

Recuperación de patrimonio urbano desaparecido mediante técnicas de reconstrucción virtual

ANA ALFARO RODRÍGUEZ*

Resumen

El presente artículo trata sobre la utilidad de las nuevas tecnologías para la recuperación del patrimonio arquitectónico y urbanístico desaparecido, convirtiéndose en una herramienta muy útil para el estudio de la transformación de las ciudades en el tiempo. Una reconstrucción virtual no deja de ser una hipótesis de cómo era el edificio, el nivel de precisión de la misma variará en función de la información de la que parta la investigación.

Palabras clave

Representación ciudad, Reconstrucción virtual, Sistemas de digitalización 3D.

Abstract

This article talks about the utility of new technologies for the recovery of the disappeared architectural and urban heritage, becoming a very useful tool for research the transformation of cities over time. A virtual reconstruction is a hypothesis about how the building was, its level of precision will depend on the previous information at the beginning of the research.

Key words

City representation, Virtual reconstruction, 3D scanning systems.

* * * * *

Representación de la ciudad, maquetas

La representación tridimensional de la ciudad ha sido un recurso utilizado a lo largo de la historia con diferentes fines, como pueden ser la planificación urbanística de las mismas, perfilar la estrategia militar en conflictos bélicos, el estudio de civilizaciones antiguas, etc. El otorgarle la tercera dimensión a una planimetría siempre la hace más comprensible y facilita el fin para el que ha sido creada.

* Ingeniera en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto y Técnico Superior en Artes Aplicadas de la Escultura. Socia fundadora de la Asociación Cultural *El Allondero* dedicada a la recuperación del patrimonio histórico, arquitectónico y artístico del pueblo viejo de Belchite. Trabaja en el ámbito de la Representación Visual de la arquitectura. Dirección de correo electrónico: ana.alfaro.ro@gmail.com. Las imágenes 6, 11, 12, 13 y 14 pertenecen a la Asociación Cultural *El Allondero*, y están a disposición en su perfil de Facebook, <https://www.facebook.com/allonderodeBelchite/>, (fecha de consulta: 9-III-2019).

En la colección de maquetas del Musée des Plas-Reliefs de Paris podemos hacernos una idea de las diferentes utilidades con las que este tipo de modelos eran concebidos.¹ En su catálogo *online* muestran la siguiente clasificación:

- Maquetas urbanas de lugares franceses y extranjeros, que responderían a un fin de planificación urbanística.
- Sistemas de fortificación (modelos teóricos), cuyo fin sería la planificación urbanística pero con carácter defensivo de la ciudad.
- Planes directores de campos atrincherados, realizados para el desarrollo de la estrategia militar en conflictos bélicos.
- Guerra de asedio y batallas - relieves de estudio: construidos antes de una batalla permitían planificarla, y hechos a posteriori permitían analizar las consecuencias de la estrategia utilizada. También podían tener una finalidad conmemorativa.
- Relieves topográficos y mapas en relieve, que se utilizan en el estudio cartográfico de la geografía y gracias a su tridimensionalidad permiten comprender mejor la orografía.

Como ejemplo de modelo realizado para la planificación urbanística de la ciudad tenemos la maqueta de Madrid de 1830,² que fue encargada al ingeniero militar León Gil de Palacio (1788-1849) por Fernando VII. Es un modelo que muestra la ciudad en su totalidad exponiendo sus dimensiones y aspecto para proceder a modificarla. Con el paso del tiempo la utilidad de esta maqueta ha cambiado, sirviéndonos hoy en día como un documento didáctico que nos muestra como era el Madrid de aquella época [fig. 1].³

Nuevas tecnologías

Hoy en día y gracias a las nuevas tecnologías y a la gran evolución de la computación en las tres últimas décadas, se han desarrollado métodos

¹ <http://www.museedesplansreliefs.culture.fr/collections/maquettes/accueil>, (fecha de consulta: 22-II-2019).

² ÁLVAREZ BARRIENTOS, J., "La maqueta de Madrid (1830) de León Gil de Palacio y el Real Gabinete Topográfico: nación, memoria y urbanismo", *Cuadernos de Ilustración y Romanticismo*, 23, 2017, pp. 215-248.

³ *La céntrica plaza madrileña conocida como Puerta del Sol, por los años 1828-1830, antes de su reforma. Maqueta del ingeniero y cartógrafo militar León Gil de Palacio. Museo Municipal, hoy llamado 'Museo de Historia' de Madrid*, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:La_Puerta_del_Sol_en_maqueta_del_a%C3%B1o_1830,_Museo_de_Historia_de_Madrid.JPG, (fecha de consulta: 23-II-2019).



