

La diversidad constructiva territorial de las técnicas tradicionales: tipos de muros mixtos de madera en el entorno de la Cordillera Cantábrica

The territorial constructive diversity of traditional techniques: types of half-timbered walls in the Spanish northeast

Alicia Hueto-Escobar  Universitat Politècnica de València, (España). alhuees@upv.es (autor de contacto)
Fernando Vegas  Universitat Politècnica de València, (España). fvegas@cpa.upv.es
Camilla Mileto  Universitat Politècnica de València, (España). camia2@cpa.upv.es

RESUMEN

Este artículo presenta un recorrido a través de los tipos de muros mixtos de madera documentados desde el Macizo Galaico-Leones hasta la Cordillera Cantábrica, empleando para ello un sistema de clasificación basado en características tipológicas, geométricas, materiales y acabados. Específicamente se analizan un total de 377 ejemplares de diversa complejidad localizados en los territorios de Ribeira Sacra, Comarca del Bierzo, Macizo Asturiano, Comarca de Liébana, Montes Vascos, Montaña Alavesa, Valles Alaveses, Litoral Vasco, Montes Navarros y Condado de Treviño. Como parte de una investigación más amplia que abarca el estudio de 1.218 muros mixtos de madera repartidos por todo el territorio español con su clasificación y análisis del estado de conservación y transformación, permite poner de manifiesto la gran diversidad de soluciones constructivas que existen y resaltar el valor y presencia de este tipo de técnicas, reafirmando la necesidad de proteger, rehabilitar y consolidar este tipo de arquitectura tradicional.

Palabras clave: variantes constructivas; entramados; encestados; arquitectura tradicional; cordillera cantábrica.

ABSTRACT

This article presents a description of the types of half-timbered walls documented from the Galaico-Leones Massif to the Cantabrian Mountains, using a classification system based on typological, geometrical, material and finish characteristics. Specifically, a total of 377 examples of varying complexity located in the territories of Ribeira Sacra, Comarca del Bierzo, Macizo Asturiano, Comarca de Liébana, Montes Vascos, Montaña Alavesa, Valles Alaveses, Litoral Vasco, Montes Navarros and Condado de Treviño are analysed. As part of a wider investigation covering the study of 1,218 half-timbered walls spread throughout Spain, with their classification and analysis of the state of conservation and transformation, it highlights the great diversity of construction solutions that exist and highlights the value and presence of this particular technique, reaffirming the need to protect, rehabilitate and consolidate this type of traditional architecture.

Keywords: Constructive variants; half-timber; wattle-and-daub; traditional architecture; cantabrian mountains.

Cómo citar este artículo/Citation: Alicia Hueto-Escobar, Fernando Vegas, Camilla Mileto (2024). La diversidad constructiva territorial de las técnicas tradicionales: tipos de muros mixtos de madera en el entorno de la Cordillera Cantábrica. Informes de la Construcción, 76 (576): 6902. <https://doi.org/10.3989/ic.6902>

Copyright: © 2024 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 17/01/2024
Aceptado/Accepted: 24/10/2024
Publicado on-line/Published on-line: 28/01/2025

1. INTRODUCCIÓN

Los muros mixtos se componen de un armazón de madera que cumple gran parte de la función estructural y otra serie de materiales como la tierra, el ladrillo o la piedra para solucionar las necesidades de cerramiento, revestimiento y aislamiento del muro. Son sistemas basados en los materiales disponibles en el propio lugar, sin necesidad de complicadas transformaciones, mano de obra altamente especializada o recursos económicos excesivos, que desde los primeros refugios del ser humano han ido evolucionando gracias al desarrollo de la carpintería dando lugar alrededor de todo el mundo a multitud de variedades. Desde países donde destacan por su valor histórico, artístico y cultural como Francia, Alemania o Inglaterra hasta países donde se han impulsado como sistema constructivo óptimo ante eventos sísmicos como Italia, Portugal, Rumania, Turquía, India, Nepal, Perú, Ecuador, etc. Los elementos que conforman el armazón reciben un nombre específico según la posición y función específica (Figura 1), pudiendo destacar principalmente los pies derechos verticales y las soleras, carreras y sobrecarreras horizontales. Sin embargo, también aparecen otra serie de

elementos destinados a la apertura de huecos y a mejorar la rigidez del sistema, ya sean puentes horizontales, tornapuntas diagonales o soluciones más complejas como la Cruz de San Andrés. El comportamiento estructural está en gran medida condicionado por las dimensiones, disposición y uniones de estos elementos, así como por la adherencia con el relleno y la correcta trabazón con otros elementos como zócalos, forjados y cubierta. Dentro de la gran diversidad de mecanismos de conexión con estos elementos (1), destaca principalmente la disposición sobre muros de mampostería o sillería con una solera que actúa de elemento de regularización y conexión. En los encuentros intermedios predomina la disposición oculta de las viguetas como estrategia de protección, aunque también es relativamente frecuente disponer las viguetas entre carrera y sobrecarrera para mejorar el arriostramiento. Finalmente, en las cubiertas se ha detectado una tendencia a emplear el mismo elemento como carrera superior del muro y como apoyo de la cubierta, optimizando así el uso del material. El armazón de madera define unos espacios que pueden rellenarse o cerrarse con soluciones muy diversos que abarcan desde tierra, ladrillos o piedras hasta pantallas formadas por ramas o listones.

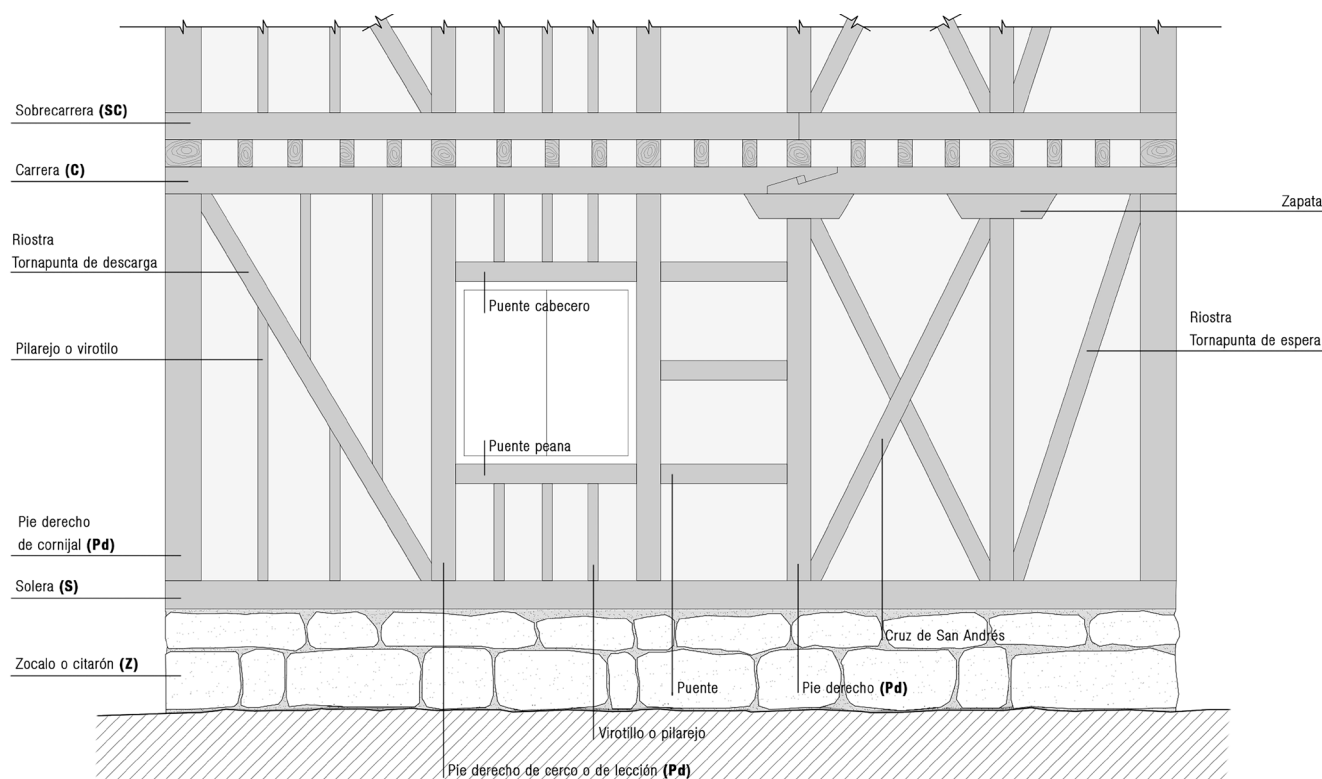


Figura 1. Terminología asociada a elementos de madera del armazón.
Dibujo elaborado por los autores

A pesar de que en el contexto español tanto los históricos tratados de arquitectura como los estudios más recientes se han centrado mayormente en otro tipo de técnicas constructivas, ya sean monumentales o tradicionales, los muros mixtos de madera se extienden por gran parte de la mitad noroeste del territorio (2). Se concentran principalmente en zonas rurales y montañosas de la cordillera Cantábrica, el sistema Central y el sistema Ibérico, aunque también están presentes en la submeseta norte gracias al comercio fluvial o a la cercanía de algunas masas forestales importantes (3). Sin embargo, documentos históricos señalan su existencia en otras grandes ciudades como por ejemplo Madrid, Toledo, Segovia, Alcalá de Henares, Granada o Valencia (4-7), aunque el crecimiento

urbanístico y la frecuente renovación de edificios ha implicado que se conserven pocos ejemplares o que directamente hayan desaparecido. La variedad de especies leñosas y de materiales disponibles en cada lugar para realizar el relleno o cerramiento de los espacios formados por el armazón, junto con aspectos culturales e históricos, han dado lugar a una gran diversidad de variedades a lo largo de todo el territorio (8, 9).

Como un componente más de la arquitectura tradicional, entendida como el conjunto de construcciones urbanas y rurales de diversa complejidad derivadas de la experiencia constructiva adquirida en cuanto al uso óptimo de los recursos disponibles en un lugar para adaptarse a unas condiciones

y necesidades concretas, los muros mixtos de madera están amenazados por diversos factores como el predominio de los materiales y técnicas constructivas industriales, la globalización de las formas arquitectónicas, la consecuente pérdida de conocimientos asociados, el éxodo rural y la despoblación, la falta de valor que se le asigna entre el público general, la ausencia de conocimientos, medidas y normativas específicas para su restauración y puesta en valor, y en particular para este tipo de técnicas el desarrollo histórico de normativas que limitaba su uso por cuestiones de seguridad ante incendios (10). En este sentido, y aunque se conservan en mayor o menor grado multitud de ejemplares de muros mixtos de madera (11, 12), la arquitectura tradicional ya no existe como fenómeno activo y, por tanto, es necesario estudiar, documentar, conservar y poner en valor en la medida de lo posible lo que todavía se mantiene en pie. En otros países, donde su presencia es destacable y considerando el riesgo de pérdida al que están expuestas todas las técnicas tradicionales, se han impulsado investigaciones, proyectos, estudios y distintas medidas para su protección y puesta en valor. En España, a pesar de su importancia histórica y su relevancia en la arquitectura tradicional de muchas zonas, los estudios desarrollados se han limitado a contextos y tipologías concretas (13-15).

