



ASOCIACIÓN DE  
PROFESORES DE  
EXPRESIÓN  
GRÁFICA  
APLICADA A LA  
EDIFICACIÓN

# PENSAR DIBUJANDO

VALVERDE, CAÑIZARES, BARRERA, RODRÍGUEZ (EDS.)

## Congresos UPV

*Pensar dibujando. Proceedings of XVI International Conference of the Asociación de Profesores de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación APEGA 2023*

<http://ocs.editorial.upv.es/index.php/APEGA/APEGA2023>

The papers published in this volume have been peer-reviewed by the Scientific Committee

For this volume:

**Cite as:** Valverde Cantero, D.; Cañizares Montón, J. M.; Barrera Vera, J. A.; Rodríguez-Navarro, P. (2024). *Pensar dibujando. Proceedings of XVI International Conference of the Asociación de Profesores de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación APEGA 2023*. Cuenca, September 28, 29 and 30, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4995/APEGA2023.2023.19058>

### © Scientific Editors

Valverde Cantero, D.  
Cañizares Montón, J. M.  
Barrera Vera, J. A.  
Rodríguez-Navarro, P.

© papers: the authors

© **publishers** APEGA, edUPV (Universitat Politècnica de València), 2024.  
edUPV Ref. 6798\_01\_01\_01

ISBN: 978-84-1396-114-9

DOI: <https://doi.org/10.4995/APEGA2023.2023.19058>



***Pensar dibujando. Proceedings of XVI International Conference of the Asociación de Profesores de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación APEGA 2023***

The reuse of the contents is allowed through the copying, distribution, exhibition and representation of the work, as well as the generation of derivative works as long as the authorship is acknowledged and it is cited with complete bibliographic information. Commercial use is not permitted and derivative works must be distributed under the same license as the original work.

## Presentación

Con esta publicación se culmina el trabajo del congreso APEGA (Asociación de Profesores de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación), cita bienal que reúne a los expertos y profesores del área que imparten docencia e investigan en las distintas Universidades y Escuelas de Europa y América, fundamentalmente. Sirve de vehículo para el intercambio de conocimiento y experiencias con el objetivo de fomentar, potenciar, orientar, desarrollar y promover la enseñanza de la EXPRESIÓN GRÁFICA en las titulaciones universitarias de Arquitectura Técnica, Ingeniería de Edificación y demás titulaciones del ámbito de la edificación.

En las quince anteriores publicaciones de APEGA se establecieron las bases con las que pretendemos la realización de proyectos conjuntos que permitan obtener resultados relevantes en el ámbito de la Expresión Gráfica en la Edificación, proyectos que contribuyan y conduzcan hacia una producción científica de calidad e interés internacional. La continuidad de estas publicaciones de resultados científicos durante tantos años atestigua el éxito de la iniciativa que no se vio interrumpida ni siquiera en años de pandemia y crisis.

En tiempos de inteligencia artificial y reuniones virtuales, la presencia física en los congresos, con oportunidad de discutir y defender propuestas en vivo y en directo, ofrece un nuevo valor a la investigación del que carecen los actualmente reinantes artículos de revistas. De ahí el interés de esta publicación que combina la evaluación del comité científico con la presentación y discusión de las propuestas entre congresistas y ponentes.

PENSAR DIBUJANDO es el lema elegido para la presente edición y propone una estructura transversal de las líneas temáticas de las comunicaciones. Se parte, como premisa, de que la imagen final, el dibujo, es para la expresión gráfica aplicada a la edificación, no tanto un fin en sí misma, sino un vehículo útil para el exhaustivo análisis y/o producción de lo representado; infiriéndose de ella que precisa, para alcanzar dicho objetivo, extraer la esencia de la realidad de forma previa a su dibujo o modelización.

Esta es la secuencia necesaria que pretende reflejar la publicación: desde la síntesis a la realidad, que es la que inspira tanto el lema del Congreso, PENSAR DIBUJANDO, como la estructura transversal establecida en la publicación.

Los editores

### **Editores**

David Valverde Cantero

José Manuel Cañizares Montón

José Antonio Barrera Vera

Pablo Rodríguez-Navarro

### **Comité científico**

Amparo Bernal López-Sanvicente, Universidad de Burgos, Spain

Andrés Martínez Medina, Universidad de Alicante, Spain

Antonio Almagro Gorbea, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Spain

Antonio Gámiz Gordo, Universidad de Sevilla, Spain

Antonio Miguel Trallero Sanz, Universidad de Alcalá de Henares, Spain

Daniele G. Papi, Universidad de Milán, Italia

David Valverde Cantero, Universidad de Castilla – La Mancha, Spain

Eloi Coloma Picó, Universitat Politècnica de Catalunya, Spain

Giorgio Verdiani, Università degli Studi di Firenze, Italia

Giuseppe Amoroso, Politecnico di Milano, Italia

Jorge Llopis Verdú, Universitat Politècnica de València, Spain

Jorge Luis García Valldecabres, Universitat Politècnica de València, Spain

José Antonio Barrera Vera, Universidad de Sevilla, Spain

José Manuel Cañizares Montón, Universidad de Castilla – La Mancha, Spain

Juan Calduch Cervera, Universitat d'Alacant, Spain

Lindy Osborne, Queensland University of Technology, Australia

Mercedes Valiente López, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Norena Martín-Dorta, Universidad de La Laguna, Spain

Pablo Rodríguez-Navarro, Universitat Politècnica de València, Spain

Per Cornell, University of Gothenburg, Suecia

Pilar Chías Navarro, Universidad de Alcalá, Spain

Roberta Spallone, Politecnico di Torino, Italia

Santiago Llorens Corraliza, Universidad de Sevilla, Spain

Simon Bell, Coventry University, Reino Unido

Stefano Bertocci, Università degli Studi di Firenze, Italia

Tomás Abad Balboa, Universidad de Alcalá, Spain

## Índice

REPRESENTATION AND PERSONALIZATION OF SPACE IN SCHOOL CLASSROOMS .....	1
<i>Sebastián Alcaraz García, Amparo Verdú-Vázquez, Tomás Gil-López</i>	
EXPLORING ENVIROMENTAL AWARENESS IN THE CLASSROOM THROUGH GRAPHIC EXPRESSION: PERCEPTIONS FROM PRIMARY AND SECONDARY SCHOOL STUDENTS .....	13
<i>Sebastián Alcaraz García, Amparo Verdú-Vázquez, Tomás Gil-López</i>	
ARCHITECTURAL SURVEY TECHNIQUES APPLIED TO SACRED TEXTILE ART .....	24
<i>Daniel Antón, Miguel León-Muñoz, Margarita Infante-Perea, Juan Jesús Martín-del-Río, Concepción Cantillana-Merchante</i>	
THREE-DIMENSIONAL EXPLORATION OF THE COSMIC CITY BY IANNIS XENAKIS .....	35
<i>Felipe Asenjo Álvarez, Susana Moreno Soriano, Diego García Cuevas, Jorge Cerdá Inglés</i>	
THE GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING IN THE CURRICULAR SUSTAINABILIZATION PROCESS .....	43
<i>Amparo Bernal López-Sanvicente</i>	
THE DESIGN FOR THE KNOWLEDGE AND TRANSFORMATION OF REALITY .....	52
<i>Emanuela Borsci</i>	
CHATGPT. IMPLICACIONES EN LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA Y EDIFICACIÓN .....	62
<i>Elena Cabrera Revuelta, José Antonio Barrera Vera, Ángel José Fernández Álvarez</i>	
SURVEY OF LINEAR CONSTRUCTIONS WITH PORTABLE DYNAMIC LASER SCANNER SYSTEMS (WMMS). OPTIMISATION OF THE PROCESS TO OBTAIN THE GEOMETRY OF A SECTION OF THE USSEIRA AQUEDUCT, PORTUGAL .....	70
<i>Francisco Javier Chorro Domínguez, María José Marín Miranda, Paula Redweik, José Juan de Sanjosé Blasco</i>	
EXPERIENTIAL CARTOGRAPHIES: MAPPING THE SENSORY, THE AFFECTIVE AND THE DYNAMIC .....	78
<i>Virginia De Jorge Huertas, Raúl Torres Guzmán</i>	
DISCOVERING BEAUTY. ARCHITECTURE IN THE CHURCHES OF THE PROVINCE OF CUENCA .....	89
<i>Juan José de Julián Muelas</i>	
THE BUILDINGS OF THE 1929 EXHIBITION AS INSPIRATION FOR THE DESIGN OF THE GATEWAYS OF THE SEVILLE APRIL FAIR .....	101
<i>Pablo Díaz Cañete, M. Luz Saracho Villalobos, M. Dolores Rincón Millán, Rafael Esteve Pardal</i>	
HBIM APPLIED TO THE DOCUMENTATION OF ALTARPIECES. THE ALTARPIECE AS A DIDACTIC RESOURCE .....	112
<i>Silvia Díaz Parrilla, Antonio Jesús Sánchez Fernández</i>	
MORPHOLOGICAL MODELS IN AUTOCAD WITH BIM METHOD FOR CIVIL ENGINEERING .....	122
<i>Andrea Donelli</i>	

