

Interreg



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

España – Portugal

 **feenert**



Evaluación y clasificación de riesgos asociados al cambio climático en entornos construidos de carácter tradicional

**Avaliação e classificação dos riscos associados às alterações
climáticas em ambientes construídos tradicionais**

Índice

1. Introducción	5
1.1. El proyecto FEENERT y el programa de cooperación INTERREG V-A España-Portugal	5
1.2. Acción A.1.2. Caracterización energética de sistemas constructivos propios de la arquitectura tradicional	6
2. Objetivos	9
3. Metodología.....	10
3.1. Estudio bibliográfico.....	10
3.2. Inventario de materiales.....	11
3.3. Inventario de sistemas constructivos	17
4. Fichas de sistemas constructivos verticales	27
5. Fichas de sistemas constructivos horizontales	44
6. Conclusiones	51
ANEXO-A. Bibliografía.....	53
ANEXO-B. Herramienta para la caracterización de sistemas constructivos tradicionales	54

Listado de imágenes

Ilustración 1. Visualización de hoja de materiales en la herramienta desarrollada.....	54
Ilustración 2. Visualización de hoja de caracterización energética de sistemas	55

Listado de tablas

Tabla 1. Glosario de materiales tradicionales y sus valores de variables energéticas..	15
Tabla 2. Glosario de materiales tradicionales compuestos y sus valores de variables energéticas	16

Interreg



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

España – Portugal



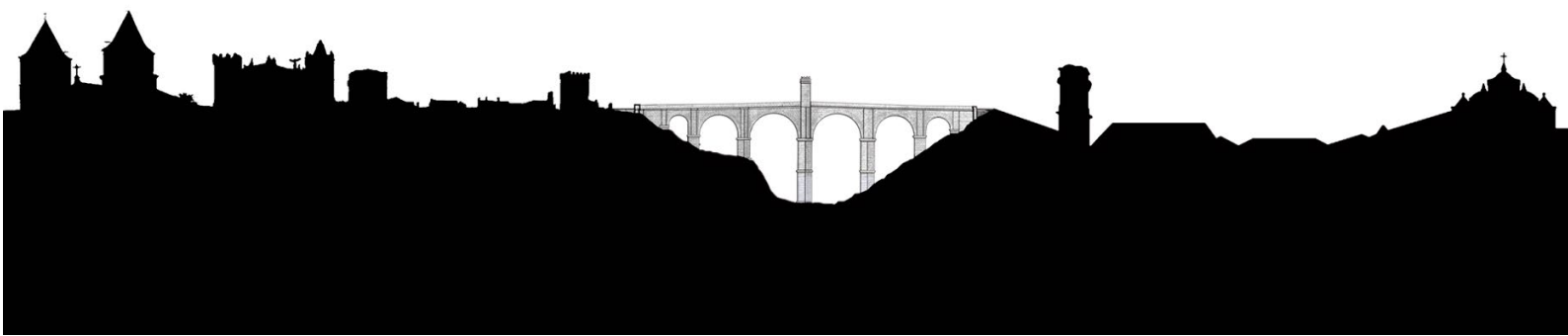
Actividad 1

Evaluación y clasificación de riesgos asociados al cambio climático en entornos construidos de carácter tradicional

Entregable 1.2.1

Estudio y Catálogo: fichas sistemas constructivos tradicionales en zonas EUROACE. Caracterización energética

03/06/2025, Jose Manuel Lorenzo Gallardo



HOJA DE CONTROL DEL DOCUMENTO	
Código	E.1.2.1
Acción vinculada	A.1.2
Fecha	05/06/2025
Coordinador entregable	Beatriz Montalbán Pozas
Autores documento	Jose Manuel Lorenzo Gallardo, Francisco Serrano Candela, Beatriz Montalbán Pozas, Ángel Pizarro Polo

CONTROL DE VERSIONES			
VERSIÓN / VERSÃO	FECHA / DATA	RESPONSABLE / RESPONSÁVEL	COMENTARIOS / COMENTÁRIOS
1	17/12/2024	José Manuel Lorenzo Gallardo	Inicial
2	03/06/2025	José Manuel Lorenzo Gallardo	Revisión

1. Introducción

1.1. El proyecto FEENERT y el programa de cooperación INTERREG V-A España-Portugal

El programa de cooperación INTERREG V-A España-Portugal (POCTEP, da continuidad a los programas transfronterizos iniciados en 1989 con el fin de borrar los efectos nocivos de las fronteras interiores de la UE y mejorar la calidad de vida de los habitantes de estos espacios de cooperación. Este programa está financiado por la Comisión Europea a través de los Fondos FEDER y se desarrollan en el área mayormente conocida como EUROACE, la cual engloba todo el territorio comprendido por Alentejo, Centro y Extremadura.

La región EUROACE, eminentemente rural, posee un importante patrimonio de edificios históricos dispersos por todo su territorio. Estos edificios podrían convertirse en un activo económico y cultural significativo si se gestionan adecuadamente. Sin embargo, su antigüedad, la despoblación, y la necesidad de modernizar las empresas locales en técnicas de conservación y rehabilitación energética representan retos considerables. La falta de relevo generacional en expertos de construcción tradicional y la ausencia de una normativa clara complican aún más su conservación y adaptación a los estándares actuales.

En el área de cooperación de la EUROACE se están desarrollando proyectos conjuntos que centran sus objetivos en fomentar el emprendimiento, la economía verde o circular, en propiciar la transferencia de conocimiento al tejido productivo empresas o en la mejora y puesta en valor de nuestros recursos patrimoniales. También hay proyectos enfocados a nuevos campos de cooperación de contenido más social orientados a incentivar un envejecimiento activo de la población o a proteger a las mujeres frente a la violencia de género.

FEENERT es un proyecto europeo transfronterizo cuyo objetivo es poner en valor edificios históricos de carácter público ubicados en el medio rural, facilitando la intervención constructiva con criterios de calidad y economía circular. Este proyecto se centra en la región EUROACE, buscando impulsar la sostenibilidad y revitalizar el

patrimonio cultural mediante acciones innovadoras y colaborativas. La adaptación de construcciones históricas a las nuevas exigencias de eficiencia energética es esencial para la sostenibilidad y preservación del patrimonio.

1.2. Acción A.1.2. Caracterización energética de sistemas constructivos propios de la arquitectura tradicional

El proyecto Feenert se divide en varias actividades, la actividad 1 titulada “Evaluación y clasificación de riesgos asociados al cambio climático en entornos construidos de carácter tradicional” en la cual se enmarca este entregable, se describe como:

“En esta actividad se realizarán de forma separada estudios que establezcan los parámetros ambientales (climáticos) que afectan de forma pormenorizada a los distintos territorios de la zona EUROACE, prestando especial atención a aquellos parámetros relacionados con el cambio climático. Así como estudios que permitan caracterizar las distintas soluciones constructivas y tipológicas de la arquitectura vernácula y tradicional del territorio desde el punto de vista energético.

Finalmente se establecerá una relación entre ambos estudios de donde se extraiga cuáles son las principales afectaciones y patologías en la edificación tradicional que se vinculen a consecuencias ambientales, aspectos climáticos, aspectos de mantenimiento inadecuado etc.”

Esta actividad tiene como objetivo el *“determinar, caracterizar y cuantificar el comportamiento energético de edificaciones vernáculas a través de la relación que se establezca entre parámetros micro climáticos y de cambio climático con tipologías edificatorias y sistemas constructivos de entornos edificados de carácter tradicional que se encuentran dentro del territorio EUROACE”*.

Esta actividad, a su vez se divide en varias acciones. La acción A.1.2, en dicho formulario se denomina como “Caracterización energética de sistemas constructivos propios de la arquitectura tradicional” y que se describe como:

“Los socios que intervienen en esta acción llevarán a cabo un estudio en el que se analicen los sistemas constructivos tradicionales pertenecientes a la arquitectura de carácter tradicional desde el punto de vista energético dentro del entorno EUROACE.

Dicho estudio se realizará acotando pequeñas áreas geográficas en concordancia con los sectores delimitados en la acción A 1.1, de tal forma que se pueda apreciar e identificar las características propias del mayor número posible de construcciones tradicionales dentro de la zona EUROACE. Todos los socios colaborarán en el desarrollo de un marco metodológico de análisis que se pueda aplicar a los distintos territorios, tipologías edificatorias y entornos construidos de EUROACE. UEX y UEV caracterizarán las técnicas, materiales y sistemas con las que se han realizado distintos componentes de la arquitectura vernácula tradicional de las edificaciones de estudio en cada lado de la raya.

Dentro de los sistemas estudiados; se caracterizarán las soluciones constructivas relativas a la envolvente de edificios desde el punto de vista constructivo y energético, así como se estudiarán tipologías características de edificación asociada a cada uno de los sistemas constructivos caracterizados, divididos según las áreas geográficas propuestas.

Se realizará una biblioteca BIM con todas las soluciones caracterizadas en la que se desprenda información relativa a comportamiento energético de las distintas soluciones y ACV. Para ello se establecerá un marco de finalidad en el que se indique el objetivo de la biblioteca, en el que se definirán los elementos a caracterizar, las herramientas, el propósito final para el que se ha de parametrizar y el abanico de compatibilidad que se quiere perseguir.

El producto resultante, además de la biblioteca BIM, será un conjunto de fichas dentro de catálogos de tipologías y sistemas constructivos característicos de la arquitectura popular tradicional de los distintos territorios EUROACE”

Es por ello, que se genera el entregable “E.1.2. Estudio y Catálogo: fichas sistemas constructivos tradicionales en zonas EUROACE. Caracterización energética de sistemas constructivos” con la finalidad de dar justificación y recoger la investigación realizada en dicha acción, que se ha decidido dividir en dos partes: E.1.2.1 y E.1.2.2. En el primero, que es el que se adjunta a continuación, se desarrolla el estudio y catálogo de los materiales, elementos y sistemas constructivos y en el segundo de las tipologías constructivas. Ambos documentos se refieren a la región extremeña.

De este modo, este documento expone todo el proceso desarrollado para realizar el catálogo de los materiales, elementos y sistemas constructivos tradicionales en la región de Extremadura, que parte de la caracterización de los mismos en cuanto a sus parámetros energéticos, teniendo siempre como objetivo principal el fomento de la eficiencia energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en edificaciones tradicionales. Y a continuación aglutina en fichas identificativas toda la información generada.

2. Objetivos

El objetivo principal de este documento es exponer los resultados obtenidos de la caracterización energética de los sistemas constructivos tradicionales presentes en la Extremadura dentro de la región EUROACE. Para alcanzar este fin, se ha desarrollado una metodología específica que permite analizar y sistematizar dichos sistemas desde una perspectiva técnica y energética. A partir de este objetivo general, se derivan una serie de objetivos específicos que guían el desarrollo del estudio:

- **Identificar y documentar los sistemas constructivos tradicionales** más representativos de la arquitectura vernácula de la región EUROACE, incluyendo muros, forjados, cubiertas y bóvedas.
- **Analizar y caracterizar energéticamente los materiales y sistemas constructivos tradicionales** mediante variables térmicas clave como conductividad, densidad, calor específico, difusividad y efusividad térmica.
- **Desarrollar una metodología replicable** que permita aplicar el análisis energético a distintas tipologías constructivas y territorios, utilizando herramientas automatizadas basadas en hojas de cálculo.
- **Posibilitar la creación posterior de una biblioteca BIM** que integre las soluciones constructivas caracterizadas, incluyendo información sobre su comportamiento energético y su ciclo de vida, para facilitar su uso en proyectos de rehabilitación.
- **Promover la eficiencia energética en la rehabilitación del patrimonio arquitectónico rural**, orientando las intervenciones hacia soluciones sostenibles y respetuosas con las técnicas tradicionales.
- **Facilitar la transferencia de conocimiento técnico a profesionales**, investigadores y administraciones públicas, fomentando el relevo generacional en los oficios tradicionales y la conservación activa del patrimonio.
- **Apoyar la toma de decisiones en políticas públicas** relacionadas con la conservación del patrimonio, la sostenibilidad y el desarrollo rural en la región EUROACE.