Fig. 1. León Gil de Palacio, Maqueta de Madrid, Madrid, 1830. Detalle de la Puerta del Sol.

y *software* que permiten la realización de “maquetas” virtuales. Para la generación del modelo tridimensional existen dos formas, la captura de una geometría real mediante sistemas de digitalización 3D y la generación del modelo creado íntegramente por ordenador.

Sistemas de digitalización 3D

Los sistemas de digitalización 3D son capaces de capturar la geometría exacta por medio de coordenadas, de modo que se obtiene un modelo digital prácticamente idéntico al original dentro de un determinado margen de error que variará en función de la tecnología utilizada.

El modo de funcionamiento se basa en la captura de millones de puntos pertenecientes a la superficie del modelo a digitalizar que denominamos nube de puntos. Estos puntos son posteriormente procesados, utilizándolos como vértices y uniéndolos por aristas generando una malla poligonal. Dicha malla ya se puede considerar un modelo básico 3D [fig. 2].

Estos procesos son interesantes ya que permiten documentar objetos con su forma exacta, realizar análisis del estado de los mismos y un posterior seguimiento de su posible deterioro con el paso del tiempo.

Entre los sistemas de digitalización 3D tenemos:

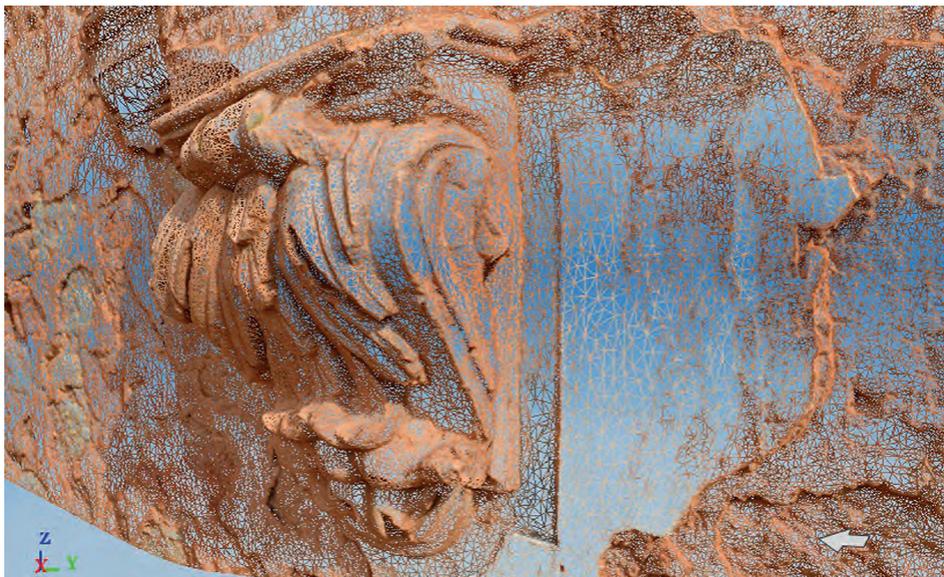


Fig. 2. Sobre los puntos de la nube se crea una superficie continua de elementos triangulados denominada malla poligonal. Malla poligonal de una ménsula del parcialmente desaparecido claustro del convento de San Agustín, en el pueblo viejo de Belchite. Creada mediante fotogrametría. Imagen y digitalización: A. Alfaro.

- Luz blanca estructurada: son sistemas ópticos que proyectan una franja de líneas rectas de luz blanca separadas por franjas de oscuridad. Analizando la deformación de las líneas al proyectarse sobre el objeto se puede obtener la nube de puntos correspondiente a la geometría del objeto. Los aparatos utilizados para realizar esta técnica constan de un proyector del patrón de líneas y una o varias cámaras que recogen la imagen del modelo con la luz proyectada sobre él. Son sistemas muy precisos, en torno a las 10 o 20 micras y con resoluciones de entre 50 a 75 micras, lo que implica que la malla poligonal resultante tiene una calidad de detalle y exactitud muy altas. Pero una de las mayores desventajas es la limitación que supone el tamaño del objeto, ya que a grandes distancias la luz se dispersa. Una posible solución es realizar varias capturas y luego unir las.
- Escáner de luz láser: son sistemas que constan de un emisor de una línea láser y un receptor que analiza la reflexión de dicha luz. Después mediante algoritmos matemáticos se procesa la información recibida y por triangulación se obtiene la nube de puntos. Tienen una precisión de centímetros en extensiones de hectómetros. Son sistemas muy fáciles de usar y con apenas

limitaciones de tamaño. Su principal desventaja es que tienen dificultades para digitalizar objetos policromáticos debido a la diferente reflexión de la luz según el color sobre el que incide. Otro problema que presenta es la digitalización de ángulos debido a interferencias del rayo láser al rebotar en la arista.

