

Normalización del registro digital del acopio geométrico en el gótico mediterráneo de Aragón.

Marta Quintilla Castán
Universidad de Zaragoza

RESUMEN*

Desde los primeros intentos de catalogación del patrimonio, ha habido una constante que se repite hasta hoy en relación con las necesidades de la producción de registros documentales y gráficos. Es requisito indispensable la elaboración de un método que organice el proceso de toma de datos y el tratamiento de la información, para asegurar el correcto almacenamiento y la accesibilidad a la información. Es, pues, fundamental la normalización y sistematización de la información procedente de las distintas fuentes.

A lo largo de las últimas décadas, se ha producido un gran avance en las técnicas de representación ligadas al desarrollo informático, esencial para en la forma de representar el patrimonio arquitectónico. Las actuales técnicas de adquisición de datos favorecen la obtención de una documentación exhaustiva de los edificios, que permite generar un modelo geométrico 3D sobre el que volcar la información proveniente de distintos técnicos, así como generar documentación gráfica detallada y precisa. Para que el modelo 3D sea una herramienta efectiva de cara al estudio de la intervención en el patrimonio de los diferentes actores durante todo el ciclo de vida del edificio, debe ser capaz de almacenar los distintos tipos de información en múltiples formatos y registrar así sus valores culturales.

Esta capacidad de generar información ha favorecido la evolución de los registros de patrimonio, al incorporar una documentación gráfica más completa y precisa en comparación con los tradicionales inventarios de arquitectura. Partiendo de estas premisas, este artículo va a plantear el desarrollo de una propuesta metodológica, con el fin de proporcionar una base normalizada para planificar y ejecutar el registro digital de la documentación gráfica del Patrimonio Gótico Mediterráneo en Aragón: en concreto a través del estudio del conjunto formado por el Ayuntamiento y la Lonja de Alcañiz.

Palabras clave: normalización, inventario, gótico mediterráneo, documentación geométrica.

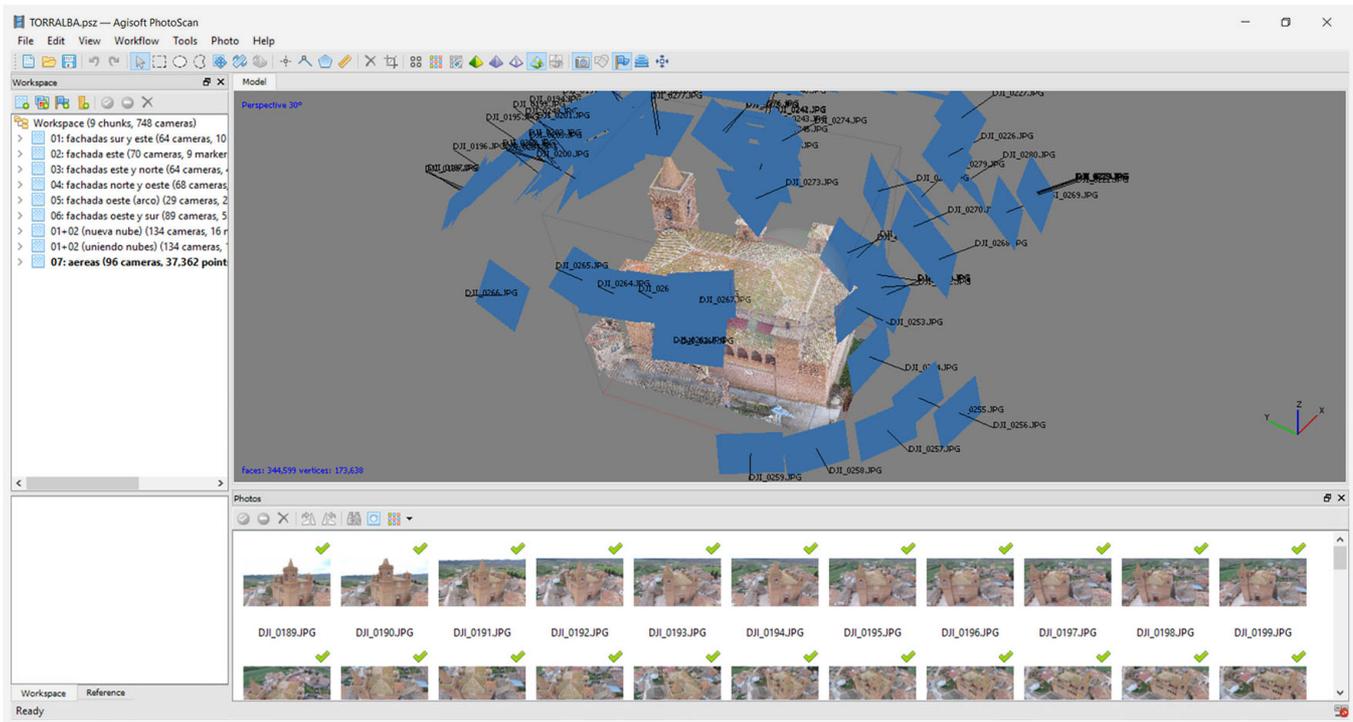
Introducción

La difusión del Patrimonio Cultural en las últimas décadas ha ido ligada al desarrollo de las herramientas informáticas utilizadas por los investigadores para la visualización y gestión de la información, influyendo en la metodología de trabajo, ya que permite generar, con gran precisión, una mayor documentación que debe ser almacenada y gestionada de un modo rápido, accesible, sencillo y sin pérdida de información. Al igual que en otros campos de la arquitectura, las últimas técnicas gráficas y de manipulación de la imagen, permiten plantearse una metodología de trabajo distinta a la actual en el campo patrimonial. Estos cambios implican a su vez una evolución en los productos obtenidos como resultado de la captura. Las técnicas de captura de información de datos volumétricos otorgan información geométrica y capacidad de medición del objeto a estudiar, además de exponer los distintos resultados, obtenidos tras la fase de adquisición, que permiten representar gráficamente el edificio. Para realizar un correcto procesado del modelo y ser posteriormente integrado en un Sistema de Información, la tecnología necesaria para implementar la base de datos o catálogo debe incluir la



[1] ESQUEMA PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO 3D COMPLETO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO.

* Véanse los resúmenes en italiano e inglés en la página 152.



toma en consideración de estándares relacionados con el patrimonio cultural, los sistemas de información geográfica y los sistemas de documentación, junto con uso de ontologías específicas relacionadas con el patrimonio arquitectónico. El resultado es un modelo que, bajo un soporte común de conocimiento, permite incluir y relacionar información referida a él [1].

