calener* (HULC, 2019).

2. Antecedentes.

2.1. *Definición de edificio de consumo casi nulo.*

Según la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del consejo, de 19 de Mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, se entiende como “edificio de energía casi nulo” al edificio que cuenta con una eficiencia energética muy alta y por lo que solo requiere una cantidad muy reducida de energía, de la que su mayor parte va a proceder de fuentes de energía renovables por lo general producida en el mismo entorno de la vivienda.

Estos edificios son aquellos que por su construcción y sus fuentes de energía son prácticamente autosuficientes, ya que tienen una demanda de energía baja y cubren la mayor parte de esta con el uso de energías renovables producidas en el entorno de la vivienda, tales como energía solar térmica y fotovoltaica, energía eólica, etc.

2.2. *Justificación de edificio de consumo casi nulo*

Como recoge Rodríguez, P. (2019), las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes de los edificios dieron lugar a que en 2012 se emitiera una directiva en Parlamento Europeo por la cual se intentara promover la eficiencia energética en toda Europa y con ello se redujeran las emisiones de los contaminantes y de los gases de efecto invernadero. Esta directiva, entre otras cosas recogió la mejora de la eficiencia energética de los edificios a partir de la modificación y mejora de los diseños, construcciones y la gestión que se realiza de los edificios, y debido a este cambio, estos pasaron a denominarse nZEB (Nearly Zero Energy Buildings), es decir, edificios de consumo de energía casi nulo.

Asimismo, estos edificios son construidos mediante unos métodos por los cuales una vez en funcionamiento, tienen un gasto mucho menor que un edificio normal y que este escueto consumo sea cubierto en gran parte por un autoabastecimiento que estos edificios deben de tener para cubrir esa demanda mediante energías renovables.

Estas normas tenían un plazo estipulado para aplicarlas con obligatoriedad en toda construcción nueva, y estos plazos serían de, 2021 para los edificios privados y 2019 para los edificios públicos, por lo que todo edificio público o privado, que se construyera a partir de esos años tendría que ser un edificio de consumo de energía casi nulo que cumpliera los requisitos establecidos por esas normas.

Para que un edificio sea considerado como edificio de consumo casi nulo hay que tener en cuenta una serie de parámetros fundamentales a la hora de su estudio que son los que van a determinar en gran medida el consumo energético del edificio en cuestión. Los parámetros fundamentales, entre otros, son: la localización del edificio y su orientación, su envolvente, cerramientos, ventanas, aislamiento, etc.

Las normas para los edificios nZEB en un principio van a considerar solamente el consumo energético del edificio debido a la climatización de este, y al uso del agua caliente sanitaria, a lo que también se añade en edificios terciarios (no edificios de viviendas), el consumo por iluminación, con lo que se conoce que por ejemplo el consumo de equipos electrónicos, electrodomésticos y otros aparatos no es tenido en cuenta por esta normativa siempre que sea un edificio para viviendas u oficinas.

Para conseguir el objetivo de un edificio tipo nZEB se tienen que tener en cuenta diversos elementos como el diseño, para conseguir un mayor rendimiento de las fuentes naturales de energía y por ejemplo aprovechar la luz natural, mejorar los aislamientos del edificio y reducir las infiltraciones de aire, ya que estos son aspectos fundamentales a la hora de determinar el consumo energético de un edificio.

Los edificios de consumo de energía casi nulo van a tener según el ministerio de fomento, un límite para el consumo de energía primaria que va a depender del uso que se le vaya a dar al edificio y de la zona climática de invierno. Como energía primaria se entiende al total de energía que se consume en una vivienda.

Además de lo mencionado, también es importante destacar que hay que tener en cuenta otros aspectos fundamentales a la hora de la edificación de un nuevo edificio; como son la contribución mínima que tenga este edificio de energías renovables para satisfacer sus necesidades de generación eléctrica, agua caliente sanitaria para su propio consumo, la calidad de la envolvente térmica y de las instalaciones de las que disponga.

A parte, cada edificio desde 2013 tiene que disponer de un certificado energético que acredite su condición y características energéticas, en el que quedara reflejado, entre otras cosas, su calificación energética en base a su consumo y a sus emisiones.

2.3. Implantación en Europa.

El parlamento y el consejo europeos crearon en 2012 una directiva con el fin de promover la eficiencia energética en toda Europa, consiguiendo así reducir las emisiones

que se producen de determinadas sustancias contaminantes y de gases de efecto invernadero. (Rodríguez, P., 2019)

Para ello, una de las medidas adoptadas fue la transformación de la construcción de los edificios y su gestión para con ello optimizar su eficiencia energética, lo que se denomina *edificios de consumo de energía casi nulo, nZEB*.

Con ello se consiguen unas construcciones que no consumen energía o que tienen una mínima demanda de esta y que la mayor parte de la energía consumida sea obtenida a través de fuentes de energía renovables.

Todo esto tenía un límite para el comienzo de su aplicación, en el año 2019 esto tendría que ser así para todas las edificaciones públicas que se realizaran, y 2 años más tarde, en 2021, además también para las edificaciones privadas.

2.4. Implantación en España.

Como recoge el BOE (2019) en España, la norma que rige esta implantación de los edificios de consumo casi nulo se rige por el Código Técnico de la Edificación (CTE), mediante el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) en el que se recogen las modificaciones del Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre por el que se implantan las normas de construcción de los edificios de consumo casi nulo en España, y entre otras cosas, los requisitos principales para la construcción de nuevos edificios que cumplan la condición de consumo casi nulo son:

- Cumplir con los valores límite de consumo de energía primaria no renovables y consumo de energía primaria total para edificio nuevo.
- Solo deben cumplir el requisito de ser edificios de consumo de energía casi nulo los edificios de nueva construcción.
- Estos edificios de consumo casi nulo, se deben ir adaptando a los objetivos de descarbonización, avances técnicos y tecnológicos.

En España, las exigencias son hoy en día menores que en otros países de la Unión Europea para la construcción de edificios de consumo de energía casi nulo, ya que solamente se exige que cumplan los siguientes requisitos:

- Limitaciones en cuanto al diseño estructural.
- Limitaciones en cuanto al consumo de energía primaria total y de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

- Limitaciones en cuanto a la contribución mínima de energías renovables para el abastecimiento de agua caliente sanitaria y energía eléctrica.

3. Normativa.

Como sostienen Rey Martínez y col. (2020: 16), con respecto a la normativa a tener en cuenta para el desarrollo del proyecto, se tiene que tener en cuenta principalmente el CTE, que fue aprobado en diciembre de 2019, reformando el que existía anteriormente mediante el Real Decreto 732/2019, *de 20 de Diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación*, es el encargado de dar cumplimiento a la Directiva Europea impuesta que obliga a todos los estados miembros a establecer una serie de requisitos mínimos de eficiencia energética para los nuevos edificios y para los edificios existentes que se reformen. Para que esto se cumpla, el CTE-DB HE, «Ahorro de energía» que es el documento basado en conseguir que se realice un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y con ello, conseguir, asimismo, que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovables, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento estos objetivos los deben de cumplir tanto los edificios nuevos como los que se sometan a rehabilitación en España; para ello, se establecen seis exigencias energéticas básicas.

- CTE DB HS Salubridad.
 - CTE DB HS 3 Calidad del aire interior.
- CTE DB HE Ahorro de energía.
 - CTE DB HE 0 Limitación del consumo energético.
 - CTE DB HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética.
 - CTE DB HE 2 Condiciones de las instalaciones térmicas.
 - CTE DB HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación.
 - CTE DB HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.
- RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios).
 - Documento de apoyo 1 al CTE DB HE-1.
 - UNE 100014 IN de Noviembre 2014.
 - UNE-EN ISO 10077-1 de Enero 2020, corregida en Abril 2020.
 - UNE-EN ISO 10077-2 de Julio 2020.
 - UNE-EN ISO 52022-1.

4. Parámetros de consumo energético de una vivienda.

El consumo energético de un edificio va íntimamente ligado al aislamiento térmico que este tenga en sus diferentes cerramientos. Por ello, uno de los principales aspectos a estudiar una vez conocidos otros datos como la orientación y ubicación, es la envolvente del edificio y el tipo de cerramientos a utilizar para que el edificio esté lo más aislado posible de las condiciones exteriores y al mismo tiempo aproveche la iluminación natural el mayor tiempo posible durante el día.

4.1. Mecanismos de transmisión de calor.

Como mecanismos de transmisión de calor se entiende a las diferentes formas de transferencia de energía que se dan en el entorno mediante las cuales se producen todas las interacciones del edificio con el entorno. Estos mecanismos son principalmente tres: conducción, convección y radiación.



Ilustración 1. Métodos de transferencia de calor

La conducción se conoce como transferencia de calor por conducción a la transferencia de calor que se realiza mediante el contacto directo entre dos o más elementos. Por ejemplo, en la imagen, el contacto entre la mano y el mango de la olla sería transferencia de calor por conducción.

Por otro lado, se conoce como transferencia de calor por convección a la transferencia de calor que se da en líquidos y gases cuando se mezclan partes de esos gases o líquidos a diferentes temperaturas. Por ejemplo, cuando el agua en una olla se calienta, toda no se encuentra a la misma temperatura, y en ese caso, se va produciendo una transferencia de calor por convección del agua que se encuentra a mayor temperatura a la que se encuentra a menor temperatura.

Por último, se conoce como transferencia de calor por radiación a la emisión que se produce desde una superficie de un cuerpo que se encuentra a una temperatura diferente mediante ondas infrarrojas. Por ejemplo, en la imagen, se puede observar que la radiación se produce a través de ondas desde el foco de calor, que es el fuego, si acercáramos las manos, aunque la temperatura del aire sea diferente, podríamos sentir el calor del fuego a través de la radiación.

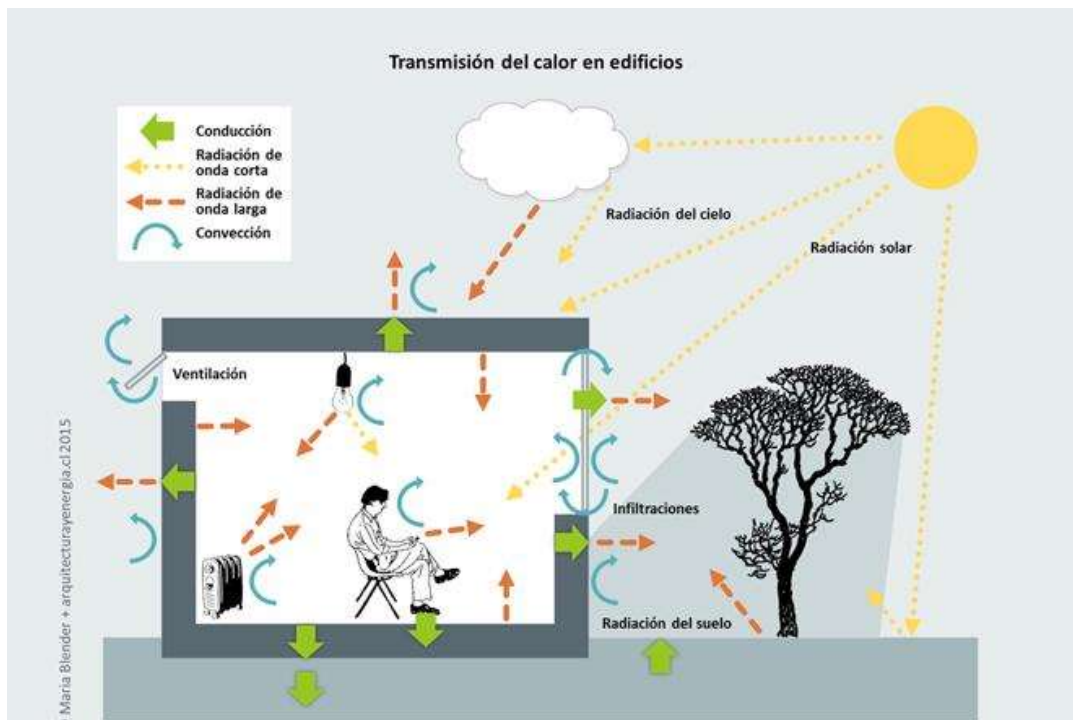


Ilustración 2. Transmisión de calor en edificios

En el ámbito de una vivienda, la transmisión de calor se basa en los tres métodos fundamentales ya mencionados y que se dan a través de diversas formas.

Por ejemplo, a través de la ventilación de la vivienda y de las propias infiltraciones que tenga, se da transferencia por convección. Por otro lado, las ganancias solares y las ganancias internas de la vivienda se dan a través de radiación y, además, a través de la envolvente opaca de la vivienda se da transferencia de calor por conducción.

4.2. Flujos de calor a través de los elementos constructivos.

En una vivienda existen numerosos elementos constructivos, a través de ellos se producen unos flujos de calor debidos a las diferencias de temperaturas entre los espacios que separan, los más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar una vivienda son los

flujos de calor que se producen a través de los elementos constructivos de la envolvente térmica de esta, ya que estos elementos son los que están expuestos a las condiciones climáticas del exterior de la vivienda, tanto por la parte climática debido a la zona donde se ubique la vivienda como a la parte del terreno sobre el cual esta esté edificada. Además, aunque sean menos influyentes, también se tienen que tener en cuenta las solicitaciones interiores fijadas para el uso de la vivienda, ya que aunque sean menos influyentes los flujos de calor en el interior de la vivienda, hay que tenerlos en cuenta.

Existen unos parámetros conocidos como parámetros característicos que sirven para indicar el comportamiento que tiene un elemento de la envolvente térmica con respecto a los mecanismos de transmisión de calor. Estos parámetros característicos son: la inercia térmica, la transmitancia térmica y el factor solar. (Rey Martínez y col., 2020)

El CTE DB HE-1, define a los cerramientos como: los elementos constructivos del edificio que lo separan del exterior, ya sea del aire, del terreno o de otros edificios colindantes. Los cerramientos comprenden: cubiertas, suelos, huecos, fachadas o muros y medianeras. A la hora de estudiar [...] los flujos de calor que se producen a través de los elementos constructivos se tiene que distinguir entre: elementos opacos y elementos semitransparentes (huecos). (Rey Martínez y col., 2020:75)

4.2.1. ELEMENTOS OPACOS.

Los elementos opacos son aquellos que tienen una transmitancia en el espectro visible nula ($\tau_{vis} = 0$).

Los componentes opacos que forman la envolvente térmica de una vivienda por lo general están compuestos de diferentes capas de materiales de construcción que tienen una serie de propiedades que caracterizan térmicamente al cerramiento. Estas propiedades que caracterizan térmicamente a los materiales de construcción y que actúan en la transmisión de calor del cerramiento son principalmente:

- λ : conductividad térmica ($\text{W/m} \cdot \text{K}$).
- ρ : densidad (kg/m^3).
- c_p : calor específico ($\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$).
- μ : factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (adimensional).

La conductividad térmica es la propiedad que posibilita conocer la resistencia térmica por conducción del material (R) y, por lo tanto, la capacidad que tiene un material de no

permitir un paso de flujo de calor en función de la diferencia de temperaturas que exista entre las superficies.

La densidad y el calor específico son dos propiedades que permiten conocer y cuantificar la cantidad de energía que se acumula en un elemento.

El factor de resistencia a la difusión del vapor de agua permite realizar una comprobación sobre el riesgo que existe de condensación del vapor de agua.

Además, los coeficientes de absorción, reflexión y transmisión ayudan a cuantificar la transferencia de calor por radiación que se da en una zona.

Como sostiene Rey Martínez (2020:75), dentro de la norma UNE-EN ISO-10456:2012 se incluye una tabla con las propiedades higrotérmicas de diseño de los principales materiales y productos que se utilizan en la composición de los diferentes elementos constructivos de una vivienda y se han incorporado al Catálogo de Elementos Constructivos del Código Técnico de la Edificación. Esta base de datos de materiales es la que utilizan algunos programas de evaluación de la limitación de la demanda, de la limitación del consumo y en la certificación energética de los edificios.

Elemento	λ [W/(m·K)]	ρ (kg/m ³)	c_p [J/(kg·K)]	ϵ
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,57	1150	1000	0,9
Teja de arcilla cocida	1	2000	800	0,93
Gres sílice 2200 < d < 2590	2,3	2395	1000	0,45
Hormigón convencional d ≈ 1700	1,03	1700	1000	0,93

Tabla 1. Propiedades de elementos constructivos.

A efectos de cálculos, se entiende como resistencia térmica total del cerramiento, a la suma de las resistencias térmicas de cada una de las capas que forman un cerramiento, ya que cada material se caracteriza por su conductividad y espesor y esto permite determinar su resistencia térmica. Para que esto sea así, se tiene que suponer que el flujo de calor que atraviesa cada capa es constante y, por tanto, está en régimen estacionario y de forma unidireccional. Y todo esto aparece reflejado en la siguiente ecuación:

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i} \rightarrow R_c = \sum_{i=1}^{i=n} R_i$$

Como, por ejemplo:

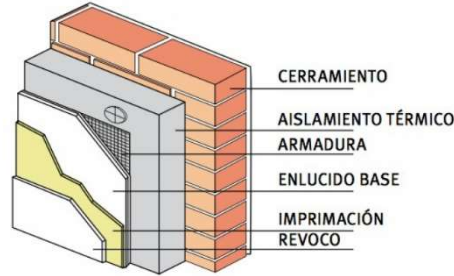


Ilustración 3. Ejemplo de composición cerramiento

Para el caso de la ilustración número tres, la resistencia del cerramiento queda definida como:

$$R_{\text{cerramiento}} = R_{\text{ladrillo}} + R_{\text{aislamiento térmico}} + R_{\text{armadura}} + R_{\text{enlucido base}} + R_{\text{imprimación}} + R_{\text{revoco}}$$

4.2.1.1. Estudio de los elementos opacos en contacto con el exterior

En un cerramiento opaco que está en contacto con el exterior, la superficie exterior es la que está expuesta a las condiciones climáticas que se dan en el exterior de la vivienda tales como: radiación solar, del entorno y del cielo.

A través de los cerramientos, se da un flujo de calor como ya se ha comentado, que se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Q = A \cdot h_{\text{ext}} \cdot (T_{\text{seca}} - T_{\text{sup c}}) + \varepsilon \cdot A \cdot I_{\text{sol}} + \sigma \cdot \frac{(T_{\text{entorno}}^4 - T_{\text{sup c}}^4)}{R_{\text{rad entorno}}} + \sigma \cdot \frac{(T_{\text{cielo}}^4 - T_{\text{sup c}}^4)}{R_{\text{rad cielo}}}$$

Esta expresión, puede ser reducida a la siguiente:

$$Q = A \cdot h_{\text{ext}} \cdot (T_{s-a} - T_{\text{sup c}})$$

Donde conocemos que:

$$h_{c \text{ ext}} = h_{\text{ext}} + h_{\text{rad entorno}} + h_{\text{rad cielo}}$$

$$h_{\text{rad entorno}} = \sigma \cdot \frac{(T_{\text{entorno}}^2 - T_{\text{sup c}}^2)}{A \cdot R_{\text{rad entorno}}} \cdot (T_{\text{entorno}} - T_{\text{sup c}})$$

$$h_{rad\ cielo} = \sigma \cdot \frac{(T_{cielo}^2 - T_{sup\ c}^2)}{A \cdot R_{rad\ cielo}} \cdot (T_{cielo} - T_{sup\ c})$$

La temperatura sol-aire (T_{s-a}), es una temperatura que depende de la orientación del cerramiento, su inclinación y la radiación solar y se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$T_{s-a} = \frac{h_{c\ ext} \cdot T_{seca} + h_{rad\ entorno} \cdot T_{entorno} + h_{rad\ cielo} \cdot T_{cielo} + \varepsilon \cdot I_{sol}}{h_{c\ ext}}$$

Estos cerramientos que están en contacto con el exterior, van absorbiendo energía debido a que están expuestos a la radiación solar, esto hace que aumente su temperatura y emitirá esta energía acumulada mediante radiaciones de onda larga, tanto al exterior como al interior. Esta propiedad de almacenar la energía y después radiarla es conocida como inercia térmica.

Al darse la inercia térmica en los cerramientos y variar las condiciones exteriores, esto hace que el calor que pasa a través de los elementos de los cerramientos pueda ser tratado mediante las ecuaciones de régimen estacionario y hay que utilizar la ecuación general de conducción, aplicada a unas condiciones de contorno variables con el tiempo.

Pero esto no lo es todo, además, para simplificar este cálculo de la transferencia de calor se divide en dos partes distintas: el flujo de calor que se da bajo un régimen estacionario y el flujo de calor que se da bajo un régimen transitorio de temperaturas.

Por la parte de régimen estacionario, se toman las temperaturas sol-aire media y la temperatura interior de diseño, mientras que para el régimen transitorio se estudia la inercia térmica como una transmisión de calor con un cierto desfase temporal y un cierto amortiguamiento, ya que es la fracción radiante del flujo de calor a través del cerramiento. (Rey Martínez y col., 2020:77)

Cuando se trata de régimen estacionario, se entiende que las temperaturas interior y exterior se mantienen constantes. Esta suposición se suele utilizar en invierno mediante el uso de la hipótesis simplificada, ya que es en invierno cuando se dan las condiciones más desfavorables y estas se dan en ausencia de radiación solar, por lo que no se suelen dar grandes errores debido a que las temperaturas exteriores del aire, al no haber radiación solar, se suelen mantener bastantes estables, y, por tanto, el flujo de calor que se da a través del cerramiento se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{Q}{A} = \frac{\bar{T}_{s-a} - T_i}{R_T} = \frac{\bar{T}_{s-a} - T_i}{R_{se} + \sum R_i + R_{si}} = \frac{\bar{T}_{s-a} - T_i}{\frac{1}{h_e} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_i}}$$

Como se puede deducir de la ecuación, la resistencia térmica total de cualquier cerramiento calculada mediante esta ecuación va a equivaler a la suma de las resistencias térmicas superficiales que se dan por convección y de las resistencias térmicas que se dan por conducción en cada una de las capas sólidas del cerramiento.

Por otro lado, se conoce como transmitancia térmica (U), a la inversa de la resistencia térmica total, y sus unidades son el vatio por metro cuadrado y Kelvin (W/m²K).

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + \sum R_i + R_{si}} = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_i}}$$

Tal y como se define la transmitancia térmica por Rey Martínez y col. (2020:78), esta se puede considerar como un flujo de calor que se da en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas existente entre ambos lados del cerramiento objeto de estudio.

Esta transmitancia térmica representa la capacidad que tiene un cerramiento de transmitir calor en su posición real en la vivienda o edificio que este situado, por tanto, cuanto menor sea el valor de transmitancia de un cerramiento, menor será el paso de energía que se produzca entre ambos lados de este, y , por tanto, mayor será la capacidad de aislamiento de ese elemento.

En condiciones reales, ya sea verano o invierno, además de darse una variación de la temperatura exterior en función de la variación horaria, los cerramientos están expuestos a una radiación solar directa, que va a depender fundamentalmente de la orientación que tenga el cerramiento, la hora del día, la época del año y las condiciones meteorológicas que se den en el momento. En función de esta radiación solar, la temperatura de los cerramientos va cambiando con la variación de horas del día y, por consiguiente, el cerramiento va a acumular energía térmica y la va a radiar más tarde. Esto es conocido como inercia térmica.

Los cerramientos, al sufrir una variación de temperatura por la exposición a la radiación solar, sufre una variación de la energía interna del cerramiento que da lugar a que la variación de la energía interna de este no se puede considerar nulo.

$$c_p \cdot \rho \cdot \frac{\partial T}{\partial t} \neq 0$$

Se conoce como masa térmica, a la capacidad de un material de acumular calor y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$M_T = \rho \cdot V \cdot c_p$$

Donde sabemos que:

1. ρ : densidad del material (kg/m³).
2. V : volumen (m³).
3. c_p : calor específico (kJ/kg·K).

El calor específico de los materiales utilizados en construcción suele ser muy similar, por lo que en realidad lo que resulta ser el factor determinante es la masa ($\rho \cdot V$). La masa térmica total de cualquier cerramiento equivale a la suma de las masas térmicas de cada una de las diferentes capas que componen el cerramiento. (Rey Martínez, 2020: 80)

4.2.1.2. Estudio de los cerramientos en contacto con el terreno.

Para el caso de cerramientos en contacto con el terreno, que normalmente suelen ser las soleras y/o los muros de los sótanos, se considera para su estudio, que la temperatura del terreno permanece constante y por tanto se pueden aplicar las hipótesis de régimen estacionario, sustituyendo la resistencia térmica superficial por convección exterior por la resistencia térmica del terreno.

Además, como la tarea de cálculo de la resistencia térmica del terreno es bastante compleja, el Documento de Apoyo al DB HE establece una serie de valores tabulados de la resistencia térmica total del cerramiento, que dependen de la profundidad a la que se encuentra el cerramiento, de su posición y de su resistencia térmica, despreciando a su vez las resistencias térmicas superficiales.

4.2.1.3. Estudio de los cerramientos en contacto con otro edificio y particiones interiores.

Como recoge Rey Martínez y col. (2020: 82), para el caso de los cerramientos de la envolvente térmica que están en contacto con otros edificios, como pueden ser las medianeras y las particiones interiores, ya sean verticales u horizontales, que separen espacios habitables de espacios no habitables o de espacios habitables con otras

características térmicas diferentes, se va a considerar para su estudio que es régimen estacionario.

Además, para el cálculo de la transmitancia térmica de estos cerramientos, se va a considerar que el aire está en reposo en ambos lados del cerramiento y, por tanto, la resistencia superficial en ambos lados se califica como interior.

4.2.2. HUECOS O ELEMENTOS SEMITRANSSPARENTES.

El CTE DB HE-1 define a los huecos como los elementos transparentes o semitransparentes de la envolvente del edificio. Como huecos están comprendidos lucernarios, ventanas, claraboyas, puertas acristaladas con superficie semitransparente superior al 50 %.

Estos huecos están formados por elementos con una superficie transparente o semitransparente con la cual tienen una determinada transmitancia en el espectro visible ($\tau_{vis} \neq 0$) y también por elementos opacos que constituyen su sujeción a los cerramientos (por ej.: marco de ventanas), como además los elementos que dividen las superficies acristaladas.

El flujo de calor que cruza un determinado elemento transparente o semitransparente se compone de varias partes:

- Flujo de calor debido a la conducción-convección-radiación.
- Flujo de calor debido solo a radiación.
- Flujo de calor debido a los puentes térmicos.
- Flujo de calor debido a las infiltraciones de aire que se dan por los huecos.

Para realizar un estudio completo del flujo de calor que se da a través de un elemento semitransparente se tiene que dividir con objeto de facilitar el estudio en flujo por conducción-convección-radiación mediante régimen estacionario de temperaturas y en flujo de calor debido al efecto variable de la radiación solar, considerando régimen transitorio. Esta división aparece reflejada en la ilustración número cuatro.

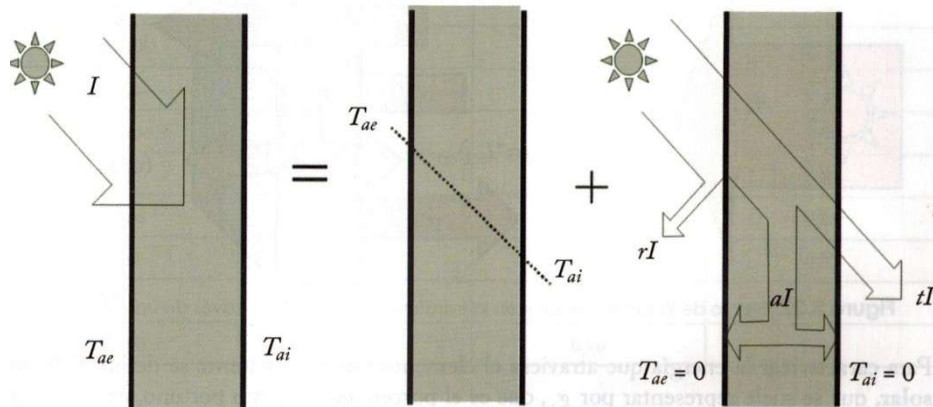


Ilustración 4. Flujos de calor

Para el cálculo del flujo de calor que se da a través de una ventana se va a realizar de forma simplificada considerando un régimen estacionario de temperaturas, mediante la siguiente ecuación:

$$U_H = (1 - F_F) \cdot U_{H,v} + F_F \cdot U_{H,m}$$

Donde se conoce que:

- U_H : Transmitancia global de la ventana.
- F_F : Fracción de marco, fracción de la superficie total del hueco ($A_{w;p}$) que es ocupado por el marco. ($F_F = A_M/A_{w;p}$).
- $U_{H,v}$: Transmitancia del vidrio.
- $U_{H,m}$: Transmitancia del marco.

El Catálogo de Elementos Constructivos del Código Técnico de la Edificación contiene valores tabulados de varios sistemas de acristalamiento para facilitar la tarea del cálculo de transmitancia, aunque debido a la multitud de sistemas de acristalamiento que existen hoy en día, los fabricantes proporcionan el valor de transmitancia de los sistemas de acristalamiento.

Por otro lado, para el cálculo del flujo de calor que se da a través del acristalamiento debido a la incidencia de la radiación solar se tiene que dividir el flujo en varios subflujos: por un lado, la energía que atraviesa directamente el elemento por transmisión de calor y, por otro lado, la parte del flujo de calor que absorbe el cristal y luego se remite más tarde, por lo que al final, acaba entrando al interior.

En este punto, aparece un nuevo factor, conocido como factor solar, que se representa por g_L , y nos indica el porcentaje, en tanto por uno, de la energía que pasa al interior.

El cálculo del factor solar se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$g_L = \frac{(\alpha \cdot I_{sol})_{int} + (\tau \cdot I_{sol})}{I_{sol}}$$

Donde se conoce que:

- g_L : factor solar.
- α : coeficiente de absorción o absorbancia del vidrio.
- I_{sol} : irradiación solar global (directa + difusa) normal incidente (W/m²).
- τ : coeficiente de transmisividad solar del vidrio.

Este factor sufre variaciones en función del tipo de vidrio a utilizar, y su espesor, desde un 0,85 con un vidrio simple de 6 mm de espesor, hasta 0,12 con una ventana formada por un vidrio de 6 mm con recubrimiento de control solar, con cámara de aire de 6 mm y otro vidrio de 6 mm.

Además del flujo de calor que atraviesa el vidrio, también hay que estudiar y conocer el flujo de calor que atraviesa el marco, ya que la ventana está compuesta por el vidrio y el marco, por lo que el flujo de calor por radiación solar a través del marco ($g_{L,m}$) se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$g_{L,m} = F_F \cdot 0,04 \cdot U_{H,m} \cdot \alpha$$

Donde se conoce que:

- F_F : fracción de marco (A_{marco}/A_{hueco}).
- $U_{H,m}$: transmitancia térmica del marco.
- α : coeficiente de absorción o absortividad del marco, cuyos valores orientativos están en la siguiente tabla.

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,2	0,30	-----
Amarillo	0,3	0,50	0,70
Beis	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	-----
Negro	-----	0,96	-----

Asimismo, hay que conocer el factor solar del hueco ($g_{L,H}$), que es el porcentaje, en tanto por uno, de energía que pasa al interior del hueco (acristalamiento + marco) y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$g_{L,H} = (1 - F_F) \cdot g_L + F_F \cdot 0,04 \cdot U_{H,m} \cdot \alpha$$

También, hay que tener en cuenta qué elementos se encuentran en el entorno de la vivienda, ya que estos, como pueden ser árboles, el propio terreno por su perfil, edificios, los propios elementos de la vivienda, como son las cornisas, los balcones... pueden producir sombras sobre los huecos y con ello minimizar la superficie del hueco que recibe radiación solar directa. La zona que se encuentre en sombra estará sometida a radiación difusa.

Para conocer en detalle qué zona o zonas del hueco se van a encontrar en sombra, hay que saber primeramente que esto puede variar en función de la posición y orientación del Sol, hay que proyectar sobre la carta solar, con el acimut (α) y la altura solar (γ), los elementos que puedan ser un obstáculo entre el punto medio del alfeizar del hueco y la trayectoria solar. Con este procedimiento, se va a obtener el factor de sombra (F_s), que representa a la fracción de hueco que se encuentra en sombra. (Rey Martínez y col.,2020:85)

Habitualmente, para controlar la cantidad de luz que entre por los huecos y por estética en algunos casos, se colocan otros elementos de forma adicional como cortinas y persianas. Pero esto afecta a la radiación que incide en el hueco porque la modifica si los elementos se encuentran en el exterior y también porque llegan a producir reflexión interior de la radiación que atraviesa la ventana, creando un espacio de aire que va a tener una mayor temperatura debido a que se crea un efecto invernadero.

El factor de sombra producido por voladizos, toldos, retranqueos... los podemos encontrar en diversas tablas en el Documento de Apoyo 1 al CTE DB HE-1 mientras que el factor de sombra producido por persianas y cortinas, dependiente de la posición y opacidad que tengan se puede encontrar en la norma UNE-EN ISO 52022-1.

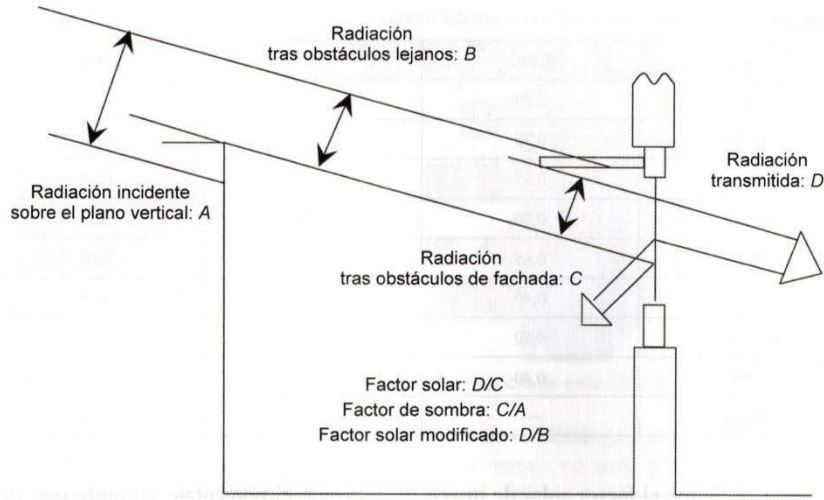


Ilustración 5. Radiación a través de huecos

En esta ilustración se muestra la relación entre factor solar, el factor de sombra y el factor solar modificado.

Se puede decir, que: “El factor solar modificado (F) equivale al producto del factor de sombra y el factor solar del hueco y representa la reducción en tanto por uno de la cantidad de calor aportada por la ventana” (Rey Martínez y col., 2020:86).

Este factor se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$F = F_s \cdot [(1 - F_F) \cdot g_L + F_F \cdot 0,04 \cdot U_{H,m} \cdot \alpha]$$

Luego, además hay que conocer las ganancias solares de un cerramiento semitransparente, que se pueden conocer mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{RS} = F_s \cdot A_{w;p} \cdot FSM \cdot I_{norte} + (1 - F_s) \cdot A_{w;p} \cdot FSM \cdot I_{Or}$$

El parámetro conocido como control solar ($q_{sol; jul}$), es utilizado en el CTE DB HE-1 para limitar la ganancia solar a través de los huecos. Este parámetro relaciona las ganancias solares para el mes de julio ($Q_{sol; jul}$) de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica con sus protecciones solares móviles activadas y la superficie útil de los espacios incluidos dentro de la envolvente térmica ($A_{útil}$). (Rey Martínez y colab., 2020:86)

Que se calcula de forma simplificada mediante la siguiente ecuación:

$$q_{sol; jul} = \frac{Q_{sol; jul}}{A_{útil}} = \frac{(\sum_k F_{sh; obst} \cdot g_{gl; sh; wi} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w;p} \cdot H_{sol; jul})}{A_{útil}}$$

Donde se conoce que:

- $F_{sh;obst}$: factor reductor por sombreamiento por obstáculos externos para el mes de julio, del hueco k, y representa la reducción en irradiación solar incidente debida al sombreamiento permanente de dichos obstáculos, o, dicho de otra forma, el factor de sombra en el mes de julio.
- $g_{gl;sh;wi}$: transmitancia total de energía solar del acristalamiento con el dispositivo de sombra móvil activado, para el mes de julio y del hueco k.
- F_F : fracción de marco.
- $A_{w,p}$: superficie del hueco.
- $H_{sol;jul}$: irradiación solar media acumulada del mes de julio (KWh/m²mes) para el clima considerado y la inclinación y orientación del hueco.

4.2.3. PUENTES TÉRMICOS.

Se entiende como puentes térmicos a las partes de la envolvente de una vivienda en las que se da una evidente variación de la uniformidad de la construcción, debida a un cambio en el espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por haber penetrado elementos constructivos con una diferente conductividad. Y esto conlleva a una reducción de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. (Rey Martínez y colab.,2020:87)

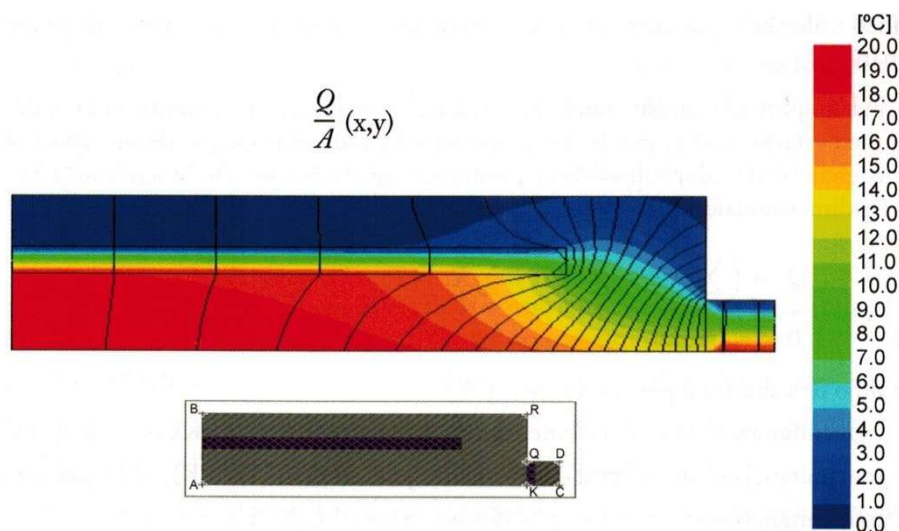


Ilustración 6. Puentes térmicos

En esta imagen se puede observar la distribución de temperaturas y las líneas del flujo de calor que se da en el puente térmico que existe en el punto entre un cerramiento y un hueco.

Los puentes térmicos son unas zonas débiles en las viviendas o edificios ya que son zonas en las que la posibilidad de que se produzcan condensaciones superficiales en invierno o épocas frías aumenta, a causa de una menor diferencia de temperaturas que existe en ambas partes del puente térmico.

Los diferentes puentes térmicos más comunes que se pueden dar en edificación están clasificados del siguiente modo:

- Puentes térmicos integrados en los cerramientos:
 - o Pilares integrados en los cerramientos de las fachadas.
 - o Contorno de huecos y lucernarios.
 - o Cajas de persianas.
 - o Otros puentes térmicos integrados.
- Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos.
 - o Frentes de forjado en las fachadas.
 - o Uniones de cubiertas con fachadas.
 - o Uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno.
 - o Esquinas o encuentro de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior.
- Encuentros de voladizos con fachadas.
- Encuentros de tabiquería interior con fachadas.

El procedimiento de cálculo de los puentes térmicos, es muy complejo y requiere métodos de estudio como el método de elementos finitos y apoyo de programas informáticos.

No obstante:

De forma simplificada, considerando la envolvente térmica en su conjunto, el flujo de calor en régimen estacionario se puede descomponer aplicando el principio de superposición en las transferencias de calor superficiales (unidimensional), lineales (bidimensionales) y puntuales (tridimensionales). (Rey Martínez y col., 2020:88)

Y la expresión para el cálculo queda del siguiente modo:

$$Q_T = \left(\sum U_i \cdot A_i + \sum \Psi_j \cdot L_j + \sum X_k \right) \cdot (T_e - T_i) = U_m \cdot A_T \cdot (T_e - T_i)$$

Conociendo que:

- Q_T : flujo de calor total por conducción (W).
- U_i : transmitancia térmica del elemento i de la envolvente (W/m²K), de área A_i (m²).
- Ψ_j : transmitancia térmica lineal del encuentro j del edificio (W/mK), de longitud L_j (m).
- X_k : transmitancia térmica del puente térmico puntual k (W/K).
- U_m : transmitancia térmica media de la envolvente (W/m²K), incluido el efecto de los puentes térmicos.
- A_T : superficie total de transmisión (m²).

La transmitancia térmica lineal posibilita que se resuma en un único parámetro el comportamiento de un puente térmico, de manera similar, a como lo hace la transmitancia térmica de un elemento con transmisión unidimensional.

Existen valores tabulados aproximados de la transmitancia térmica lineal para las construcciones más comunes y se encuentran en el tercer Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE dedicado a los puentes térmicos.

4.2.4. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR.