- Tomografía computerizada: se trata de un método de digitalización del objeto por medio de rayos X, que son proyectados por un emisor alrededor del objeto. Los rayos X van sacando radiografías de cada sección del objeto y al unir y procesar todos esos datos se obtiene la nube de puntos. Una de las mayores ventajas es que digitaliza también el interior del objeto y distingue entre densidades, por lo que se pueden analizar porosidades, defectos, y cambios de material. Puede ser la máquina la que gire alrededor del objeto o que se posicione el objeto sobre una plataforma rotatoria. Por este motivo esta técnica tiene limitaciones de tamaño y peso del objeto. Además es necesario seguir unos protocolos de seguridad para proteger tanto al individuo que la realiza como a la pieza de la contaminación radiactiva. Es una técnica que se utiliza tanto en medicina como a nivel industrial y para la digitalización de patrimonio, aunque no es válida para el caso de patrimonio arquitectónico por las limitaciones de tamaño ya comentadas. Una de sus aplicaciones más interesantes es a la hora de investigar momias, ya que al ser una técnica no destructiva permite obtener un modelo digital de la misma sin necesidad de tener que seccionarla ni retirar el vendaje que la cubre.
- Fotogrametría: se trata de una técnica de digitalización del objeto por medio de fotografías tomadas desde diferentes ángulos de visión alrededor del objeto en cuestión. Dicho objeto tiene que tener unas “dianas” colocadas en diferentes puntos que sirven para que el programa de procesamiento identifique en cada una de las fotografías dónde está cada punto y sea capaz de unirlos generando una correspondencia entre imágenes. Estas dianas pueden ser naturales (pertenecientes a la propia forma del objeto) o artificiales (colocadas por el operador que vaya a digitalizar el objeto). Las principales ventajas de esta técnica son su bajo coste (ya que el equipo que se precisa es una cámara fotográfica y un programa de procesamiento), que además de capturar la geometría también captura el color y la textura de su material, y que permite una aplicación en una amplia variedad de tamaños de objeto, pero por contraprestación es menos precisa que las anteriores [fig. 3].

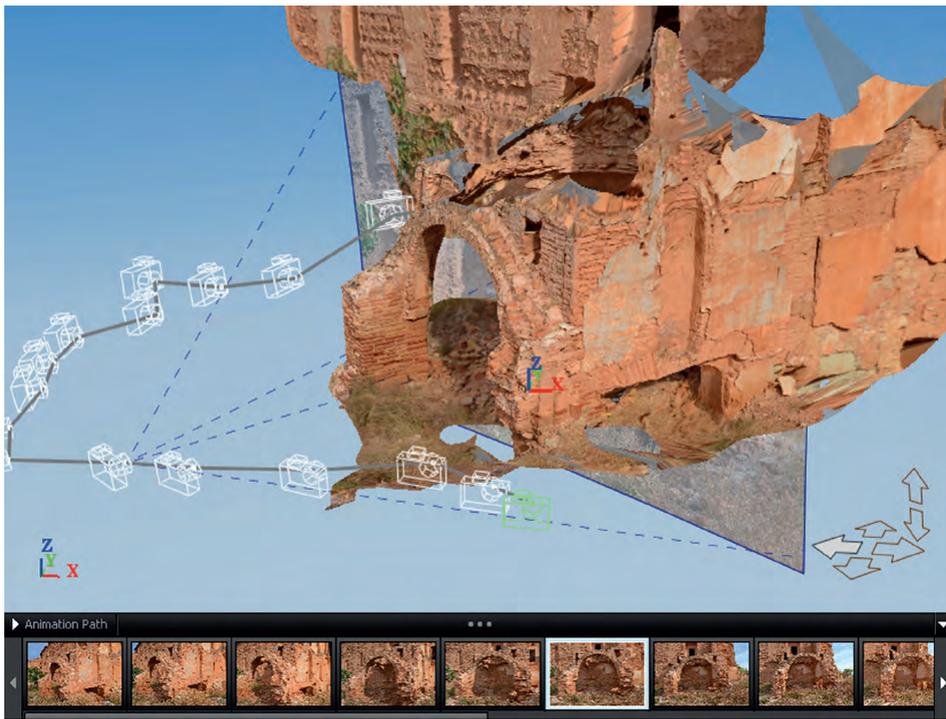


Fig. 3. Modelo fotogramétrico de un arco del parcialmente desaparecido claustro del convento de San Agustín, en el pueblo viejo de Belchite. En la parte inferior de la imagen pueden verse las fotografías que han sido utilizadas para la digitalización del objeto. El en centro de la imagen el modelo 3D obtenido y alrededor de él la posición en la que estaba colocada la cámara en cada una de las fotografías. Imagen y digitalización: A. Alfaro.

Modelado 3D

Esta técnica consiste en la generación de gráficos tridimensionales creados mediante la realización de operaciones en un *software* adecuado para ello.