2. Base tecnológica para la captura

Los modelos de información requieren unas características especiales para su uso por parte de los diferentes tipos de usuarios que intervienen en el patrimonio. Para obtener la información base con la que comenzar a trabajar, se utilizan técnicas de adquisición como la fotogrametría terrestre [2] o aérea de baja cota, y el escáner láser que implican la obtención de grandes volúmenes de datos en poco tiempo, con gran resolución y detalle. La elección de las distintas técnicas de captura se adapta a las condiciones del objeto a capturar, a los instrumentos que están al alcance y al tipo de documentación a obtener tras el procesamiento de la información, aunque parece razonable la utilización de técnicas mixtas. Las técnicas de adquisición han influido en el flujo de trabajo que ha de realizarse para llevar a cabo los levantamientos. Estos cambios implican a su vez una evolución en los resultados obtenidos, ya que deben administrar gran cantidad de datos que deben mostrarse de un modo eficaz, rápido, preciso y sin pérdida de información.

Tras la fase de adquisición, se obtienen nubes de puntos densas, que han de ser procesadas para optimizarse, reducir el ruido y mejorar la calidad. Mediante el tratamiento de las nubes de puntos se generan productos que se pueden utilizar como base para otros pasos de procesamiento como las mallas 3D, los Modelos Digitales del Terreno (DEM),

[2] IGLESIA DE SAN FÉLIX DE TORRALBA DE RIBOTA (ZARAGOZA), ESTILO GÓTICO MEDITERRÁNEO, MUDÉJAR ARAGONÉS. TOMA DE DATOS REALIZADA MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA. FUENTE: GRUPO GIA T37_17R.



ortoimágenes, dibujos técnicos, mapas de deformaciones o recursos multimedia y de realidad virtual [3].

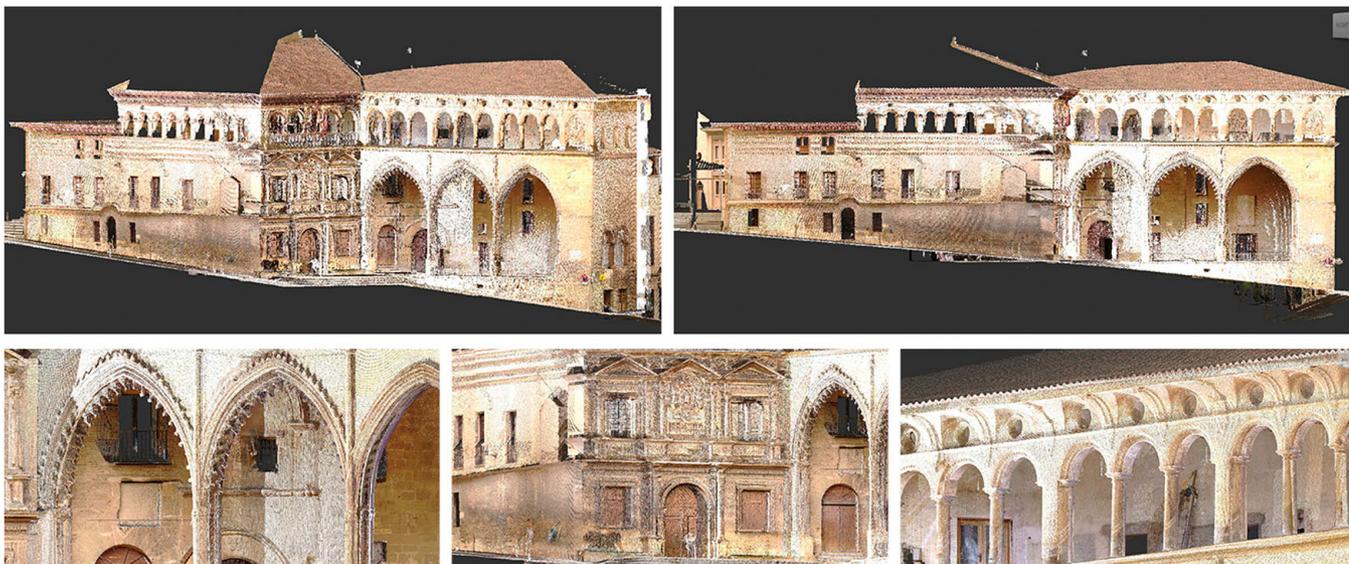
Cuando se trabaja con grandes volúmenes de información, es primordial crear una estructura capaz de mostrar los datos de un modo organizado y accesible para consulta. Para permitir la interoperabilidad entre las bases de datos, existen una serie de normas internacionales relacionadas con el ámbito de la representación del patrimonio cultural que permiten la vinculación de vocabularios específicos y que se deben considerar para la realización del modelo 3D y su posterior difusión, como el conocido como: “Core Data Index to Historic Buildings and Monuments of the Architectural Heritage”, un estándar elaborado por el Consejo de Europa y el Getty Information Institute, en 1992, con el fin de facilitar la documentación y estandarización de monumentos arquitectónicos.

Asimismo, la dificultad de integración de esquemas para asociar información complementaria entre varios sistemas se puede solventar gracias a la utilización de ontologías formales (Doerr 2009). Las ontologías desempeñan un papel fundamental en las tecnologías de la información, como estructura clave tanto para la interoperabilidad de las bases de datos como para la recuperación de la información (Laurini 2015). La principal ontología utilizada para la gestión de la documentación del patrimonio cultural es CIDOC-CRM: “CIDOC Conceptual Reference Model”, desarrollado por el CIDOC Documentation Standards Working Group, que es compatible con otros vocabularios como el Tesoro de Arte y Arquitectura (AAT) elaborado por el Getty Institute.

Una vez establecidos los estándares y normas, para una administración eficiente de la información almacenada en modelos 3D hay que tener en consideración métodos de segmentación y clasificación mediante la estructuración de relaciones jerárquicas y el enriquecimiento semántico.

El proceso de segmentación se realiza agrupando datos con propiedades similares, asociadas a regiones del modelo [4]. Existen múltiples procedimientos para realizar la labor de segmentación de las

[3] DISTINTOS TIPOS DE PRODUCTOS GENERADOS TRAS LA OBTENCIÓN DE LA NUBE DE PUNTOS. EJEMPLO DE MODELO DE NUBE DE PUNTOS, MALLA Y TEXTURIZADO DE LA TORRE GÓTICA DE ALCAÑIZ (TERUEL). FUENTE: GRUPO GIA T37_17R.



nubes de puntos. Los más comunes se desarrollan a través del proceso de segmentación de bordes, regiones, descomposición del modelo en formas primitivas (Grilli y Remondino 2019). Sin embargo, para modelos complejos es necesario recurrir a métodos como Machine Learning y Deep Learning, que además de segmentar el modelo también lo clasifican (Grilli, Özdemir y Remondino 2019).

