

15

La arquitectura de tierra en
el Mediterráneo antiguo:
*perspectivas, estrategias y
metodologías para su estudio
arqueológico*

LUIS MIGUEL CARRANZA PECO
SEBASTIÁN CELESTINO PÉREZ
ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ
(Eds.)



MYTRA

monografías y trabajos
de arqueología

15

La arquitectura de tierra en el Mediterráneo antiguo:
perspectivas, estrategias y metodologías
para su estudio arqueológico

Mérida, 2025

La arquitectura de tierra en el mediterráneo antiguo: perspectivas, estrategias y metodologías para su estudio arqueológico.

Editores: Luis Miguel Carranza Peco, Sebastián Celestino Pérez y Esther Rodríguez González.

Año: 2025.

Colección: MYTRA, Monografías y Trabajos de Arqueología. Instituto de Arqueología, Mérida (CSIC-Junta de Extremadura). Número 15.

Páginas: 512 + ilustraciones.

D.L.: BA-765-2025

I.S.B.N.: 978-84-09-80181-7

Citar como:

Carranza Peco L. M.; Celestino Pérez, S.; Rodríguez González, E. (Eds.) 2025: La arquitectura de tierra en el mediterráneo antiguo: perspectivas, estrategias y metodologías para su estudio arqueológico, *Mytra* 15, Mérida.

Esta publicación se ha beneficiado de las siguientes ayudas para su financiación:

Proyecto Construyendo Tarteso 3.0. Análisis constructivo, espacial y territorial de un modelo arquitectónico en el valle medio del Guadiana (PID2023-149391NB-I00), financiado por MICIU/EAI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

Proyecto del Plan Regional de Investigación ARARQ: Arqueología y Arquitectura. Nuevas metodologías aplicadas al estudio y el desarrollo de la arquitectura tartésica del valle del Guadiana (PRI I+D+I IB24135).

Subvención Directa para Actividades I+D+I en el yacimiento de Casas del Turuñuelo. Secretaria General de Ciencia, Tecnología e Innovación. Consejería de Educación, Ciencia y Formación Profesional. Junta de Extremadura.



CONSTRUYENDO
TARTESO



Cofinanciado por
la Unión Europea



MINISTERIO
DE HACIENDA



Fondos Europeos



Consejería de Educación, Ciencia y Formación Profesional



© Instituto de Arqueología, Mérida (CSIC-Junta de Extremadura).

© Luis Miguel Carranza Peco, Sebastián Celestino Pérez, Esther Rodríguez González (eds.) y de cada texto, su autor.

Maquetación, composición e impresión:

MÉRIDA JPG IMPRESIÓN DIGITAL. Mérida (Spain)

Luis Miguel Carranza Peco
Sebastián Celestino Pérez
Esther Rodríguez González
(Eds.)

La arquitectura de tierra en el Mediterráneo antiguo:
perspectivas, estrategias y metodologías
para su estudio arqueológico

I Congreso Internacional de Arqueología y Arquitectura (ARAR).
La arquitectura de tierra en el Mediterráneo antiguo: Perspectivas,
estrategias y metodologías, Guareña (Badajoz, España) y
Zalamea de la Serena (Badajoz, España),
21, 22, 23 y 24 de febrero de 2024

MYTRA
MEMORIAS Y TRABAJOS DE ARQUEOLOGÍA

COMITÉ EDITORIAL

Directores:

Esther Rodríguez González y Antonio Rodríguez Hidalgo (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Secretaría:

Carlos J. Morán Sánchez (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Vocales:

Francisco Javier Catalán González (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Sebastián Celestino Pérez (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Jesús García Sánchez (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Beatriz González Montes (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Miguel Ángel Lechuga Chica (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Elías López-Romero González de la Aleja (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Pedro Mateos Cruz (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Victorino Mayoral Herrera (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

Antonio Pizzo (Escuela Española de Historia y Arqueología, Roma -CSIC)

Trinidad Tortosa Rocamora (IAM, CSIC-Junta de Extremadura)

COMITÉ CIENTÍFICO

Andreia Arezes (Universidade de Oporto)

José Julio García Arranz (Universidad de Extremadura)

Linda Gosner (Texas Tech University)

Ignasi Grau Mira (Universidad de Alicante)

Raquel Licerias Garrido (Universidad Complutense de Madrid)

Josep M. Macias Solé (ICAC)

Domenico Palombi (Università La Sapienza-Roma)

Ruth Pliego Vázquez (Universidad de Sevilla)

Palmira Saladié i Ballesté (Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social)

Eduardo Sánchez Moreno (Universidad Autónoma de Madrid)

ÍNDICE

PRESENTACIÓN. <i>Sebastián Celestino Pérez; Esther Rodríguez González; Luis Miguel Carranza Peco</i>	11
MARCO	
PARA UNA ARQUEOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA. UNA REVISIÓN HISTORIOGRÁFICA INTERDISCIPLINAR <i>Fernando Vela Cossío</i>	13
BLOQUE I: PROBLEMAS, ESTRATEGIAS Y OPORTUNIDADES PARA EL ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA HISTÓRICA DE TIERRA	
LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA HOY: DE LOS DESAFÍOS EN LA DISCIPLINA ARQUEOLÓGICA A SU PAPEL ANTE LA EMERGENCIA CLIMÁTICA <i>María Pastor Quiles</i>	29
ESTUDIO Y CONSERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA <i>Fernando Vegas López-Manzanares; Camila Mileto</i>	39
CONSERVACIÓN Y RIESGO EN ARQUITECTURA DE TIERRA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA: REFLEXIONES DE UNA CATALOGACIÓN ARQUEOLÓGICA <i>Sergio Manzano-Fernández; Camila Mileto; Fernando Vegas López-Manzanares; Valenina Cristini</i>	57
PROYECTO CONSTRUYENDO TARTESO: EL ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA PRIMERA EDAD DEL HIERRO <i>Luis Miguel Carranza Peco; Sebastián Celestino Pérez; Esther Rodríguez González</i>	71
APROXIMACIÓN MACROSCÓPICA A LOS GESTOS DE FABRICACIÓN Y BIOGRAFÍA SOCIAL DE LOS ADOBES DE LA CASA 1 DEL YACIMIENTO PROTOHISTÓRICO DEL CERRO DE SAN VICENTE (SALAMANCA) <i>Alejandra Sánchez Polo; Antonio Blanco González; Juan Jesús Padilla Fernández</i>	87
DE MADERA Y TIERRA: APORTACIONES A LA ARQUITECTURA EN TIERRA DEL CERRO DE LA CRUZ (ALMEDINILLA, CÓRDOBA) <i>Manuel Abelleira Durán; Arturo García-López; Andrés María Adroher Auroux</i>	103
MÁS ALLÁ DE LOS MUROS: LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN EL POBLADO IBÉRICO DE COIMBRA DEL BARRANCO ANCHO (JUMILLA, MURCIA) <i>José Fenoll Cascales; José Miguel García Cano; Jesús Robles Moreno</i>	113

BLOQUE II: METODOLOGÍAS Y CIENCIAS AUXILIARES APLICADAS EN CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS

CARACTERIZAR LA ARQUITECTURA EN TIERRA: NUEVAS POSIBILIDADES ANALÍTICAS PARA EXPLORAR LA EDAD DEL HIERRO EN LA PENÍNSULA IBÉRICA <i>Benjamín Cutillas-Victoria</i>	125
NOCIONES BÁSICAS PARA LA APLICACIÓN DE LA MICROMORFOLOGÍA EN EL ESTUDIO DE LOS MATERIALES ARQUEOLÓGICOS DE TIERRA <i>Marta Mateu</i>	139
¿CÓMO LO HACÍAN? FASES Y ACCIONES DE UN ENLUCIDO EN PROTOHISTORIA: ESTUDIO MICROMORFOLÓGICO DEL ENLUCIDO DE LA PRIMERA EDAD DEL HIERRO DEL POBLADO DE GEBUT (SOSES, LLEIDA) <i>Joan Carbonell-Roca; Mònica Bouso; M. Mercè Bergadà; Natàlia Alonso</i>	155
LAS PINTURAS MURALES DE UNA “CASA PRINCIPAL” DEL POBLADO VACCEO DE CUÉLLAR (SEGOVIA): ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO Y RESTAURACIÓN <i>Joaquín Barrio Martín; Susana López Ginestal; Inmaculada Donate Carretero; Cristina Cabello; Ana I. Pardo; María Turégano</i>	169
ESTUDIO GEOARQUEOLÓGICO DE LOS ENLUCIDOS DE H ₉ DEL YACIMIENTO DE LA ALMOLOYA (PLIEGO, MURCIA) <i>Judít Brià; M. Mercè Bergadà; Eva Celdrà; Rafael Micó</i>	187
APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE INSPECCIÓN NO DESTRUCTIVAS A LA ESCALERA MONUMENTAL DEL YACIMIENTO DE CASAS DEL TURUÑUELO (GUAREÑA, BADAJOZ). GPR Y TERMOGRAFÍA <i>Jacinto Canivell; Miguel A. León Muñoz; Francisco M. Hidalgo Sánchez; Emilio Mascort Albea; Luis Miguel Carranza Peco; Esther Rodríguez González; Sebastián Celestino Pérez</i>	197
EL TRATAMIENTO DE IMAGEN DSTRETCH EN EL DIAGNÓSTICO DE MANTEADOS, REVESTIMIENTOS, ADOBES Y MUROS EN EL OPPIDUM DE SIERRA BOYERA (BELMEZ, CÓRDOBA) <i>Araceli Cristo Roperó; Pablo González Zambrano; Manuel Abelleira Durán; Alberto Dorado Alejos; Andrés María Adroher Auroux</i>	213
¿SÓLO CASAS DE MADERA Y BARRO? REVISIÓN CRÍTICA DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS EN LA CIUDAD PRERROMANA DE PINTIA (PADILLA DE DUERO, VALLADOLID) <i>Alejandra Sánchez Polo; Carlos Sanz Mínguez; Elvira Rodríguez; José Carlos Coria Noguera</i>	223
APORTACIONES AL ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA EN TIERRA DEL CERRO DE LA CRUZ (ALMEDINILLA, CÓRDOBA) A PARTIR DE LA COLORIMETRÍA Y EL ANÁLISIS PETROGRÁFICO <i>Manuel Abelleira Durán; Alberto Dorado Alejos; Yaiza Hernández Casas; Andrés María Adroher Auroux; Ignacio Muñiz Jaén</i>	237