2. METODOLOGÍA Y OBJETIVOS

Con el objetivo de poner en valor este tipo de técnicas en todo el contexto español, se ha desarrollado una investigación que ha permitido documentar las diversas variantes existentes en la arquitectura tradicional y analizar su estado de conservación y transformación (1).

Gracias a los casos recogidos en investigaciones previas centradas en los ejemplares que emplean tierra como relleno (16, 17), posteriormente ampliados mediante una revisión exhaustiva de catálogos y estudios regionales de arquitectura popular para abarcar ejemplos que emplean otro tipo de materiales en el relleno (18-21), se han visitado, documentado y fotografiado 1.218 ejemplos de muros mixtos de madera. Para recopilar, gestionar y analizar cuantitativa y cualitativamente toda la información se ha generado una base de datos que recoge aspectos generales del edificio, detalles del muro y cuestiones sobre la conservación y transformación. Este sistema ha permitido progresivamente plantear un modelo de clasificación de los muros mixtos de madera basado en variantes tipológicas, geométricas, materiales y acabados. Las múltiples combinaciones de todas estas variantes y sus características particulares dan lugar a una gran riqueza y diversidad constructiva, aunque tanto durante las rutas realizadas como en el estudio posterior, se han podido identificar ciertos modelos territoriales. Estos modelos no corresponden a regiones políticas o administrativas concretas, por el contrario, se ajustan más a regiones naturales,

culturales e históricas que comparten una arquitectura e identidad constructiva propia.

Por tanto, para su análisis ha sido necesario agrupar los casos con características similares y comparar su localización con las áreas definidas en distintos estudios de arquitectura popular (22-28), así como en diversas publicaciones sobre geografía natural y humana (29-32). Posteriormente ha sido posible obtener el número de ejemplos de cada variante presente en cada agrupación o territorio, definiendo como mínimo necesario la presencia de 15 casos de estudio por cada zona. Asimismo, se ha considerado conveniente agrupar los territorios analizados por conjuntos morfoestructurales geográficos, ya que ayudan a situar adecuadamente cada zona y permiten organizar secuencialmente la transformación de unos tipos a otros. El presente texto se centra específicamente en los territorios agrupados dentro del conjunto de la Cordillera Cantábrica y el Macizo Galaico-leones, recorriendo de oeste a este un total de 377 ejemplares localizados en 10 territorios (Figura 2). El estudio se ha centrado en la zona noroeste de la Península Ibérica porque, compartiendo características geográficas, climáticas y territoriales relativamente similares, permite ilustrar la diversidad de soluciones que se han desarrollado dentro de una misma técnica constructiva. Conviene señalar que el presente análisis no pretende en ningún caso abarcar todo el conjunto de la arquitectura tradicional de las regiones estudiadas, ni definir unos límites concretos y específicos para cada región y cada tipo de muro mixto documentado. Por el contrario, su objetivo principal es poner de manifiesto las similitudes y diferencias que se producen entre territorios con respecto a los muros mixtos de madera, así como la gran diversidad de tipos existentes.

3. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN

3.1. Variantes tipológicas

Los muros mixtos pueden emplearse para construir elementos simples como fachadas, tabiques o hastiales, pero también estructuras más complejas con galerías, soportales y voladizos. Los pies derechos suelen discurrir de planta a planta, permitiendo alargar los forjados para crear cambios de plano, como voladizos que aumentan el espacio interior o soportales que configuran zonas cubierta. Junto con la capacidad de construir muros de menor espesor, es una de las razones que ha favorecido su uso en entornos urbanos, lugares amurallados con espacio limitado o localidades comerciales donde rentabilizar mejor el terreno. La revisión de tratados históricos, donde se establecían tipologías tan diversas como muros de fachada o exteriores, cierre frontal, cierre lateral, medianeros, de jácnas o de voladizo, ha implicado la necesidad de unificar los tipos en base a los cambios geométricos y estructurales del plano vertical (1). Según la forma y disposición dentro del conjunto, se ha

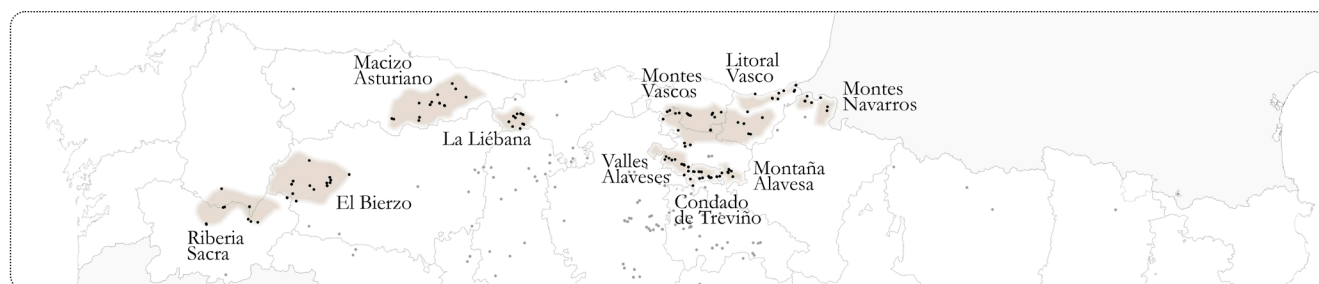


Figura 2. Distribución geográfica de los casos incluidos en la base de datos y sombreado de los diferentes territorios analizados

distinguido entre muros continuos donde todos los elementos se sitúan en un mismo plano vertical y planos discontinuos donde se producen cambios de plano que implican una ejecución más compleja y una redistribución de cargas (Figura 3). A este aspecto es necesario añadir determinadas características relativas a su localización en planta y en altura. Los muros continuos son constructiva y estructuralmente más simples, siendo principalmente fachadas, medianeras y tabiques interiores. Por el contrario, los muros discontinuos implican la concentración y redistribución de cargas en planos distintos, siendo necesario en ocasiones incluir refuerzos. Por ejemplo, los voladizos pueden emplear viguetas múltiples, tornapuntas de madera o ménsulas de piedra. Los soportales y pórticos pueden emplear muros laterales, pilares de piedra o de madera para redistribuir las cargas de los pisos superiores a puntos concretos, dejando libre un gran espacio para el acceso de carros y animales o para el resguardo ante inclemencias meteorológicas (33). Las galerías implican generar un espacio discontinuo en las plantas superiores, precisando de pilares de madera u otros elementos que redistribuyan las cargas de cubierta.

3.2. Variantes geométricas

El almacén de madera está formado siempre por una serie de elementos estructurales principales, entendidos como pies derechos y carreras. Sin embargo, también pueden aparecer otra serie de elementos intermedios que conectan los elementos principales, reduciendo su longitud de pandeo, aumentando el arriostramiento y conformando huecos. Su presencia

también implica una mejora en el confinamiento del relleno, reduciendo la posibilidad de que este se desprenda totalmente y evitando la propagación de grietas (34).

La presencia y posible combinación de elementos estructurales permite plantear una clasificación según la dirección de los mismos, ya sean montantes verticales (V) que subdividen el espacio a macizar, puentes horizontales (H) que subdividen o conforman huecos, diagonales (D) que arriostran el sistema, o incluso elementos compuestos (X) por una serie de elementos de diferentes direcciones. Se ha considerado conveniente agrupar las posibles combinaciones en geometrías simples formadas únicamente por elementos verticales y horizontales donde no se produce triangulación, y geometrías complejas donde pueden aparecer además elementos diagonales y compuestos que triangulan la estructura e implican un comportamiento y concepción constructiva más elaborada (Figura 4). El aspecto geométrico de cada muro debe complementarse con la localización concreta de los diferentes tipos de elementos, el estudio detallado de las uniones carpinteras y con el análisis de las escuadrías empleadas que pueden ser muy variadas dentro de un mismo muro mixto.

3.3. Variantes materiales

La madera es el material común entre todos los muros mixtos analizados, siendo necesario desarrollar una identificación microscópica para establecer de forma precisa la especie utilizada, que puede incluso variar de unos elementos a otros

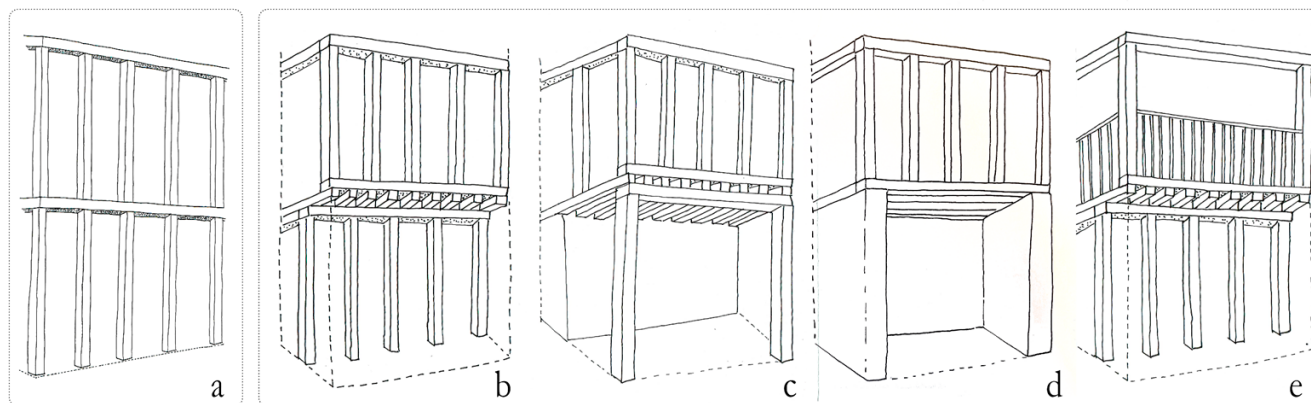


Figura 3. Clasificación de las variantes tipológicas: a) muro continuo, b) muro discontinuo en voladizo, c) muro discontinuo en portico, d) muro discontinuo en soportal y e) muro discontinuo en galería. Dibujo elaborado por los autores