CHROMATIC RECOVERY STUDY OF THE CHAPEL OF SAN ANTONIO DE PADUA OF THE HERMITAGE OF THE VIRGEN DE LA HUERTA, (ADEMUZ) VALENCIA .....	132
<i>María de los Ángeles Dorantes Lámbarri, Ana Torres Barchino, Irene de la Torre Fornés</i>	
TEARS OF ARCHITECTURE. MICROGRAPHS OF INTANGIBLE SPACE .....	141
<i>María I. Fernández Naranjo, Tomás García García</i>	
ANALYSIS OF THE WORK OF FRAY LORENZO DE SAN NICOLÁS IN TALAVERA DE LA REINA .....	153
<i>Josefina García-León, Josefa Ros Torres, Jaime Fernández Vázquez, Miguel García Córdoba</i>	
ADVANCES IN LEARNING BASED ON PROJECT MANAGEMENT APPROACHES APPLIED TO THE TEACHING OF ARCHITECTURAL DRAWING I .....	162
<i>Jorge García Valldecabres, Jorge Girbés Pérez, María Concepción López González</i>	
THE GRAPHIC SURVEY OF THE HERITAGE CERAMIC PAVEMENT OF THE 16TH CENTURY TO THE PAVEMENTS OF THE 20TH CENTURY .....	171
<i>Jorge Girbés Pérez, María Concepción López González, Jorge García Valldecabres</i>	
GRAPHIC SURVEY AND ARCHITECTURAL ANALYSIS OF THE NORTHERN DOORWAY OF THE CHURCH OF SAN MIGUEL DE JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ) .....	181
<i>José María Guerrero Vega, Miguel Redondo Redondo</i>	
FROM TRADITION TO MODERNITY, LE CORBUSIER'S SKETCH AS A TOOL TO DESIGN THE CAPITOL OF CHANDIGARH .....	189
<i>Álvaro Hidalgo Núñez, Francisco Antonio Hidalgo Núñez, Marina Sender Contell, Santiago Lillo Giner</i>	
LANDSCAPE AS THE BASIS OF ARCHITECTURE .....	196
<i>Francisco Hidalgo Núñez, Álvaro Hidalgo Núñez, Marina Sender Contell, Santiago Lillo Giner</i>	
ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE TEACHING OF GRAPHIC EXPRESSION .....	205
<i>Pablo Juan Gutiérrez, Sergio García Doménech, Ramón Maestre López-Salazar</i>	
THE "PORTAL DEL MAR" OF VALENCIA. A FORTIFIED ACCESS TO THE CITY .....	213
<i>Santiago Lillo Giner, Francisco Hidalgo Núñez, Álvaro Hidalgo Núñez, Manuel Giménez Ribera</i>	
THE NECESSITY OF DRAWING FOR THE DOCUMENTATION AND TEACHING OF CONSTRUCTION. OF CONSTRUCTION. THE BEGINNING OF ARCHITECTURAL TREATISES IN SPAIN .....	223
<i>Santiago Llorens Corraliza</i>	
THE RELIGIOUS HERITAGE OF RECONQUISTA. CASE STUDY .....	234
<i>María Concepción López González, Jorge García Valldecabres, Jorge Girbés Pérez</i>	
NATURAL LIGHTING IN A RENAISSANCE TEMPLE .....	242
<i>María Jesús Máñez Pitarch, José Teodoro Garfella Rubio</i>	
GRAFIC SURVEY METHODOLOGY WITH LASER DISTANCE METER. THE HELICAL STAIRCASE OF THE CHURCH OF SANTIAGO. CÁCERES .....	251
<i>María José Marín Miranda, Francisco Javier Chorro Domínguez, Antonio Romero Casado, Juan Saumell Lladó</i>	
EXPERIENCES OF THE TRANSITION PROCESS TOWARDS THE CAPTURE AND GRAPHIC REPRESENTATION OF PRECISION IN BUILDING .....	260
<i>Alexander Martín-Garín, Iñigo León-Cascante, María Senderos-Laka, José Javier Pérez-Martínez</i>	

ANALYSIS AND TERRITORIAL EVALUATION THROUGH SOCIAL-HOUSING SPATIAL SEGREGATION AND GIS USE APPLIED TO THE CITY OF CHOLUTECA (HONDURAS) .....	270
<i>Francisco Maza Vázquez, Nadia Melissa Cruz Elvir</i>	
GEOMETRIC DECISIONS FOR THE PARAMETRIC DESIGN OF AN EXPERIMENTAL STRUCTURE. A CASE STUDY OF THE ARCHIMEDEAN PAVILION .....	278
<i>Roberto Narváez-Rodríguez</i>	
DRAWING, DESIGN, SURVEYING: COGNITIVE PATHS FOR THE ANALYSIS OF AN ELEVATED RAILWAY STATION IN ITALY .....	289
<i>Caterina Palestini, Giovanni Rasetti, Lorenzo Pellegrini</i>	
3D REPOSITORY FOR THE ENHANCEMENT OF THE CULTURAL ROUTE OF JAIME I IN VALENCIA .....	299
<i>Francesca Picchio, Luis Cortés Meseguer, María Concepción López González, Jorge García Valldecabres, Alberto Pettineo, Anna dell'Amico, Fu Hangjun, Francesca Galasso</i>	
STUDIES ON CARTOGRAPHY AND SPATIAL INFORMATION SYSTEMS AS KNOWLEDGE RESOURCES NEEDED IN BUILDING AND ARCHITECTURE DEGREES .....	310
<i>Miguel Redondo Redondo, José María Guerrero Vega</i>	
DIGITAL SURVEY TECHNOLOGIES IMPLEMENTED IN VIRTUAL REALITY: MONASTERY OF SAN JERÓNIMO DE BUENAVISTA IN SEVILLE .....	320
<i>Fernando Rico Delgado, Pablo Díaz Cañete, M. Rosario Chaza Chimeno, Jorge Veiga Castro</i>	
METHODOLOGIES FOR THE COMPREHENSIVE GRAPHIC SURVEY OF CASTLES LOCATED IN COMPLEX SITES .....	330
<i>Pablo Rodríguez-Navarro, Teresa Gil-Piqueras, Alba Soler Estrela</i>	
COMPUTATIONAL METODOLOGIES FOR THE ARCHITECTURAL SURVEY OF THE HERITAGE .....	339
<i>Andrea Ruggieri</i>	
SURVEY AND REPRESENTATION OF FUNERARY ARCHITECTURES: THE EVANGELICAL CLOISTER IN THE CHARTERHOUSE OF BOLOGNA .....	352
<i>Michele Russo, Paolo Fregomeni, Sergio Cariani</i>	
INTERACTIVE VIRTUAL ENVIRONMENTS: FROM MODELLING TO ARCHITECTURAL EXPLORATION .....	362
<i>Anna Sanseverino, Carla Ferreyra, Victoria Ferraris</i>	
THE URBAN AND ARCHITECTURAL RENEWAL OF GUADALAJARA FIRST THIRD OF THE 20TH CENTURY .....	374
<i>Antonio Miguel Trallero Sanz, Antonio Miguel Trallero Arroyo</i>	
POPULAR EDUCATION IN ITALY THROUGH THE ILLUSTRATED PRESS OF THE EARLY 19th CENTURY .....	387
<i>Pasquale Tunzi</i>	
VIRTUAL REALITY: OPPORTUNITIES FOR IMPLEMENTATION IN THE AREA OF GRAPHIC EXPRESSION .....	397
<i>M. Mercedes Valiente López, Manuel Álvarez Dorado, Alicia Zaragoza Benzal, Carolina Piña Ramírez, Alejandra Vidales Barriguete</i>	
BUILDING INFORMATION MODELING FOR PRECAST CONCRETE COMPONENTS IN DEVELOPED NATIONS .....	406
<i>M. Mercedes Valiente López, Amirhossein Javaherikhah</i>	