BLOQUE III: CASOS DE ESTUDIO Y PROYECTOS FUERA DE ÁMBITO ESPAÑOL

ARQUITECTURA EN TIERRA EN LA PREHISTORIA RECIENTE DEL PRÓXIMO ORIENTE. EVIDENCIAS Y NOVEDADES EN LOS MÉTODOS DE ESTUDIO EN LOS YACIMIENTOS DE LAS PRIMERAS SOCIEDADES AGRÍCOLAS/GANADERAS <i>Miquel Molist; Joaquim Sisa-López de Pablo; Adrián Segarra Gual; Anna Bach Gómez</i>	253
APPROACHES FOR THE CONSERVATION OF THE NINMAKH TEMPLE IN BABYLON, PRELIMINARY STUDIES AND PROJECT <i>Maddalena Achenza; Ammar al-Taee</i>	265
PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA BABILONIA DEL I MILENIO A.C. A PARTIR DE LA DOCUMENTACIÓN TEXTUAL <i>Rocío Da Riva</i>	277
ANÁLISIS GEOARQUEOLÓGICO DE LA ARQUITECTURA EN TIERRA: REVELANDO LOS SECRETOS DE LAS CONSTRUCCIONES ANTIGUAS <i>Marta Lorenzon</i>	291
LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA PROTOHISTORIA ENTRE EL EBRO Y EL HÉRAULT: APROXIMACIONES METODOLÓGICAS Y ESTADO DE LA CUESTIÓN <i>M. Carme Belarte</i>	303
FORM EARTH TO STRUCTURE: NEW INSIGHTS ON THE IRON AGE DOMESTIC ARCHITECTURE FROM QUINTA DO ALMARAZ (ALMADA, PORTUGAL) <i>Ana Olaio</i>	315
TRADICIONES CONSTRUCTIVAS DEL ANTIGUO PERÚ: ESTUDIO Y RECUPERACION DE LA TIERRA DIRECTAMENTE CONFORMADA <i>Henry Eduardo Torres</i>	325
BLOQUE IV: CASOS DE ESTUDIO Y PROYECTOS EN ÁMBITO ESPAÑOL	
CONSTRUYENDO CON TIERRA EN LA EDAD DEL HIERRO CANTÁBRICA: ESTUDIO ARQUITECTÓNICO Y MICROSCÓPICO DE LAS ESTRUCTURAS DE LA PEÑA DEL CASTRO <i>Lucía Ruano Posada; Eduardo González Gómez de Agüero; Diego Herrero Alonso; María Martín-Seijo</i>	339
PRIMERAS CONSIDERACIONES Y ANÁLISIS SOBRE EL BARRO RECUPERADO EN LAS EXCAVACIONES DE LA CAMPA TORRES (GIJÓN, ASTURIAS): USOS CONSTRUCTIVOS Y OTROS FINES <i>Fernando R. del Cueto; Almudena Orejas Saco del Valle; Rubén Montes López; Paloma García Díaz; Rafael Fort González; Elena Lastra Alonso</i>	353
LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN EL VALLE MEDIO DEL EBRO: EL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DEL ALTO DE LA CRUZ (CORTES, NAVARRA) <i>Glòria Munilla Cabrillana; Marta Gómara Miramón; Marta Mateu; Andrés Eduardo Burbano Valdés; Miriam Pérez Aranda; Óscar Bonilla Santander; Ángel Santos Horneros</i>	367

<p>APROXIMACIÓN A LA ARQUITECTURA ENTRE EL BRONCE FINAL Y EL HIERRO ANTIGUO EN LA ACTUAL PROVINCIA DE CASTELLÓN. UN ESTUDIO A TRAVÉS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE TIERRA</p> <p><i>Raúl Mateu Pitarch; Gustau Aguilera Arzo; Amparo Barrachina Ibáñez; Ferran Falomir Granell; Arturo Oliver Foix</i>.....</p>	383
<p>LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN EL SISTEMA DEFENSIVO FENICIO DE LA FONTETA</p> <p><i>Ester López Rosendo; Alberto J. Lorrio Alvarado; Marta Mateu Sagués; María Pastor Quiles; Mariano Torres Ortiz</i>.....</p>	399
<p>CONSTRUCCIONES PARA LA ETERNIDAD. DIVERSIDAD FUNCIONAL Y TIPOLOGICA DE ESTRUCTURAS FUNERARIAS REALIZADAS CON TIERRA EN EL INTERIOR DE LA SUBMESETA SUR: EL CASO DE LA NECRÓPOLIS DE LA PUNTA DEL BARRIONUEVO EN INIESTA (CUENCA)</p> <p><i>Miguel Ángel Valero Tévar</i>.....</p>	411
<p>EDIFICIOS SINGULARES EN LA CARPETANIA. EL PAPEL DEL ADOBE EN EL VALLE MEDIO DEL TAJO DURANTE LA SEGUNDA EDAD DEL HIERRO</p> <p><i>Pablo Sánchez de Oro; Fernando Checa Valles</i>.....</p>	429
<p>UNA COMPARATIVA SOBRE ARQUITECTURA DE TIERRA EN TORNO A LA PALEODESEMBOCADURA DEL GUADALQUIVIR EN LA EDAD DEL HIERRO I. CONSTRUCCIONES URBANAS, EXPLOTACIONES RURALES Y EDIFICIOS SINGULARES</p> <p><i>Álvaro Fernández Flores; Araceli Rodríguez Azogue</i>.....</p>	441
<p>EL EMPLEO DEL ADOBE EN LA ARQUITECTURA FENICIA DE MALAKA</p> <p><i>Ana Arancibia Román; Bartolomé Mora Serrano</i>.....</p>	461
<p>ESTUDIO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS CON EMPLEO DE CAL CONSERVADOS EN EL CERRO DEL CASTILLO, CHICLANA (CÁDIZ, ESPAÑA)</p> <p><i>Paloma Bueno Serrano; Francisco Javier Flor Ávila</i>.....</p>	473
<p>PURA TIERRA CRUDA. FÁBRICA, GESTIÓN Y CLAUSURA DE LOS ALTARES TARTÉSICOS DE BARRO</p> <p><i>José Luis Escacena; Jilliane Belle</i>.....</p>	487

PRESENTACIÓN

SEBASTIÁN CELESTINO PÉREZ,
ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, LUIS MIGUEL CARRANZA PECO

La arquitectura de tierra ha tenido un recorrido fluctuante que se refleja de forma clara en la historiografía. En estos últimos años se percibe un claro auge en su investigación, motivado, entre otras circunstancias, por el interés renovado por una arquitectura que es sostenible, eficiente y económica. Valga como ejemplo los numerosos congresos internacionales que se organizan sobre este tipo de construcción con tierra, si bien siempre desde una perspectiva eminentemente constructiva e inspirada en principios meramente arquitectónicos. Sin embargo, la arquitectura de tierra es la más antigua expresión de las primeras civilizaciones, a través de la cual se originó el urbanismo y las primeras sociedades complejas organizadas en torno a una economía sedentaria basada en la agricultura.