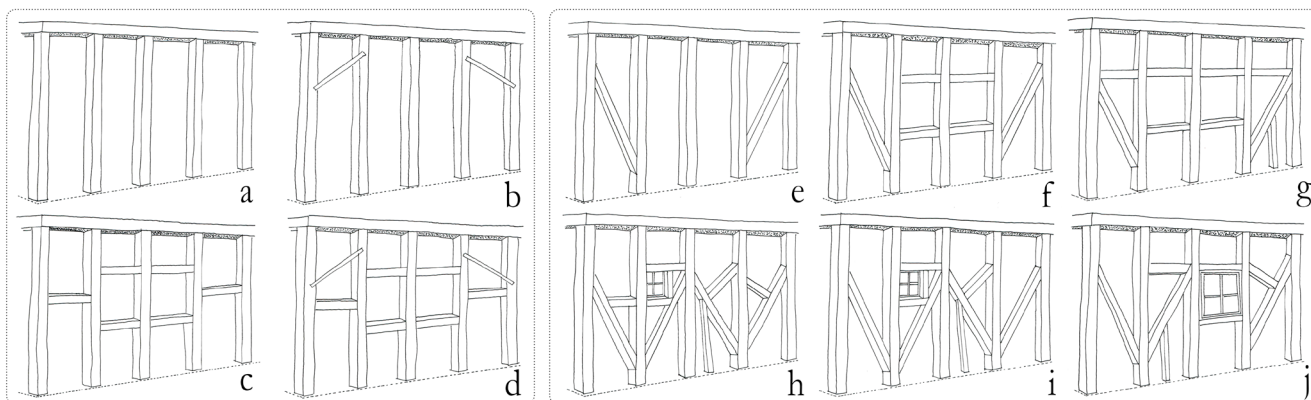


Figura 4. Clasificación de las variantes geométricas, grupo de geometrías simples: a) V, b) V con tirantes, c) V+H, d) V+H con tirantes; y grupo de geometrías complejas: e) V+D, f) V+H+D, g) V+H+X, h) V+X, i) V+X+D, j) V+H+D+X. Dibujo elaborado por los autores

dentro de un mismo muro. Sin embargo, los espacios formados por el armazón pueden rellenarse o cerrarse con multitud de materiales, en función no solo de condicionantes geográficos como la disponibilidad de materias primas, sino también condicionantes particulares como la importancia y función del edificio o la capacidad económica de los propietarios. Por tanto, se ha propuesto la clasificación material según la lógica de construcción asociada al relleno o cerramiento y la capacidad del mismo de colaborar con el armazón de madera.

Por un lado, los rellenos que emplean materiales pesados con cierta capacidad resistente que en caso de necesidad pueden colaborar con el armazón cuando este comienza a degradarse (14, 35, 36), agrupándose en rellenos monolíticos relacionados con el empleo de encofrados y rellenos de fábrica basados en el apilamiento de piezas previamente trabajadas.

Por otro lado, pantallas ligeras con cerramientos de madera o elementos vegetales cuya capacidad de colaboración es sustancialmente menor, como pantallas ligeras rígidas formadas por listones, tablas u otros elementos firmes, y finalmente pantallas flexibles formadas mediante elementos vegetales manejables como ramas, zarzos o cañizos. En este sentido, cabe recordar que los aspectos materiales deberán complementarse con la identificación de la especie de madera.

3.3.1. Rellenos monolíticos

Estos rellenos de carácter pesado se caracterizan por formar un elemento unitario, masivo y homogéneo empleando encofrados, con soluciones que abarcan desde la simple tierra hasta la mampostería (Figura 5). Los rellenos de tierra apilada se basan en el amontonamiento sucesivo de pelladas, ayudándose en ocasiones de un encofrado a una cara, para cuya ejecución es determinante las características del material y su capacidad de mantenerse cohesionado. Sin embargo, la solución más común es el vertido dentro de encofrados de una mezcla de tierra lo suficientemente fluida como para rellenar correctamente todas las esquinas, siendo necesario esperar un tiempo prudente antes de desmoldar y pasar al siguiente tramo. Para evitar que durante el proceso de secado aparezcan fisuraciones y para mejorar su resistencia, se pueden añadir compuestos minerales o fibras vegetales a la mezcla. Por ejemplo, la agregación de yeso acelera la velocidad de fraguado y en general mejora la resistencia del relleno, una técnica muy extendida en zonas del Sistema Ibérico donde se le conoce como tapialete (37). Aunque los tratados históricos recomendaban el yeso como

material conglomerante, posiblemente motivados por una ligera incompatibilidad química e higroscópica entre la madera y la cal en estado fresco, se han detectado algunos ejemplos que parecen estar colmatados por una mezcla de tierra, cal y grava. Esta mezcla es más parecida a un hormigón de cal y tierra, donde la función conglomerante es considerable aún con concentraciones bajas entorno al 10% (17).

Cuando la cantidad o el tamaño de los mampuestos añadidos a dicha mezcla de tierra, grava y cal es relevante, se podría comenzar a hablar de una mampostería encofrada. En otras ocasiones la cantidad de mezcla de tierra es menor, actuando más como un mortero de agarre y pudiendo parecerse más a una mampostería ordinaria. Cuando los montantes, virotillos u otros elementos están muy próximos entre sí dificultan la colocación de los mampuestos, quedando casi como una mampostería apilada. Finalmente, se han detectado casos donde en lugar de mampuestos se emplean lascas de piedra colocadas en vertical con ayuda de un encofrado. En todos estos casos, los elementos funcionan como un elemento masivo y unitario en mayor o menor grado, pero formado por elementos que no han precisado de un trabajo previo de labrado y que no responden a un aparejo claramente ordenado.

3.3.2. Rellenos de fábrica

Los rellenos de fábrica se caracterizan por el empleo de piezas previamente ejecutadas y pueden clasificarse según el aparejo (Figura 6). Las piezas realizadas directamente con tierra pueden ser tepes y terrones cortados directamente del terreno, en el primer caso con un sustrato vegetal incluido de hierba, musgo, brezo o turba (37). Sin embargo, es mucho más común someter la tierra a un proceso de mezclado, moldeado y secado para dar lugar a adobes. En función de la geometría impuesta por el armazón, los adobes se pueden disponer siguiendo diferentes aparejos, generalmente con un aparejo horizontal adecuado donde se evita crear juntas verticales continuas y donde se cortan las piezas cuando es necesario. Sin embargo, existen geometrías más complicadas donde es mejor optar por otro tipo de aparejos. Cuando los montantes quedan muy próximos es necesario colocarlos simplemente apilados o ligeramente inclinados, porque no es posible cortar piezas tan pequeñas y asegurar un aparejo correcto. Sin embargo, se han documentados casos donde la distancia es mayor y al disponerse apilados se forman juntas verticales continuas que pueden favorecer las lesiones estructurales. La presencia de elementos diagonales también implica dificultades, por lo que

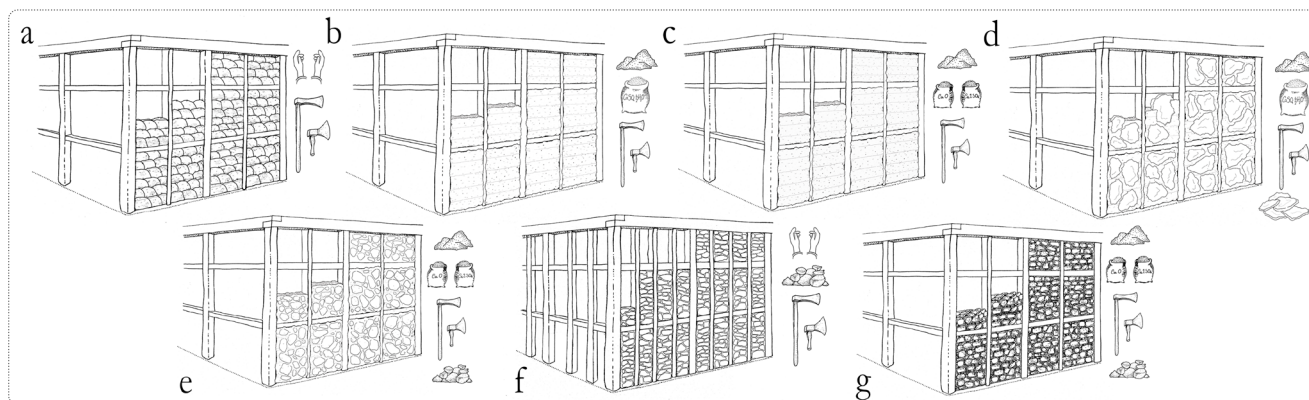


Figura 5. Clasificación de las variantes materiales con rellenos monolíticos: a) tierra apilada, b) tapialete, c) hormigón de cal y tierra, d) lascas de piedra verticales encofradas, e) mampostería encofrada, f) mampostería apilada y g) mampostería ordinaria. Dibujo elaborado por los autores

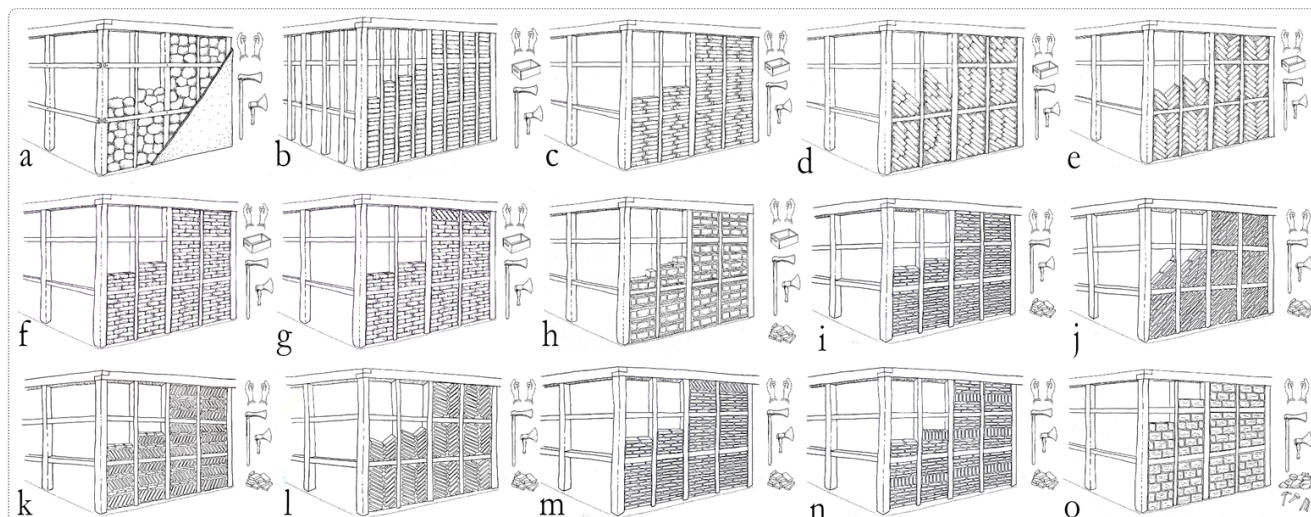


Figura 6. Clasificación de las variantes materiales con rellenos de fábrica:

a) tepes y terrones, b) adobes apilados con montantes próximos, c) adobes apilados sin montantes próximos, d) adobes inclinados en una dirección, e) adobes inclinados en dos direcciones, f) adobes aparejados horizontalmente, g) adobes aparejados con remate, h) adobes con ladrillos, i) ladrillos aparejados, j) ladrillos inclinados, k) ladrillos con espiga horizontal, l) ladrillos con espiga vertical, m) ladrillos aparejados con remate, n) ladrillos con franja horizontal y o) sillería.