## REPOSITORIO 3D PARA LA PUESTA EN VALOR DE LA RUTA CULTURAL DE JAIME I EN VALENCIA

### 3D REPOSITORY FOR THE ENHANCEMENT OF THE CULTURAL ROUTE OF JAIME I IN VALENCIA

Francesca Picchio <sup>ae</sup>, Luis Cortés Meseguer <sup>bf</sup>, María Concepción López González <sup>cg</sup>,  
Jorge García Valldecabres <sup>ch</sup>, Alberto Pettineo <sup>di</sup>, Anna dell'Amico <sup>aj</sup>,  
Fu Hangjun <sup>ak</sup>, Francesca Galasso <sup>al</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Pavia. DICAr, Pavia, Italy

<sup>b</sup> Universitat Politècnica de València. CITE, Valencia, Spain

<sup>c</sup> Universitat Politècnica de València. PEGASO, Valencia, Spain

<sup>d</sup> Universidad de Florencia, Florence, Italy

<sup>e</sup> francesca.picchio@unipv.it, <sup>f</sup> luicorme@upv.es, <sup>g</sup> mlopezg@ega.upv.es,

<sup>h</sup> jgvallde@ega.upv.es, <sup>i</sup> alberto.pettineo@unifi.it, <sup>j</sup> anna.dellamico@unipv.it,

<sup>k</sup> hangjun.fu@unipv.it, <sup>l</sup> francesca.galasso@unipv.it

**How to cite:** Francesca, P.; Cortés Meseguer, L.; López González, M. C.; García Valldecabres, J.; Pettineo, A.; dell'Amico, A.; Hangjun, F.; Galasso, F. (2024). *3d repository for the enhancement of the cultural route of Jaime I in Valencia*. In *Pensar dibujando*. Proceedings of XVI International Conference of the Asociación de Profesores de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación APEGA 2023. Cuenca, September 28, 29 and 30, 2023. pp. 299-309. <https://doi.org/10.4995/APEGA2023.2023.19058>

### Resumen

En el contexto del proyecto H2020-PROMETHEUS, dedicado a la ruta cultural de Jaime I en Valencia, se están logrando avances significativos que se presentan en este informe. Este proyecto, en consonancia con los Itinerarios Culturales Europeos promovidos por el Consejo de Europa, tiene como objetivo crear un sistema de información patrimonial en 3D que sea escalable y replicable tanto en la región valenciana como en otras rutas culturales europeas. Las actividades realizadas hasta ahora han facilitado una colaboración interdisciplinaria entre empresas y académicos de la Universidad de Pavia y la Universidad Politècnica de Valencia, enfocándose en la digitalización y representación del patrimonio. Esta sinergia ha permitido combinar metodologías avanzadas de levantamiento digital con el conocimiento profundo de las técnicas de construcción de los monumentos históricos de la ruta. Uno de los componentes clave del proyecto ha sido el análisis y la descripción de los elementos histórico-arquitectónicos de diversos monumentos asociados con la conquista valenciana por parte de la Corona de Aragón. La integración de bases de datos tridimensionales y la información recopilada en campo se ha consolidado en una plataforma digital innovadora, que facilita una comprensión detallada de los monumentos y su contexto histórico-cultural. Esta plataforma no solo es vital para la gestión y preservación del patrimonio arquitectónico, sino que también juega un papel esencial en la promoción y valorización del itinerario cultural de Jaime I.

**Palabras clave:** Jaime I, ruta cultural, 3D base de datos, levantamiento digital.

### Abstract

In the context of the H2020-PROMETHEUS project, dedicated to the cultural route of James I in Valencia, significant advancements are being achieved and presented in this report. This project, in alignment with the European Cultural Routes promoted by the Council of Europe,

aims to create a 3D heritage information system that is scalable and replicable both in the Valencian region and other European cultural routes. The activities carried out so far have facilitated an interdisciplinary collaboration between companies and academics from the University of Pavia and the Polytechnic University of Valencia, focusing on the digitization and representation of heritage. This synergy has enabled the combination of advanced digital surveying methodologies with deep knowledge of the construction techniques of the historical monuments along the route. One of the key components of the project has been the analysis and description of the historical and architectural elements of various monuments associated with the Valencian conquest by the Crown of Aragon. The integration of three-dimensional databases and field-collected information has been consolidated into an innovative digital platform, which facilitates a detailed understanding of the monuments and their historical-cultural context. This platform is not only vital for the management and preservation of architectural heritage but also plays an essential role in promoting and enhancing the cultural route of James I.

**Keywords:** James I, cultural route, 3D database, digital survey.

## 1. Conservación y Valorización de Itinerarios Culturales: Perspectivas Actuales

La consideración contemporánea de los Itinerarios Culturales como sistemas entrelazados de herencia histórica y arquitectónica en territorios específicos requiere un análisis profundo de las relaciones entre los sitios involucrados. Esta perspectiva está respaldada por nuevos enfoques teóricos en Europa, que buscan identificar un patrimonio cultural compartido y establecer directrices específicas para la intervención [1]. Se ha puesto énfasis en la necesidad de proteger estas rutas mediante el desarrollo de métodos de análisis que describan y salvaguarden las conexiones materiales e inmateriales entre los diversos contextos culturales [2]. Además, se ha reconocido la importancia de establecer operaciones continuas para monitorear la integridad del patrimonio construido [3].

Sin embargo, la dinámica naturaleza de estas rutas, definidas por la interacción de elementos históricos y culturales, plantea desafíos significativos [4, 5]. A lo largo del tiempo, los sitios pueden experimentar cambios sustanciales que amenazan con erosionar su identidad cultural y socavar el valor global del itinerario cultural en su conjunto [6, 7]. Para abordar estos desafíos, se requiere una documentación exhaustiva de los itinerarios culturales, que no solo identifique y reclame los valores históricos y arquitectónicos de cada sitio, sino que también promueva la preservación y el reconocimiento de estos valores a nivel turístico y cultural [8].

La evolución de protocolos de intervención está en marcha, moviéndose de métodos estáticos hacia enfoques más dinámicos. Esta transición metodológica es esencial para la creación de archivos digitales dinámicos y para la comunicación efectiva de los valores materiales e inmateriales de los itinerarios culturales.

La integración de tecnologías avanzadas y metodologías de levantamiento ha permitido la creación de bases de datos digitales detalladas que ofrecen representaciones gráficas precisas del patrimonio cultural [9]. Estos recursos, al contener una variedad de información, desde detalles arquitectónicos hasta datos históricos y culturales, ofrecen una comprensión completa de los itinerarios culturales en estudio. La consolidación de la información recopilada en bases de datos complejas transforma el enfoque de una simple descripción de artefactos a un sistema integral de productos digitales que cuentan la historia de los itinerarios culturales [10, 11].