Poco a poco, la arqueología se ha ido haciendo hueco en esos espacios de discusión que casi siempre se habían centrado en la arquitectura de tierra en épocas moderna y contemporánea. La irrupción del rico legado de arquitectura de tierra que está presente en buena parte de América y en diferentes épocas históricas, ha tenido una importancia capital para que la arqueología penetre con fuerza en esos foros de arquitectura, introduciendo nuevas metodologías para su preservación y estudio. Pero quizá el punto de inflexión se produjo en los años 80 del pasado siglo con la incorporación de la escuela francesa en el estudio de la arquitectura de tierra, principalmente enfocada en el sureste del país, y que tuvo una fuerte y rápida repercusión en el área catalana y levantina, desde donde se han hecho nuevas propuestas para su análisis y estudio que han tenido una clara influencia en el resto de la península ibérica.

Una de las áreas más ricas en este tipo de manifestación arquitectónica son el sur y Levante peninsular, en concreto durante la I Edad del Hierro y asociada a la colonización mediterránea, principalmente fenicia. La excavación de varios edificios construidos con adobe en el área tartésica, así como los complejos trazados urbanos de lo que sería el núcleo de la cultura ibérica, han propiciado nuevas y elaboradas líneas de trabajo sobre estas manifestaciones arquitectónicas. Pero quizá lo más importante es el paso que se ha dado para encarar estos estudios, pues si hasta los primeros años del presente siglo se restringían casi en exclusiva a un análisis somero de las plantas arquitectónicas para buscar sus analogías en el contexto mediterráneo, en los últimos años los trabajos se han orientado hacia la elaboración de nuevas metodologías que permitan analizar pormenorizadamente estas construcciones de tierra. Para ello, no solo se ha incidido en la estrecha colaboración entre arquitectos y arqueólogos, sino que han entrado en juego una amplia serie de disciplinas que están ayudando a abrir nuevos espacios de conocimiento sobre este tipo de construcción y a conocer mejor el comportamiento de la tierra en cada monumento. Eso sí, sin dejar atrás el estudio social e histórico de estos sitios, pues como es lógico, es el objetivo final de la investigación.

Aunque desde el Instituto de Arqueología veníamos estudiando tímidamente estas manifestaciones arquitectónicas en el valle del Guadiana a través de algunos monumentos bien conocidos como Cancho Roano, no ha sido hasta el descubrimiento en 2014 del edificio de Casas del Turuñuelo cuando hemos podido desplegar toda una estrategia de estudio de estos edificios monumentales junto al Guadiana, de clara inspiración tartésica. El hecho de que se mantengan en un excelente estado de conservación, nos está permitiendo abordar un estudio integral de su arquitectura y de sus técnicas constructivas dentro de un proyecto multidisciplinar que pretende servir de ejemplo para otros casos similares.

Pues bien, con estos antecedentes, desde el Instituto de Arqueología del CSIC decidimos organizar un congreso internacional donde se pudieran abordar todos estos temas, donde se conjugaran la arquitectura de tierra y la arqueología, y cuyo resultado es el libro que aquí presentamos. Como se puede observar por el índice, las actas del Simposio Internacional, celebrado en Guareña y Zalamea de la Serena en febrero de 2024, abarcan todos los temas relacionados con las construcciones de tierra, aunque restringidas al Mediterráneo antiguo. Teníamos especial interés por abordar cuestiones metodológicas que nos permitieran, tanto seguir avanzando en el análisis de estas construcciones, como en homogeneizar la terminología utilizada. Por otra parte, la irrupción de los análisis físico-químicos, geológicos, biológicos y arqueométricos en general para caracterizar la tierra con la que se levantaron estos edificios, nos parecía esencial para mostrar las enormes ventajas que supone su aplicación para el conocimiento de los yacimientos. Tras esto, se presentan los ejemplos más señeros de la arqueología protohistórica peninsular, desde la cornisa cantábrica y la Meseta, hasta el sur y el Levante peninsular. Del mismo modo, hemos querido incluir otros yacimientos del ámbito mediterráneo y del Próximo Oriente para así tener una amplia perspectiva histórica de este fenómeno. Por último, se decidió incluir un trabajo centrado en el continente americano con el objetivo de extender a otros contextos las, esperamos, futuras ediciones del congreso.

Solo nos queda agradecer la presencia de los ponentes en el Simposio, así como el esfuerzo por adaptar sus comunicaciones al formato libro; creemos que ha merecido la pena el esfuerzo. También queremos agradecer y reconocer la enorme labor que ha hecho el ayuntamiento de Guareña para acogernos y facilitarnos todos los medios para que el Simposio se llevara a cabo con éxito; nos consta que los y las ponentes se fueron con un magnífico sabor de boca por la acogida y la generosidad de un pueblo amable. Y, por supuesto, a los miembros del proyecto “Construyendo Tarteso” que trabajaron con ilusión desde la gestación de la idea para que el simposio llegara a buen término.

El Simposio se pudo llevar a cabo gracias a la financiación del proyecto del Plan Nacional I+D+I “Construyendo Tarteso” del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, así como al proyecto del Plan Regional de Investigación de la Junta de Extremadura “Investigación I+D+I en el yacimiento tartésico de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)”.

Mérida, verano de 2025
Los editores

CONSERVACIÓN Y RIESGO EN ARQUITECTURA DE TIERRA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA: REFLEXIONES DE UNA CATALOGACIÓN ARQUEOLÓGICA

CONSERVATION AND RISK IN EARTHEN ARCHITECTURE OF THE IBERIAN PENINSULA: INSIGHTS FROM AN ARCHAEOLOGICAL CATALOGING

SERGIO MANZANO-FERNÁNDEZ*, CAMILLA MILETO**,
FERNANDO VEGAS LÓPEZ-MANZANARES***, VALENTINA CRISTINI****

RESUMEN

El estudio de la arquitectura de tierra como sistema constructivo de las sociedades del pasado en el ámbito territorial de la Península Ibérica ha experimentado un reciente y renovado interés en el contexto arqueológico, si bien no siempre ha gozado de un grado de sensibilidad equivalente al resto de estructuras y materiales en su documentación, protección y puesta en valor. Este nivel desigual de conocimiento, junto con la naturaleza descentralizada de la información y el diverso grado de consecución de la transición tecnológica por parte de las autonomías, compromete la observación del panorama general de conservación e intervención en el territorio. Asimismo, esta situación plantea dificultades a la hora de evaluar cuestiones de potencial interés analítico, desde la presencia de los diferentes sistemas constructivos a nivel geográfico, hasta la posible concurrencia de métricas en diferentes periodos históricos, así como la determinación de niveles generales de riesgo natural, social o antrópico para este tipo de estructuras.

El objetivo de la presente comunicación es presentar, desde un punto de vista metodológico, las observaciones y reflexiones extraídas del proceso de recopilación y tratamiento de información relativa a los principales escenarios de construcción con tierra en contextos arqueológicos de la Península Ibérica, resultante en un catálogo y base de datos SIG que aúne sus características arquitectónicas básicas, así como sus condiciones de conservación, intervención y exposición a riesgos como la precipitación, el clima, el sismo, la divulgación, la protección legal, el vandalismo o la excavación.

* Universitat Politècnica de València. sermanfe@upv.es

** Universitat Politècnica de València. cami2@cpa.upv.es

*** Universitat Politècnica de València. fvegas@cpa.upv.es

**** Universitat Politècnica de València. vacri@cpa.upv.es

PALABRAS CLAVE

Adobe, amasado, base de datos, construcción tradicional, estadística, sistemas de información geográfica, tapia, técnicas mixtas, yacimiento arqueológico.

ABSTRACT

The study of earthen architecture in the Iberian Peninsula has seen a recent surge in interest within archaeology, but it hasn't always been given as much attention as other building materials. Issues like documentation, preservation, and enhancing its value have often been overlooked. The uneven spread of knowledge, combined with fragmented information and differing levels of technological development across regions, complicates efforts to get a clear picture of conservation and intervention practices. This also makes it harder to analyze key issues, such as the geographical spread of construction techniques, the recurrence of certain architectural features across periods, or the general risks, whether natural, social, or human-made, that affect these structures.

The objective of this paper is to share the insights gained from the process of collecting and processing data on the main earthen construction contexts in archaeological sites across the Iberian Peninsula. The result is a catalog and GIS database that compiles basic architectural characteristics, along with information on their conservation status, interventions, and exposure to various risks such as precipitation, climate change, seismic activity, public dissemination, legal protection, vandalism, and excavation.

KEYWORDS

Adobe, cob, database, traditional construction, statistics, geographic information systems, rammed earth, mixed techniques, archaeological site.