Dibujo elaborado por los autores

en ocasiones se colocan simplemente inclinados siguiendo la diagonal y evitando así problemas en los límites con la estructura de madera. La disposición inclinada en una dirección o en dos direcciones formando una espina de pez también facilita adaptarse a geometrías complejas o elementos con ejes irregulares, absorbiendo fácilmente con el mortero las diferencias en los límites. Cabe destacar que en ocasiones para rematar el encuentro superior se disponen los adobes de la última hilada en vertical o ligeramente inclinados.

El empleo de otros materiales más duraderos como el ladrillo o la piedra es recudido, debido probablemente a las condiciones de disponibilidad material y sobre todo a la capacidad económica de los propietarios del edificio. Sin embargo, se han detectado casos singulares donde se combinan hiladas de adobe con hiladas de ladrillo. El empleo de geometrías complejas con rellenos de ladrillo no suele ser tan común y se han detectado mayoritariamente ejemplos con un aparejo horizontal adecuado. Aunque también aparecen ejemplos con ladrillos inclinados en una dirección y en dos direcciones, parece que este tipo de disposiciones responde más a cuestiones estéticas que a la imposición geométrica. Por ejemplo, cabe destacar la aparición de espigas horizontales y la disposición de hiladas

verticales en la zona central. Al igual que en el caso de los adobes, se han localizado ejemplos donde la hilada superior se dispone ligeramente inclinada para adaptarse mejor al límite impuesto por la geometría. Finalmente, se han documentado rellenos con sillería correctamente aparejada, principalmente en aquellas zonas con presencia de rocas fáciles de trabajar.

3.3.3. Pantallas rígidas

En contraposición al empleo de elementos pesados, existen otras soluciones donde se emplean elementos vegetales rígidos como tablas o listones, de forma aislada o bien combinada con otros materiales para mejorar su durabilidad y aislamiento (Figura 7). Los rellenos que emplean únicamente madera pueden diferenciarse principalmente según su disposición en tablas verticales y tablas horizontales. Estas tablas pueden disponerse juntas formando un paramento cerrado y siendo necesario diseñar correctamente las juntas para evitar problemas derivados de la dilatación de la madera. En otras ocasiones pueden disponerse separadas formando un paramento abierto que evita los problemas asociados y permite la ventilación interior, solución identificada muchas veces en plantas superiores donde se almacenaban productos agrícolas.

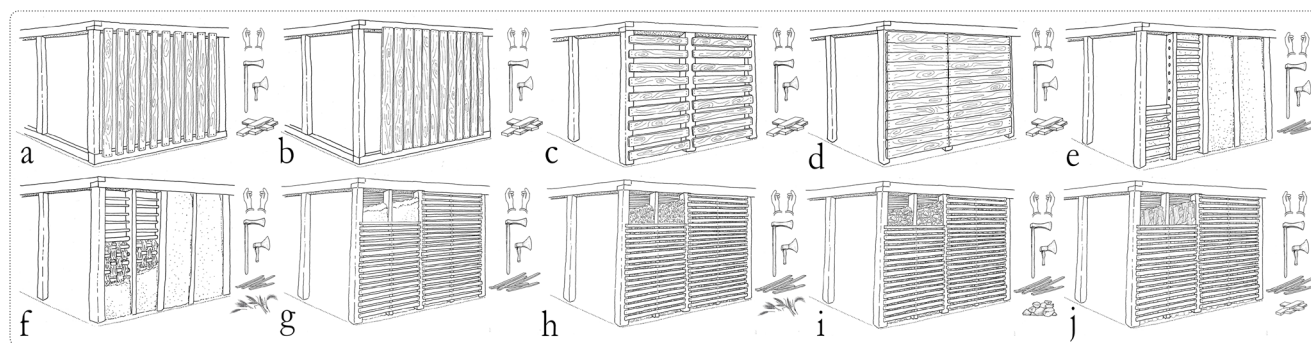


Figura 7. Clasificación de variantes materiales con pantallas rígidas: a) listones verticales abiertos, b) listones verticales cerrados, c) listones horizontales abiertos, d) listones horizontales cerrados, e) emparrillado simple con tierra, f) emparrillado simple con fibras vegetales, g) emparrillado doble con tierra, h) emparrillado doble con tierra y fibras, i) emparrillado doble con piedras y j) emparrillado doble con tablas. Dibujo elaborado por los autores

Dentro de las soluciones que incorporan otros materiales, las más documentadas son los emparrillados formados por listones separados cierta distancia. Estos listones pueden disponerse formando en emparrillado simple al encajarse en ranuras y huecos generados en las caras laterales de los pies derechos o montantes, para finalmente recubrirse con una mezcla de tierra. En determinadas zonas de la Comarca del Bierzo y alrededores se han documentado casos donde los listones son envueltos previamente con esparto para mejorar su aislamiento y su adherencia con la tierra, técnica que en la zona se conoce como pared de *barretes* (38). Los listones también pueden disponerse formando un emparrillado doble al clavarse en las caras externas de los pies derechos o montantes, generando así un espacio interno que puede dejarse vacío para aligerar el muro o más comúnmente rellenarlo con tierra, arena y paja para mejorar el aislamiento. Asimismo, se han documentado casos muy particulares rellenos con piedras y cascotes en seco y con listones, tablas y ramas.

3.3.4. Pantallas flexibles

Otro tipo de soluciones se caracterizan por emplear elementos vegetales flexibles en combinación con una subestructura auxiliar portante para generar el cerramiento de los muros mixtos, donde el método de unión entre ambos elementos es la principal característica diferenciadora (Figura 8).

La variante más extendida son los encestados, una técnica donde se emplean ramas finas entrelazadas horizontalmente con una serie de montantes verticales próximos, que pueden ser ramas poco labradas, listones o tablas. En ocasiones puntuales estos montantes se realizan con el mismo material empleado para ejecutar el trenzado, colocando varias ramas finas contiguas de forma que rigidizan y sustentan la malla. Los encañizados difieren ligeramente de los anteriores porque

los elementos vegetales no se entrelazan entre sí, sino que se disponen encajadas o cosidas a los montantes verticales. De esta forma se configura una pantalla de cañas horizontales y apiladas una sobre otra hasta cerrar el espacio. A pesar de las ligeras diferencias, estas técnicas son muy ligeras y por tanto muy adecuadas para la ejecución de muros y tabiques interiores en las plantas superiores, para no transmitir cargas excesivas a los elementos estructurales inferiores (36).

3.4. Variantes de acabado y revestimiento

El revestimiento se concibe principalmente como una capa protectora ante procesos de degradación, aunque históricamente también han sido promovidos como medida protectora ante incendios. En zonas más septentrionales de Europa, donde las precipitaciones y condiciones de humedad son más determinantes, es común dejar la madera sin revestir para mejorar su respiración y secado. Sin embargo, en el clima mediterráneo los procesos más determinantes son los agentes atmosféricos y la radiación ultravioleta del sol y consecuentemente es más común encontrar los muros mixtos revestidos con multitud de soluciones diversas (39).

Dentro de las posibilidades, cabe diferenciar entre los revestimientos continuos con morteros y los revestimientos discontinuos basados en piezas (Figura 9). Al mismo tiempo, los revestimientos de mortero pueden clasificarse según su grado de cubrimiento entre morteros que protegen únicamente el relleno y morteros que esconden el conjunto de relleno y armazón de madera. La solución más simple es el revestimiento de tierra, al que en ocasiones se le puede añadir fibras vegetales para disminuir su retracción durante el secado. Sin embargo, la utilización de mortero de cal y/o yeso es mucho más frecuente debido a una mayor durabilidad y resistencia. Otra opción de revestimiento son los encalados,

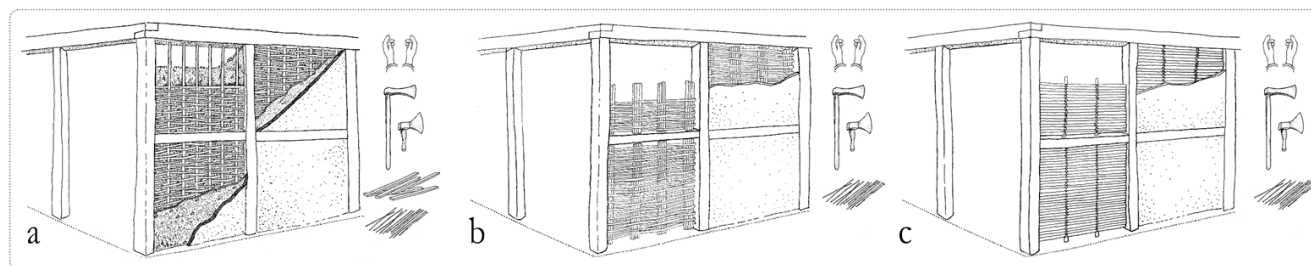


Figura 8. Clasificación de las variantes materiales con pantallas flexibles: a) encestado, b) mallas y c) encañizado
 Dibujo elaborado por los autores

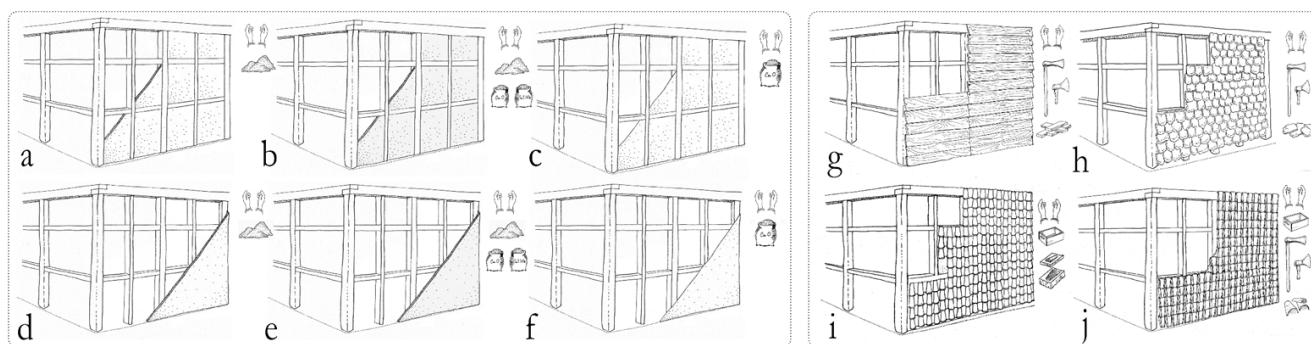


Figura 9. Clasificación de las variantes de revestimientos, grupo de revestimientos continuos: a) tierra sobre relleno, b) cal y/o yeso sobre relleno, c) encalado sobre relleno, d) tierra completo, e) cal completo, f) encalado completo; y grupo de revestimientos discontinuos: g) entablado, h) lajas de pizarra, i) tejas completas y j) tejas sin cobijas.
 Dibujo elaborado por los autores

una capa de lechada de cal que requiere un mantenimiento periódico mayor.