En última instancia, para gestionar eficazmente esta vasta cantidad de información, es necesario desarrollar sistemas que faciliten la interpretación y comprensión de las características técnicas e histórico-culturales de los itinerarios [12]. Mediante el análisis de estas características, se pueden diseñar estrategias de intervención que aseguren la preservación y promoción continua de estos patrimonios culturales.

## 2. La Ruta de Jaime I y su Impacto en el Patrimonio Arquitectónico

A lo largo de las eras, las fronteras han sido testigos de la gestación de identidades únicas, tanto en su aspecto cultural como geográfico. Estas regiones han dado vida a estilos arquitectónicos distintivos, que destacan tanto dentro como fuera de sus confines. La amalgama de técnicas constructivas presentes en estos territorios se entretreje con nuevas tendencias arquitectónicas, generando así un panorama en constante evolución.

Un caso paradigmático es la ruta cultural vinculada a Jaime I en España, que atraviesa los enclaves ligados a la Reconquista cristiana del año 1238, ahora asentados en las provincias de Valencia, Castellón y Alicante. Para comprender plenamente la esencia de estos territorios y su legado arquitectónico, compuesto por castillos, palacios y edificaciones religiosas erigidas a lo largo de ocho siglos de dominio cristiano, resulta esencial explorar el impacto de Jaime I de Aragón [13]. Este influyente monarca dejó una marca indeleble al imponer su autoridad y sus leyes en las tierras que más tarde conformarían el Reino de Valencia.

Aunque carezcamos de una fuente oficial que detalle el itinerario exacto de Jaime I, un programa enmarcado dentro de la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana [14] se ha propuesto fomentar el turismo cultural al recrear la ruta seguida por el monarca aragonés durante la Reconquista. Este programa se sustenta en la reconstrucción histórica y geográfica del recorrido, basada en los relatos recopilados en las Crónicas de Jaime I, una obra que enlaza 112 puntos entre Aragón y Murcia (Fig.1).

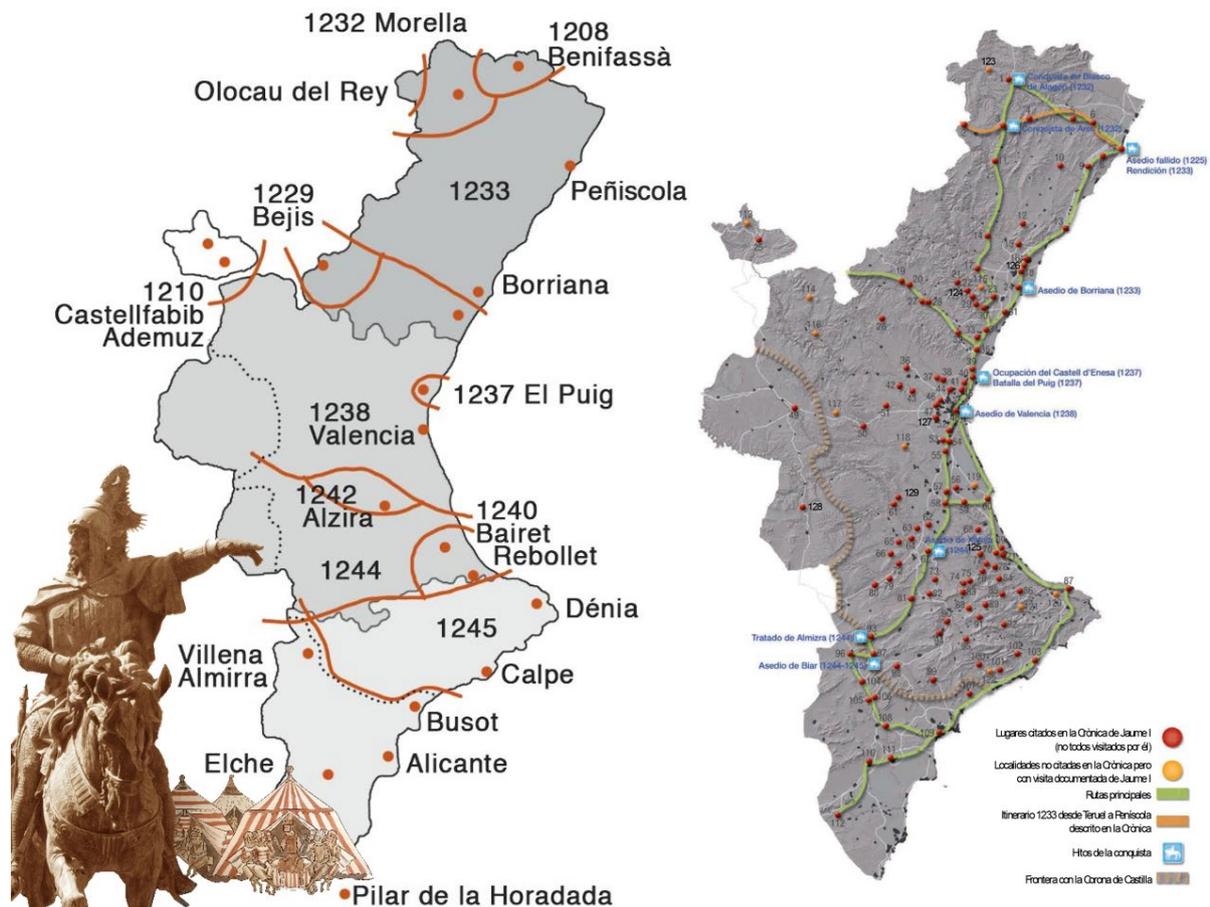


Fig. 1. Lugares interesados por la ruta de Jaime I. (Elaboración de los autores)

Para apoyar esta ruta, el proyecto europeo H2020 PROMETHEUS [15] ha lanzado iniciativas de documentación destinadas a comprender y preservar el patrimonio asociado a Jaime I. Se han utilizado herramientas digitales y metodologías de relevamiento, bases de datos y archivos digitales para documentar diversos monumentos a lo largo de la ruta. La selección de los

edificios destinados al análisis e inclusión en el proyecto (fig.2) se ha basado en dos criterios principales: su relevancia histórica, geográfica y arquitectónica para la ruta, y la viabilidad del método de documentación en un extenso territorio. Además, muchos de estos monumentos han experimentado transformaciones notables a lo largo del tiempo, lo que ha llevado a su deterioro gradual, abandono e incluso ruina. La documentación existente se encuentra dispersa en archivos, dificultando su acceso y consulta.

El esfuerzo por realizar esta ruta cultural implica la identificación y digitalización de ciertos monumentos, lo que permitirá no solo actualizar la documentación existente, sino también realizar nuevas investigaciones sobre su evolución y su interacción con el entorno.