1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura de tierra, con sus múltiples variantes (Knoll *et alii* 2019), ha sido tradicionalmente uno de los sistemas constructivos más extendidos de las sociedades del pasado, si bien la conservación y puesta en valor de estos bienes originales heredados en la actualidad a través de los yacimientos arqueológicos ha generado un escenario de difícil solución y tratamiento para su difusión, reduciendo la muestra aparente en gran medida y propiciando una infrarrepresentación notable de la misma. La falta de interés generalizada de los profesionales, cuya literatura no comienza a proliferar hasta la segunda década del siglo XXI (Sánchez-Calvillo *et alii* 2024: 9); de sensibilidad de la población en tanto a su validez y encaje en la sociedad (Verite 1980: 100); así como de recursos dedicados o de definición en términos de intervención, han conformado un desafío en la preservación y puesta en valor.

Iniciando su proceso de degradación desde su destrucción primigenia (Sadozaï y Moriset 2021: 1), la exposición de estructuras de tierra carentes de sus protecciones originales las sitúa en un escenario de vulnerabilidad y fragilidad extraordinaria, donde la celeridad de actuación resulta esencial para garantizar su supervivencia para las generaciones venideras. Si bien el estado contenido en el terreno ha reducido drásticamente la velocidad de destrucción en el tiempo, el desenterrado por motivos documentales o de difusión al gran público reactiva con intensidad la disgregación de las construcciones. Esta situación demanda intervenciones reflexionadas (Cooke 2010: 54-120) tanto a corto (Arjonilla Álvarez *et alii* 2024: 216-247) como a largo plazo (Manzano-Fernández *et alii* 2024c: 9), cuya variedad ha derivado en un

panorama de preservación inconstante para los diferentes casos de difusión de estas arquitecturas en la actualidad, que habitualmente no es observado conjuntamente.

Con el fin de reflexionar respecto al estado generalizado de conservación e intervención para dicho contexto arqueológico, así como plantear líneas guía para escenarios futuros, resulta de interés recopilar el mayor número posible de datos potencialmente influyentes en su supervivencia en una muestra suficientemente amplia. Esta selección debe responder, por otra parte, a una arquitectura y soluciones que escasean por sus dificultades de identificación y preservación, especialmente durante el siglo XX, resultado de un menor reconocimiento social de la misma; así como unas condiciones específicas de afección de riesgo natural y social, como el emplazamiento en áreas inundables, sísmicas, climáticamente adversas, o en diverso grado de exposición, degradación y abandono (Manzano-Fernández *et alii* 2024a: 2246-2255), más allá de las problemáticas comunes de origen antrópico. Asimismo, es relevante su relación con las diversas técnicas constructivas, siendo el caso arqueológico una casuística de mayor complejidad debido a la habitual dificultad incrementada de reconocimiento visual de las mismas, tras la transformación con el tiempo de fábricas originales de adobe en sistemas actualmente más cercanos al carácter monolítico de los amasados de tierra o las tapias.

Sin embargo, la división de competencias, la naturaleza descentralizada de los archivos, repositorios y bases de datos, o el desfase temporal entre los momentos de excavación, difusión o protección de los yacimientos, son algunos de los factores que pueden introducir dificultades en el proceso de búsqueda de casuísticas y recopilación de los datos de estos, generando complejidades para su catalogación y observación conjunta. Además, la ausencia de soluciones definitivas, la modificación constante de sistemas de protección temporal entre campañas, y la disponibilidad de numerosas estrategias de restauración a largo plazo, ha propiciado una eleva heterogeneidad en las actuaciones del territorio, e incluso en un mismo yacimiento, con el consiguiente incremento de los ya elevados factores de riesgo partícipes en el deterioro y pérdida de estas arquitecturas.

Por otra parte, el tratamiento de dichos datos puede presentar condicionantes según el objeto de estudio, con un alcance variable desde la visualización conjunta de los resultados en el territorio, hasta la identificación de concurrencias entre los diferentes factores o, en el mejor de los casos, evidenciar correlaciones entre ellos, siendo estas más complejas desde el punto de vista estadístico. En cualquier caso, la gestión unificada con valores asignados uniformemente permite ofrecer reflexiones desde el punto de vista comparativo, de interés para cuestiones como la interpretación de niveles de urgencia y vulnerabilidad, entre otros, con elevado interés en las labores de organización preventiva y minimización de daños.

La presente comunicación pretende ofrecer una aproximación mediante las reflexiones y observaciones identificadas, desde los estudios potenciales hasta las dificultades experimentadas, tras el proceso metodológico de búsqueda, revisión, y toma de datos in situ y gestión de base de datos de arquitecturas de tierra en yacimientos arqueológicos de la península ibérica, con distintos grados de conservación. Estos estudios pretenden abordar desde una perspectiva general la extendida problemática, sin reemplazar las necesarias aproximaciones pormenorizadas para cada uno los casos de estudio en aras de ofrecer respuestas precisas a contextos específicos.

2. METODOLOGÍA

La viabilidad, reflexiones y resultados obtenidos durante el proceso de elaboración y manipulación de la presente base de datos resulta del uso de diversas metodologías aplicadas al ámbito de la arquitectura de tierra en yacimientos arqueológicos. Estas derivan de distintas necesidades y procesos, desde la búsqueda

inicial de los casos de estudio y su estado de conservación y transformación actual, hasta la gestión de la información y la interpretación posterior a nivel estadístico.

El proceso de búsqueda de casos enclaves contenedores de las características necesarias para la investigación se ha experimentado mediante diferentes aproximaciones: en primera instancia, mediante el cruzado de información geográfica en entornos SIG almacenada en bases de datos de arqueología autonómicas y en los atlas de riesgo elaborados por organismos nacionales para el territorio; y, por otra parte, mediante la revisión y recopilación de publicaciones de diversa fuente. Estos sistemas geográficos se han venido implementando a nivel autonómico desde el cambio de milenio, si bien su consolidación sigue siendo desigual en el territorio.

En lo respectivo a las bases de datos arqueológicas, se ha podido acceder a la georreferenciación vigente durante el año 2022 del Geoportal del Patrimonio Cultural, elaborado por la Generalitat de Catalunya; el Inventario Arqueológico de Navarra; los datos abiertos del Patrimonio Inmueble de Andalucía, ofrecidos por el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico; el recurso de yacimientos arqueológicos de la Comunitat Valenciana (1998) procedente de la LOTUP; el repositorio de información BIC del SITPA, en Asturias; el catálogo de elementos Patrimonio Cultural, en Galicia (2019); el inventario de yacimientos arqueológicos del País Vasco (2022); el inventario de Arqueología del portal SITNA-IDENA en Navarra; la base de datos descargable del portal de IDECYL de Castilla y León (2022); los datos abiertos de Patrimonio Cultural de Castilla La Mancha (2022); el catálogo de BIC de metadatos IDEEX de Extremadura (2022); la Carta Arqueológica o los conjuntos con protección arqueológica según planteamiento SIT de Murcia (2010) (Fig. 1).

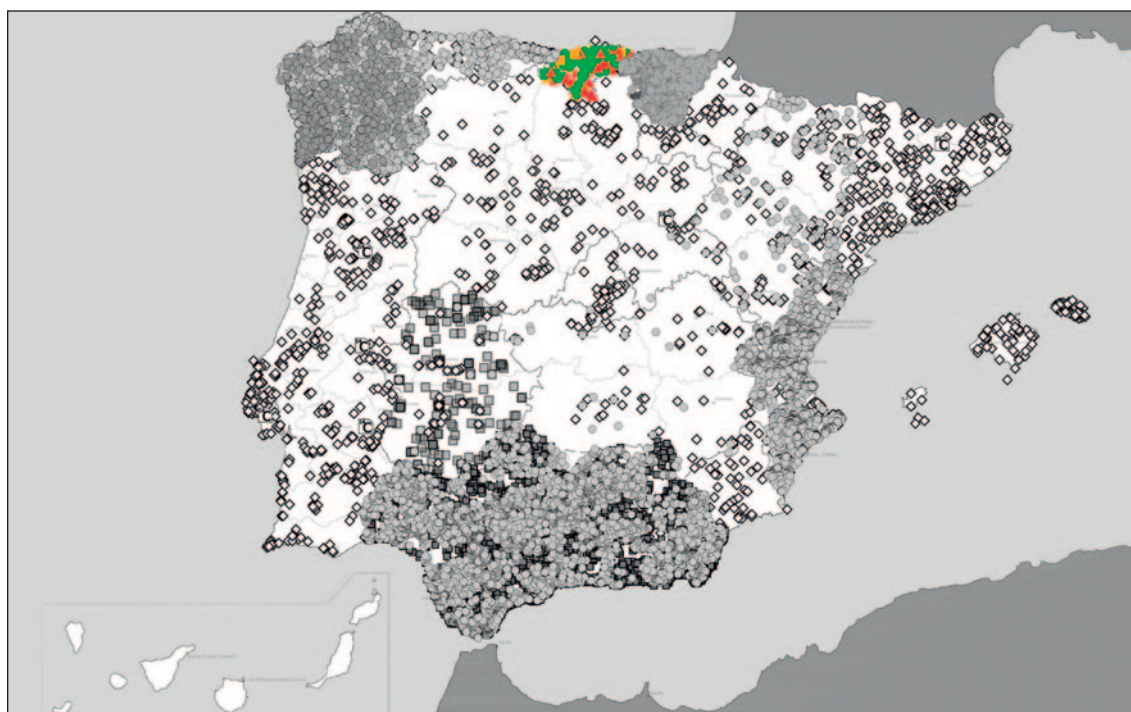


Fig. 1. Proceso de recopilación de casuística arqueológica en entornos SIG en el territorio peninsular.