El CTE DB HE-1 2019 habla también sobre el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K). Este coeficiente representa al valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente (A_{int}), su valor se expresa en W/m²K y muestra el comportamiento de forma global de toda la envolvente a efectos de aislamiento térmico.

De forma general, este coeficiente se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$K = \sum_x \frac{H_x}{A_{int}}$$

En esta ecuación, H_x representa al coeficiente de transferencia de calor de un elemento x de la envolvente térmica.

Además, de una forma simplificada, este coeficiente también se puede calcular a partir de las transmitancias de los elementos que forman la envolvente, sus superficies y un factor de ajuste ($b_{tr,x}$) del siguiente modo:

$$K = \frac{\sum_x b_{tr,x} (\sum_i A_{x,i} \cdot U_{x,i} + \sum_k L_{x,k} \cdot \Psi_{x,k} + \sum_j X_{x,j})}{\sum_x \sum_i b_{tr,x} \cdot A_{x,i}}$$

Donde se conoce que:

- $b_{tr,x}$: factor de ajuste para los elementos de la envolvente. Su valor es 1, excepto para elementos en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores que es 0.
- $U_{x,i}$: transmitancia térmica del elemento i de la envolvente (W/m^2K), de área $A_{x,i}$ (m^2).
- $\Psi_{x,k}$: transmitancia térmica lineal del encuentro k del edificio (W/mK), de longitud $L_{x,k}$ (m).
- $X_{x,j}$: transmitancia térmica del puente térmico puntual j (W/K).

4.3. Infiltraciones y ventilación.

La ventilación requiere de un caudal de aire del exterior (que es donde se supone que tiene más calidad el aire) que representa una gran carga energética, ya que el aire que se introduce tiene unas condiciones de humedad y temperatura diferentes a las condiciones del aire interior de la vivienda.

Esta entrada de aire que se da en la vivienda puede darse de dos modos: voluntaria mediante ventilación, o involuntaria, mediante infiltraciones a través de defectos en la construcción y/o rejillas. Toda la energía que entra en la vivienda debido a ventilación o infiltraciones se puede considerar como una carga térmica.



Ilustración 7. Infiltraciones de aire en elementos constructivos

En esta figura se pueden observar, algunas de las infiltraciones más usuales que se pueden dar en una vivienda, como son: enchufes y huecos de las ventanas.

Si la temperatura del aire que entra en una vivienda es menor que la del aire propio de la vivienda, esto representará una pérdida de energía, mientras que, si la temperatura del aire que entra en la vivienda es mayor que la del aire propio de la vivienda, esto representará un aporte de energía.

Se van a considerar dos efectos en función de si se da ventilación o infiltración de aire. La ventilación se va a considerar una carga sobre el propio sistema de tratamiento del aire que exista en una vivienda o local, mientras que las infiltraciones se van a considerar como una carga sobre la propia vivienda o local objeto de estudio.

Además, otro dato curioso, es que, en los edificios del sector terciario, se intenta mantener el interior de los edificios en una cierta sobrepresión, con el fin de que no se produzcan infiltraciones de aire, sino exfiltraciones.

Las expresiones para el cálculo de la ventilación están compuestas de dos términos, un término será la parte sensible (variación de la temperatura) mientras que el otro término será la parte latente (variación de la humedad) y quedarán del siguiente modo:

$$Q_{V,S} = \dot{V} \cdot \rho \cdot (c_{p,aire} + c_{p,vapor} \cdot x_e) \cdot (T_e - T_i)$$

$$Q_{V,L} = \dot{V} \cdot \rho \cdot (c_f + c_{p,vapor} \cdot T_i) \cdot (x_e - x_i)$$

Donde se conoce que:

- $\dot{V}$: caudal de ventilación (m³/h).
- ρ : densidad del aire (1,2 kg/m³).
- $c_{p,aire}$: calor específico del aire seco (1 kJ/kg = 0,279 Wh/kg).
- $c_{p,vapor}$: calor específico del vapor de agua (1,860 kJ/kg = 0,517 Wh/kg).
- c_f : calor de evaporación a 0 °C y 610,5 Pa (2501 kJ/kg = 694,72 Wh/kg).
- T : Temperatura del aire (°C).
- x : humedad específica (g_{agua}/kg_{aire seco}).

Estas ecuaciones se pueden reducir y aproximar a las siguientes para facilitar el proceso de estudio:

$$Q_{V,S} = \dot{V} \cdot 0,34 \cdot (T_e - T_i)$$

$$Q_{V,L} = \dot{V} \cdot 0,83 \cdot (x_e - x_i)$$

La permeabilidad del aire de los huecos está limitada en el *Documento Básico de Ahorro de Energía* para limitar la cantidad de aire que entra del exterior. Esta limitación va en función de las zonas climáticas.

- Zona climática α , A y B: $\leq 27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ (clase 2 de la UNE-EN-12207:2017).
- Zona climática C, D y E: $\leq 9 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ (clase 3 de la UNE-EN-12207:2017).

4.4. Solicitaciones interiores.

Toda vivienda o edificio que esté en uso va a albergar en su interior determinados elementos como aparatos eléctricos, instalaciones de iluminación artificial y por supuesto a las personas que la van a habitar. Tanto las personas como los elementos que va a albergar van a ser fuentes de calor que se van a encontrar en el interior de la vivienda y se van a conocer para su estudio como solicitaciones interiores o también cargas internas. Estas solicitaciones interiores que se van a estudiar para el cálculo de la demanda energética de la vivienda, se van a clasificar en tres: ocupación, equipo eléctrico diverso e iluminación.

Su unidad de medida de todas estas solicitaciones va a ser el vatio (W), ya que son fuentes de calor. Aunque también, a veces se representan en función de la superficie de recinto a la que afectan y por tanto se expresan en (W/m^2).

Además, se va a estudiar el perfil de uso, que representa la variación de estas cargas con respecto al tiempo, de forma horaria, semanal y anual.

Igualmente, a efectos de cálculo, se conoce a las viviendas como espacios de baja carga interna, que son definidos como espacios donde se genera poco calor en su interior.

La siguiente tabla muestra la clasificación del nivel de carga interna media de una vivienda o edificio en función de la intensidad de la carga interna que tiene, considerando el promedio horario en una semana tipo y la superficie sobre la que actúa.

Nivel de carga interna	Intensidad de la carga interna C_{FI} (W/m^2)
Baja	$C_{FI} < 6$
Media	$6 \leq C_{FI} < 9$
Alta	$9 \leq C_{FI} < 12$
Muy alta	$12 \leq C_{FI}$

Tabla 2. Nivel de carga interna de vivienda

Como recoge Rey Martínez y col. (2020: 92), la intensidad de la carga interna (CFI) se tiene que calcular como la carga media horaria en una semana tipo, repercutida por unidad de superficie de la vivienda o zona de la vivienda, de la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos eléctricos.

Todo esto se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$C_{FI} = \frac{\sum C_{OC}}{7 \cdot 24} + \frac{\sum C_{IL}}{7 \cdot 24} + \frac{\sum C_{EQ}}{7 \cdot 24}$$

Donde se conoce que:

- $\sum C_{OC}$: suma de las cargas sensibles por ocupación, por hora y a lo largo de una semana tipo.
- $\sum C_{IL}$: suma de las cargas sensibles por iluminación, por hora y a lo largo de una semana tipo.
- $\sum C_{EQ}$: suma de las cargas sensibles por equipos eléctricos, por hora y a lo largo de una semana tipo.

La intensidad de la carga interna del edificio completo (en este caso la vivienda) se obtiene ponderando por la superficie útil la intensidad de la carga interna de cada espacio.

4.4.1. OCUPACIÓN.

Las ganancias que sufre una vivienda de calor por ocupación son causadas por la disipación de calor del cuerpo humano para realizar su actividad metabólica. Esta ganancia depende sobre todo del peso y sexo de la persona, grado de actividad que realice en el lugar que está ocupando (met), tipo de vestimenta (clo) y las condiciones ambientales.

La ganancia por ocupación tiene una parte térmica sensible y otra latente. Esto es debido a que el cuerpo humano disipa energía calorífica por diferencia de temperatura y por la humedad del entorno.

Para el caso de niños, se suele estimar una reducción del 30 % de la complejidad media, lo que equivale a $0,7 \cdot \dot{Q}$. En la norma UNE-EN-ISO-7730 están tabulados los valores de calor sensible y calor latente de las personas en función de su actividad, complejidad y temperatura ambiental.

La ganancia de calor debida a las personas será igual a la cantidad de calor de las personas presentes en el espacio de estudio (n) multiplicada por la ganancia de calor por

persona (q_S y q_L) y por la fracción de ocupación del instante considerado (F). Este valor de la fracción de ocupación viene definido en el horario de ocupación del espacio. (Rey Martínez y col., 2020):

$$Q_o = Q_{o,S} + Q_{o,L}$$

$$Q_{o,S} = n \cdot q_S \cdot F$$

$$Q_{o,L} = n \cdot q_L \cdot F$$

4.4.2. EQUIPO ELÉCTRICO DIVERSO.

- Los diferentes equipos que se pueden instalar en un local o vivienda pueden aportar cargas sensibles y cargas latentes, en función del tipo de equipo que se trate y, además, no toda la energía que el equipo consume, se suele aportar al local o vivienda como una ganancia. Es aquí cuando aparece un nuevo concepto, la carga interna por equipos, este parámetro indica la potencia que se encuentra instalada en un determinado espacio de equipos que pueden generar calor mediante disipación. Estos equipos pueden ser clasificados en:
- Equipos en los que toda su potencia consumida se transforma instantáneamente en ganancia de calor sensible sobre el aire del espacio donde se encuentran, como pueden ser ordenadores, impresoras...
- Equipos en los que una parte de la potencia que consumen se convierte en ganancias sensibles y otra parte se convierte en ganancias latentes porque el equipo produce humedad, como pueden ser las cafeteras, secadores de pelo, planchas, etc.

Algunos de los equipos más comunes, se muestran en la siguiente tabla donde se pueden ver sus valores más usuales de calor sensible y latente.

Tipo de equipo		Q_{ES} (W)	Q_{EL} (W)
a	Ordenador PC	250	0
	Proyector transparencias	300	0
	Televisor	100	0
b	Horno 6,6 kW con campana extractora	1055	0
	Cafetera de 18l. con campana extractora	470	0
	Cafetera de 18l. sin campana extractora	750	250
c	Bomba de agua 1,1 kW	20	0
	Ventilador 50 W	2,5	0

Tabla 3. Calores sensible y latente de diferentes equipos comunes en viviendas

Además, en equipos como por ejemplo los frigoríficos, que tienen motores que funcionan mediante ciclos, a la hora de tener en cuenta la carga, hay que tener en cuenta la frecuencia horaria en la que estos consumen la potencia eléctrica, ya que este va a ser el tiempo en que disipen calor en el espacio donde se encuentren.

La ganancia de calor que se va a producir en un espacio a causa de los equipos que se encuentren en el (Q_E), va a equivaler a la suma de las cargas sensibles y latentes (q_s y q_L) de cada uno de los equipos que se encuentran en el espacio por la fracción de uso en el instante que se considere (F). Este parámetro de fracción de uso está definido en el horario de uso de cada uno de los equipos.

$$Q_{E,S} = F \cdot \sum n_i \cdot q_{S,i}$$

$$Q_{E,L} = F \cdot \sum n_i \cdot q_{L,i}$$

4.4.3. ILUMINACIÓN.

La iluminación produce una serie de ganancias mediante cargas sensibles que coinciden con la potencia de la lámpara en el momento en que esta está en funcionamiento. El CTE DB HE-3 *Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación*, limita la potencia instalada por superficie (W/m^2) mediante el parámetro de eficiencia energética de la instalación (VEEI, $W/m^2/100 \text{ lux}$), que se encarga de relacionar la potencia instalada en iluminación (P, W), incluyendo la potencia de las lámparas de la instalación y además, sus elementos auxiliares (como pueden ser las reactancias en lámparas fluorescentes), la superficie de la zona de actividad diferenciada (S, m^2) y la iluminancia media horizontal mantenida que se obtiene con la potencia instalada ($\bar{E}_m, \text{lux}$). Es una medida del rendimiento que tienen la instalación de iluminación.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot \bar{E}_m}$$

El nivel de iluminación o iluminancia (E) es la relación que existe entre el flujo luminoso que procede de una fuente de iluminación que incide sobre una superficie y el área de dicha superficie, siendo la iluminancia media mantenida ($\bar{E}_m$) el valor por debajo del cual no se debe descender la iluminancia media en el área especificada.

La norma UNE-EN-12464-1 es la que se encarga de establecer los requisitos de iluminación para humanos en los lugares de trabajo interiores, para que se satisfagan las necesidades de confort y rendimiento visual de todas las personas que dispongan

de una capacidad visual normal. En esta norma, se encuentran todos los valores tabulados de iluminancia horizontal media mantenida en función de las tareas que se realizan, del tipo de área interior y de las tareas visuales. (Rey Martínez y col. 2020: 94)

Por lo general, la ganancia instantánea de calor que procede de iluminación se puede obtener del siguiente modo:

$$Q_{IL} = P \cdot F_u \cdot C$$

Donde se conoce que:

- P : potencia útil instalada.
- F_u : factor de utilización.
- C : coeficiente característico del tipo de luminaria.

El factor de utilización es el parámetro que se encarga de relacionar los vatios que se utilizan en un momento en concreto de cálculo y los vatios que existen instalados totales, o, en otras palabras, la fracción de potencia instalada que está en uso, establecida mediante el perfil de uso de la instalación.

Por último, el coeficiente C se introduce en el caso de luminarias fluorescentes para que se tenga en cuenta también el calor que emite la reactancia o resistencia limitadora y esto va a depender tanto de la potencia de la lámpara como del número de lámparas.

5. Diseño de una vivienda de consumo casi nulo.

5.1. Descripción de la vivienda.

5.1.1. CONDICIONES GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA Y EL ENTORNO.

La vivienda objeto de estudio del presente proyecto es una vivienda unifamiliar construida en la calle Murillo, de la localidad de Bailén, provincia de Jaén. A continuación, se muestran unas imágenes de satélite con más detalle del emplazamiento de la vivienda.

Las coordenadas de localización de la vivienda son:

38.090684, -3.781725 (Latitud, Longitud).

38°05'27.2"N 3°46'54.0"W.

- Planos de situación:

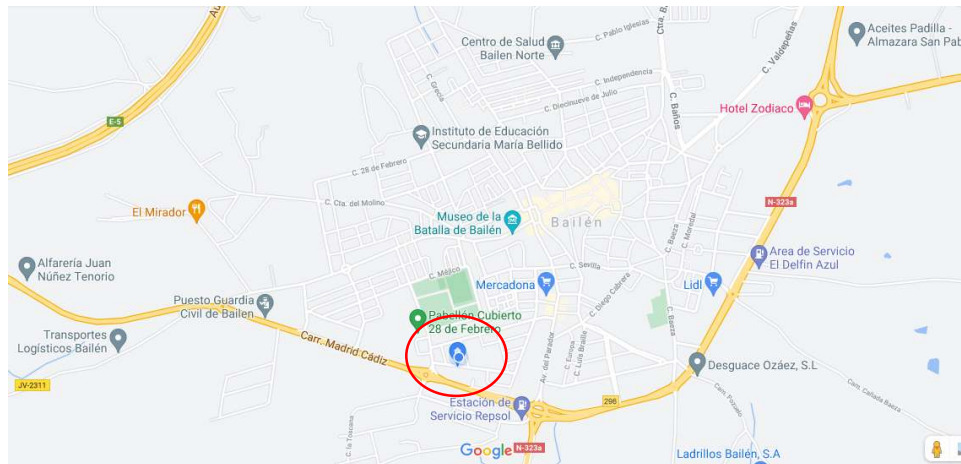


Ilustración 8. Plano de situación 1



Ilustración 9. Plano de situación 2

- Planos de emplazamiento:

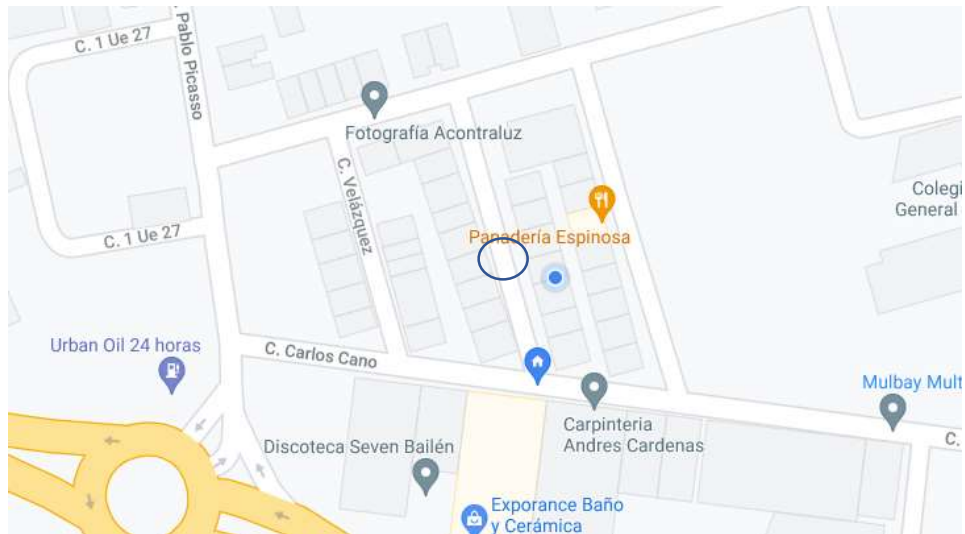


Ilustración 10. Plano de emplazamiento 1



Ilustración 11. Plano de emplazamiento 2

En las imágenes se muestra la situación y el emplazamiento de la vivienda, aunque en los planos del proyecto se van a encontrar los planos de situación y emplazamiento en los que se podrá ver con más detalle.

La vivienda unifamiliar que se va a estudiar dispone de tres plantas, entre las que se encuentran: planta semisótano, planta baja y planta primera.

La planta semisótano está destinada para uso exclusivo de estacionamiento de los vehículos y en ella también se encuentra la caldera.

La planta baja dispone de los locales de utilización durante el día, como son: pasillo distribuidor, baño, cocina, salón, comedor, patio interior y patio exterior.

La planta primera dispone de los locales de utilización para el descanso diario y baños, tales como: distribuidor, dormitorio principal, tres dormitorios individuales y dos baños, uno en el dormitorio principal y otro común a todos los dormitorios.

La distribución de las diferentes plantas de las que se compone la vivienda se muestra a continuación en unas imágenes de los planos acotadas en las que se pueden ver los diferentes locales y sus dimensiones.

- Planta semisótano (Garaje):

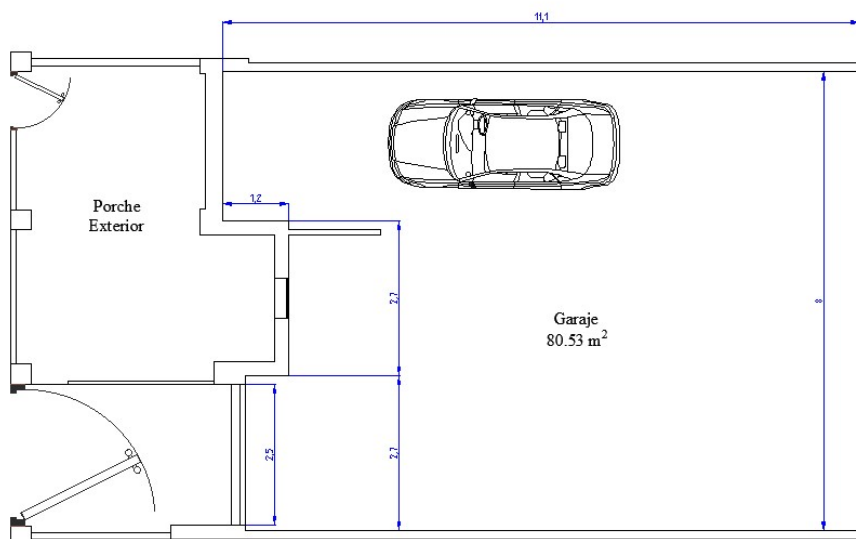


Ilustración 12. Distribución planta semisótano

- Planta baja:

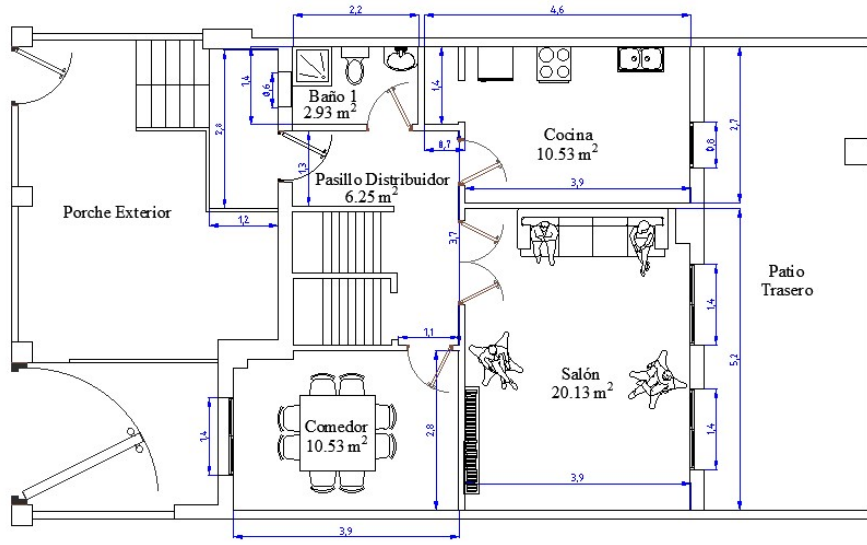


Ilustración 13. Distribucion planta baja

- Planta Primera:

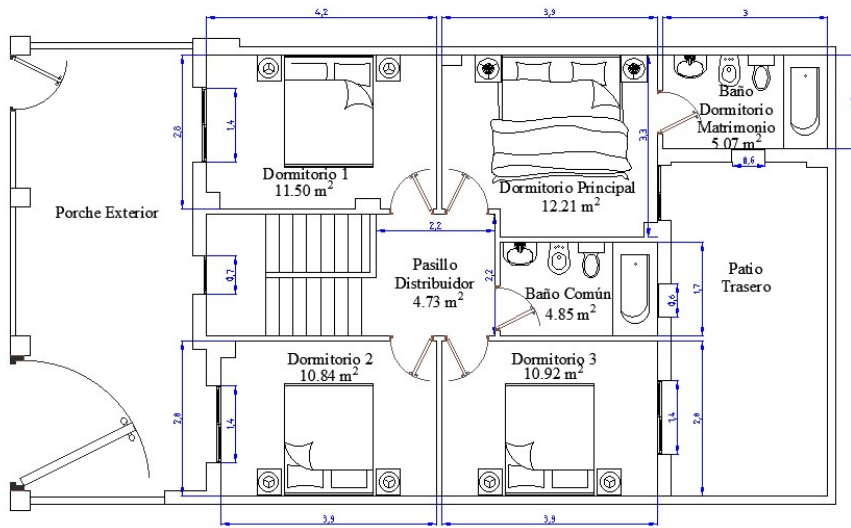


Ilustración 14. Distribución planta primera

5.1.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS.

La vivienda objeto de estudio, cuenta con unas condiciones climáticas que son las siguientes:

Provincia		Estación		Indicativo			
Jaén		Jaén (Cerro de los Lirios)		5270B			
UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
580	37°46'40"	03°48'27"W	16,724	14,322			
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
-7,8	0,8	2,6	7,5	74,7	35,2		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
41,2	36,0	23,4	35,0	22,9	33,9	22,5	13,0
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)		
23,9	23,9	23,2	23,2	22,4	22,4		

Ilustración 15. Parámetros climatológicos de la vivienda 1

Donde los valores que se muestran equivalen a:

- Tsmín: Es la temperatura exterior mínima observada en dicha localidad en el periodo estudiado.
- Ts99,6: Es la temperatura de 0,8 °C para un nivel percentil de 99,6 %, que quiere decir que el 99,6 % de las horas de invierno la temperatura exterior es superior a 0,8 °C.
- Ts99: Es el dato de la temperatura de 2,6 °C, que es la temperatura normal de diseño para la mayor parte de edificios y para las viviendas. Este es el dato de temperatura que se tomara para la temperatura exterior de los cerramientos exteriores (muro exterior). Como la vivienda está a 339 m de altitud, a esta temperatura, habrá que sumarle 2 °C. Por tanto, para Bailén, habrá que tomar una temperatura de 4,6 °C.
- OMDC: Es la oscilación media diaria de los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil del 99 %.
- HUMcoin: Es la humedad relativa media, expresada en %. En este caso es de 74,7 %.
- OMA: Es la oscilación media anual de temperatura seca. Es igual a: $OMA = TSC(0.4\%) - TS(99.6\%) = 23.9 - 0.8 = 23.1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Además, existen otros parámetros como son:

VALORES MEDIOS MENSUALES						
Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD 15 (°C)	GD 20	GDR 20	RADH (kWh/m² día)
Enero	8,4	9,7	56	100	0	
Febrero	10,0	11,0	28	55	0	
Marzo	13,0	13,5	18	43	1	
Abril	14,6	15,2	11	32	2	
Mayo	19,1	19,7	4	16	11	
Junio	25,4	25,8	0	2	29	
Julio	27,6	28,3	0	1	42	
Agosto	27,2	27,7	0	1	40	
Septiembre	22,8	23,4	0	4	19	
Octubre	17,7	18,9	3	17	4	
Noviembre	11,7	13,8	19	44	0	
Diciembre	9,3	10,8	32	60	0	

Ilustración 16. Parámetros climatológicos de la vivienda 2

- TA: Es la temperatura seca media mensual, en °C.
- TAsol: Es la temperatura seca media en las horas de Sol.
- GD15: Son grados día de calefacción con base 15/15 en forma mensual.
- GD20: Son grados día de calefacción con base 20/20 en forma mensual.
- GDR20: son grados día de refrigeración con base 20/20 en forma mensual.
- Tterr: Es la temperatura del terreno medida a un nivel de 20 cm. La estación meteorológica de Jaén no ofrece este dato, pero se puede calcular en función de TA del siguiente modo:
 - $T_{terr} = 0.0068 TA^2 + 0.963 TA + 0.6835 = 9.26 \text{ °C}$.
- Este sería el valor en Jaén, para una TA=8,4 °C.
- RADH: Radiación media diaria sobre superficie horizontal en forma mensual expresada en (KWh/m²).
- La temperatura de los locales no calefactados (LNC) se puede estimar de la siguiente forma:

Temp. Exterior (°C)	-2	0	4
Temp. LNC. (°C)	10	12	16

Como conclusión, los datos necesarios para el cálculo a realizar son los siguientes:

- Temperatura ambiente: 23 °C.
- Temperatura exterior: 0,6 °C. (Es 2,6 °C, pero se le restan 2 °C por la diferencia de altitud del punto de medida de datos y el lugar donde se encuentra ubicada la vivienda ($\Delta h \approx 200 \text{ m}$)).
- Temperatura del terreno: 9.26 °C.

- Temperatura de los locales no calefactados (LNC): 12 °C.

Una vez que se disponen de estos valores, se puede proceder al cálculo de las pérdidas por transmisión.

Además, habrá que aplicar una serie de coeficientes en función del uso, orientación y paredes exteriores, en esta vivienda se han aplicado los siguientes:

- Orientación este/oeste: +5 %.
- Por uso: +(20-70) % en función del uso de cada habitación.
- Por dos o más cerramientos al exterior: +10 %.

Una vez que se conoce esto, si se puede proceder al cálculo de las pérdidas por transmisión en cada uno de los recintos de la vivienda y, además, sumándole las pérdidas por ventilación, se puede obtener la pérdida total a instalar.

5.2. Cálculo de la carga térmica.

El procedimiento de cálculo y los parámetros utilizados para el cálculo de las cargas térmicas de la vivienda se explican con detalle en el Anexo I. Se han realizado dichos cálculos a través del software informático Clima, de la marca Atecyr para tener una mayor exactitud en estos resultados y los resultados obtenidos han sido los siguientes:

- Demanda total de refrigeración [kWh]: 8878.27; Ratio [kWh/m²] = 68.
- Demanda total de calefacción [kWh]: 162,19; Ratio [kWh/m²] = 1.

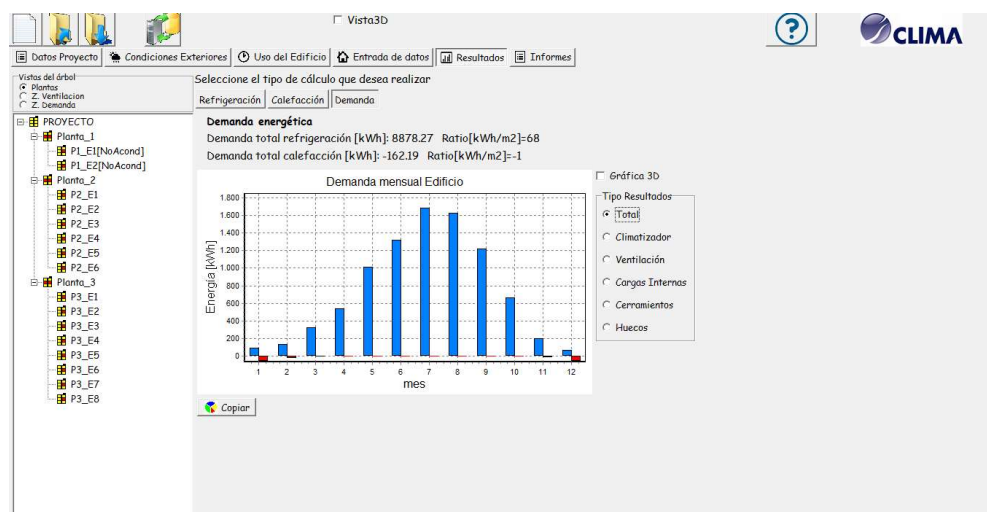


Ilustración 17. Carga térmica vivienda

5.3. Cálculo de la ventilación.

En este apartado del proyecto, se muestran los valores obtenidos de ventilación y las correspondientes secciones de aberturas de admisión, extracción, paso, así como las dimensiones de conductos y todos los elementos que componen la ventilación.

Ventilación

Local	Q _{Admisión} (l/s)	Q _{Extracción/local} (l/s)	Q _{Admisión} (m ³ /h)	Q _{Extracción} (m ³ /h)
Dormitorio Principal	8		28,8	
Dormitorio 1	4		14,4	
Dormitorio 2	4		14,4	
Dormitorio 3	4		14,4	
Comedor	10		36	
Salón	10		36	
Baño 1 (Planta baja)		8		28,8
Baño 2 (Común Planta 1)		8		28,8
Baño 3 (Dormitorio Ppal)		8		28,8
Cocina		16		57,6
Total	40	40	144	144

Tabla 4. Caudales ventilación vivienda

Como se puede observar en la tabla, la ventilación obtenida para la vivienda es de 40 l/s, o 144 m³/h.

Una vez que se conoce la ventilación de cada local de la vivienda, se ha calculado la sección de las aberturas de ventilación de cada uno de los locales, y se han obtenido los resultados que se muestran en la tabla.

Sección Aberturas Ventilación

Local	Q (l/s)	Q (m ³ /h)	Sección (cm ²)
Dormitorio Principal	8	28,8	32
Dormitorio 1	4	14,4	16
Dormitorio 2	4	14,4	16
Dormitorio 3	4	14,4	16
Comedor	10	36	40
Salón	10	36	40
Baño 1 (Planta baja)	8	28,8	32
Baño 2 (Común Planta 1)	8	28,8	32
Baño 3 (Dormitorio Ppal)	8	28,8	32
Cocina	16	57,6	64

Tabla 5. Sección aberturas ventilación

Además, también se han dimensionado los diferentes conductos de extracción que van a existir en la vivienda. Los resultados de dimensionado de estos conductos se muestran a continuación.

Secciones Conductos Extracción

Local	Q (l/s)	Q (m ³ /h)	Sección (cm ²)
Baño 1 (Planta baja)	8	28,8	1 x 625
Baño 2 (Común Planta 1)	8	28,8	1 x 625
Baño 3 (Dormitorio Ppal)	8	28,8	1 x 625
Cocina	16	57,6	1 x 625

Tabla 6. Sección conductos extracción

Por último, se ha calculado el volumen de cada local y las renovaciones de aire por hora que tiene cada local, además, se ha calculado el volumen total de la vivienda que, junto con el caudal total de ventilación de esta, nos da como resultado el valor de las renovaciones de aire globales que tiene que realizar la vivienda cada hora y los resultados obtenidos se muestran en la tabla.

Renovaciones y Pérdidas Ventilación

Local	Q Admisión (l/s)	Q Admisión (m3/h)	Área (m2)	Volumen (m3)	Renov/hora
Dormitorio Principal	8	28,8	12,21	30,525	0,943
Dormitorio 1	4	14,4	11,5	28,75	0,501
Dormitorio 2	4	14,4	10,84	27,1	0,531
Dormitorio 3	4	14,4	10,92	27,3	0,527
Comedor	10	36	10,53	25,272	1,425
Salón	10	36	20,13	48,312	0,745
Total	40	144		187,259	0,769

Tabla 7. Cantidad de renovaciones de aire y perdidas ventilación

5.4. Definición de las instalaciones térmicas de la vivienda.

Los edificios en general deben de aprovechar al máximo los recursos naturales que tienen a su disposición.

Por ello, en la actualidad se están instalando dispositivos para aprovechar al máximo los recursos naturales sobre todo para los sistemas de calefacción y la producción de agua sanitaria, entre otros, como es también la producción de electricidad para autoconsumo.

Por consiguiente, la vivienda en cuestión va a disponer de varias instalaciones entre las que se encuentran, la instalación de calefacción de la vivienda y la instalación para la generación del agua caliente sanitaria (A.C.S) de la vivienda.

La demanda de A.C.S que tiene la vivienda es de 140 l/día a 60 °C y para ello se ha instalado una instalación solar de consumidor único con interacumulador. Esta instalación va a constar de dos captadores Daikin EKSV 26 P, con un acumulador de 300 litros, un sistema de apoyo mediante caldera de biomasa no densificada y circuitos tanto primario como secundario con aislante de lana de vidrio. Todo ello da como resultado una fracción solar del 77 %.

Para la instalación de calefacción, con demanda de 1,7 kW, se ha establecido un sistema de calefacción multizona por agua que al igual que el anterior, dispone de caldera de biomasa para la producción del agua de calefacción, un acumulador de 300 litros y 14 radiadores dispuestos en los diferentes locales de la vivienda.

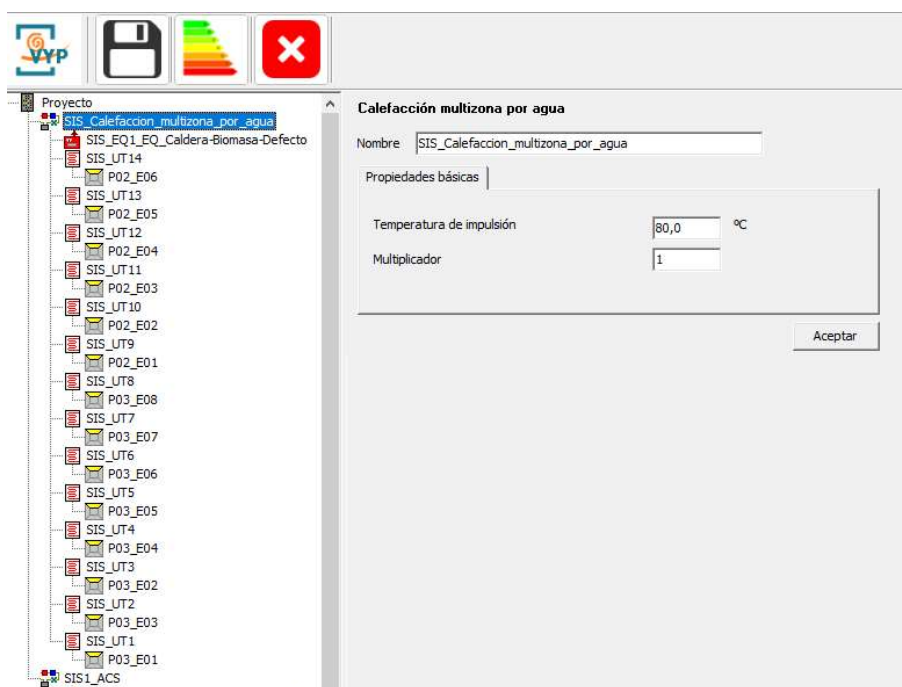


Ilustración 18. Sistema calefacción vivienda HULC

5.4.1. DEMANDA ENERGÉTICA.

La demanda energética de la vivienda, tal y como se ha calculado en apartados anteriores, queda resumida del siguiente modo:

- Demanda total de calefacción [kWh]:162,19; Ratio [kWh/m2] = 1.
- Demanda de A.C.S: 140 l/día a 60 °C.

5.5. Calificación energética de la vivienda.

Una vez realizados todos los cálculos y conocidos todos los parámetros y elementos que va a tener la vivienda objeto de estudio, se tiene que realizar la certificación energética, en este caso mediante la Herramienta Unificada Líder Calener (HULC) 2019.

Para ello, se tiene que introducir la geometría de la vivienda, los cerramientos y huecos que componen su envolvente térmica y por ultimo los sistemas de los que va a disponer para la producción de A.C.S y de calefacción.

Una vez establecidos todos los parámetros en la Herramienta, esta nos da la certificación energética que caracteriza a la vivienda.

Una vez que se ha realizado la calificación de la vivienda, se ha obtenido una calificación energética A tanto para consumo de energía primaria no renovable, como para las emisiones de dióxido de carbono, tal y como se puede apreciar en la fotografía a continuación.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
<38.80 A	32,92 A	<8.90 A	6,52 A
38.80-67.0 B		8.90-15.30 B	
67.00-109.30 C		15.30-25.00 C	
109.30-171.60 D		25.00-39.30 D	
171.60-305.10 E		39.30-70.80 E	
305.10-384.40 F		70.80-87.10 F	
=>384.40 G		=>87.10 G	

Ilustración 19. Calificación energética vivienda

Como se puede apreciar en la imagen, la certificación nos muestra un valor de 32,92 kWh/m²·año para el consumo de energía primaria no renovable, y un valor de 6,52 kgCO₂/m²·año.

Con este resultado, se puede validar que la vivienda objeto de estudio cumple el objetivo y por tanto es una vivienda de consumo casi nulo con lo que se han conseguido los objetivos perseguidos a lo largo del proyecto.

6. Bibliografía.

ATECYR. «Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto». IDAE, Madrid, 2010.

AVINTIA, G. *Edificios de Consumo Energético Casi Nulo (ECCN): ¿En qué consisten y cuándo comienzan su aplicación?* Disponible en: [Edificios de consumo casi nulo \(ECCN\): ¿Qué son realmente? \(grupoavintia.com\)](http://www.grupoavintia.com). [Consultado el 17/8/2021]

CABLES, M. *Objetivo 2021: Edificios de consumo de energía casi nulo en Europa*. Disponible en: [Objetivo 2021: Edificios de consumo de energía casi nulo en Europa | Miguélez - Cables Eléctricos \(migueluez.com\)](http://www.migueluez.com). [Consultado el 20/8/2021]

DEL ESTADO, B. O. (2019). *Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación*. En línea: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-18528. [Consultado el 5/8/2021]

PINAZO OJER, J. M. (2010). *Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid. Disponible: [Guía Técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto \(idae.es\)](http://www.idae.es). [Consultado el 10/8/2021]

REY MARTÍNEZ, F. J. Y COL. (2020). *Diseño y gestión de edificios de consumo de energía casi nulo en nZEB. (Nearly Zero Energy Building)*. Madrid, 2020.

RODRÍGUEZ, P. (2019). *Edificios de consumo de energía casi nulo (nZEB): qué son y como afectarán a los propietarios de viviendas a partir de 2021*. Disponible: [Edificios de consumo de energía casi nulo \(nZEB\): qué son y cómo afectarán a los propietarios de viviendas a partir de 2021 \(xataka.com\)](http://www.xataka.com). [Consultado el 25/7/2021]

SIBER, V. (2016). *Edificios de consumo casi nulo, requerimientos necesarios*. Disponible en: [Consumo casi nulo, los requerimientos de la nueva edificación \(siberzone.es\)](http://www.siberzone.es). [Consultado el 3/8/2021]

7. Anexo I. Cálculo de las cargas térmicas.

Para el cálculo de las cargas térmicas que tiene la vivienda en cuestión se necesitan conocer primeramente una serie de parámetros característicos de la vivienda tales como: Composición de los cerramientos, composición de los huecos (ventanas, puertas...), ventilación que va a tener la vivienda además de otra serie de parámetros, es por ello que se va a comenzar por definir todos estos parámetros que van a formar la envolvente de la vivienda.

Una vez que se definan los parámetros, se van a introducir junto a la geometría de la vivienda en un software informático que se va a encargar de realizar todo el proceso de cálculo con el fin de obtener unos resultados lo más exactos posibles acerca de las cargas térmicas que tiene la vivienda y la demanda que ello produce en la vivienda.