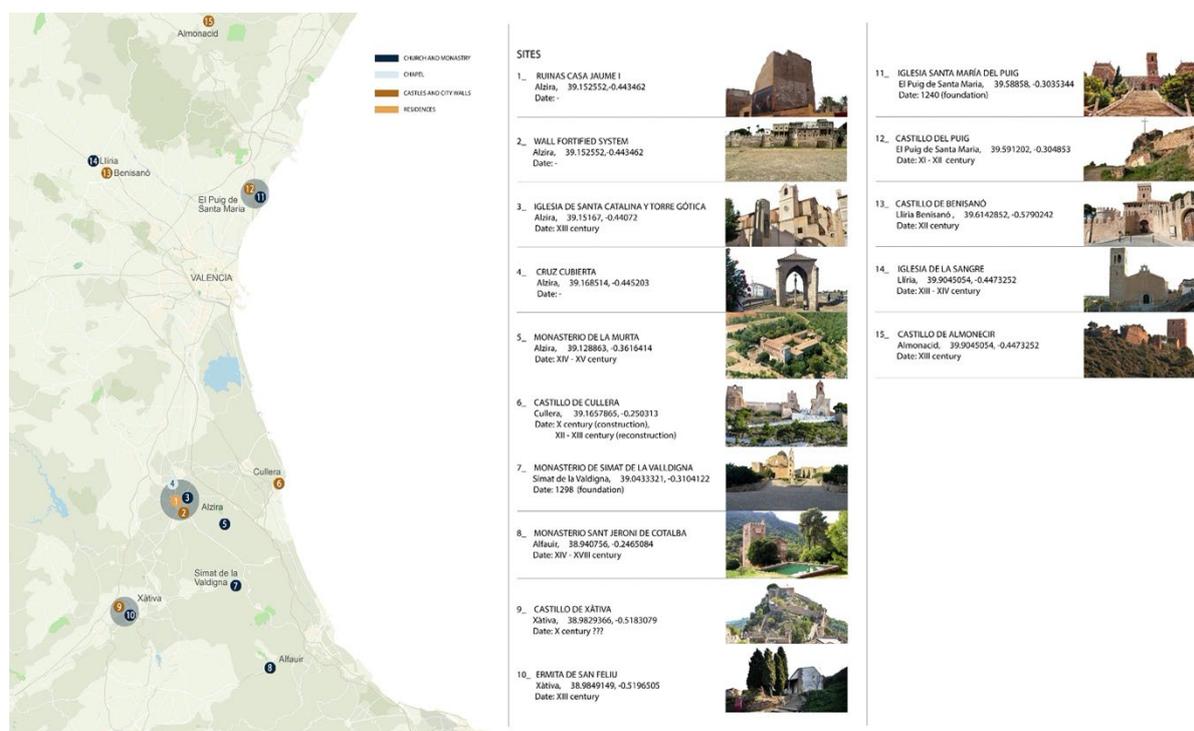


Fig. 2. Lugares de interés estudiados en el proyecto Prometheus H2020. (Elaboración de los autores)



Fig. 3. Técnicas de adquisición digital integrada para los monumentos a lo largo de la ruta (Elaboración de los autores).

### 3. Digitalización Integral del Patrimonio: Estrategias y Metodologías

Para desarrollar métodos uniformes en la creación de modelos tridimensionales del patrimonio arquitectónico, se llevó a cabo un estudio en la ruta valenciana que

exploró técnicas de documentación rápida (fig. 3). Este estudio incluyó pruebas en varios conjuntos monumentales seleccionados durante la primera campaña de levantamiento. Las técnicas utilizadas combinaron herramientas de captura de imágenes y medición de distancias [16], permitiendo así la construcción de bases de datos tridimensionales a distintas escalas, abarcando desde estructuras individuales hasta amplias áreas geográficas [17].

La experiencia adquirida previamente en la región del Alto Kama en Rusia [18, 19] fue fundamental para establecer normas precisas para la adquisición rápida de datos, ajustando las técnicas a las características específicas de cada lugar. Se experimentó con fotogrametría, tanto a corta distancia como mediante drones, para crear modelos 3D detallados de cada monumento (fig. 4).

El uso de drones fue esencial para recopilar datos en zonas inaccesibles y proporcionar una cobertura uniforme de los sitios estudiados, integrando varias bases de datos con coordenadas GPS georreferenciadas. Uno de los objetivos principales de esta investigación fue demostrar que, utilizando un modelo fotogramétrico como base, se podían lograr dos propósitos: crear una herramienta efectiva para interpretar las fases históricas de los monumentos y desarrollar modelos semánticos para la digitalización y gestión de datos en plataformas interactivas.

Se emplearon escáneres láser móviles y terrestres para asegurar la precisión métrica y geométrica de los modelos, obteniendo un nivel de detalle superior en áreas específicas. Además, se utilizaron sistemas móviles (Fig. 5) para documentar rápidamente interiores de edificios y zonas que no eran accesibles para los drones, como áreas con vegetación densa o con restricciones de vuelo.

La fotogrametría de corto alcance se utilizó para complementar la documentación, enfocándose en superficies con texturas complejas o en mal estado de conservación que necesitaban un modelo SfM texturizado para una mejor descripción (fig. 6).

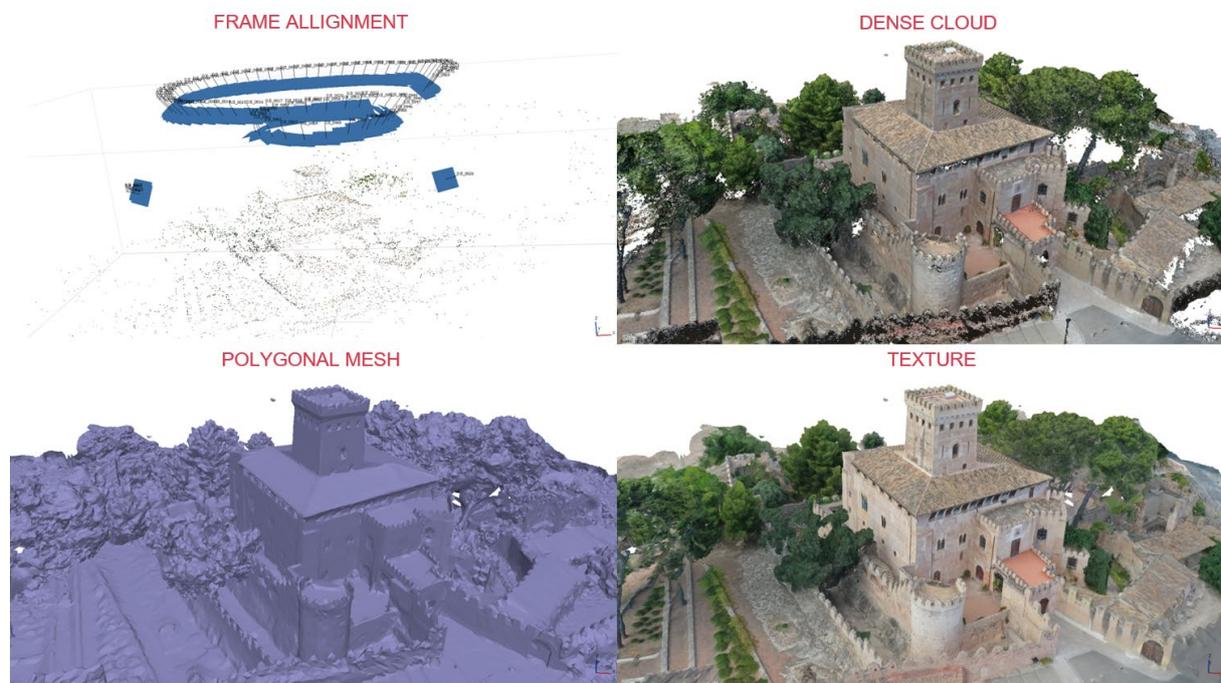


Fig. 4. Elaboración del modelo fotogramétrico 3D del castillo de Benissanó. (Elaboración de los autores)