3. Metodología

Para el estudio de los sistemas constructivos tradicionales en la región de Extremadura, se ha desarrollado una metodología estructurada que permite automatizar la obtención y análisis de los valores energéticos mediante el uso de hojas de cálculo (ANEXO-B). A través de un enfoque multidisciplinario, se busca documentar y analizar los diferentes sistemas, así como los tipos constructivos empleados a lo largo de la historia en la región de Extremadura.

La metodología adoptada toma como referencia la propuesta por Beatriz Montalbán en su tesis titulada *“Rehabilitación sostenible de la arquitectura tradicional del Valle del Jerte”* (Montalbán Pozas, 2015). En este trabajo, se plantea una estrategia integral para el análisis del patrimonio arquitectónico del Extremadura, combinando el estudio histórico, el análisis de materiales y técnicas constructivas, y la evaluación energética de las edificaciones tradicionales. Este enfoque ha sido adaptado y ampliado en el presente proyecto para abarcar un espectro más amplio de tipologías y contextos dentro de la región.

Con esta base, la metodología desarrollada se organiza en tres fases:

- Estudio bibliográfico
- Estudio de materiales y sistemas constructivos
- Estudio de tipologías constructivas

3.1. Estudio bibliográfico

Para conocer los materiales más comunes, así como los sistemas en los que se emplean y las distribuciones típicas de las edificaciones, se realiza un estudio bibliográfico. Para el desarrollo de este estudio se consultan diferentes fuentes, desde documentos científicos hasta trabajos de fin de estudios, realizando una primera búsqueda por temas que albergue toda la información que permita identificarlo.

El primer análisis de esta bibliografía comienza por clasificar los documentos de tal forma que permitan identificar de una manera sencilla cuál es su contenido, se recogen los siguientes campos:

- Referencia bibliográfica
- Provincia en la que se ubica.
- Comarca en la que se sitúa.
- Localidad si fuera una concreta
- Tipo de documento
- Tipología/ Elemento/ Técnica constructiva
- Uso de las construcciones que expone

Esta clasificación se realiza tanto para documentos de la comunidad de Extremadura como para documentos de la zona portuguesa de EUROACE.

Una vez se tiene esta clasificación se para a estudiar en profundidad cada uno de los documentos para así de este modo poder desarrollar los siguientes pasos de la metodología para la caracterización energética de los sistemas constructivos.

3.2. Inventario de materiales

A través del estudio bibliográfico realizado, se ha elaborado un inventario de materiales representativos empleados en la construcción de edificios públicos de arquitectura tradicional. Estos materiales se agrupan en familias en función de la tipología y la naturaleza de los mismo, estableciendo así un total de 5 grupos: rocas, tierras, maderas y vegetales, pastas y morteros y cerámicos.

Una vez establecidos cuales son los materiales que se emplean de manera tradicional en el territorio extremeño, se caracterizan energéticamente mediante una descripción cualitativa y selección de propiedades cuantitativas energéticas térmicas (Tabla 1). Los datos relativos a estas propiedades se obtienen a partir de normativas o textos científicos de índole académico, se considera muy necesario especificar la procedencia del dato, así como que todos los datos provengan de fuentes similares para evitar la distorsión de los resultados finales. También sería una mejora en este trabajo la integración de datos reales y no solo teóricos, como se ha hecho en este caso, procedentes de ensayos de laboratorio o in situ.

Estos datos deben ser válidos para caracterizar y elaborar el entregable E1.3" Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética de sistemas constructivos".

Se descarta realizar la evaluación energética del ciclo de vida de los materiales, puesto que no tenemos una base de datos confiable y unificada, sin embargo, se hace constar que sería muy deseable incorporar estos datos para orientar la elección del material y sistema más eficiente energéticamente, al menos en la etapa de producto.

Además de estos grupos, se hace necesario contar con otro tipo de materiales a los que se ha denominado materiales compuestos. Se trata de materiales como pueden ser las mamposterías, las sillerías y los entramados de madera (Tabla 2).

Para realizar la caracterización de este grupo de materiales se estudia la composición de cada uno de ellos estableciendo la proporción en la que interviene cada uno de los elementos que los componen. De este modo se puede calcular los valores energéticos que más los representan mediante la ponderación de los valores característicos de sus componentes.

Se han caracterizado los materiales recogidos en la base especificando un total de 10 variables para cada uno:

- Código: Se trata de un parámetro alfanumérico asignado a cada material con la finalidad de reducir la longitud del nombre con el que se le denomina.

La estructura seguida es la siguiente:

Inicial del grupo al que se ha asignado_ Inicial del material

En el caso de que en función de los nombres se repitiesen los códigos, se procedería a utilizar la tercera letra de manera que se eviten confusiones.

Para denominar materiales compuestos (aquellos productos de construcción que se crean a partir de distintos materiales pero que no son el sistema constructivo) se decide optar por una nomenclatura alfanumérica compuesta por "V" en el caso de que este material se emplee en elementos verticales o "H" en el caso de que se emplee en elementos horizontales, seguido por dos números que indican el orden en el que se insertaron estos materiales.

- Nombre: Denominación común con el que se conoce el material que se caracteriza
- Densidad aparente general: En ocasiones la densidad de un mismo material puede ser diferente, por ese motivo, los textos aportan un rango de valores al hablar de esta variable de un material.
- Densidad aparente media: Se trata del valor de densidad más representativo de un material. En los casos en los que los textos solo aporten un valor, este será el que se adjudique al material en esta variable, mientras que, si por el contrario aportan un rango, el valor que tome esta variable será el valor medio del mismo.
- Conductividad térmica: Es la capacidad de un material para conducir el calor. Cuando esta variable adopta valores altos, indica que ese material es un buen conductor de calor mientras que si son valores bajos indica que es un buen aislante térmico. Su unidad de medida es W/m·K.
- Calor específico: Es la cantidad de calor que se precisa para aumentar la temperatura de una unidad de masa de un material en un grado Celsius (o Kelvin). Los valores elevados de esta variable indican que el material necesita mayor energía para variar su temperatura. Su unidad de medida es J/kg·K.
- Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua: Representa la resistencia de un material al paso del vapor de agua, comparando la permeabilidad al vapor de un material con la del aire. Un valor alto indica que el material es menos permeable al vapor de agua. Se expresa como un número adimensional.
- Difusividad térmica: Esta variable representa la rapidez con la que un material es capaz de cambiar su temperatura. Su unidad de medida es m²/s. Se calcula como la conductividad térmica dividida por el producto de la densidad y el calor específico.

$$\alpha = \kappa / \rho \cdot C_p$$

Donde:

α : Representa la difusividad térmica del material en m²/s

κ : Representa la conductividad térmica del material en W/m·K

ρ : Representa la densidad del material en kg/ m³

C_p : Representa el calor específico del material en J/kg·K

- Efusividad térmica: Representa la capacidad de un material para intercambiar calor con su entorno. Su unidad de medida es $W/(m^2 \cdot K \cdot s)$. Se calcula como la raíz cuadrada del producto de la conductividad térmica y la densidad por el calor específico.

$$e = \sqrt{\kappa \cdot \rho \cdot C_p}$$

Donde:

e : Representa la efusividad térmica del material en $W/(m^2 \cdot K \cdot s)$

κ : Representa la conductividad térmica del material en $W/m \cdot K$

ρ : Representa la densidad del material en kg/m^3

C_p : Representa el calor específico del material en $J/kg \cdot K$

- Absortancia: Es la fracción de la radiación incidente que es absorbida por un material. Se expresa como un número entre 0 y 1. Los valores altos de esta variable indican que el material absorbe mayor cantidad de radiación.

E.1.2.1 Estudio y Catálogo: fichas sistemas constructivos tradicionales en zona EUROACE. Caracterización energética

Tabla 1. Glosario de materiales tradicionales y sus valores de variables energéticas

Código	Material	Densidad aparente		Conductividad térmica ¹ W/mK	Calor específico ¹ J/kg K	Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua ¹	Difusividad térmica ² m ² s 10 ⁻⁶	Efusividad térmica ³ s W/m ² K	Absortancia ⁴
		General ¹ kg/m ³	Media kg/m ³						
ROCAS									
r_gr	Granito	2500-2700	2600	2,80	1000	10000	0,778	2698	0,5-0,9
r_pi	Pizarra	2000-2800	2400	2,20	1000	800	0,647	2298	0,5-0,9
r_ca	Caliza	1790-2190	1990	1,40	1000	40	0,468	1669	0,3-0,5
r_gn	Gneis	2300-2900	2100	3,50	1000	10000	1,129	2711	0,5-0,9
r_ar	Arcilla	1200-1800	1500	1,50	2085	50	0,418	2166	0,3-0,7
TIERRAS									
t_co	Tierra comprimida	1770-2200	1985	2,00	1045,000	50,000	0,660	2037	0,3-0,5
MADERAS Y OTROS MATERIALES VEGETALES									
ma_c	Castaño (Froncosa media)	565-750	650	0,18	1600	50	0,080	433	0,3-0,5
ma_p	Pino (Conífera de peso medio)	435-520	477	0,15	1600	20	0,072	338	0,3-0,5
ma_r	Roble (Froncosa pesada)	750-870	810	0,23	1600	50	0,095	546	0,3-0,5
PASTAS Y MORTEROS									
mo_c	Mortero de cal	1800-2000	1900	1,30	1000	10	0,448	1572	0,3-0,5
mo_b	Mortero de barro	1200-1800	1500	1,50	2085	50	0,418	2166	0,3-0,7
mo_bc	Mortero de barro y cal	-	1700	1,40	1543	30	0,433	1869	0,3-0,6
p_es	Escayola	825	825	0,25	1000	4	0,137	454	0,2-0,3
CERÁMICOS									
c_te	Teja	2000	2000	1	800	30	0,357	1264,911064	0,3-0,7
c_la	Ladrillo de tejar	2300	2300	0,85	1000	10	0,258	1398,213	0,3-0,7
c_ba	Baldosa	2000	2000	1	800	30	0,357	1264,911	0,3-0,7

E.1.2.1 Estudio y Catálogo: fichas sistemas constructivos tradicionales en zona EUROACE. Caracterización energética

Tabla 2. Glosario de materiales tradicionales compuestos y sus valores de variables energéticas

Código	Material	Densidad aparente		Conductividad térmica ¹ W/mK	Calor específico ¹ J/kg K	Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua ¹	Difusividad térmica ² m ² s 10 ⁻⁶	Efusividad térmica ³ s W/m ² K	Absortancia ⁴
		General ¹ kg/m ³	Media kg/m ³						
COMPUESTOS									
Mc_v01	Mampostería de caliza tomada con mortero de cal		1972	1,38	1000	34	0,464	1650	0,3-0,5
Mc_v02	Mampostería granítica tomada con mortero de cal		2460	2,50	1000	8002	0,712	2473	0,5-0,7
Mc_v03	Sillería de granito		2565	2,73	1000	9501	0,761	2642	0,5-0,7
Mc_v04	Fábrica de adobe cocido		1968	1,86	1036	42	0,618	1944	0,3-0,5
Mc_v05	Tapia		1985	2,00	1045	50	0,660	2037	0,7
Mc_v06	Entramado de madera y adobe		1585	1,45	1212	50	0,486	1556	0,7
Mc_v07	Entramado de madera y ladrillo tejar		1895	0,76	1120	12	0,240	1204	0,7
Mc_v08	Fábrica de ladrillo cocido		2180	0,99	1000	10	0,315	1450	0,7
Mc_v09	Relleno		1941	1,85	1018	544	0,604	1883	0,3-0,5
Mc_v10	Mampostería de pizarra		2250	1,93	1000	563	0,587	2080	0,3-0,5
Mc_v11	Mampostería de gneis		2060	3,06	1000	8002	0,993	2483	0,5-0,7
Mc_h01	Entramado de madera y tabla		650	0,18	1600	50	0,080	433	0,7
Mc_h02	Entramado de madera y revoltón		1875	1,22	1024,00	10	0,418	1508	0,7
Mc_h03	Bóveda		2055	1,52	1023	30	0,501	1756	(-)
Mc_h04	Capa de teja cerámica		1925	1,1	993	33,00	0,366	1400,064	0,700

1 Según (Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), 2012)

2 Difusividad térmica = $\lambda / (\gamma \cdot Ce)$

3 Efusividad térmica = $\sqrt{(\gamma \cdot Ce \cdot \lambda)}$

4 (Neila González, 2004)

λ : Conductividad térmica en W/m°C

γ : Densidad aparente en kg/m³

Ce: Calor específico en J/kg °C

3.3. Inventario de sistemas constructivos

Las edificaciones que están siendo estudiadas cuentan con las características constructivas tradicionales de las zonas de Extremadura en las que se ubican, representan una variedad de sistemas constructivos que a menudo se repiten, así mismo los esquemas funcionales son diversos, algunos comunes con distintos matices, no obstante, la naturaleza de los materiales utilizados es muy poco variada, apenas se pueden realizar algunos grupos en función del tipo de material utilizado principalmente en la construcción de las distintas partes del edificio.