1. Composición de los cerramientos.

1.1. Muro Exterior (Fachada delantera y trasera de la vivienda).

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Hormigón Armado 2300 < d < 2500	0,120	2,300	2400
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,200	2,300	2400
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600	0,015	0,180	550

Tabla 8. Composición Muro Exterior

1.2. Muro Enterrado en suelo.

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0,020	0,550	1125
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,100	0,029	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,200	2,300	2400
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,100	0,029	30
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0,020	0,550	1125

Tabla 9. Composición Muro Enterrado bajo suelo

1.3. Medianerías.

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600	0,015	0,180	550
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,200	2,300	2400
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600	0,015	0,180	550

Tabla 10. Composición Medianerías

1.4. Forjado Terreno. (Suelo Semisótano).

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,200	0,090	300
Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,050	2,000	1450
Tierra vegetal [d < 2050]	0,440	0,520	2000

Tabla 11. Composición Forjado Terreno

1.5. Forjado Interior.

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Madera frondosa muy ligera 200 < d < 435	0,020	0,130	320
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750	0,015	0,300	625
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Hormigón Armado 2300 < d < 2500	0,300	2,300	2400
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600	0,015	0,180	550

Tabla 12. Composición Forjado Interior

1.6. Forjado Exterior. (Patio interior y hueco entrada).

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,030	1,000	2000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $500 < d < 750$	0,015	0,300	625
Hormigón Armado $2300 < d < 2500$	0,300	2,300	2400
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Enlucido de yeso aislante $500 < d < 600$	0,015	0,180	550

Tabla 13. Composición Forjado Exterior

1.7. Forjado al descubierto por parte inferior.

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $500 < d < 750$	0,015	0,300	625
Hormigón Armado $2300 < d < 2500$	0,300	2,300	2400
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Enlucido de yeso aislante $500 < d < 600$	0,015	0,180	550

Tabla 14. Composición Forjado al descubierto por parte inferior

1.8. Tabiques interiores.

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Enlucido de yeso aislante $500 < d < 600$	0,015	0,180	550
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Enlucido de yeso aislante $500 < d < 600$	0,015	0,180	550

Tabla 15. Composición de Tabiques interiores

1.9. Cubierta.

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	Densidad (kg/m ³)
Tierra vegetal [d > 2050]	0,100	0,520	2000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750	0,015	0,300	625
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Hormigón Armado 2300 < d < 2500	0,300	2,300	2400
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,080	0,029	30
Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600	0,015	0,180	550

Tabla 16. Composición de cubierta plana vivienda

Una vez mostradas las composiciones de los diferentes cerramientos, se muestra en una tabla resumen la transmitancia de cada uno de ellos.

Cerramiento	Transmitancia (W/m ² K)
Muro Exterior	0,17
Muro Enterrado en suelo	0,14
Medianerías	0,17
Forjado Terreno	0,31
Forjado Interior	0,16
Forjado Exterior	0,31
Forjado al descubierto por parte inferior	0,31
Tabiques interiores	0,32
Cubierta	0,16

Tabla 17. Transmitancia de los diferentes cerramientos

2. Huecos.

Una vez que se conocen las transmitancias de los diferentes cerramientos, se van a definir también las transmitancias de los huecos (puertas y ventanas), y los elementos utilizados.

2.1. Puertas.

Para las puertas, hay dos puertas diferentes, la puerta de entrada principal a la vivienda, y la puerta del garaje.

2.1.1. Puerta de entrada.

Para la puerta de entrada, se ha seleccionado una puerta de la marca CálidaPVC, ya que ofrece unas características de aislamiento térmico y, por tanto, de ahorro energético muy importantes.

Estas puertas destacan por tener una transmitancia térmica de $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Están fabricadas casi por completo en PVC, con refuerzos en acero galvanizado para garantizar la seguridad y resistencia de la puerta, además del aislamiento.

2.1.2. Puerta de garaje.

Para la puerta de garaje, se ha seleccionado una puerta de la marca Hörmann, es una puerta seccional de paneles sándwich con el modelo de paneles sándwich LPU 67 Thermo, que son paneles fabricados con un excelente aislamiento térmico mediante rotura de puente térmico con una transmitancia de $0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$, y que le dan a la puerta una transmitancia global de $1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.2. Ventanas.

Para todas las ventanas, se ha escogido el mismo tipo de acristalamiento y de marco.

Las ventanas son de la marca Saint-Gobain, del modelo SGG CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE F2 PLANITHERM XN F5 66.1 (16 argón) 4 (16 argón) 44.2. Como se recoge en la página web del fabricante de este acristalamiento:

Este acristalamiento es un triple acristalamiento, que está formado por un vidrio exterior laminar SGG STADIP 66.1 que está formado por dos vidrios flotados incoloros SGG PLANICLEAR de 6 mm, unidos mediante 1 PVB estándar de espesor total 0,38 mm, con capa de baja emisividad y control solar SGG PLANISTAR ONE en cara 2 del doble acristalamiento, vidrio intermedio flotado incoloro SGG PLANICLEAR de 4 mm, y vidrio interior laminar SGG STADIP PROTECT 44.2 formado por dos vidrios flotados incoloros SGG PLANICLEAR de 4 mm, unidos mediante 2 PVB estándar de espesor total 0,76 mm, con capa de baja emisividad SGG PLANITHERM XN en cara 5 del triple acristalamiento, separados por dos cámaras de argón al 90 % de concentración de 16 mm de espesor con perfil separador de aluminio de color a definir y doble sellado perimetral. (Saint-Gobain , 2017)

Y, además, este acristalamiento cuenta con un factor solar (g) de 0,33.

A continuación, se definen cada uno de los huecos y su transmitancia térmica.

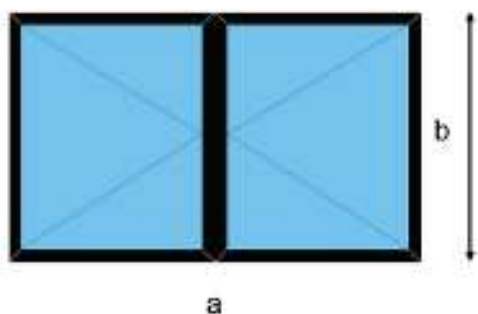
Hueco	Transmitancia Térmica (W/m ² K)
Ventana Escalera Semisótano	0,925
Ventada Dormitorio Principal	0,815
Ventana Dormitorio 1	0,784
Ventana Dormitorio 2	0,766
Ventana Dormitorio 3	0,784
Ventana Baño 1	0,925
Ventana Baño 2	0,925
Ventana Baño 3	0,925
Ventana Escaleras Planta Primera	0,790
Ventana Cocina	0,763
Ventana 1 Salón	0,766
Ventana 2 Salón	0,784
Ventana Comedor	0,784
Puerta Entrada Principal	1,1
Puerta Garaje	1

Tabla 18. Transmitancia huecos

Además, a continuación se van a mostrar las hojas de información de las ventanas que ofrece el fabricante para cada tamaño de ventana a utilizar.

Fecha 22/8/2021
Hora 16:51:21

Proyecto Ventana 0.6*0.7
Tipo de ventana Doble batiente



El usuario es responsable del correcto redondeo de los valores de entrada U_g y U_{fi} conforme a la EN ISO 10077-1. Esta norma requiere el redondeo de los valores U_g y U_{fi} a dos decimales y el redondeo de los valores de U_g a un decimal.

Dimensiones exteriores:	
a =	0.600 m
b =	0.700 m
Vidrio:	
SGO CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE F2 PLANITHERM XN FS 6 (16 argon) 4 (16 argon) 4	
Espaciador:	
Swisspacer Ultimate	
Marco:	
PVC	
Anchura del marco:	0.11 m
Detalles:	
Ag (área del acristalamiento):	0.130 m²
Af (área del marco):	0.290 m²
Aw (área de la ventana):	0.420 m²
Fracción de marco:	69 %
Uf (marco):	0.800 W/m²K
Ug (acristalamiento):	0.6 W/m²K
Espesor de vidrio, e(i):	6 + 4 mm
Wg:	0.032 W/mK
Profundidad acristalamiento en el marco (18mm mínimo):	
Longitud borde del vidrio:	2.480 m
Wp:	0.00 W/mK
Longitud de los barrotes:	0.000 m
Análisis de condensaciones:	
Te (temperatura exterior) en °C:	-5 °C
Ti (temperatura interior) en °C:	20 °C
Phi (humedad relativa interior) en %:	50 %
Tsi (temperatura superficie interior):	13.5 °C
Tdp (temperatura de punto de rocío):	9.2 °C
No hay riesgo de condensación	
Uw = 0.93 W/m²K	
0.925 W/m²K	



Los cálculos están basados en la norma EN ISO 10077-1. El método de cálculo de la herramienta Caluwin Versión 3.134.48.3 ha sido verificado por el Personal de acuerdo a la Norma EN ISO 9001. Los datos de entrada no han sido verificados por el Personal y es correspondiente al usuario el verificarlos a través de documentos que certifiquen los valores de entrada. El usuario de Caluwin será responsable de la veracidad de los datos de entrada y de los resultados obtenidos.

Cálculos basados en las regulaciones y en la norma EN ISO 10077-1. La responsabilidad es única de la intención y la negligencia.
Exención de responsabilidad por daños directos e indirectos. Copyright Software Informatic GmbH 2023 - Caluwin
Cuando los componentes de la ventana (interior, vidrio exterior, marco) se cambian, Caluwin puede mostrar correctamente la influencia en el coeficiente de transmisión de calor. Sin embargo, los valores calculados no pueden reemplazar la certificación de un organismo certificado.
Caluwin 3.134.48.3

Fecha 22/8/2021
Hora 16:57:17

Proyecto Ventana 0.8*1.1
Tipo de ventana Una hoja



El usuario es responsable del correcto redondeo de los valores de entrada Uf, Ug y Psi conforme a la EN ISO 10077-1. Esta norma requiere el redondeo de los valores Uf y Psi a dos decimales y el redondeo de los valores de Ug a un decimal.

Dimensiones exteriores:	
a =	0.800 m
b =	1.100 m
Vidrio:	
SGG CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE F2 PLANITHERM XN F5 6 (16 argon) 4 (16 argon) 4	
Espesador:	
Swisspacer Ultimate	
Marco:	
PVC	
Anchura del marco:	0.11 m
Detalles:	
Ag (área del acristalamiento):	0.510 m²
Af (área del marco):	0.370 m²
Aw (área de la ventana):	0.680 m²
Fracción de marco:	42 %
Uf (marco):	0.800 W/m²K
Ug (acristalamiento):	0.8 W/m²K
Espesor de vidrio, e=:	6 + 4 mm
ψg:	0.032 W/mK
Profundidad acristalamiento en el marco (18mm mínimo)	
Longitud borde del vidrio:	2.920 m
ψs:	0.00 W/mK
Longitud de los barnices:	0.000 m
Análisis de condensaciones	
Te (temperatura exterior) en °C:	-5 °C
Ti (temperatura interior) en °C:	20 °C
Phi (humedad relativa interior) en %:	50 %
Tai (temperatura superficie interior):	13.5 °C
Tdp (temperatura de punto de rocío):	9.2 °C
No hay riesgo de condensación	
Uw = 0.79 W/m²K	
0.790 W/m²K	

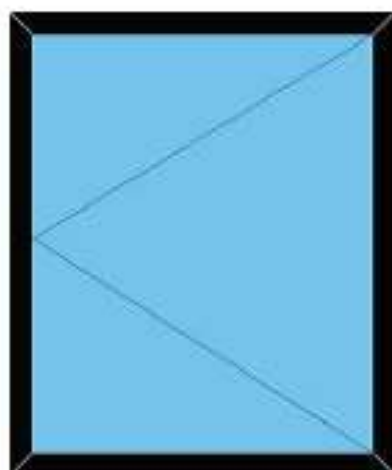


Los cálculos están basados en la norma EN ISO 10077-1. El método de cálculo de la herramienta Caluwin Versión 9.134.48.3 ha sido verificado por R.Passenger/Inra de acuerdo a la Norma EN 12207. Los datos de entrada no han sido verificados por R.Passenger/Inra y su correspondiente comprobación deben verificarse a través de documentos que certifiquen los valores de entrada. El usuario de Caluwin será responsable de la veracidad de los datos de entrada y de los resultados obtenidos.

Cálculos basados en sus requisitos y en la norma EN ISO 10077-1. La responsabilidad es única a la intención y la diligencia.
Exclusión de responsabilidad por daños directos e indirectos. Copyright Inra/Inra 2013 - Caluwin
Cuando los componentes de la ventana (interior, vidrio exterior, marco) se cambian, Caluwin puede mostrar correctamente la influencia en el coeficiente de transmisión de calor. Sin embargo, los valores calculados no pueden reemplazar la certificación de un organismo notificado.
Caluwin 9.134.48.3

Fecha 22/8/2021
Hora 16:59:24

Proyecto Ventana 0.8*2.1
Tipo de ventana Una hoja



El usuario es responsable del correcto redondeo de los valores de entrada U_f , U_g y Ψ_{si} conforme a la EN ISO 10077-1. Esta norma requiere el redondeo de los valores U_f y Ψ_{si} a dos decimales y el redondeo de los valores de U_g a un decimal.

Dimensiones exteriores:	
a =	0.800 m
b =	2.100 m
Vidrio:	
SGG CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE P2 PLANITHERM XN F5 6 (16 argon) 4 (16 argon) 4	
Espacedor:	
Swisspacer Ultimate	
Marco:	
PVC	
Anchura del marco:	0.11 m
Detalles:	
A_g (área del acristalamiento):	1.680 m ²
A_f (área del marco):	0.590 m ²
A_w (área de la ventana):	1.680 m ²
Fracción de marco:	35 %
U_f (marco):	0.800 W/m ² K
U_g (acristalamiento):	0.6 W/m ² K
Espesor de vidrio, enl:	6 + 4 mm
Ψ_g :	0.032 W/mK
Profundidad acristalamiento en el marco (16mm mínima)	
Longitud borde del vidrio:	4.920 m
Ψ_{si} :	0.03 W/mK
Longitud de los tornillos :	0.000 m
Análisis de condensaciones	
T_e (temperatura exterior) en °C:	-5 °C
T_i (temperatura interior) en °C:	20 °C
Φ_{hi} (humedad relativa interior) en %:	50 %
T_{si} (temperatura superficie interior):	13.5 °C
T_{dp} (temperatura de punto de rocío):	9.2 °C
No hay riesgo de condensación	
Uw = 0.76 W/m²K	
0.763 W/m²K	



Los cálculos están basados en la norma EN ISO 10077-1. El método de cálculo de la herramienta Caluwin Versión 3.124.48.3 ha sido verificado por el Fraunhofer IPT de acuerdo a la Norma EN 12445. Los datos de entrada no han sido verificados por el Fraunhofer IPT y es correspondiente comprobación deben verificarse a través de documentos que certifiquen los valores de entrada. El usuario de Caluwin será responsable de la veracidad de los datos de entrada y de los resultados obtenidos.

Fecha 22/8/2021
Hora 16:49:24

Proyecto Ventana 1*2.05
Tipo de ventana Doble batiente



El usuario es responsable del correcto redondeo de los valores de entrada U_f , U_g y P_{hi} conforme a la EN ISO 10077-1. Esta norma requiere el redondeo de los valores U_f y P_{hi} a dos decimales y el redondeo de los valores de U_g a un decimal.

Dimensiones ediciones:	
a =	1.000 m
b =	2.050 m
Vidrio:	
SGG CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE F2 PLANITHERM XN FS 6 (16 argon) 4 (16 argon) 4	
Esqueletor:	
Swisspacer Ultimate	
Marco:	
PVC	
Anchura del marco:	0.11 m
Detalles:	
Ag (área del acristalamiento):	1.226 m ²
Af (área del marco):	0.024 m ²
Aw (área de la ventana):	2.050 m ²
Fracción de marco:	40 %
Uf (marco):	0.800 W/m ² K
Ug (acristalamiento):	0.8 W/m ² K
Espesor de vidrio, e _v :	6 + 4 mm
Wg:	0.032 W/mK
Profundidad acristalamiento en el marco (10mm mínimo)	
Longitud borde del vidrio:	8.680 m
W _e :	0.00 W/mK
Longitud de los barrotes:	0.000 m
Análisis de condensaciones:	
T _e (temperatura exterior) en °C:	-5 °C
T _i (temperatura interior) en °C:	20 °C
Phi (humedad relativa interior) en %:	50 %
T _{si} (temperatura superficie interior):	13.5 °C
T _{dp} (temperatura de punto de rocío):	9.2 °C
No hay riesgo de condensación	

Uw = 0.82 W/m²K
0.815 W/m²K



Los cálculos están basados en la norma EN ISO 10077-1. El método de cálculo de la herramienta Caluwin Versión 3.134.46.3 ha sido verificado por IFI Posenberg de acuerdo a la Regula VVA/GS. Los datos de entrada no han sido verificados por IFI Posenberg y su correspondiente comprobación deben verificarse a través de documentos que certifiquen los valores de entrada. El usuario de Caluwin será responsable de la veracidad de los datos de entrada y de los resultados obtenidos.

Cálculos basados en sus regulativos y en la norma (EN ISO 10077-1). La responsabilidad se limita a la intención y la negligencia.
Exención de responsabilidad por daños directos e indirectos. Copyright Software Informatik GmbH 2013 - Caluwin
Cuando los componentes de la ventana (marco, vidrio, esqueletor, etc.) se cambian, Caluwin puede mostrar incorrectamente la influencia en el coeficiente de transferencia de calor. Sin embargo, los valores calculados no pueden reemplazar la certificación de un organismo notificado.
Caluwin 3.134.46.3

Fecha 22/8/2021
Hora 16:48:23

Proyecto Ventana 1.4*2.2
Tipo de ventana Doble batiente



El usuario es responsable del correcto redondeo de los valores de entrada U_F , U_g y P_{hi} conforme a la EN ISO 10077-1. Esta norma requiere el redondeo de los valores U_F y P_{hi} a dos decimales y el redondeo de los valores de U_g a un decimal.

Dimensiones exteriores:	
a =	1.400 m
b =	2.200 m
Vidrio:	
500 CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE P2 PLANITHERM XN P5 8 (16 argon) 4 (16 argon) 4	
Espaciador:	
Swisspacer Ultimate	
Marco:	
PVC	
Anchura del marco:	0.11 m
Detalles:	
Ag (área del acristalamiento):	2.119 m ²
Af (área del marco):	0.961 m ²
Aw (área de la ventana):	3.080 m ²
Fracción de marco:	31 %
Uf (marco):	0.800 W/m ² K
Ug (acristalamiento):	0.6 W/m ² K
Espesor de vidrio, e _{vi} :	6 + 4 mm
Vg:	0.032 W/mK
Profundidad acristalamiento en el marco (18mm mínimo)	
Longitud borde del vidrio:	10.060 m
Va:	0.00 W/mK
Longitud de los batientes :	0.000 m
Análisis de condensaciones	
Te (temperatura exterior) en °C:	-5 °C
Ti (temperatura interior) en °C:	20 °C
Phi (humedad relativa interior) en %:	50 %
Tai (temperatura superficie interior):	13.5 °C
Tdp (temperatura de punto de rocío):	9.2 °C
No hay riesgo de condensación	
Uw = 0.77 W/m²K	
0.766 W/m²K	



Los cálculos están basados en la norma EN ISO 10077-1. El método de cálculo de la herramienta Caluwin Versión 5.134.48.3 ha sido verificado por el Pertenente de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 10077-1. Los datos de entrada han sido verificados por el Pertenente y su correspondiente comprobación debe verificarse a través de documentos que certifiquen los valores de entrada. El usuario de Caluwin será responsable de la veracidad de los datos de entrada y de los resultados obtenidos.

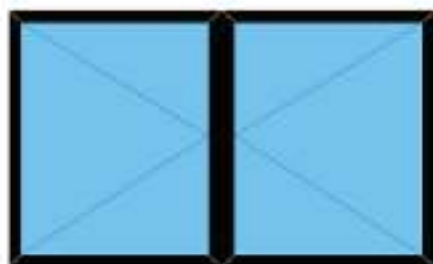
Cálculos basados en sus requisitos y en la norma (EN ISO 10077-1). La responsabilidad es limitada a la intención y la reglamentación. El usuario es responsable por datos incorrectos e inadecuados. Copyright Software Information GmbH 2013 - Caluwin. Cuando los componentes de la ventana (interior, vidrio exterior, marco) se cambian, Caluwin puede mostrar incorrectamente la influencia en el coeficiente de transferencia de calor. Sin embargo, los valores calculados no pueden reemplazar la certificación de un organismo notificado. Caluwin 5.134.48.3

CLIMALIT PLUS

Fecha 22/8/2021
Hora 16:40:38

CALUWIN

Proyecto Ventana 1.35*1.5
Tipo de ventana Doble batiente



El usuario es responsable del correcto redondeo de los valores de entrada Uf, Ug y Psi conforme a la EN ISO 10077-1. Esta norma requiere el redondeo de los valores Uf y Psi a dos decimales y el redondeo de los valores de Ug a un decimal.

Dimensiones exteriores:	
a =	1.350 m
b =	1.500 m
Vidrio:	
600 CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE P2 PLANITHERM XN PS 6 (16 argon) 4 (16 argon) 4	
Ejecutor:	
Swisspacer Ultimate	
Marco:	
PVC	
Anchura del marco:	0.11 m
Detalles:	
Ag (área del acristalamiento):	1.305 m²
Af (área del marco):	0.719 m²
Aw (área de la ventana):	2.025 m²
Fracción de marco:	36 %
Uf (marco):	0.800 W/m²K
Ug (acristalamiento):	0.6 W/m²K
Espesor de vidrio, est:	6 + 4 mm
Ug:	0.032 W/mK
Profundidad acristalamiento en el marco (18mm mínimo)	
Longitud borde del vidrio:	7.160 m
Ψe:	0.00 W/mK
Longitud de los batientes:	0.000 m
Análisis de condensaciones	
Ta (temperatura exterior) en °C:	-5 °C
Ti (temperatura interior) en °C:	20 °C
Phi (humedad relativa interior) en %:	50 %
Tsi (temperatura superficie interior):	13.5 °C
Tdp (temperatura de punto de rocío):	9.2 °C
No hay riesgo de condensación	

Uw = 0.78 W/m²K
0.784 W/m²K

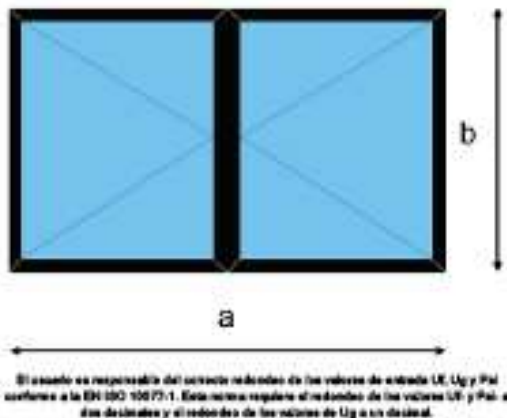


Los cálculos están basados en la norma EN ISO 10077-1. El método de cálculo de la herramienta Caluwin Versión 9.134.49.3 ha sido verificado por el Pesequibito de acuerdo a la Rgublr 191.050. Los datos de entrada no han sido verificados por el Pesequibito y su correspondiente comprobación deben verificarse a través de documentos que certifiquen los valores de entrada. El usuario de Caluwin será responsable de la veracidad de los datos de entrada y de los resultados obtenidos.

Cálculos basados en sus regulaciones y en la norma (EN ISO 10077-1). La responsabilidad es única a la intención y la negligencia.
Exclusión de responsabilidad por daños directos e indirectos. Copyright Swissair Informatic, GmH 2013 - Caluwin
Cuando los componentes de la ventana (interior, vidrio aislante, marco) se cambian, Caluwin puede mostrar correctamente la influencia en el coeficiente de transferencia de calor. Sin embargo, los valores calculados no pueden reemplazar la certificación de un organismo notificado.
Caluwin 9.134.49.3

Fecha 22/8/2021
Hora 17:04:01

Proyecto Ventana 2.8*2
Tipo de ventana Doble batiente



Dimensiones exteriores:	
a =	2.800 m
b =	2.000 m
Vidrio:	
SGO CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE F2 PLANITHERM XN FS 6 (16 argon) 4 (16 argon) 4	
Ejecutor:	
Swisspacer Ultimate	
Marco:	
PVC	
Anchura del marco:	0.11 m
Detalles:	
Ag (área del acristalamiento):	4.397 m²
Af (área del marco):	1.203 m²
Aw (área de la ventana):	5.600 m²
Fracción de marco:	21 %
Uf (marco):	0.600 W/m²K
Ug (acristalamiento):	0.6 W/m²K
Espesor de vidrio, e=:	6 + 4 mm
Wg:	0.032 W/mK
Profundidad acristalamiento en el marco (16mm mínimo)	
Longitud borde del vidrio:	12.080 m
Ψs:	0.00 W/mK
Longitud de los batientes:	0.000 m
Análisis de condensaciones:	
Ts (temperatura exterior) en °C:	-5 °C
Ti (temperatura interior) en °C:	20 °C
Phi (humedad relativa interior) en %:	50 %
Tsi (temperatura superficie interior):	13.5 °C
Tdp (temperatura de punto de rocío):	9.2 °C
No hay riesgo de condensación	
Uw = 0.71 W/m²K	
0.711 W/m²K	

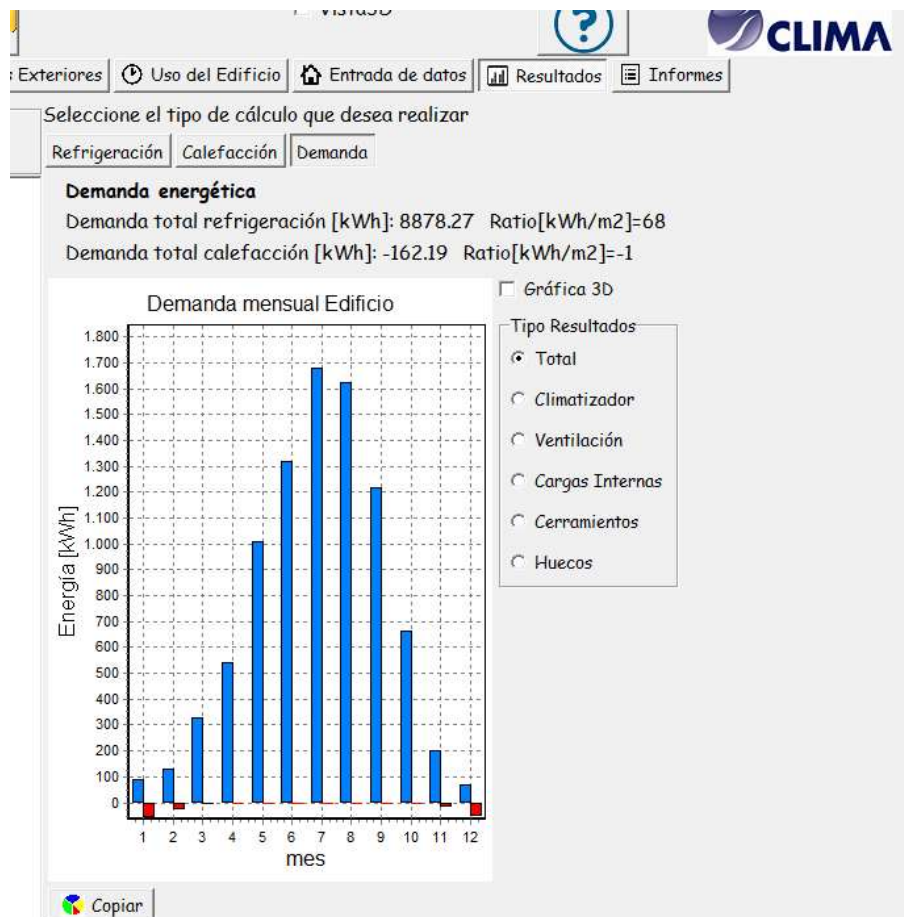


Los cálculos están basados en la norma EN ISO 10077-1. El método de cálculo de la herramienta Caluwin Versión 5.134.48.3 ha sido verificado por el P-Prüfungsinstitut de acuerdo a la R-Regelung WA-693. Los datos de entrada no han sido verificados por el P-Prüfungsinstitut y no correspondiente certificación deben verificarse a través de documentos que certifiquen los valores de entrada. El usuario de Caluwin será responsable de la veracidad de los datos de entrada y de los resultados obtenidos.

Una vez que se conocen los diferentes cerramientos a utilizar y la geometría de la vivienda, el siguiente paso es introducir todos los datos correctamente en un software informático que calcule las cargas térmicas que tiene la vivienda. En este caso, el software utilizado es el software CLIMA, de la marca Atecyr. Un software al que se le ha introducido datos tales como: localización, geometría de la vivienda, parámetros característicos de huecos y cerramientos y que ha dado como resultado la carga térmica de la vivienda. Este software informático ha realizado los cálculos de cargas térmicas de la vivienda y ha arrojado los siguientes resultados de esta:

Demanda total de refrigeración [kWh]: 8878.27; Ratio [kWh/m²] = 68.

Demanda total de calefacción [kWh]: 162.19; Ratio [kWh/m²] = 1.



A continuación, se muestra el informe completo generado por el programa CLIMA en el que se pueden ver todos los parámetros y resultados:

Informe Clima_V_2

**Proyecto: Vivienda Unifamiliar de consumo casi nulo
en la localidad de Bailén**



Localidad: Bailén (Jaén)

Autor: Francisco Jesús Anguita López

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para el modelado del edificio.

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar
Referencia	
Fecha	25/08/2021
Empresa	
Autor	
Localidad	
Dirección	
Normativa construcción	CTE(Después de 2013)

CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO PARA CARGAS TÉRMICAS

Ciudad	Jaén - Cerro de los Lirios (5270B)
Altitud[m]	580.00
Latitud[°]	37.78
Temperatura terreno[°C]	5.00
Temperatura exterior máxima[°C]	35.20
Humedad relativa coincidente	32.45
Temperatura exterior mínima[°C]	2.80
Humedad relativa coincidente calefacción	74.60
Oscilación media anual[°C]	35.10
Oscilación media diaria[°C]	16.00
Oscilación media diaria invierno[°C]	0.50

CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO PARA SIMULACIÓN ENERGÉTICA

Fichero de datos climatológicos para cálculo de demanda	bin\jaen.bin
---	--------------

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Superficie acondicionada [m ²]	131
Volumen aire acondicionado [m ³]	355
Superficie no acondicionada [m ²]	85

Zonas de ventilación

Nombre	Locales	Tipo de ventilación	Temp Verano [°C]	Temp Invierno [°C]	Tipo de recuperador	Rendimiento	Rend. humect.
Zona ventilación	P1_E1	Directa local	-	-	Sin recuperador	-	-
	P1_E2						
	P2_E1						
	P2_E2						
	P2_E3						
	P2_E4						
	P2_E5						
	P2_E6						
	P3_E1						

	P3_E2						
	P3_E3						
	P3_E4						
	P3_E5						
	P3_E6						
	P3_E7						
	P3_E8						

Zonas de demanda

Nombre	Locales
Zona_dem_1	P1_E1 P1_E2 P2_E1 P2_E2 P2_E3 P2_E4 P2_E5 P2_E6 P3_E1 P3_E2 P3_E3 P3_E4 P3_E5 P3_E6 P3_E7 P3_E8

Locales

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Volumen [m³]	Actividad	Número de personas
P1_E1	No Acondicionado	4.20	8.82	-	-
P1_E2	No Acondicionado	80.51	169.07	-	-
P2_E1	Acondicionado	7.31	19.74	Residencial__P2_E1	0
P2_E2	Acondicionado	11.07	29.89	Residencial__P2_E2	0
P2_E3	Acondicionado	20.74	56.00	Residencial__P2_E3	1
P2_E4	Acondicionado	11.85	32.00	Residencial__P2_E4	0
P2_E5	Acondicionado	3.46	9.34	Residencial__P2_E5	0
P2_E6	Acondicionado	7.24	19.55	Residencial__P2_E6	0
P3_E1	Acondicionado	11.26	30.40	Residencial__P3_E1	0
P3_E2	Acondicionado	11.26	30.40	Residencial__P3_E2	0
P3_E3	Acondicionado	5.22	14.09	Residencial__P3_E3	0

P3_E4	Acondicionado	12.71	34.32	Residencial__P3_E4	1
P3_E5	Acondicionado	12.02	32.45	Residencial__P3_E5	0
P3_E6	Acondicionado	7.63	20.60	Residencial__P3_E6	0
P3_E7	Acondicionado	4.47	12.07	Residencial__P3_E7	0
P3_E8	Acondicionado	5.24	14.15	Residencial__P3_E8	0

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Tipo	Local	Superficie [m²]	Orientación	Composición	Transmitancia [W/ m²K]	Peso[Kg/m²]
Muro_Interior	P1_E1	3.68	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P1_E1	5.04	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P1_E1	3.68	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P1_E1	5.04	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Suelo_Terreno	P1_E1	4.20	-	Suelo Cochera	0.31	1012.50
Techo_Interior	P1_E1	4.20	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Muro_Exterior	P1_E2	1.58	Norte	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Exterior	P1_E2	5.88	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Otro	P1_E2	22.47	-	Medianería	0.17	501.30
Muro_Otro	P1_E2	16.80	-	Medianería	0.17	501.30
Muro_Otro	P1_E2	23.31	-	Medianería	0.17	501.30
Muro_Exterior	P1_E2	5.46	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Exterior	P1_E2	2.41	Sur	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Exterior	P1_E2	0.42	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Interior	P1_E2	3.68	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P1_E2	5.04	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P1_E2	3.68	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P1_E2	1.58	Norte	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Exterior	P1_E2	1.58	Sur	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Suelo_Terreno	P1_E2	80.49	-	Suelo Cochera	0.31	1012.50
Techo_Otro	P1_E2	2.34	-	Suelo Exterior baldosa	0.31	800.02

Techo_Exterior	P1_E2	24.64	Horizontal	Suelo Exterior baldosa	0.31	800.02
Techo_Interior	P1_E2	10.28	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P1_E2	20.74	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P1_E2	11.84	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P1_E2	3.46	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P1_E2	7.20	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Muro_Exterior	P2_E1	0.70	Sur	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Interior	P2_E1	7.53	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E1	6.48	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E1	5.40	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P2_E1	2.83	Norte	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Exterior	P2_E1	6.48	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Suelo_Otro	P2_E1	3.12	-	Suelo Exterior bajo construcción	0.31	748.27
Suelo_Interior	P2_E1	4.20	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E1	7.02	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Muro_Interior	P2_E2	7.56	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E2	3.16	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E2	7.51	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P2_E2	7.56	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Otro	P2_E2	10.66	-	Medianería	0.17	501.30
Suelo_Interior	P2_E2	10.28	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E2	11.06	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Muro_Interior	P2_E3	7.56	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P2_E3	10.67	Sur	Medianería	0.17	501.30
Muro_Exterior	P2_E3	14.18	Este	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Interior	P2_E3	10.67	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E3	6.61	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Interior	P2_E3	20.74	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E3	11.26	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E3	5.22	-	Forjado Interior	0.16	748.82

Techo_Interior	P2_E3	1.84	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E3	2.40	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Muro_Exterior	P2_E4	7.43	Este	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Exterior	P2_E4	12.56	Norte	Medianería	0.17	501.30
Muro_Interior	P2_E4	3.78	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E4	1.89	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E4	3.65	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E4	10.67	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Interior	P2_E4	11.84	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E4	10.86	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Muro_Exterior	P2_E5	3.78	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Interior	P2_E5	6.67	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E5	3.78	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P2_E5	6.67	Norte	Medianería	0.17	501.30
Suelo_Interior	P2_E5	3.46	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E5	3.46	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Muro_Interior	P2_E6	5.40	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E6	6.48	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E6	3.16	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E6	6.61	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E6	3.65	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E6	1.89	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P2_E6	6.67	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P2_E6	3.78	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Suelo_Interior	P2_E6	7.20	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E6	4.50	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Interior	P2_E6	2.06	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Muro_Interior	P3_E1	2.43	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E1	8.24	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P3_E1	7.69	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05

Muro_Exterior	P3_E1	10.66	Sur	Medianería	0.17	501.30
Muro_Interior	P3_E1	7.69	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Interior	P3_E1	11.06	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Exterior	P3_E1	11.26	Horizontal	Cubierta Exterior	0.16	942.42
Muro_Interior	P3_E2	2.84	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E2	7.69	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P3_E2	10.67	Sur	Medianería	0.17	501.30
Muro_Exterior	P3_E2	7.69	Este	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Interior	P3_E2	7.83	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Interior	P3_E2	11.26	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Exterior	P3_E2	11.26	Horizontal	Cubierta Exterior	0.16	942.42
Muro_Exterior	P3_E3	4.86	Este	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Interior	P3_E3	7.83	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E3	4.86	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E3	7.83	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Interior	P3_E3	5.22	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Exterior	P3_E3	5.22	Horizontal	Cubierta Exterior	0.16	942.42
Muro_Exterior	P3_E4	4.45	Este	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Interior	P3_E4	4.59	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P3_E4	10.67	Norte	Medianería	0.17	501.30
Muro_Interior	P3_E4	7.69	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P3_E4	2.84	Sur	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P3_E4	0.03	Oeste	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E4	1.32	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E4	7.83	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Interior	P3_E4	1.84	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Suelo_Interior	P3_E4	10.86	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Exterior	P3_E4	12.71	Horizontal	Cubierta Exterior	0.16	942.42
Muro_Exterior	P3_E5	11.39	Norte	Medianería	0.17	501.30
Muro_Exterior	P3_E5	7.69	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05

Muro_Interior	P3_E5	8.96	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P3_E5	2.43	Sur	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E5	7.69	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Exterior	P3_E5	2.94	Horizontal	Suelo Exterior bajo construcción	0.31	748.27
Suelo_Interior	P3_E5	3.46	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Suelo_Interior	P3_E5	4.50	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Exterior	P3_E5	12.03	Horizontal	Cubierta Exterior	0.16	942.42
Muro_Exterior	P3_E6	6.21	Oeste	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Exterior	P3_E6	0.70	Sur	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Interior	P3_E6	8.26	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E6	6.18	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P3_E6	0.03	Este	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E6	8.96	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Interior	P3_E6	7.02	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Exterior	P3_E6	7.64	Horizontal	Cubierta Exterior	0.16	942.42
Muro_Interior	P3_E7	2.84	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E7	4.86	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E7	1.32	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Exterior	P3_E7	5.27	Norte	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E7	6.18	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Muro_Interior	P3_E7	2.43	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Interior	P3_E7	2.40	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Suelo_Interior	P3_E7	2.06	-	Forjado Interior	0.16	748.82
Techo_Exterior	P3_E7	4.47	Horizontal	Cubierta Exterior	0.16	942.42
Muro_Exterior	P3_E8	8.32	Sur	Muro Exterior Proyecto	0.17	781.05
Muro_Exterior	P3_E8	4.59	Este	Medianería	0.17	501.30
Muro_Exterior	P3_E8	8.32	Norte	Medianería	0.17	501.30
Muro_Interior	P3_E8	4.59	-	Muro Interior Proyecto	0.32	18.90
Suelo_Exterior	P3_E8	5.24	Horizontal	Suelo Exterior bajo construcción	0.31	748.27
Techo_Exterior	P3_E8	5.24	Horizontal	Cubierta Exterior	0.16	942.42

Huecos y lucernarios

Tipo	Local	Superficie [m²]	Orientación	Composición	Transmitancia [W/ m²K]	Factor Solar
Ventana_Exterior	P1_E1	0.49	Oeste	Prop. usuario	0.93	0.33
Ventana_Exterior	P2_E2	2.03	Oeste	Prop. usuario	0.78	0.33
Ventana_Exterior	P2_E3	2.10	Este	Prop. usuario	0.71	0.33
Ventana_Exterior	P2_E3	3.08	Este	Prop. usuario	0.71	0.33
Ventana_Exterior	P2_E4	1.68	Este	Prop. usuario	0.76	0.33
Ventana_Exterior	P2_E5	0.42	Oeste	Prop. usuario	0.93	0.33
Ventana_Exterior	P2_E6	1.89	Oeste	Prop. usuario	1.10	0.33
Ventana_Exterior	P3_E1	3.08	Oeste	Prop. usuario	0.77	0.45
Ventana_Exterior	P3_E2	2.02	Este	HuecoRef	2.50	0.45
Ventana_Exterior	P3_E3	0.42	Este	Prop. usuario	0.93	0.33
Ventana_Exterior	P3_E4	2.05	Este	Prop. usuario	0.81	0.33
Ventana_Exterior	P3_E5	2.03	Oeste	Prop. usuario	0.78	0.33
Ventana_Exterior	P3_E6	0.77	Oeste	Prop. usuario	0.79	0.33
Ventana_Exterior	P3_E8	0.42	Sur	Prop. usuario	0.93	0.33
Puerta_Exterior	P1_E2	4.90	Oeste	Prop. usuario	1.00	0.45