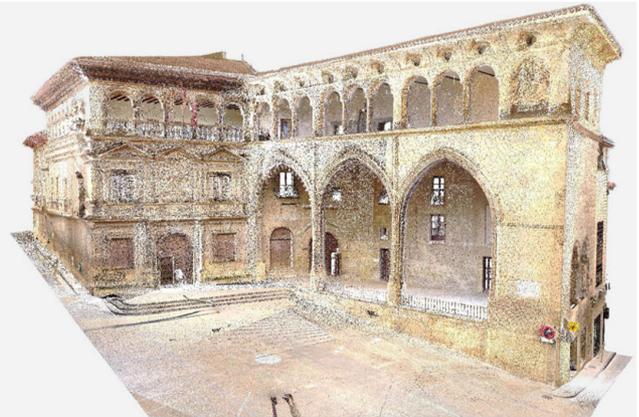
Una vez realizado el proceso de segmentación, el siguiente paso es la clasificación de las diferentes partes en que se ha dividido el modelo 3D. La clasificación consiste en cuatro pasos: definición de una ontología, asignación de clases, cálculo de características, entrenamiento de modelos y predicción. El objetivo final es obtener un modelo segmentado y rico en clases y propiedades que permita capturar cada grado de granularidad requerido para la descripción de modelos 3D, para su posterior enriquecimiento con anotaciones (Quattrini, Pierdica y Morbidoni 2017). Para poder cumplir este objetivo, es necesario enlazar la información entre el modelo geométrico y la información complementaria asociada a él, para a continuación poder ser analizada (Ponchio et al. 2019). El procedimiento conlleva una doble acción: la selección de una ubicación-región sobre la superficie del modelo 3D y la definición de un vínculo entre el elemento espacial y los datos estructurados o no estructurados.

La utilización del proceso de anotación como medio de inclusión de información complementaria al modelo 3D, ofrece numerosas ventajas como es la gestión de múltiples capas temáticas de información sobre el modelo, que se superponen propiciando la organización y la no duplicidad de datos. A su vez, se posibilita la representación de diferentes estados temporales bajo un mismo modelo, el análisis cruzado de información y una organización semántica basada en el uso de ontologías como mecanismo de gestión de la información de manera unívoca [5].

3. Metodologías para la reconstrucción virtual del patrimonio

Existen diferentes propuestas metodológicas para llevar a cabo el registro del patrimonio mediante el empleo de modelos complejos 3D. El objetivo es la gestión de información heterogénea almacenada bajo un soporte

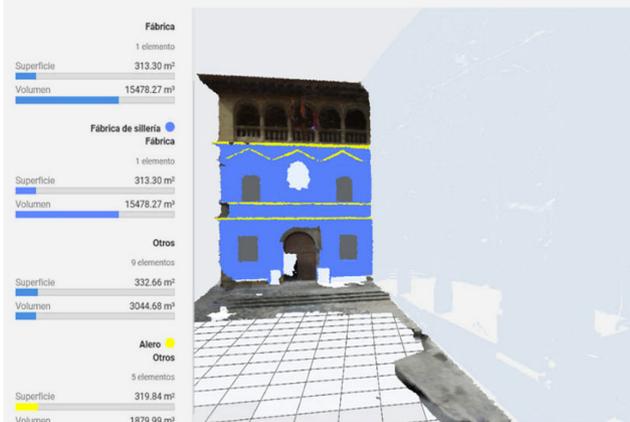
[4] MODELO DE NUBE DE PUNTOS DEL CONJUNTO DEL AYUNTAMIENTO Y LONJIA DE ALCAÑIZ (TERUEL) PREVIA A LA REALIZACIÓN DEL PROCESO DE SEGMENTACIÓN Y CLASIFICACIÓN. FUENTE: GRUPO GIA T37_17R.



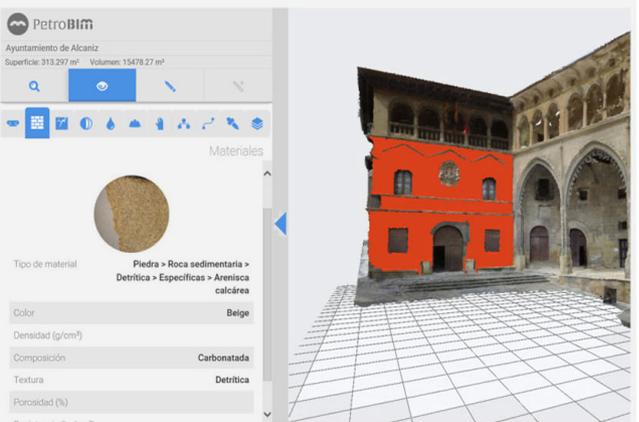
Captura de datos:
fotogrametría, escáner láser



Procesado de la nube de puntos



Segmentación semántica y clasificación



Anotación de la nube de puntos

[5] DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.

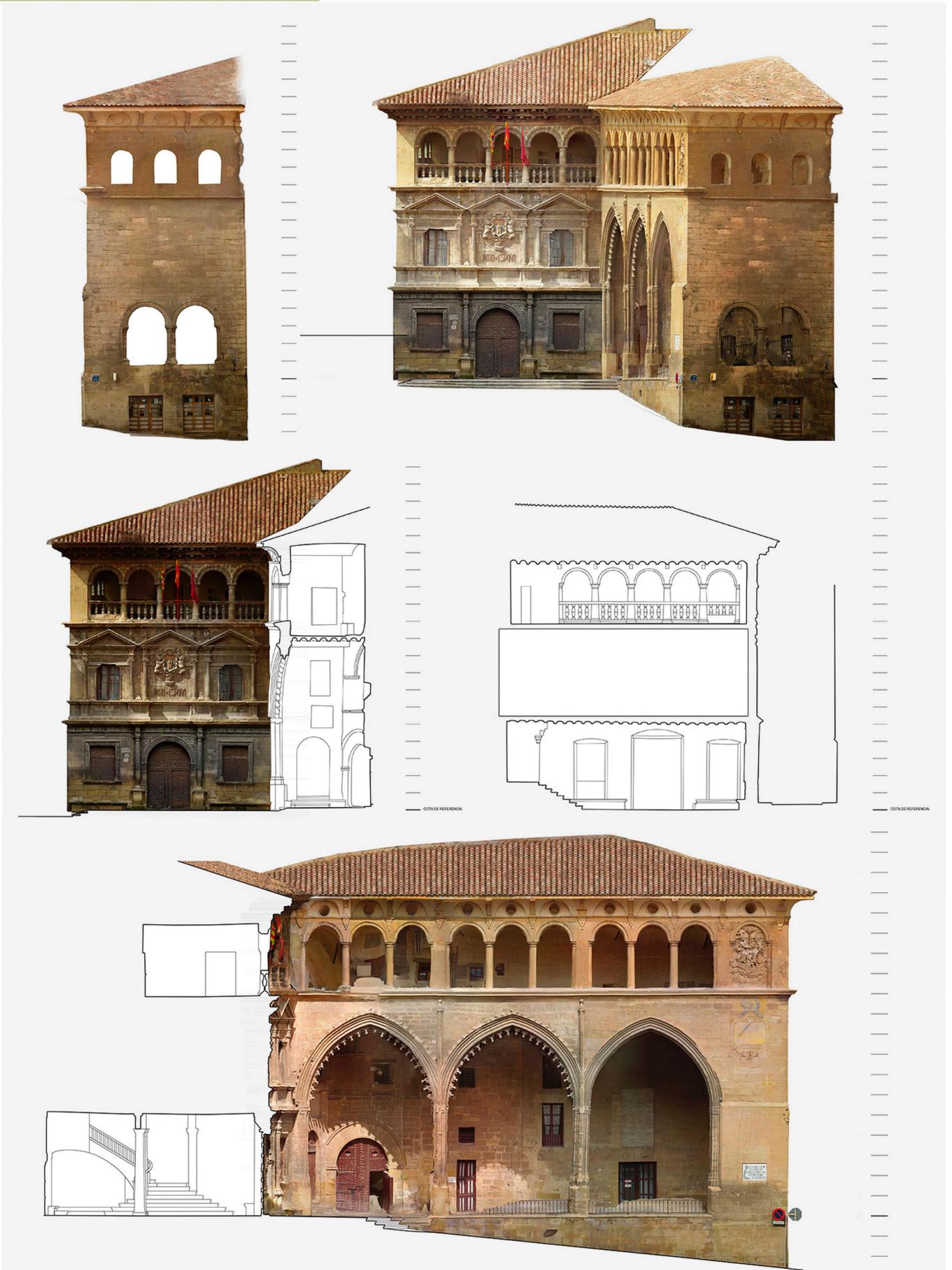
común, capaz de procesar y analizar todos los datos y materiales disponibles. Para ello, se utiliza tecnologías como HBIM (Historic Building Information Modelling), la tecnología WebGL o los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En el caso de HBIM, las investigaciones se centran en el empleo de objetos paramétricos y la utilización de la semántica como medio de estructurar la información. Una de las primeras contribuciones en el campo del patrimonio y la reconstrucción virtual es la plataforma NUBES (De Luca et al., 2010). Un proyecto que se basa en la creación de una estructura jerárquica de clases, cuya característica distintiva es la incorporación de la función espacio-temporal. A su vez, destaca BIM3DSG (Fassi et al., 2015), un software que permite trabajar con modelos complejos que incluyen toda la documentación disponible para la gestión del