Por otra parte, se han incorporado asimismo bases de datos relativas al riesgo, concretamente las del Atlas Climático Ibérico (AA.VV. 2011), del Atlas Nacional de España (IGN 2019), los mapas de riesgo de inundación de segundo ciclo (2020) del Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, los datos del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (AA.VV. 2008), el catálogo de datos en abierto de incendios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA 2005), los resultados del Diagnóstico estrategia nacional frente al reto demográfico (2017) (MPTFP 2017), y los de la Red de Áreas Escasamente Pobladas del Sur de Europa (SSPA) (Zúñiga-Antón *et alii* 2022), así como la información climática del Sistema Nacional de Información de Ambiente SNIAmb, en Portugal (SNIAmb 2022). El grado de permisos disfrutado en ese sentido ha sido variable, tanto en formato imagen como archivo vectorial.

En tanto a la búsqueda de revisión de archivo y publicaciones, han sido consultados colecciones nacionales, como el Archivo del Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE) del Ministerio de Cultura, Excavaciones Arqueológicas de España (EAE) o el Noticario Arqueológico Hispánico (NAH); colecciones autonómicas, como la Serie de Trabajos Varios del Museo de Prehistoria de Valencia (MUPREVA) o el Anuario Arqueológico de Andalucía (AAA); y otras fuentes, como repositorios (Calaix-GENCAT; proyecto de investigación SOS-Tierra; publicaciones del Museo Arqueológico de Alicante, MARQ), informes, memorias o artículos del ámbito territorial (Manzano-Fernández *et alii* 2024b: 5177). La selección final de casos de estudio para el proyecto se ha basado en la presencia de vestigios arqueológicos de tierra conservados *in situ* y en su exposición a riesgos diversos, resultando en un total de 170 para su análisis superficial y 85 para su estudio de riesgos (Fig. 2). Bajo estas premisas, 121 de los mismos han sido visitados entre los años 2022 y 2023 para catalogar sus características particulares y el estado de conservación actualizado, realizando una toma de datos de campo según los factores constructivos y de riesgo identificados para la investigación.

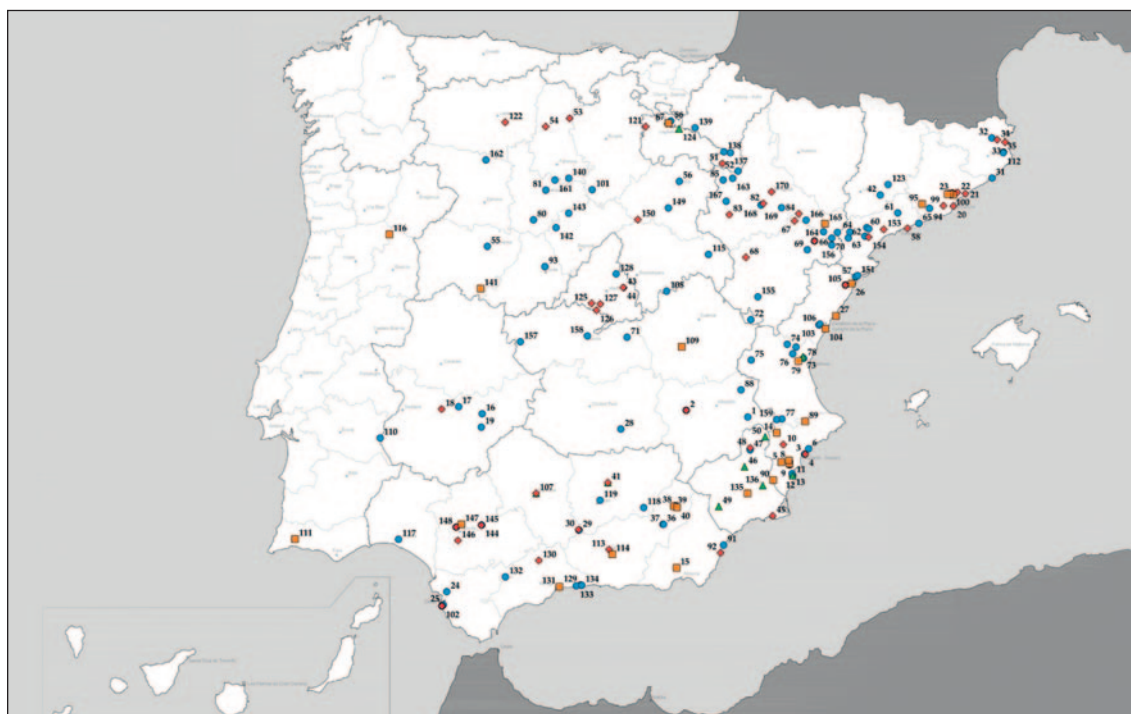


Fig. 2. Relación de casos de estudio preseleccionados con estructuras de tierra conservadas *in situ* para los análisis de riesgo. Periodo datado de estructuras de interés: ■ Prehistoria, ● Protohistoria, ◆ Romana, ▲ Medieval.

Toda la información recopilada y adquirida in situ ha sido gestionada a través de diferentes herramientas y procesos, inicialmente introducida en software FileMaker, para su posterior exportación a hojas de cálculo de Microsoft Excel y entornos SIG, concretamente mediante el empleo de QGIS. Esta complementación de herramientas ha permitido mostrar la base de datos tanto de forma visual, a través de fichas y mapas temáticos; como estadística. Esta última ha sido empleada, por una parte, para extraer porcentajes tipológicos, de degradación o de afección de riesgos; pero también para la observación de recurrencia de problemáticas, además de experimentaciones en tanto a posibles correlaciones. La concurrencia se ha realizado porcentualmente respecto al total de yacimientos dentro de la categoría de análisis, tratando de paliar vicios en el resultado derivados del número de casos adscritos a cada una.

Cabe destacar procesos como el uso de Real Statistics, software elaborado por Charles Zaiontz, en aras de la realización de estimaciones de densidad de Kernel (KDE) de variables aleatorias con ancho de banda de 0,8 capaces de solventar las limitaciones de los histogramas en aspectos como las métricas registradas y de ensayar las probabilidades de aparición de las mismas en rangos o periodos determinados; o el uso de tablas de contingencia 2 x 2 con variables categóricas en aras de la detección de asociaciones o independencias entre las mismas. Se realiza mediante esta última, en caso de interés, la prueba del chi-cuadrado con valor de significación estándar ($\alpha = 0,05$) y grado 1 de libertad, comparando el p-valor asociado al estadístico. Los valores esperados (1) y el chi-cuadrado (2) quedan calculados mediante las siguientes fórmulas:

$$E_{ij} = \frac{(T. \text{fila}) \times (T. \text{columna})}{T. \text{general}} \quad (1) \quad \chi^2 = \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (2)$$

3. REFLEXIONES Y OBSERVACIONES

3.1. ACCESO A LOS DATOS Y DESCENTRALIZACIÓN

Las reflexiones extraídas respecto al acceso de datos para la localización, selección de casos de estudio y obtención de información asociada reflejan un grado variable de satisfacción, dependiendo del empleo de bases de datos o la búsqueda tradicional de fuentes indirectas y directas.

3.1.1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La exploración del estado actual en el contexto administrativo para la eventual extracción de información geográfica relativa a los casos de estudio ha reflejado ciertas ventajas frente a un gran número de inconvenientes y dificultades. Respecto a los aspectos positivos, cabe destacar la posibilidad de identificar con precisión la ubicación de los yacimientos, así como preseleccionar enclaves según intereses de riesgo (Fig. 3). El cruce de los puntos con áreas inundables de diferentes periodos de retorno facilita una metodología inversa donde las superficies afectadas vienen dadas, cercando la casuística a los factores de riesgo objeto de estudio. La elaboración de listados cuya ubicación satisfaga la premisa inicial conforma una base sólida de conjuntos patrimoniales sobre los que trabajar mediante la revisión bibliográfica.