Cuando se realiza un estudio de las características constructivas de un entorno arquitectónico como pudieran ser determinadas zonas en las que se analicen tipologías populares o bien en otro tipo de estudio como, conjuntos tradicionales que configuren una arquitectura singular, se tiene un parámetro implícito que es la ubicación en el entorno.

Siempre existe una relación entre los materiales existentes en los alrededores y su utilización en las construcciones que en él se realizan.

La arquitectura que configuran los edificios estudiados ocupa una extensa y heterogénea superficie en la que los materiales existentes en cada zona son diversos, aunque no muy numerosos de manera que se pueden realizar agrupaciones según los sistemas constructivos.

Los datos para los sistemas se obtienen a partir de las fichas anteriores estimando los espesores medios.

El ciclo de vida de los materiales existentes en las construcciones de arquitectura tradicional termina en el propio edificio a no ser que se reutilicen en ulteriores intervenciones.

Muros de piedra

El sistema principal de cualquier construcción edificio es la cimentación de ésta, en las edificaciones que han llegado a nuestros días la cimentación tal y como la entendemos actualmente, no existe. Los elementos de sustentación vertical apoyan directamente en el terreno, ahora bien, la implantación de las construcciones está cuidadosamente

estudiada, de forma que el estrato sobre el que apoyan los muros o pilastras es un estrato pétreo o un firme consolidado.

En algunos ejemplos vemos que la implementación se realiza sobre un afloramiento rocoso en el que el problema no es la propia tensión admisible de la piedra sino el deslizamiento de los sistemas sobre las superficies inclinadas de la misma.

Aunque la mayoría de los edificios de arquitectura tradicional están asentados en medio rural, entendemos que la arquitectura de cada una de ellas es singular pues da servicio a un uso específico, utilizando sistemas solicitados por tensiones que requieren mayores espesores en los elementos estructurales verticales más allá del mero peso propio de los mismos.

Los muros soportan principalmente dos esfuerzos: axiles, constituidos por el propio peso de los muros, tableros de madera, arcos y bóvedas y los empujes horizontales transmitidos por éstos en los tramos superiores de los muros.

Por tanto, deben contar con dos características; capacidad portante para soportar los axiles y peso suficiente para poder equilibrar los empujes horizontales soportados.

Los materiales más utilizados son la cuarcita y el granito recibidos con morteros de cal, los mampuestos a menudo están retacados con lajas de pizarra o tacos de ladrillo.

A veces, la mampostería se ejecuta mediante la formación de dos hojas que corresponden a las dos caras del muro, en las que se definen los planos exterior e interior del muro, el espacio interior se rellena con ripios o mampostería desconcertada recibida con mortero de cal. Las dos hojas exteriores suelen ir trabadas entre sí mediante piedras de mayor tamaño para disminuir la esbeltez del elemento.

En el arranque de los muros se concentra mortero o argamasa con mayor cantidad de cal para conferir mayor agarre entre el muro y el material sobre el que éste se asienta, por añadidura este aumento de cal le confiere una menor capilaridad de forma que el comportamiento ante la humedad existente en el terreno es más adecuado.

Los revocos utilizados están compuestos por arena, cal aérea y agua. La cal, que se utilizaba apagada, se mezclaba en diversas proporciones en función del uso que se fuera a dar al mortero que con ella se realizase.

Los morteros usados como revocos tienen más cantidad de cal en la proporción final que los usados como material de recibido en los muros de carga, la finalidad no es el aumento de su capacidad portante sino la mejora del comportamiento de la capa de mortero ante la humedad.

Sobre la capa de mortero se procedía al encalado del paramento mediante el extendido con brocha de una mezcla de cal disuelta en agua, de forma que se obtenían paramentos limpios y blancos. No todos los paramentos eran blancos pues en ocasiones se añaden pigmentos al mortero para obtener cierta coloración.

Así mismo en algunos paramentos aparecen despieces en los revestimientos imitando la cuadrícula de los sillares de granito, esta acción se extiende tanto en el interior como en el exterior de las edificaciones.

En este proyecto se caracterizan los siguientes sistemas de muros de piedra:

- Muro de mampostería de piedra caliza
- Muro de mampostería de piedra caliza con revestimiento interior
- Muro de mampostería de piedra caliza con revestimiento por ambas caras
- Muro de mampostería de piedra granítica
- Muro de mampostería de piedra granítica con revestimiento interior
- Muro de mampostería de piedra granítica con revestimiento por ambas caras
- Muro de mampostería de pizarra
- Muro de mampostería de pizarra con revestimiento por el interior
- Muro de mampostería de pizarra con revestimiento por ambas caras
- Muro de mampostería de gneis
- Muro de mampostería de piedra gneis con revestimiento interior
- Muro de sillería granítica
- Muro de sillería granítica con revestimiento por el interior

Las fichas de caracterización térmicas de estos sistemas estudiados en el proyecto se encuentran en el punto 4. Fichas de sistemas constructivos verticales (V01 a V13).

Muros de tierra

En la arquitectura tradicional extremeña se ha utilizado la tierra como material de construcción en muros desde tiempos inmemoriales, aprovechando los recursos locales disponibles, a continuación, se exponen las principales tipologías constructivas de muros de tierra en Extremadura:

Muros de adobe.

Los muros de adobe están formados por bloques de barro secados al sol, se elabora con tierra húmeda a la que se le puede añadir paja u otros estabilizantes con la finalidad de proporcionarles mayor cohesión. Se suele moldear en bloques utilizando moldes de madera, con dimensiones aproximadas de 40x20x10 cm, típicos en la zona de Castilblanco (Badajoz). Estos sistemas constructivos en ocasiones cuentan con un zócalo de piedra para protegerlos de la humedad del suelo.

En general estos muros presentan las siguientes cualidades que les han hecho tan populares y por las que se usaban antaño:

- Excelente comportamiento térmico: La tierra tiene una gran capacidad de aislamiento, lo que ayuda a mantener una temperatura agradable en el interior de las viviendas. Además, cuentan con una gran capacidad de almacenamiento térmico (inercia térmica).
- Buen aislamiento acústico: Los muros de tierra son eficaces para reducir la transmisión de ruidos.
- Resistencia al fuego: La tierra cruda tiene una alta resistencia al fuego, superior a otros materiales de construcción.
- Sostenibilidad: El uso de tierra local como material de construcción reduce significativamente el impacto ambiental tanto de fabricación como de transporte.
- Durabilidad: Con un mantenimiento adecuado, los muros de tierra pueden durar muchos años.
- Buena regulación de la humedad ambiental
- 100% reciclables al final de su vida útil

Muros de tapia

Los muros de tapia se construyen mediante tongadas de tierra húmeda dentro de un encofrado, las cuales se compactan recurrentemente, a las que se puede añadir paja para evitar fisuras durante el secado. Este sistema se conoce como tapia simple, además en Extremadura se puede encontrar con este mismo sistema al que se le aplica una capa exterior de mortero de cal con la finalidad de aumentar la resistencia a la intemperie del paramento exterior, este revoco hace conocer al sistema como tapia calicostrada. En el caso de que cualquiera de estos dos tipos de tapia se encuentre con presencia de elementos como ladrillos o piedras en las esquinas y encuentros para aumentar la estabilidad de la estructura recibe el nombre de tapia con refuerzos.

Actualmente hay una interpretación del tapial, el bloque de tierra comprimida (BTC) con el que se pueden hacer intervenciones de rehabilitación en los edificios con muros de tapial. Entre sus características técnicas principales están:

- Alta resistencia mecánica a compresión
- Excelente aislamiento acústico y térmico
- Alta inercia térmica
- Buena regulación de la humedad interior
- Alta resistencia al fuego

Las fichas de caracterización térmicas de estos sistemas estudiados en el proyecto se encuentran en el punto 4. Fichas de sistemas constructivos verticales (V14 a V15).

Muros de entramado

En el norte de Extremadura, en zonas en las que hay posibilidad de encontrar madera de cierta calidad, se desarrollan soluciones constructivas tradicionales que combinan elementos estructurales de madera con materiales de relleno de origen terroso o cerámico. Esta técnica, característica de la arquitectura vernácula de determinadas comarcas, responde a una lógica constructiva basada en la economía de recursos, la

adaptabilidad al entorno y la transmisión de conocimientos técnicos a través de los oficios tradicionales.

En Extremadura, este sistema aparece principalmente con dos tipos de relleno: muros de entramado de madera y adobe y muros de entramado de madera y ladrillo de tejar. Ambos se ejecutan mediante un sistema portante de madera que configura una retícula estructural, la cual se rellena con materiales que aportan masa térmica y estabilidad. Esta técnica es conocida como adobillo, y su objetivo principal es dotar al conjunto de una mayor rigidez estructural, al tiempo que se optimiza el uso de materiales disponibles localmente.

Desde el punto de vista constructivo, estos muros presentan una estructura ligera y flexible, que permite su adaptación a diferentes configuraciones arquitectónicas. La madera, al ser un material con baja conductividad térmica y buena capacidad de almacenamiento de calor, contribuye positivamente al comportamiento energético del sistema. El adobe, por su parte, aporta una elevada inercia térmica y capacidad de regulación higrotérmica, mientras que el ladrillo de tejar ofrece una mayor resistencia mecánica y durabilidad frente a la intemperie.

La caracterización energética de estos sistemas se ha realizado conforme a la metodología establecida en el presente estudio, considerando variables como la densidad, la conductividad térmica, el calor específico, la difusividad y la efusividad térmica de los materiales que los componen. Asimismo, se ha evaluado su resistencia térmica total y su transmitancia, con el objetivo de valorar su idoneidad en intervenciones de rehabilitación energética del patrimonio construido.

Las fichas de caracterización térmicas de estos sistemas estudiados en el proyecto se encuentran en el punto 4. Fichas de sistemas constructivos verticales (V16 a V17).

Forjado de madera

La definición de entramado hace referencia a un esquema estructural resistente compuesto por elementos lineales —habitualmente vigas o viguetas— dispuestos en dos direcciones ortogonales, que conforman una retícula capaz de transmitir las cargas a los elementos verticales de sustentación. En el contexto de la arquitectura tradicional

de la región EUROACE, los forjados de madera constituyen una solución constructiva ampliamente utilizada, especialmente en edificaciones de carácter residencial o público de pequeña y mediana escala.

En los edificios objeto de presente estudio aparecen entramados de madera, aunque no suelen ser los originales, pues todos han experimentado procesos de sustitución en sus elementos de madera.

En este proyecto se caracterizan lo siguientes sistemas de forjados de entramado:

- Forjado de entramado de madera y tabla
- Forjado de entramado de madera y tabla con pavimento de baldosa de barro cocido
- Forjado de entramado de madera y revoltón con pavimento de baldosa de barro cocido
- Forjado de madera y revoltón con pavimento continuo de cal

Las fichas de caracterización térmicas de estos sistemas estudiados en el proyecto se encuentran en el punto 5. Fichas de sistemas constructivos horizontales (H01 a H04).