ACTIVIDADES, DISTRIBUCIONES Y COMPOSICIONES

Actividades

Nombre	m²/pers	Numero personas	Distribución personas	Actividad	Pot. sen. [W/pers]	Pot. lat. [W/pers]
Residencial__P2_E1	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P2_E2	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P2_E3	25.00	1	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P2_E4	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P2_E5	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P2_E6	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P3_E1	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P3_E2	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P3_E3	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00

Residencial__P3_E4	25.00	1	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P3_E5	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P3_E6	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P3_E7	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00
Residencial__P3_E8	25.00	0	Residencial_personas	Sentado trabajo ligero	82.00	62.00

Nombre	Pot. luces [W/m²]	Tipo luces	Distribución luces	Pot. sensible equipos [W/m²]	Pot. latente equipos [W/m²]	Distribución equipos
Residencial__P2_E1	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P2_E2	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P2_E3	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P2_E4	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P2_E5	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P2_E6	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P3_E1	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P3_E2	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P3_E3	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P3_E4	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P3_E5	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P3_E6	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P3_E7	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos
Residencial__P3_E8	7.00	Incandescente	Residencial_luces	5.00	0.00	Residencial_equipos

Nombre	Ventilación [m³/h.persona]	Distribución ventilación
Residencial__P2_E1	18.00	Residencial_personas
Residencial__P2_E2	18.00	Residencial_personas
Residencial__P2_E3	18.00	Residencial_personas
Residencial__P2_E4	18.00	Residencial_personas
Residencial__P2_E5	18.00	Residencial_personas
Residencial__P2_E6	18.00	Residencial_personas

Residencial__P3_E1	18.00	Residencial_personas
Residencial__P3_E2	18.00	Residencial_personas
Residencial__P3_E3	18.00	Residencial_personas
Residencial__P3_E4	18.00	Residencial_personas
Residencial__P3_E5	18.00	Residencial_personas
Residencial__P3_E6	18.00	Residencial_personas
Residencial__P3_E7	18.00	Residencial_personas
Residencial__P3_E8	18.00	Residencial_personas

Distribuciones

Nombre	Valores horarios
Residencial_personas	Hora 0: 100.000 Hora 1: 100.000 Hora 2: 100.000 Hora 3: 100.000 Hora 4: 100.000 Hora 5: 100.000 Hora 6: 100.000 Hora 7: 100.000 Hora 8: 100.000 Hora 9: 100.000 Hora 10: 100.000 Hora 11: 100.000 Hora 12: 100.000 Hora 13: 100.000 Hora 14: 100.000 Hora 15: 100.000 Hora 16: 100.000 Hora 17: 100.000 Hora 18: 100.000 Hora 19: 100.000 Hora 20: 100.000 Hora 21: 100.000 Hora 22: 100.000 Hora 23: 100.000
Residencial_luces	Hora 0: 0.000 Hora 1: 0.000 Hora 2: 0.000 Hora 3: 0.000 Hora 4: 0.000 Hora 5: 0.000 Hora 6: 0.000 Hora 7: 50.000 Hora 8: 100.000 Hora 9: 100.000

	Hora 10: 10.000 Hora 11: 10.000 Hora 12: 10.000 Hora 13: 10.000 Hora 14: 10.000 Hora 15: 10.000 Hora 16: 10.000 Hora 17: 10.000 Hora 18: 10.000 Hora 19: 50.000 Hora 20: 100.000 Hora 21: 100.000 Hora 22: 100.000 Hora 23: 50.000
Residencial_equipos	Hora 0: 0.000 Hora 1: 0.000 Hora 2: 0.000 Hora 3: 0.000 Hora 4: 0.000 Hora 5: 0.000 Hora 6: 0.000 Hora 7: 50.000 Hora 8: 100.000 Hora 9: 100.000 Hora 10: 100.000 Hora 11: 100.000 Hora 12: 100.000 Hora 13: 100.000 Hora 14: 100.000 Hora 15: 100.000 Hora 16: 100.000 Hora 17: 100.000 Hora 18: 100.000 Hora 19: 100.000 Hora 20: 100.000 Hora 21: 100.000 Hora 22: 100.000 Hora 23: 100.000

Composiciones cerramientos

Nombre	Capas	Transmitancia [W/m²K]	Peso [kg/m²]	He [W/m²K]	Hi [W/m²K]
Muro Interior Proyecto	Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm)	0.32	18.900	25.00	7.69

Muro Exterior Proyecto	Hormigón armado 2300 < d < 2500 (12.0cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Hormigón armado 2300 < d < 2500 (20.0cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm)	0.17	781.050	25.00	7.69
Suelo Cochera	Hormigón celular curado en autoclave d 300 (20.0cm) Arena y grava [1700 < d < 2200] (5.0cm) Tierra vegetal [d < 2050] (44.0cm)	0.31	1012.500	25.00	7.69
Forjado Interior	Frondosa muy ligera 200 < d < 435 (2.0cm) Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750 (1.5cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Hormigón armado 2300 < d < 2500 (30.0cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm)	0.16	748.825	25.00	7.69
Medianería	Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Hormigón armado 2300 < d < 2500 (20.0cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm)	0.17	501.300	25.00	7.69
Suelo Exterior baldosa	Plaqueta o baldosa cerámica (3.0cm) Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750 (1.5cm) Hormigón armado 2300 < d < 2500 (30.0cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm)	0.31	800.025	25.00	7.69
Suelo Exterior bajo construcción	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750	0.31	748.275	25.00	7.69

	(1.5cm) Hormigón armado 2300 < d < 2500 (30.0cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm) Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm)				
Cubierta Exterior	Tierra vegetal [d < 2050] (10.0cm) Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750 (1.5cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Hormigón armado 2300 < d < 2500 (30.0cm) EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (8.0cm) Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600 (1.5cm)	0.16	942.425	25.00	7.69

Composiciones huecos

Nombre	Transmitancia [W/m²K]	Factor solar	Vidrio	Marco	Fracción marco
Ventana_Exterior	0.93	0.33	-	-	-
Ventana_Exterior	0.78	0.33	-	-	-
Ventana_Exterior	0.71	0.33	-	-	-
Ventana_Exterior	0.76	0.33	-	-	-
Ventana_Exterior	1.10	0.33	-	-	-
Ventana_Exterior	0.77	0.45	-	-	-
Ventana_Exterior	0.81	0.33	-	-	-
Ventana_Exterior	0.79	0.33	-	-	-
Puerta_Exterior	1.00	0.45	-	-	-
HuecoRef	2.50	0.450	VidrioDoble	marco	10.00

CÁLCULOS DE CARGAS TÉRMICAS

Resumen de cargas térmicas en refrigeración

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 9; Mes: Julio	4.07	3.60	31	94.67	-	-	-
Zona_dem_1	Hora: 9; Mes: Julio	4.07	3.60	31	94.67	-	-	-
P2_E1	Hora: 9; Mes: Julio	0.15	0.12	20	5.26	-	-	-
P2_E2	Hora: 9; Mes: Julio	0.28	0.24	25	7.97	-	-	-
P2_E3	Hora: 9; Mes: Julio	0.78	0.71	38	14.93	-	-	-
P2_E4	Hora: 9; Mes: Julio	0.41	0.36	34	8.53	-	-	-
P2_E5	Hora: 9; Mes: Julio	0.09	0.07	25	2.49	-	-	-
P2_E6	Hora: 15; Mes: Julio	0.34	0.31	46	5.21	-	-	-
P3_E1	Hora: 15; Mes: Julio	0.67	0.63	59	8.11	-	-	-
P3_E2	Hora: 9; Mes: Julio	0.53	0.49	47	8.11	-	-	-
P3_E3	Hora: 9; Mes: Julio	0.15	0.13	29	3.76	-	-	-
P3_E4	Hora: 9; Mes: Julio	0.34	0.29	26	9.15	-	-	-

P3_E5	Hora: 15; Mes: Julio	0.45	0.41	38	8.65	-	-	-
P3_E6	Hora: 15; Mes: Julio	0.22	0.19	29	5.49	-	-	-
P3_E7	Hora: 13; Mes: Julio	0.10	0.08	22	3.22	-	-	-
P3_E8	Hora: 9; Mes: Agosto	0.15	0.13	28	3.77	-	-	-

Resumen de cargas térmicas en calefacción

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m²]	Ventilación [m³/hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m³/hora]
Edificio	Hora: 5; Mes: Febrero	-1.94	-1.70	-15	94.67	-	-	-
Zona_dem_1	Hora: 5; Mes: Febrero	-1.94	-1.70	-15	94.67	-	-	-
P2_E1	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.07	-0.06	-10	5.26	-	-	-
P2_E2	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.12	-0.10	-11	7.97	-	-	-
P2_E3	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.26	-0.22	-13	14.93	-	-	-
P2_E4	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.15	-0.13	-12	8.53	-	-	-
P2_E5	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.05	-0.05	-16	2.49	-	-	-
P2_E6	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.09	-0.08	-13	5.21	-	-	-

P3_E1	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.19	-0.17	-17	8.11	-	-	-
P3_E2	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.24	-0.22	-21	8.11	-	-	-
P3_E3	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.07	-0.06	-12	3.76	-	-	-
P3_E4	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.20	-0.17	-15	9.15	-	-	-
P3_E5	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.21	-0.19	-17	8.65	-	-	-
P3_E6	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.10	-0.08	-13	5.49	-	-	-
P3_E7	Hora: 6; Mes: Febrero	-0.07	-0.06	-16	3.22	-	-	-
P3_E8	Hora: 5; Mes: Febrero	-0.13	-0.12	-24	3.77	-	-	-

CÁLCULOS DETALLADOS POR ELEMENTO

Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

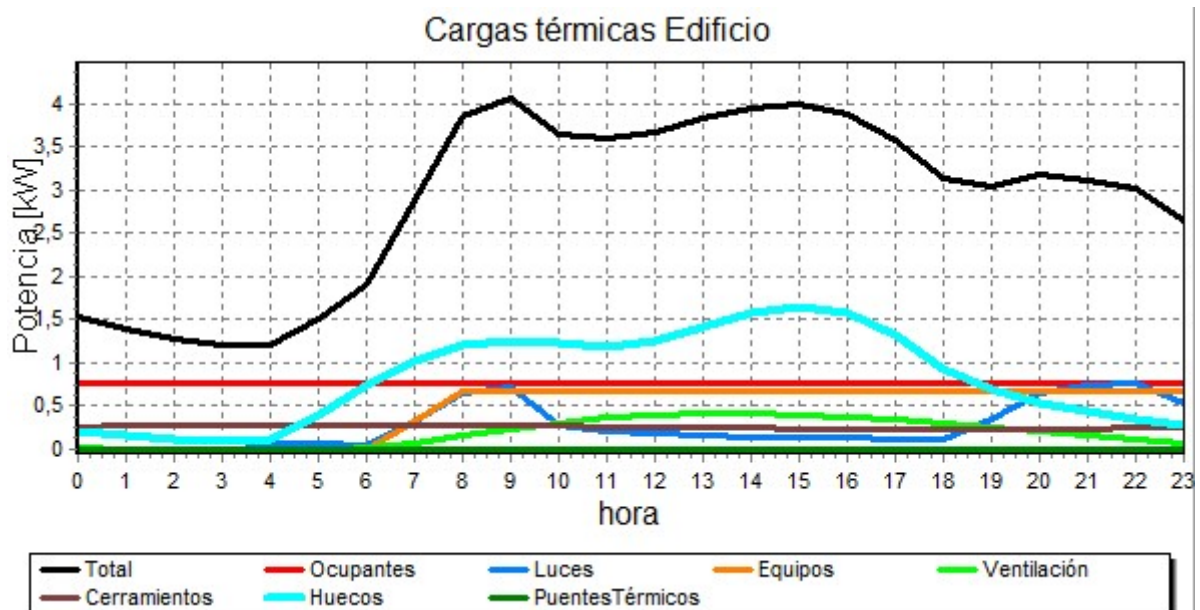
Datos del proyecto

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
131.48	355.00	1	3
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
1	0.92 ; 7.00	0.66 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
28.58	47.00	94.67	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	4.07	3.60
Ratio [W/m ²]	30.98	27.38
Ocupantes[kW]	0.76	0.43
Luces[kW]	0.72	0.72
Equipos[kW]	0.66	0.66
Ventilación[kW]	0.23	0.10
Cerramientos[kW]	0.26	0.26
Huecos[kW]	1.25	1.25
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.19	0.17

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: Proyecto

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

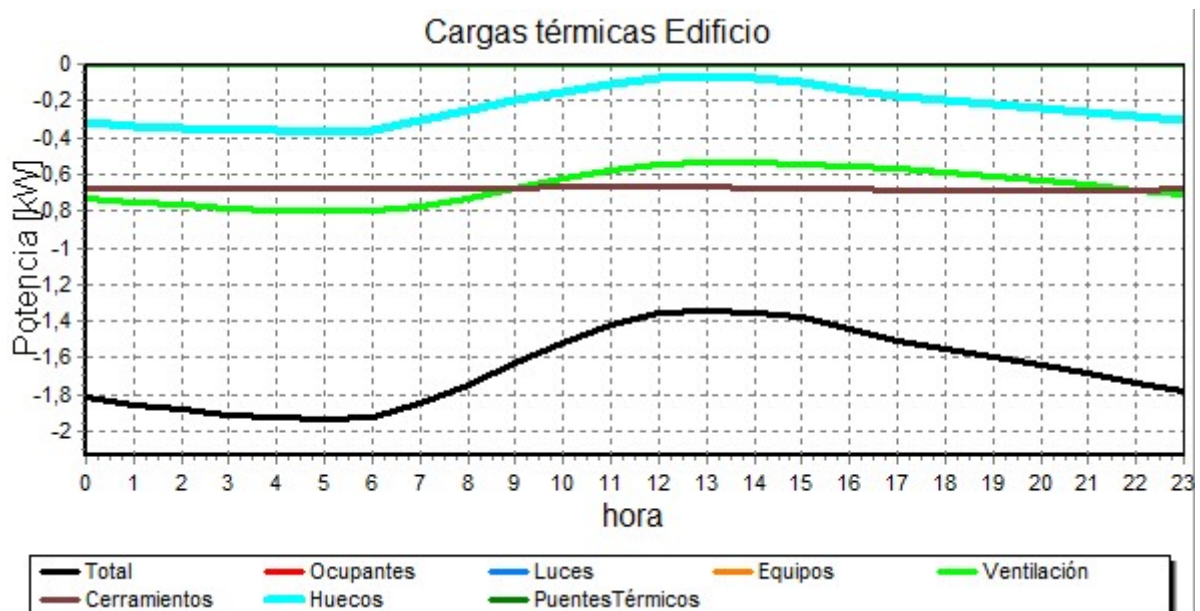
Datos del proyecto

Supecie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
131.48	355.00	1	3
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
2.82	74.48	94.67	1

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-1.94	-1.70
Ratio [W/m ²]	-14.73	-12.91
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.80	-0.57
Cerramientos[kW]	-0.68	-0.68
Huecos[kW]	-0.37	-0.37
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.09	-0.08

Gráfico de cargas del elemento

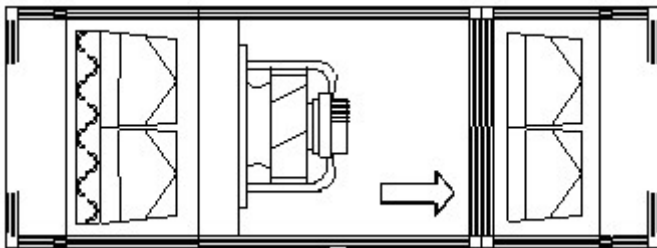


Elemento: Zona_ventilación

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Supecie [m ²]	Volumen [m ³]
Directa local	131.48	355.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
28.58	47.00	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sin recuperador	-	-



Resultados

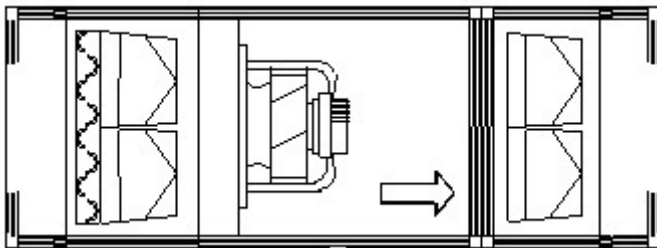
	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	0.00	0.00
Caudal impulsión [m ³ /h]	-	
Caudal ventilación [m ³ /h]	94.67	

Elemento: Zona_ventilación

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

Datos de la zona ventilación

Tipo de ventilación	Supecie [m ²]	Volumen [m ³]
Directa local	131.48	355.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. impulsión [°C]
2.82	74.48	-
Tipo recuperador	Rendimiento	Rendimiento Humectador
Sin recuperador	-	-



Resultados

	Total	Sensible
Potencia del climatizador[kW]	0.00	0.00
Caudal impulsión [m ³ /h]	-	
Caudal ventilación [m ³ /h]	94.67	

Elemento: Zona_dem_1

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

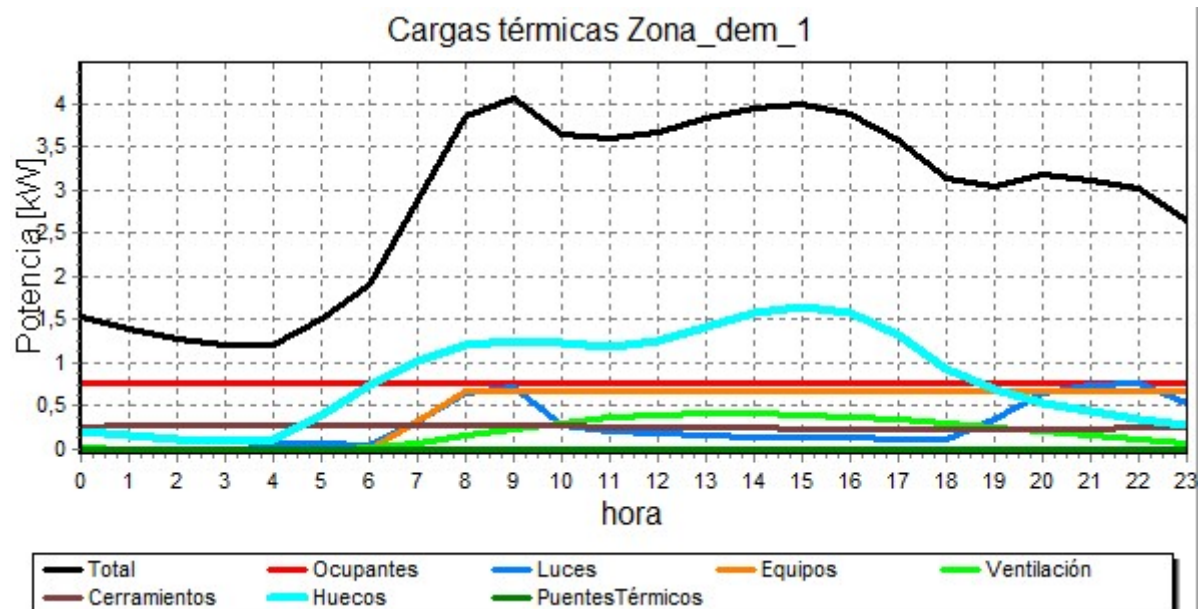
Datos de la zona

Supecie [m ²]	Volumen [m ³]	Num. personas
131.48	355.00	1
Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0.92 ; 7.00	0.66 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	94.67

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	4.07	3.60
Ratio [W/m ²]	30.98	27.38
Ocupantes[kW]	0.76	0.43
Luces[kW]	0.72	0.72
Equipos[kW]	0.66	0.66
Ventilación[kW]	0.23	0.10
Cerramientos[kW]	0.26	0.26
Huecos[kW]	1.25	1.25
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.19	0.17

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: Zona_dem_1

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

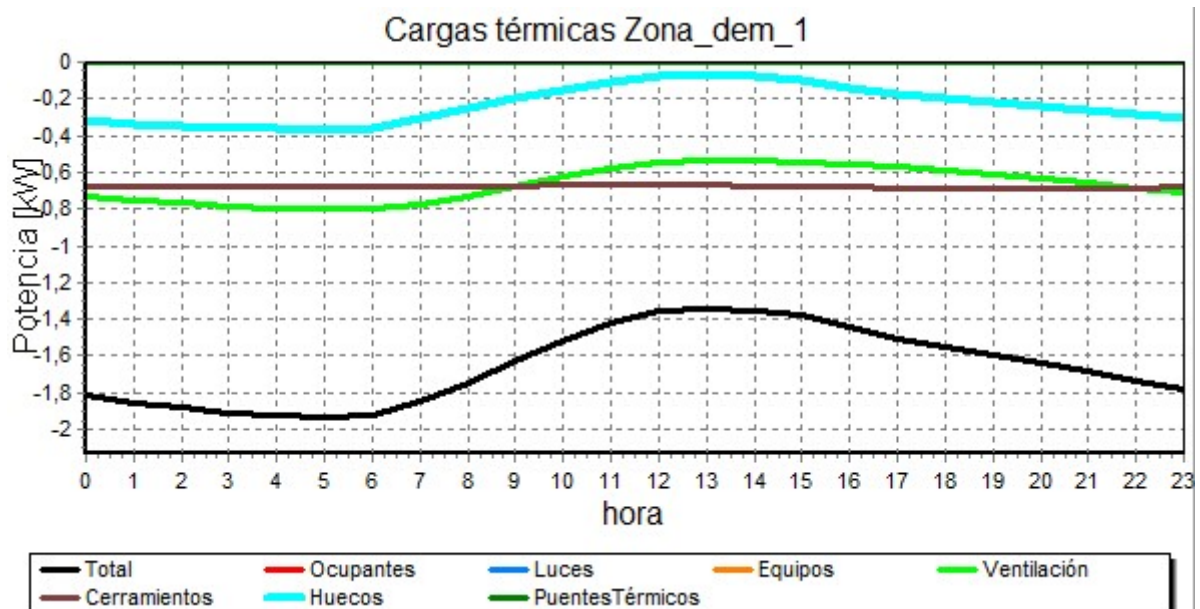
Datos de la zona

Supecie [m ²]	Volumen [m ³]	Num. personas
131.48	355.00	0
Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	94.67

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-1.94	-1.70
Ratio [W/m ²]	-14.73	-12.91
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.80	-0.57
Cerramientos[kW]	-0.68	-0.68
Huecos[kW]	-0.37	-0.37
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.09	-0.08

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E1

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

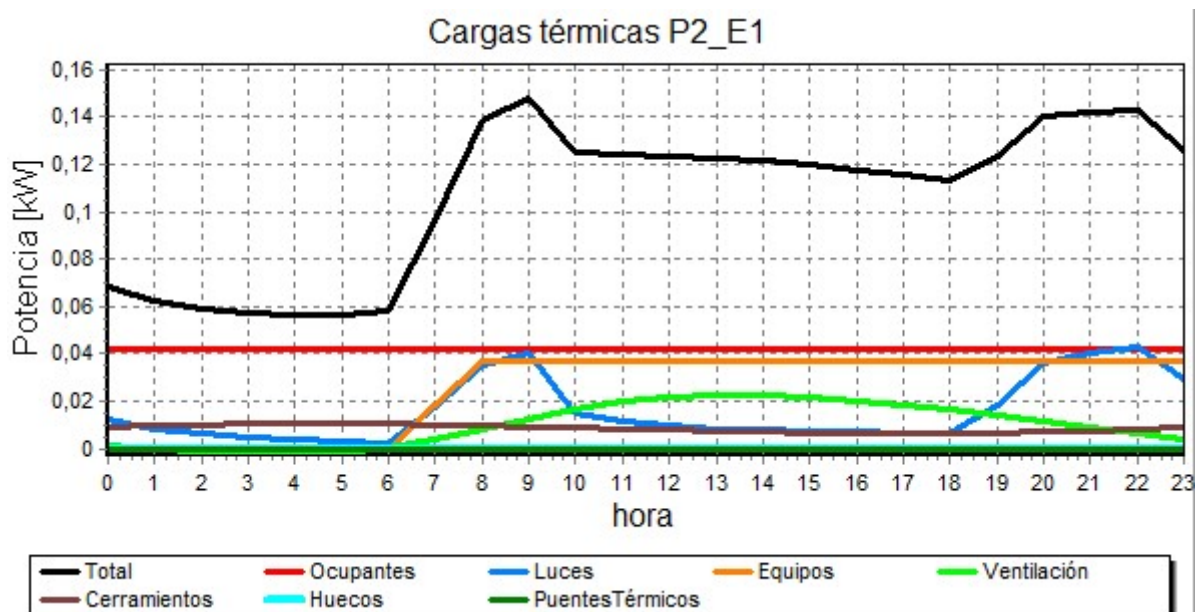
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
7.31	19.74	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.05 ; 7.00	0.04 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	25.00	50.00	5.26

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.15	0.12
Ratio [W/m2]	20.19	16.59
Ocupantes[kW]	0.04	0.02
Luces[kW]	0.04	0.04
Equipos[kW]	0.04	0.04
Ventilación[kW]	0.01	0.01
Cerramientos[kW]	0.01	0.01
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.01	0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E2

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

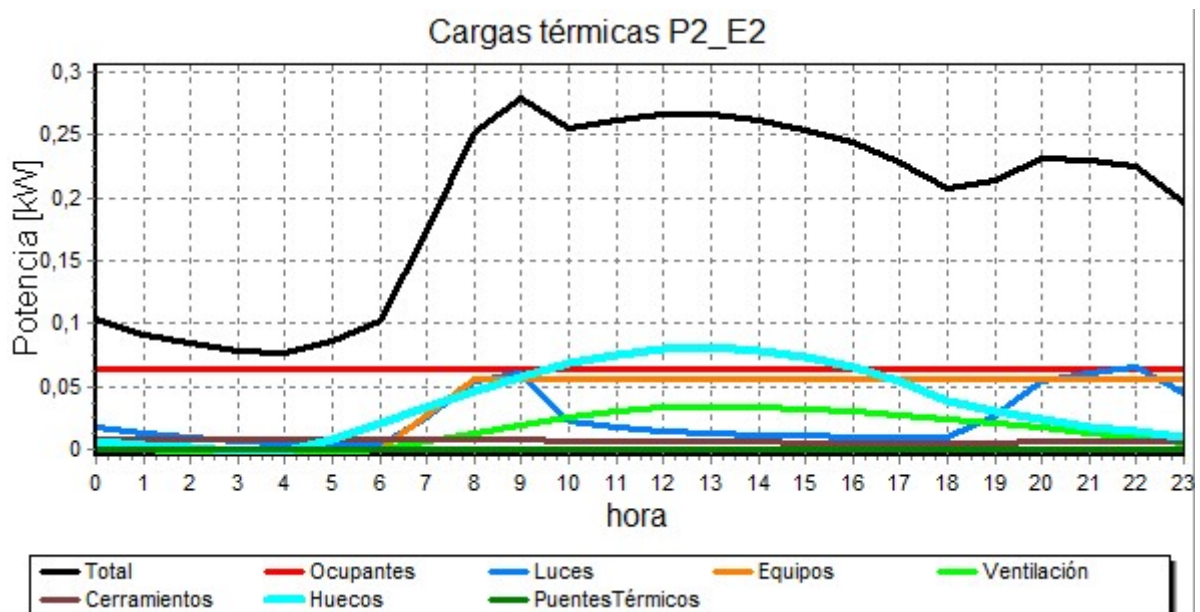
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.07	29.89	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.08 ; 7.00	0.06 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	25.00	50.00	7.97

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.28	0.24
Ratio [W/m ²]	25.13	21.53
Ocupantes[kW]	0.06	0.04
Luces[kW]	0.06	0.06
Equipos[kW]	0.06	0.06
Ventilación[kW]	0.02	0.01
Cerramientos[kW]	0.01	0.01
Huecos[kW]	0.06	0.06
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.01	0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E3

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

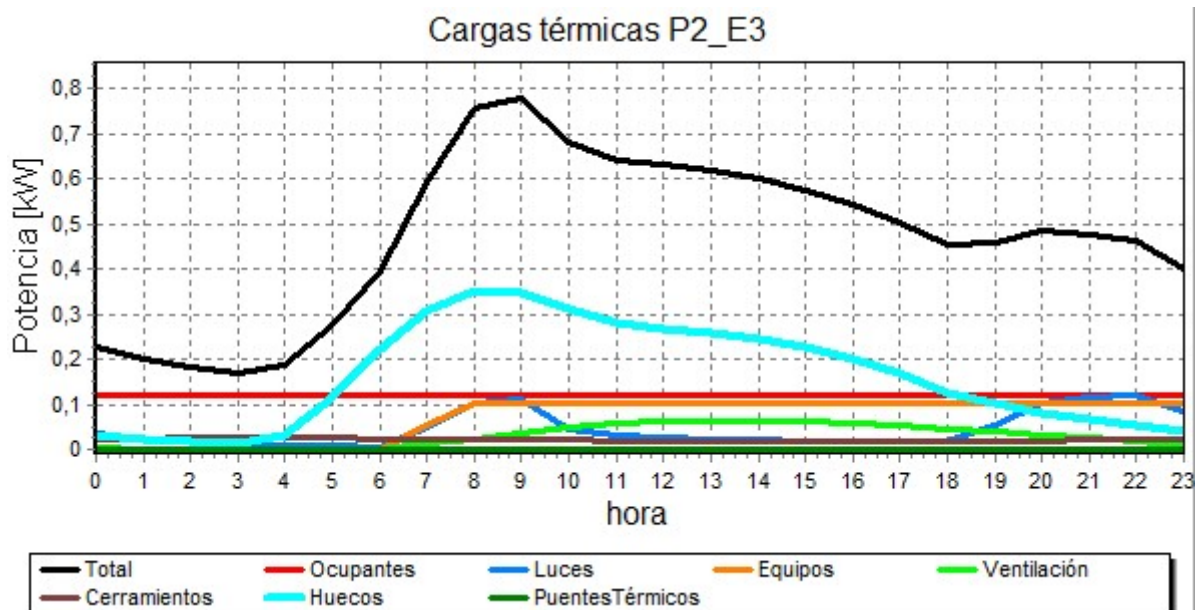
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
20.74	56.00	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
1	Incandescente	0.15 ; 7.00	0.10 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	25.00	50.00	14.93

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.78	0.71
Ratio [W/m ²]	37.60	34.00
Ocupantes[kW]	0.12	0.07
Luces[kW]	0.11	0.11
Equipos[kW]	0.10	0.10
Ventilación[kW]	0.04	0.02
Cerramientos[kW]	0.02	0.02
Huecos[kW]	0.35	0.35
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.04	0.03

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E4

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

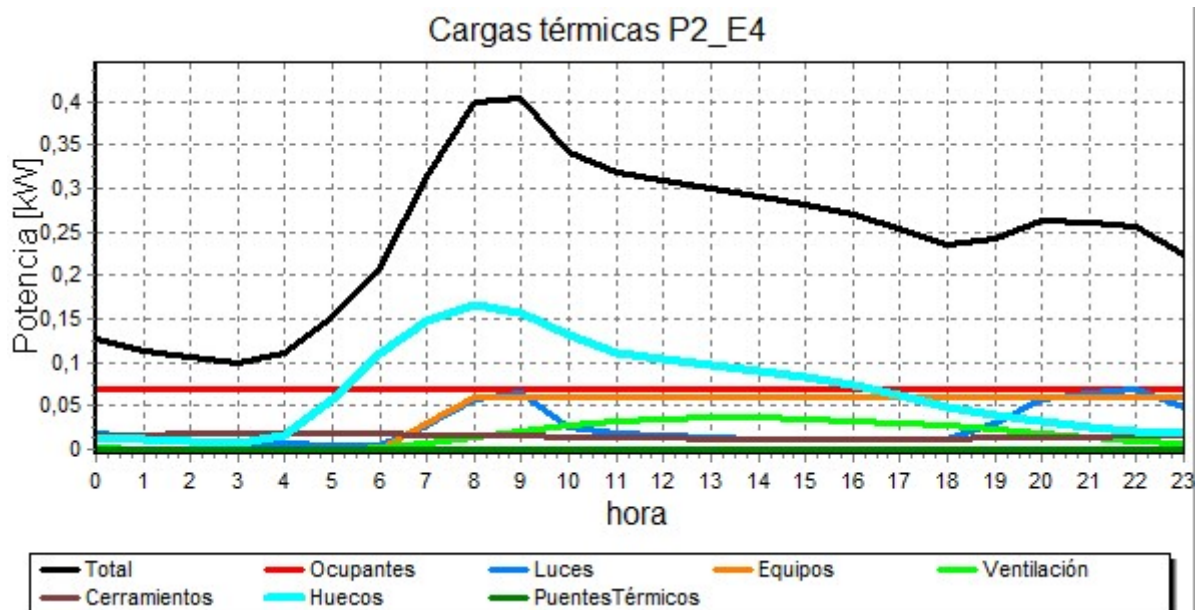
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.85	32.00	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.08 ; 7.00	0.06 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	25.00	50.00	8.53

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.41	0.36
Ratio [W/m ²]	34.19	30.60
Ocupantes[kW]	0.07	0.04
Luces[kW]	0.06	0.06
Equipos[kW]	0.06	0.06
Ventilación[kW]	0.02	0.01
Cerramientos[kW]	0.02	0.02
Huecos[kW]	0.16	0.16
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.02	0.02

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E5

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

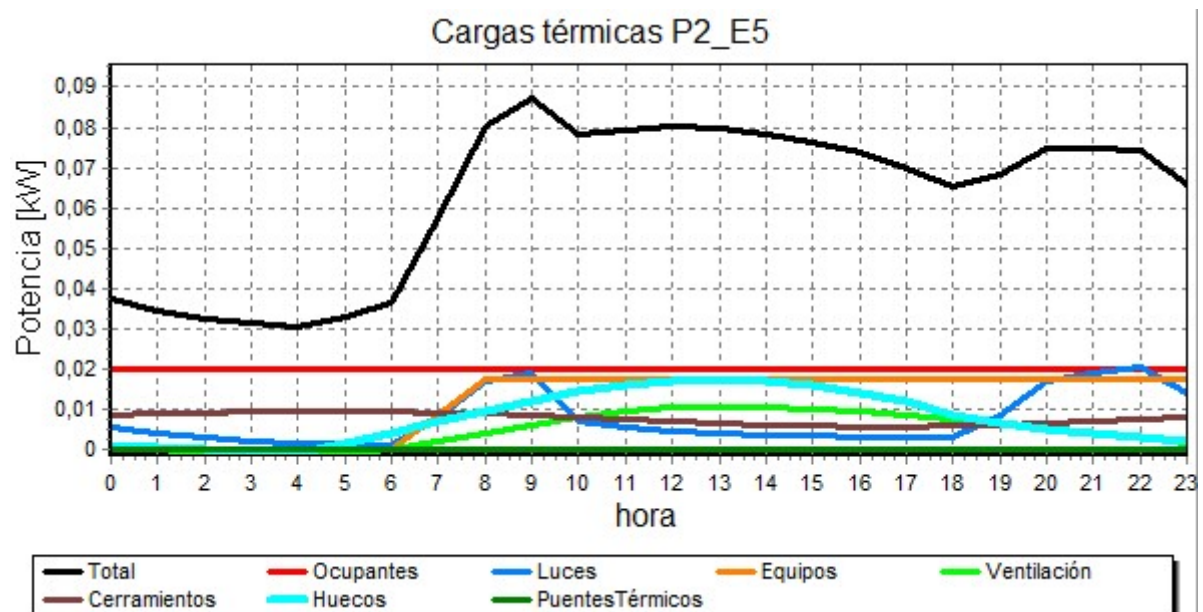
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
3.46	9.34	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.02 ; 7.00	0.02 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	25.00	50.00	2.49

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.09	0.07
Ratio [W/m2]	25.15	21.55
Ocupantes[kW]	0.02	0.01
Luces[kW]	0.02	0.02
Equipos[kW]	0.02	0.02
Ventilación[kW]	0.01	0.00
Cerramientos[kW]	0.01	0.01
Huecos[kW]	0.01	0.01
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.00	0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E6

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 15.

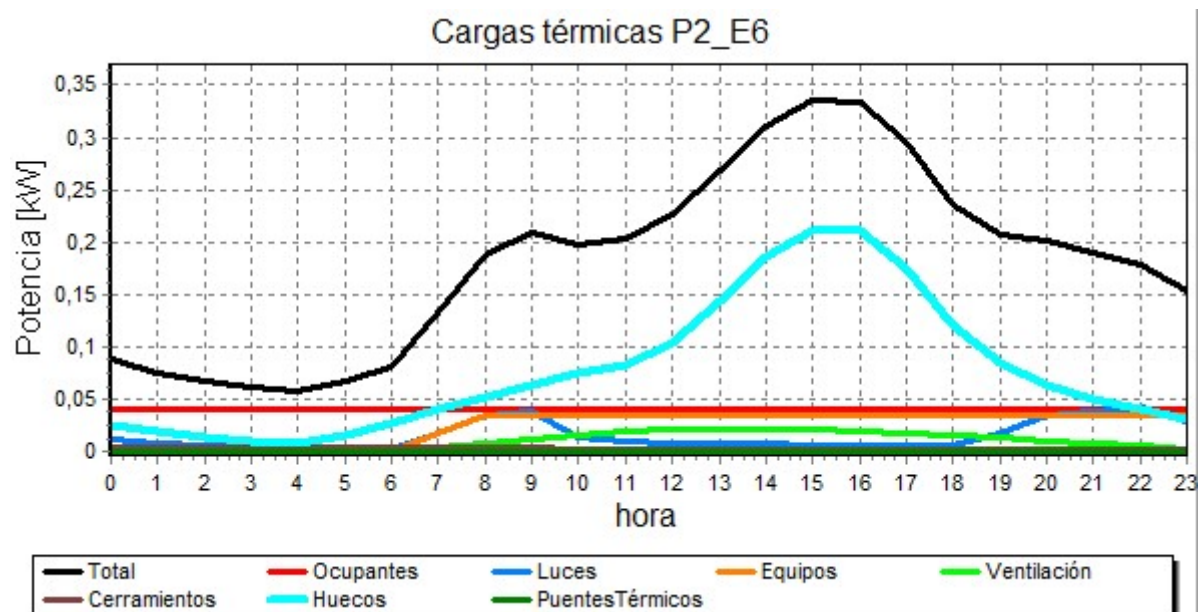
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
7.24	19.55	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.05 ; 7.00	0.04 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
34.37	33.83	25.00	50.00	5.21

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.34	0.31
Ratio [W/m ²]	46.44	42.86
Ocupantes[kW]	0.04	0.02
Luces[kW]	0.01	0.01
Equipos[kW]	0.04	0.04
Ventilación[kW]	0.02	0.01
Cerramientos[kW]	0.00	0.00
Huecos[kW]	0.21	0.21
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.02	0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E1

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 15.