Entre los tipos de modelado están:

- Modelado poligonal: es el tipo más clásico, los modelos realizados con esta técnica están compuestos por una serie de puntos conectados por aristas que forman una malla poligonal; cuanto mayor sea la cantidad de polígonos de la malla, mejor será la definición de las curvaturas de la pieza.
- Modelado por superficies NURBS: se trata de superficies que están definidas por curvas que a su vez se controlan mediante la ponderación de puntos. Para modificar una forma, hay que

ir desplazando los puntos que componen su curvatura. Cuantos más puntos tenga una curva, mayor será el grado de ésta. Este tipo de modelado permite hacer superficies mucho más orgánicas y con formas más libres que el anterior.

- Modelado por subdivisión de superficies: se caracteriza porque sus superficies se subdividen en pequeños polígonos que van constituyendo la forma, suavizando las curvas cuanto mayor sea el número de polígonos del que conste la malla. Este número de polígonos se clasifica por niveles (a mayor nivel más polígonos). Al aumentar el nivel, el posicionamiento de los nuevos vértices es calculado por el programa mediante unos modelos de refinamiento matemático.

Reconstrucción virtual

Una reconstrucción virtual trata de recuperar la imagen de un elemento fabricado o construido por el ser humano en un momento determinado del pasado, mediante un modelo tridimensional generado por ordenador basándose en las evidencias físicas y los estudios histórico-científicos existentes. Lo idóneo es que se realice por un equipo de profesionales procedentes de distintas ramas como historiadores, arquitectos, arqueólogos, ingenieros, etc.⁴

A la hora de abordar una reconstrucción virtual se pueden utilizar uno o varios sistemas de representación combinados de los explicados anteriormente, por ejemplo, si existen restos del edificio que se va a reconstruir, se puede digitalizar y el modelo generado utilizarlo de base para modelar las zonas que faltan del edificio [fig. 4].

Una de sus finalidades es la contribución a la divulgación de la investigación de una manera didáctica y visual. Es importante establecer cuál va a ser la finalidad del proyecto al inicio del mismo, para tenerlo enfocado en todo momento.

Dependiendo de la información de la que parta la investigación el resultado será más fiel a la realidad, pero es muy probable que, en algunos aspectos, la documentación sea escasa y el equipo de investigación tenga que plantear diferentes hipótesis acerca de cómo era el elemento

⁴ GUTIERREZ D., SERÓN F. J., MAGALLÓN, J. A., SOBREVIELA E. J. y LATORRE P., "Archaeological and cultural Heritage: bringing life to an unearthed Muslim suburb in an immersive environment", *Journal of Cultural Heritage*, 5, 2004, pp. 63-74; GUTIERREZ, D., SUNDSTEDT, V., GÓMEZ, F. y CHALMERS, A., "Modeling light scattering for virtual heritage", *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 1, 2, article 8, October 2008, 15 pp., (fecha de consulta: 2-III-2019); *Los principios de Sevilla. Principios internacionales de la Arqueología Virtual*, Fórum Internacional de Arqueología Virtual, 2012, <http://smartheritage.com/wp-content/uploads/2016/06/PRINCIPIOS-DE-SEVILLA.pdf>, (fecha de consulta: 2-III-2019).



Fig. 4. Ejemplo de la utilidad de una reconstrucción virtual para la comprensión de un edificio desaparecido. Las líneas blancas dibujan sobre la fotografía las zonas del edificio desaparecidas. Fotomontaje del convento de San Agustín del pueblo viejo de Belchite (Zaragoza). Imagen: A. Alfaro.