Bóvedas

Además de los muros con su función estructural específica el otro conjunto de elementos que a menudo configura los espacios de planta baja son los arcos y las bóvedas. Los materiales con los que se construyen tanto los arcos como las bóvedas son el ladrillo de tejar y el pertinente mortero de cal. Algunas están revestidas y otras han perdido su revestimiento.

Por lo general, las bóvedas tienen una disposición en planta ordenada, es decir, sus contornos describen geometrías bastante regulares como el cuadrado y el rectángulo, no obstante cuando las edificaciones se amplían, las zonas aumentadas se suelen tener que amoldar a la naturaleza del terreno o irregularidades del espacio del que disponen, ello da lugar a espacios que en planta tienen formas trapezoidales o triangulares que dan lugar a bóvedas que se adaptan a esas formas aparentando una gran plasticidad.

En estas situaciones se dan bóvedas de tres aristas con otros tantos lóbulos a modo de porción de paraguas. Así mismo, para absorber estas deformaciones, aparecen ingenios como las colas y pechinas.

Como herencia de las bóvedas bizantinas aparece la bóveda extremeña con el original invento del retumbo. Casi la totalidad de las bóvedas que se mantienen están en perfectas condiciones de estabilidad, aunque el edificio esté sin uso y arruinado, este hecho puede llevar a pensar que la bóveda es un sistema infalible. Realmente ocurre que solo llegan a nuestros días las bóvedas realizadas correctamente.

Esto se debe a que se ha trazado una bóveda en la que la línea del diagrama de compresiones está incluida en el espesor de su sección y de la fábrica de los muros sobre los que se asienta.

Los trazados de las bóvedas se basaban en la experiencia, se modificaba el resultado en función de la aparición de patologías estructurales. Se utilizaban prácticas anteriores que eran transmitidas por los maestros o por los propios operarios.

La luz que salvan las bóvedas viene definida por la capacidad de absorber los empujes horizontales que tienen los muros sobre los que apoyan las mismas o los arcos sobre los que a su vez apoyan las primeras.

En este proyecto se caracterizan lo siguientes sistemas de bóvedas:

- Bóveda de ladrillo con revestimiento de cal por el exterior
- Bóveda de ladrillo con baldosa de barro cocida

Las fichas de caracterización térmicas de estos sistemas estudiados en el proyecto se encuentran en el punto 5. Fichas de sistemas constructivos horizontales (H05 y H06).

Cubiertas

Las cubiertas constituyen un elemento esencial dentro del sistema constructivo de la arquitectura tradicional en la región EUROACE, desempeñando funciones fundamentales tanto desde el punto de vista estructural como en lo relativo al comportamiento higrotérmico del edificio por su acción en la ventilación disipando la ganancia interior debido a la radiación solar. Su diseño responde a una lógica constructiva basada en la adaptación al entorno, el aprovechamiento de los recursos

materiales disponibles localmente y la transmisión de conocimientos técnicos a través de los oficios tradicionales.

En el ámbito de estudio, se ha constatado la prevalencia de cubiertas inclinadas, configuradas mediante entramados de madera que actúan como soporte estructural, sobre los cuales se disponen capas de acabado cerámico, generalmente teja curva. Esta disposición permite una evacuación eficiente del agua de lluvia, al tiempo que facilita la ventilación del espacio bajo cubierta, contribuyendo a la regulación térmica del edificio, especialmente en los meses de mayor carga térmica.

Desde el punto de vista constructivo, estas cubiertas presentan una estructura ligera, fácilmente adaptable a diferentes geometrías y soluciones formales. La elección de materiales como la madera y la cerámica responde tanto a su disponibilidad como a sus propiedades físicas, que permiten un equilibrio entre resistencia mecánica, durabilidad y comportamiento térmico. En algunos casos, se han documentado variantes en las que el soporte de la teja se resuelve mediante cañizo, lo que evidencia una adaptación a los recursos vegetales del entorno inmediato.

La caracterización energética de estos sistemas se ha llevado a cabo conforme a la metodología establecida en el presente estudio, considerando variables como la conductividad térmica, la densidad, el calor específico, la difusividad y la efusividad térmica de los materiales que los componen. Asimismo, se ha tenido en cuenta la disposición constructiva de las capas, el espesor de los elementos y las condiciones de ventilación del espacio bajo cubierta, factores que inciden directamente en la transmitancia térmica global del sistema.

Los resultados obtenidos permiten valorar la idoneidad de estas soluciones tradicionales en el contexto de la rehabilitación energética del patrimonio construido, destacando su potencial para ser integradas en estrategias de mejora del comportamiento térmico sin comprometer la autenticidad constructiva ni los valores patrimoniales de los edificios.

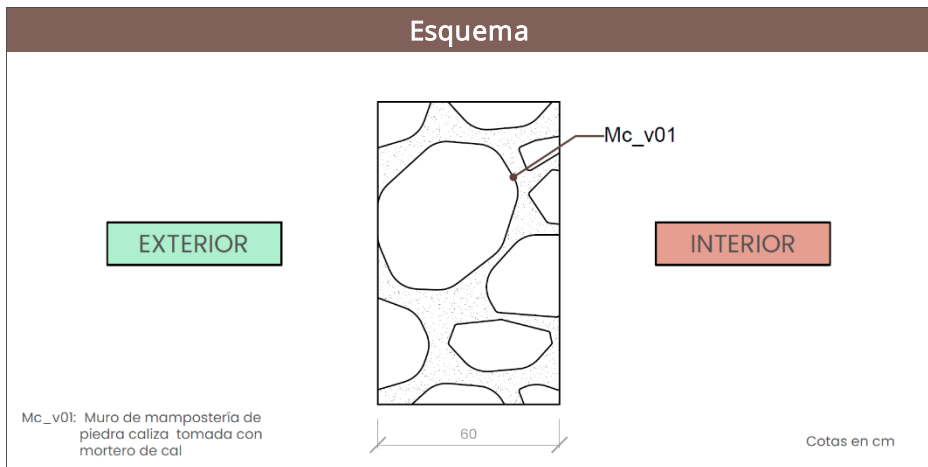
En este proyecto se caracteriza la siguiente cubierta:

- Cubierta inclinada de teja sobre entramado de madera y tabla (no habitable)

Las fichas de caracterización térmicas de estos sistemas estudiados en el proyecto se encuentran en el punto 5. Fichas de sistemas constructivos horizontales (I01).

4. Fichas de sistemas constructivos verticales

V01 Muro de mampostería de piedra caliza



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v01	60	1,38	0,43	1972	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

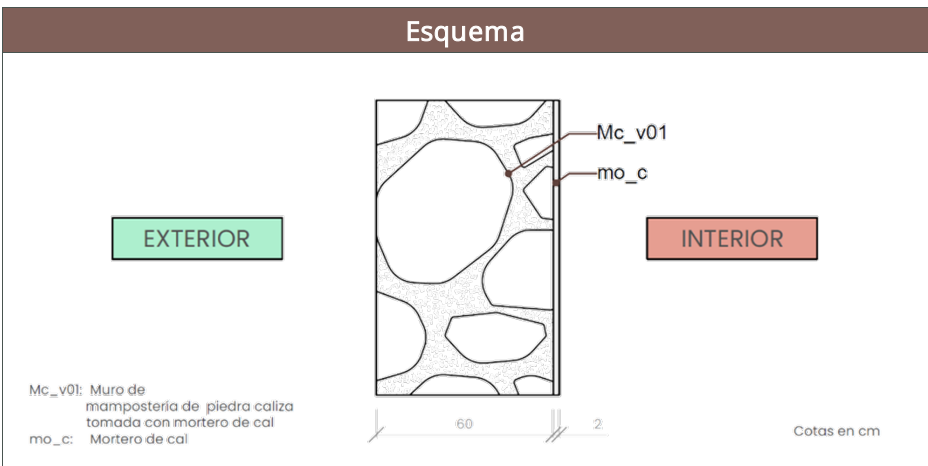
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	60
Peso (kg/m ²)	1183,2

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,60
Transmitancia total(W/m ² K)	1,65
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,46
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1649,63
Absortancia	0,3 - 0,5

V02 Muro de mampostería de piedra caliza con revestimiento interior



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v01	60	1,38	0,43	1972	1000
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

Caracterización del sistema

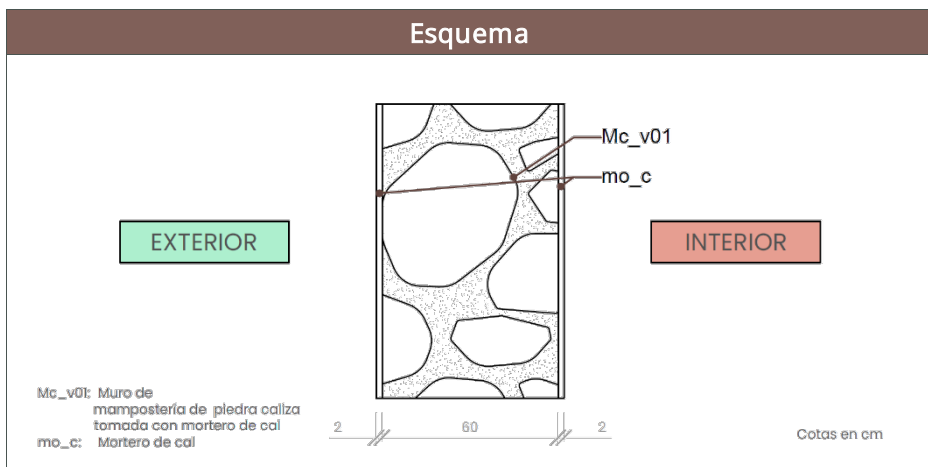
Espesor total (cm)	62
Peso (kg/m ²)	1221,2

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,62
Transmitancia total(W/m ² K)	1,61
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,29
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1021,21
Absortancia	0,3 - 0,5



V03 Muro de mampostería de piedra caliza con revestimiento por ambas caras



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Mc_v01	60	1,38	0,43	1972	1000
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13



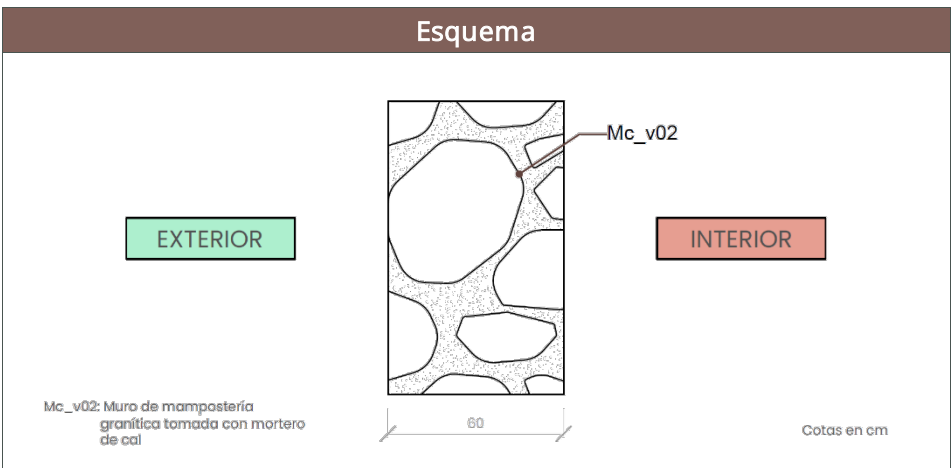
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	64
Peso (kg/m ²)	1259,2

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,64
Transmitancia total(W/m ² K)	1,57
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,30
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1052,64
Absortancia	0,3 - 0,5

V04 Muro de mampostería de piedra granítica



Caracterización física y térmica de componentes					
Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m²K/W)	ρ (kg/m³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v02	60	2,50	0,24	2460	1000
Interior					