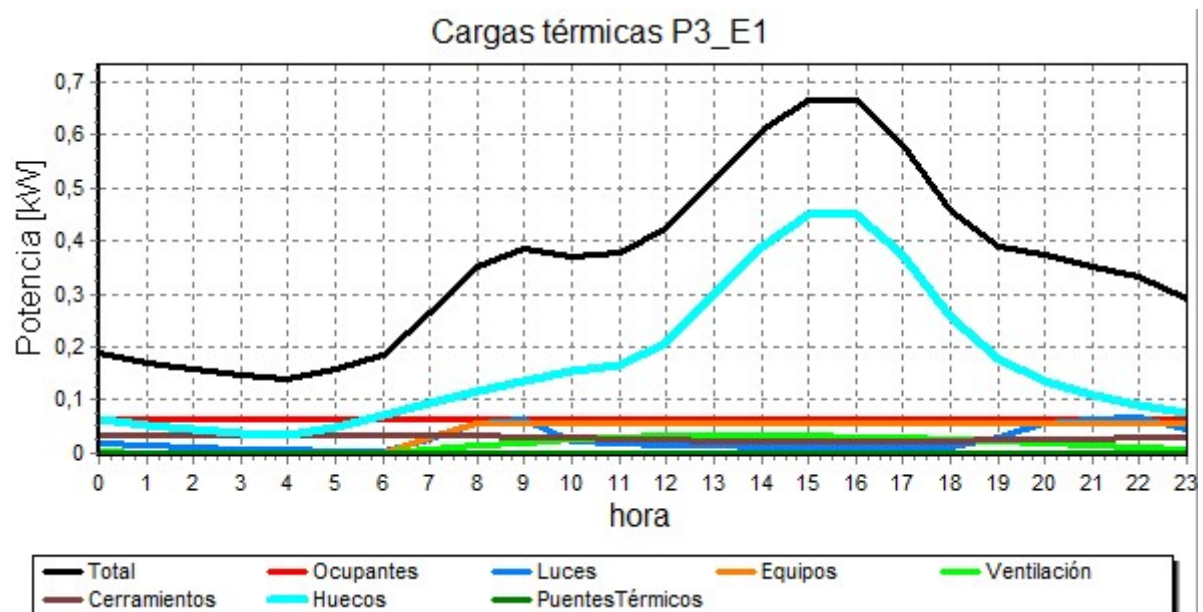
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.26	30.40	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.08 ; 7.00	0.06 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
34.37	33.83	25.00	50.00	8.11

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.67	0.63
Ratio [W/m ²]	59.24	55.66
Ocupantes[kW]	0.06	0.04
Luces[kW]	0.01	0.01
Equipos[kW]	0.06	0.06
Ventilación[kW]	0.03	0.02
Cerramientos[kW]	0.02	0.02
Huecos[kW]	0.45	0.45
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.03	0.03

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E2

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

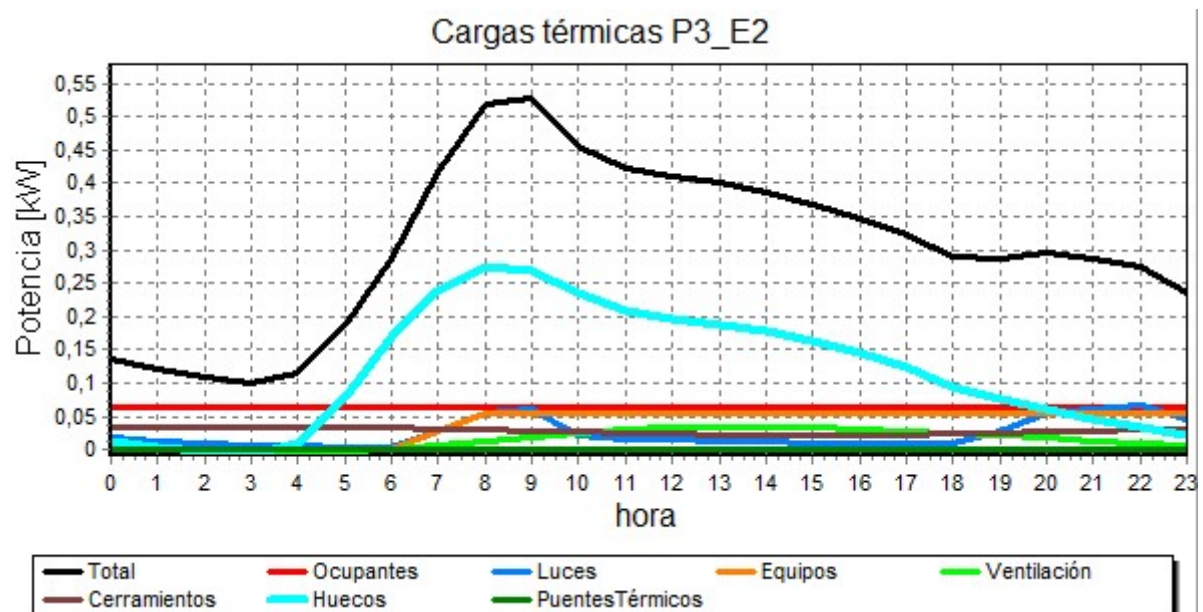
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.26	30.40	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.08 ; 7.00	0.06 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	25.00	50.00	8.11

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.53	0.49
Ratio [W/m2]	46.74	43.14
Ocupantes[kW]	0.06	0.04
Luces[kW]	0.06	0.06
Equipos[kW]	0.06	0.06
Ventilación[kW]	0.02	0.01
Cerramientos[kW]	0.03	0.03
Huecos[kW]	0.27	0.27
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.03	0.02

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E3

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

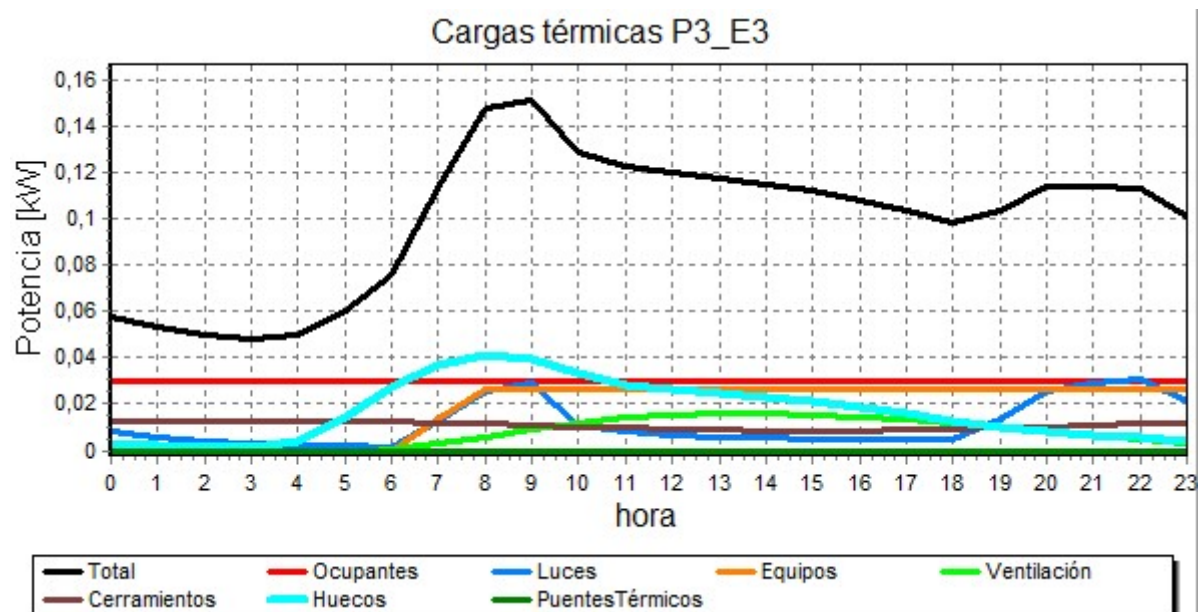
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
5.22	14.09	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.04 ; 7.00	0.03 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	25.00	50.00	3.76

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.15	0.13
Ratio [W/m2]	29.03	25.43
Ocupantes[kW]	0.03	0.02
Luces[kW]	0.03	0.03
Equipos[kW]	0.03	0.03
Ventilación[kW]	0.01	0.00
Cerramientos[kW]	0.01	0.01
Huecos[kW]	0.04	0.04
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.01	0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E4

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 9.

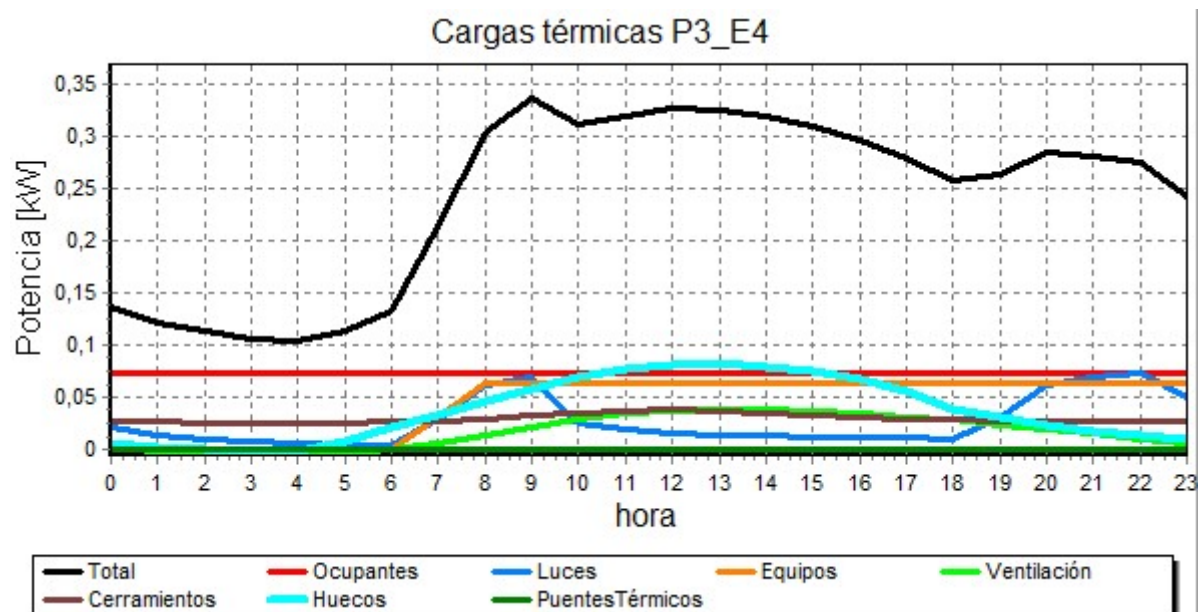
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
12.71	34.32	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
1	Incandescente	0.09 ; 7.00	0.06 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.58	47.00	25.00	50.00	9.15

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.34	0.29
Ratio [W/m ²]	26.46	22.86
Ocupantes[kW]	0.07	0.04
Luces[kW]	0.07	0.07
Equipos[kW]	0.06	0.06
Ventilación[kW]	0.02	0.01
Cerramientos[kW]	0.03	0.03
Huecos[kW]	0.06	0.06
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.02	0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E5

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 15.

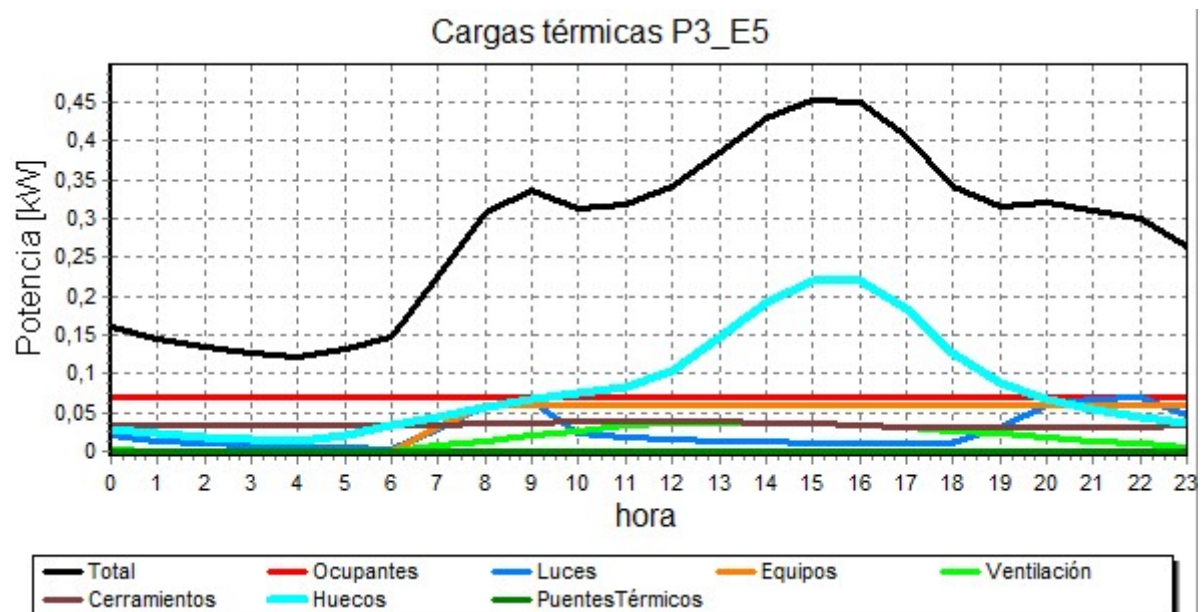
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
12.02	32.45	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.08 ; 7.00	0.06 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
34.37	33.83	25.00	50.00	8.65

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.45	0.41
Ratio [W/m ²]	37.72	34.14
Ocupantes[kW]	0.07	0.04
Luces[kW]	0.01	0.01
Equipos[kW]	0.06	0.06
Ventilación[kW]	0.04	0.02
Cerramientos[kW]	0.04	0.04
Huecos[kW]	0.22	0.22
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.02	0.02

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E6

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 15.

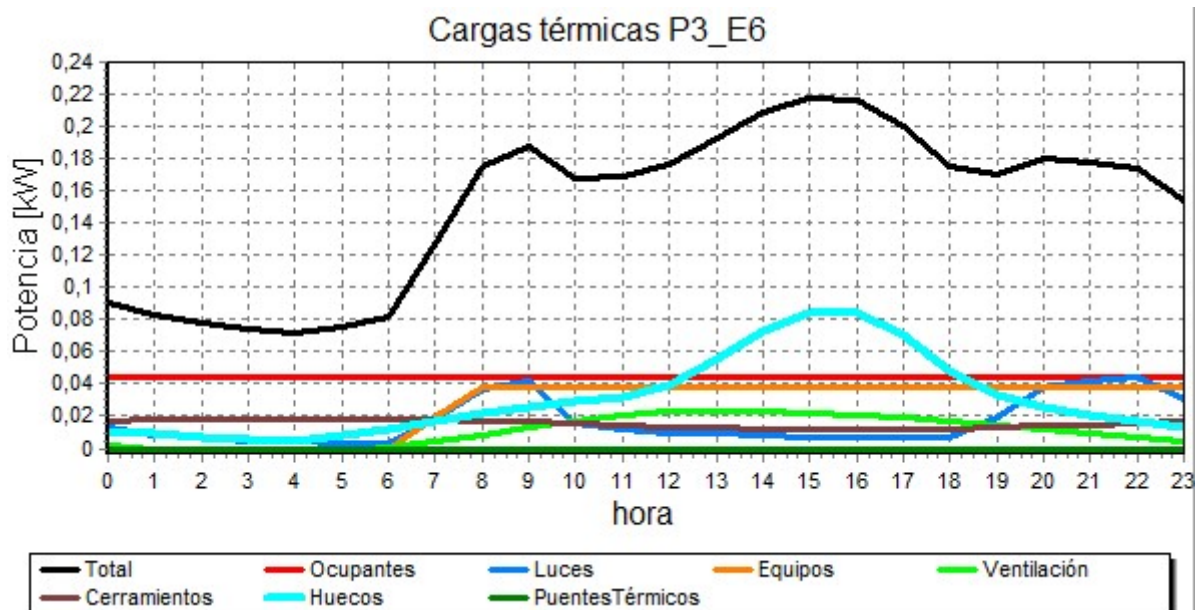
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
7.63	20.60	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.05 ; 7.00	0.04 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
34.37	33.83	25.00	50.00	5.49

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.22	0.19
Ratio [W/m ²]	28.60	25.02
Ocupantes[kW]	0.04	0.03
Luces[kW]	0.01	0.01
Equipos[kW]	0.04	0.04
Ventilación[kW]	0.02	0.02
Cerramientos[kW]	0.01	0.01
Huecos[kW]	0.08	0.08
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.01	0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E7

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Julio. Hora: 13.

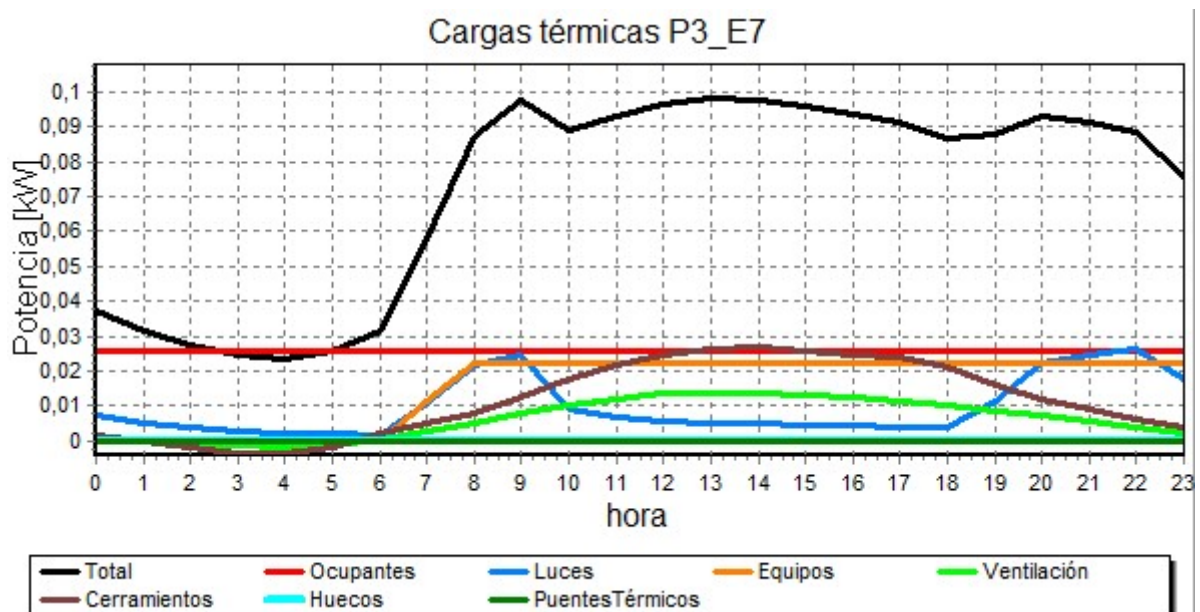
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
4.47	12.07	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.03 ; 7.00	0.02 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
35.07	32.54	25.00	50.00	3.22

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.10	0.08
Ratio [W/m ²]	21.97	18.39
Ocupantes[kW]	0.03	0.01
Luces[kW]	0.01	0.01
Equipos[kW]	0.02	0.02
Ventilación[kW]	0.01	0.01
Cerramientos[kW]	0.03	0.03
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.00	0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E8

Tipo de cálculo: Refrigeración. Fecha de máxima carga: Agosto. Hora: 9.

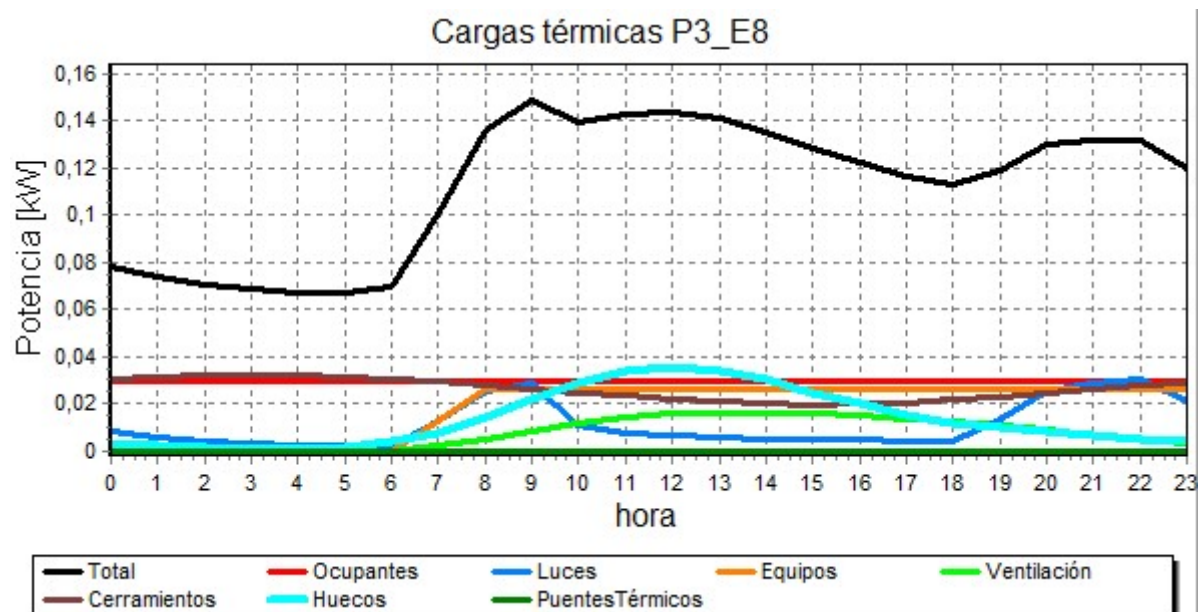
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
5.24	14.15	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.04 ; 7.00	0.03 ; 5.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
28.01	48.84	25.00	50.00	3.77

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.15	0.13
Ratio [W/m ²]	28.49	24.85
Ocupantes[kW]	0.03	0.02
Luces[kW]	0.03	0.03
Equipos[kW]	0.03	0.03
Ventilación[kW]	0.01	0.00
Cerramientos[kW]	0.03	0.03
Huecos[kW]	0.02	0.02
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.01	0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E1

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

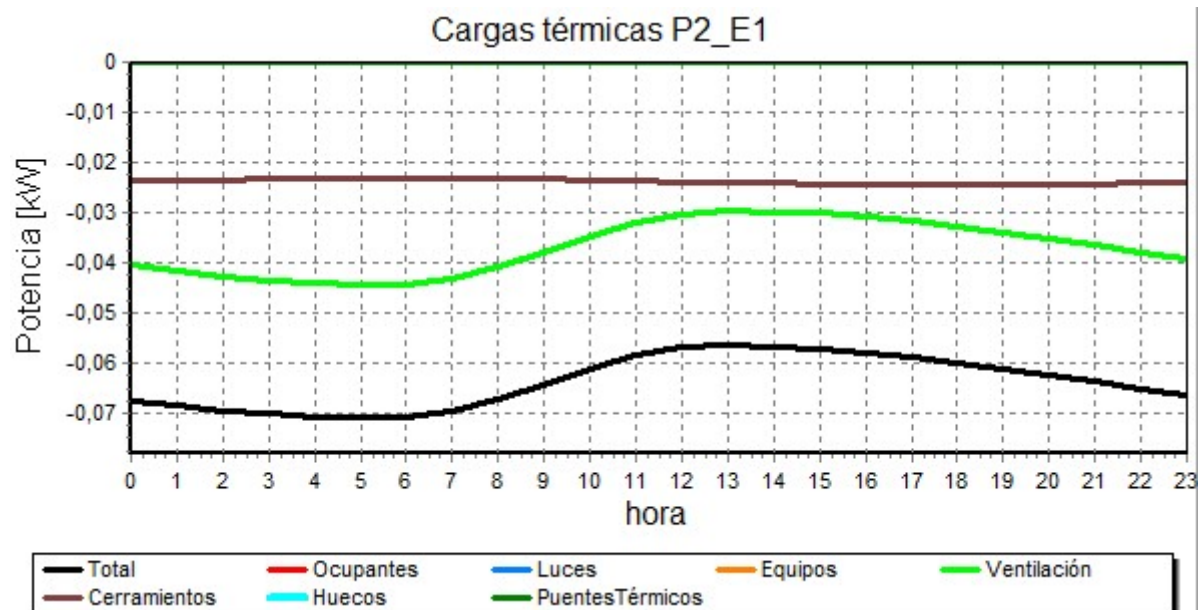
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
7.31	19.74	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	5.26

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.07	-0.06
Ratio [W/m ²]	-9.72	-7.89
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.04	-0.03
Cerramientos[kW]	-0.02	-0.02
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.00	-0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E2

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

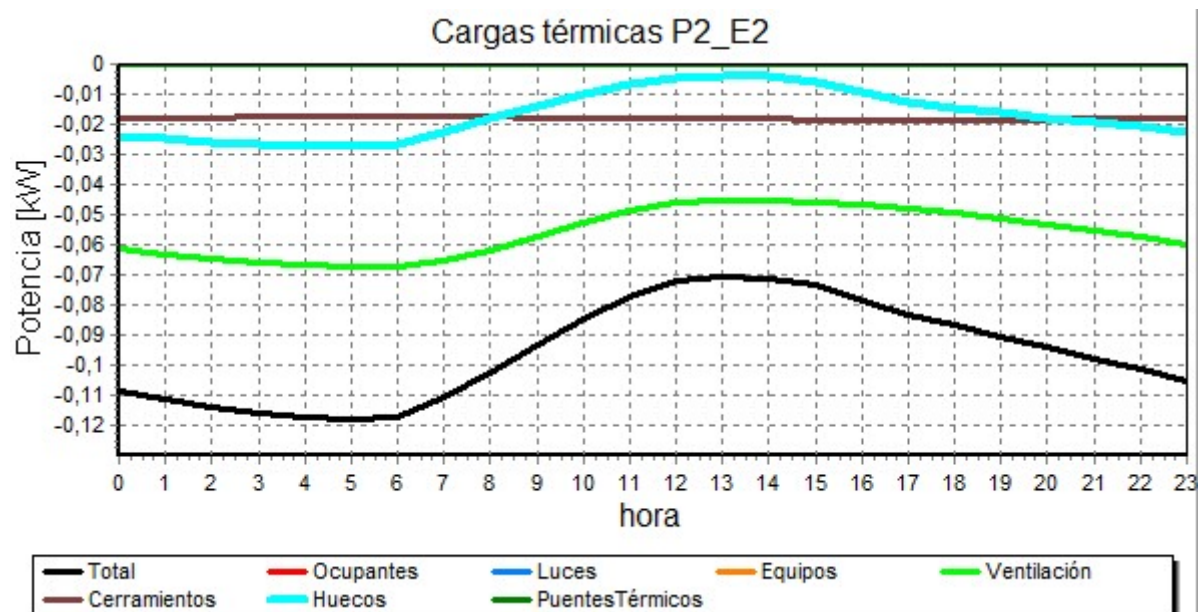
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.07	29.89	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	7.97

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.12	-0.10
Ratio [W/m ²]	-10.67	-8.84
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.07	-0.05
Cerramientos[kW]	-0.02	-0.02
Huecos[kW]	-0.03	-0.03
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E3

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

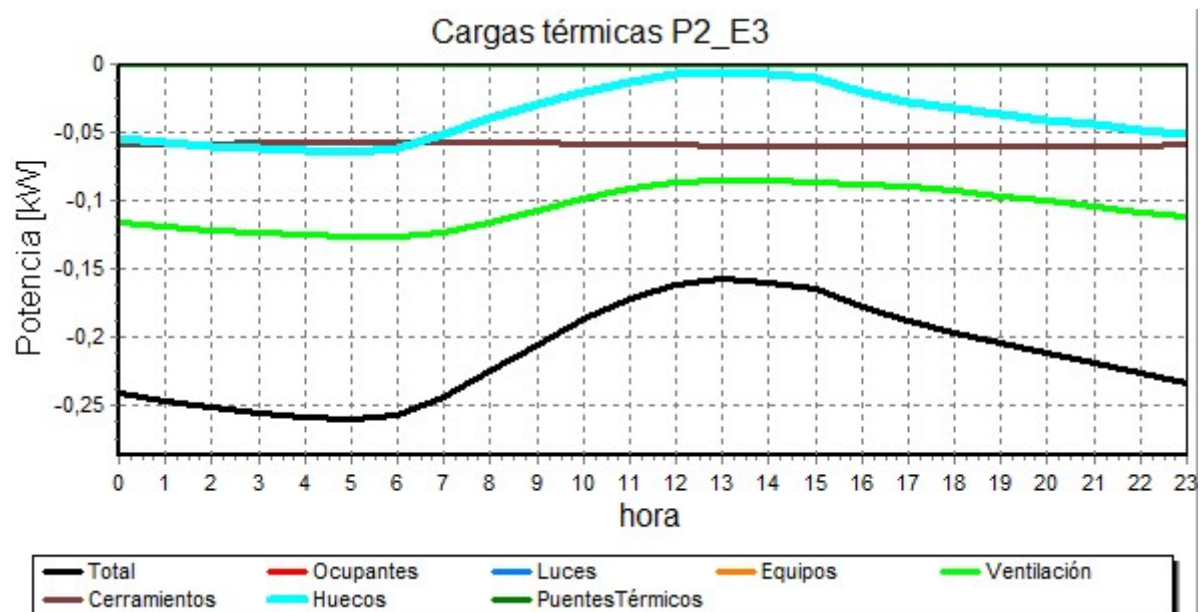
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
20.74	56.00	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	14.93

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.26	-0.22
Ratio [W/m2]	-12.53	-10.71
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.13	-0.09
Cerramientos[kW]	-0.06	-0.06
Huecos[kW]	-0.06	-0.06
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E4

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

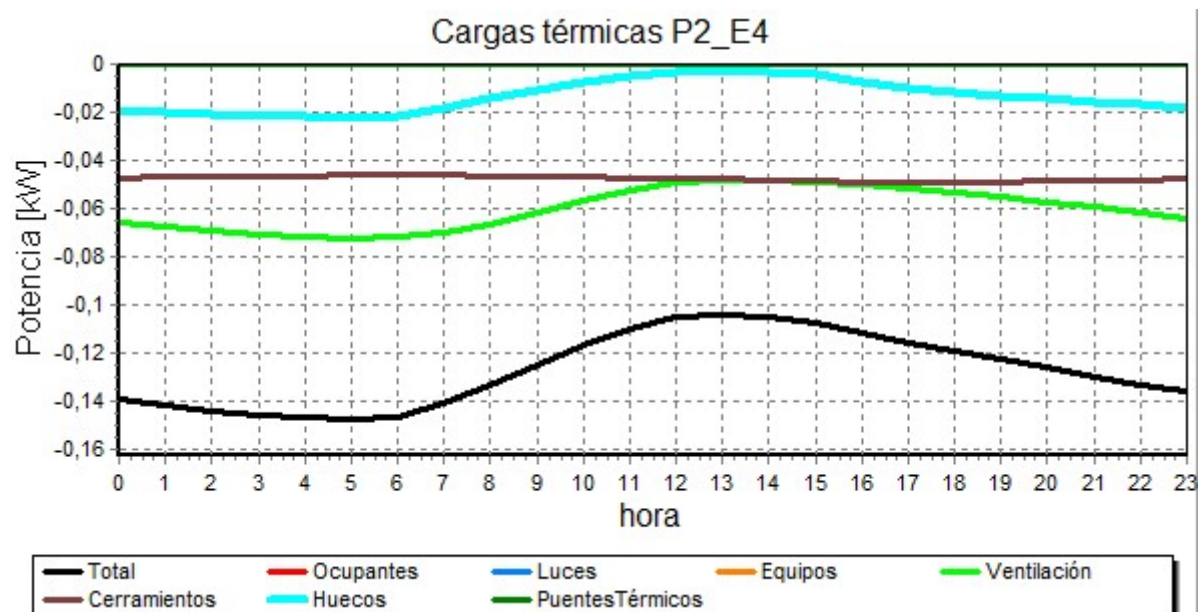
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.85	32.00	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	8.53

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.15	-0.13
Ratio [W/m ²]	-12.45	-10.62
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.07	-0.05
Cerramientos[kW]	-0.05	-0.05
Huecos[kW]	-0.02	-0.02
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E5

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

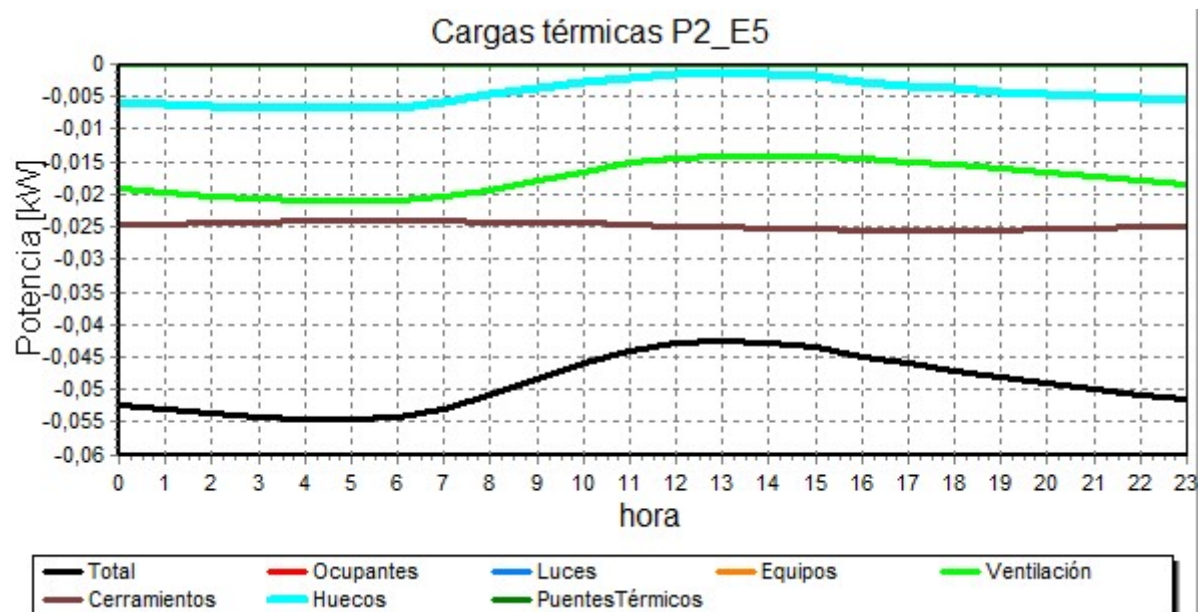
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
3.46	9.34	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	2.49

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.05	-0.05
Ratio [W/m2]	-15.80	-13.97
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.02	-0.02
Cerramientos[kW]	-0.02	-0.02
Huecos[kW]	-0.01	-0.01
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.00	-0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P2_E6

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

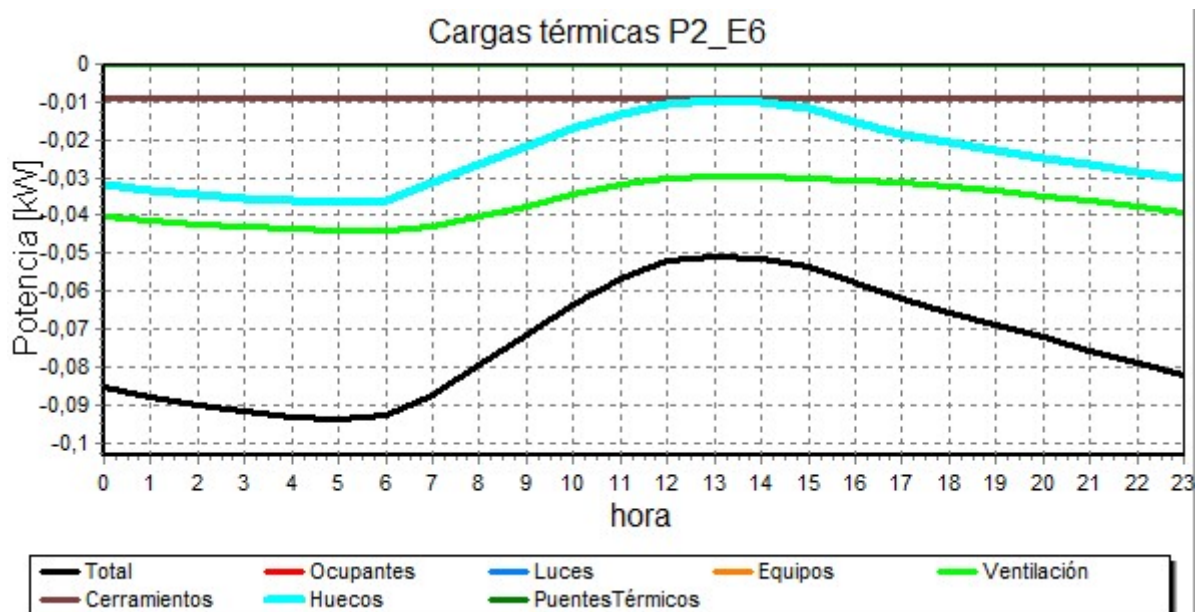
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
7.24	19.55	Planta_2	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	5.21

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.09	-0.08
Ratio [W/m2]	-12.99	-11.16
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.04	-0.03
Cerramientos[kW]	-0.01	-0.01
Huecos[kW]	-0.04	-0.04
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.00	-0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E1

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

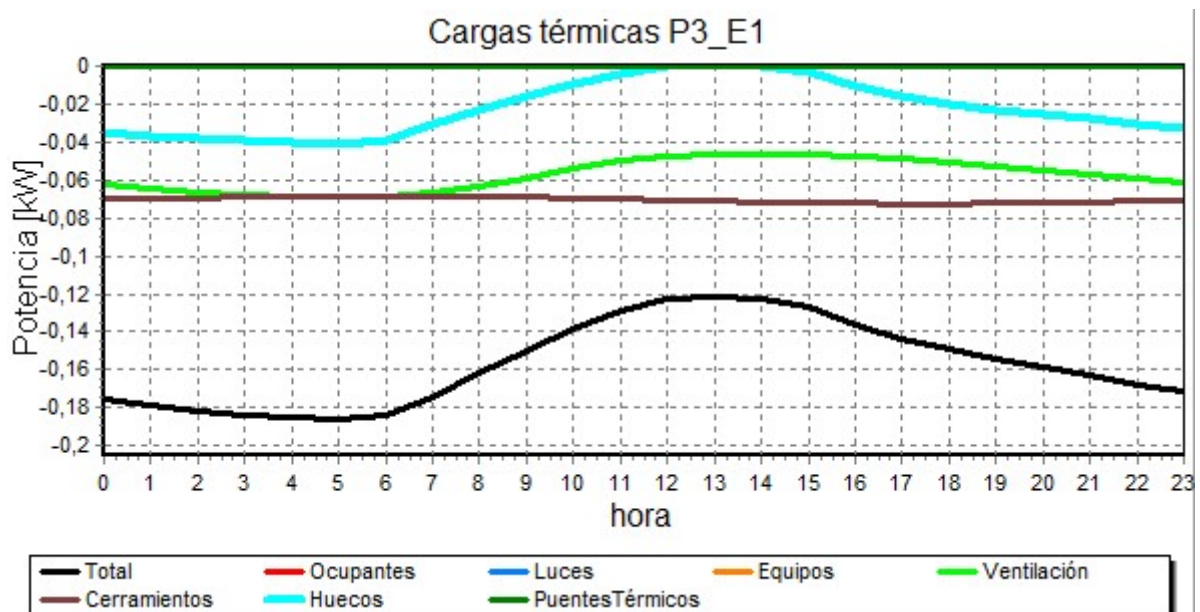
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.26	30.40	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	8.11

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.19	-0.17
Ratio [W/m ²]	-16.57	-14.74
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.07	-0.05
Cerramientos[kW]	-0.07	-0.07
Huecos[kW]	-0.04	-0.04
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E2

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

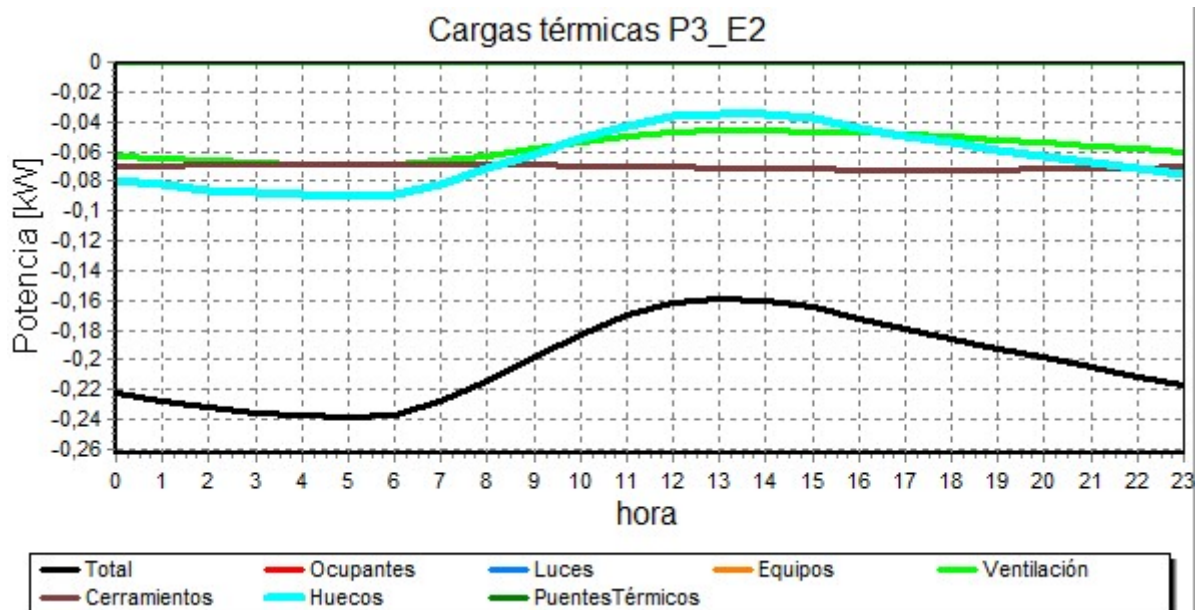
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.26	30.40	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	8.11

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.24	-0.22
Ratio [W/m2]	-21.21	-19.38
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.07	-0.05
Cerramientos[kW]	-0.07	-0.07
Huecos[kW]	-0.09	-0.09
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E3