Sin embargo, la habitualmente reducida muestra de casos que documenten y conserven *in situ* este tipo de arquitectura de tierra, sumada a las imprecisiones en términos de materialidad registradas en este tipo de bases de datos, sigue implicando una extensa discriminación manual posterior. Además, la gestión descentralizada de estas bases de datos implica una heterogeneidad manifiesta en la información proporcionada para los entornos SIG, la cual puede responder a diversos factores, desde la tardía transición tecnológica de

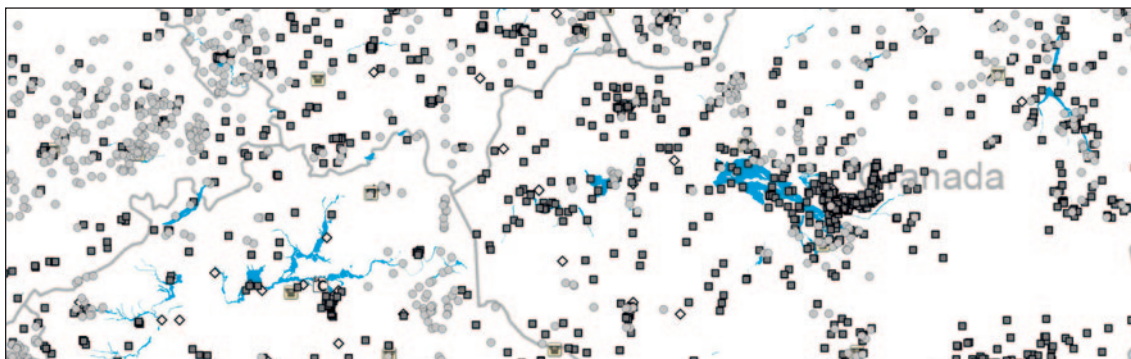


Fig. 3. Método de búsqueda de casos por cruce de información en entornos SIG relativa a la localización geográfica de yacimientos arqueológicos y áreas con riesgo de inundación T=500.

determinadas comunidades autónomas en el presente ámbito de estudio; hasta la opacidad deliberada en datos como las coordenadas geográficas exactas para todos los yacimientos arqueológicos, capaces de incrementar la frecuencia e intensidad de los saqueos, causando daños antrópicos en las vulnerables estructuras de tierra por excavaciones irregulares mediante herramientas de gran impacto.

En los respectivo a la situación asociada al riesgo natural y social, la información ofrece unos resultados más satisfactorios y de utilidad para el cruce entre los mismos. Sin embargo, algunos estudios pueden presentar limitaciones en tanto a su desactualización, como el Diagnóstico estrategia nacional frente al reto demográfico (2017), que carece en su evaluación de variables como la edad de la población, natalidad reciente o el medio físico; o potenciales variaciones en la clasificación de Köppen, con la expansión del semiárido (BSh y BSk) en sustitución al Mediterráneo en el sureste peninsular (Chazarra Bernabé *et alii* 2022; Roca *et alii* 2024) o el mediterráneo con veranos cálidos (Csa) en el norte.

3.1.2. ARCHIVO O REPOSITORIOS

La búsqueda manual de casos de estudio en archivos y repositorios, como alternativa al cruce de datos en SIG, ha planteado asimismo dificultades similares. La dispersión de la información impide un acceso unificado y dificulta búsquedas según criterios específicos, como el uso de la tierra en su construcción. Además, la heterogeneidad terminológica derivada de la sinonimia abusiva (Chazelles y Poupet 1985), especialmente proclive en tanto se retrocede en el tiempo, produce un obligatorio filtrado manual muchas veces limitado a fotografías o planimetrías de campo, con las consiguientes dificultades de identificación visual asociadas para este tipo de arquitecturas. La presente investigación ha vaciado los resultados ofrecidos por el Archivo General del Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE), de colecciones nacionales (EAE y NAH), de determinadas colecciones regionales (MUPREVA; AAA), además de repositorios (Calaix-GENCAT, SOS-Tierra, MARQ). Con todo, gran parte de la documentación presenta mayor accesibilidad a través de dossieres, informes o artículos.

3.2. EL PROCESO DE CATALOGACIÓN

En aras de la obtención de unas reflexiones lo más completas posibles el ámbito de la conservación de esta arquitectura y sus potenciales riesgos, resulta imprescindible partir de una base sólida que aúne las características principales, con el fin de discriminar aquellas que mejor se ajusten a los diferentes factores de análisis. Además de la base de datos, el catálogo se presenta a través de fichas individuales por yacimiento para facilitar su consulta.

3.2.1. CARACTERIZACIÓN

La recopilación de datos arquitectónicos ha contemplado cuestiones como la ubicación del material térreo en la estructura, la técnica constructiva, sus métricas, la estabilización empleada y su eventual complementación con otros sistemas. Cuando la ambigüedad descriptiva impide caracterizar adecuadamente las estructuras y la documentación gráfica resulta insuficiente, se ha considerado prudente evitar una atribución precipitada de la técnica. Por otra parte, cuestiones como las dimensiones actuales han tratado de considerarse, siempre que fuera posible, durante las visitas técnicas a los enclaves, tanto para complementar posibles casuísticas indocumentadas como para observar potenciales erosiones y pérdidas a lo largo del tiempo desde su desenterrado. La obtención de datos relativos a las composiciones y los estabilizadores ha presentado mayores dificultades, al no ser habitual la realización de análisis microscópicos (como micromorfología, petrografía o XRD) en la región hasta los últimos años.

3.2.2. ESTADO DE CONSERVACIÓN E INTERVENCIÓN

Estableciendo como punto de partida los estados de conservación documentados tras la excavación de los vestigios, así como los informes de intervención asociados, la realidad arqueológica implica cambios rápidos en estos aspectos. La existencia de campañas de excavación activas que alteran la exposición, o la extrema fragilidad de las estructuras, resultan en eventuales pérdidas de volumen y reparaciones con cierto grado de improvisación, especialmente en caso de carecer de herramientas reflexionadas a medio-largo plazo, como los planes directores. Por ello, este proceso se ha basado mayoritariamente en la toma de datos in situ (Fig. 4), realizadas entre los años 2022 y 2023, que reflejen con la mayor fidelidad posible las condiciones existentes de protección.

Estado general de conservación	n	%
Mantenido	66	39%
Restaurado / Reconstruido	38	22%
Ruina	94	55%

Objetivo de la transformación	n	%
Mantenimiento	59	35%
Reparación	18	11%
Reconstrucción	36	21%
Interpretación	37	22%
Musealización	82	48%
Protección	107	63%

Fig. 4. Estado general de conservación e intervención respecto a los 170 casos de estudio preseleccionados de la base de datos.

3.2.3. ASIGNACIÓN DE VALORES

La definición cuantitativa de valores a efectos o amenazas (Nakhaei Ashtari y Correia 2022) cuya incidencia depende de un amplio espectro de factores, supone un ejercicio complejo capaz de derivar en imprecisiones en su utilidad y aplicación práctica.

Por ello, se ha recurrido siempre que fuera posible al desarrollo de metodologías como el método Delphi con aplicación del criterio de Chauvenet, que han ofrecido resultados positivos y relativamente uniformes a través de distintos profesionales, si bien no presentan la base matemática de otros modelos predictivos aplicados experimentalmente al patrimonio (Cappai *et alii* 2024). Estos valores han sido observados a través de las experiencias de campo de los autores, y aunados en una matriz única y conjunta a través del método de evaluación ambiental Leopold.

3.3. ESTADÍSTICA

3.3.1. CONCURRENCIA

Si bien los resultados principales a extraer de la base de datos conciernen una observación más enfocada a la repetición de características, degradaciones e intervenciones, es posible plantear la concurrencia de efectos y riesgos. Estas discriminaciones por variables categóricas deben considerarse con prudencia, pues los factores involucrados son muchos y muy variados, siendo utópico plantear una correlación directa entre los mismos.

Con todo, se han realizado algunas aproximaciones experimentales que reflejen la concurrencia de casos de estudio mostrando diferente patología de origen ambiental y biológica en relación a su técnica constructiva, exposición a factores como la precipitación o la desertificación del emplazamiento, así como la familia en la que se enmarcan sus intervenciones (Fig. 5). Estos ensayos se han expresado porcentualmente relacionando el número de casos positivos respecto al total adscrito a cada categoría de comparación, debido a reducida muestra disponible.

Teniendo en cuenta las citadas limitaciones, este proceso puede reflejar resultados coherentes, tales como una mayor concentración de eflorescencias en superficies encapsuladas y con exposición mayor o más prolongada en el tiempo a la radiación solar, cuestión que se ha observado en análisis pormenorizados como los del Coll del Moro de Gandesa, donde diferentes estructuras con capas de sacrificio de menor transpiración mostraron mayor emblanquecimiento por sales en sus alzados sur y sureste. Respecto a la precipitación, se identifica mayor porcentaje de afección por erosión superficial y volumétrica, ataluzado, vegetación y microorganismos en aquellas estructuras estresadas con mayor precipitación máxima diaria. En tanto a las estrategias de intervención, se advierte más humedad, vegetación y microorganismos en edificios contenedores, que podrían responder a una ventilación más limitada y un estado permanente de penumbra. Esta patología también es más elevada en encapsulados, donde previsiblemente la menor transpirabilidad de los morteros limitará esta evacuación de agua capilar. Por otra parte, se advierten mayores ataluzados en las intervenciones más compatibles, pues estas demandan un mayor mantenimiento que habitualmente no llega a materializarse.