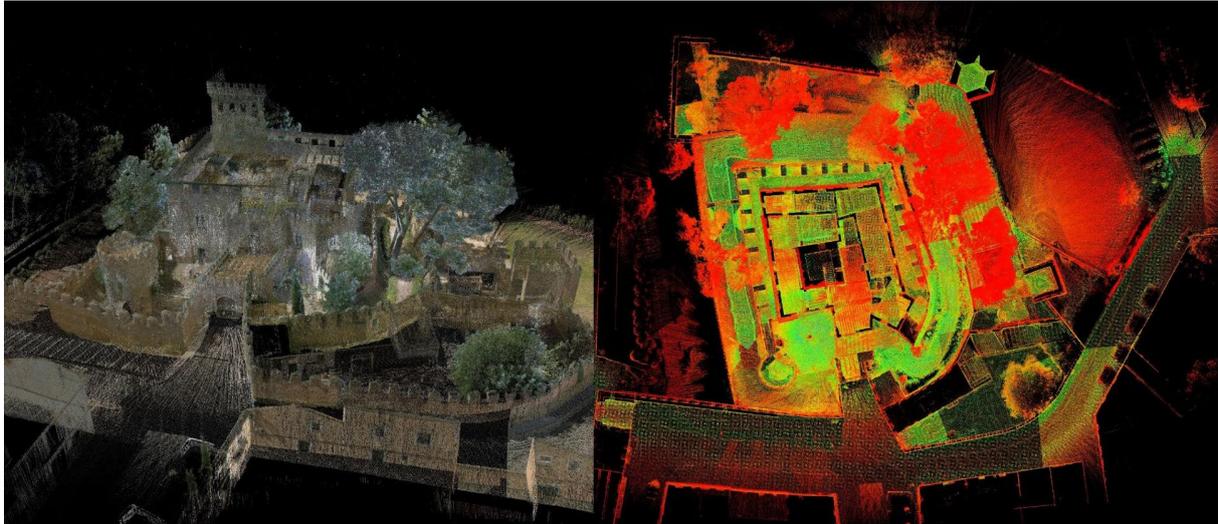


Fig. 5. Integración entre nube de puntos obtenida por BLK2GO y nube de puntos obtenida por fotogrametría con dron en el Castillo de Benissanó (Valencia). (Elaboración de los autores)

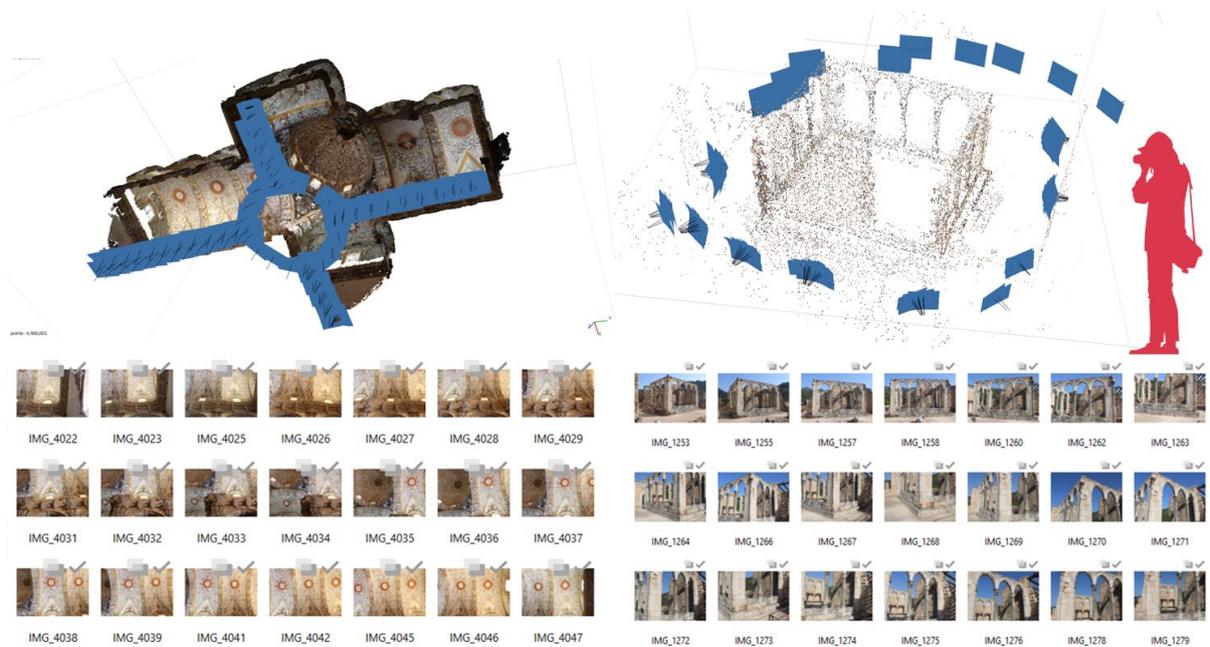


Fig. 6. Fotogrametría realizada en el Monasterio de Simat de la Valligna. (Elaboración de los autores)

Este enfoque permitió capturar diversas configuraciones espaciales y morfológicas a lo largo de la ruta de Jaime I, combinando precisión con una rápida adquisición de datos en el terreno. La base de datos 3D georeferenciada sirve como la principal plataforma para integrar y analizar los datos, permitiendo comparar objetos reales con sus representaciones digitales (fig. 7,8) [20]. Sin embargo, el exceso de información puede dificultar la interpretación de los datos, haciendo que el mensaje esencial y el conocimiento transmitido se pierdan si no se gestionan adecuadamente.

Desde esta perspectiva, los modelos fotogramétricos 3D son fundamentales para sintetizar información: aunque tienen un nivel de detalle menor que los modelos basados en nubes de puntos de escáner láser, ofrecen una representación efectiva que facilita una interpretación rápida e integral de diversos tipos de información [21]. No obstante, existe el riesgo de que esta simplificación excesiva de las formas y

geometrías del modelo digital disminuya su capacidad para representar fielmente el objeto real y soportar los datos asociados.

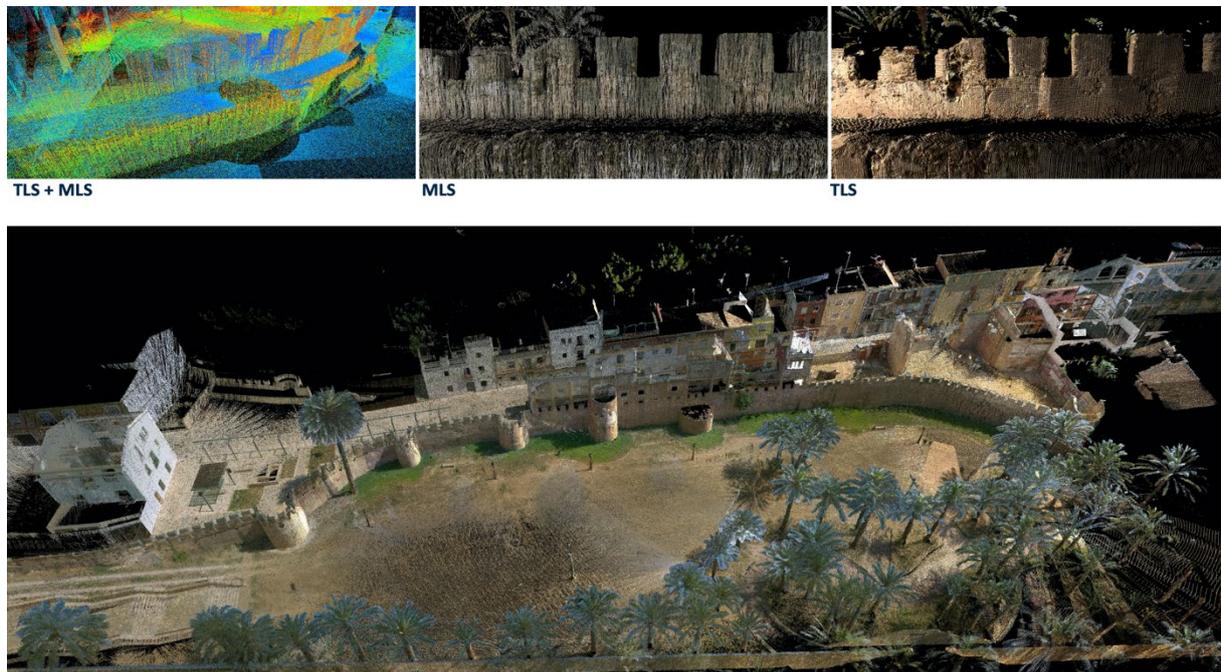


Fig. 7. Integración de de datos laser scanner en las murallas de Alzira y la Casa de Jaime I. (Elaboración de los autores)

Es crucial mantener una coherencia entre la realidad y su representación digital [22, 23]. El levantamiento debe proporcionar una base morfométrica sólida para modelar el entorno construido, y el modelo, como contenedor de la información recopilada, debe reflejar la complejidad de estos datos, permitiendo una organización adecuada de la información [24]. Por lo tanto, es esencial semantizar el modelo, estableciendo relaciones claras entre la información (contenido) y el modelo (contenedor) en diferentes niveles de interpretación: territorial, arquitectónico y de detalle.