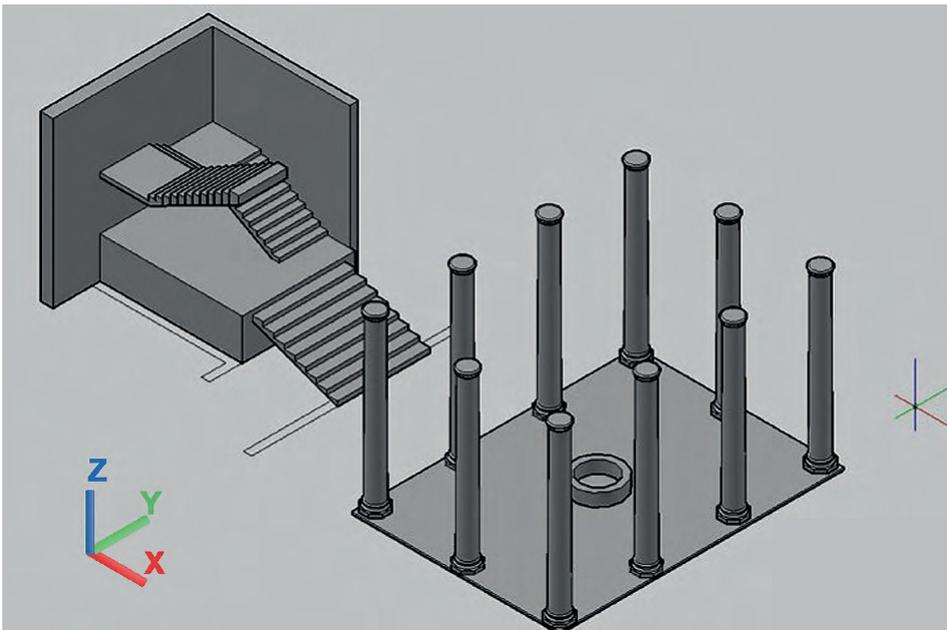


Fig. 5. Ejemplo de reconstrucción virtual parcial (en proceso) de un edificio desaparecido a partir de las mediciones obtenidas en el proceso de expropiación del mismo y de antiguas fotografías. Patio de la antigua casa-palacio del marqués de Ayerbe en la desaparecida calle del Pilar de Zaragoza. Imagen: I. Yeste.

a reconstruir, siempre tratando de que sean lo más coherentes posibles [fig. 5]. Es importante conocer qué partes de una reconstrucción virtual tienen mayor nivel de veracidad, y cuáles han sido fruto de hipótesis. En este aspecto no existe un plan de actuación estandarizado, pero sí se ha realizado en algunos proyectos un sistema diferenciador de la evidencia científica que tiene cada parte de la reconstrucción, como es el caso de la escala de colores del proyecto Byzantium 1200.⁵ Se trata de una escala de colores fríos a cálidos, siendo el más frío el nivel menos veraz y el más cálido el más exacto. La escala es la siguiente:⁶

R 120 G 54 B 140	1	Imaginación: Elementos basados de forma aproximada en el contexto histórico y natural.
R 0 G 79 B 159	2	Conjetura basada en estructuras similares: representación a través de la arquitectura comparada o de elementos similares.
R 0 G 139 B 206	3	Referencia textual básica: descripción textual simple (apenas indicativa).
R 91 G 197 B 242	4	Referencia textual descriptiva: descripción detallada de elementos (dimensiones, materiales, colores, etc.).
R 108 G 190 B 153	5	Referencia gráfica sencilla: representaciones sencillas en dibujos, grabados o pinturas.
R 175 G 202 B 11	6	Referencia gráfica pormenorizada: representación detallada en dibujos grabados o pinturas.
R 255 G 229 B 0	7	Información arqueológica básica o planimetrías simples: indicios arqueológicos sencillos o plantas y alzados básicos.
R 245 G 160 B 87	8	Fuerte evidencia arqueológica o documental: fotografías y plantas detalladas.
R 237 G 108 B 126	9	Existente (o parcialmente existente) con modificaciones: la estructura u objeto existe en el presente de forma parcial o alterada.
R 183 G 25 B 24	10	Existente conforme al original: la estructura u objeto existe en el presente conforme a como fue en el pasado.

Este tipo de escala puede ser muy útil para comprender de una manera rápida y visual el desarrollo de una reconstrucción y su veracidad,

⁵ APARICIO, P. y FIGUEREIDO, C., "El grado de evidencia histórico-arqueológica de las reconstrucciones virtuales: hacia una escala de representación gráfica", *Revista Otarq*, 1, 2016, pp. 235-247.

⁶ *Ibidem*, p. 239.

al mismo tiempo que su estandarización contribuiría a que todos los profesionales que se dedican a esta disciplina hablasen el mismo lenguaje.

Metodología

Cada proyecto de reconstrucción virtual es diferente y, por lo tanto, la metodología utilizada para su realización deberá ir adaptada al mismo. No obstante, la siguiente consecución de pasos puede servir como base a la metodología a utilizar en cualquier proyecto de reconstrucción virtual.

- Búsqueda de información y documentación existente (análisis de restos, fotografías antiguas, planos y todo tipo de información complementaria que pueda ser útil para llevar a cabo la reconstrucción).
- Tratamiento digital y procesado de toda la documentación recopilada.
- Análisis de los diferentes sistemas de representación, divulgación y puesta en valor del patrimonio. Determinación de qué línea de trabajo a seguir, y cuál va a ser el producto final de la reconstrucción.
- Generación del modelo 3D mediante el *software* adecuado.
- Creación y tratamiento de los diferentes materiales y texturas a aplicar en el modelo.
- Aplicación de la iluminación y colocación de las cámaras en la escena (sería como hacer una fotografía o un vídeo, pero de manera virtual).
- Renderizado y postproducción de las imágenes obtenidas. Un render es la imagen final obtenida de un modelo que ya tiene aplicados sus correspondientes materiales y ajustada la iluminación de la escena. Todos estos parámetros son procesados por un motor de render y hasta que este no finaliza, no se puede ver la imagen resultante. Existe la posibilidad de renderizar en tiempo real mientras vas ajustando los diferentes parámetros de la escena, pero este tipo de render requiere mucha memoria gráfica del ordenador, por lo que no siempre es aconsejable su uso.