3.2.2 CORRELACIÓN

En ocasiones específicas, como puede ser la observación de las citadas concurrencias entre intervenciones como en encapsulado o contextos con pluviosidad anual media-alta y la aparición de

manchas de humedad y eflorescencias, se han efectuado verificaciones que evidencien la existencia real o no de asociaciones entre las variables mediante tablas de contingencia de 2 x 2 (Fig. 6).

Estos procedimientos, al requerir un tamaño muestral más reducido (con frecuencias esperadas E_{ij} superiores a 1 y un 80% por encima de 5) y no requerir de normalidad en la misma, han ofrecido resultados satisfactorios, con mayor asociación a menor p-valor. Así, se puede asumir que para un grado de libertad 1 y nivel de significación $\alpha = 0,05$ (valor crítico $\chi^2 = 3,84$), se cumple $p = P(\chi^2 > 23,05 \mid df = 1)$ para las variables de encapsulado y humedad o eflorescencia, siendo $\chi^2 = 23,05 > 3,84$, y p-valor $1,57 \times 10^{-6}$, rechazando la hipótesis nula H_0 y asumiendo su dependencia. No ocurre lo mismo con respecto a la precipitación media anual, la cual no muestra evidencia estadística suficiente para correlacionarse a la aparición de estos problemas ($\chi^2=3,22 < 3,84$).

Efecto	Técnica			Riesgo natural				Intervención			
	Amasado	Adobe	Tapia	Máxima precipitación diaria 30-40 mm	Máxima precipitación diaria 50-100 mm	Desertificación Baja-Media	Desertificación Alta-Muy Alta	Consolidación	Encapsulado	Cubierta permanente parcial	Cubierta total y edificio contenedor
Humedad	33%	32%	0%	37%	26%	36%	27%	20%	75%	14%	19%
Eflorescencias	27%	19%	7%	23%	16%	15%	21%	5%	50%	14%	5%
Erosión superficial	80%	87%	93%	83%	92%	88%	88%	95%	88%	100%	100%
Pérdida de sección	27%	53%	71%	49%	52%	52%	50%	50%	38%	57%	57%
Suciedad	33%	20%	14%	17%	22%	12%	25%	25%	31%	7%	5%
Ataluzado	40%	39%	50%	31%	42%	30%	42%	40%	31%	43%	38%
Escorrentía	0%	17%	0%	26%	8%	18%	13%	10%	13%	7%	24%
Socavación de la base	20%	27%	29%	43%	22%	21%	31%	20%	38%	21%	33%
Pérdida de revestimiento	27%	39%	36%	46%	32%	39%	37%	25%	63%	21%	52%
Vegetación arbustiva	13%	27%	7%	20%	28%	21%	27%	15%	25%	14%	10%
Vegetación herbácea	27%	37%	21%	31%	40%	36%	37%	15%	25%	21%	24%
Microorganismos	20%	36%	29%	29%	38%	33%	35%	50%	25%	14%	48%
Madrigueras / nidos	13%	21%	29%	26%	16%	15%	23%	20%	19%	21%	19%
Insectos	7%	20%	36%	20%	20%	18%	21%	30%	6%	43%	33%

Fig. 5. Concurrencias observadas entre efectos derivados de agentes de degradación naturales y técnicas constructivas, grado de desertificación y máxima precipitación diaria.

H₀: las variables categóricas presentan independencia.

H_A: las variables categóricas presentan algún grado de asociación y dependencia.

Eflorescencias o manchas de humedad				Eflorescencias o manchas de humedad			
	Sí	No	T. fila		Sí	No	T. fila
Cubierta o edificio	9	34	43	≤ 500 mm anuales	33	25	58
Encapsulado	13	1	14	> 500 mm anuales	8	15	23
T. columna	22	35	57	T. columna	41	40	81
	Sí	No	T. fila		Sí	No	T. fila
Cubierta o edificio	16,6	26,4	43	≤ 500 mm anuales	29,36	28,64	58
Encapsulado	5,40	8,60	14	> 500 mm anuales	11,64	11,36	23
T. columna	22	35	57	T. columna	41	40	81
	Sí	No	T. fila		Sí	No	T. fila
Cubierta o edificio	3,48	2,19	43	≤ 500 mm anuales	0,45	0,46	58
Encapsulado	10,7	6,72	14	> 500 mm anuales	1,14	1,17	23
T. columna	22	35	57	T. columna	41	40	81

Fig. 6. Tablas de contingencia 2 x 2. Datos observados (O_{ij}), esperados (E_{ij}) y χ².

3.2.3 VISUALIZACIÓN

El flujo de trabajo en entornos SIG y Excel ha permitido la generación de numerosa documentación gráfica para la visualización de los datos. Así, se facilita la lectura rápida y práctica de los valores más habituales en términos de degradación e intervención, ofreciendo un panorama general del estado de la cuestión en el territorio. Las principales herramientas empleadas han sido los histogramas, a excepción de la interpretación de métricas y dimensiones de las piezas. Para reducir la creación de intervalos y su limitación, se elaboran estimaciones de densidad Kernel (KDE) que ofrezcan probabilidades continuas de acuerdo con la base de datos proporcionada (Fig. 7). De forma similar, estas ofrecen un mejor resultado cuanto más elevada sea la muestra, como ocurre con los adobes, al haber sido una técnica tradicionalmente más documentada y no menos variabilidad geométrica que las estructuras monolíticas como el amasado o la tapia.

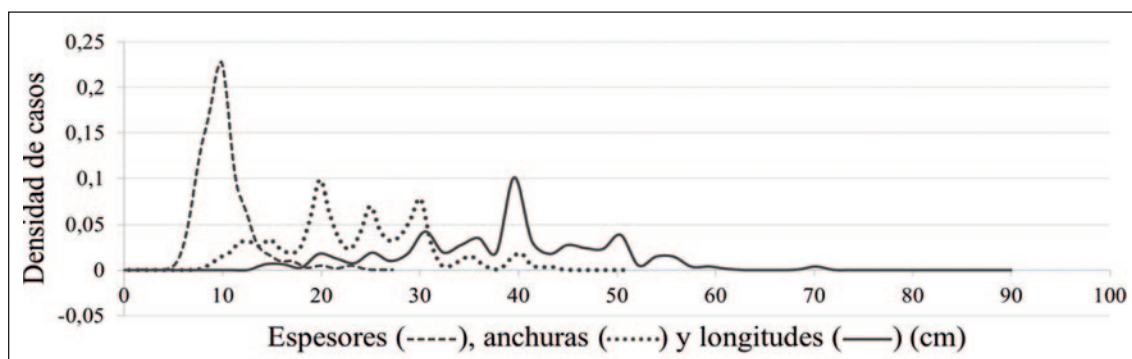


Fig. 7. Estimación de densidad Kernel para las métricas registradas de adobes protohistóricos.

3.2.3.1 ALCANCE GEOGRÁFICO Y CRUCES DE INFORMACIÓN

El tratamiento de registros mediante el software QGIS ha resultado en la creación de planos que reflejen el alcance geográfico de cada una de las variables de interés. Estos permiten desde la localización mediante coordenadas UTM de sujetos a criterios específicos; la agrupación de tendencias o mayor repetición de valores mediante mapas de calor (Fig. 8); hasta el cruce de datos numéricos de riesgo con áreas de afección de las diferentes amenazas, como áreas inundables, aceleraciones sísmicas o grado de desertificación.

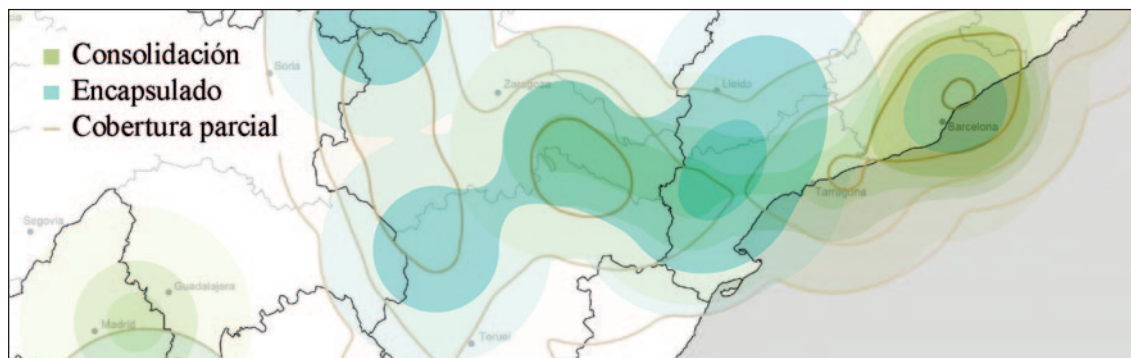


Fig. 8. Mapas de calor según familia de intervención en los diferentes casos de estudio.