[PÁGINA SIGUIENTE]

[6] VISTA EXTERIOR DESDE LA PLAZA, DEL CONJUNTO DEL AYUNTAMIENTO Y LONJA DE ALCAÑIZ (TERUEL)







patrimonio histórico, empleado en proyectos como el Duomo de Milán (Rechichi et al., 2016) o San Marcos en Venecia (Fassi et al., 2017).

Respecto al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), su utilización aporta la capacidad de realizar análisis espaciales, así como el empleo de datos temáticos. En el caso del patrimonio arquitectónico, los edificios no son elementos aislados, sino que se relacionan con su entorno inmediato, así como con el territorio y el paisaje. La inclusión de modelos 3D a los SIG permite organizar la información en la base de datos según una estructura semántica que facilita su accesibilidad en el tiempo. Estas metodologías han sido empleadas para el diseño de plataformas como GIRAPIM (Calle et al., 2010), SwedishPompeii Project (Dell'Unto et al., 2016) o el Sistema SICAR (Fabiani et al., 2016).

Gracias al empleo del estándar WebGL (Di Benedetto et al., 2014) es posible acceder a modelos 3D a través de navegadores sin la necesidad de instalar plugins adicionales. Esta tecnología ha propiciado la aparición de visores capaces de visualizar mallas y nubes de puntos de alta resolución a través de múltiples dispositivos, gracias a la capacidad de compresión. Aplicaciones como 3DHOP (Potenziani et al., 2015), Potree (Schütz, 2016) o Sketchfab (Scopigno et al., 2017) utilizan esta tecnología para documentar elementos patrimoniales tanto arquitectónicos como arqueológicos.

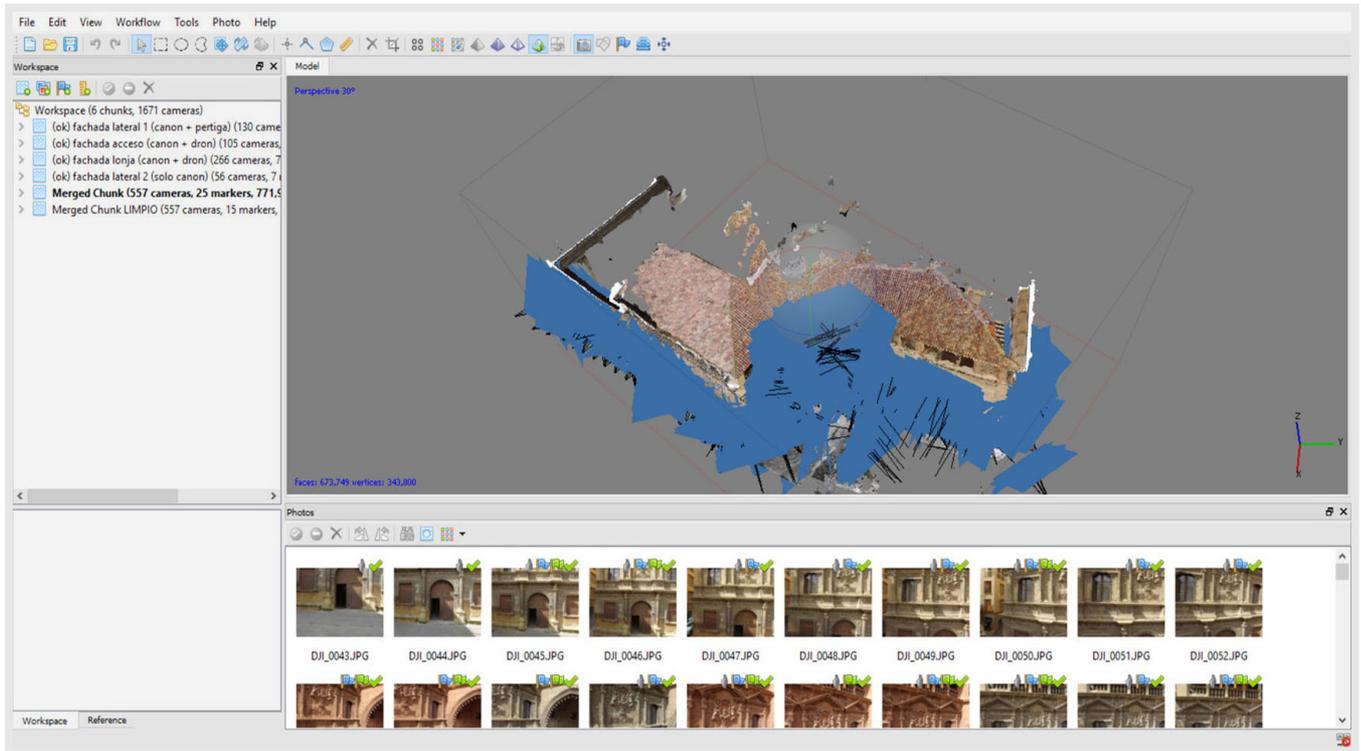
[10] VISTA AÉREA TOMADA POR DRON DEL CONJUNTO DEL AYUNTAMIENTO Y LONJA DE ALCAÑIZ (TERUEL).