#### 4. Resultados y Conclusiones

Los modelos semantizados sirven como una representación gráfica clave, que reúne y organiza una amplia gama de información, incluyendo datos históricos, geográficos y tecnológicos, relacionados con cada caso de estudio de la ruta. La segmentación de la base de datos 3D, a través de nubes de puntos o modelos mallados, constituye una estructura organizativa crucial para archivar y analizar esta información.

Este proceso surge de la necesidad de transformar los elementos físicos en equivalentes digitales, creando bases de datos autónomas, completas y accesibles [25]. La obligación de publicar los resultados de la investigación en plataformas de acceso abierto promueve el intercambio de información y fomenta un conocimiento más profundo del territorio.

Para facilitar el acceso a esta información, se desarrollará un sistema de información basado en aplicaciones web. Estas aplicaciones conectarán modelos tridimensionales optimizados para la web, desarrollados con software como BIM, Nurbs y Mesh, con modelos multimedia y material iconográfico [26]. Los elementos arquitectónicos de los itinerarios culturales, diferenciados por su tipología, ubicación territorial y evolución histórica, formarán bases de datos independientes. Al

integrarlas en una única plataforma, se pueden resaltar aspectos y valores que de otra manera serían difíciles de interpretar (fig.9) [27, 28].

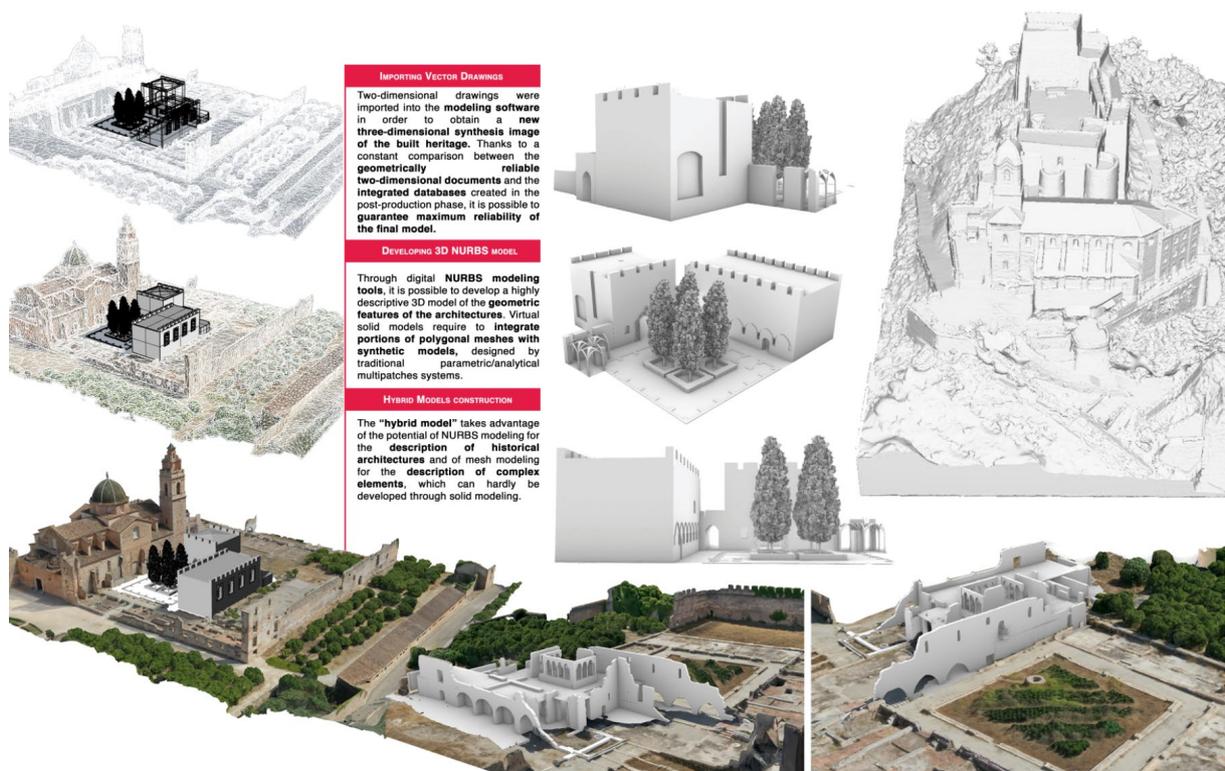


Fig. 8. Integración de modelos Nubs y Mesh por el Monasterio de Simat de la Valligna. A la derecha la maqueta 3D de el Castillo de Cullera. (Elaboración de los autores)

Al ser semantizados, estos modelos se convierten en auténticas maravillas digitales, conteniendo diversas configuraciones del objeto: desde las fases históricas reconstruidas hasta la información tipológica y constructiva, así como los aspectos materiales e inmateriales de cada parte del modelo. Este enfoque transforma la metodología de levantamiento y los valores patrimoniales, orientándolos hacia la relación entre los usuarios y el recorrido cultural. La digitalización del itinerario y la interacción con contenido enriquecido llevan la experiencia al ámbito virtual, haciendo más inclusiva la visita itinerante [29].

La accesibilidad virtual de la ruta podría aumentar el número de usuarios informados, sensibilizando sobre el valor de estos itinerarios. Esto podría contribuir a la protección de los sitios, promovidos a áreas 'protegidas', y ser vistos como conjuntos arquitectónicos y paisajísticos dentro de itinerarios culturales específicos [30]. En última instancia, la documentación y digitalización de estos itinerarios apoya el desarrollo del paisaje y la conservación del patrimonio histórico-arquitectónico, promoviendo la herencia cultural en el contexto europeo.

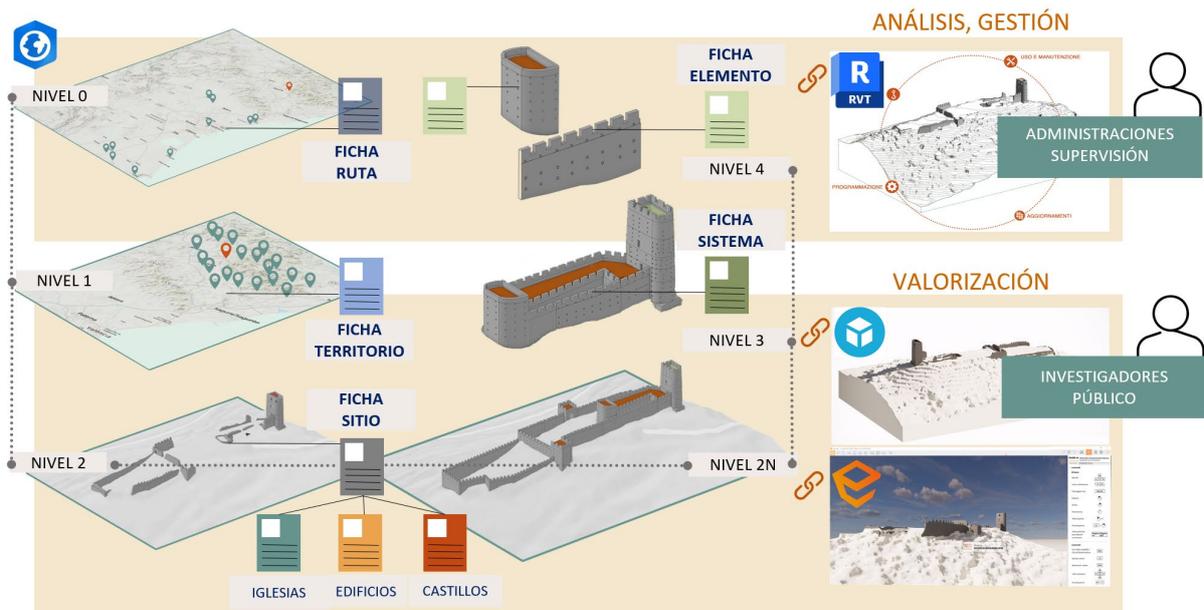


Fig. 9. Desarrollo del sistema de informativo de la ruta de Jaime I. (Elaboración de los autores)