En cualquier caso, la difícil adherencia entre mortero y la superficie de madera del almacén, así como la discontinuidad natural entre relleno y almacén, son dos cuestiones críticas para el mantenimiento de los revestimientos. Para mejorar estas cuestiones es común la realización de pequeñas marcas con una hachuela que generan una superficie rugosa donde es más fácil que adhiera y perdure el revestimiento, aunque también se han documentado ejemplos de clavos y tomizas enrolladas.

Con respecto a los revestimientos generados con piezas, una solución muy común es el empleo de listones de madera clavados en el almacén siendo necesario disponerlos de forma que no se produzcan problemas en las juntas debido a filtraciones y variaciones dimensionales del material por humedad. Otras soluciones implican el uso de materiales más resistentes pero condicionados a la disponibilidad local y a la condición económica de los propietarios, como por ejemplo el empleo de lajas de pizarra en la Comarca de El Bierzo (40) y el empleo de tejas cerámicas en la Sierra de Béjar (41).

4. ANÁLISIS DE DIVERSIDAD POR TERRITORIOS

A continuación, se recoge el análisis de los tipos de muros mixtos de madera más frecuentes en los territorios analizados, organizados de oeste a este, en base al sistema de clasificación y variantes tipológicas, geométricas, materiales y acabados previamente descritas (Tabla 1). Se han identificado todas las variantes tipológicas, tanto continuas como discontinuas. A nivel geométrico es mayoritaria la presencia de soluciones simples, aunque con una presencia relevante de geometrías

complejas en la zona vasca. Respecto a los materiales, existe una presencia mayoritaria de rellenos de fábrica donde destaca el ladrillo, el adobe y la sillería en dicho orden. Aunque sean menos frecuentes numéricamente con respecto a los rellenos pesados, cabe destacar la concentración de las pantallas en estas zonas con respecto a otras zonas del territorio español (2, 9).

En la zona gallega de la Ribeira Sacra se han documentado mayoritariamente muros continuos, aunque también se han documentado algunos ejemplos con voladizo. Son principalmente geometrías simples de elementos verticales y horizontales para la formación de huecos, con algunos casos de muros formados únicamente por elementos verticales. En ocasiones, a estas geometrías de elementos verticales y horizontales, se le añaden elementos diagonales en zonas muy concretas del muro. A diferencia de otros territorios colindantes, no se ha documentado ningún muro mixto con relleno monolítico o relleno de fábrica. Por el contrario, todos los ejemplos corresponden con cerramientos ligeros, particularmente pantallas rígidas y en menor proporción pantallas flexibles encestadas, apareciendo en ocasiones combinadas dentro del mismo edificio. Respecto a las pantallas rígidas son en su mayoría emparrillados dobles con relleno de tierra y paja (Figura 10) donde se disponen geometrías no jerarquizadas con pies derechos separados entre 40-60 cm, técnica conocida en la zona como palla-barro (42). En localidades alejadas del río Sil se han documentado emparrillados simples con tierra (Figura 11), particularmente en Vixueses y Foncuberta. Suelen aparecer completamente protegidos con revestimientos de mortero, cubriendo tanto la estructura como el relleno principalmente. Cabe destacar como la gran mayoría de morteros de cal o yeso se asocian con emparrillados dobles, mientras que los morteros de tierra corresponden en su mayoría con los encestados documentados.



Figura 10. Muro en As Ermidas (Ourense), en la Ribeira Sacra



Figura 11. Muro en Foncuberta (Ourense), cercano a la zona

Tabla 1. Análisis de casos por territorios y variantes

		Ribeira Sacra	Comarca del Bierzo	Macizo Asturiano	Comarca de Liébana	Montes Vascos	Montaña Alavesa	Valles Alaveses	Litoral Vasco	Montes Navarros	Condado de Treviño	Total
	Nº casos	17	50	51	33	67	33	34	26	17	49	377
TIPOLOGÍA	Muros continuos											
	Fachada	12	27	24	23	53	30	28	15	8	39	259
	Muros discontinuos											
	Voladizo	4	10	12	1	6	2	0	8	8	2	53
	Soportal porticado	0	1	7	3	4	1	4	2	0	5	27
	Soportal muros	1	5	7	0	3	0	2	1	1	3	23
	Galería	0	11	3	7	3	0	0	7	3	1	35

		Ribeira Sacra	Comarca del Bierzo	Macizo Asturiano	Comarca de Liébana	Montes Vascos	Montaña Alavesa	Valles Alaveses	Litoral Vasco	Montes Navarros	Condado de Treviño	Total
	Nº casos	17	50	51	33	67	33	34	26	17	49	377
GEOMETRÍA	Geometrías simples											
	V	3	12	38	10	10	22	17	2	2	17	133
	V(t)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	V+H	12	20	11	18	14	6	6	16	8	16	127
	V+H(t)	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3
	Geometrías complejas											
	V+D	0	1	0	1	10	2	5	0	0	9	28
	V+H+D	2	9	0	2	12	2	3	5	7	5	47
	V+X	0	4	0	0	8	0	1	0	0	0	13
	V+H+X	0	3	0	0	11	0	1	0	0	2	17
	V+D+X	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	V+H+D+X	0	1	0	0	1	0	1	3	0	0	6
MATERIALES	Relleno monolítico											
	Tierra apilada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tapialete	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	4
	Hormigón cal y tierra	0	0	0	2	12	0	0	0	3	0	17
	Lajas piedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mampostería apilada	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
	Mamp. ordinaria	0	2	5	8	5	11	3	2	2	2	40
	Mamp. encofrada	0	4	3	2	3	2	0	0	0	0	14
	Relleno de fábrica											
	Tepes y terrones	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
	Adobe apilado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
	Adobe inclinado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adobe espiga vertical	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Adobe aparejado	0	14	0	4	0	15	15	0	0	12	60
	Adobe con remate	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
	Adobe con ladrillos	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5	8
	Ladrillo apilado	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
	Ladrillo aparejado	0	2	4	0	44	1	4	24	12	13	104
	Ladrillo con remate	0	0	0	0	9	0	2	5	1	5	22
	Ladrillo inclinado	0	0	0	0	6	0	0	0	1	0	7
	Ladrillo espiga vert.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ladrillo espiga horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	Ladrillo franja horiz.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
	Sillería	0	0	0	0	0	9	3	0	0	20	32

	Ribeira Sacra	Comarca del Bierzo	Macizo Asturiano	Comarca de Liébana	Montes Vascos	Montaña Alavesa	Valles Alaveses	Litoral Vasco	Montes Navarros	Condado de Treviño	Total
Nº casos	17	50	51	33	67	33	34	26	17	49	377
	Pantalla rígida										
Emp. simple tierra	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Emp. simple tierra fibra	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Emp. doble tierra	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Emp. doble tierra paja	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Emp. doble piedras	0	7	5	1	0	0	0	0	0	0	13
Emp. doble tablas	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
MATERIALES Listones horiz. abierto	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4
Listones horiz. cerrado	1	0	0	1	2	0	1	0	0	0	5
Listones vert. abierto	0	1	6	2	2	0	1	0	0	0	12
Listones vert. cerrado	0	3	6	3	4	0	0	0	2	0	18
	Pantalla flexible										
Encestado	4	0	24	6	1	1	0	0	0	0	36
Mallas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Encañizado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acabados										
ACABADO Sin revestir	4	16	32	18	35	26	19	15	11	41	217
Rev. parcial	5	3	6	4	23	5	6	9	6	5	72
Rev. completo	8	31	13	11	9	2	9	2	0	3	88

Como transición hacia la meseta leonesa, en la **Comarca del Bierzo** se han documentado muros mixtos en plantas superiores de edificios de dos alturas, con una presencia relativamente homogénea de muros continuos y discontinuos. Sin embargo, a nivel geométrico y material se observa una transición entre los emparrillados documentados en la zona gallega hacia los rellenos pesados propios de la meseta leonesa. El número de emparrillados aumenta en la zona más próxima al territorio gallego, generalmente asociados a geometrías simples de elementos verticales y elementos horizontales para formación de huecos, correspondiendo tanto a emparrillados simples como dobles. Por el contrario, en la zona más oriental se han documentado ejemplos rellenos con fábrica de adobes, con geometrías complejas formadas por elementos verticales, horizontales para formación de huecos y diagonales localizados en algunos puntos concretos. Se han documentado también rellenos de mampostería arenisca y una particular disposición geométrica de pies derechos con múltiples diagonales de pequeño tamaño dentro de un mismo cuartel, generando un zigzag vertical (Figura 12). Solo en este territorio se han documentado emparrillados simples con barrotes recubiertos de centeno (Figura 13), uno de los cereales más cultivados en la zona (43). Respecto a los emparrillados dobles, aunque se han documentado variantes rellenas con tierra y con tierra mezclada con paja, cabe destacar que es en esta zona donde se han documentado más casos de emparrillados dobles rellenos con piedras y rellenos con tablas.



Figura 12. Muro en Rodanillo (León), en El Bierzo



Figura 13. Muro en Corullón (León), en El Bierzo

En la región del **Macizo Asturiano**, que abarca la Comarca Oriente de Asturias, el Valle del Nalón y la Montaña Central, la presencia de muros continuos y discontinuos es equitativa. Sin embargo, a nivel geométrico todos los ejemplos documentados corresponden a geometrías simples. Esto se debe a que la principal variante material registrada son las pantallas flexibles de encestado y las pantallas rígidas de listones (Figura 14). Aunque estas pantallas se distribuyen de manera uniforme en los tres territorios, en especial al oeste de la Montaña Central, se encuentran algunos ejemplos que incorporan mampostería ordinaria y emparrillados dobles con piedras, mostrando una sutil similitud con los documentados en la lejana Comarca del Bierzo. Específicamente, los emparrillados dobles rellenos de piedra y tierra presentan una geometría similar, pero parecen utilizar listones de manera más irregular en la ejecución de las pantallas. Por otro lado, los muros mixtos rellenos con mampostería muestran un armazón jerarquizado con virotillos, prescindiendo de las diagonales en zigzag característicos de la región berciana (Figura 15).