[PÁGINA PRECEDENTE]

[7] TEXTURA FOTOGAMÉTRICA DEL CONJUNTO DEL AYUNTAMIENTO Y LONJA DE ALCAÑIZ (TERUEL). FUENTE: GRUPO GIA T37_17R.

[8] TEXTURA FOTOGAMÉTRICA Y SECCIONES DEL AYUNTAMIENTO DE ALCAÑIZ (TERUEL). FUENTE: GRUPO GIA T37_17R.

[9] TEXTURA FOTOGAMÉTRICA DE LA GALERÍA DEL EDIFICIO DE LA LONJA DE ALCAÑIZ (TERUEL). FUENTE: GRUPO GIA T37_17R.



4. Caso de estudio: Conjunto del Ayuntamiento y Lonja de Alcañiz

El conjunto "Ayuntamiento y Lonja" de Alcañiz fue declarado monumento histórico-artístico el 3 de junio de 1931. En la actualidad, es Bien de Interés Cultural del Patrimonio aragonés con la categoría de Monumento (Thomson, 2015). Ambos edificios forman una unidad monumental y estructural, compuesta por la Lonja de estilo gótico y el Ayuntamiento de estilo renacentista. Las fachadas principales de las edificaciones forman un ángulo de 103° entre sí, conformando una plaza influida por la geometría de la perspectiva, al igual que muchos espacios públicos de estilo renacentista frente a la perpendicularidad impuesta por la geometría del estilo gótico [6].

El edificio del Ayuntamiento, concluido en 1570, es de estilo renacentista, con clara influencia italiana, pero construido antes de la publicación en castellano de los principales tratados de arquitectura del renacimiento (Vitruvio y Alberti, en 1582; Vignola en 1593; y Palladio en 1625), por lo que carece de precedentes que empleen un lenguaje clasicista depurado [7].

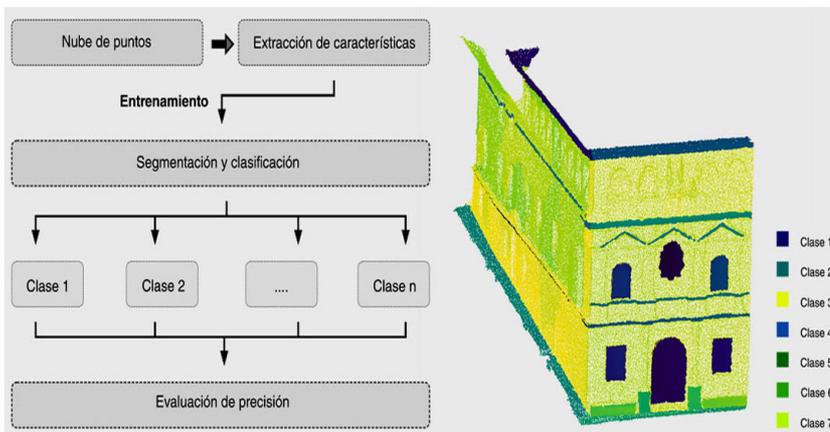
La fachada principal está compuesta de tres cuerpos, al estilo de los palacios aragoneses clásicos, con una planta baja de patio articulado con siete columnas, y el acceso a la escalera monumental que lleva a la planta noble. En la última planta se genera una galería con arcos de medio punto, característica de la arquitectura noble renacentista aragonesa, que enlaza con las del edificio de la Lonja. La fachada principal a la plaza se construye en piedra, mientras que la fachada lateral se remata en ladrillo, siguiendo la tradición mudéjar [8].

[11] PROCESADO FOTOGRAMÉTRICO DEL EXTERIOR DEL CONJUNTO DEL AYUNTAMIENTO Y LONJA DE ALCAÑIZ (TERUEL) MEDIANTE EL SOFTWARE PHOTOSCAN.



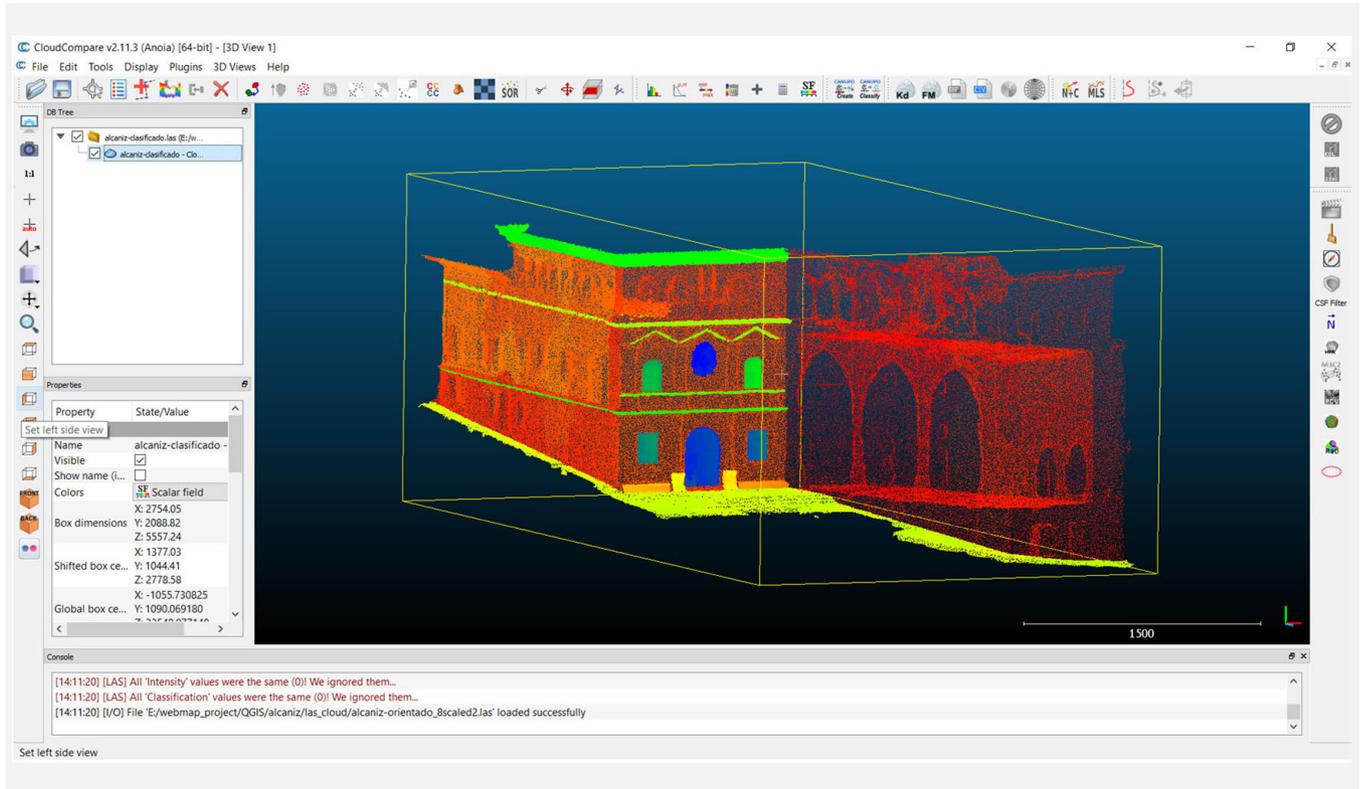
El edificio de la Lonja consiste en un gran pórtico formado por tres arcos ojivales de estilo gótico y una planta superior que conecta con el edificio del Ayuntamiento mediante una galería [9]. El edificio está concebido como una loggia abierta, al modo de las florentinas y boloñesas, difiriendo de las lonjas góticas cerradas de la Corona de Aragón, como las de Palma, Valencia o Barcelona (Thomson, 2015).