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

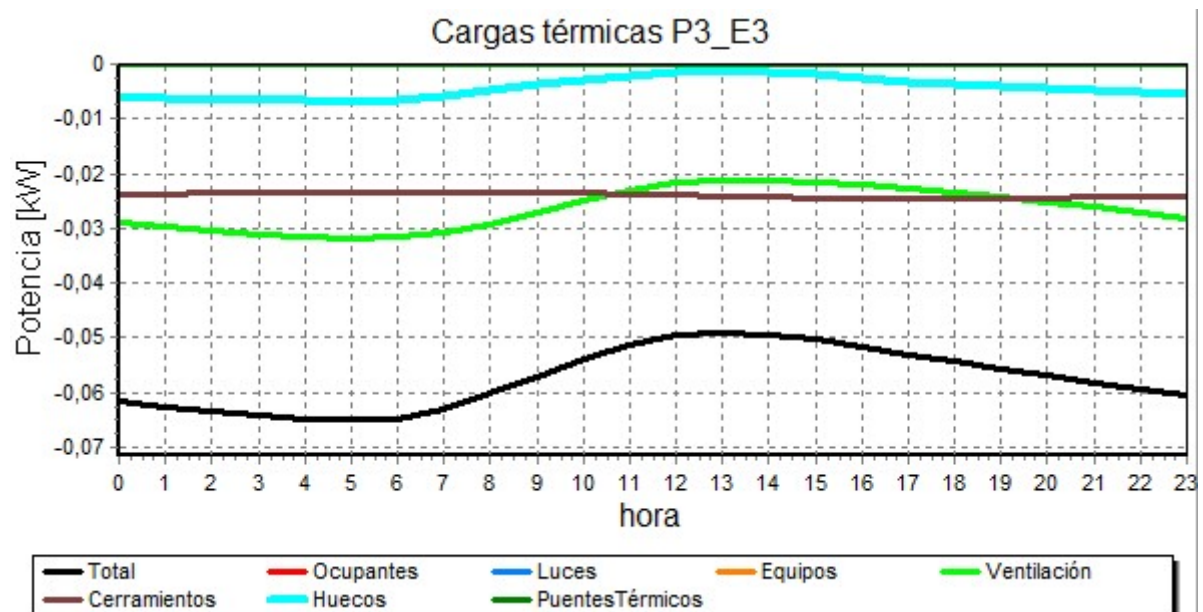
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
5.22	14.09	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	3.76

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.07	-0.06
Ratio [W/m ²]	-12.46	-10.63
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.03	-0.02
Cerramientos[kW]	-0.02	-0.02
Huecos[kW]	-0.01	-0.01
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.00	-0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E4

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

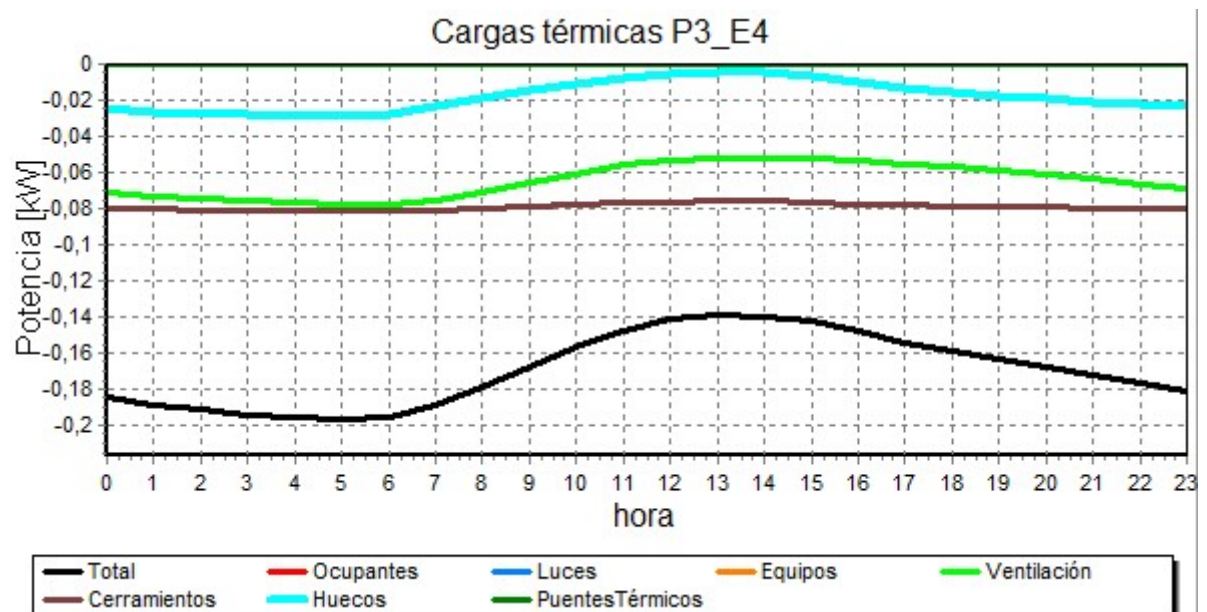
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
12.71	34.32	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	9.15

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.20	-0.17
Ratio [W/m2]	-15.49	-13.66
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.08	-0.06
Cerramientos[kW]	-0.08	-0.08
Huecos[kW]	-0.03	-0.03
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E5

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

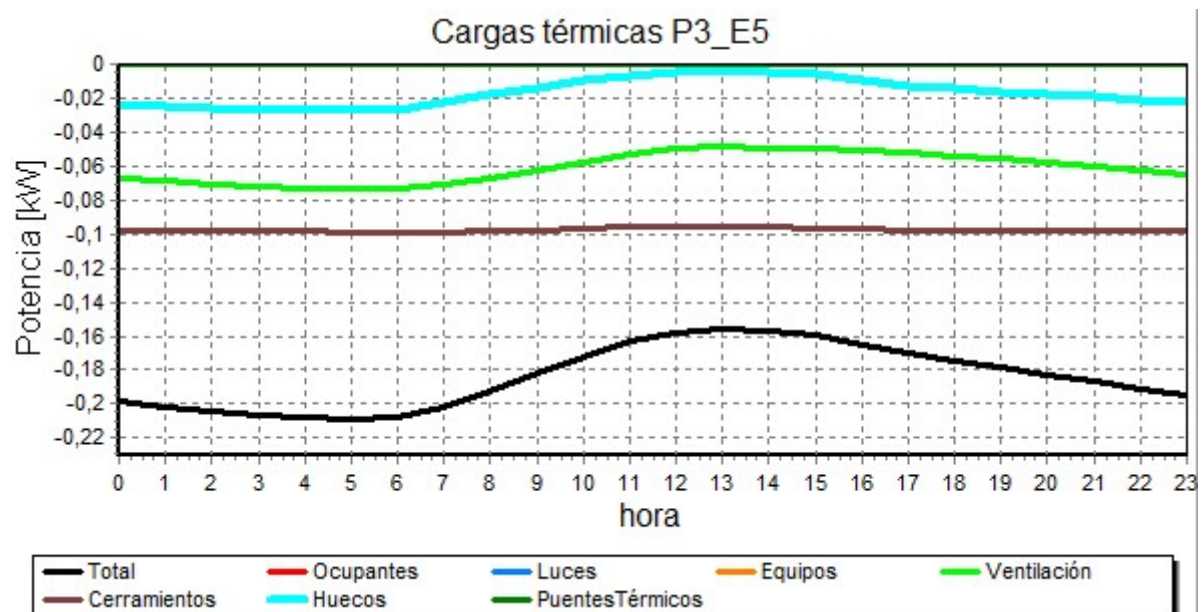
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
12.02	32.45	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	8.65

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.21	-0.19
Ratio [W/m2]	-17.41	-15.58
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.07	-0.05
Cerramientos[kW]	-0.10	-0.10
Huecos[kW]	-0.03	-0.03
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E6

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

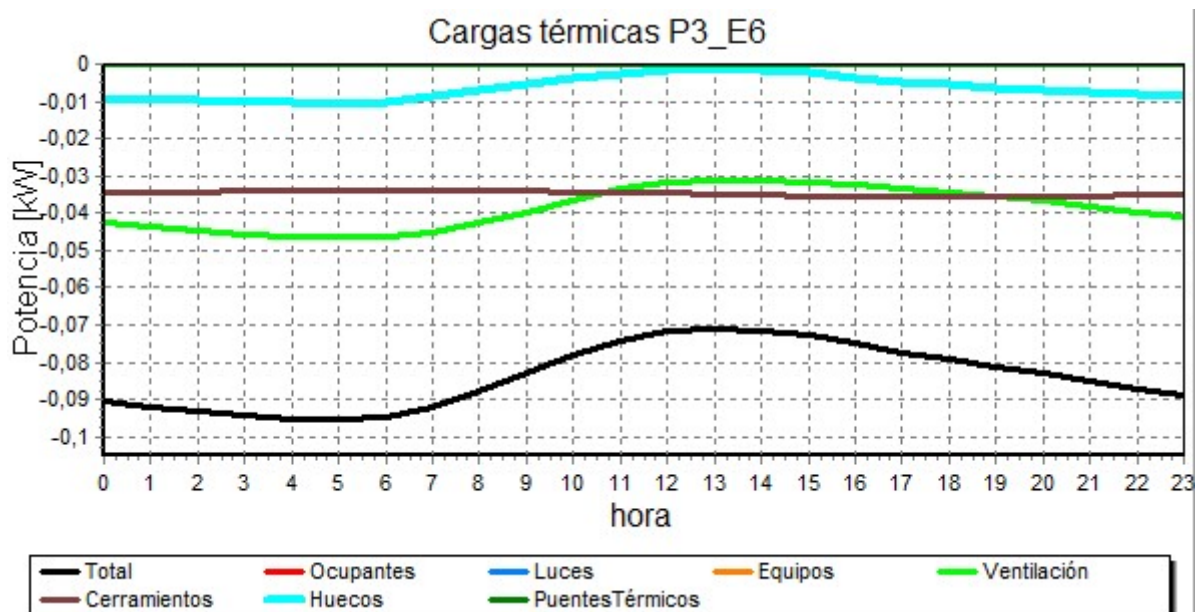
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
7.63	20.60	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	5.49

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.10	-0.08
Ratio [W/m ²]	-12.51	-10.68
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.05	-0.03
Cerramientos[kW]	-0.03	-0.03
Huecos[kW]	-0.01	-0.01
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.00	-0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E7

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 6.

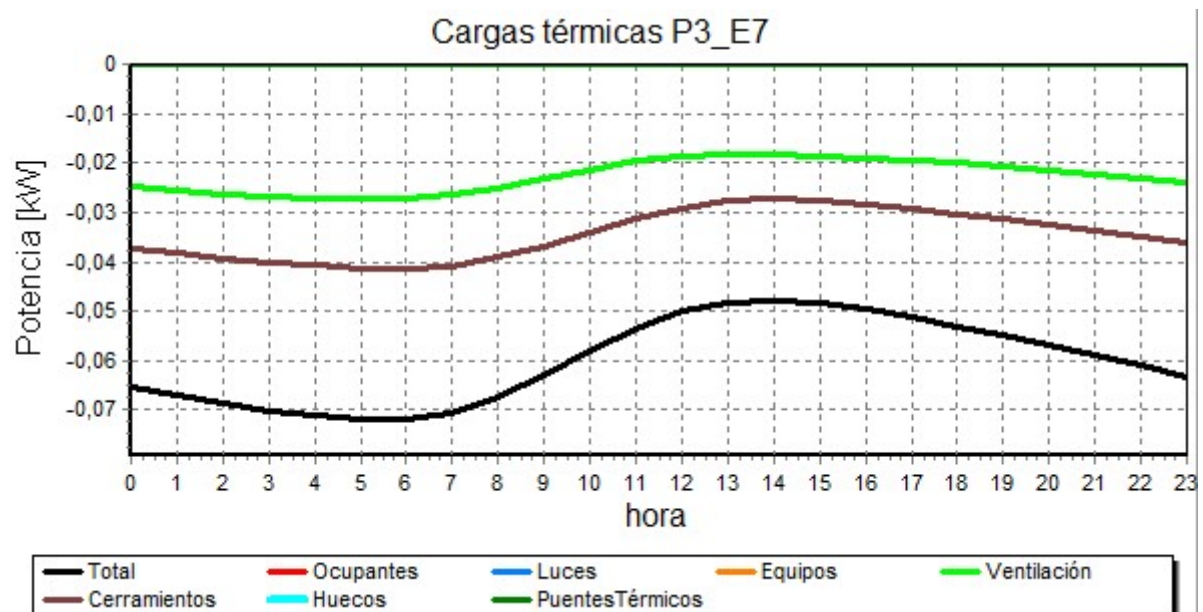
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
4.47	12.07	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.86	74.30	21.00	40.00	3.22

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.07	-0.06
Ratio [W/m ²]	-16.10	-14.27
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.03	-0.02
Cerramientos[kW]	-0.04	-0.04
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.00	-0.00

Gráfico de cargas del elemento



Elemento: P3_E8

Tipo de cálculo: Calefacción. Fecha de máxima carga: Febrero. Hora: 5.

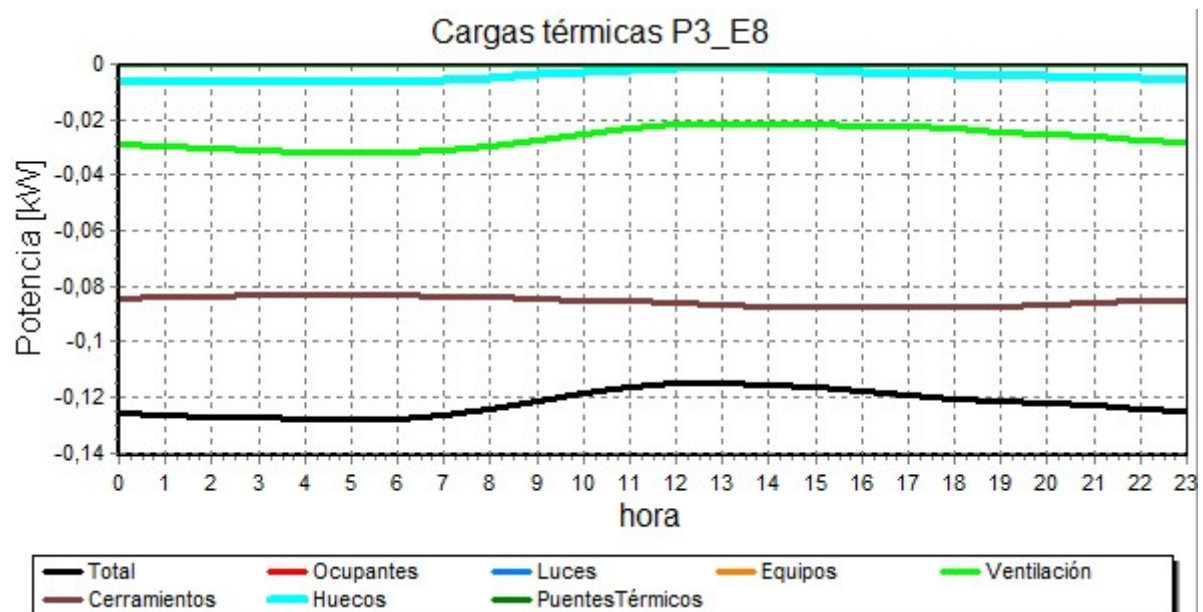
Datos del local

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
5.24	14.15	Planta_3	Zona_ventilación	Directa local
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Incandescente	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Temp. exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
2.82	74.48	21.00	40.00	3.77

Resultados

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.13	-0.12
Ratio [W/m ²]	-24.45	-22.63
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	-0.03	-0.02
Cerramientos[kW]	-0.08	-0.08
Huecos[kW]	-0.01	-0.01
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Gráfico de cargas del elemento



CÁLCULOS DE DEMANDA

Demanda total del edificio en refrigeración[kWh]: 8878.27

Ratio de demanda total del edificio en refrigeración[kWh/m²]: 68

Demanda mensual del edificio en refrigeración[kWh]

Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Edificio	90	131	327	542	1010	1317	1679	1626	1216	666	203	71
Zona_dem_1	0	0	0	1	16	38	63	63	43	15	1	0
P1_E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P1_E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2_E1	1	3	9	15	30	37	43	43	37	24	8	2
P2_E2	25	28	46	62	94	112	137	131	100	65	32	19
P2_E3	31	38	76	126	209	255	312	306	237	148	55	27
P2_E4	5	7	24	45	78	89	104	102	85	54	14	4
P2_E5	1	2	6	8	21	31	42	40	28	13	3	0
P2_E6	16	19	33	44	72	88	109	103	77	46	21	11
P3_E1	0	4	42	73	119	136	164	156	119	66	13	1
P3_E2	0	2	13	35	91	136	185	180	127	53	7	0
P3_E3	4	5	11	18	33	44	57	55	42	24	8	3
P3_E4	3	8	24	45	94	131	171	166	122	62	15	3
P3_E5	2	6	23	35	85	124	167	159	111	51	11	0
P3_E6	8	11	19	27	52	68	86	83	62	35	14	6
P3_E7	0	1	4	7	17	28	39	38	27	11	3	0
P3_E8	0	0	0	1	16	38	63	63	43	15	1	0

Demanda total del edificio en calefacción[kWh]: 162.19

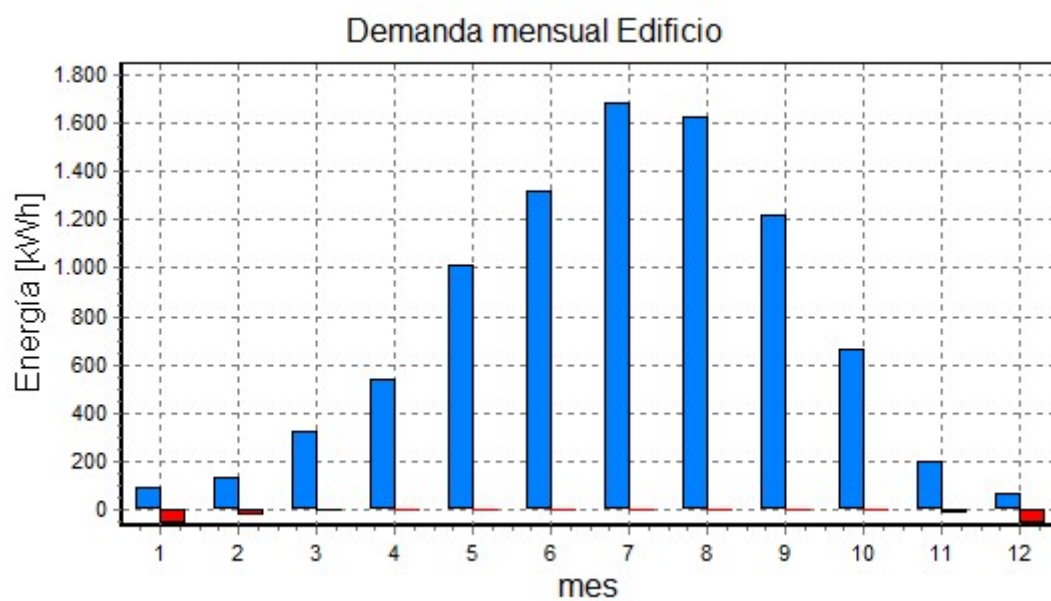
Ratio de demanda total del edificio en calefacción[kWh/m²]: 1

Demanda mensual del edificio en calefacción [kWh]

Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Edificio	58	26	9	1	0	0	0	0	0	0	16	53

Zona_dem_1	20	12	6	1	0	0	0	0	0	0	6	20
P1_E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P1_E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2_E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2_E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2_E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2_E4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2_E5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
P2_E6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3_E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3_E2	22	10	2	0	0	0	0	0	0	0	6	20
P3_E3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3_E4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
P3_E5	11	3	1	0	0	0	0	0	0	0	3	10
P3_E6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3_E7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
P3_E8	20	12	6	1	0	0	0	0	0	0	6	20

Gráfico de demanda del edificio



8. Anexo II. Cálculo de la ventilación.

Para el cálculo de la ventilación, se conoce que la vivienda dispone de 3 plantas, en las que dispone en su totalidad de 6 locales de admisión y 4 locales de extracción. Estos locales son los siguientes:

- Semisótano.
No acondicionado.
- Planta baja.
 - Admisión.
 - Salón: Capacidad para 5 personas, superficie de 20,13 m².
 - Comedor: Capacidad para 5 personas, superficie de 10,53 m².
 - Extracción.
 - Baño 1: Superficie de 2,93 m².
 - Cocina: Superficie de 10,53 m².
- Planta Primera.
 - Admisión.
 - Dormitorio Principal de Matrimonio: Capacidad para 2 personas y superficie de 12,21 m².
 - Dormitorio 1: Capacidad para 1 persona y superficie de 11,5 m².
 - Dormitorio 2: Capacidad para 1 persona y superficie de 10,84 m².
 - Dormitorio 3: Capacidad para 1 persona y superficie de 10,92 m².
 - Extracción.
 - Baño 2 (Común): Superficie de 4,85 m².
 - Baño 3 (Dormitorio Principal): Superficie de 5,07 m².

Una vez que se conoce esto, se va a proceder al cálculo y dimensionado de la instalación de ventilación que deberá de poseer la vivienda con respecto al cumplimiento de la normativa vigente.

El reglamento actual CTE DB HS3 de 2019, establece una serie de valores mínimos de ventilación en función del tipo de vivienda, de si se trata de locales secos o húmedos y de la ocupación y/o superficie de los locales, tal y como se muestra a continuación:

Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ^{(1) (2)}			Locales húmedos ⁽³⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽¹⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 o 1 dormitorios	8	-	8	12	8
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulta un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, desechos, etc.)

Tabla 19. Tabla 2.1 CTE DB HS3

Tabla 2.2 Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables

Locales	Caudal mínimo q_v en l/s	
	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Trasteros y sus zonas comunes	0,7	
Aparcamientos y garajes		120 por plaza
Almacenes de residuos	10	

Tabla 20. Tabla 2.2 CTE DB HS3

Observando las Tablas 2.1 y 2.2 del CTE DB HS3, se conoce que el dormitorio principal va a tener un caudal mínimo de 8 l/s y el resto de dormitorios 4 l/s, además el salón y comedor van a tener 10 l/s y los locales húmedos 8 l/s por local, con un mínimo total de 33 l/s de extracción en locales húmedos.

Una vez que se aplican estas condiciones, los resultados obtenidos para la ventilación de la vivienda son los siguientes:

Caudales de Ventilación

Local	Q _{Admisión} (l/s)	Q _{Extracción/local} (l/s)	Q _{Admisión} (m ³ /h)	Q _{Extracción} (m ³ /h)
Dormitorio Principal	8		28,8	0
Dormitorio	4		14,4	0
Dormitorio	4		14,4	0
Dormitorio	4		14,4	0
Comedor	10		36	0
Salón	10		36	0
Baño 1 (Planta baja)		8	0	28,8
Baño 2 (Común Planta 1)		8	0	28,8
Baño 3 (Dormitorio Ppal)		8	0	28,8
Cocina		8	0	28,8
Total	40	32	144	115,2

Tabla 21. Caudales de ventilación mínimos exigidos

Como se puede observar, el valor total del caudal de admisión es mayor que el de extracción, pero esto no puede ser así, por lo que habrá que aumentar el más pequeño que en este caso es el caudal de extracción, y habrá que aumentarlo en el local en el que se estipula que va darse un mayor índice de ocupación, y, por tanto, de contaminación, por lo cual se va a aumentar el caudal en la cocina.

La diferencia que se produce entre admisión y extracción es de 8 l/s, que es el caudal que se va a aumentar en cocina para que ambos sean equivalentes. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

$Q_{\text{equilibrado}}$ (l/s)	$Q_{\text{equilibrado}}$ (m ³ /h)
8	28,8

Tabla 22. Caudal de equilibrado admisión-extracción

Ventilación con corrección

Local	$Q_{\text{Admisión}}$ (l/s)	$Q_{\text{Extracción/local}}$ (l/s)	$Q_{\text{Admisión}}$ (m ³ /h)	$Q_{\text{Extracción}}$ (m ³ /h)
Dormitorio Principal	8		28,8	
Dormitorio 1	4		14,4	
Dormitorio 2	4		14,4	
Dormitorio 3	4		14,4	
Comedor	10		36	
Salón	10		36	
Baño 1 (Planta baja)		8		28,8
Baño 2 (Común Planta 1)		8		28,8
Baño 3 (Dormitorio Ppal)		8		28,8
Cocina		16		57,6
Total	40	40	144	144

Tabla 23. Caudal de ventilación con corrección

Una vez que se han igualado los caudales de admisión y extracción de los locales de la vivienda, y por consiguiente se conocen cuáles van a ser exactamente los caudales de ventilación de cada local, se pueden calcular las secciones de ventilación. Esto se realiza mediante la siguiente expresión:

$$Seccion (cm^2) = 4 \cdot Caudal \left(\frac{l}{s} \right)$$

Y los resultados que se obtienen son los siguientes:

Sección Ventilación

Local	Q (l/s)	Q (m³/h)	Sección (cm²)
Dormitorio Principal	8	28,8	32
Dormitorio 1	4	14,4	16
Dormitorio 2	4	14,4	16
Dormitorio 3	4	14,4	16
Comedor	10	36	40
Salón	10	36	40
Baño 1 (Planta baja)	8	28,8	32
Baño 2 (Común Planta 1)	8	28,8	32
Baño 3 (Dormitorio Ppal)	8	28,8	32
Cocina	16	57,6	64

Tabla 24. Secciones Ventilación

Una vez realizado este dimensionado, se pueden calcular también los conductos de extracción en función de si va a ser extracción mecánica o híbrida.

Si la ventilación es híbrida, los conductos se obtienen de una serie de tablas dispuestas en el CTE DB HS3 “Calidad del aire interior” mediante una serie de parámetros tal y como se muestra a continuación:

Tabla 4.2 Secciones del conducto de extracción en cm²

		Clase de tiro			
		T-1	T-2	T-3	T-4
Caudal de aire en el tramo del conducto en l/s	$q_{v1} \leq 100$	1 x 225	1 x 400	1 x 625	1 x 625
	$100 < q_{v1} \leq 300$	1 x 400	1 x 625	1 x 625	1 x 900
	$300 < q_{v1} \leq 500$	1 x 625	1 x 900	1 x 900	2 x 900
	$500 < q_{v1} \leq 750$	1 x 625	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	3 x 900
	$750 < q_{v1} \leq 1000$	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	2 x 900	3 x 900 + 1 x 625

Tabla 4.3 Clases de tiro

		Zona térmica			
		W	X	Y	Z
Nº de plantas	1				
	2				T-4
	3			T-3	
	4		T-2		
	5				
	6				
	7		T-1		
	≥8				T-2

Tabla 25. Tablas 4.2-4.3 CTE DB HS3

Tabla 4.4 Zonas térmicas					
Provincia	Altitud en m		Provincia	Altitud en m	
	≤800	>800		≤800	>800
Álava	W	W	Las Palmas	Z	Y
Albacete	X	W	León	W	W
Alicante	Z	Y	Lleida	Y	X
Almería	Z	Y	Lugo	W	W
Asturias	X	W	Madrid	X	W
Ávila	W	W	Málaga	Z	Y
Badajoz	Z	Y	Melilla	Z	-
Baleares	Z	Y	Murcia	Z	Y
Barcelona	Z	Y	Navarra	X	W
Burgos	W	W	Ourense	X	W
Cáceres	Z	Y	Palencia	W	W
Cádiz	Z	Y	Pontevedra	Y	X
Cantabria	X	W	Rioja, La	Z	Y
Castellón	Z	Y	Salamanca	Y	X
Ceuta	Z	-	Sta. Cruz Tenerife	X	W
Ciudad Real	Y	X	Segovia	W	W
Córdoba	Z	Y	Sevilla	Z	Y
Coruña, A	X	W	Soria	W	W
Cuenca	W	W	Tarragona	Y	X
Girona	Y	X	Teruel	W	W
Granada	Y	X	Toledo	Y	X
Guadalajara	X	W	Valencia	Z	Y
Guipúzcoa	X	W	Valladolid	W	W
Huelva	Z	Y	Vizcaya	X	W
Huesca	X	W	Zamora	X	W
Jaén	Z	Y	Zaragoza	Y	X

Tabla 26. Zonas térmicas

En este caso, la vivienda está situada en el municipio de Bailén, provincia de Jaén, a una altitud de 343 m, por lo que pertenece a la zona térmica Z al estar situada en Jaén, a menos de 800 m de altitud, y esto, junto con las 3 plantas de las que dispone, hace que tenga una clase de tiro 3, que tanto para caudales de extracción de menos de 100 l/s, como para los que estén situados entre 100-300 l/s, la sección que le pertenece al conducto de extracción es: 1 solo conducto de 625 cm². Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Secciones Conductos Extracción

Local	Q (l/s)	Q (m ³ /h)	Sección (cm ²)
Baño 1 (Planta baja)	8	28,8	1 x 625
Baño 2 (Común Planta 1)	8	28,8	1 x 625
Baño 3 (Dormitorio Ppal)	8	28,8	1 x 625
Cocina	16	57,6	1 x 625

Tabla 27. Secciones conductos extracción

Una vez calculadas las secciones de los conductos, se tiene que calcular también la sección de las aberturas de paso que van a estar situadas entre los diferentes locales.

El CTE establece que estas aberturas como regla general, no pueden tener menos de 70 cm², por lo que cualquier resultado que se obtenga mediante la siguiente expresión de cálculo de estas aberturas menor a esa sección, deberá de ser sustituido por esa sección mínima. La expresión para su cálculo es la siguiente:

$$S = 8 \cdot q_v$$

Donde se conoce que:

- S: sección de la abertura de paso, expresada en cm².
- q_v: caudal de ventilación, expresado en l/s.

Y se obtienen los siguientes resultados:

Secciones aberturas paso

Local	Q (l/s)	Sección (cm ²)
Dormitorio Principal	8	70
Dormitorio 1	4	70
Dormitorio 2	4	70
Dormitorio 3	4	70
Comedor	10	80
Salón	10	80
Baño 1 (Planta baja)	8	64
Baño 2 (Común Planta 1)	8	64
Baño 3 (Dormitorio Ppal)	8	64
Cocina	16	128

Tabla 28. Secciones aberturas paso

Además, una vez conocidos los caudales de ventilación de la vivienda, se pueden obtener además los parámetros de renovaciones por hora del aire de la vivienda y las pérdidas aproximadas que se van a producir debidas a la ventilación de la vivienda, aunque todo esto posteriormente será obtenido también por un software informático con mayor exactitud.

Para realizar estos cálculos, se necesitan determinados datos de la vivienda tales como volumen de los diferentes locales, altura para obtener el volumen, y una serie de parámetros característicos para el cálculo de las pérdidas por ventilación.

Estos parámetros son los siguientes:

Planta	Altura
Semisótano	2,1
Planta baja	2,4
Planta Primera	2,5

Tabla 29. Alturas plantas vivienda

P_{esp} (kg/m ³)	1,204
C_{esp} (Wh/kg·°C)	0,28
Salto térmico ΔT (°C)	19

Tabla 30. Parámetros específicos aire

Los parámetros antes mencionados se pueden calcular de dos modos, local a local por separado y al final sumar las pérdidas de cada local, o con el caudal de ventilación y el volumen total de la vivienda obtener las renovaciones globales de la vivienda en su totalidad y con ello la pérdida total por ventilación, ambos métodos van a arrojar el mismo resultado.

Todo esto se va a poder calcular mediante las siguientes expresiones:

$$\frac{\text{Renovaciones}}{\text{hora}} = \frac{\text{Caudal de ventilación}}{\text{Volumen}} = \frac{Q}{V}$$

$$P_{vent} = \frac{\text{Renovaciones}}{\text{hora}} \cdot \text{Volumen} \cdot P_{esp} \cdot C_{esp} \cdot \text{Salto Térmico}$$

Donde se conoce que:

- P_{vent} : Pérdidas por ventilación, expresadas en W.
- Renovaciones/hora: Renovaciones del aire que se producen en una hora en cada local.
- Volumen: Volumen de cada local, expresado en m³.
- P_{esp} : del aire, varía en función de la temperatura. Se toma 1,204 kg/m³, que es el peso de 1 m³ de aire a 10 °C.
- C_{esp} : el aire, tiene un valor de 0,28 Wh/kg·°C. Expresa la cantidad de energía necesaria para subir 1 Kg de aire una temperatura de 1 °C.
- Salto térmico: es la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, se puede expresar en °C o en Kelvin.

Una vez realizados estos cálculos, se obtienen los siguientes resultados:

Renovaciones y Pérdidas Ventilación

Local	Q (l/s)	Q (m3/h)	Área (m2)	Volumen (m3)	Renov/hora	Pérdidas Ventilación (W)
Dormitorio Principal	8	28,8	12,21	30,525	0,943	184,472
Dormitorio 1	4	14,4	11,5	28,75	0,501	92,236
Dormitorio 2	4	14,4	10,84	27,1	0,531	92,236
Dormitorio 3	4	14,4	10,92	27,3	0,527	92,236
Comedor	10	36	10,53	25,272	1,425	230,590
Salón	10	36	20,13	48,312	0,745	230,590
Total	40	144		187,259	0,769	922,360

Tabla 31. Renovaciones de aire y pérdidas ventilación vivienda

Como se puede observar en la tabla, se obtiene un valor para las pérdidas por ventilación en la vivienda de 992,36 W $\approx$ 1 kW y un valor para la renovación global del aire de la vivienda de 0,769 renovaciones globales a la hora.

9. Anexo III. Descripción de las instalaciones térmicas.

1. Instalación de generación de agua caliente sanitaria.

Para la instalación del agua caliente sanitaria, en función de los parámetros que establece el CTE DB HE 4 “Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria” se conoce que:

La vivienda está compuesta por 4 dormitorios, y el HE 4 establece que, para una vivienda de 4 dormitorios, deberá de tomarse como mínimo un número de 5 personas habitando la vivienda y por tanto realizando consumo de ACS.

Además, el HE 4 establece que el consumo por persona al día es de 28 litros de ACS a 60°C, por lo que se obtiene que el consumo total diario de la vivienda de Agua Caliente Sanitaria es de 140 litros al día.

Una vez que se conoce esto, se sabe que la vivienda no va a tener otro consumo de agua caliente sanitaria excepto este, ya que no cuenta con piscina climatizada, suelo radiante...

Conocido la demanda de ACS, y la localización de la vivienda, se puede realizar mediante el programa informático CHEQ 4 un estudio de la vivienda para establecer que equipos va a precisar para cubrir esa demanda y una vez establecidos los equipos y una serie de parámetros, el programa nos va a validar si la instalación cumple con los requisitos del

CTE DB HE 4. A continuación se explican los parámetros utilizados y la instalación instalada en la vivienda para cubrir esa demanda de ACS.

Para comenzar se establece la ubicación de la vivienda, Bailén (Jaén), la altitud a la que se va a encontrar la instalación, 347 m (altitud obtenida de Google Earth para la ubicación de la instalación).

Posteriormente se escoge el tipo de instalación a utilizar en la vivienda, para este caso, se ha establecido una instalación de consumidor único con interacumulador.

La demanda la calcula automáticamente el programa al establecer el número de personas que van a habitar la vivienda, y coincide con la calculada anteriormente (140 l/día). Asimismo, se le establece la ocupación en % que va a tener la vivienda para todos los meses del año.

Después el programa nos pide el captador a utilizar, cantidad de captadores, posición, orientación... Para este caso se han elegido los captadores de la marca Daikin, modelo EKSV 26P. se ha establecido que se van a colocar un total de 2 captadores, en serie, con unas pérdidas por sombras del 1%, orientación 0° e inclinación 45°. Obteniendo un área total de captadores de 4,73 m².

Para el circuito primario se ha establecido un caudal de 201 l/hora, con un 7% de anticongelante. Los parámetros de las tuberías del circuito primario son: 30 m de longitud, 12 mm de diámetro, con un espesor de aislante de 25 mm de lana de vidrio.

Como sistema de apoyo se ha elegido una caldera de biomasa.

El volumen de acumulación se ha establecido en 300 l.

El circuito de distribución se ha establecido con los siguientes parámetros: 70 m de longitud, 12 mm de diámetro de tubería y 25 mm de espesor de aislante de lana de vidrio. La temperatura de distribución se ha establecido en 65 °C.

Una vez establecidos todos los parámetros de la instalación el programa establece que la instalación solar térmica que se ha especificado cumple con los requisitos de contribución solar mínima establecidos en el CTE DB HE 4 con una fracción solar del 77 %.

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Datos del proyecto

Nombre del proyecto	Vivienda Unifamiliar
Comunidad	Andalucía
Localidad	Bailén
Dirección	C/Murillo Nº7

Datos del autor

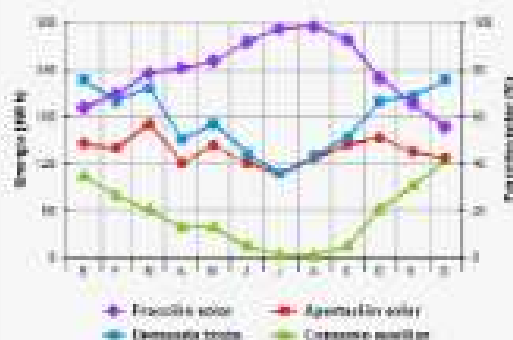
Nombre	Francisco Jesús Anguita López
Empresa o institución	
Email	fja0007@red.ujaen.es
Teléfono	

Características del sistema solar



Equipación de referencia						Bailén (Jaén)					
Altura respecto la referencia (m)						-4					
Sistema seleccionado						Instalación de consumidor único con interacumulador					
Demanda [W/a a 60°C]						140					
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	
%	80	80	80	60	70	60	60	60	70	80	

Resultados



Fracción solar [%]	77
Demanda neta [kWh]	1.805
Demanda bruta [kWh]	2.130
Aporte solar [kWh]	1.643
Consumo auxiliar [kWh]	640
Reducción de emisiones de [kg de CO ₂]	35

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	EKSV 26P (Daikin)	☐
Contraseña de certificación	NP-28310 - Verificar vigencia	☐
Número de captadores	2,0	☐
Número de captadores en serie	2,0	☐
Pérdidas por sombras (%)	1,0	☐
Orientación [°]	0,0	☐
Inclinación [°]	45,0	☐
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	201,0	☐
Porcentaje de anticongelante [%]	7,0	☐
Longitud del circuito primario [m]	30,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	12,0	☐
Espesor del aislante [mm]	25,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera de biomasa	☐
Tipo de combustible	Biomasa	☐
Acumulación		
Volumen [l]	300,0	☐
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	70,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	12,0	☐
Espesor del aislante [mm]	25,0	☐
Tipo de aislante	lana de vidrio	☐
Temperatura de distribución [°C]	65,0	☐

2. Instalación de calefacción de la vivienda.

Para la instalación de calefacción de la vivienda, se ha escogido un sistema mediante caldera de biomasa no densificada mediante la cual se van a abastecer los radiadores colocados en todos los locales acondicionados de la vivienda, que son todos excepto el garaje. Por lo cual, este sistema va a disponer de una caldera de biomasa no densificada de 1,7 kW y rendimiento 0,95 y 14 radiadores dispuestos en los locales acondicionados de la vivienda.

La disposición de la caldera y los radiadores quedara distribuida del siguiente modo:

- Planta semisótano.

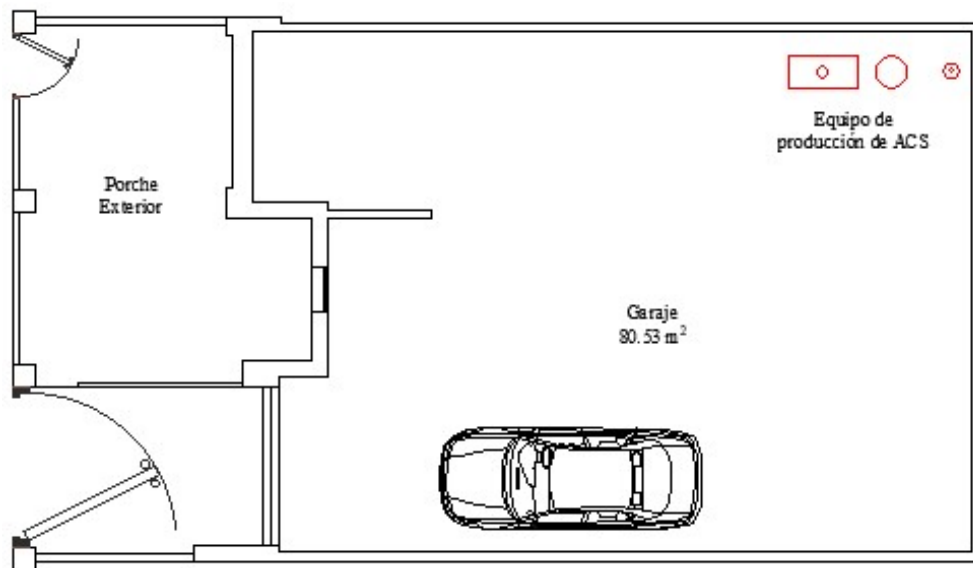


Ilustración 20. Ubicación caldera planta semisótano

- Planta baja.