Figura 14. Muro en San Andrés de Agües (Asturias), en el Macizo Asturiano



Figura 15. Muro en Carbes (Asturias), en el Macizo Asturiano

En la **Comarca de Liébana**, aproximadamente a 70 km hacia el este del Macizo Asturiano y situada dentro del territorio cántabro de los Picos de Europa, los muros mixtos continuos son relativamente mayoritarios, aunque también se han documentado ejemplos discontinuos en menor medida que en otras áreas cercanas. Estos ejemplos discontinuos corresponden en su mayoría a galerías asociadas a viviendas de dos plantas, donde la planta inferior se destinaba como establo y la planta superior como vivienda. Las geometrías empleadas suelen ser simples y jerarquizadas, particularmente formadas por elementos verticales muy próximos y horizontales destinados a la formación de huecos. Cabe destacar los pocos casos en los que se han documentado diagonales destinadas al arriostramiento. Estas geometrías aparecen combinadas de forma bastante homogénea por todo el territorio con rellenos monolíticos de mampostería, ya sea apilada, ordinaria o encofrada (Figura 16), recordando ligeramente a lo observado en la zona oriental del Macizo

Asturiano. Sin embargo, en algunas localidades cercanas a cauces fluviales como Vada, Valmeo, Aniezo y Tudes, aparecen también rellenos de adobes y tepes donde la separación entre elementos verticales es ligeramente superior (Figura 17). El uso de estos materiales permite relacionar en parte la arquitectura de esta zona con otros ejemplos de la meseta castellana (25), aunque la morfología de los asentamientos y las tipologías arquitectónicas correspondan con las observadas en otras zonas de la Cordillera Cantábrica (44). Por todo el territorio aparecen también muros mixtos con pantallas ligeras, casi como continuación de los ejemplos observados en la zona oriental del Macizo Asturiano. Estos cerramientos son principalmente pantallas rígidas de listones verticales y pantallas flexibles encestadas (Figura 18), aunque a diferencia de los ejemplos documentados en otras zonas cercanas, aparecen principalmente revestidas con mortero de tierra.

En la transición desde la cordillera Cantábrica hacia los Pirineos, la región de los Montes Vascos presenta una notable diversidad arquitectónica. Cabe diferenciar entre edificios entre medianeras o en esquina que forman conjuntos agrupados y edificios aislado, ya sean casa-torre con un desarrollo predominante en altura o caseríos con una expansión mayormente horizontal. La presencia y uso de muros mixtos dependen en gran medida de esta distinción, aunque, en general se combinan con muros más robustos de mampostería y sillería.



Figura 16. Muro en Caloca (Cantabria), en la Comarca de Liébana



Figura 17. Muro en Vada (Cantabria), en la Comarca de Liébana



Figura 18. Muro en Caloca (Cantabria), en la Comarca de Liébana

Es posible distinguir caseríos donde todas las plantas superiores están construidas con muros mixtos, ejemplos donde toda la fachada principal está construida con muros mixtos mientras que los laterales son de piedra y, finalmente, ejemplos donde solo la parte central de la fachada principal está construida con muros mixtos, coincidiendo con el soportal de entrada. Existen también edificios agrupados donde todas las plantas superiores se construyen con muros mixtos y edificios donde se limitan a la fachada principal, disponiendo de muros laterales de sillería y mampostería probablemente con una función de cortafuegos. En el caso de las casas-torre, palacios-torre y tipologías similares, se limitan principalmente a plantas superiores y altillos, solución que se expandió ampliamente a partir de la segunda mitad del siglo XIX con cerramientos de listones machihembrados primeramente y con rellenos pesados posteriormente (45). Tipológicamente, los muros mixtos documentados son mayoritariamente continuos, aunque también se han documentado soportales entre muros generalmente asociados a caseríos para configurar espacios protegidos y soportales porticados en edificios urbanos vinculados al espacio público. Por el contrario, los voladizos documentados se asocian principalmente a edificios que forman conjuntos agrupados en núcleos urbanos de relativa densidad o que han sido históricamente amurallados. A nivel material destacan los rellenos de ladrillo adecuadamente aparejado, con ejemplos donde la última hilada se dispone ligeramente inclinada (Figura 19). A pesar de no haber sido documentados con tanta frecuencia, cabe destacar la existencia de rellenos de mampostería y hormigón de cal y tierra (Figura 20), así como cerramientos ligeros en edificios anexos y en *ganbaras*, desvanes asociados al almacenaje de enseres y productos (45). Múltiples autores señalan las pantallas de listones como una de las formas más primitivas de cerramiento de los muros mixtos que constituían tanto los caseríos como las viviendas urbanas vasco-navarras, siendo sustituidos en una primera fase por rellenos de mampostería hasta que a partir del siglo XVI prevalecieron los rellenos de ladrillo, e incluso la sustitución completa por muros de piedra (46-48).



Figura 19. Muro en Antzuola (Guipúzcoa), en los Montes Vascos



Figura 20. Muro en Zeberio (Vizcaya), en los Montes Vascos

En la **Montaña Alavesa**, ubicada entre el Condado de Treviño y el territorio navarro, se observa una combinación de edificaciones aisladas y agrupadas dentro de una misma población, con ejemplos donde todos los muros son construidos con este tipo de técnicas y ejemplos donde los muros laterales son de mampostería o sillería. La diversidad arquitectónica en la región es notable, ya que algunos edificios de gran tamaño y proporciones recuerdan a los caseríos vascos, mientras que otros se asemejan más a las viviendas urbanas típicas de núcleos amurallados presentes en otras regiones españolas. A nivel tipológico, la gran mayoría de casos documentados corresponde a muros continuos que configuran las plantas superiores de edificios con dos alturas, construyéndose generalmente sobre plantas inferiores de mampostería, mampostería reforzada con sillares y en ocasiones sobre muros armados de mampostería. Respecto a la geometría y material, son frecuentes los armazones simples compuestos únicamente por elementos verticales separados 60 o 80 cm aproximadamente, principalmente rellenos con adobe y sillería correctamente aparejado (Figura 21), así como algunos ejemplos con mampostería ordinaria y encofrada. El empleo de estas variantes materiales se relaciona directamente con la frecuente presencia de afloramientos de piedras calizas y areniscas en la zona (49). Estas soluciones corresponden en su mayoría a edificios residenciales y agrícolas de reducidas dimensiones, donde en ocasiones también aparecen elementos horizontales para formación de huecos. Sin embargo, en el caso de edificios de mayores dimensiones semejantes a los caseríos vascos (Figura 22), se han documentado principalmente geometrías complejas que incluyen también elementos diagonales y horizontales destinados al arriostramiento. Independientemente de la variante material, es común que los muros mixtos de este territorio aparezcan sin revestimientos, aunque se han documentado algunos casos mayormente asociados a edificios residenciales que presentan un revestimiento de mortero de cal, cubriendo únicamente el relleno. Por otro lado, se han documentado también ejemplos puntuales de edificios agrícolas con revestimiento de tablas y con relleno encestado sin revestir.



Figura 21. Muro en Markinez (Álava), en la Montaña Alavesa



Figura 22. Muro en Arluzea (Álava), en la Montaña Alavesa



Figura 23. Muro en Antezana de la Ribera (Álava), en los Valles Alaveses

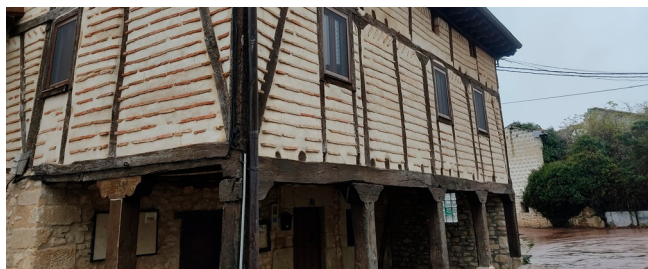


Figura 24. Muro en Villamaderne (Álava), en los Valles Alaveses



Figura 25. Muro en Vitoria-Gasteiz (Álava), cerca de los Valles Alaveses

En el extremo oeste del territorio alavés, entre el Condado de Treviño y la provincia de Burgos, se localiza un territorio conocido como los **Valles Alaveses**. A nivel tipológico, la gran mayoría de ejemplos documentados corresponden a muros continuos de fachada, ya sea conformando las plantas superiores de las fachadas principales y laterales o los altillos de las medianeras, sobre muros inferiores de mampostería o mampostería reforzada con sillares. Su empleo corresponde en este sentido tanto a edificios aislados como a edificios que conforman conjuntos agrupados, en ambos casos con ejemplos que presentan muros laterales de sillería o mampostería y ejemplos donde todos los muros son contruidos con muros mixtos. Cabe destacar algunos casos con muros discontinuos, particularmente soportales porticados asociados a espacios públicos y soportales entre muros asociados a espacios protegidos en edificios aislados de carácter agrícola. Los armazones presentan generalmente geometrías simples de elementos verticales y horizontales para la formación de huecos, con una distancia entre pies derechos de 60 u 80 cm. En ocasiones, y particularmente asociados a fachadas de grandes dimensiones, aparecen geometrías más complejas con diagonales destinadas al arriostramiento. Respecto al material, es frecuente que se rellenen con fábrica de adobe adecuadamente aparejado (Figura 23), aunque igual que en otras zonas colindantes como el Condado de Treviño, aparecen algunos ejemplos con adobes ligeramente inclinados en la última hilada y adobes combinados con ladrillos por hiladas (Figura 24). Asimismo, se han documentado también algunos ejemplos con rellenos de ladrillo aparejado, particularmente en localidades de cierta relevancia histórica como Antezana de la Ribera, Rivabellosa, Manzanos o Berantevilla y que recuerdan

a los documentados en la cercana ciudad de Vitoria-Gasteiz (Figura 25). Aunque no tan frecuentes, también se han observado muros mixtos donde se emplea la piedra, ya sea piedra fácil de labrar en forma de sillería o mampuestos. Particularmente asociados a edificios de carácter agrícola se han documentado algunos ejemplos con pantallas de listones. Aunque es frecuente que los rellenos con fábrica de ladrillo o con piedra en forma de sillería o mampostería aparezcan completamente descubiertos, los rellenos de fábrica de adobe suelen protegerse con un mortero de cal que cubre por completo el muro.