Desde el siglo XVI hasta la actualidad, el conjunto monumental ha sido objeto de importantes intervenciones, como la realizada por Fernando Chueca Goitia entre los años 1974-1979. Intervención que consistió en la consolidación de parte de la fachada de la Lonja y la



[12] NUBE DE PUNTOS OBTENIDA MEDIANTE FOTOGRAFOMETRÍA Y ESCÁNER LÁSER DEL CONJUNTO DEL AYUNTAMIENTO Y LONJA DE ALCAÑIZ (TERUEL). FUENTE: GRUPO GIA T37_17R.

[13] FLUJO DE TRABAJO DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN Y SEGMENTACIÓN DE NUBES DE PUNTOS. EJEMPLO DE LA FACHADA DEL AYUNTAMIENTO Y LONJA DE ALCAÑIZ, EN LA QUE SE HA DIVIDIDO Y CLASIFICADO LA NUBE DE PUNTOS EN DIFERENTES COMPONENTES ARQUITECTÓNICOS.



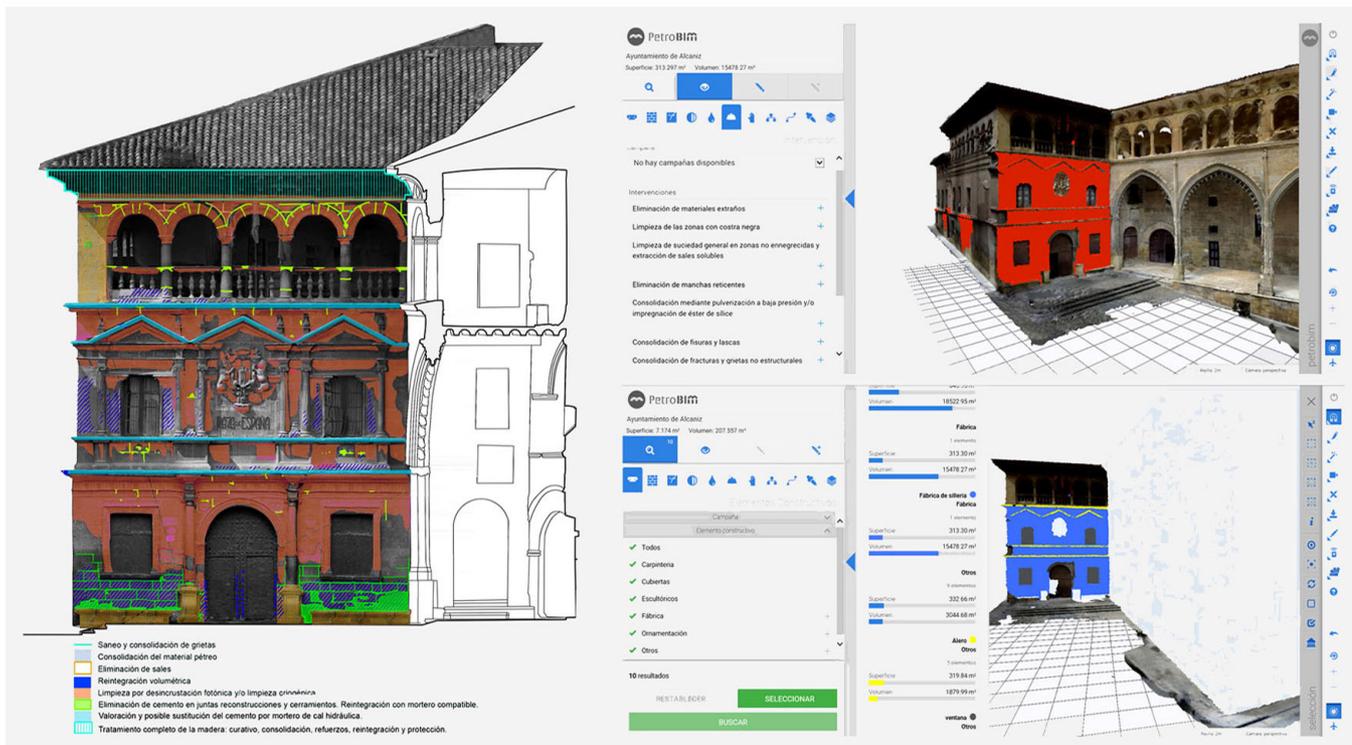
apertura de los vanos de los arcos de la galería superior, eliminando el elemento de cierre que afeaba considerablemente la arquería (Hernández Martínez, 2016). Las sucesivas reformas e intervenciones en los edificios, así como la naturaleza de la piedra, han supuesto el deterioro de los edificios. Por ello, ha sido indispensable la realización de un levantamiento gráfico que sirviera de soporte para el análisis del estado actual de conservación y su posterior intervención.

Captura y construcción del modelo geométrico

La elección del método de levantamiento para la realización de la toma de datos se ejecutó teniendo en cuenta el tipo de edificio y nivel de detalle requerido. Por ello se seleccionó una combinación de técnicas de adquisición, como escáner láser y fotogrametría, para la obtención del modelo completo de los edificios, tanto por el exterior como el interior.