Ejemplos concretos

Para concluir, se van a detallar dos ejemplos de reconstrucciones virtuales centrados en torno a dos elementos situados en la plaza Nueva

del pueblo viejo de Belchite, explicando en cada caso la información de la que se partía y el modo de realización de dicha reconstrucción. El objetivo pasa por la reconstrucción virtual de la plaza Nueva del Belchite viejo, no obstante, dicha reconstrucción se va realizando por partes, atendiendo así a sus elementos arquitectónicos y de mobiliario urbano [fig. 6].

La plaza Nueva era la plaza principal de la población. La atravesaba la calle Mayor que discurría en sentido longitudinal, en dirección noroeste-sureste y se hallaba en un punto central de la misma. Según Madoz, era *un cuadro imperfecto de 130 palmos de largo (aprox. 30 m) por casi otros tantos de ancho, el edificio más notable que contiene es la casa consistorial,*⁷ edificio civil más representativo de la villa, de estilo renacentista aragonés.

La tipología de las casas que componían el pueblo viejo de Belchite resultaba común a muchas de ellas: generalmente de tres plantas —algunas también de dos y de cuatro—, más bodega y en la última la típica galería de arquillos —de medio punto los más abundantes, aunque también rebajados y apuntados— sobre la que se situaba el alero, construido en ladrillo en la mayoría de las casas y tallado en madera en las más ricas.

1) *Última planta de una casa-palacio renacentista de la plaza Nueva, en el pueblo viejo de Belchite*

El objeto de estudio en este caso es la reconstrucción virtual de la última planta de una casa-palacio renacentista de la plaza Nueva del Belchite viejo, del que hoy en día no quedan apenas restos, mostrando un especial detalle en su alero de madera. Para esta reconstrucción se contaba con la siguiente información de partida:

- Fotografías fechadas entre 1938 y 1942 en las que el edificio se encontraba íntegro.
- Dibujos de detalle del alero en los que se precisan las medidas de cada uno de los elementos que lo componen. Estos dibujos fueron realizados por Josep Rocarol i Faura durante los tres años (desde el 20-XII-1939 al 11-XII-1942) que permaneció redimiendo penas por trabajo como preso político por su trabajo al frente del Servicio de Archivos Históricos de la Generalitat catalana.⁸
- Las dimensiones del solar que ocupó el edificio.

⁷ MADOZ, P., *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de Aragón*. Zaragoza, Valladolid, Ámbito, Diputación General de Aragón, Departamento de Cultura y Educación, 1985, p. 96.

⁸ CASTÁN CHOCARRO, A., "Josep Rocarol: dibujos para la Dirección General de Regiones Devastadas desde el Campamento de Penados de Belchite", *Her&Mus*, 18, 2017, pp. 23-40.



Fig. 6. Plaza Nueva, boceto 3D de la volumetría de la plaza realizado en low poly (poca cantidad de polígonos), sin texturizar. Sirvió de base a la planificación de la posterior reconstrucción virtual realizada. Asociación Cultural El Allondero, AMO 3D Visual.

Las fotografías han servido para saber de cuántas piezas constaba el alero, así como cuántos arcos tenía la galería de la última planta del edificio [fig. 7].⁹

Gracias a las dimensiones del solar y a los restos de muro, se ha podido determinar la superficie que ocupaba el edificio [fig. 8].

En este caso, gracias al detalle con el que están realizados los dibujos de Josep Rocarol i Faura, en los que incluso se incluyen las dimensiones de los distintos elementos que componen el alero [fig. 9],¹⁰ la generación del modelo 3D mediante el *software* adecuado [fig. 10] pudo hacerse con extraordinaria fidelidad al modelo que se pretendía reconstruir [figs. 11 y 12].

⁹ CINCA, J., ALLANEGUI, G. y ARCHILLA, A. P., *El Viejo Belchite: la agonía de un pueblo*, Zaragoza, Gobierno de Aragón, Departamento de Educación, Cultura y Deporte, 2008.

¹⁰ Dibujos realizados por el pintor catalán Josep Rocarol i Faura durante los años que estuvo preso en el Campo de Penados de Belchite (1939-1942). Donación de los descendientes del Teniente Coronel Roque Adrada a la Biblioteca de la Universidad de Zaragoza, 2015, https://zaguan.unizar.es/record/63163/files/APUNTES_DE_ARAGON_1.pdf, (fecha de consulta: 3-III-2019).