4. CONCLUSIONES

La creación de la presente base de datos ha permitido ofrecer una visión global del panorama territorial en el ámbito de la conservación de estructuras de tierra en contextos arqueológicos, tanto a nivel estadístico como visual, para brindar herramientas útiles en la identificación de problemáticas de mayor urgencia o el desarrollo de líneas guía a largo plazo. Con todo, también ha puesto de manifiesto toda una serie de limitaciones en el ámbito, como las introducidas por la sinonimia abusiva, la descentralización de la información, la escasez de muestra o las complejidades de evaluación mediante metodologías comunes. En este sentido, conviene orientar la investigación hacia la estandarización de terminologías, que ofrezcan bases comunes de denominación y grado de detalle en su descripción, generando estándares de comparación, y una reducción sensible de la sinonimia abusiva. Resulta clave fomentar a nivel administrativo el incremento de colaboración interautonómica, que facilite la centralización y obtención de resultados específicos con carácter nacional, a través de discriminaciones previa introducción de metadatos más exhaustiva; así como un acceso abierto o semipúblico que permita la consulta de cierta información sin comprometer la seguridad frente a saqueos.

Este mayor acceso y difusión, capaz de incrementar la muestra para su tratamiento estadístico, puede abordar los requerimientos de estudio multifactorial, actualmente complejo para el análisis de correlaciones. Con todo, es imprescindible la extracción de datos *in situ* para este tipo de patrimonio, debido a la rapidez con la que se producen cambios de exposición, topografía o incluso destrucción. La existencia de plataformas colaborativas con capacidad de introducir imágenes podría mantener un grado de actualización aceptable entre la comunidad.

En tanto a la evaluación de riesgo, la obtención de valores cuantitativos y el cruce con sus respectivas amenazas ha permitido identificar grados de urgencia con objeto de reducir daños y consolidaciones de mayor intrusión. No obstante, son numerosas las dificultades halladas, esencialmente en torno a la

ausencia de criterios universales y la interpretación subjetiva de los valores. De los estudios estadísticos se extraen observaciones tales como la predominancia de determinados daños o las tendencias de intervención, así como el posible grado de significación elevado de las mismas en el proceso de aparición de daños, en algunos casos incluso por encima de los agentes de degradación naturales. Por ello, debe reflexionarse un balance óptimo frente a la disyuntiva derivada de la toma de decisiones entre la retención de autenticidad y la preservación con el menor mantenimiento posible, con el fin de legar a las generaciones venideras este patrimonio de la forma más sostenible posible.

BIBLIOGRAFÍA

- VV.AA. (2008): “Programa de Acción Nacional contra la Desertificación (PAND)”.
- Agencia Estatal de Meteorología; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; Instituto de Meteorología de Portugal (2011): *Atlas climático ibérico: temperatura del aire y precipitación (1971-2000)*.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2005): “MAPAMA. Catálogo de Metadatos. Zonas de riesgos naturales. Peligrosidad por inundación fluvial-marítima. Mapa de frecuencia de incendios forestales por término municipal (1996-2005)”.
- ARJONILLA ÁLVAREZ, M., ESPINOSA GAITÁN, J., GARCÍA FERNÁNDEZ, F. J., GARCÍA DE CASASOLA GÓMEZ, M., GÓMEZ VILLA, J. L., JIMÉNEZ VIERA, A. y VARGAS VÁZQUEZ, S. (2024): *Guía de buenas prácticas para la intervención arqueológica sobre arquitectura en tierra cruda*, Sevilla.
- CAPPAL, M., CASTI, M. y PIA, G. (2024): “Monitoring and preservation of stone cultural heritage using a fuzzy model for predicting salt crystallisation damage”, *Scientific reports*, 14 (1): 22671.
- CHAZARRA BERNABÉ, A., LORENZO MARIÑO, B., ROMERO FRESNEDA, R. y MORENO GARCÍA, J. V. (2022): “Evolución de los climas de Köppen en España en el periodo 1951-2020. Nota técnica 37 de AEMET”, Madrid.
- CHAZELLES, C.-A. y POUPET, P. (1985): “La fouille des structures de terre crue. Définitions et difficultés”. *Aquitania : une revue inter-régionale d'archéologie*, 3: 149-60.
- COOKE, L. (2010): *Conservation Approaches to Earthen Architecture in Archaeological Contexts*, Oxford.
- KNOLL, F., PASTOR QUILES, M., DE CHAZELLES, C.-A. y COOKE, L. (2019): *On cob balls, adobe, and daubed straw plaits a glossary on traditional earth building techniques for walls in four languages*. Langenweißbach.
- MANZANO-FERNÁNDEZ, S., MILETO, C., VEGAS LÓPEZ-MANZANARES, F. y CRISTINI, V. (2024a): “Conservation and In Situ Enhancement of Earthen Architecture in Archaeological Sites: Social and Anthropogenic Risks in the Case Studies of the Iberian Peninsula”, *Heritage*, 7 (5): 2239-2264.
- MANZANO-FERNÁNDEZ, S., MILETO, C., VEGAS LÓPEZ-MANZANARES, F. y CRISTINI, V. (2024b): “Domestic and Productive Earthen Architecture Conserved In Situ in Archaeological Sites of the Iberian Peninsula”, *Heritage*, 7 (9): 5174-5209.
- MANZANO-FERNÁNDEZ, S., VEGAS LÓPEZ-MANZANARES, F., MILETO, C. y CRISTINI, V. (2024c): “Principles and Sustainable Perspectives in the Preservation of Earthen Architecture from the Past Societies of the Iberian Peninsula”, *Sustainability*, 16 (12): 5172.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (2019): *España en mapas. Una síntesis geográfica*, Madrid.
- NAKHAEI ASHTARI, M. y CORREIA, M. (2022): “Assessment of vulnerability and site adaptive capacity to the risk of climate change: the case of Tchogha Zanbil World Heritage earthen site in Iran”, *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 12 (2): 107-25.
- MINISTERIO DE POLÍTICA TERRITORIAL Y FUNCIÓN PÚBLICA (2017): *Diagnóstico estrategia nacional frente al reto demográfico*, Madrid.
- ROCA, J.; ARELLANO, B.; ZHENG, Q. (2024): “Spain: towards a drier and warmer climate?”, en *Analysis of Climate Change Effects on Precipitation and Temperature Trends in Spain, Barcelona, 2-6 September 2024*, Barcelona.

- SADOZAI, C.; MORISET, S. (2021): "Post-excavation treatments of earthen archaeological sites", en Verlag, H. (ed.), *12th International Congress on the archaeology of the ancient near east (ICAANE)*, Bologna.
- SÁNCHEZ-CALVILLO, A.; RINCÓN, L.; HAMARD, E.; FARIA, P. (2024): "Bibliometric Analysis on Earthen Building: Approaches from the Scientific Literature and Future Trends", *Buildings*, 14 (12): 3870.
- SNIAMB-INFORMAÇÃO GEOREFERENCIADA DE AMBIENTE (2022): "Visualizador geográfico: inundações-Portugal Continental", <https://sniamb.apambiente.pt/>.
- VERITE, J. (1980): "La conservation des habitats vernaculaires en terre experiences et avenir", en Ustünkök, O.; Madran, E. (eds.), *Third international symposium on mudbrick (adobe) preservation*, Ankara: 87-108.
- ZÚÑIGA-ANTÓN, M.; GUILLÉN, J.; CADEVILLA, M.; BENTUÉ-MARTÍNEZ, C. (2022): "Mapa 174", *Zonificación de los municipios españoles sujetos a desventajas demográficas graves y permanentes. StoryMap*.

El presente volumen recoge las contribuciones presentadas durante el I Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra en el Mediterráneo Antiguo (ARAR): perspectivas, estrategias y metodologías, celebrado en Guareña y Zalamea de la Serena (Badajoz, España) entre el 21 y el 24 de febrero de 2024. En este encuentro se reunieron algunos de los principales especialistas en el estudio de la arquitectura de tierra en la península ibérica, el Mediterráneo y el Próximo Oriente con el objetivo de compartir las estrategias de investigación en torno a este tipo de arquitectura. Este volumen recopila la mayor parte de las novedades en investigación presentadas durante el congreso.

JUNTA DE EXTREMADURA

Consejería de Economía, Empleo y Transformación Digital



ISBN 978-84-09-80181-7



9 788409 801817