Con el fin de obtener texturas y mapeados foto realísticos, se utilizó un escáner láser Faro Focus 150 que posibilita una precisión de ± 2 mm. Se obtuvo una nube de puntos de densidad 6 mm con información volumétrica y colorimétrica, que permitió registrar los materiales y las pinturas del edificio tanto del interior como de las fachadas. Posteriormente se realizó una segunda toma de datos mediante fotogrametría, tomada mediante una cámara de fotos Nikon F-810 y una distancia focal comprendida entre 17 y 24 mm. La toma fotográfica se completó con la realizada mediante un dron Phantom 3, que incluye una cámara de 12

[14] SEGMENTACIÓN DE LA NUBE DE PUNTOS EN CLOUD COMPARE.



megapíxeles y GPS que geolocaliza las fotografías obtenidas. Facilitó la captura de datos de la cubierta y de las fachadas desde una cota alta [10]. El procesado fotogramétrico se realizó mediante el software Photoscan, del cual se obtuvo una nube de puntos que se completó con la información recogida por el escáner láser [11]. La combinación de información de ambos se procesó mediante el software Autodesk Recap.

Como resultado del trabajo realizado y la metodología empleada, se ha obtenido una documentación más completa y exhaustiva del edificio, en comparación con la previa, generándose una información inexistente hasta el momento. El modelo volumétrico obtenido ha permitido obtener toda la información geométrica del edificio y su correcta caracterización formal, así como registrar sus valores cromáticos. De este modo, tras realizar un análisis comparativo de las geometrías obtenidas y las existentes, se han podido observar importantes diferencias dimensionales, obteniendo gran precisión en la representación.

Segmentación y clasificación de la nube de puntos

Una vez obtenido el modelo 3D con la información geométrica completa del edificio, éste se utiliza como base sobre la que volcar los datos provistos por los distintos técnicos que participan en el proceso de restauración [12]. Para ello se utiliza la tecnología BIM, que permite almacenar y organizar gran cantidad de información en un mismo modelo HBIM (Building Historic Information Modelling), y que es capaz de integrar datos sobre un soporte estratificado para ser utilizados en labores de restauración, conservación o difusión, entre otros.

[15] INSERCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FACHADA DEL AYUNTAMIENTO DE ALCANIZ EN EL MODELO 3D MEDIANTE EL PROCESO DE ANOTACIÓN DE NUBE DE PUNTOS, TRAS HABER REALIZADO UN PROCESO DE SEGMENTACIÓN PREVIO.

REFERENCIAS

Calle, J., Martínez, R., Delgado, F. J., Finat, J. y Hurtado, A. (2010). Towards an integration of documentation, information and management systems in a common framework. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVIII-4 (W13).

De Luca, L., Busayarat, C., Stefani, C., Véron, P., Florenzano, M. (2011). A semantic-based platform for the digital analysis of architectural heritage. *Computers & Graphics*. 35(2), 227-241.
https://doi.org/10.1016/j.cag.2010.11.009

Dell'Unto, N., Landeschi, G., Leander Touati, A.M., Dellepiane, M., Callieri, M. y Ferdani, D. (2016). Experiencing Ancient Buildings from a 3D GIS Perspective: a Case Drawn from the Swedish Pompeii Project. *Journal of Archaeological Method and Theory* 23(1), 73-94.
https://doi.org/10.1007/s10816-014-9226-7

Di Benedetto, M., Ponchio, F., Malomo, L., Callieri, M., Dellepiane, M., Cignoni, P. y Scopigno, R. (2014). Web and Mobile Visualization for Cultural Heritage. En Ioannides, M. y Quak, E. (Eds.), *3D Research Challenges in Cultural Heritage. Lecture Notes in Computer Science*, (8355, pp. 18-35). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-44630-0_2

Doerr, M. (2009). "Ontologies for cultural heritage". En *Handbook on Ontologies*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 463-486.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-92673-3_21

Fabiani, F., Grilli, R. y Musetti, V. (2016). Verso nuove modalità di gestione e presentazione della documentazione di restauro: SICAR web la piattaforma in rete del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo. *Bollettino Ingegneri, Collegio degli Ingegneri della Toscana*, 3, 3-13.

Fassi, F., Achille, C., Mandelli, A., Rechichi, F., Parri, S. (2015). A new idea of BIM system for visualization, web sharing and using huge complex 3d models for facility management, *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-5/W4, 359-366.
https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-W4-359-2015

Fassi, F., Fregonese, L., Adami, A., Rechichi, F. (2017). BIM system for the conservation and preservation of the mosaics of San Marco in Venice. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W5, 229-236.
https://doi.org/94/isprs-archives-XLII-2-W5-229-2017

Grilli, E., Remondino, F. (2019). "Classification of 3D Digital Heritage". *Remote Sensing*, 11 (7): 847.
https://doi.org/10.3390/rs11070847

Grilli, E., Özdemir, E., Remondino, F. (2019). "Application of machine and deep learning strategies for the classification of heritage point clouds". *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4/W18: 447-454.
https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W18-447-2019

Por ello, previamente a la integración del modelo 3D en el sistema BIM, es necesario realizar una serie de acciones que favorecen una administración eficiente de la información, la accesibilidad y la interoperabilidad entre bases de datos [13]. Mediante la utilización de métodos de segmentación y clasificación se puede crear una estructura de relaciones jerárquicas enriquecida semánticamente. Para llevar a cabo el procedimiento de segmentación, asociado a regiones del modelo, se agrupan datos con propiedades similares.

Finalizado el proceso de segmentación, se procede a la clasificación de las distintas partes en que se ha descompuesto el modelo 3D y organizado bajo una estructura jerárquica semántica utilizando el ya citado CIDOC-CRM. En el caso concreto del Ayuntamiento y Lonja de Alcañiz, el modelo volumétrico completo, se introdujo en el software de código abierto Cloud Compare [14]. Este programa permite la orientación y segmentación-jerárquica manual del modelo en los distintos componentes del edificio, tras analizar el estudio previo de las fases constructivas y características del estilo arquitectónico.

El proceso de investigación y análisis del patrimonio arquitectónico, genera gran cantidad de información y documentación heterogénea. La documentación del patrimonio arquitectónico se beneficia de la utilización del proceso de anotación como medio para la introducción de información complementaria al modelo 3D del edificio. A través de la creación de capas temáticas de información superpuestas sobre el modelo, se propicia la organización y la no duplicidad de datos [15]. A su vez, se facilita la representación de diferentes estados temporales en un mismo modelo, el análisis cruzado de información y una estructura semántica basada en el uso de ontologías como medio de gestión de la información de manera precisa.

5. Conclusiones

La propuesta metodológica presentada, propone definir unas pautas generales para realizar la captura y el procesado de la información generada, con el fin de desarrollar una base de datos gráfica para representar a través de un modelo 3D la información relativa al patrimonio arquitectónico. Una vez finalizada la captura y procesado del modelo, el siguiente paso para realizar el inventario del patrimonio es introducir el modelo 3D en un Sistema de Información Integral, capaz de administrar el conocimiento, la integración de materiales disponibles, así como el procesamiento y análisis de dichos materiales bajo un soporte común. Un método que permitirá la normalización del proceso digital de la documentación geométrica del Gótico Mediterráneo en Aragón.