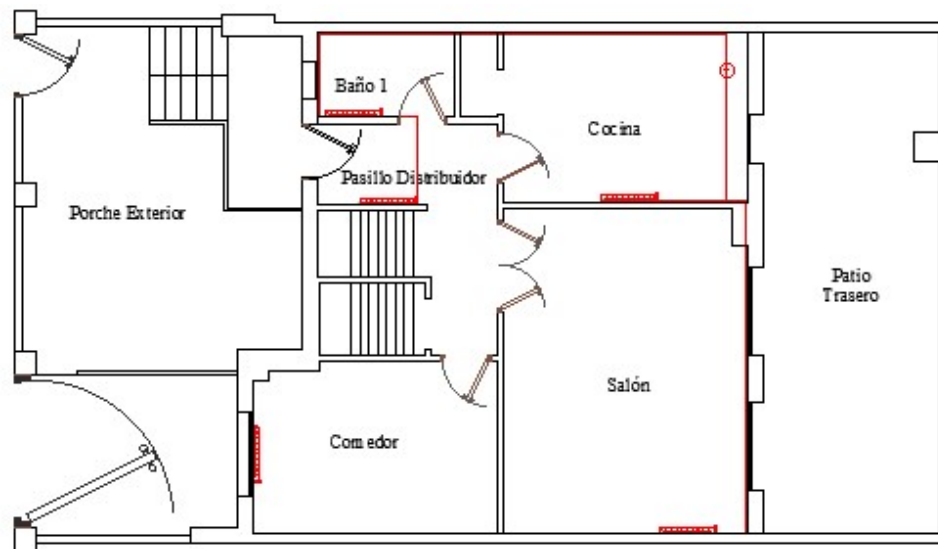


Ilustración 21. Distribución tuberías y radiadores calefacción planta baja

- Planta primera.

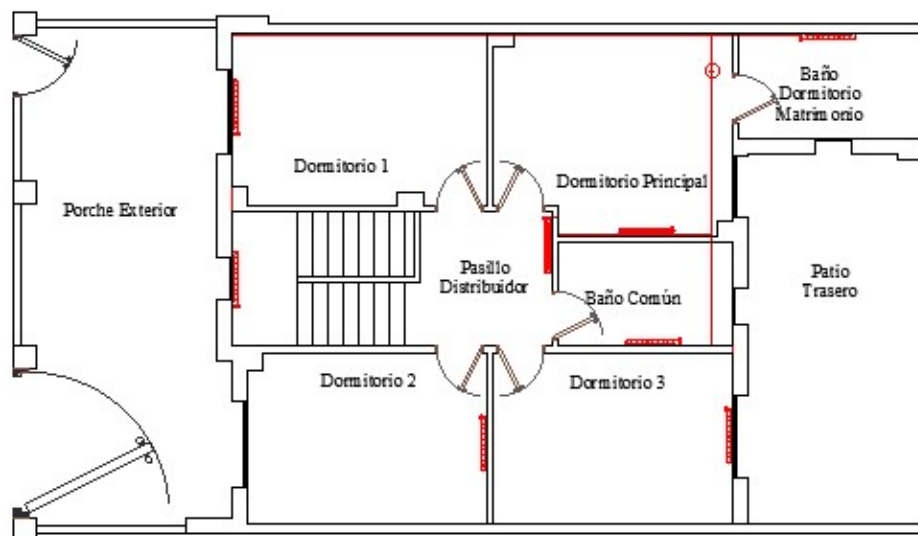


Ilustración 22. Distribución tuberías y radiadores calefacción planta primera

10. Anexo IV: Calificación energética de la vivienda.

En este anexo, se muestran los resultados obtenidos en la Herramienta Unificada Líder Calener (HULC) mostrando como ha quedado representada la vivienda en el programa y los resultados obtenidos, tanto el certificado como la verificación que esta herramienta emite.

- Imágenes vivienda en HULC.

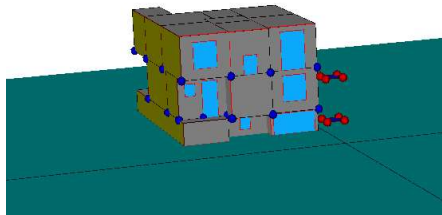


Ilustración 23. Fachada principal vivienda HULC

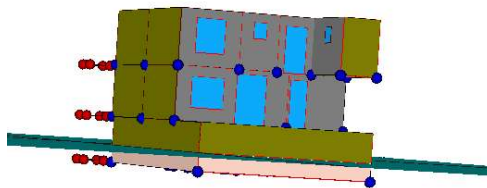


Ilustración 24. Parte trasera vivienda HULC

- Verificación HULC:

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

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar TFG		
Dirección	C/Murillo 7 - - - - -		
Municipio	Bailén	Código Postal	23710
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C4	Año construcción	2008 - 2013

Uso final del edificio o parte del edificio:			
☒ Residencial privado (vivienda)		☐ Otros usos (terciario)	
Tipo y nivel de intervención			
☐ Nuevo		☐ Ampliación	
☐ Cambio de uso			
☒ Reforma:			
☒ > 25% envolvente + Clima + ACS	☐ > 25% envolvente + Clima	☐ > 25% envolvente + ACS	☐ > 25% envolvente
☐ < 25% envolvente + Clima + ACS	☐ < 25% envolvente + Clima	☐ < 25% envolvente + ACS	☐ < 25% envolvente

SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	220,37
Imagen del edificio	Plano de la situación

DATOS DEL/DE LA TÉCNICO/A:

Nombre y Apellidos	Francisco Jesús Anguita López	NIF/NIE	21035147Z
Razón social	Razón Social	NIF	21035147Z
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Bailén	Código Postal	23710
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	fjal0007@red.ujaen.es	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2,0.2237.1162 de fecha 29-jul-2021		

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

INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

HE0 Consumo de energía primaria

$C_{ep,nren}$	32,90	kWh/m ² afo	$C_{ep,nren,lim}$	65,00	kWh/m ² afo	Sí cumple
$C_{ep,tot}$	58,70	kWh/m ² afo	$C_{ep,tot,lim}$	90,00	kWh/m ² afo	Sí cumple
% horas fuera consigna	0,00	%	% horas fuera consigna	4,00	%	Sí cumple

A_{util} 220,37 m² C_{FI} 4,810 W/m²

$C_{ep,nr}$ Consumo de energía primaria no renovable del edificio
 $C_{ep,nren,lim}$ Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0
 $C_{ep,tot}$ Consumo de energía primaria total del edificio
 $C_{ep,tot,lim}$ Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0
 A_{util} Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)
 C_{FI} Carga interna media

HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

K	0,53	kWh/m ² afo	K_{lim}	0,74	kWh/m ² afo	Sí cumple
$q_{sol,jul}$	1,24	kWh/m ² afo	$q_{sol,jul,lim}$	2,00	kWh/m ² afo	Sí cumple
n_{50}	6,75	1/h	$n_{50,lim}$	-	1/h	No aplica

V/A 1,45 m³/m²
 V 509,20 m³ V_{inf} 437,40 m³
 D_{cal} 16,43 kWh/m² afo D_{ref} 20,99 kWh/m² afo
 K Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica
 K_{lim} Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sec. HE1
 $q_{sol,jul}$ Control solar de la envolvente térmica del edificio
 $q_{sol,jul,lim}$ Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1
 n_{50} Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa
 $n_{50,lim}$ Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1
 V/A Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente
 V Volumen interior de la envolvente térmica
 V_{inf} Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones
 D_{cal} Demanda de calefacción
 D_{ref} Demanda de refrigeración

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

$RER_{ACS,nrb}$	96,70	%	$RER_{ACS,nrb,min}$	60,00	%	Sí cumple
-----------------	-------	---	---------------------	-------	---	-----------

Demanda ACS (*) 140,00 l/d

$RER_{ACS,nrb}$ Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS
 $RER_{ACS,nrb,min}$ Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS (**)
 (*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C
 (**) Esta comprobación puede no ser de aplicación en ampliaciones y reformas de edificios existentes con una demanda inicial de ACS de hasta 5000 l/día en los que se incremente dicha demanda en menos del 50%

HE5 Generación mínima de energía eléctrica

HE5 no fija requisitos para edificio residencial privado

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

Fecha: __/__/__

Firma del/de la técnico/a certificador/a:

Fecha (de generación del documento)

30/08/2021

Página 2 de 7

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	Transmitancia (U) (W/m ² K)
P03_E06_ME001	Cubierta	H	69,82	0,16
P01_E01_FE002	Cubierta	H	2,34	0,31
P01_E01_FE003	Cubierta	H	24,66	0,31
P01_E01_PCT006	Fachada	E	6,40	0,14
P02_E04_PE001	Fachada	E	4,92	0,17
P02_E05_ME001	Fachada	E	7,50	0,17
P03_E05_PE001	Fachada	E	2,08	0,17
P03_E07_PE001	Fachada	E	4,08	0,17
P03_E08_PE002	Fachada	E	5,10	0,17
P03_E06_FE002	Fachada	E	5,24	0,31
P01_E02_PE002	Fachada	E	3,12	0,32
P02_E06_PE001	Fachada	E	6,72	0,32
P01_E02_PCT002	Fachada	E	1,92	0,34
P01_E01_PCT003	Fachada	N	0,60	0,14
P01_E01_PCT007	Fachada	N	8,88	0,14
P01_E01_PE003	Fachada	N	0,97	0,17
P02_E01_PE001	Fachada	N	2,52	0,17
P01_E02_PE003	Fachada	N	2,27	0,32
P01_E02_PCT003	Fachada	N	1,40	0,34
P01_E01_PCT001	Fachada	O	2,08	0,14
P02_E01_FE001	Fachada	O	3,12	0,16
P02_E06_FE001	Fachada	O	0,79	0,16
P01_E01_ME001	Fachada	O	5,04	0,17
P01_E01_ME002	Fachada	O	0,28	0,17
P01_E01_PE001	Fachada	O	3,38	0,17
P01_E01_PE004	Fachada	O	0,70	0,17
P02_E01_PE002	Fachada	O	5,76	0,17
P02_E02_PE001	Fachada	O	1,47	0,17
P02_E03_PE002	Fachada	O	2,94	0,17
P02_E06_PE002	Fachada	O	4,70	0,17
P03_E01_PE002	Fachada	O	4,04	0,17
P03_E02_PE001	Fachada	O	4,87	0,17

Fecha (de generación del documento)

30/08/2021

Página 3 de 7

P03_E03_PE002	Fachada	O	5,10	0,17
P03_E03_FE001	Fachada	O	2,94	0,31
P02_E04_PE004	Fachada	O	3,24	0,32
P01_E01_PCT002	Fachada	S	0,92	0,14
P01_E01_PCT005	Fachada	S	8,56	0,14
P01_E01_PE002	Fachada	S	1,49	0,17
P02_E01_PE003	Fachada	S	0,64	0,17
P03_E02_PE002	Fachada	S	0,67	0,17
P03_E06_PE001	Fachada	S	7,29	0,17
P01_E02_PE001	Fachada	S	2,27	0,32
P02_E04_PE003	Fachada	S	1,68	0,32
P01_E02_PCT001	Fachada	S	1,40	0,34
P01_E01_FTER001	Suelo	H	84,69	0,33
P01_E02_FTER002	Suelo	H	4,20	0,33

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U_f (W/m²·K)	$g_{gl,wi}$ (-)	$g_{gl,sh,wi}$ (-)	Permeabilidad (m³/h·m²)
P02_E05_ME001_V2	Hueco	E	3,08	0,73	0,33	0,20	50,00
P02_E04_PE001_V1	Hueco	E	1,68	0,74	0,33	0,20	50,00
P02_E05_ME001_V1	Hueco	E	2,03	0,74	0,33	0,20	50,00
P03_E08_PE002_V1	Hueco	E	2,03	0,74	0,33	0,20	50,00
P03_E05_PE001_V1	Hueco	E	2,05	0,75	0,33	0,20	50,00
P03_E07_PE001_V1	Hueco	E	0,42	4,45	0,33	0,20	50,00
P03_E01_PE002_V1	Hueco	O	3,08	0,73	0,33	0,20	50,00
P02_E06_PE002_V1	Hueco	O	2,03	0,74	0,33	0,20	50,00
P03_E03_PE002_V1	Hueco	O	2,03	0,74	0,33	0,20	50,00
P03_E02_PE001_V1	Hueco	O	0,88	0,75	0,33	0,20	50,00
P01_E01_ME002_V1	Hueco	O	1,96	1,08	0,45	0,00	60,00
P01_E01_PE004_V1	Hueco	O	2,94	1,08	0,45	0,00	60,00
P02_E02_PE001_V1	Hueco	O	1,89	1,18	0,45	0,00	60,00
P01_E01_ME001_V1	Hueco	O	0,42	4,45	0,33	0,20	50,00
P02_E03_PE002_V1	Hueco	O	0,42	4,45	0,33	0,20	50,00
P03_E06_PE001_V1	Hueco	S	0,42	4,45	0,33	0,20	50,00

U_f Transmitancia del hueco

$g_{gl,wi}$ Factor solar del acristalamiento

$g_{gl,sh,wi}$ Transmitancia total de energía solar de huecos con los dispositivos de sombra móviles activados

Orientación: N, NE, E, SE, S, SO, O, NO, H

Permeabilidad: 27 (Clase 2), 9 (Clase 3), 3 (Clase 4)

Puentes térmicos

Nombre	Tipo	Transmitancia (U) (W/m·K)	Longitud (m)	Sistema dimensional
-	FRENTE_FORJADO	0,700	15,70	SDINT

Fecha (de generación del documento)

30/08/2021

Página 4 de 7

-	UNION_CUBIERTA	0,960	3,90	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_FORJADO	0,680	24,18	SDINT
-	ESQUINA_CONCAVA_CERRAMIENTO	-0,160	13,50	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_CERRAMIENTO	0,110	12,50	SDINT
-	UNION_SOLERA_PAREDEXT	0,490	1,95	SDINT
-	HUECO_VENTANA	0,576	83,10	SDINT

2. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacios habitables

Tiempo de ocupación (h/año)	8760
Intensidad de las cargas internas (C_{Fi}) (W/m2)	4,810

Espacio	Superficie (m²)	Volumen (m³)	Perfil de uso	Nivel de acondicionamiento	Nivel de ventilación de cálculo (m³/h)	Condiciones operacionales
P01_E01	84,69	140,59	RES-24-B	ACOND	48,69	17/20-25/27
P01_E02	4,20	8,82	RES-24-B	ACOND	3,05	17/20-25/27
P02_E01	7,32	13,83	RES-24-B	ACOND	4,79	17/20-25/27
P02_E02	7,24	13,68	RES-24-B	ACOND	4,74	17/20-25/27
P02_E03	3,46	6,53	RES-24-B	ACOND	2,26	17/20-25/27
P02_E04	11,84	22,38	RES-24-B	ACOND	7,75	17/20-25/27
P02_E05	20,74	39,19	RES-24-B	ACOND	13,58	17/20-25/27
P02_E06	11,06	20,90	RES-24-B	ACOND	7,24	17/20-25/27
P03_E01	11,26	28,14	RES-24-B	ACOND	9,75	17/20-25/27
P03_E02	7,63	19,08	RES-24-B	ACOND	6,61	17/20-25/27
P03_E03	12,02	30,05	RES-24-B	ACOND	10,41	17/20-25/27
P03_E04	4,48	11,21	RES-24-B	ACOND	3,88	17/20-25/27
P03_E05	12,71	31,78	RES-24-B	ACOND	11,01	17/20-25/27
P03_E06	5,24	10,01	RES-24-B	ACOND	3,47	17/20-25/27
P03_E07	5,22	13,05	RES-24-B	ACOND	4,52	17/20-25/27
P03_E08	11,26	28,14	RES-24-B	ACOND	9,75	17/20-25/27

Espacios no habitables pertenecientes a la envolvente térmica

No se han definido espacios no habitables en el edificio

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	1,70	0,95	0,79	BIOMASA
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	0,95	0,95	GASNATURAL
TOTALES	-	1,70	-	-	-

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (EER)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
SISTEMA_SUSTITUCION_Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	2,52	2,52	ELECTRICIDAD
TOTALES	-	-	-	-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)	140,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	1,00	0,95	0,95	BIOMASA

Ventilación y Bombeo

Caudal medio de ventilación en el interior de la envolvente térmica (m3/h)	-
---	---

No se ha definido instalación de ventilación y bombeo en el edificio

Recuperadores de calor

No se han definido recuperadores de calor en el edificio

5. CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FINAL

Consumos

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Consumo (kWh/año)
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	BIOMASA	CAL	1795
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	BIOMASA	ACS	3095
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ1-Ficticio	GASNATURAL	CAL	572
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ1-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	389
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ2-Ficticio	GASNATURAL	CAL	95
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ2-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	10
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ3-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	40
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ4-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	113
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ5-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	38
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ6-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	109
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ7-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	250
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ8-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	150
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ9-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	166
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ10-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	87
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ11-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	121
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ12-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	17
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ13-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	112
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ14-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	92
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ15-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	47
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ16-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	113
SISTEMA_SUSTITUCION_GENERAL_CAL-Ficticio	GASNATURAL	CAL	2275

Producciones

Potencia de generación eléctrica renovable instalada (kW)	0
--	---

No se ha definido instalación de producción en el edificio

6. FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A PRIMARIA

Vector energético	Origen (Red / In situ)	Fp_ren	Fp_nren	F _{emisiones}
BIOMASA	RED	1,003	0,034	0,018
ELECTRICIDAD	RED	0,414	1,954	0,331
GASNATURAL	RED	0,005	1,190	0,252
TOTALES		-	-	-

- Certificación HULC:

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar TFG		
Dirección	C/Murillo 7 - - - -		
Municipio	Bailén	Código Postal	23710
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C4	Año construcción	2006 - 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2019		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☐ Edificio de nueva construcción	☒ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	
☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Francisco Jesús Anguita López	NIF/NIE	21035147Z
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Bailén	Código Postal	23710
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	fjal0007@red.ujaen.es	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.2237.1162, de fecha 29-jul-2021		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)
<38.80 A 38.80-67.0 B 67.00-109.30 C 109.30-171.60 D 171.60-305.10 E 305.10-384.40 F >384.40 G 32.92 A	<8.90 A 8.90-15.30 B 15.30-25.00 C 25.00-35.30 D 35.30-70.80 E 70.80-87.10 F >87.10 G 6.52 A

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

Fecha 30/08/2021

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
Anexo II. Calificación energética del edificio.
Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:

Fecha de generación del documento
Ref. Catastral

30/08/2021
ninguno

Página 1 de 7

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	220,37
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
P01_E01_PE001	Fachada	3,38	0,17	Usuario
P01_E01_PE002	Fachada	1,49	0,17	Usuario
P01_E01_PE003	Fachada	0,97	0,17	Usuario
P01_E01_PE004	Fachada	0,70	0,17	Usuario
P01_E01_ME001	Fachada	5,04	0,17	Usuario
P01_E01_FE002	Cubierta	2,34	0,31	Usuario
P01_E01_FE003	Cubierta	24,66	0,31	Usuario
P01_E01_ME002	Fachada	0,28	0,17	Usuario
P01_E01_PCT001	Fachada	2,08	0,14	Usuario
P01_E01_PCT002	Fachada	0,92	0,14	Usuario
P01_E01_PCT003	Fachada	0,60	0,14	Usuario
P01_E01_PCT005	Fachada	8,56	0,14	Usuario
P01_E01_PCT006	Fachada	6,40	0,14	Usuario
P01_E01_PCT007	Fachada	8,88	0,14	Usuario
P01_E01_FTER001	Suelo	84,69	0,33	Usuario
P01_E02_PE001	Fachada	2,27	0,32	Usuario
P01_E02_PE002	Fachada	3,12	0,32	Usuario
P01_E02_PE003	Fachada	2,27	0,32	Usuario
P01_E02_PCT001	Fachada	1,40	0,34	Usuario
P01_E02_PCT002	Fachada	1,92	0,34	Usuario
P01_E02_PCT003	Fachada	1,40	0,34	Usuario
P01_E02_FTER002	Suelo	4,20	0,33	Usuario
P02_E01_PE001	Fachada	2,52	0,17	Usuario
P02_E01_PE002	Fachada	5,76	0,17	Usuario
P02_E01_PE003	Fachada	0,64	0,17	Usuario
P02_E01_FE001	Fachada	3,12	0,16	Usuario

P02_E02_PE001	Fachada	1,47	0,17	Usuario
P02_E03_PE002	Fachada	2,94	0,17	Usuario
P02_E04_PE001	Fachada	4,92	0,17	Usuario
P02_E04_PE003	Fachada	1,68	0,32	Usuario
P02_E04_PE004	Fachada	3,24	0,32	Usuario
P02_E05_ME001	Fachada	7,50	0,17	Usuario
P02_E06_PE001	Fachada	6,72	0,32	Usuario
P02_E06_PE002	Fachada	4,70	0,17	Usuario
P02_E06_FE001	Fachada	0,79	0,16	Usuario
P03_E01_PE002	Fachada	4,04	0,17	Usuario
P03_E02_PE001	Fachada	4,87	0,17	Usuario
P03_E02_PE002	Fachada	0,67	0,17	Usuario
P03_E03_PE002	Fachada	5,10	0,17	Usuario
P03_E03_FE001	Fachada	2,94	0,31	Usuario
P03_E05_PE001	Fachada	2,08	0,17	Usuario
P03_E06_PE001	Fachada	7,29	0,17	Usuario
P03_E06_FE002	Fachada	5,24	0,31	Usuario
P03_E06_ME001	Cubierta	69,82	0,16	Usuario
P03_E07_PE001	Fachada	4,08	0,17	Usuario
P03_E08_PE002	Fachada	5,10	0,17	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Ventanas Aseos	Hueco	0,42	4,45	0,24	Usuario	Usuario
Ventanas Aseos	Hueco	0,42	4,45	0,24	Usuario	Usuario
Ventanas Aseos	Hueco	0,84	4,45	0,24	Usuario	Usuario
Ventana Escalera	Hueco	0,88	0,75	0,20	Usuario	Usuario
Ventana Cocina	Hueco	1,68	0,74	0,22	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio Matrimonio	Hueco	2,05	0,75	0,20	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorios y Comedor	Hueco	4,05	0,74	0,22	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorios y Comedor	Hueco	4,05	0,74	0,22	Usuario	Usuario
Ventana Balcon	Hueco	3,08	0,73	0,23	Usuario	Usuario
Ventana Balcon	Hueco	3,08	0,73	0,23	Usuario	Usuario
Puerta Entrada	Hueco	1,89	1,18	0,41	Usuario	Usuario
Puerta Garaje	Hueco	4,90	1,08	0,41	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	1,70	79,00	BiomasaOtros	Usuario
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	95,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		1,70			

Generadores de refrigeración

Fecha de generación del documento
Ref. Catastral

30/08/2021
ninguno

Página 3 de 7

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	140,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	1,00	95,00	BiomasaOtros	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,0	0,0	0,0	0,0
Caldera de biomasa	72,90	0,00	100,00	100,00
TOTALES	72,90	0,00	100,00	100,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Fotovoltaica insitu	0,0
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C4	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.90 A 8.90-15.30 B 15.30-25.00 C 25.00-35.40 D 35.30-50.30 E 50.30-70.30 F >=87.10 G 6.52 A		CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A
		3,51		0,25	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	-
		2,76		-	
Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹					

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

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	2,76	607,61
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	3,76	828,58

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

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
 Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²/año) ¹		CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²/año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²/año)	A
		16,17		0,48	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²/año)	B	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²/año)	-
		16,28		0,00	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F >147.00 G	16,43 A	<13.90 A 13.90-20.0 B 20.00-28.40 C 28.40-41.40 D 41.40-50.90 E 50.90-62.60 F >62.60 G	20,99 C
Demanda de calefacción (kWh/m²/año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²/año)	

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

Fecha de generación del documento
Ref. Catastral

30/08/2021
ninguno

Página 5 de 7

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m²·año)

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m²·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m²·año)

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m²·año)										
Consumo Energía final (kWh/m²·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m²·año)										
Demanda (kWh/m²·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL
TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

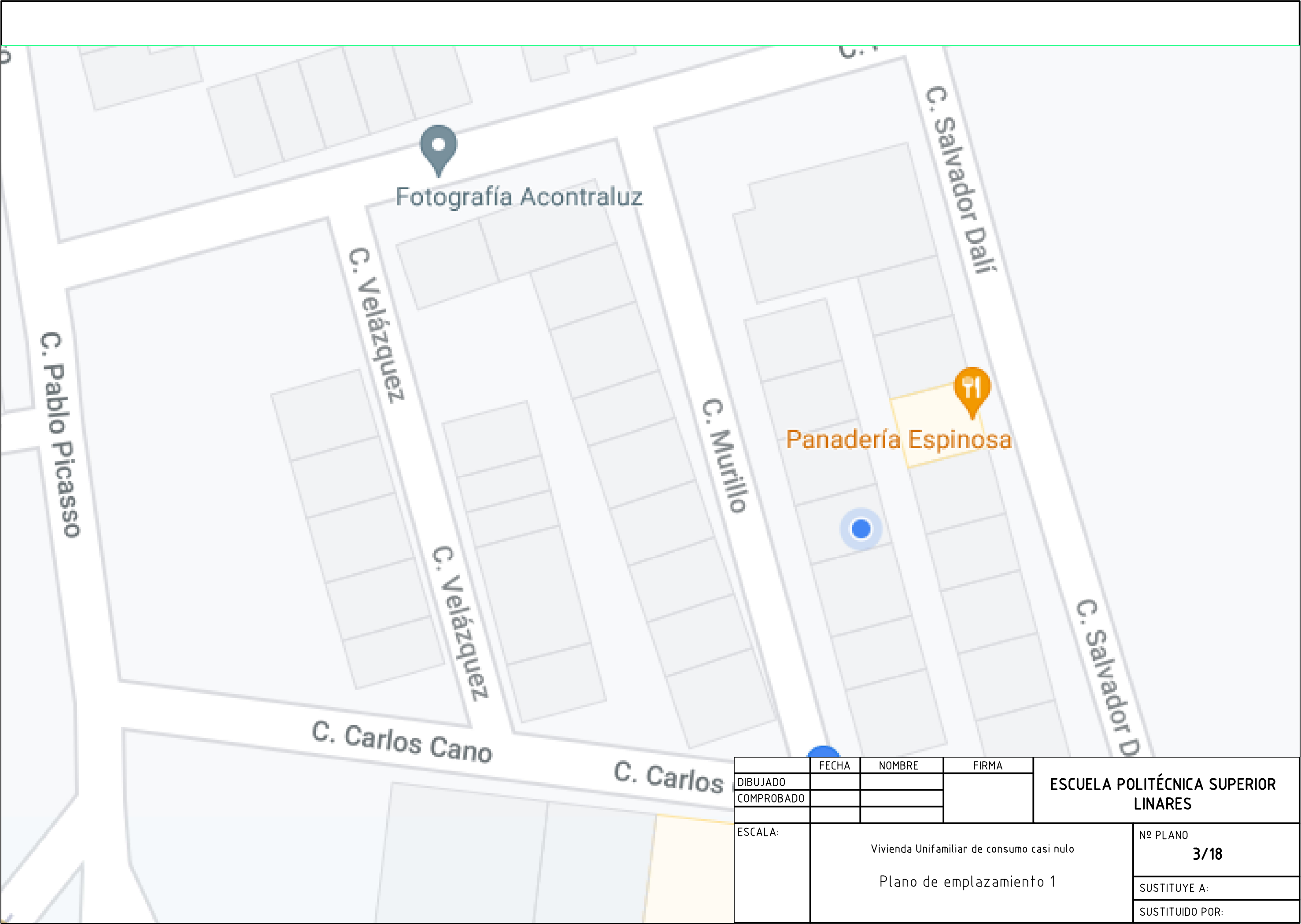
Fecha de realización de la visita del técnico certificador	28/08/21
--	----------

II. Planos.





	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA:	Vivienda Unifamiliar de consumo casi nulo				Nº PLANO 2/18
	Plano de situación 1				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

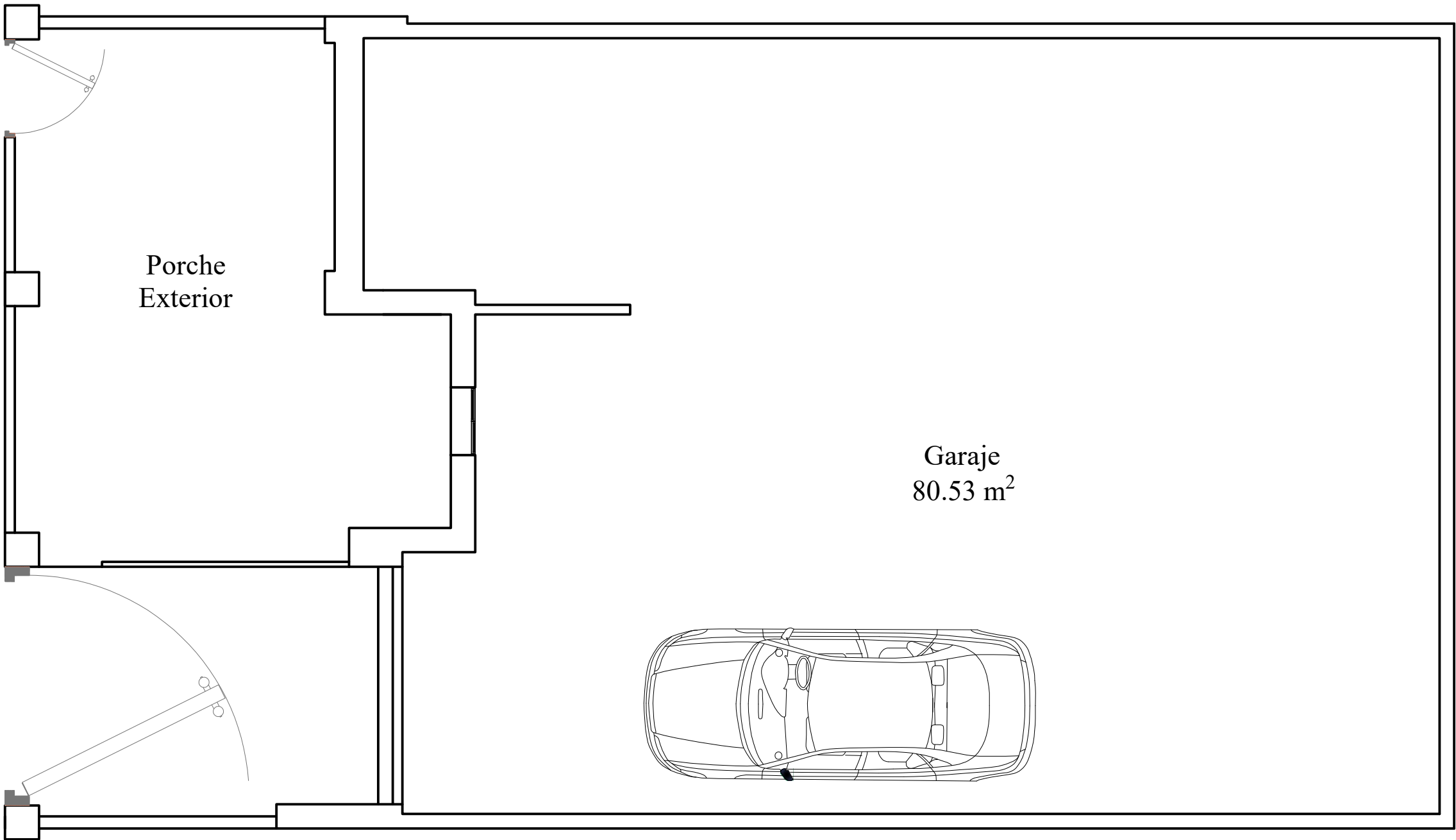




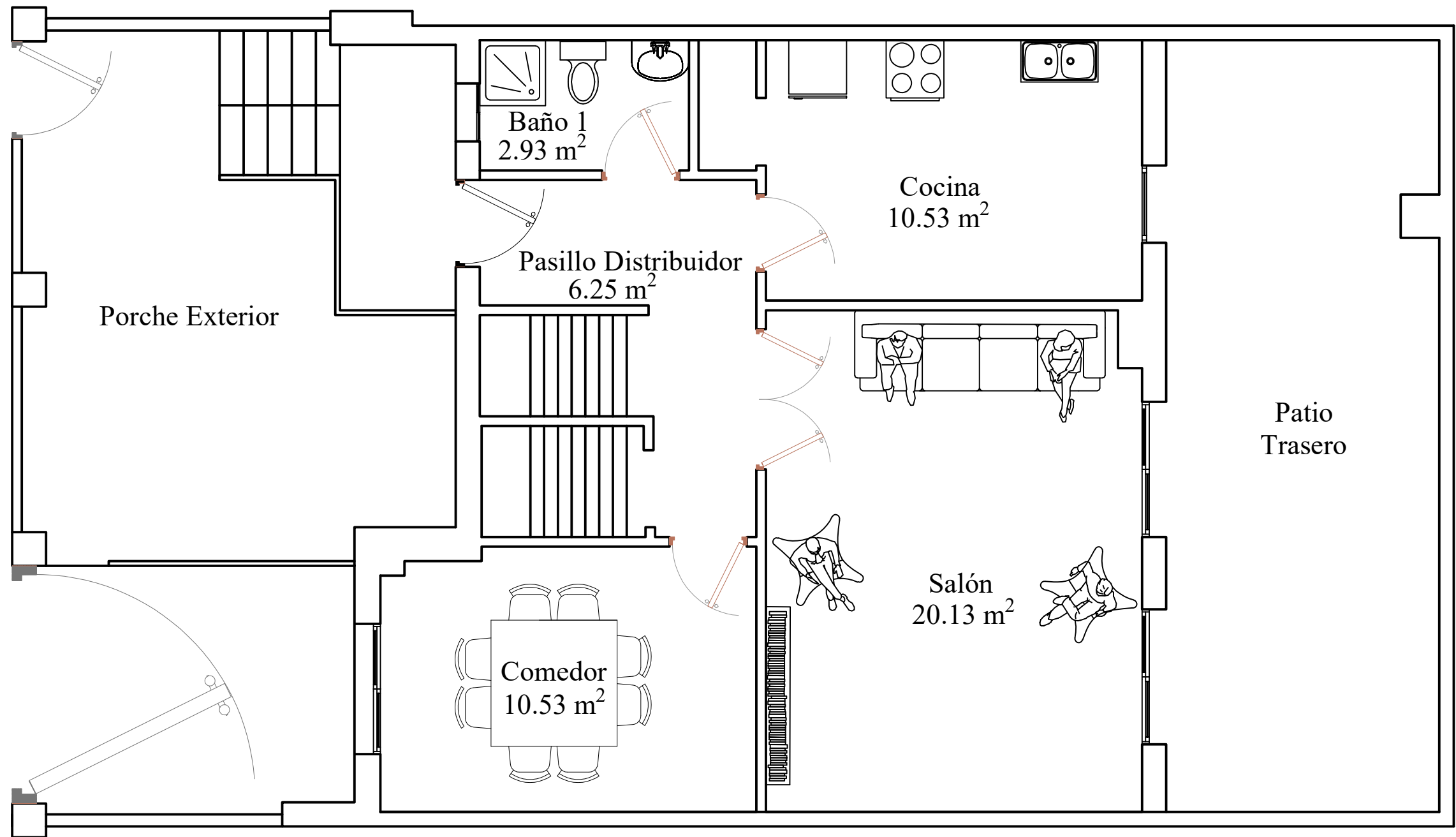
		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
	DIBUJADO					
	COMPROBADO					
					Nº PLANO 4/18	
	ESCALA:	Vivienda Unifamiliar de consumo casi nulo Plano de emplazamiento 2				SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

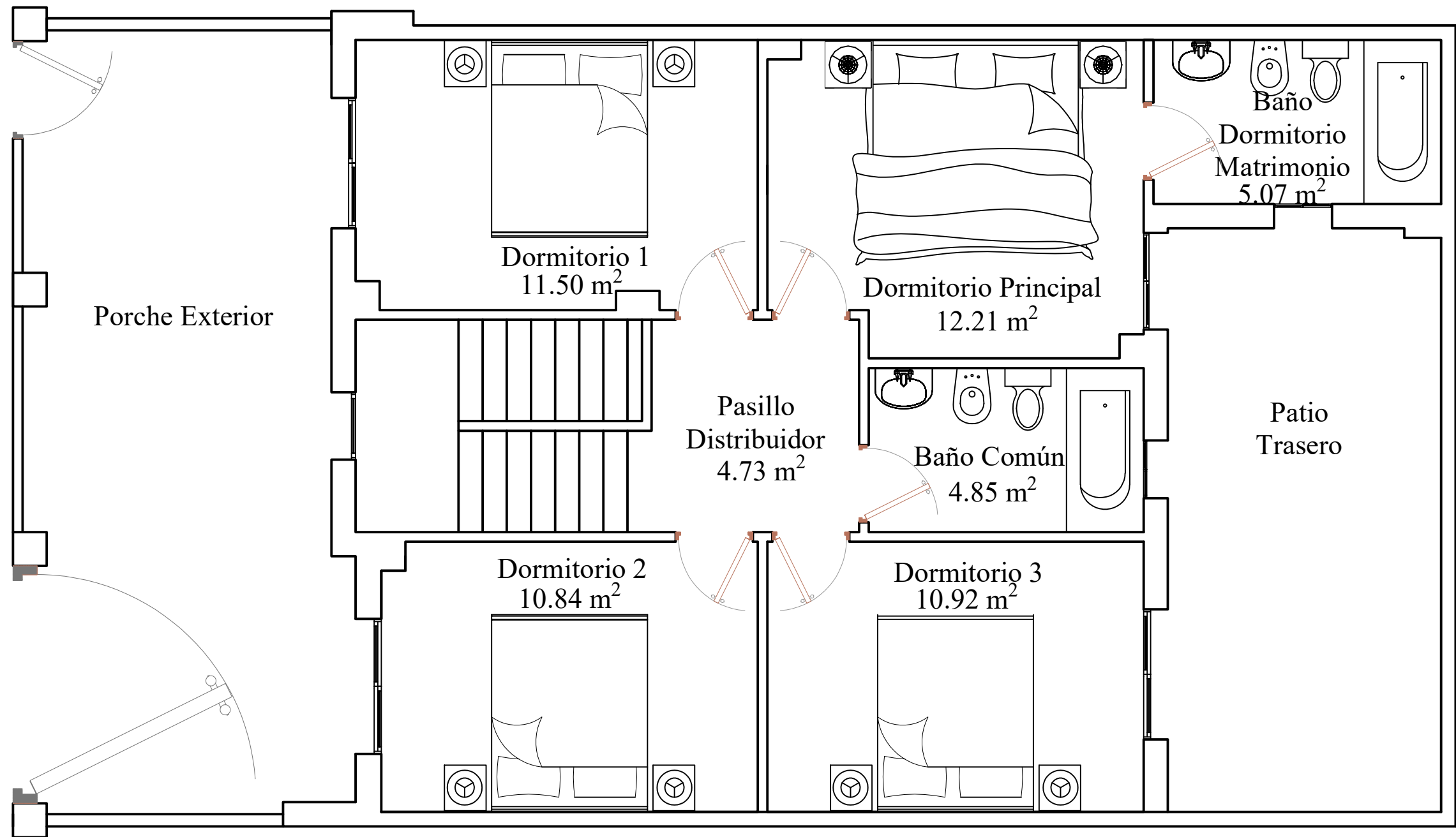
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



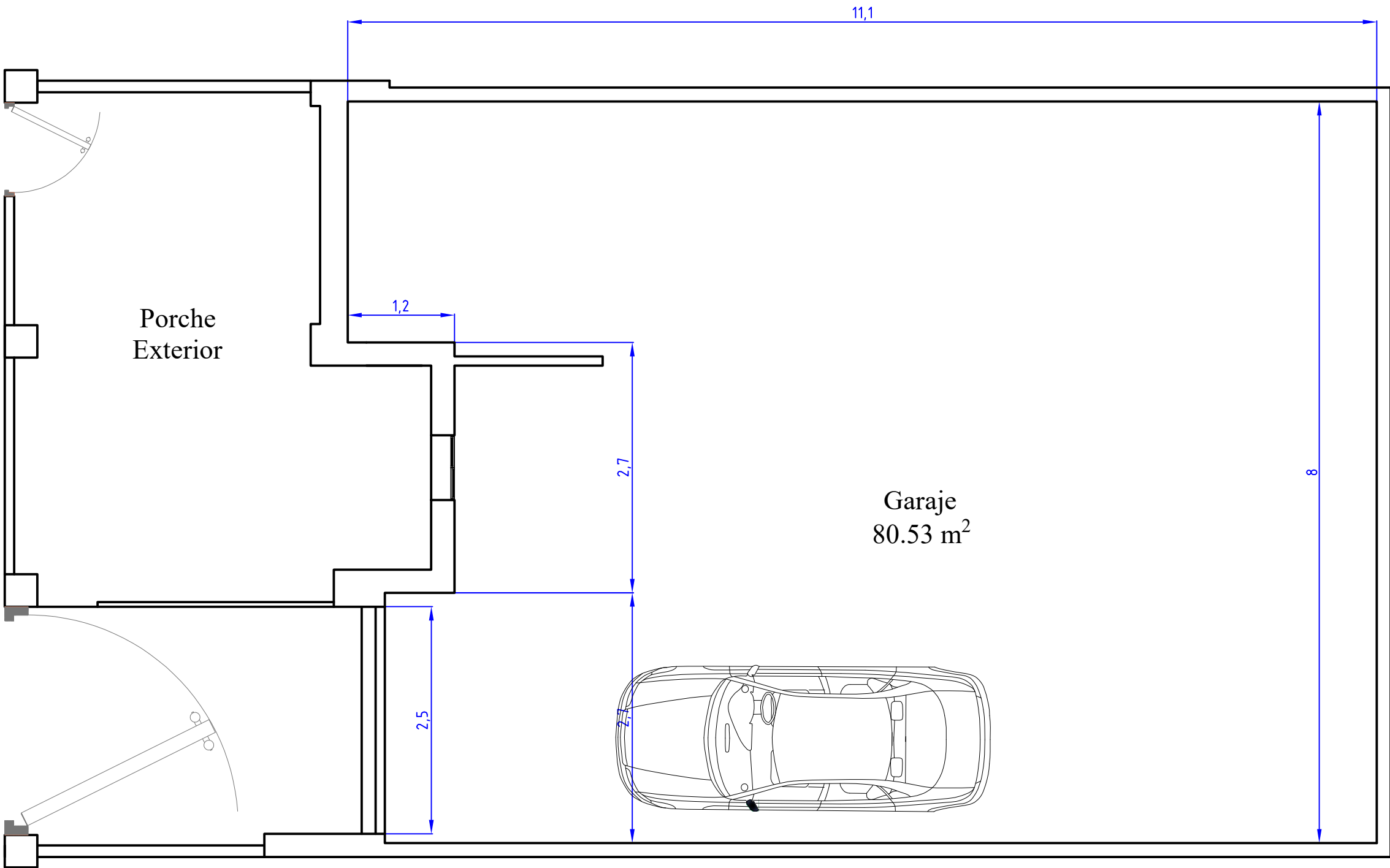
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO DISTRIBUCIÓN PLANTA SEMISÓTANO			Nº PLANO 5/18	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