Fig. 7. Estado del edificio en 1939. Archivo Allanegui.



*Figura 8. Estado actual del solar que ocupaba el edificio (2018).
Fotografía: Asociación Cultural El Allondero.*

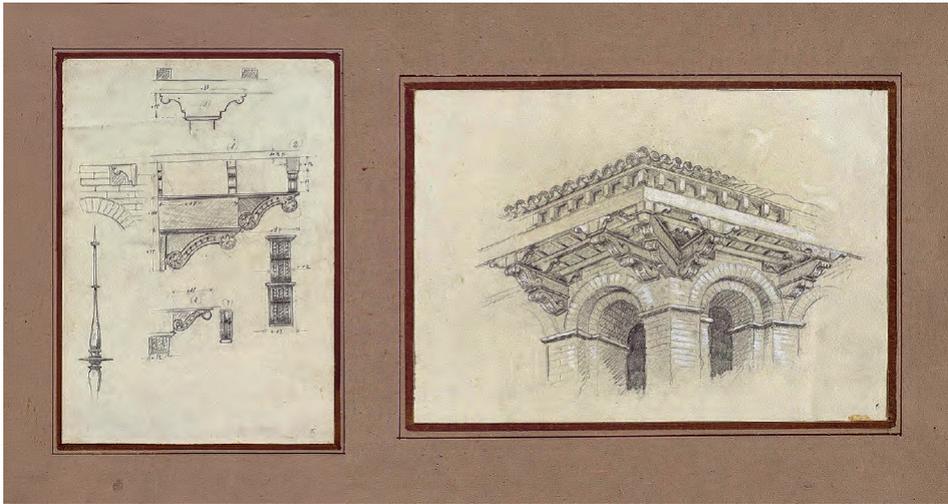


Fig. 9. Dibujos a lápiz y gouache de Josep Rocarol i Faura. En la figura de la izquierda, pueden verse las medidas de los elementos que componen el alero y los detalles de su talla.

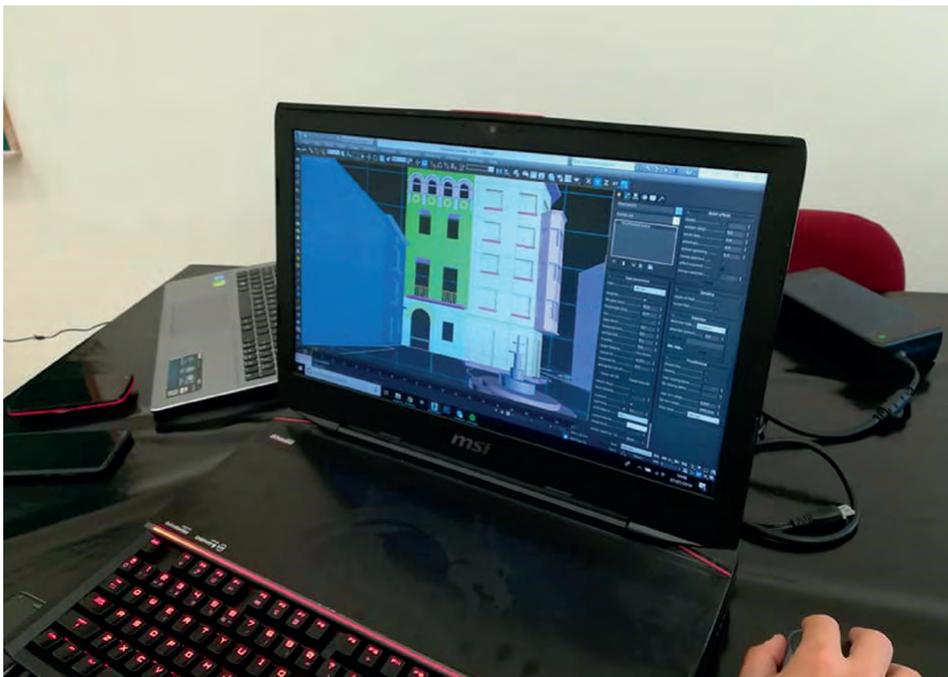


Fig. 10. Generación del modelo 3D mediante el software adecuado. Asociación Cultural El Allondero, AMO 3D Visual.



Fig. 11. Reconstrucción virtual de los volúmenes que componen el remate del edificio (sin materiales). Asociación Cultural El Allondero, AMO 3D Visual.



Fig. 12. Reconstrucción virtual en donde se han incorporado las texturas de los materiales con los que se construyó el remate del edificio. Asociación Cultural El Allondero, AMO 3D Visual.



Fig. 13. Plaza Nueva de Belchite, en el centro puede verse la fuente ornamental que se reconstruye virtualmente (Postal de 1920).