En el **Litoral Vasco**, a pesar de que los muros continuos son predominantes, el porcentaje de ejemplos discontinuos con voladizos, soportales y galerías es notablemente mayor que en otras áreas. De hecho, los muros mixtos con voladizos son considerados una característica distintiva de la arquitectura en el norte del País Vasco (50). Es relevante diferenciar entre edificios aislados de tres plantas de altura y grandes dimensiones, que corresponden a la tipología tradicional de caserío vasco disperso, y edificios que forman parte de manzanas agrupadas con tres o cuatro plantas de altura, asociadas a centros urbanos densos como Hondarribia, Getaria o Hernani. En ambos casos se han documentado medianeras de sillería y mampostería a modo de cortafuegos, particularmente en el caso de los caseríos aislados como elementos continuos y en los edificios urbanos con distintos salientes en consonancia con los voladizos. Geométricamente, la mayoría de estos edificios presentan armazones simples de elementos verticales y horizontales para la formación de huecos, aunque ocasionalmente se observan geometrías complejas con elementos diagonales. Particularmente en los caseríos, suelen tratarse de geometrías jerarquizadas de pies derechos con varios metros de separación y virotillos cada 60 u 80 cm, cubriendo en ocasiones varias plantas de altura. Destaca la presencia de rellenos de ladrillos aparejados e incluso con ladrillos verticales como remate (Figura 26), frente a un reducido número de casos con rellenos monolíticos de mampostería. La evolución histórica de las viviendas urbanas del litoral guipuzcoano indica que los muros mixtos más primitivos se cerraban con tablas, pero que a finales del siglo XV fueron sustituyéndose por construcciones de piedra o mampostería o sustituyéndose los rellenos por otras soluciones más resistentes (51). En este sentido, también es importante señalar que los rellenos de ladrillo se dejaban tradicionalmente sin revestir, mientras que los rellenos de mampostería solían cubrirse con mortero de cal. Dentro de los casos minoritarios revestidos, es común que solamente cubran el relleno dejando el armazón visto.



Figura 26. Muro en San Sebastián (Guipúzcoa), en el Litoral Vasco

En la transición entre la Cordillera Cantábrica y los Pirineos, el análisis en los **Montes Navarros** ha estado condicionado por el buen estado de conservación generalizado, la frecuencia con la que han sido intervenidos y la extendida presencia de

revestimientos (52). Estos factores dificultan la determinación de la variante material, lo cual impide su inclusión en el análisis realizado. En consecuencia, el análisis se ha limitado a varios territorios históricos y naturales situados en el extremo noroeste más montañoso, concretamente las Cinco Villas de la Montaña y los valles de Araiz, Baztán y Santesteban. Se ha documentado el uso de muros mixtos principalmente en entornos urbanos relativamente densos, concretamente en las fachadas principales de edificios con varias plantas de altura con laterales de sillería que actúan de cortafuegos. Esta disposición es probablemente resultado de normativas históricas contra incendios, como el acontecido en Bera en 1638, que además establecía una separación entre edificios conocida como *arteka* (23). De este modo se ha podido documentar el uso de muros mixtos tanto en edificios relativamente esbeltos como en edificios con fachadas más extensas, donde tipológicamente destacan las variantes discontinuas con voladizos múltiples en coordinación con los citados cortafuegos. Las variantes geométricas documentadas corresponden en su mayoría a armazones formados por elementos verticales y horizontales para formación de huecos, así como geometrías similares donde se han añadido diagonales cortas en las esquinas superiores de algunos cuarteles particularmente cuando se trata de fachadas relativamente extensas. A nivel material el uso del ladrillo es mayoritario (Figura 27), aunque se han encontrado algunos ejemplos con rellenos monolíticos de hormigón de cal y tierra (Figura 28) y rellenos de mampostería ordinaria. En este sentido cabe señalar que muchos de los rellenos quedaban tradicionalmente recubiertos con mortero de cal o yeso dejando el armazón de madera visto, tal y como atestiguan muchos edificios que no han podido ser incluidos por eso mismo, así como dibujos y fotografías antiguas disponibles (23,52). Sin embargo, en la muestra analizada son mayoritarios los casos sin revestir que dejan el ladrillo visto, como resultado de modificaciones recientes que no han tenido en cuenta la imagen propia de dicha arquitectura tradicional. Al dejar la madera vista de forma intencionada cabe destacar en el territorio navarro la presencia de frecuentes carreras y pies derechos cuidadosamente tallados, aunque la decoración tallada de las cabezas de viguetas de voladizos se ha documentado en muchas otras localidades dispersas por todo el territorio español. Asimismo, es destacable la coloración rojiza que presenta en algunas localidades como Amaiur-Maya, Bera o Lesaka, que tradicionalmente se ejecutaba empleando sangre de buey (43, 53).



Figura 27. Muro en Lesaka (Navarra), en los Montes Navarros



Figura 28. Muro en Lesaka (Navarra), en los Montes Navarros

Finalmente, el **Condado de Treviño** presenta ejemplos que materializan la transición entre los modelos del territorio vasco y la meseta castellana (26). Los ejemplos documentados en esta zona corresponden mayoritariamente a muros continuos, con algunos ejemplos puntuales de voladizos y soportales. Aunque todos los edificios estudiados se sitúan dentro del núcleo urbano o en sus inmediaciones, cabe distinguir edificios que forman agrupaciones y edificios aislados de grandes dimensiones que recuerdan a los caseríos vascos (26). En ambos tipos se han encontrado ejemplos de soportales, concretamente soportales porticados en viviendas situadas en las calles principales de las poblaciones y soportales entre muros en edificios aislados de mayores dimensiones donde se busca generar un espacio protegido de las inclemencias. El empleo de muros mixtos en ambos casos se limita a las plantas superiores, construyendo la planta inferior generalmente con mampostería reforzada con sillares. Respecto a las variantes geométricas, son principalmente geometrías sencillas, aunque también aparecen algunos casos con diagonales en las esquinas destinadas al arriostramiento. Estas geometrías suelen tener entre 80 y 100 cm de separación entre elementos verticales, de tal forma que puede disponerse adecuadamente los rellenos de fábrica. Por todo el territorio aparecen entremezclados de forma bastante equitativa ejemplos con relleno de adobe, de ladrillo y de sillería, casi como conexión entre los ejemplos observados en el territorio castellano leonés y los ejemplos vascos (Figura 29). Los rellenos de sillería corresponden en su totalidad a delgadas piezas de piedra de toba, con unas dimensiones similares a las de los adobes de la zona, pero con una dureza superficial mayor y un color ligeramente diferente (26). Se han encontrado ejemplos de rellenos donde se combinan ladrillos y adobes por hiladas (Figura 30) junto a otros muros mixtos donde se emplean fábricas de ladrillos. En general suelen prescindir de los revestimientos, documentándose solo unos pocos casos revestidos que en ningún caso corresponde con el uso de ladrillos. En estos casos es ligeramente más común que solo se cubra el relleno con mortero de cal o yeso, dejando el armazón de madera visto.



Figura 29. Muro en Villanueva de Tobera (Burgos), en el Condado de Treviño



Figura 30. Muro en Treviño (Burgos), en el Condado de Treviño

5. CONCLUSIONES

El valor de la arquitectura tradicional reside parcialmente en las técnicas constructivas empleadas, que reflejan todo un proceso de adaptación, optimización y desarrollo de conocimiento. Sin embargo, tanto el componente material como inmaterial de la arquitectura tradicional está actualmente amenazada por la industrialización, la despoblación, la pérdida de conocimientos, el abandono, la falta de valoración, etc. El presente texto ha permitido demostrar la gran variedad de muros mixtos de madera que todavía se conservan en la zona noroeste de España, a través de un sistema de clasificación progresivo basado en variantes tipológicas, geométricas, materiales y acabados que permite la comparación científica y objetiva entre territorios. La metodología empleada es extrapolable a otros contextos diferentes al español, y sobre todo es aplicable a otros territorios estudiados en la investigación que engloba el presente artículo. Particularmente, se plantea ampliar el análisis a otras zonas como el Sistema Central y el Sistema Ibérico. En primer lugar, ha sido posible observar una transición entre el tipo de edificios en el que se utilizan muros mixtos, desde edificios de pequeñas dimensiones y poca altura en la zona del Macizo Galaico-leones donde se limitan a las plantas superiores hasta los caseríos rurales vascos y las viviendas entre medianeras navarras donde los muros mixtos tienen mayor desarrollo. A nivel geométrico y material también se ha detectado una transición entre ejemplos de geometrías simples con pantallas en la zona más occidental, ya sean encastados o emparrillados, hacia una mayor presencia de geometrías cada vez más complejas con rellenos pesados en el extremo oriental. En este sentido cabe destacar la ausencia de rellenos pesados en la zona gallega, combinándose pantallas emparrilladas y encastadas con otros ejemplos rellenos de mampostería en la zona central asturleonera, hasta llegar al territorio vasco-navarro donde prevalecen los rellenos de ladrillo, aunque conservando algunos ejemplos monolíticos. Asimismo, en consonancia con las conexiones orográficas que se producen en la Cordillera Cantábrica, comienzan a aparecer muros mixtos rellenos de adobe tanto en algunas zonas centrales como en territorios alaveses que permiten conectar con las variantes más propias de la meseta central.

La propia definición de la técnica como la combinación de un armazón de madera con una gran variedad de materiales, abre un gran abanico en cuanto a tipología, geometría, material y acabado que permite adaptarse en gran medida a las condiciones geográficas, a los recursos locales, al espacio disponible, a las capacidades y necesidades concretas de los propietarios, al conocimiento constructivo de cada comunidad, etc. Esta capacidad de adaptación permite generar una gran diversidad de soluciones y diseños, definiéndose en cada territorio unas características constructivas específicas, pero dentro de una misma cultura constructiva que entrelaza los diferentes territorios. Aunque algunas variantes concretas se han identificado solamente en algunos territorios, todas comparten la utilización de un armazón de madera combinado con los materiales que estén disponibles para rellenar o cerrar los espacios definidos. El análisis realizado ilustra la capacidad de adaptación de este tipo de técnica constructiva al contexto urbano o rural en el que se sitúan los edificios, pudiendo ser empleada para construir las plantas superiores de pequeños edificios rurales agrupados como los documentados en las zonas occidentales hasta edificios de mayor envergadura en los territorios orientales. En esta última zona, también ha sido posible observar diferencias entre edificios rurales

de mayor desarrollo horizontal como los caseríos vascos y edificios urbanos entre medianeras donde el desarrollo se produce en altura. A nivel tipológico permiten construir tanto fachadas continuas como soluciones discontinuas que permiten ampliar el espacio interior como pórticos y soportales que generan una transición o zona compartida con el espacio exterior. Las diferentes variantes materiales de pantallas documentadas ejemplifican la capacidad de aprovechamiento de los recursos disponibles en el entorno, con soluciones que implican el uso de ramas, fibras vegetales como el centeno, tablas o piedras. Por otro lado, la combinación de variantes materiales que abarcan desde el adobe y el hormigón de cal y tierra hasta el ladrillo en las zonas más orientales analizadas ilustra como este tipo de técnica puede adaptarse a las capacidades económicas.

El desarrollo de este tipo de estudios resulta fundamental para poner en valor este tipo de muros, favoreciendo de esta forma su percepción como un patrimonio que es necesario conservar y proporcionando un conocimiento imprescindible para el desarrollo de intervenciones más respetuosas. Particularmente, el conocimiento sobre la diversidad de variantes que existen fomenta los procesos de valoración cultural señalando tanto su componente como patrimonio global compartido como las características particulares propias de cada territorio y comunidad.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los/as autores/as de este artículo declaran no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Esta investigación se ha desarrollado dentro de una tesis doctoral financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidad (Ref. 501 FPU18/01596).