Desde un punto de vista crítico, la propuesta expuesta para generar una base de datos gráfica de edificios de valor patrimonial, propone un cambio del punto de vista de las bases tradicionales, asignando los datos a la geometría del edificio, lo que supone un cambio de paradigma, puesto que representa los datos sobre el edificio virtual. Esta incorporación todavía presenta problemas de índole tecnológico, de accesibilidad o de interoperabilidad, pero aporta grandes beneficios, ya

que los datos permanecerán en el tiempo y se irá mejorando el soporte tridimensional, enriqueciendo sus funciones. Para solventar estos problemas, los Sistemas de documentación han ido evolucionando hacia tecnologías desarrolladas con software de código abierto, el uso de estándares, ontologías y la estructuración de la información y del propio modelo 3D bajo una jerarquía semántica. De este modo se favorece la interoperabilidad entre bases de datos y se asegura el mantenimiento de las aplicaciones a largo plazo, sin grandes inversiones y asegurando la accesibilidad de distintos tipos de usuarios. ■

Normalizzazione del registro digitale della collezione geometrica del gótico mediterraneo d'Aragona.

Fin dai primi tentativi di catalogazione del patrimonio, c'è stata una costante che si ripete fino ad oggi in relazione alle esigenze di produzione di documenti documentari e grafici. È un requisito essenziale sviluppare un metodo che organizza il processo di raccolta dei dati e l'elaborazione delle informazioni, per garantire una corretta memorizzazione e accessibilità alle informazioni. È quindi essenziale standardizzare e sistematizzare le informazioni provenienti da diverse fonti.

Negli ultimi decenni, c'è stato un grande progresso nelle tecniche di rappresentazione legate allo sviluppo del computer, essenziale per il modo di rappresentare il patrimonio architettonico. Le attuali tecniche di acquisizione dati favoriscono l'ottenimento di una documentazione esaustiva degli edifici, che consente di generare un modello geometrico 3D su cui trasferire informazioni da diversi tecnici, nonché di generare una documentazione grafica dettagliata e puntuale. Affinché il modello 3D sia uno strumento efficace per lo studio dell'intervento sul patrimonio dei diversi attori lungo tutto il ciclo di vita dell'edificio, deve essere in grado di memorizzare i diversi tipi di informazioni in più formati e quindi registrarne la loro valori culturali.

Questa capacità di generare informazioni ha favorito l'evoluzione dei documenti del patrimonio, incorporando una documentazione grafica più completa e accurata rispetto ai tradizionali inventari architettonici. Partendo da queste premesse, questo articolo proporrà lo sviluppo di una proposta metodologica, al fine di fornire una base standard per la progettazione e l'esecuzione del record digitale della documentazione grafica del patrimonio gotico mediterraneo in Aragona: in particolare attraverso lo studio dell'insieme formato dal edificio del Municipio e dalla Lonja de Alcañiz.

Parole chiave: normalizzazione, inventario, gotico mediterraneo, documentazione geometrica.

Standardization of the digital registry of the geometric documentation of the Mediterranean Gothic in Aragón.

Since the first attempts to catalogue heritage, there has been a constant that is repeated until today regarding the needs and problems in the production of documentary and graphic records. It is an essential requirement to develop a methodology that organizes the data collection process and information processing, to ensure proper storage and accessibility to information. For this reason, the standardization and systematization of information from different sources is essential.

Throughout the last decades there has been a great advance in representation techniques, linked to computer development, which has influenced the way of representing architectural heritage. Current data acquisition techniques favour obtaining exhaustive documentation of the buildings that allows the generation of a 3D geometric model on which information from different technicians can be uploaded, as well as generating detailed and precise graphic documentation. In order for the 3D model to be an effective tool for the study of the different actors involved in heritage throughout the building's life cycle, they must be able to store different types of varied information in multiple formats and thus record their material cultural values.

This ability to generate information has favoured the evolution of heritage records, by incorporating more complete and precise graphic documentation, with respect to traditional architectural inventories. Based on these premises, the development of a methodological proposal will be considered in order to provide a standard basis for planning and executing the digital record of the graphic documentation of the Mediterranean Gothic heritage in Aragon and specifically through the study of the set of Town Hall and Lonja de Alcañiz.

Keywords: standardization, inventory, Mediterranean Gothic, geometric documentation.

Hernández Martínez, A. (2016). La restauración monumental en Aragón en la década de los 70 del siglo XX: las intervenciones de Chueca Goitia en las casas consistoriales de Tarazona, Alcañiz y Uncastillo. El Greco en su IV Centenario: patrimonio hispánico y diálogo intercultural. Textos de ponencias y comunicaciones. Edición preparada por Esther Almarcha, Palma Martínez-Burgos y Elena Sainz. Cuenca, Ediciones de la Universidad de Castilla - La Mancha, Colección "Estudios" 151: 338.

Laurini, R. (2015). "Geographic Ontologies, Gazetteers and Multilingualism". *Future Internet*, 7(1): 1-23. <https://doi.org/10.3390/fi7010001>

Ponchio, F., Callieri, M., Dellepiane, M., Scopigno, R. (2019). "Effective Annotations Over 3D Models". *Computer Graphics Forum*, 39: 89-105. <https://doi.org/10.1111/cgf.13664>

Potenziani, M., Callieri, M., Dellepiane, M., Corsini, M., Ponchio, F. y Scopigno, R. (2015). 3DHOP: 3D Heritage Online Presenter. *Computers & Graphics*, (52), 129-141. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2015.07.001>

Quattrini, R., Pierdicca, R., Morbidoni, C., Malinverni, E.S. (2017). Conservation-oriented HBIM. The bimexplorer web tool. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-5/W1, 275-281. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-W1-275-2017>

Rechichi, F., Mandelli, A., Achille, C., Fassi, F. (2016). Sharing high-resolution models and information on web: the web module of bim3dsg system. *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLI-B5, 703-710. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B5-703-2016>

Schütz, M. (2016). *Potree: Rendering Large Point Clouds in Web Browsers*. [Tesis doctoral, Faculty of Informatics at the Vienna University of Technology].

Scopigno, R., Callieri, M., Dellepiane, M., Ponchio, F. y Potenziani, M. (2017). Delivering and using 3D models on the web: are we ready?. *Virtual Archaeology Review*, 8 (17), 1-9. <https://doi.org/10.4995/var.2017.6405>

Thomson Llisterri, T. (2015). Conjunto Lonja-Ayuntamiento de Alcañiz. Fuentes y estado de la cuestión. Jornadas de Arte sobre la Lonja de Alcañiz. Taller de investigación multidisciplinar. *Jornadas de estudio y difusión del patrimonio. Contextualización histórica. Alcañiz, Centro de Estudios de Arte del Renacimiento*, 1 al 3 de julio de 2015.

Marta Quintilla Castán

Profesora Ayudante-Doctor de Expresión Gráfica
Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Universidad de Zaragoza