## Citas y Referencias bibliográficas

- [1] Oikonomopoulou, E., Delegou, E., Sayas, J., Moropoulou, A. (2017). An innovative approach to the protection of cultural heritage: The case of cultural routes in Chios Island, Greece, *Journal of Archaeological Science: Reports*, Volume 14, 2017, 742-757, ISSN 2352- 409X, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.09.006>
- [2] Zhou, L., (2005). Cultural routes and the network construction of the World Cultural Heritage Conservation. *Proceedings of the ICOMOS 15th General Assembly and Scientific Symposium "Monuments and Sites in their Setting-Conserving Cultural Heritage in Changing Townscapes and Landscapes "*, Section IV: Cultural Routes: The Challenges of Linear Settings for Monuments and Sites, Xi'an, China, 17-21.
- [3] Kioussi, A., Labropoulos, K., Karoglou, M., Moropoulou, A., Zarnic, R., (2011). Recommendations and strategies for the establishment of a guideline for monument documentation harmonized with existing European standards and codes. *Journal Geoinformatics FCE CTU*, 6 (2011), pp. 178-184.
- [4] Logan, W. (2012). Cultural diversity, cultural heritage and human rights: towards heritage management as human rights-based cultural practice. *International Journal of Heritage Studies*, 18 (3), pp. 231-244.
- [5] Parrinello, S., Picchio F., (2023). Digital Strategies to Enhance Cultural Heritage Routes: From Integrated Survey to Digital Twins of Different European Architectural Scenarios *Drones* 7, no. 9: 576.
- [6] Berti, E. (2013). Cultural routes of the Council of Europe: new paradigms for the territorial project and landscape. *Almatourism-Journal of Tourism, Culture and Territorial Development*, 4(7), 1-12.
- [7] Parrinello, S., Dell'Amico, A., (2019). Experience of Documentation for the Accessibility of Widespread Cultural Heritage, 2 (2019), pp. 1032-1044.
- [8] Parrinello, S. (2023). Documentare una rotta culturale tra procedure di rappresentazione e di materializzazione del paesaggio. *DISÉGNO-OPEN ACCESS*, 1806-1823.
- [9] Balletti, C., & Ballarin, M. (2019). An Application of Integrated 3D Technologies for Replicas in Cultural Heritage. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2019(8), 285. doi:10.3390/ijgi8060285

- [10] Parinello, S. (2023). Chapter Documentare una rotta culturale tra procedure di rappresentazione e di materializzazione del paesaggio. In *Transizioni = Transitions*. FrancoAngeli.
- [11] Oppio, A., & Dell'Ovo, M. (2021). Cultural Heritage Preservation and Territorial Attractiveness: A Spatial Multidimensional Evaluation Approach. In P. Pileri & R. Moscarelli (Eds.), *Cycling & Walking for Regional Development. Research for Development* (pp. 105–125). Springer.
- [12] Soler, F., Torres, J. C., Leon, A. J., & Luz. (2013). Design of cultural heritage information systems based on information layers. *ACM Journal of Computing and Cultural Heritage*, 6(4), 1-17.
- [13] Darwin Swift, F. (2012). *Vida y época de Jaime I el Conquistador*, Institucion Fernando el Catolico, Zaragoza.
- [14] <https://politicaterritorial.gva.es/va/>
- [15] PROMETHEUS "PROtocols for information Models librariEs Tested on HERitage of Upper Kama Sites" - Horizon 2020 Marie Skłodowska-Curie Actions, Research and Innovation Staff Exchange (RISE), Proposal number: 821870.
- [16] Remondino, F.; Georgopoulos, A.; Gonzalez-Aguilera, D.; Agrafiotis, P., (2018). *Latest Developments in Reality-Based 3D Surveying and Modelling*, 1st ed.; MDPI AG Publisher: Basel, Switzerland; ISBN 978-3-03842-685-1
- [17] La Placa, S., Doria, E. (2022). Reliability of DTMs obtained with mobile fast surveys techniques. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLVI-2/W1-2022. 299– 306.
- [18] Parinello, S., Cioli, F. (2018). Un progetto di recupero per il complesso monumentale di Usolye nella regione della Kama Superiore. *Restauro Archeologico*, 92-111.
- [19] Parinello, S., De Marco, R., (2019). Integration and modelling of 3D data as strategy for structural diagnosis in endangered sites. The study case of Church of the Annunciation in Pokcha (Russia), *Proceedings of the 2019 IMEKO TC-4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage (2019 MetroArchaeo)*, Florence, Italy.
- [20] Croce, V.; Caroti, G.; Piemonte, A.; Bevilacqua, M.G., 2019, *Geomatics for Cultural Heritage conservation: Integrated survey and 3D modeling*. In *Proceedings of the IMEKO TC4 International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage, MetroArchaeo, Florence, Italy, 4–6 December 2019*
- [21] Parinello, S., Porcheddu, G. (2023). Documentation Procedures for Rescue Archaeology Through Information Systems and 3D Databases. In *Beyond Digital Representation: Advanced Experiences in AR and AI for Cultural Heritage and Innovative Design* (pp. 761-778). Cham: Springer Nature Switzerland.
- [22] Peinado-Santana, S., Hernández-Lamas, P., Bernabéu-Larena, J., Cabau-Anchuelo, B., & Martín-Caro, J. A. (2021). Public works heritage 3D model digitisation, optimisation and dissemination with free and open-source software and platforms and low-cost tools. *Sustainability*, 13(23), 13020.
- [23] Parinello, S., De Marco, R. (2021). Digital surveying and 3D modelling structural shape pipelines for instability monitoring in historical buildings: a strategy of versatile mesh models for ruined and endangered heritage. *Acta IMEKO*, 10(1), 84-97.
- [24] Fosu, R.; Suprabhas, K.; Rathore, Z.; Cory, C. (2015). Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS)—A literature review and future needs. In *Proceedings of the 32nd CIB W78 Conference, Eindhoven, The Netherlands, 27–29 October 2015*.
- [25] Parinello, S. (2022). Modelli informativi della città per la gestione delle trasformazioni urbane/City information models for the management of urban transformation. *DISEGNO, RILIEVO E PROGETTAZIONE*, 23-35.

- [26] Martín-Gutiérrez J, Mora CE, Añorbe-Díaz B, González-Marrero A, (2017). Virtual technologies trends in education. *EURASIA J Math Sci Technol Educ* 13(2):469–486
- [27] Parrinello, S., Pettineo, A. (2024). Traditional Architectures Along the Cultural Route of James I of Aragon in the Province of Valencia: Leveraging Laser Scanning and BIM for Heritage Management. *Materials Research Proceedings*, 40.
- [28] Parrinello, S., Porcheddu, G. (2022). Sistemi informativi dinamici a supporto della documentazione archeologica per interventi in emergenza. *Restauro Archeologico*, 30(2), 48-65.
- [29] Maltomini, F., Parrinello, S. (2023). *Arsinoe 3D: Riscoperta di una città perduta dell'Egitto greco-romano*. Firenze University Press.
- [30] Parrinello, S., & De Marco, R. (2022). Experiences of digital survey data applied for the involvement of societal smart-users in cultural heritage awareness. In *Handbook of Research on Implementing Digital Reality and Interactive Technologies to Achieve Society 5.0* (pp. 344-386). IGI Global.