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Alicia Hueto-Escobar: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración de proyecto, Recursos, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

Fernando Vegas: Conceptualización, Metodología, Obtención de fondos, Administración de proyecto, Recursos, Supervisión y Redacción – revisión y edición.

Camilla Mileto: Conceptualización, Metodología, Obtención de fondos, Administración de proyecto, Recursos, Supervisión y Redacción – revisión y edición.

REFERENCIAS

- (1) Hueto Escobar, A. (2023). *Los muros mixtos de madera en España. Estudio de una técnica tradicional para su puesta en valor y conservación* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/195845>
- (2) Hueto-Escobar, A., Mileto, C., y Vegas, F. (2021). The constructive variety of half-timbered walls with earth infill: proposal for the geographical classification of the Spanish territory. En M. Dabaieh (Ed.), *Earthen and Wood Vernacular Heritage and Climate Change* (pp. 134–139). Lund: Lunds Universitet.
- (3) Piqueras, J., y Sanchis, C. (2001). El transporte fluvial de madera en España. *Cuadernos de Geografía*, 69/70, 127–162.
- (4) Acale Sánchez, F. (2015). *Metodología para el análisis histórico-constructivo en edificios granadinos* (Tesis doctoral). Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/41251>
- (5) González Redondo, E. (2015). Un sistema constructivo con entramado de madera preservado: el centro histórico de Madrid. *Journal of Architectural Conservation*, 21(2), 113–135. <https://doi.org/10.1080/13556207.2015.1112125>
- (6) Mileto, C., y Vegas, F. (2015). *Centro histórico de Valencia: ocho siglos de arquitectura residencial*. Valencia: TC Cuadernos.

- (7) Ruiz Taboada, A. (1999). Arqueología de una casa del renacimiento en Toledo. *CuPAUAM*, 25, 291–313.
- (8) Hueto-Escobar, A., Vegas, F., y Mileto, C. (2023). Microscopic identification of 24 timber samples obtained from half-timber walls in northern Spain — Considerations on the relationship between species and constructive needs. *Forests*, 14(2), 352. <https://doi.org/10.3390/f14020352>
- (9) Hueto-Escobar, A., Mileto, C., Vegas López-Manzaneres, F., y Macchioni, N. (2022). Técnicas constructivas tradicionales y su relación con los condicionantes geográficos. El caso de los muros con entramado de madera en España. *Revista Internacional de Patrimonio Arquitectónico*, 18(3), 454–476. <https://doi.org/10.1080/15583058.2022.2155884>
- (10) IPCE (2014). *Plan Nacional De Arquitectura Tradicional*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- (11) Hueto-Escobar, A., Mileto, C., Vega, F., y Diodato, M. (2021). Análisis preliminar de los procesos de degradación de materiales en muros de entramado de madera con relleno de tierra en España. *Sostenibilidad*, 13(2), 772. <https://doi.org/10.3390/su13020772>
- (12) Hueto-Escobar, A., Vegas, F., Mileto, C. y Lidón, M. (2022). State of conservation of half-timbered walls in Burgos (Spain): Quantitative analysis of material and structural degradation. En C. Mileto, F. Vegas, V. Cristini y L. García-Soriano (Eds.), *Vernacular Heritage: Culture, People and Sustainability* (pp. 377–384). Valencia: Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/HERITAGE2022.2022.15051>
- (13) González-Redondo, E. (2019). Los primeros entramados de madera y muros de ‘doble hoja’: las posadas de Madrid (1669-1798). *Informes de la construcción*, 71(556), 1–15. <https://doi.org/10.3989/ic.66687>
- (14) Gómez-Patrocinio, F. J., García-Soriano, L., Vegas, F., y Mileto, C. (2021). Técnicas y características de los muros mixtos de tierra y madera. El caso de España. *Informes de la construcción*, 73(561), 1–12. <https://doi.org/10.3989/ic.73876>
- (15) Moreno Dopazo, A. (2014). *Una arquitectura en el territorio. Naturaleza de los tipos de la edificación vernácula española: La casa tradicional soriana* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. <http://oa.upm.es/35471/>
- (16) Mileto, C., Vegas, F., Cristini, V. y García Sáez, M.S. (2017). Study of the situation of traditional constructive techniques and materials in Spain. En C. Mileto, F. Vegas, L. García-Soriano y V. Cristini (Eds.), *Vernacular and Earthen Architecture: Conservation and Sustainability* (pp. 645–650). Londres: Taylor & Francis.
- (17) Gómez Patrocinio, F.J. (2018). *Arquitectura tradicional de tierra en España. Caracterización constructiva, fenómenos de degradación y dinámicas de intervención* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/113071>
- (18) García Mercadal, F. (1930). *La Casa Popular en España*. Madrid: Espasa-Calpe.
- (19) Llano, P. (2006). *Arquitectura Popular en Galicia: Razón y Construcción*. Santiago de Compostela: Edicions Xerais.
- (20) Flores, C. (1973). *Arquitectura popular española*. Madrid: Aguilar.
- (21) Feduchi, L. (1974). *Itinerarios de arquitectura popular española*. Barcelona: Editorial Blume.
- (22) Benito Martín, F. (1998). *Arquitectura tradicional de Castilla y León*. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- (23) Caro Baroja, J. (1982). *La casa en Navarra*. Pamplona: Caja de Ahorros de Navarra
- (24) Font Arellano, J. (2013). Arquitectura popular de Castilla. En G.M. Viñuales (Ed.), *Arquitectura Vernácula Iberoamericana* (pp.144-157). Sevilla: Red Avi.
- (25) García Codrón, J.C. y Reques Velasco, P. (1986). La arquitectura popular en Cantabria: Tipologías y situación actual. *Publicaciones Del Instituto de Etnografía y Folklore Hoyos Sainz*, 12, 55–110.
- (26) García Grinda, J.L. (1988). *Arquitectura Popular de Burgos*. Burgos: Colegio Oficial de Arquitectos de Burgos.
- (27) García Grinda, J.L. (1994). *La Casa popular asturiana*. Oviedo: Zeta Ediciones.
- (28) Sáinz Guerra, J.L. (2012). *Edificios y conjuntos de la arquitectura popular en Castilla y León*. Valladolid: Junta Castilla y León.
- (29) Arias López, M. (2013). *La comarca como entidad natural, histórica y administrativa*. Madrid: Dykinson.
- (30) Dantín Cereceda, J. (1922). *Ensayo acerca de las regiones naturales de España*. Madrid: Cosano.
- (31) Berrueta, M. (1951). *Regiones naturales y comarcas de la provincia de León*. León: Imp. Católica.
- (32) Revenga Carbonell, A. (1930). *Catálogo de las Comarcas Geográficas de España*. Madrid: Instituto Geográfico y Catastral.
- (33) Correia, M., Dipasquale, L. y Mecca, S. (2014). *VERSUS: Heritage for tomorrow. Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture*. Florencia: Firenze University Press. <https://doi.org/10.36253/978-88-6655-742-5>
- (34) Dutu, A., Niste, M., Spatarelu, I., Dima, D. y Kishiki, S. (2018). Seismic evaluation of Romanian traditional buildings with timber frame and mud masonry infills by in-plane static cyclic tests. *Engineering Structures*, 167, 655–670. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.02.062>
- (35) Santa Cruz-Astorqui, J., y del Río, M. (2014). Modelo de comportamiento estructural de muros entramados de madera en el siglo XIX en España. *Informes de La Construcción*, 66(536), e048. <https://doi.org/10.3989/ic.14.030>
- (36) De Hoz, J., Maldonado, L. y Vela, F. (2003). *Diccionario de construcción tradicional tierra*. San Sebastián: Editorial Nerea.
- (37) Mileto, C., y Vegas, F. (2017). *Criterios de intervención en la arquitectura de tierra*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- (38) Font Arellano, J. (2013). La construcción de tierra en los textos. Errores, olvidos, omisiones. En S. Huerta y F. López Ulloa (Eds.), *Actas Del Octavo Congreso Nacional de Historia de La Construcción* (pp. 323–334). Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- (39) Maldonado Ramos, L. y Vela Cossío, F. (1996). Arquitectura popular en el Valle del Tiétar. *Revista Narria*, 75, 1–7.
- (40) Velasco, R. (2013). La utilización de la tierra en la arquitectura popular berciana. En F. Jové Sandoval y J.L. Sáinz Guerra (Eds.), *Construcción con Tierra. Pasado, Presente y Futuro* (pp. 165–172). Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva.
- (41) Domínguez Blanca, R., y Moro Rodríguez, A. (2004). Arquitectura popular en Candelario (Salamanca). *Folklore*, 278, 57–72.
- (42) Fernández Palicio, A. (2016). *Impossible, comme construire en terre en Galice. Passé, présent et futur de la construction en terre crue en Galice* (Trabajo final de máster). École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02076700>
- (43) Torres Balbás, L. (1933). La vivienda popular en España. En F. Carreras y Candi (Ed.), *Folklore y Costumbres de España* (pp. 137-231). Madrid: Editorial Alberto Martín.
- (44) Gómez Pellón, E. (2006). Casa y reproducción social en Cantabria. En J.L. Martín Galindo (Ed.), *La Arquitectura Vernácula. Patrimonio de La Humanidad* (pp. 323-439). Badajoz: Diputación de Badajoz.
- (45) Luengas-Carreño, D. (2019). Las residencias señoriales bajomedievales en el País Vasco: Análisis de la evolución tipológica y del sistema constructivo (Tesis doctoral). Universidad del País Vasco.
- (46) Pedroso, G., y Agirrezabal, I. (2013). *Baserriaren eraikuntza*. Vitoria-Gasteiz: Publicaciones del Gobierno Vasco.
- (47) Yrizar, J. (1925). Ensayo sobre el problema arquitectónico vasco. *Euskalerrriaren Alde*, 258, 201-227.
- (48) Santana, A. (1993). *Baserria*. San Sebastián: Diputación Foral de Gipuzkoa.
- (49) Palacios Mendoza, V. (1981). *Inventario de Arquitectura Rural Alavesa*. Vitoria-Gasteiz: Diputación Foral de Álava.
- (50) Yrizar, J. (1934). Arquitectura popular vasca. En *V Congreso de Estudios Vascos* (pp.80-91). San Sebastián: Nueva Editorial.
- (51) Arizaga Bolumburu, B. (1989). La arquitectura popular en la Edad Media (Guipúzcoa). *Espacio Tiempo y Forma*, 3(1), 59–74.
- (52) Andueza Unanua, P. (2019). *Patrimonio y Familia: La casa y el espacio doméstico en Navarra*. Pamplona: Univ. de Navarra.
- (53) Baeschlin, A. (1930). *La arquitectura del caserío vasco*. Barcelona: Editorial Canosa.