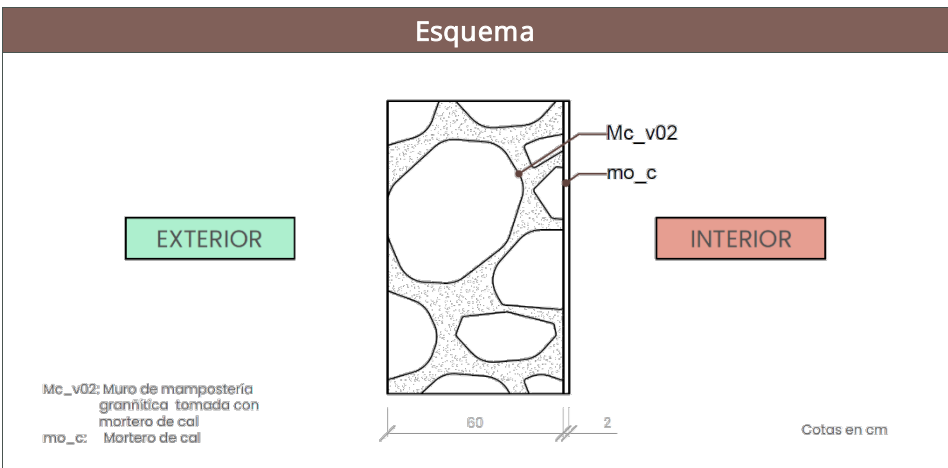
<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13



Caracterización del sistema	
Espesor total (cm)	60
Peso (kg/m²)	1476,0

Caracterización térmica del sistema	
Resistencia térmica (m²K/W)	0,41
Transmitancia total(W/m²K)	2,44
Difusividad térmica (m²s 10 ⁻⁶)	0,71
Efusividad térmica (s W/m²K)	2472,84
Absortancia	0,5 - 0,7

V05 Muro de mampostería de piedra granítica con revestimiento interior



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v02	60	2,50	0,24	2460	1000
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

Referencia fotográfica



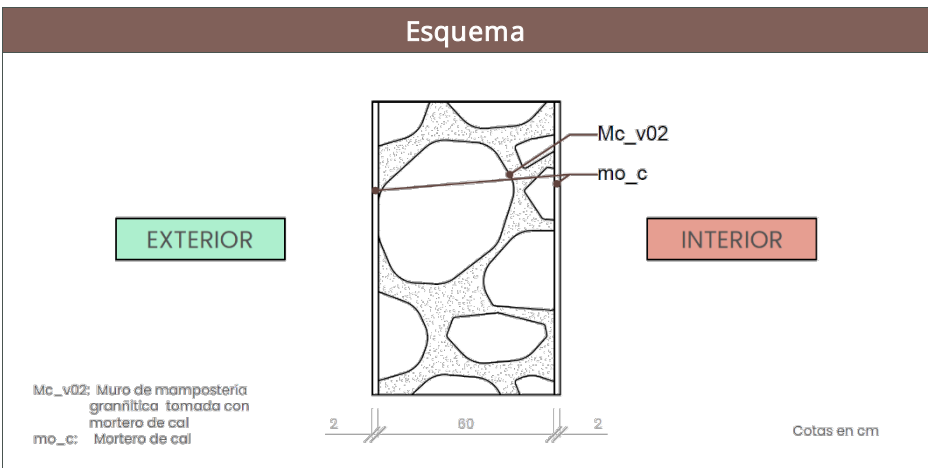
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	62
Peso (kg/m ²)	1514,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,43
Transmitancia total(W/m ² K)	2,35
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,44
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1515,14
Absortancia	0,5 - 0,7

V06 Muro de mampostería de piedra granítica con revestimiento por ambas caras



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Mc_v02	60	2,50	0,24	2460	1000
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

Referencia fotográfica



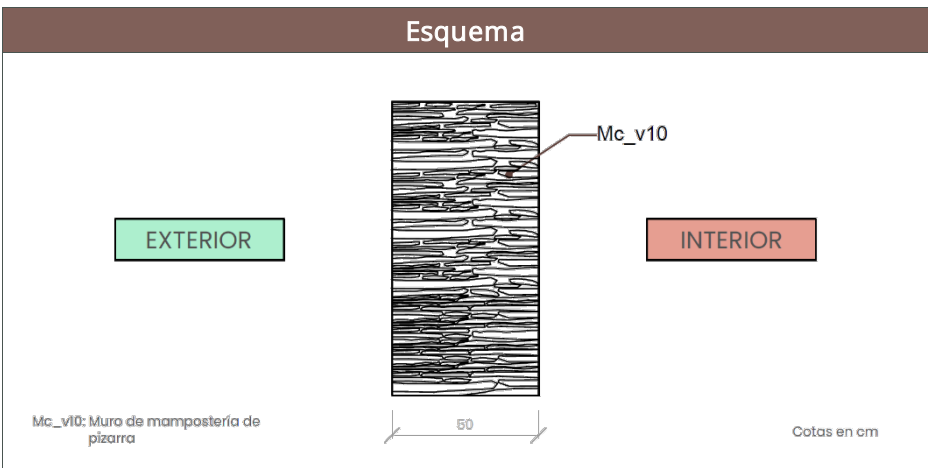
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	64
Peso (kg/m ²)	1552,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,44
Transmitancia total(W/m ² K)	2,27
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,45
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1546,57
Absortancia	0,3 - 0,5

V07 Muro de mampostería de pizarra



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v10	50	1,93	0,26	2250	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13



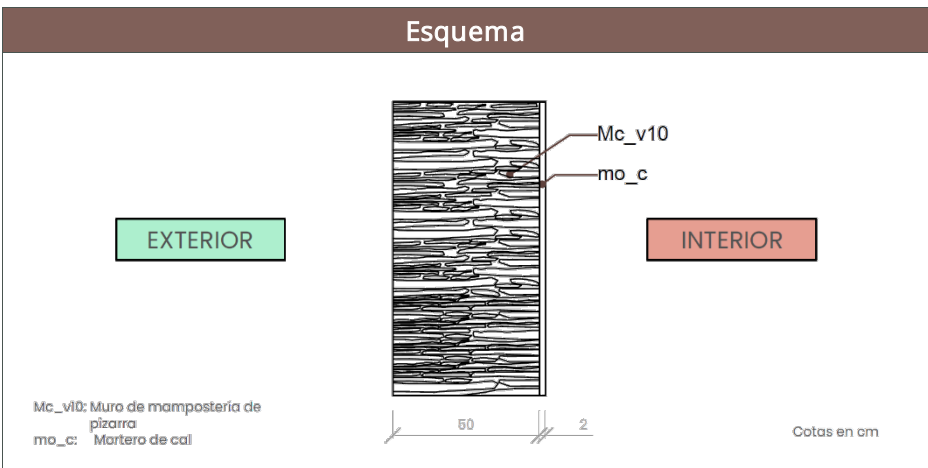
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	50
Peso (kg/m ²)	1125,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,43
Transmitancia total(W/m ² K)	2,33
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,59
Efusividad térmica (s W/m ² K)	2079,96
Absortancia	0,3 - 0,5

V08 Muro de mampostería de pizarra con revestimiento por el interior



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v10	50	1,93	0,26	2250	1000
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

Referencia fotográfica



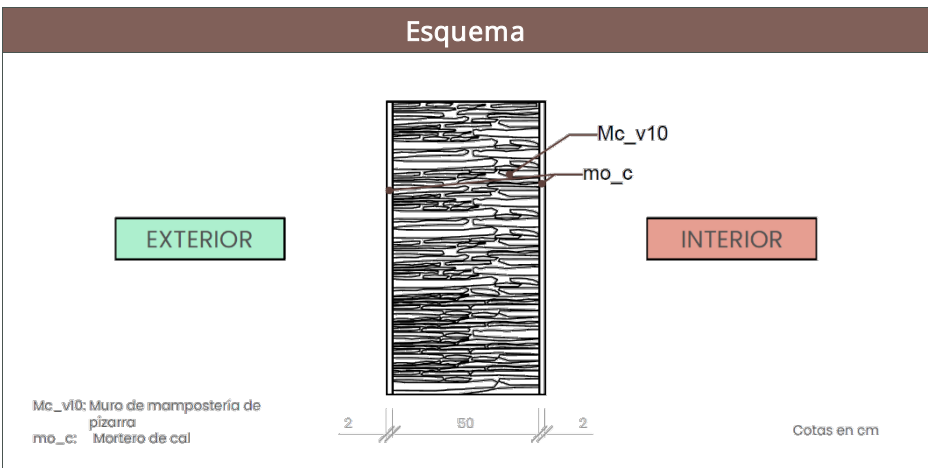
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	52
Peso (kg/m ²)	1163,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,44
Transmitancia total(W/m ² K)	2,25
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,30
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1071,41
Absortancia	0,3 - 0,5

V09 Muro de mampostería de pizarra con revestimiento por ambas caras



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Mc_v10	50	1,93	0,26	2250	1000
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

Referencia fotográfica



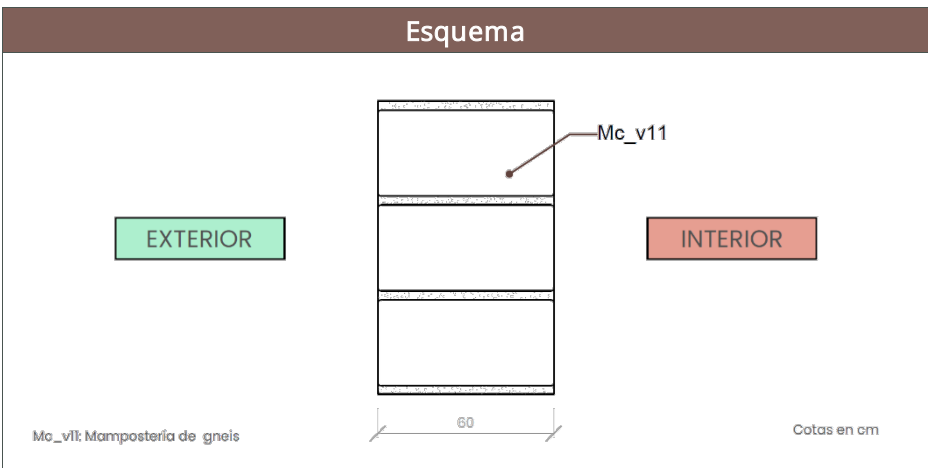
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	54
Peso (kg/m ²)	1201,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,46
Transmitancia total(W/m ² K)	2,17
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,31
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1102,85
Absortancia	0,3 - 0,5

V10 Muro de mampostería de gneis



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v11	60	3,06	0,20	2060	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

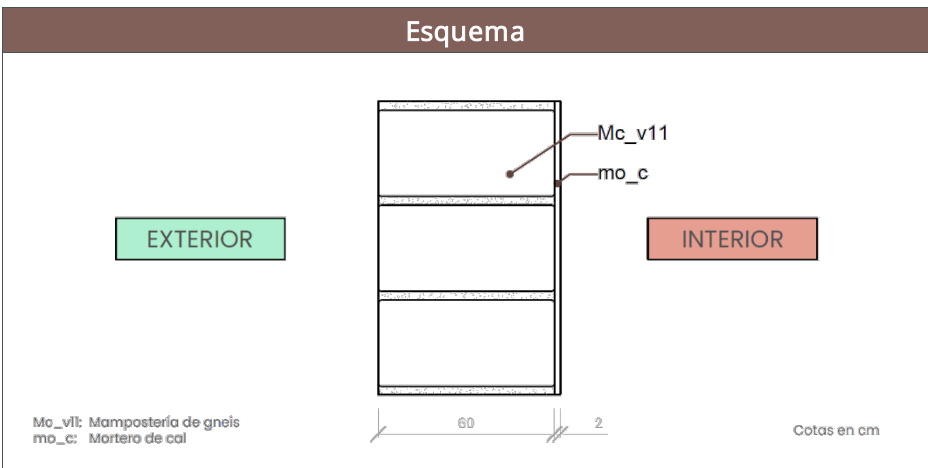
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	60
Peso (kg/m ²)	1236,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,37
Transmitancia total(W/m ² K)	2,73
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,99
Efusividad térmica (s W/m ² K)	2483,20
Absortancia	0,5 - 0,7

V11 Muro de mampostería de gneis con revestimiento por el interior



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v11	60	3,06	0,20	2060	1000
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13



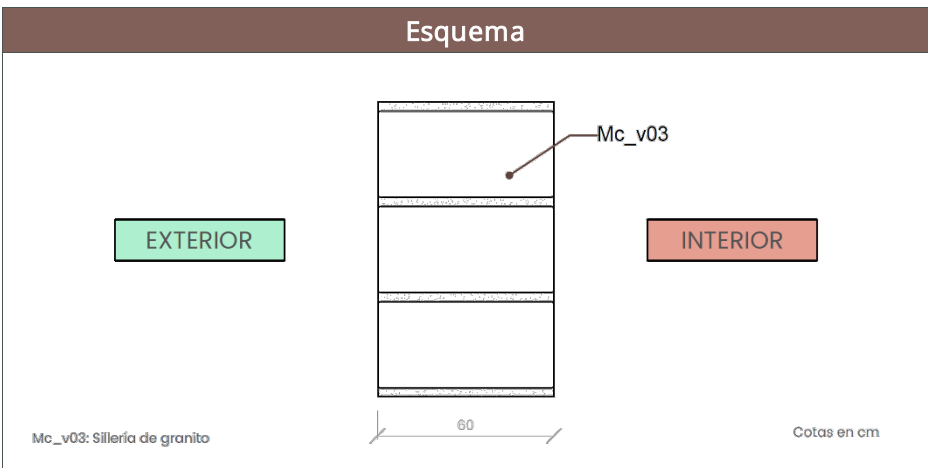
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	62
Peso (kg/m ²)	1274,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,38
Transmitancia total(W/m ² K)	2,62
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,60
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1521,35
Absortancia	0,5 - 0,7

V12 Muro de sillería granítica



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v03	60	2,73	0,22	2565	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

Caracterización del sistema

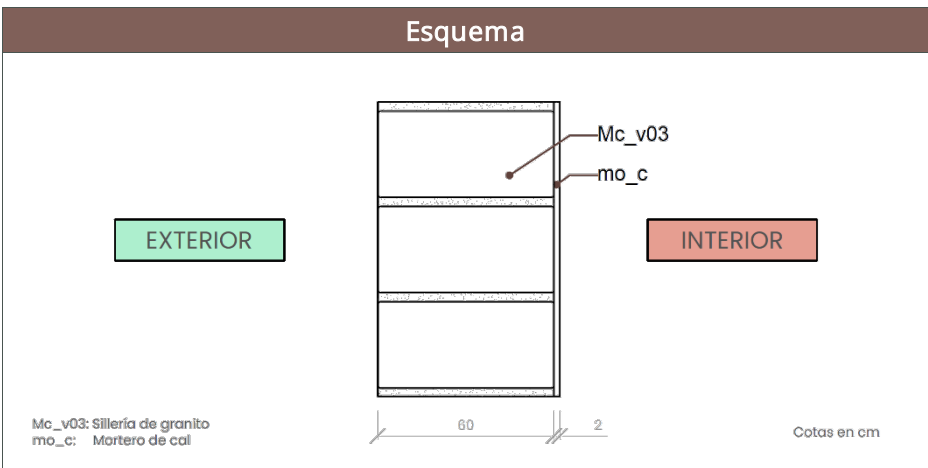
Espesor total (cm)	60
Peso (kg/m ²)	1539,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,39
Transmitancia total(W/m ² K)	2,56
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,76
Efusividad térmica (s W/m ² K)	2641,82
Absortancia	0,5 - 0,7



V13 Muro de sillería granítica con revestimiento interior



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v03	60	2,73	0,22	2565	1000
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13



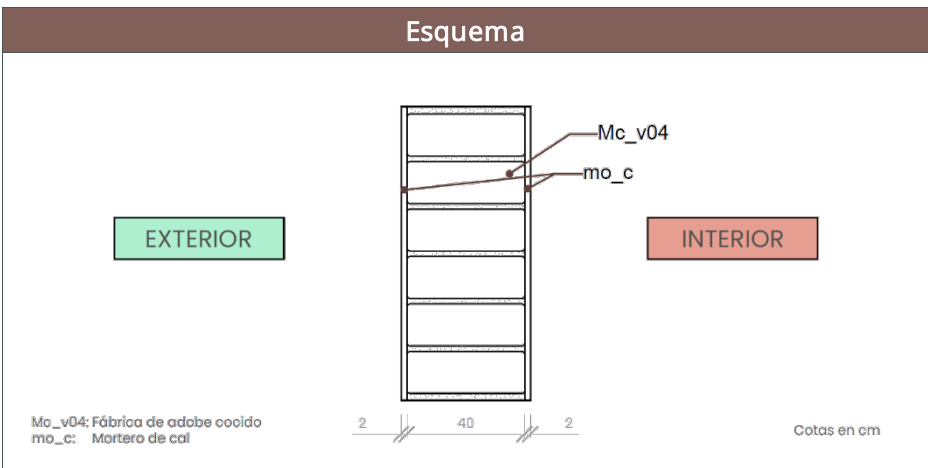
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	62
Peso (kg/m ²)	1577,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,38
Transmitancia total(W/m ² K)	2,66
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,47
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1616,53
Absortancia	0,5 - 0,7

V14 Muro de adobe con mortero de cal por ambas caras



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
t_co	50	1,86	0,27	1968	1036
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000,
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

Caracterización del sistema

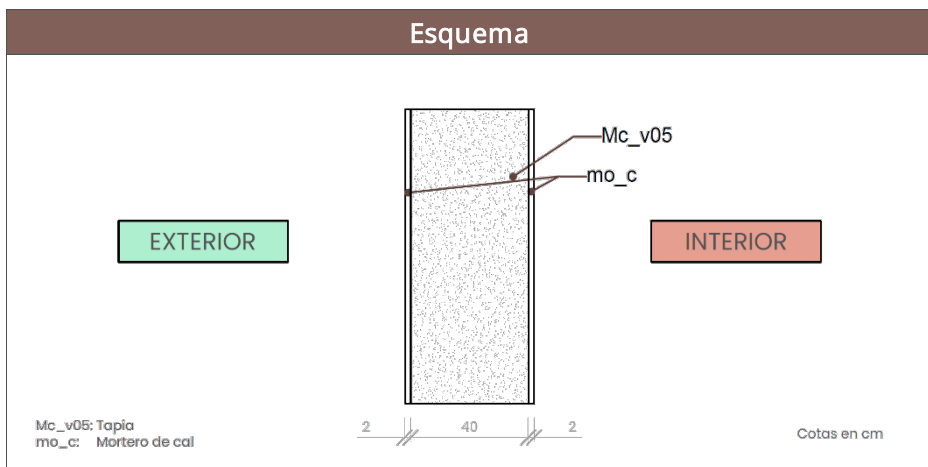
Espesor total (cm)	54
Peso (kg/m ²)	1060,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,47
Transmitancia total(W/m ² K)	2,13
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,33
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1034,76
Absortancia	0,3 - 0,5



V15 Muro de tapia con mortero de cal por ambas caras



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Mc_v05	40	2,00	0,20	1985	1045
mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13



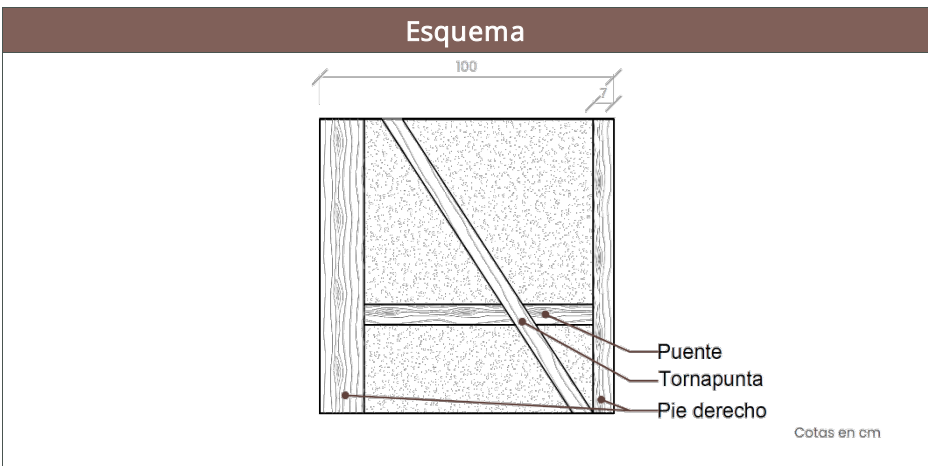
Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	44
Peso (kg/m ²)	870,0

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,40
Transmitancia total(W/m ² K)	2,50
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,28
Efusividad térmica (s W/m ² K)	877,59
Absortancia	0,3 - 0,5

V16 Muro de entramado de madera y adobe



Referencia fotográfica



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_v06	20	1,45	0,14	1584,5	1211,5
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,04
	Rsi	0,13

Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	20
Peso (kg/m ²)	316,9

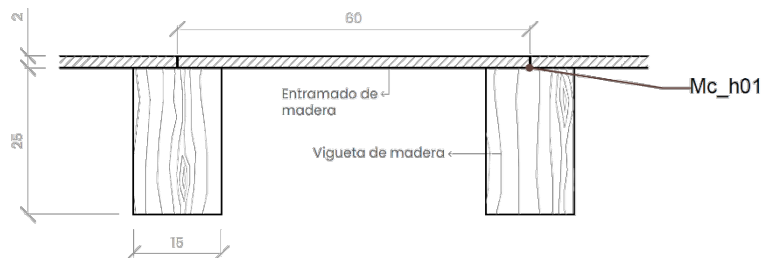
Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,31
Transmitancia total(W/m ² K)	3,25
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,49
Efusividad térmica (s W/m ² K)	1555,58
Absortancia	0,3 - 0,5

5. Fichas de sistemas constructivos horizontales

H01 Forjado de entramado de madera y tabla

Esquema



Mc_h01: Forjado de entramado de madera y tabla

Cotas en cm

Referencia fotográfica



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mc_h01	27	0,18	1,50	650	1600
Interior					

<i>Partición interior</i>	Rse	0,1
	Rsi	0,1

Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	27
Peso (kg/m ²)	58,5

Caracterización térmica del sistema

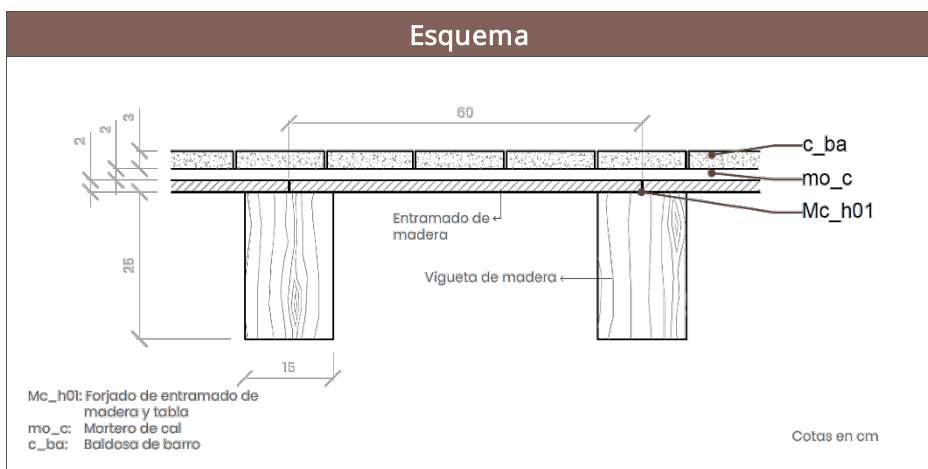
Resistencia térmica (m ² K/W)	1,70
Transmitancia total (W/m ² K)	1,26
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,08
Efusividad térmica (s W/m ² K)	432,67
Absortancia	0,3 - 0,5

NOTA:

Elemento en contacto con recinto no habitable, para obtener la transmitancia total, calcular b (cociente de reducción de temperatura) (art. 2.1.3.1. DA DB HE envolvente)

En este caso b: **0,67** (30% de pendiente y ventilación caso 2)

H02 Forjado de entramado de madera y tabla con pavimento de baldosa de barro cocido



Caracterización física y térmica de componentes					
Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
c_ba	3	1,00	0,03	2000	800
Mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Mc_h01	27	0,18	1,50	650	1600
Interior					

<i>Partición interior</i>	Rse	0,1
	Rsi	0,1



Caracterización del sistema	
Espesor total (cm)	32
Peso (kg/m ²)	273,5

Caracterización térmica del sistema	
Resistencia térmica (m ² K/W)	1,75
Transmitancia total(W/m ² K)	0,57
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,04
Efusividad térmica (s W/m ² K)	186,20
Absortancia	0,3 - 0,7

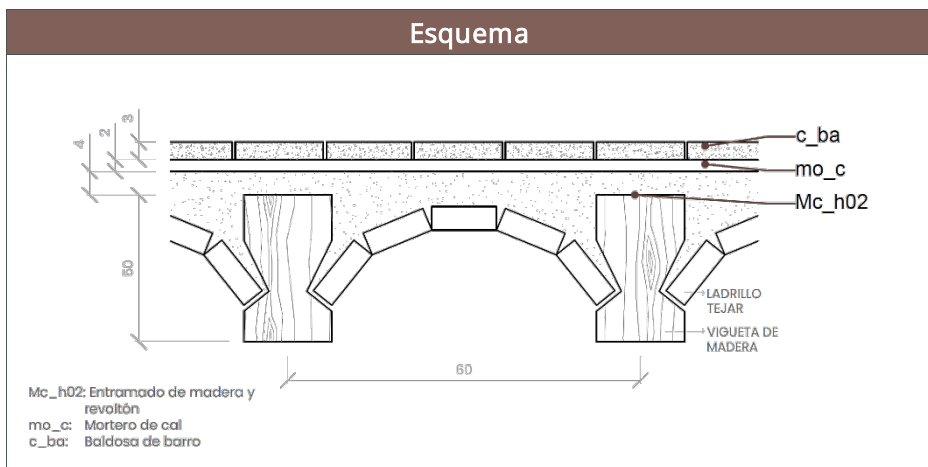
NOTA:

Elemento en contacto con recinto no habitable, para obtener la transmitancia total, calcular b (cociente de reducción de temperatura)

(art. 2.1.3.1. DA DB HE envolvente)

En este caso b: **0,67** (30% de pendiente y ventilación caso 2)

H03 Forjado de entramado de madera y revoltón con pavimento de baldosa de barro cocido



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
c_ba	3	1,00	0,03	2000	800
Mc_h02	29	1,22	0,24	1875,08	1024
Interior					

<i>Partición interior</i>	Rse	0,1
	Rsi	0,1

Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	32
Peso (kg/m ²)	603,8

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,47
Transmitancia total(W/m ² K)	2,14
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,13
Efusividad térmica (s W/m ² K)	475,39
Absortancia	0,3 - 0,7

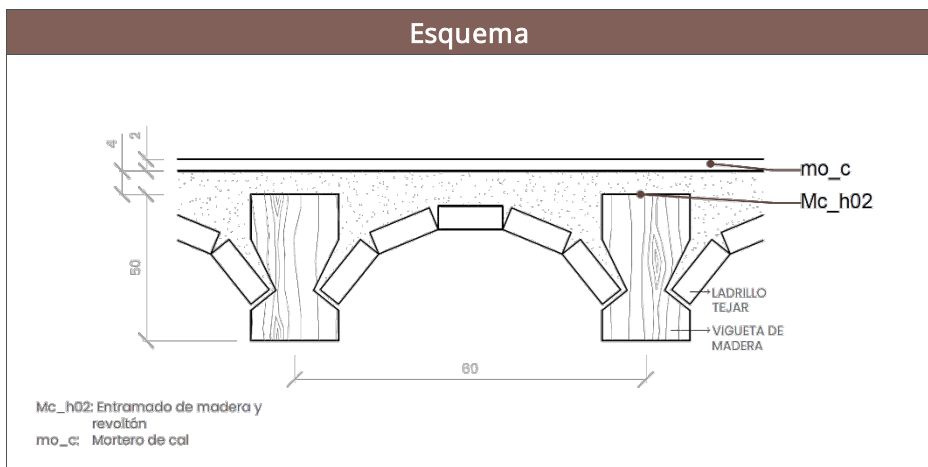
NOTA:

Elemento en contacto con recinto no habitable, para obtener la transmitancia total, calcular b (cociente de reducción de temperatura)

(art. 2.1.3.1. DA DB HE envolvente)

En este caso b: **0,67** (30% de pendiente y ventilación caso 2)

H04 Forjado de entramado de madera y revoltón con pavimento continuo de cal



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Mc_h02	29	1,22	0,24	1875,08	1024
Interior					

<i>Partición interior</i>	Rse	0,1
	Rsi	0,1

Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	31
Peso (kg/m ²)	581,8

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,45
Transmitancia total(W/m ² K)	2,21
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,13
Efusividad térmica (s W/m ² K)	468,87
Absortancia	0,3 - 0,5

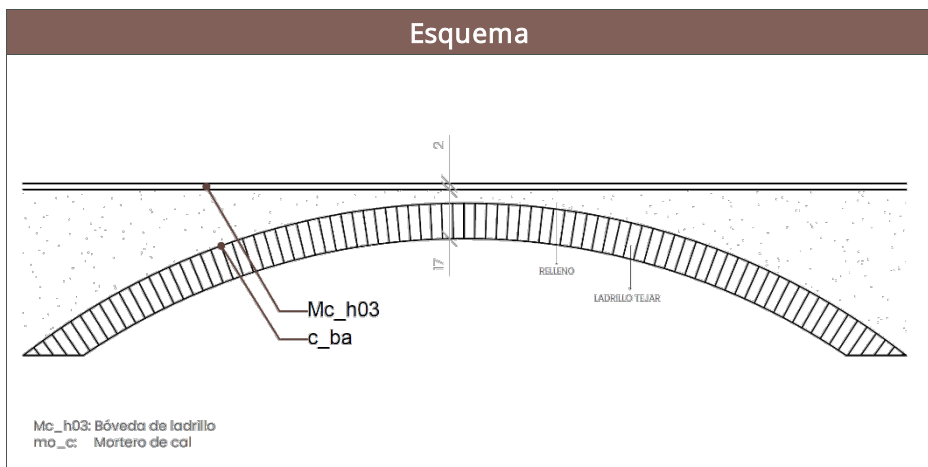
NOTA:

Elemento en contacto con recinto no habitable, para obtener la transmitancia total, calcular b (cociente de reducción de temperatura)

(art. 2.1.3.1. DA DB HE envolvente)

En este caso b: **0,67** (30% de pendiente y ventilación caso 2)

H05 Bóveda de ladrillo con revestimiento de cal por el exterior



Caracterización física y térmica de componentes					
Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
Mo_c	2	1,30	0,02	1900	1000
Mc_h03	24	1,52	0,16	2054,5	1022,5
Interior					

<i>Partición interior</i>	Rse	0,1
	Rsi	0,1

Caracterización del sistema	
Espesor total (cm)	26
Peso (kg/m ²)	531,11

Caracterización térmica del sistema	
Resistencia térmica (m ² K/W)	0,37
Transmitancia total(W/m ² K)	2,68
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,13
Efusividad térmica (s W/m ² K)	452,79
Absortancia	0,3 - 0,5

NOTA:

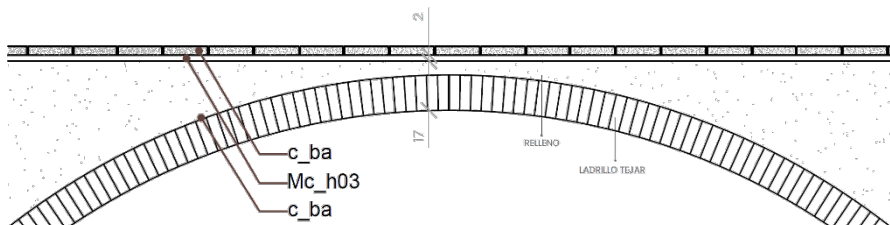
Elemento en contacto con recinto no habitable, para obtener la transmitancia total, calcular b (cociente de reducción de temperatura)

(art. 2.1.3.1. DA DB HE envolvente)

En este caso b: **0,67** (30% de pendiente y ventilación caso 2)

H06 Bóveda de ladrillo con baldosa de barro cocida

Esquema



Mc_h03: Bóveda de ladrillo
mo_c: Mortero de cal
c_ba: Baldosa de barro

Referencia fotográfica



Caracterización física y térmica de componentes

Código	e (cm)	λ (W/mK)	Rt (m ² K/W)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/KgK)
Exterior					
c_ba	3	1,00	0,03	2000	800
Mc_h03	24	1,52	0,16	2054,5	1022,5
Interior					

<i>Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</i>	Rse	0,1
	Rsi	0,1

Caracterización del sistema

Espesor total (cm)	27
Peso (kg/m ²)	553,1

Caracterización térmica del sistema

Resistencia térmica (m ² K/W)	0,39
Transmitancia total (W/m ² K)	2,58
Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁶)	0,13
Efusividad térmica (s W/m ² K)	459,31
Absortancia	0,3 - 0,7

NOTA:

Elemento en contacto con recinto no habitable, para obtener la transmitancia total, calcular b (cociente de reducción de temperatura)

(art. 2.1.3.1. DA DB HE envolvente)

En este caso b: **0,67** (30% de pendiente y ventilación caso 2)

6. Conclusiones

El presente documento ha permitido consolidar una visión aplicada del estudio de los sistemas constructivos tradicionales de la región EUROACE, mediante la incorporación de ejemplos reales que ilustran su uso en edificaciones concretas. Pueden extraerse las siguientes conclusiones:

Valor documental y metodológico.

La inclusión de fichas resumen de sistemas añade un enfoque contextual que permite visualizar e interpretar los sistemas constructivos estudiados de manera aislada.

Además, la lectura en paralelo de estas fichas, favorece la comparación de los valores energéticos de cada sistema y permite su uso para futuras bases de datos patrimoniales, inventarios o plataforma BIM.

Diversidad y recurrencia de soluciones

A pesar de la diversidad geográfica de la región EUROACE, se observa que los sistemas constructivos empleados en la construcción tradicional son bastante recurrentes, derivado del entorno común y evidenciando un conocimiento ancestral sobre la eficiencia térmica de los materiales, la orientación de los edificios y la durabilidad estructural, aspectos que resultan clave para abordar su rehabilitación energética.

Potencial de rehabilitación energética

El catálogo de fichas elaborado sienta las bases para posibles rehabilitaciones energéticas, permitiendo identificar el comportamiento de cada sistema constructivo de manera individual. Esto a su vez permite identificar intervenciones compatibles, priorizando la conservación del patrimonio sin renunciar a los objetivos de eficiencia energética.

Herramienta para técnicos y administraciones

Este catálogo puede ser utilizado como herramienta de referencia para técnicos, investigadores, arquitectos y administraciones públicas en el marco de proyectos de restauración, rehabilitación energética o planificación patrimonial.

Asimismo, puede servir de base para futuros procesos de normativización o guías técnicas de intervención, así como para acciones de formación profesional o sensibilización ciudadana.

Futuros trabajos

En continuación con la línea metodológica desarrollada, se recomienda seguir con la documentación de sistemas constructivos y materiales en diferentes zonas que tengan

interés de estudio, especialmente aquellas en riesgo de desaparición o transformación irreversible.

También sería un escenario muy deseado el poder contrastar los valores energéticos que se han atribuido a estos sistemas constructivos, actualmente obtenidos a partir de normativas y de bases teóricas, mediante ensayos de campo reales. Este enfoque permitiría obtener una visión más precisa y realista del comportamiento térmico y energético de los sistemas constructivos tradicionales, lo que a su vez facilitaría la selección de soluciones de rehabilitación más adecuadas y eficaces en contextos similares.

ANEXO-A. Bibliografía

- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (2012). Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de valores térmicos declarados y de diseño (ISO 10456:2007). In *UNE-EN ISO 10456*. <https://plataforma-aenormas-aenor-com.eu1.proxy.openathens.net/standard/UNE/N0049362>.
<https://plataforma-aenormas-aenor-com.eu1.proxy.openathens.net/standard/UNE/N0049362>
- Montalbán Pozas, M. B. (2015). *Rehabilitación sostenible de la arquitectura tradicional del Valle del Jerte*. <http://dehesa.unex.es/handle/10662/2821>
- Neila González, Javier. (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible* [Book]. Munilla-Lería.

ANEXO-B. Herramienta para la caracterización de sistemas constructivos tradicionales

Para la caracterización de los diferentes sistemas constructivos se desarrolla una herramienta basada en varias hojas de cálculo. La primera hoja de cálculo denominada *Materiales*, será la encargada de albergar la base de datos de materiales tradicionales (Ilustración 1). Para el desarrollo de esta base de datos se ha partido del estudio bibliográfico realizado, recogiendo en esta aquellos materiales más empleados en la construcción tradicional.

Código	Material	Densidad aparente		Conductividad	Calor	Factor de resistencia	Difusividad	Efusividad	Absortancia ⁴
		General ¹	Media	térmica ¹	específico ¹	a la difusión de vapor de agua ¹	térmica ²	térmica ³	
		kg/m ³	kg/m ³	W/mK	J/kg K		m ² s 10 ⁻⁶	s W/m ² K	
ROCAS									
r_gr	Granito	2500-2700	2600	2,80	1000	10000	0,778	2698	0,5-0,9
r_pi	Pizarra	2000-2800	2400	2,20	1000	800	0,647	2298	0,5-0,9
r_ca	Caliza	1790-2190	1990	1,40	1000	40	0,468	1669	0,3-0,5
r_gn	Gneis	2300-2900	2100	3,50	1000	10000	1,129	2711	0,5-0,9
r_ar	Arcilla	1200-1800	1500	1,50	2085	50	0,418	2166	0,3-0,7
TIERRAS									
t_co	Tierra comprimida	1770-2200	1985	2,00	1045,000	50,000	0,660	2037	0,3-0,5
MADERAS Y OTROS MATERIALES VEGETALES									
ma_c	Castaño (Froncosa media)	565-750	650	0,18	1600	50	0,080	433	0,3-0,5
ma_p	Pino (Conifera de peso medio)	435-520	477	0,15	1600	20	0,072	338	0,3-0,5
ma_r	Roble (Froncosa pesada)	750-870	810	0,23	1600	50	0,095	546	0,3-0,5
PASTAS Y MORTEROS									
mo_c	Mortero de cal	1800-2000	1900	1,30	1000	10	0,448	1572	0,3-0,5
mo_b	Mortero de barro	1200-1800	1500	1,50	2085	50	0,418	2166	0,3-0,7
mo_bc	Mortero de barro y cal	-	1700	1,40	1543	30	0,433	1869	0,3-0,6
p_es	Escayola	825	825	0,25	1000	4	0,137	454	0,2-0,3
CERÁMICOS									
c_te	Teja	2000	2000	1	800	30	0,357	1264,911064	0,3-0,7
c_la	Ladrillo de tejar	2300	2300	0,85	1000	10	0,258	1398,213	0,3-0,7
c_ba	Baldosa	2000	2000	1	800	30	0,357	1264,911	0,3-0,7

Ilustración 1. Visualización de hoja de materiales en la herramienta desarrollada

Para incluir nuevos materiales en esta hoja bastará con insertar una fila en el grupo que se estime más pertinente y complementar las celdas que hacen referencia a sus valores característicos.

E.1.2.1 Estudio y Catálogo: fichas sistemas constructivos tradicionales en zona EUROACE. Caracterización energética

Es imprescindible asignar una codificación al material insertado ya que en los siguientes pasos se buscarán las propiedades de los materiales en función de este código.

En la siguiente hoja del libro se calculan los valores que caracterizan térmicamente un sistema constructivo, para ello se ha diseñado una ficha en la que bastará con modificar las celdas marcadas de color blanco en la Ilustración 2.

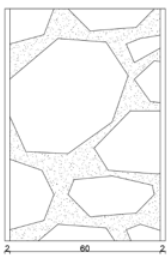
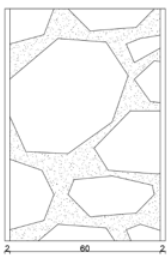
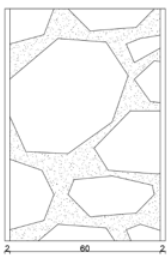
Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programador Ayuda Acrobat																																																																																																																																																																																																																																																																						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Bahnschrift 11 General </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Formato condicional Insertar </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Dar formato como tabla Eliminar </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Estilos de celda Formato </div>																																																																																																																																																																																																																																																																						
O47																																																																																																																																																																																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">V03</td> <td colspan="10" style="text-align: center;">Muro de mampostería de piedra caliza con revestimiento por ambas caras</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td colspan="11"></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td colspan="11"></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Esquema</td> <td colspan="6" style="text-align: center;">Caracterización física y térmica de los materiales del sistema</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td colspan="5" rowspan="10"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">no habitable</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;">habitable</div> </div> </td> <td style="text-align: center;">Código</td> <td style="text-align: center;">e (cm)</td> <td style="text-align: center;">λ (W/mK)</td> <td style="text-align: center;">R_t (m²K/W)</td> <td style="text-align: center;">ρ (kg/m3)</td> <td style="text-align: center;">C_p (J/KgK)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td colspan="6" style="text-align: center;">Exterior</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td style="text-align: center;">mo_c</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">1,30</td> <td style="text-align: center;">0,02</td> <td style="text-align: center;">1900,00</td> <td style="text-align: center;">1000,00</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td style="text-align: center;">Mc_v01</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">1,38</td> <td style="text-align: center;">0,43</td> <td style="text-align: center;">1972,00</td> <td style="text-align: center;">1000,00</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td style="text-align: center;">mo_c</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">1,30</td> <td style="text-align: center;">0,02</td> <td style="text-align: center;">1900,00</td> <td style="text-align: center;">1000,00</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td colspan="6" style="text-align: center;">Interior</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td colspan="5" rowspan="2" style="text-align: center;">Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal</td> <td style="text-align: center;">Rse</td> <td style="text-align: center;">0,04</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td style="text-align: center;">Rsi</td> <td style="text-align: center;">0,13</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td colspan="5"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Referencia fotográfica</td> <td colspan="6" style="text-align: center;">Caracterización del sistema</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td colspan="5" rowspan="10"></td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Espesor total (cm)</td> <td style="text-align: center;">64</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Peso (kg/m2)</td> <td style="text-align: center;">1259,2</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td colspan="6" style="text-align: center;">Caracterización térmica del sistema</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Resistencia térmica (m²K/W)</td> <td style="text-align: center;">0,64</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Transmitancia del sistema (W/m²K)</td> <td style="text-align: center;">1,57</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Difusividad térmica (m²s 10⁻⁹)</td> <td style="text-align: center;">0,30</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Efusividad térmica (s W/m²K)</td> <td style="text-align: center;">1052,64</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">Absortancia</td> <td style="text-align: center;">0,3-0,5</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td colspan="6" style="text-align: center;">NOTAS:</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>26</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>27</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>28</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>29</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>													1	V03	Muro de mampostería de piedra caliza con revestimiento por ambas caras										2												3												4	Esquema					Caracterización física y térmica de los materiales del sistema						5	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">no habitable</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;">habitable</div> </div>					Código	e (cm)	λ (W/mK)	R_t (m ² K/W)	ρ (kg/m3)	C_p (J/KgK)	6	Exterior						7	mo_c	2	1,30	0,02	1900,00	1000,00	8	Mc_v01	60	1,38	0,43	1972,00	1000,00	9	mo_c	2	1,30	0,02	1900,00	1000,00	10	Interior						11	Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal					Rse	0,04	12	Rsi	0,13	13								14	Referencia fotográfica					Caracterización del sistema						15						Espesor total (cm)					64	16	Peso (kg/m2)					1259,2	17	Caracterización térmica del sistema						18	Resistencia térmica (m ² K/W)					0,64	19	Transmitancia del sistema (W/m ² K)					1,57	20	Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁹)					0,30	21	Efusividad térmica (s W/m ² K)					1052,64	22	Absortancia					0,3-0,5	23	NOTAS:						24							25							26							27							28							29							30							31						
1	V03	Muro de mampostería de piedra caliza con revestimiento por ambas caras																																																																																																																																																																																																																																																																				
2																																																																																																																																																																																																																																																																						
3																																																																																																																																																																																																																																																																						
4	Esquema					Caracterización física y térmica de los materiales del sistema																																																																																																																																																																																																																																																																
5	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">no habitable</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;">habitable</div> </div>					Código	e (cm)	λ (W/mK)	R_t (m ² K/W)	ρ (kg/m3)	C_p (J/KgK)																																																																																																																																																																																																																																																											
6						Exterior																																																																																																																																																																																																																																																																
7						mo_c	2	1,30	0,02	1900,00	1000,00																																																																																																																																																																																																																																																											
8						Mc_v01	60	1,38	0,43	1972,00	1000,00																																																																																																																																																																																																																																																											
9						mo_c	2	1,30	0,02	1900,00	1000,00																																																																																																																																																																																																																																																											
10						Interior																																																																																																																																																																																																																																																																
11						Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal					Rse	0,04																																																																																																																																																																																																																																																										
12											Rsi	0,13																																																																																																																																																																																																																																																										
13																																																																																																																																																																																																																																																																						
14						Referencia fotográfica					Caracterización del sistema																																																																																																																																																																																																																																																											
15						Espesor total (cm)					64																																																																																																																																																																																																																																																											
16						Peso (kg/m2)					1259,2																																																																																																																																																																																																																																																											
17						Caracterización térmica del sistema																																																																																																																																																																																																																																																																
18						Resistencia térmica (m ² K/W)					0,64																																																																																																																																																																																																																																																											
19						Transmitancia del sistema (W/m ² K)					1,57																																																																																																																																																																																																																																																											
20						Difusividad térmica (m ² s 10 ⁻⁹)					0,30																																																																																																																																																																																																																																																											
21						Efusividad térmica (s W/m ² K)					1052,64																																																																																																																																																																																																																																																											
22						Absortancia					0,3-0,5																																																																																																																																																																																																																																																											
23						NOTAS:																																																																																																																																																																																																																																																																
24																																																																																																																																																																																																																																																																						
25																																																																																																																																																																																																																																																																						
26																																																																																																																																																																																																																																																																						
27																																																																																																																																																																																																																																																																						
28																																																																																																																																																																																																																																																																						
29																																																																																																																																																																																																																																																																						
30																																																																																																																																																																																																																																																																						
31																																																																																																																																																																																																																																																																						

Ilustración 2. Visualización de hoja de caracterización energética de sistemas

La ficha se encuentra estructurada en dos partes, en la primera, situada a la izquierda, se busca realizar una descripción gráfica sistema constructivo que se desea caracterizar, mediante un es esquema y referencias fotográficas si se dispone de ellas; en la segunda parte, situada a la derecha, se busca caracterizar el sistema para ello bastará con introducir la codificación asignada de los materiales que componen el

sistema constructivo y su espesor, además, se debe especificar el flujo de calor del sistema para ello se ha habilitado un panel desplegable con las siguientes opciones:

- Cerramiento vertical y flujo de calor horizontal
- Cerramiento horizontal y flujo de calor ascendente
- Cerramiento horizontal y flujo de calor descendente
- Partición interior

Al seleccionar cada una de estas opciones se establecen las resistencias térmicas superficiales fijadas por el CTE a estos sistemas.

Con esto se calculan los datos característicos de las variables energéticas del sistema