Fig. 14. Restos de la fuente ornamental de la plaza Nueva del pueblo viejo de Belchite, a la izquierda, el pilón y a la derecha, la bandeja inferior (2018).

Fotografías: Asociación Cultural El Allondero e I. Villar, respectivamente.



Fig. 15. Fuente ornamental II. Catálogo Averly, S.A.

2) Fuente ornamental II. Fundición Averly. Plaza Nueva, pueblo viejo de Belchite

Optamos en este caso por presentar la reconstrucción virtual de un elemento de mobiliario urbano. Se trata de la fuente que ocupaba el centro de la plaza Nueva del pueblo viejo de Belchite, una fuente que animaba la vida ciudadana que se desarrollaba a su alrededor [fig. 13]. Esta fuente podemos datarla a finales del siglo XIX y fue realizada en la fundición Averly de Zaragoza tal y como puede verse en el sello de la parte exterior del pilón.

Pese a que la fuente actualmente está muy deteriorada ya que de ella solo se conserva la base y una de las bandejas [fig. 14], al tratarse de un producto fabricado por moldes, ha sido de gran utilidad

localizar otras fuentes idénticas y tomarlas como referencia. En primer lugar, podemos tomar como referente el catálogo de la propia empresa



Fig. 16. Fuentes ornamentales idénticas a la fuente por reconstruir, a la izquierda, la situada en el barrio zaragozano de Santa Isabel y, a la derecha, la ubicada en la plaza de España de Mara (Zaragoza). Asociación Cultural El Allondero.

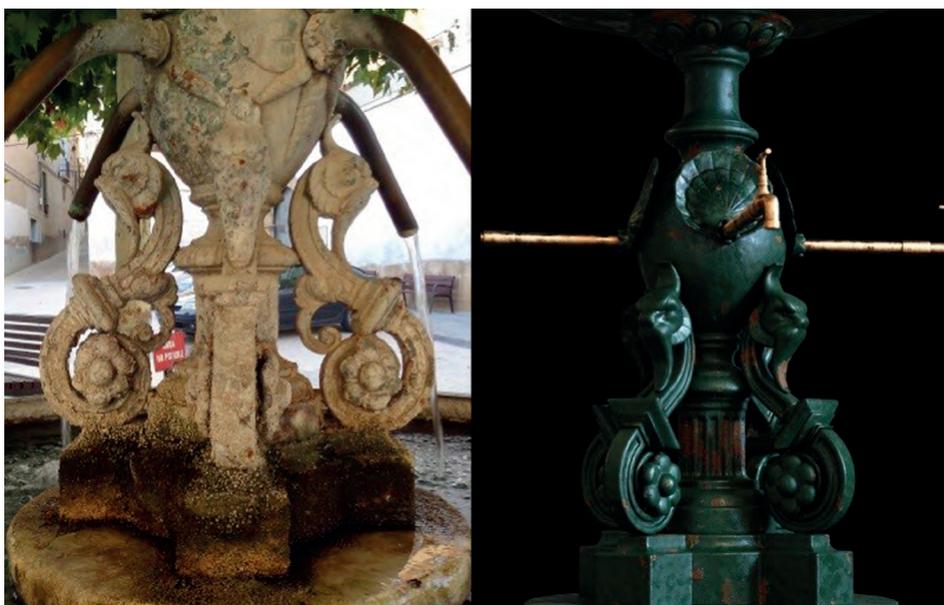


Fig. 17. Detalle de la fuente ornamental II de la Plaza de España de Mara (Zaragoza), a la izquierda, y detalle de la reconstrucción virtual de la fuente de la plaza nueva de Belchite, a la derecha. Asociación Cultural El Allondero, AMO 3D Visual.



Fig. 18. Reconstrucción virtual de la fuente sin materiales. Asociación Cultural El Allondero, AMO 3D Visual.



Fig. 19. Reconstrucción virtual de la fuente tras la incorporación de las texturas de los materiales. Asociación Cultural El Allondero, AMO 3D Visual.

de Averly [fig. 15],¹¹ también, y tras localizar casi una decena de estas fuentes, seleccionar dos de ellas para proceder a tomar medidas de las mismas y fotografiar cada uno de sus detalles para, de esta forma, tener una referencia directa con la que poder realizar su reconstrucción 3D. Estas fuentes se encuentran, una, en la plaza de España de Mara (Zaragoza) y, la segunda, en el barrio de Santa Isabel de Zaragoza, entre las calles Mamblas, Solidaridad y avenida de Santa Isabel [fig. 16].

Una vez recogida toda la documentación necesaria para realizar la reconstrucción virtual de la fuente, se procedió a llevarla a cabo [figs. 17, 18 y 19].

¹¹ http://www.averly.es/Images/Fundicion_Artistica/Fuentes/Fuentes_Ornamentales_IIa.jpg, (fecha de consulta: 10-III-2019).