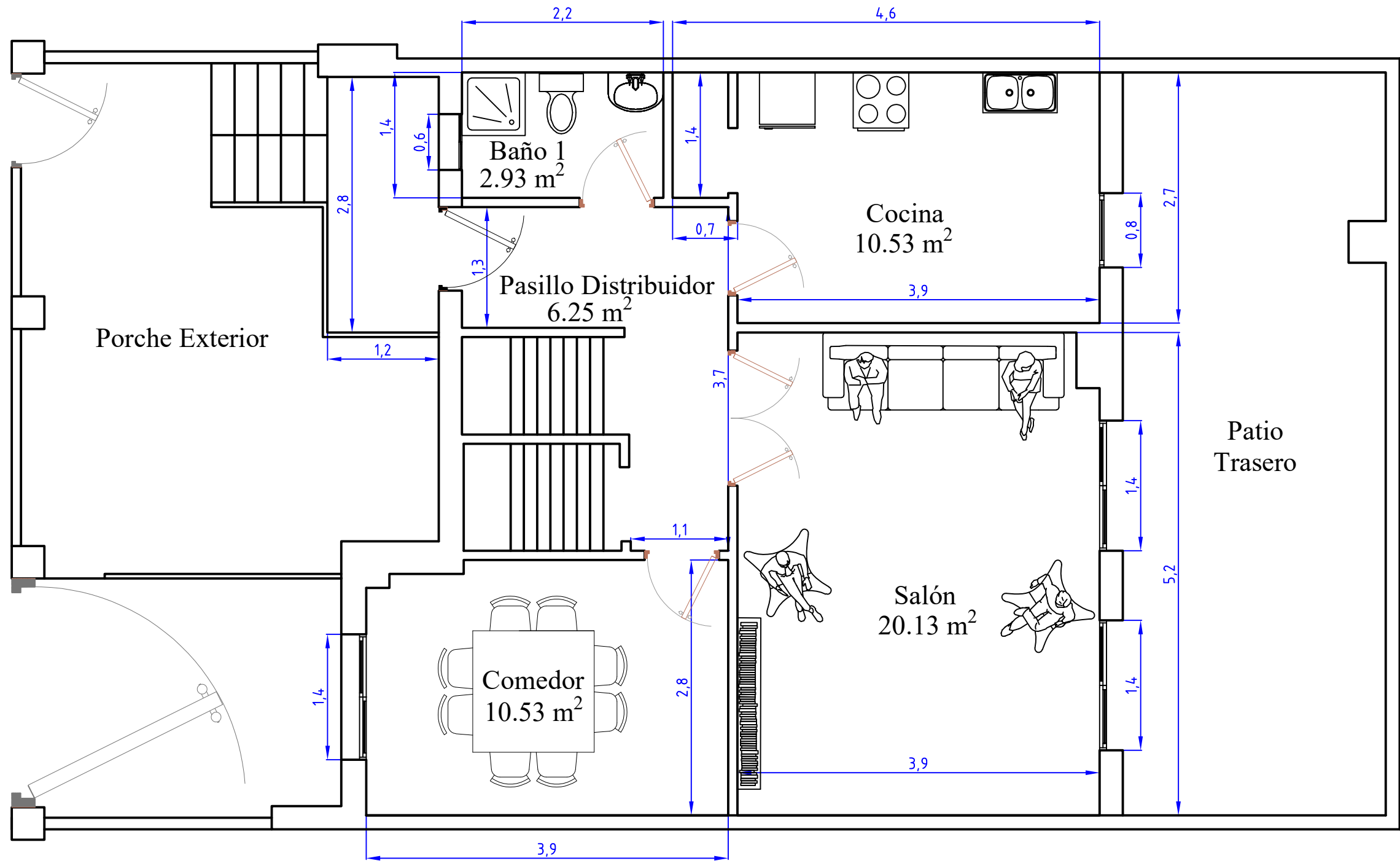
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO				Nº PLANO 6/18
	DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



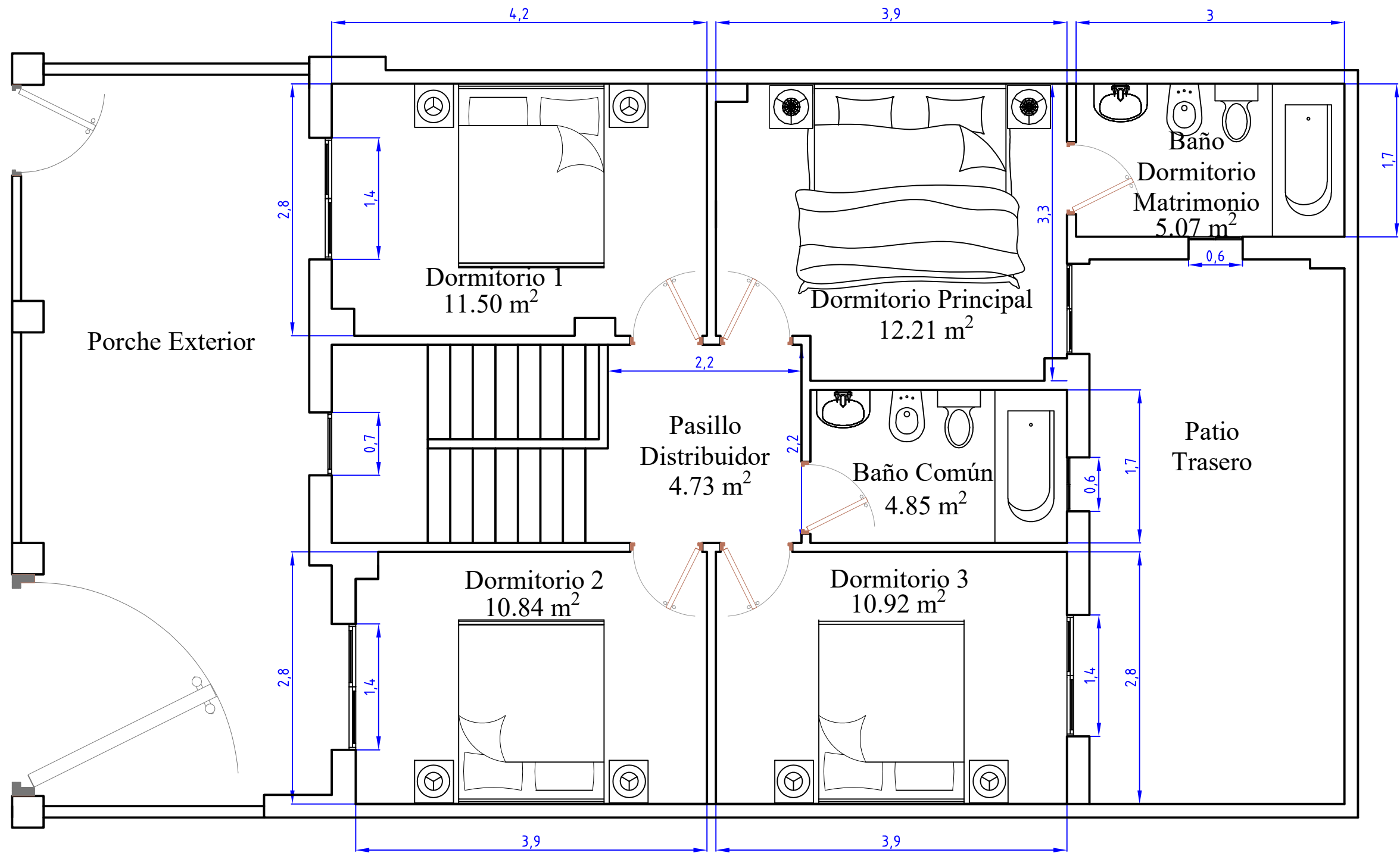
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA				Nº PLANO 7/18
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



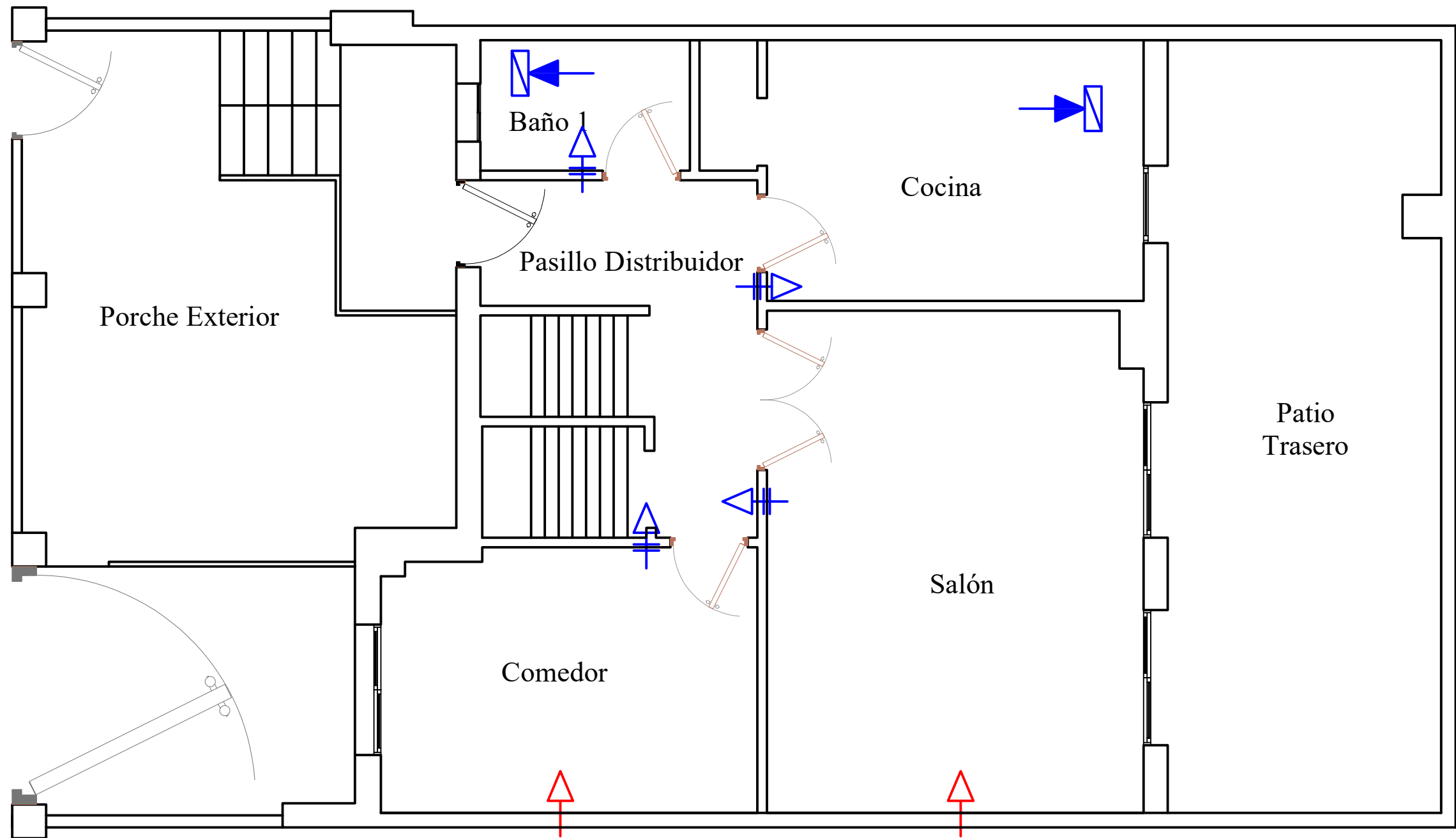
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO DIMENSIONES PLANTA SEMISÓTANO				Nº PLANO 8/18
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO				Nº PLANO 9/18
	DIMENSIONES PLANTA BAJA				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO DIMENSIONES PLANTA PRIMERA				Nº PLANO 10/18
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



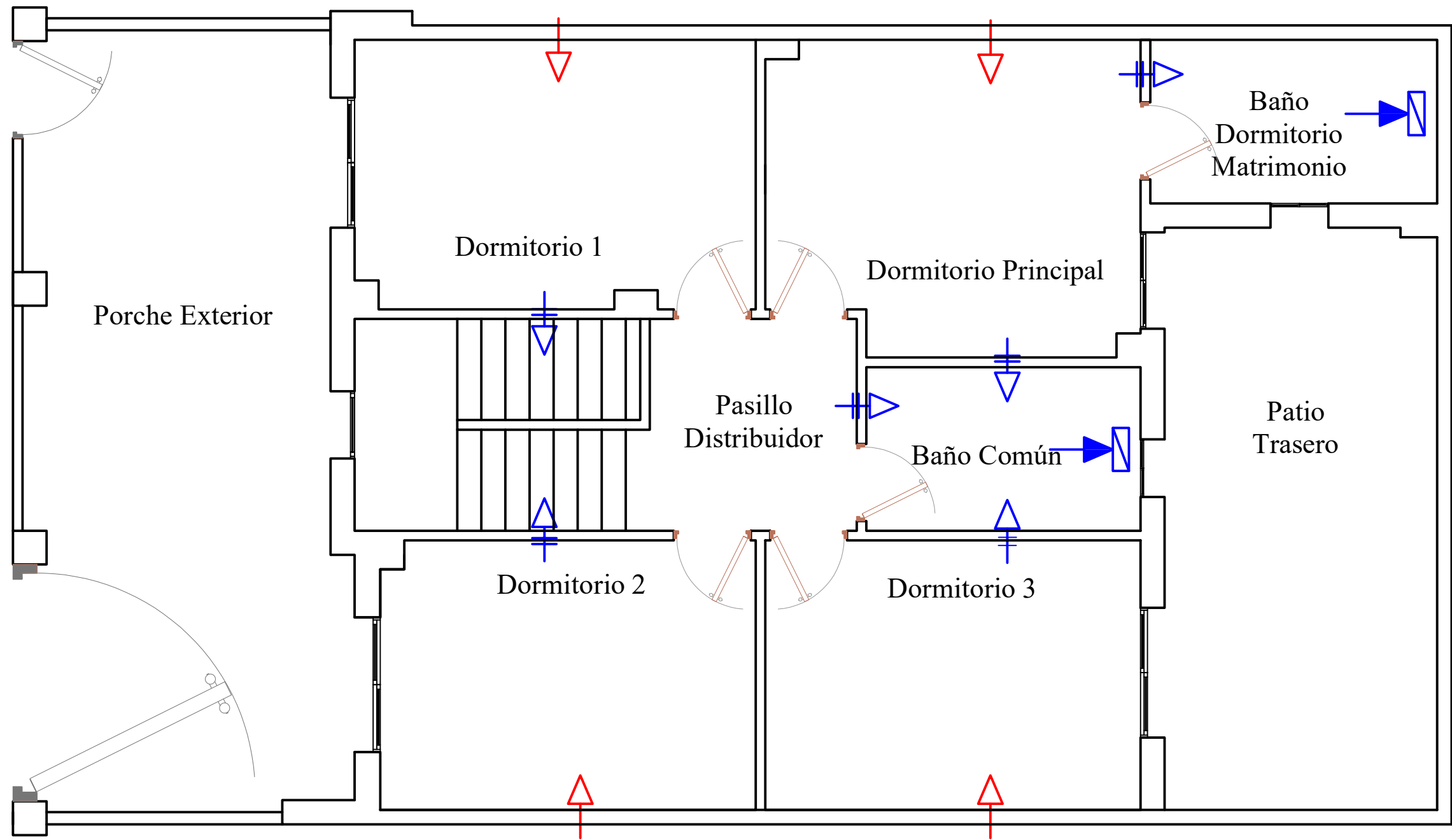
Abertura de Paso

Conducto Extracción

Abertura Extracción

Abertura Admisión

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO			Nº PLANO 11/18	
	VENTILACIÓN PLANTA BAJA			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



- 

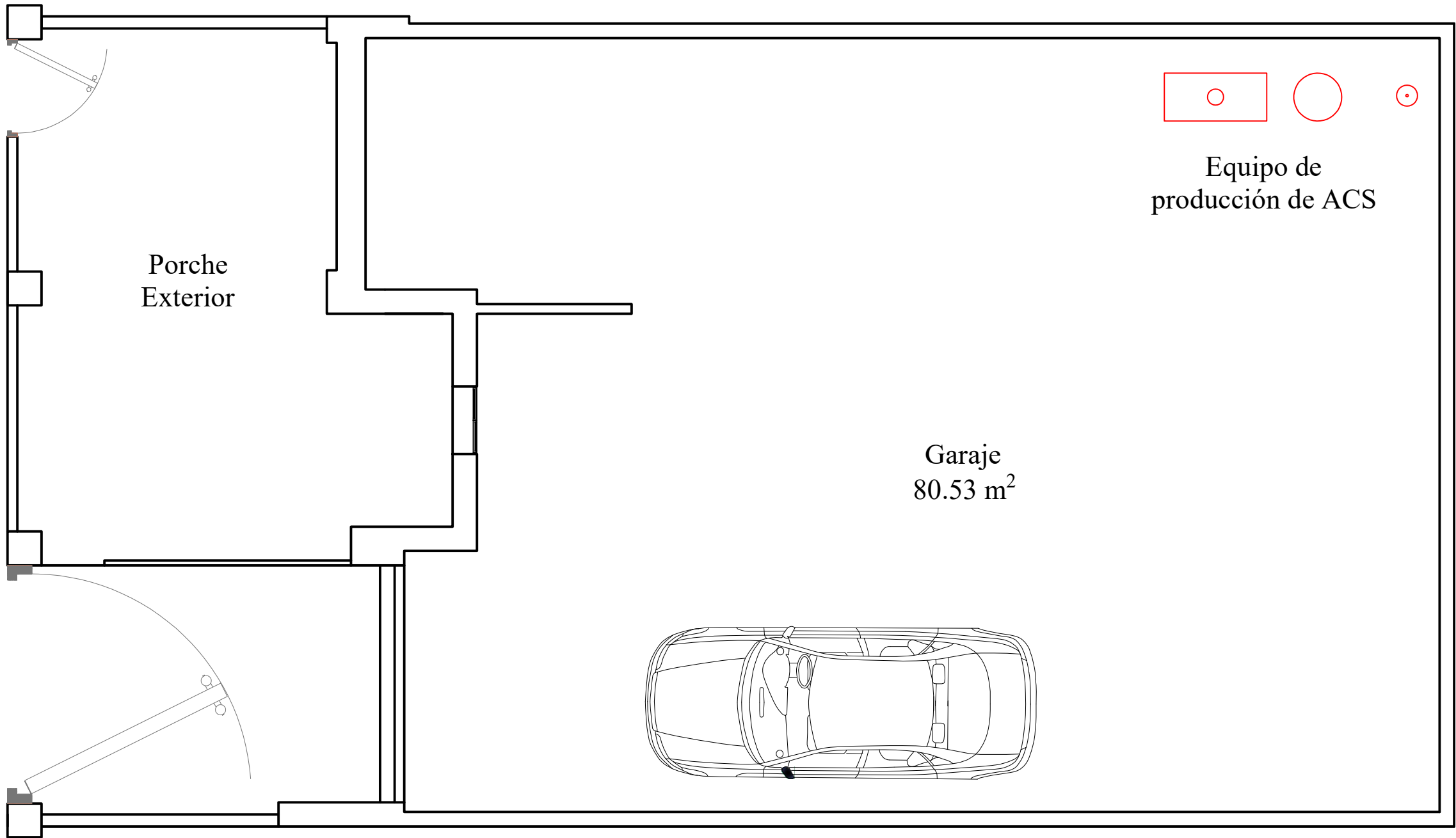
Abertura de Paso
- 

Conducto Extracción
- 

Abertura Extracción
- 

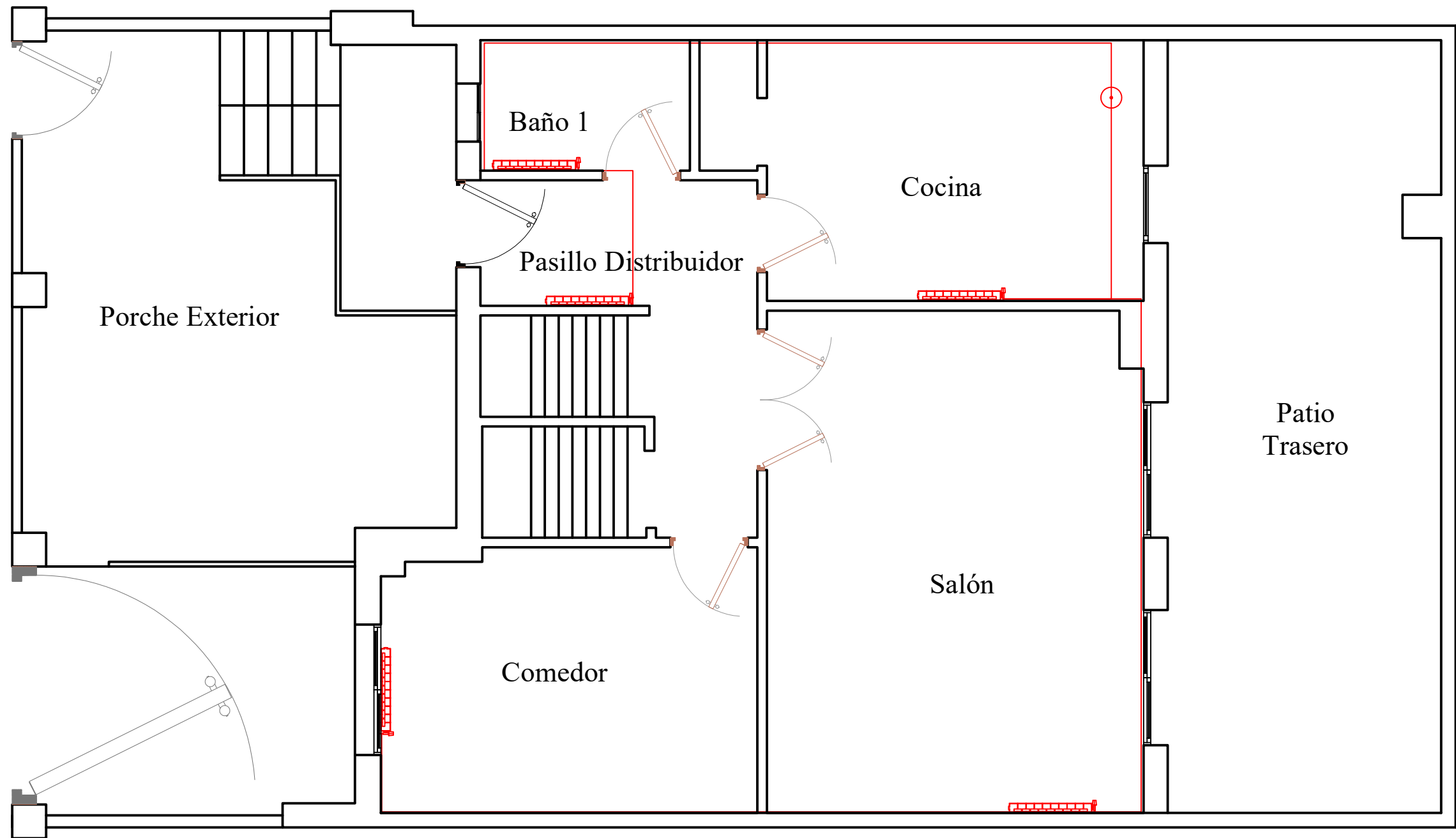
Abertura Admisión

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
DIBUJADO						
COMPROBADO						
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO VENTILACIÓN PLANTA PRIMERA			Nº PLANO 12/18		
				SUSTITUYE A:		
				SUSTITUIDO POR:		



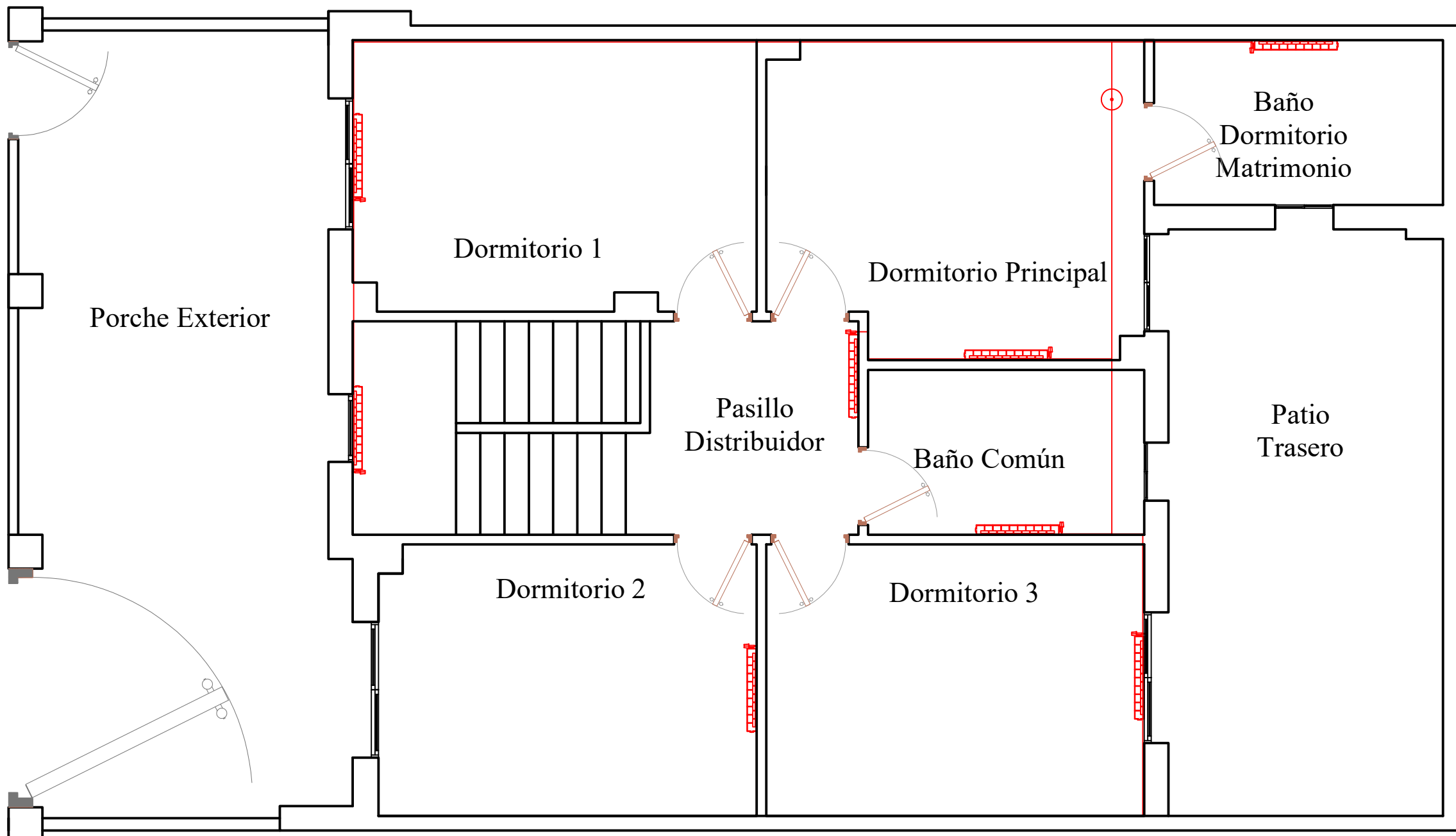
 Punto distribución Agua Calefacción.

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO			Nº PLANO 13/18	
	DISTRIBUCIÓN CALDERA Y ACUMULADOR PLANTA SEMISÓTANO			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



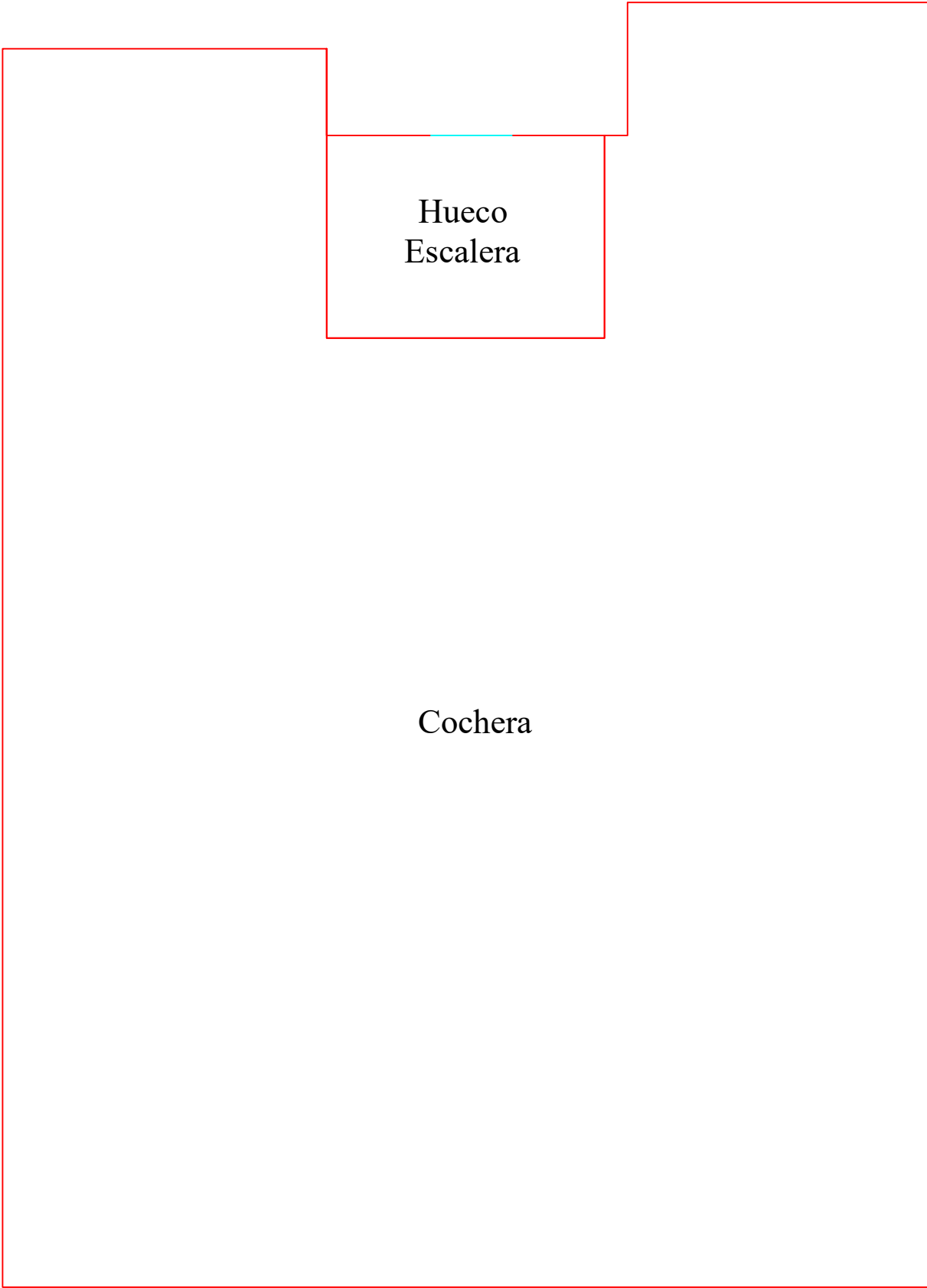
○ Punto distribución Agua Calefacción.

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO			Nº PLANO 14/18	
	DISTRIBUCIÓN CALEFACCIÓN PLANTA BAJA			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

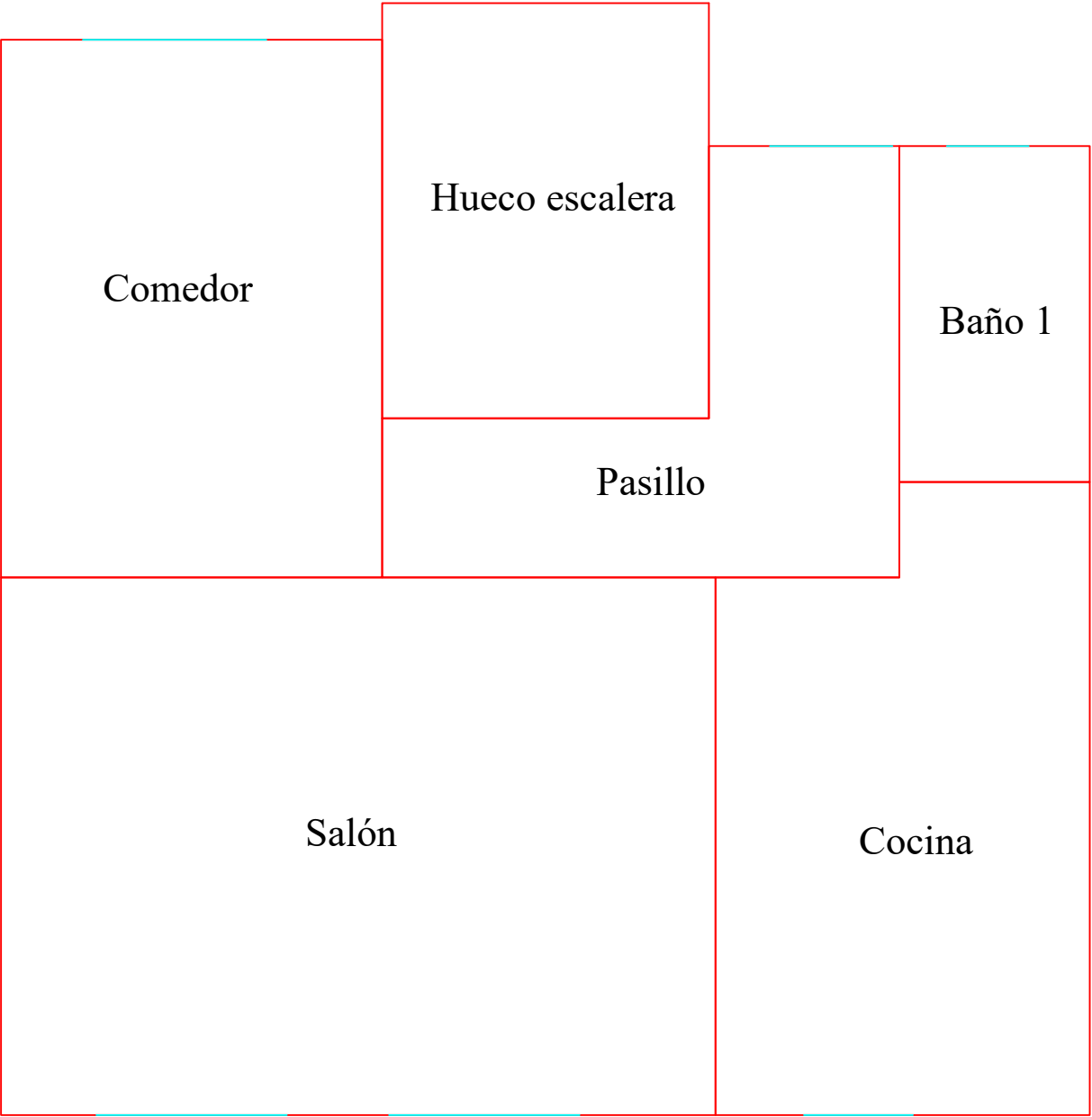


○ Punto distribución Agua Calefacción.

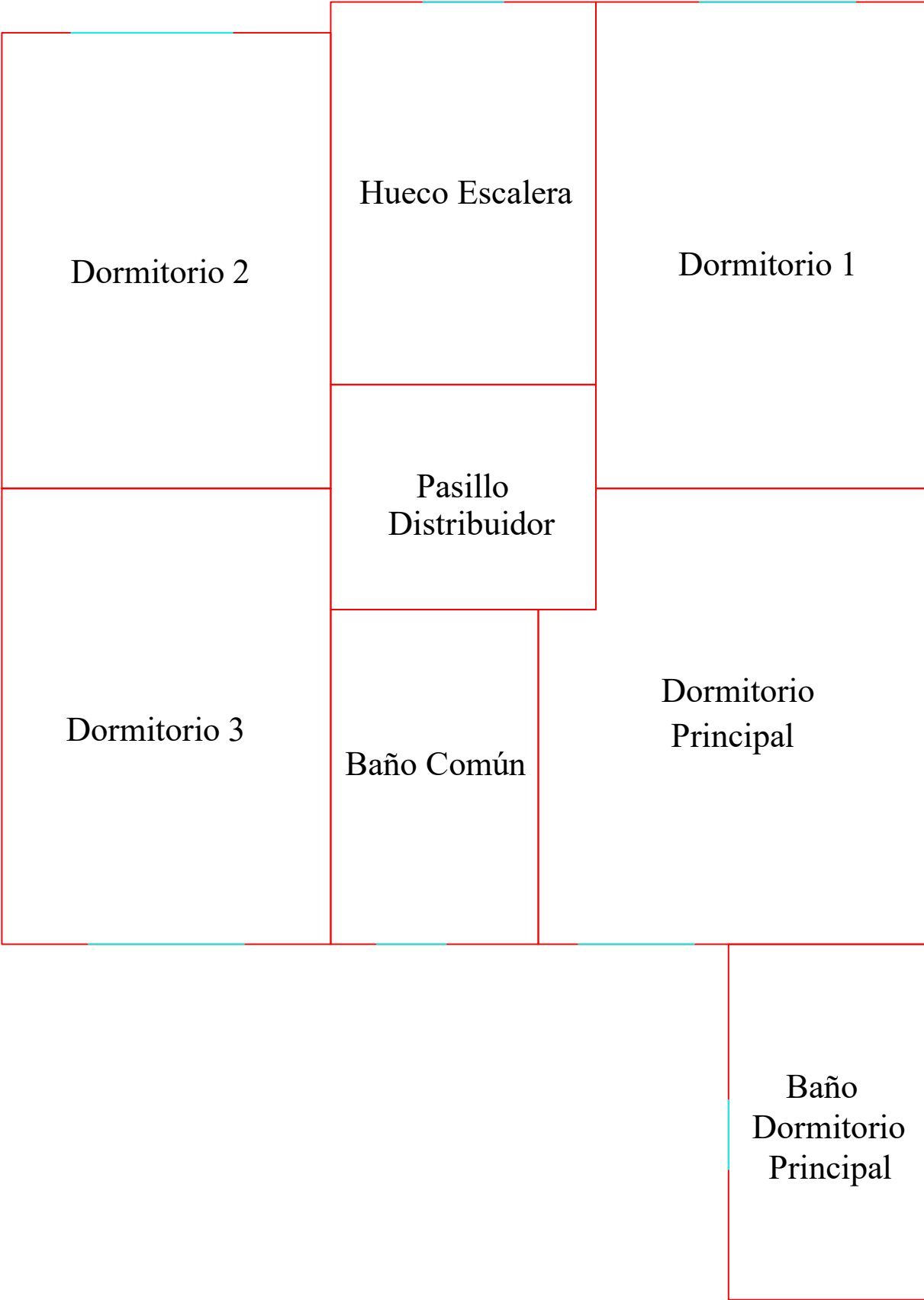
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO					
COMPROBADO					
ESCALA: 1:100	VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONSUMO CASI NULO				Nº PLANO 15/18
	DISTRIBUCIÓN CALEFACCIÓN PLANTA PRIMERA				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA: 1:100	Vivienda Unifamiliar de consumo casi nulo Plano para Software Informático Planta Semisótano			Nº PLANO 16/18
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA: 1:100	Vivienda Unifamiliar de consumo casi nulo			Nº PLANO 17/18
Plano Software Informático Planta Baja				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO				
COMPROBADO				
ESCALA: 1:100	Vivienda Unifamiliar de consumo casi nulo Plano para Software Informático Planta Primera			Nº PLANO 18/18
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR: