



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV/EHU)



UPV EHU

Centro de investigación Micaela Portilla  
C/ Justo Vélez de Elorriaga 1, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).

Tfno: +34 945 013222 / 013264

e-mail: [ldgp@ehu.eus](mailto:ldgp@ehu.eus) web: <http://www.ldgp.es>

# ARCHIVO DEL LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

ARCHIVE OF THE LABORATORY FOR THE GEOMETRIC  
DOCUMENTATION OF HERITAGE

Sección de memorias / *Reports section*

# 52-1



Información general / <i>General information</i>		
ELEMENTO:	R_Logroño_ConventoDelCarmen	:ELEMENT
TÍTULO:	Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta en papel, del antiguo Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja)	:TITLE
FECHA:	abril 2018 / <i>April 2018</i>	:DATE
NÚMERO:	LDGP_mem_052-1	:NUMBER
IDIOMA:	español / <i>Spanish</i>	:LANGUAGE

<b>Resumen</b>	
TÍTULO:	Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta en papel, del antiguo Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja)
DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA:	El elemento de interés es una pequeña réplica en cartulina de un tamaño total de unos 50 x 30 x 20 cm, formada por diversos módulos correspondientes a estancias y edificios que pueden acoplarse para formar una imagen de cómo debió ser el convento del Carmen a finales del siglo XIX.
DOCUMENTACIÓN:	La documentación se realizó mediante colecciones de fotografías desde diferentes ángulos correspondientes a diferentes momentos durante el montaje del conjunto. Para la reconstrucción virtual de la geometría del edificio se han insertado varias de estas imágenes en un programa de modelado 3D que permite realizar el modelado a través de la perspectiva (puntos de fuga). Una vez generada la geometría 3D se han aplicado las texturas fotográficas propias del modelo en papel. El modelo se ha escalado y se presenta sobre un plano de la ciudad de Logroño del siglo XIX (Coello).
TÉCNICAS:	modelado virtual, fotogrametría
PRODUCTOS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo de superficies con texturas fotográficas (de la maqueta).</li> </ul>
DESCRIPTORES NATURALES:	convento, modelo virtual
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ]) Patrimonio Cultural, Fotogrametría, Edificio Religioso

<b>Abstract</b>	
TITLE:	Virtual model of the former convent of Nuestra Señora del Carmen in Logroño (La Rioja, Spain) generated from a cardboard scale model (mock-up)
GEOMETRIC DESCRIPTION:	The element is a scale model of the convent made of cardboard and sized around 50 x 30 x 20 cm. The model consist of several units corresponding to buildings and rooms that can be fitted together in order to show an image of the convent as it should have been at the end of the 19 <sup>th</sup> century.
DOCUMENTATION:	The documentation was done by mean of collection of photographs from many points of view of the mock-up showing different stages of the assemblage. The 3D modeling was done from the pictures imported in a software that works with the perspective geometry (vanishing points), then textures from the photographs were assigned to the faces of the 3D model. Finally the model is presented on a contemporary city plan (Coello's).
METHODOLOGIES:	virtual modeling, photogrammetry
PRODUCTS:	<ul style="list-style-type: none"> <li>3D models (meshes with photographic texture from the mock-up).</li> </ul>
NATURAL KEYWORDS:	convent, virtual model
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ]) Cultural Heritage, Photogrammetry, Religious Buildings

Localización / Placement		
ELEMENTO PATRIMONIAL:	Convento de Nuestra Señora del Carmen (Logroño)	:HERITAGE ELEMENT
MUNICIPIO:	Logroño (Getty TGN: 7007928)	:MUNICIPALITY
COORDENADAS:	EPSG:4326 WGS84/LatLong 42.4655,-2.4430	:COORDINATES

Equipo de trabajo / Staff		
EQUIPO:	Álvaro RODRÍGUEZ MIRANDA José Manuel VALLE MELÓN	:STAFF

Derechos / Rights		
DERECHOS:	<p>La información relativa al presente proyecto es fruto de la participación de diversos agentes por lo que su situación al respecto de los derechos intelectuales y de explotación puede ser compleja. Con el fin de simplificar el esquema de reutilización, se ha llevado a cabo un análisis previo de la situación de cada documento que se encuentra disponible en el repositorio y que es accesible en el recurso web indicado por el identificador permanente. De manera resumida se puede indicar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el documento se encuentra descargable desde la web del repositorio institucional se considerará que sus posibilidades de reutilización se adaptan a una licencia <i>Creative Commons</i> (CC-By).</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el documento tiene acceso restringido, deberá ponerse en contacto con el promotor del trabajo, ya que dicha organización dispone de la información que busca y de los derechos de explotación necesarios para permitir nuevos usos.</li> </ul> <p style="text-align: center;">/</p> <p>The information that is available in this project was created in the framework of a work in which many agents were involved, therefore, the state of the intellectual and exploitation rights might be complex. In order to simplify the re-use, we have carried out a preliminary analysis regarding each document that is shown in the repository and accessible through the permanent identifier. Summing up, you can consider that:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- If the document can be accessed from the website of the repository, its re-use will follow a <i>Creative Commons</i> (CC-By) licence.</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- If the access is restricted, you need to contact the promotor of the work, since that organization has both the information you need and the possibility to give you the rights for your expected re-use.</li> </ul>	:RIGHTS

OTROS:	<p>Además de la información recogida en el repositorio de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), se informa que los promotores de cada trabajo disponen de una copia más amplia de los registros originales y resultados (medidas, fotografías, modelos 3D).</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p>The University repository does not show an exhaustive record of the work. Users should contact with the promotor of the project if they want to examine the original datasets and complete results (measurements, photographs, 3D models...).</p>	:OTHERS
--------	--	---------

<b>Renuncia de responsabilidad / Disclaimer</b>		
DESCARGO:	<p>El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario.</p> <p>La publicación se ha realizado conforme a los fines docentes y de investigación del Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio del Patrimonio de la UPV/EHU y en función de los derechos que corresponden al Laboratorio como autor del contenido. El Laboratorio se compromete a retirar del acceso público tanto este documento como cualquier otro material relacionado en el caso de que los promotores consideren que menoscaban sus derechos de explotación. /</p> <p>The use of the information contained in this document will be under the exclusive responsibility of the user.</p> <p>The aim of this publication is to fulfill the academic goals and research expected from the Laboratory for the Geometric Documentation of Heritage (UPV/EHU) concerning its scientific outcomes. Nevertheless, the Laboratory is bound to the respect of promoters' commercial rights and will take away the contents which are considered against these rights.</p>	:DISCLAIMER



**Reutilización / Re-use**

REUTILIZACIÓN:	<p>Los siguientes términos corresponden al Real Decreto 1495/2011, de 24 de octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público, para el ámbito del sector público estatal.</p> <p>"Son de aplicación las siguientes condiciones generales para la reutilización de los documentos sometidos a ellas:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Está prohibido desnaturalizar el sentido de la información.</li><li>2. Debe citarse la fuente de los documentos objeto de la reutilización. Esta cita podrá realizarse de la siguiente manera: "Origen de los datos: [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate]".</li><li>3. Debe mencionarse la fecha de la última actualización de los documentos objeto de la reutilización, siempre cuando estuviera incluida en el documento original.</li><li>4. No se podrá indicar, insinuar o sugerir que la [órgano administrativo, organismo o entidad del sector público estatal de que se trate] titular de la información reutilizada participa, patrocina o apoya la reutilización que se lleve a cabo con ella.</li><li>5. Deben conservarse, no alterarse ni suprimirse los metadatos sobre la fecha de actualización y las condiciones de reutilización aplicables incluidos, en su caso, en el documento puesto a disposición para su reutilización."</li></ol> <p style="text-align: center;">/</p> <p>The following terms come from the Royal Decree 1495/2011, of 24th October 2011, whereby the Law 37/2007, of November 16, on the re-use of public sector information, is developed for the public state sector.</p> <p>"The following general terms shall apply to all re-usable document availability methods:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. The information must not be distorted.</li><li>2. The original source of re-usable documents must be cited.</li><li>3. The date of the latest update of re-usable documents must be indicated when it appears in the original document.</li><li>4. It must not be mentioned or suggested that the public sector agencies, bodies or entities are involved in, sponsor or support the re-use of information being made.</li><li>5. Metadata indicating the latest update and the applicable terms of re-use included in re-usable documents made available by public agencies or bodies must not be deleted or altered."</li></ol>	:RE-USE
----------------	--	---------

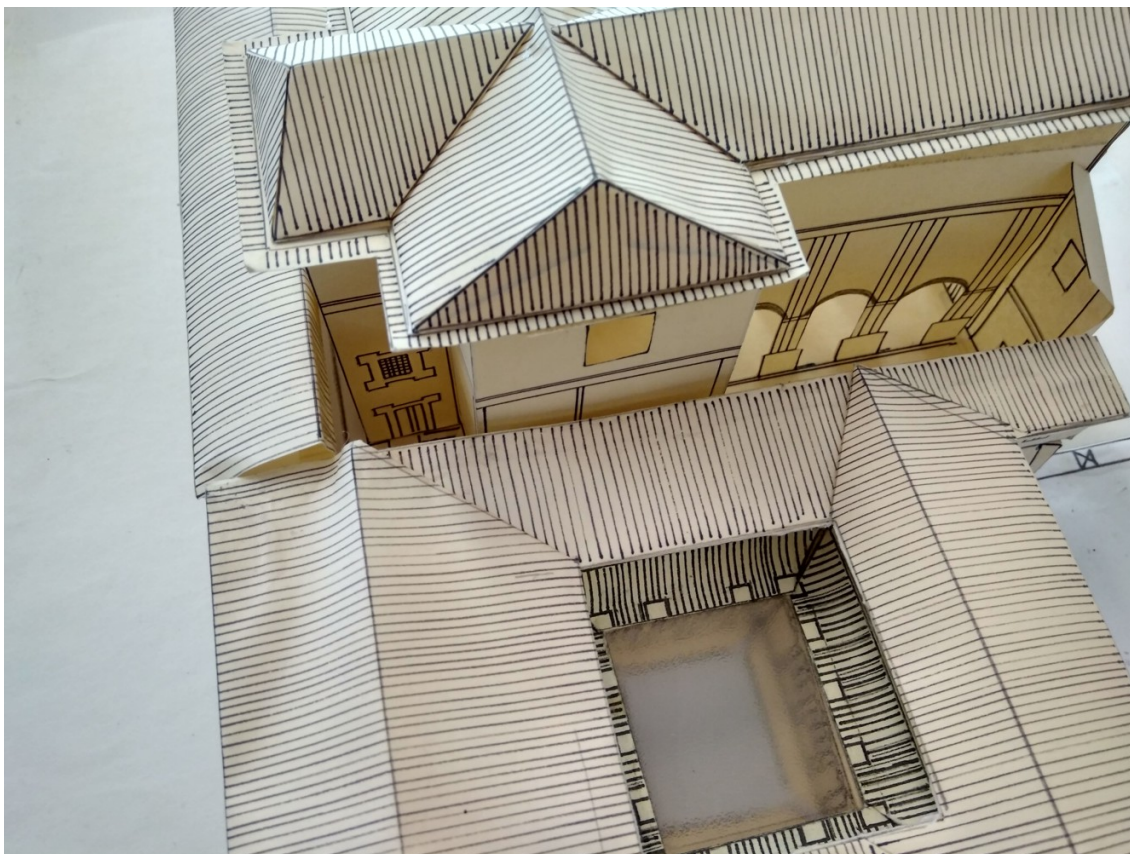
Estructura / Framework		
ID PERMANENTE:	<a href="http://hdl.handle.net/10810/41133">http://hdl.handle.net/10810/41133</a>	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ldgp_mem052-1_Logrono_ConventoCarmen.pdf</b>: este documento. Contiene la memoria descriptiva de los trabajos realizados. / <i>this document. It contains the report of the works carried out.</i></li> <li>• <b>LDGP_CCA2018_fot_ConventoDelCarmen-?.jpg</b>: 3 fotografías de documentación de los trabajos realizados. / <i>3 pictures for documenting the woks.</i></li> <li>• <b>LDGP_CCA2018_modelovirtual_ConventoDelCarmen.zip</b> : modelo virtual del convento con indicación de dos niveles de verosimilitud (en colores blanco: geometría conocida y rosa: en estudio), se acompaña con dos modelos adicionales que corresponden al plano base de Coello (1851) y una base para dar soporte al plano. Todos estos modelos están en formato PLY y se acompañan con las diferentes texturas necesarias para la representación. Asimismo, se incluye un fichero descriptivo con metadatos según el esquema Dublin Core. / <i>virtual model of the convent with indication of two levels of likelihood (white textures: elements of known geometry and pink: elements under study). Besides, there are two additional models, the first one is the city plan of 1851 (Coello's plan) and, the second, a generic box that gives volume to the aforementioned plan. All the models are in PLY format and come together with all the textures. Finally, the pack is completed with a file with descriptive metadata according the Dublin Core schema.</i></li> </ul>	:FRAMEWORK

Cita completa recomendada / Recommended full citation		
CITA:	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU) –LDGP-. <i>Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta en papel, del antiguo Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja).</i> 2018	:CITATION

Comentarios / Feedback		
NOTA:	<p>Este documento forma parte del contenido generado en el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU y ha sido publicado con fines docentes y/o de investigación, atendiendo a los objetivos del Laboratorio. Es muy importante para nosotros conocer la utilidad del material suministrado a los usuarios finales así como las posibilidades de mejora en el servicio que podemos realizar; por lo tanto, agradecemos cualquier comentario o sugerencia que nos quiera hacer llegar, para lo cual, ponemos a su disposición nuestra dirección de correo electrónico <a href="mailto:ldgp@ehu.es">ldgp@ehu.es</a> /</p> <p><i>This document is part of the content generated by the Laboratory for Geometrical Documentation of Heritage (UPV/EHU). It was published for teaching purposes and research, in relation with the goals of the Laboratory. Feedback about the real utility of this information is most important for us, therefore, we appreciate any comment or suggestion for improvements (please, do refer to the following e-mail address: <a href="mailto:ldgp@ehu.es">ldgp@ehu.es</a>).</i></p>	:NOTE

# Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta en papel, del antiguo Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja)

Vitoria-Gasteiz, abril de 2018



## Equipo:

Álvaro Rodríguez Miranda  
José Manuel Valle Melón

LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido - GPAC (UPV-EHU)



Centro de Investigación Micaela Portilla  
Justo Vélez de Elorriaga, 1 - 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).  
Tfno: +34 945 013 264

e-mail: [ldgp@ehu.es](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>



## **ÍNDICE**

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- OBJETIVOS.....	6
3.- LOCALIZACIÓN.....	7
4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS .....	8
4.1.- Esquema de trabajo .....	8
4.2.- Trabajos de campo.....	9
4.2.1.- Registro fotográfico .....	9
4.3.- Trabajos de gabinete.....	10
4.3.1.- Clasificación y archivo de las fotografías .....	10
4.3.2.- Modelado 3D a partir de los puntos de fuga .....	14
4.3.3.- Modelo georreferenciado .....	34
4.3.4.- Aplicación de texturas.....	39
4.3.5.- Modelo de verosimilitud .....	46
4.3.6.- Vídeo .....	51
5.- RESULTADOS .....	53
5.1.- Colección de fotografías.....	53
5.2.- Modelo geométrico.....	53
5.3.- Modelos virtuales.....	55
5.4.- Vídeo para la exposición .....	55
6.- CONTENIDO DEL CD .....	56

## 1.- INTRODUCCIÓN

El Instituto de educación secundaria Práxedes Mateo Sagasta de Logroño celebra en 2018 su 175 aniversario, con este motivo esta institución, decana en cuanto a museología y formación superior en la comunidad autónoma de La Rioja, ha organizado un conjunto de actos y exposiciones con los que dar a conocer a la sociedad su rico patrimonio.

Entre estas iniciativas se encuentra el desarrollo de una exposición sobre la Biblioteca del Instituto, titulada «La biblioteca del Instituto y provincial de Logroño» que se celebra en Logroño (La Rioja) del 16 de abril al 15 de mayo, en la sede actual de la Biblioteca de La Rioja.



Fig. 1.- Anuncio de la exposición «La Biblioteca del Instituto y Provincial de Logroño» que se presentará en el edificio de la Biblioteca de La Rioja en abril y mayo de 2018 [<http://www.blr.larioja.org/content/la-biblioteca-del-instituto-y-provincial-de-logro%C3%B1o>, consulta en abril de 2018].

El comisario de la citada exposición, D. Fernando Ramón Blanco Martín, contactó con el Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (LDGP) de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), para explorar la posibilidad de generar un vídeo que recorriera una maqueta que él ha ido desarrollando. Esta maqueta representa el antiguo convento de nuestra Señora del Carmen que se ubicaba en el mismo solar donde actualmente se encuentra el edificio que alberga el Instituto y que, de hecho, fue sede del mismo durante la segunda mitad del siglo XIX.



En efecto, el actual IES Práxedes Mateo Sagasta se creó en 1842 ocupando los edificios desamortizados del antiguo convento de los Carmelitas Descalzos<sup>1</sup>, en aquel momento, se denominó *Instituto Provincial de Enseñanza de Logroño*. En este mismo lugar, se fundaría posteriormente –en 1850- la Biblioteca. Los muros del convento fueron derribados para levantar un nuevo edificio que abrió sus puertas en el año 1900 y continúa hasta la actualidad<sup>2</sup>. En el año 2016, el instituto cierra temporalmente sus puertas para realizar una reforma integral de las instalaciones.



Fig. 2.- Vista parcial de un plano de Logroño en 1893 en el que ya viene identificado como Instituto, pocos años antes del derribo de los edificios del antiguo convento y la construcción del edificio actual<sup>3</sup>.

Se concretó una cita para la inspección de la maqueta y el estudio de posibilidades el día 22 de marzo. Ante la inminencia de la exposición –dado que esta visita se realizó sólo 3 semanas antes de la apertura- se decidió fotografiar la maqueta desde distintos puntos de vista y en cada uno de sus niveles constructivos, por plantas, para proceder a generar los resultados posibles en el tiempo disponible, procediendo como se describe en la siguiente memoria.

---

<sup>1</sup> Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja, España), dispone de entrada en el registro de autoridades del Portal de Archivos Españoles PARES (<http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/autoridad/6306>).

<sup>2</sup> Información obtenida de la página web del IES Sagasta (consulta en abril de 2018) (<http://www.iessagasta.larioja.edu.es/elsagasta/>).

<sup>3</sup> Gómez, F.J. (1893) Logroño histórico: descripción detallada de lo que un día fue y de cuanto notable ha acontecido en la ciudad desde remotos tiempos hasta nuestros días. Biblioteca Digital Hispánica (<http://bdh.bne.es/bnearch/detalle/bdh0000204949>).

La maqueta se exhibirá, junto al vídeo que se genere, en la exposición anunciada. Esta maqueta, supone la síntesis gráfica de los resultados de investigación histórica realizada por D. Fernando, como bibliotecario titular de la biblioteca del IES Sagasta en los últimos 25 años. El valor sintético de estos resultados, que serán complementados por una publicación en la que se recogerá el recorrido histórico de la institución académica, es indudable y su capacidad de evocación y difusión, se verán incrementados con la generación del modelo virtual objeto del presente proyecto.



Fig. 3.- Vista de la maqueta parcialmente montada.

Al respecto de la réplica virtual, como primera opción, se intentó generar un modelo mediante técnicas de fotogrametría convergente, las cuales proporcionan una gran versatilidad y rapidez, ya que el proceso es bastante automático. Sin embargo, los resultados obtenidos no fueron satisfactorios debido a que las texturas de las superficies son muy homogéneas, lo que entorpece el proceso de identificación de puntos comunes entre las diferentes imágenes (fundamento de este método de reconstrucción en 3D).

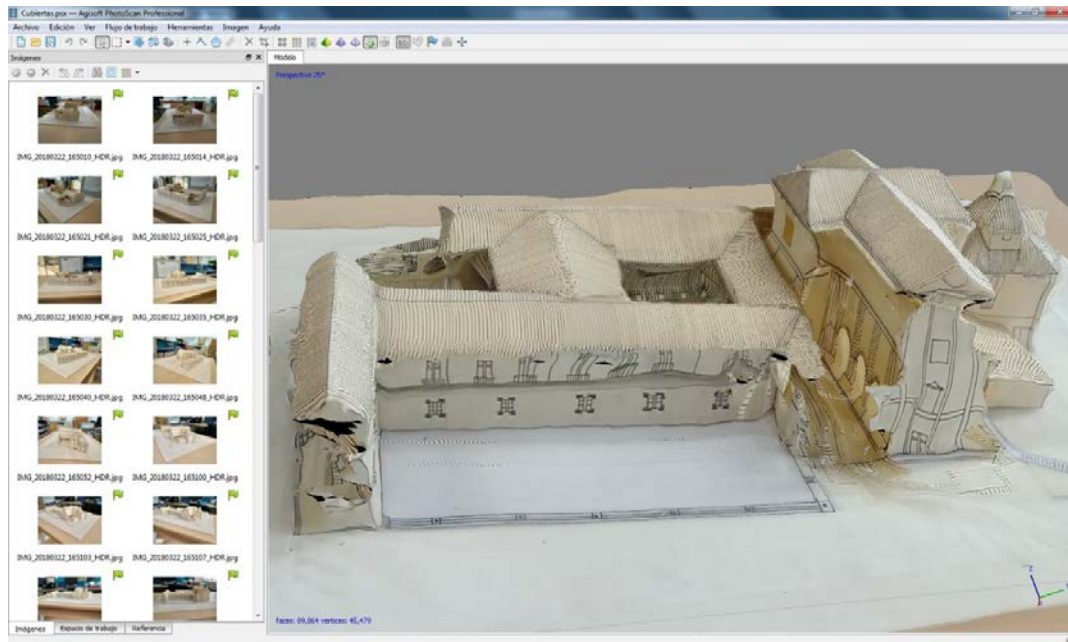


Fig. 4.- Modelo 3D generado automáticamente utilizando técnicas de visión por ordenador (*Structure from Motion* con el software *Agisoft Photoscan*®). Se aprecian notables errores en el modelado y la aplicación de las texturas.

## **2.- OBJETIVOS**

A partir de una colección fotográfica se pretende generar una versión digital de la maqueta que permita ver las diferentes partes sin tener que desmontar el original, así como favorecer su conservación (dado que se trata de un material efímero) y su difusión.

El producto formará parte de la exposición anteriormente mencionada. Por otro lado, se plantea generar un breve vídeo que muestre la maqueta de papel y su versión digital, dicho vídeo se emitirá en bucle en la sala de exposición junto a la maqueta en papel.

En vista de las pruebas previas de modelado, se ha considerado que, para la confección del modelo, se combinarán programas de modelado 3D a partir de fotografías individuales utilizando la geometría basada en los puntos de fuga que, en un segundo paso, se complementarán con programas para la asignación de texturas.

Posteriormente a la exposición, la información generada quedará a disposición pública para su reutilización por parte de cualquier usuario interesado.



### 3.- LOCALIZACIÓN

Respecto a la ubicación espacial de la parcela donde se situó el convento y actualmente alberga el edificio del Instituto de Educación Secundaria Práxedes Mateo Sagasta, sus coordenadas UTM (huso 30, sistema ETRS89) son  $X = 545.800$  e  $Y=4.701.630$  (latitud 42,4656, longitud -2,4429). Ocupando un espacio central en la configuración urbana de la ciudad entre el parque del Espolón, la entrada a la calle portales y el Ayuntamiento, concretamente en la manzana situada entre las calles Muro del Cervantes, Muro del Carmen, Duquesa de La Victoria y Juan XXIII

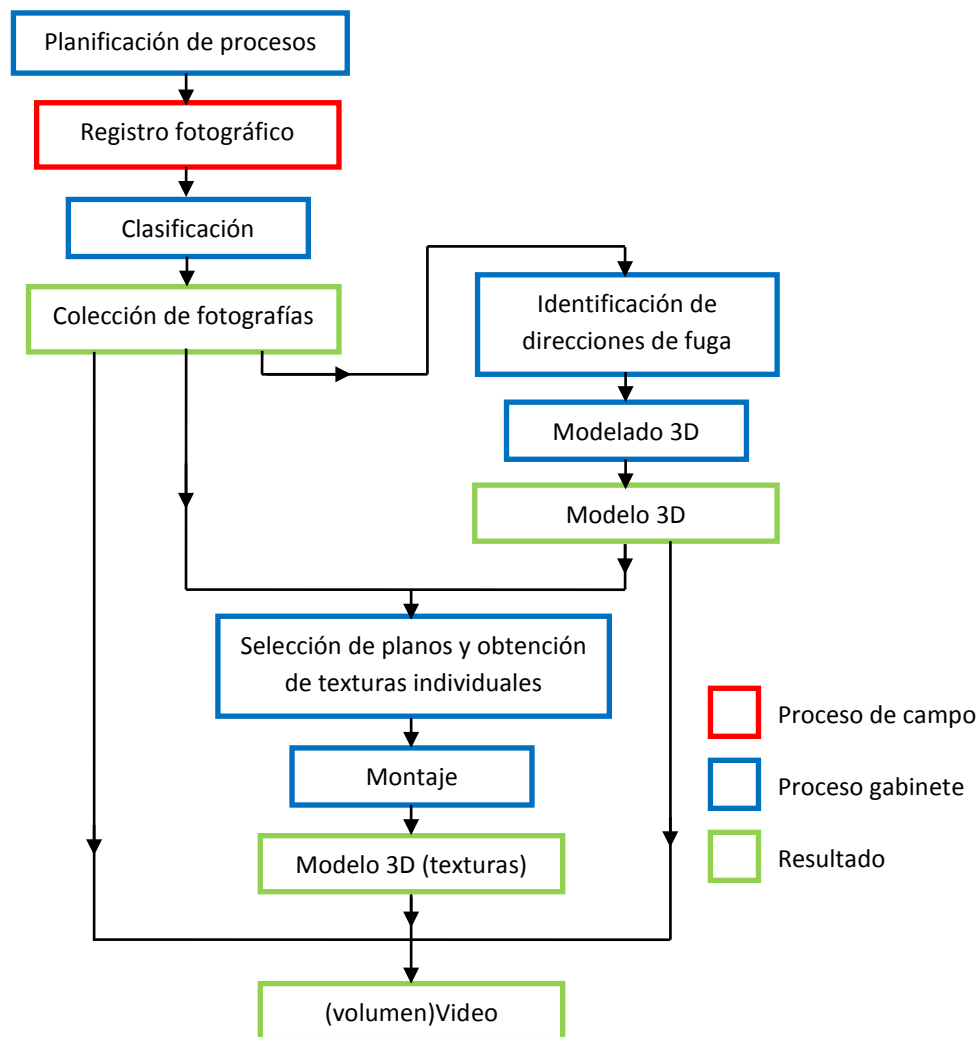


Fig. 5.- Localización del edificio del IES Sagasta en Logroño (La Rioja), antiguo emplazamiento del Convento del Carmen. [fuente: [www.iderioja.larioja.org/geovisor](http://www.iderioja.larioja.org/geovisor) visita abril de 2018]

#### 4.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

##### 4.1.- Esquema de trabajo

El siguiente esquema muestra el flujo de la información desde los registros hasta la obtención de los resultados a través de los diferentes procesos desarrollados. En él, los procesos de campo se marcan en color rojo, los de gabinete en azul y los productos en color verde.



## **4.2.- Trabajos de campo**

### **4.2.1.- Registro fotográfico**

Para el registro fotográfico de la maqueta se utilizó un dispositivo móvil de marca *Xiaomi*, modelo *RedMi 4*. Recordamos que se pretendía un tratamiento automatizado, con valor más figurativo que de calidad métrica, puesto que el objeto que sirve de base es una maqueta en papel, desmontada y con una precisión geométrica relativa, basada en fuentes escritas.

Se tomaron cuatro series de fotografías correspondientes, la primera a la lámina que muestra la planta y las tres siguientes a las tres fases diferentes del montaje (planta baja, segunda planta y cubiertas).

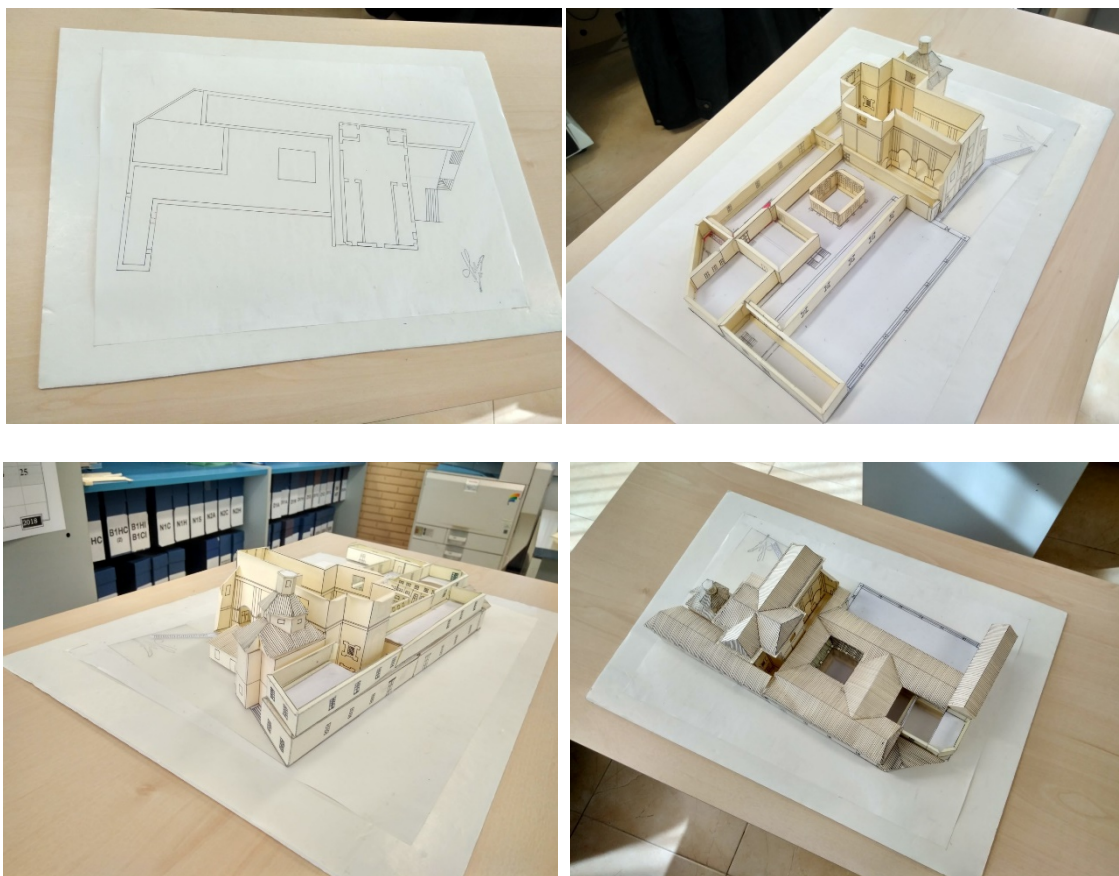


Fig. 6.- Ejemplos de fotografías de las cuatro series realizadas.

### 4.3.- Trabajos de gabinete

#### 4.3.1.- Clasificación y archivo de las fotografías

Las fotografías son un registro que aporta una gran riqueza informativa, motivo por el cual es interesante conservarlas con vistas a su posible reutilización en el futuro. Algunas de los posibles usos futuros incluyen:

- Documentación de la propia maqueta, por lo que pueden utilizarse con fines de ilustración.
- Por otro lado, son documentos con capacidad métrica, lo que significa que son procesables para generar nuevos modelos 3D o completar los que se han generado en el presente proyecto.

No obstante, hay que indicar que, con motivo de la exposición, también se encargó un reportaje fotográfico profesional de la maqueta en el que se obtuvieron imágenes con la maqueta montada con más meticulosidad y finura, así como utilizando una iluminación más adecuada. Estas imágenes se utilizaron para la composición de los paneles de la exposición, añadiendo explicaciones sobre la distribución de los espacios en el Instituto.



Fig. 7.- Panel que forma parte de la exposición y que se ilustra con algunas de las fotografías específicas de la maqueta.

Por lo tanto, dado que existe una documentación de mejor calidad para la ilustración de la maqueta en sí, carece de sentido preservar con este fin las fotografías realizadas en el presente proyecto. Sin embargo, sí que sigue siendo interesante conservar algunas imágenes utilizadas con el fin de documentación el trabajo de modelado 3D y relativos a su posible revisión en el futuro.

El registro fotográfico se hizo pensando en el procesamiento mediante software de fotogrametría convergente, el cual requiere una gran redundancia desde diferentes puntos de vista (plano base: 12 fotografías, primera baja: 67, primera planta: 71 y cubiertas: 46). No obstante, como se ha indicado, se comprobó que este tipo de programas no procesan bien esta clase de información debido a las características geométricas y de textura del modelo en papel.

Para la realización del modelado 3D utilizando los puntos de fuga que se ha realizado, el número de imágenes que resultan significativas es mucho menor, por lo que se ha procedido a realizar una selección (1 imagen del plano base y entre 4 y 6 de cada una de las otras series). Ésta selección es la que se adjunta en el CD que acompaña el proyecto y sobre las que se realizan las acciones siguientes de descripción.

Las fotografías se renombran utilizando el criterio general empleado para todos los ficheros que se incluyen en el CD y que corresponde a nombres que incluyen diversos siguientes bloques de información. Así por ejemplo, el fichero «ldgp\_CCA2018\_foto\_plantabaja01.jpg» indica:

- `ldgp`: productor de la información (Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio de la UPV/EHU).
- `CCA2018`: identificador interno del proyecto (CCA → Convento del Carmen de Logroño) y año de realización (2018).
- `foto`: tipo de documento (también existen: «modelo3D», «memoria», etc.).
- `platabaja01`: nombre descriptivo del contenido del fichero.
- `.jpg`: extensión (tipo de archivo –en este caso una imagen JPEG-).

Con el fin de enriquecer la documentación asociada a cada imagen, así como para prevenir que quede descontextualizada en el caso de que se acceda a ella de forma aislada, se procede a incorporar metadatos dentro de los propios archivos de imagen. En concreto, se emplean los campos disponibles a través de los esquemas Exif<sup>4</sup> e IPTC<sup>5</sup> que tienen la ventaja de que pueden ir insertados dentro de los propios ficheros.

---

<sup>4</sup> Exif (*Exchangeable image file format*) recoge principalmente información sobre las características técnicas de la toma y la cámara empleada. También dispone de campos para incluir la localización (mediante coordenadas) y una descripción de la imagen. La versión más reciente es la 2.31 (<http://www.cipa.jp/std/documents/e/DC-008-Translation-2016-E.pdf>).



Los metadatos Exif se incorporan mediante la herramienta *ExifTool*<sup>5</sup>. Como puede verse en la siguiente imagen, se identifica al autor de las imágenes, se aporta una breve descripción general, se proporciona una dirección web de referencia y se escriben las coordenadas (que corresponden actualmente al IES Sagasta por lo que identifican igualmente la situación original del convento y la ubicación de la maqueta de papel).

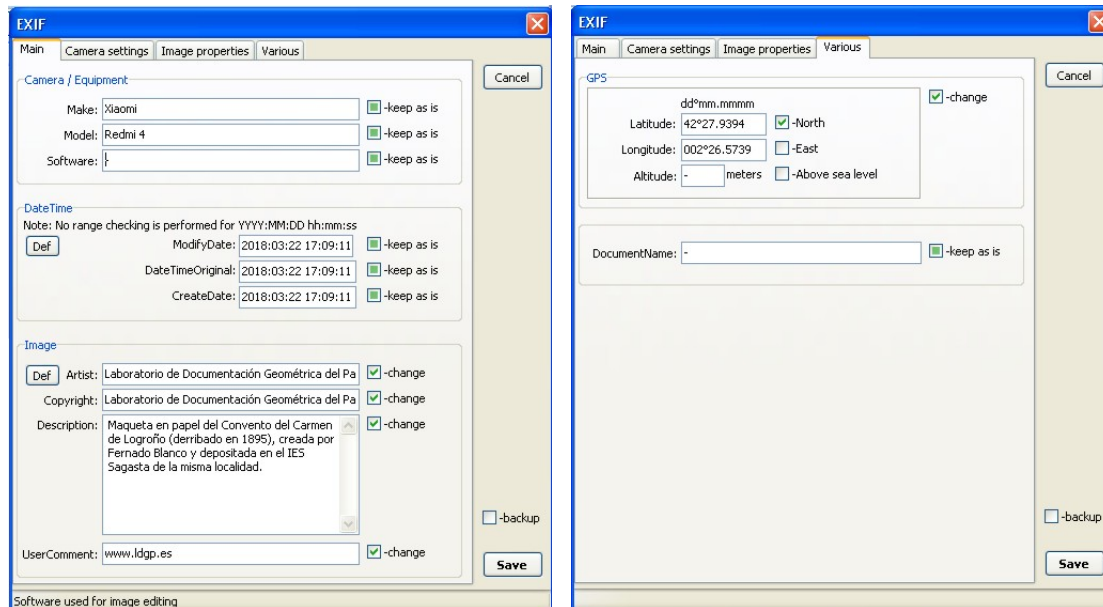


Fig. 8.- Metadatos Exif incluidos en las fotografías.

Por su parte, los metadatos IPTC se han añadido utilizando el software Adobe *LightRoom*<sup>®</sup>. Como se aprecia en la siguiente imagen, estos metadatos aportan información sobre el productor y ubicación del elemento fotografiado.

<sup>5</sup> Los metadatos IPTC (*International Press Telecommunications Council*) incorporan información sobre los productores, derechos y situación de la escena fotografiada (de forma literal).

<b>Contenido IPTC</b>	
Titular	Maqueta del antiguo convento de Nuestra Señora del Car <input checked="" type="checkbox"/>
Código de tema IPTC	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Autor de la descripción	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio <input checked="" type="checkbox"/>
Categoría	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Otras categorías	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
<b>Copyright IPTC</b>	
Copyright	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio <input checked="" type="checkbox"/>
Estado de copyright	Con copyright <input checked="" type="checkbox"/>
Términos de uso de derechos	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
URL de información de copyright	http://www.ldgp.es <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Creador IPTC</b>	
Creador	Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio <input checked="" type="checkbox"/>
Dirección del creador	c/Justo Vélez de Elorriaga, 1 - Edif. Micaela Portilla, desp. <input checked="" type="checkbox"/>
Ciudad del creador	Vitoria-Gasteiz <input checked="" type="checkbox"/>
Estado / provincia del creador	Álava <input checked="" type="checkbox"/>
Código postal del creador	01006 <input checked="" type="checkbox"/>
País del creador	España <input checked="" type="checkbox"/>
Teléfono del creador	+34 945013264 <input checked="" type="checkbox"/>
Correo electrónico del creador	ldgp@ehu.es <input checked="" type="checkbox"/>
Sitio Web del creador	http://www.ldgp.es <input checked="" type="checkbox"/>
Cargo del creador	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
<b>Imagen IPTC</b>	
Fecha de creación	2018 <input checked="" type="checkbox"/>
Género intelectual	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Escena	<input type="text"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación	IES Sagasta <input checked="" type="checkbox"/>
Ciudad	Logroño <input checked="" type="checkbox"/>
Estado / provincia	La Rioja <input checked="" type="checkbox"/>
País	España <input checked="" type="checkbox"/>
Código de país ISO	ES <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Estado IPTC</b>	
Título	Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta <input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 9.- Metadatos IPTC introducidos en las fotografías.

#### 4.3.2.- Modelado 3D a partir de los puntos de fuga

A partir de una fotografía del plano en planta se genera una primera ortoimagen, para ello se rectifica utilizando las dimensiones del papel A3 en el que está dibujada (297 x 420 mm). Este proceso se realiza con el programa de modelado fotogramétrico del LDGP<sup>6</sup>.

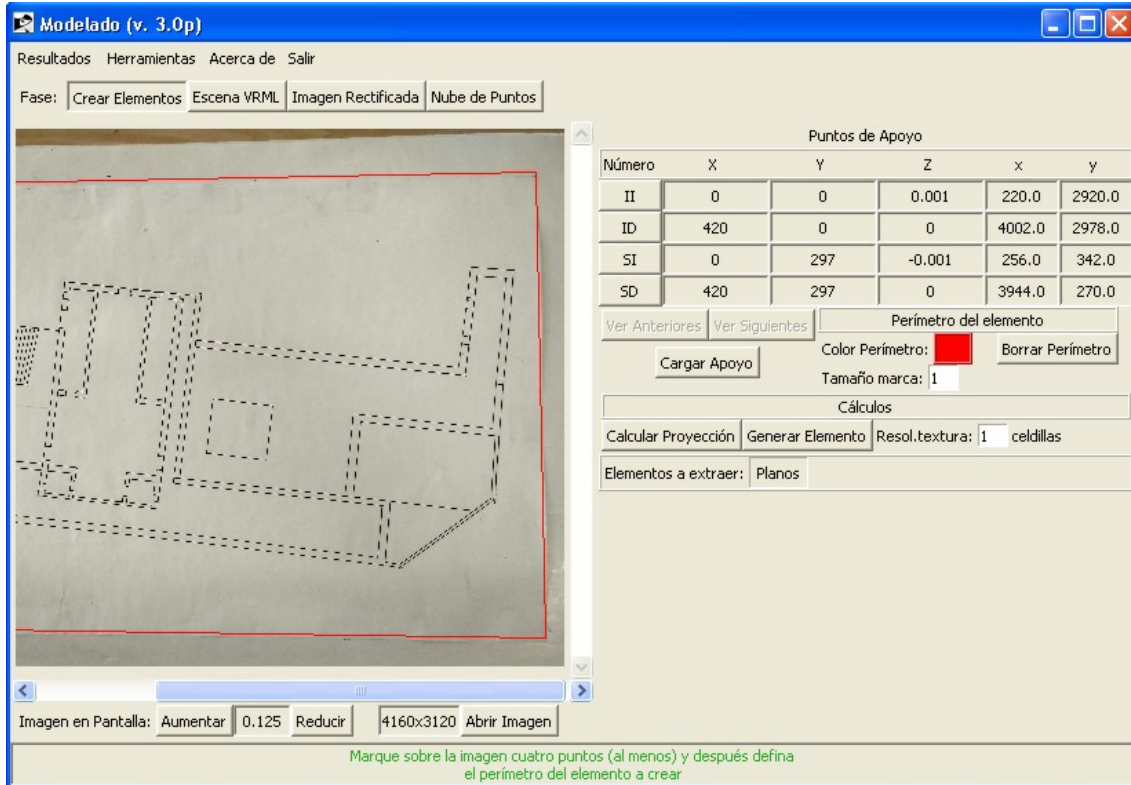


Fig. 10.- Rectificación de la planta a partir de una fotografía.

Los siguientes pasos se realizan utilizando el software *SketchUp*<sup>®</sup>. Se comienza importando una imagen vertical de la lámina que representa el plano en planta. La escala, por el momento, no es relevante por lo que se utiliza un tamaño que simplemente permita trabajar cómodamente con las unidades de las distancias que se van a ir utilizando.

<sup>6</sup> Disponible en el repositorio ADDI de la Universidad del País Vasco (<http://hdl.handle.net/10810/6164>).



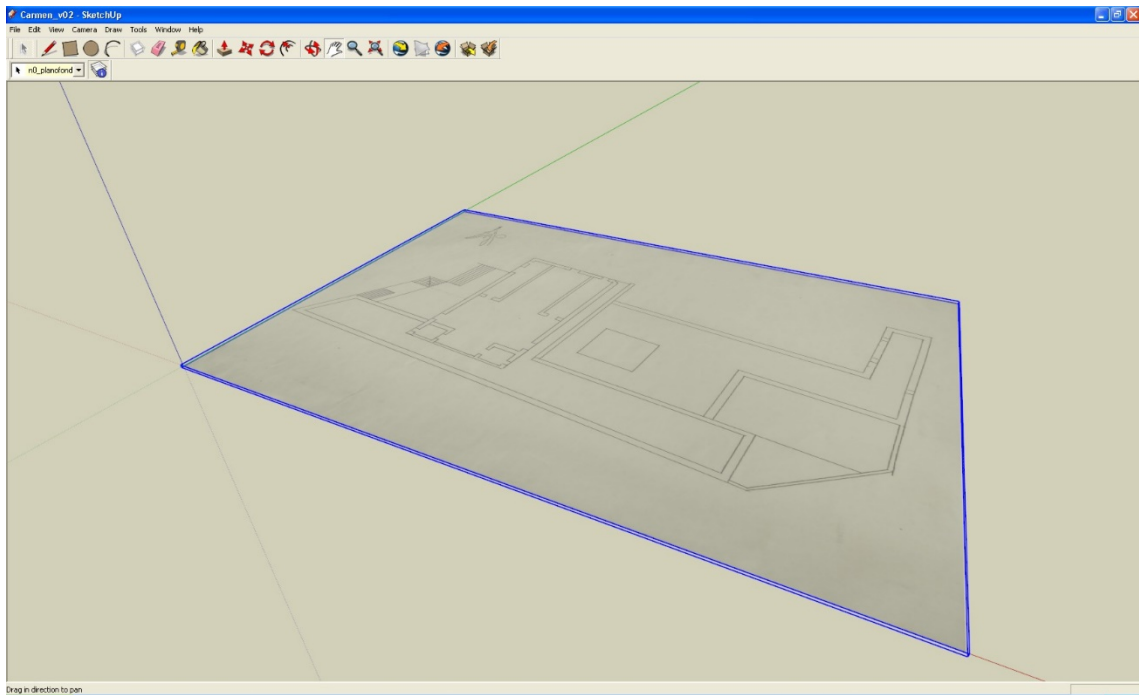


Fig. 11.- Carga de la imagen correspondiente al plano base en el software de modelado (*SketchUp*®).

Ahora se buscan las fotografías que se van a utilizar para obtener las alturas de los diferentes alzados. Hay que tener en cuenta que para este método de modelado interesa que aparezcan claramente marcados los puntos de fuga, por lo que son de especial interés las vistas oblicuas, en las que dos conjuntos de direcciones perpendiculares aparezcan claramente definidas.

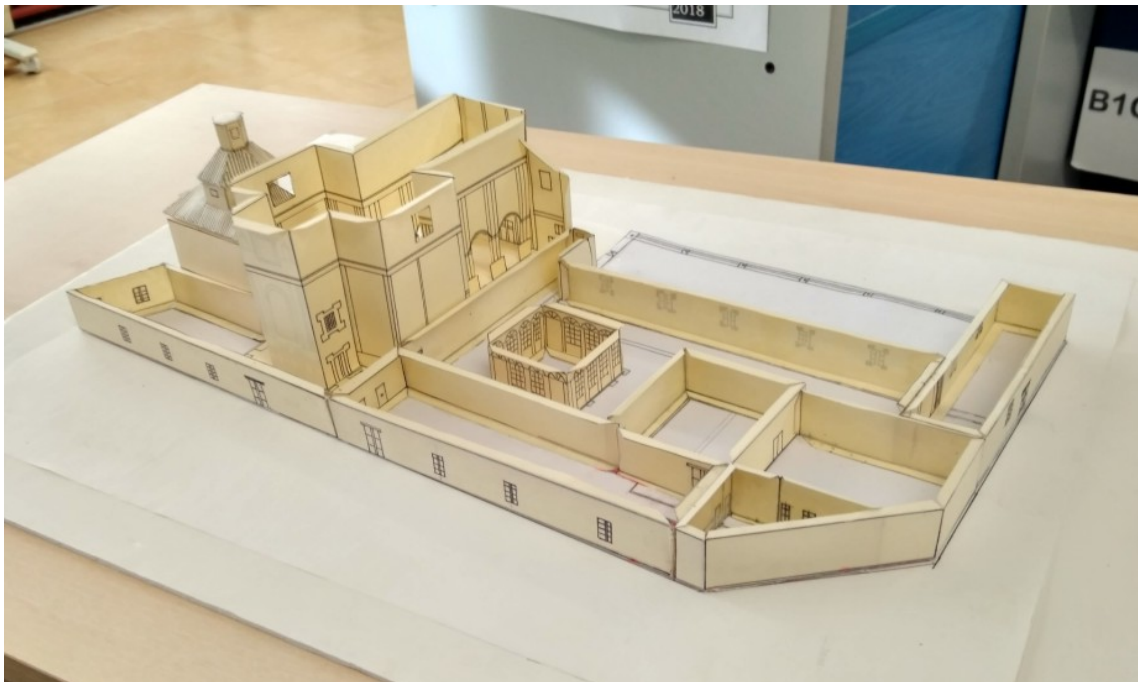


Fig. 12.- Fotografía con direcciones perpendiculares claramente marcadas.

No obstante, la imagen anterior ya nos proporciona una primera idea de que el material con que está realizada la maqueta (papel) es cimbreado y presenta deformaciones por lo que no mantiene las alineaciones con de forma precisa. Todo esto, conlleva que los procesos de ajuste de las líneas de fuga irán acumulando un error a lo largo del modelado.

El primer paso para la inclusión de una nueva fotografía consiste en desplazar el modelo actual a punto origen que sea representativo para los puntos de fuga que se van a definir en la imagen. En nuestro caso, el que se muestra en la siguiente imagen.

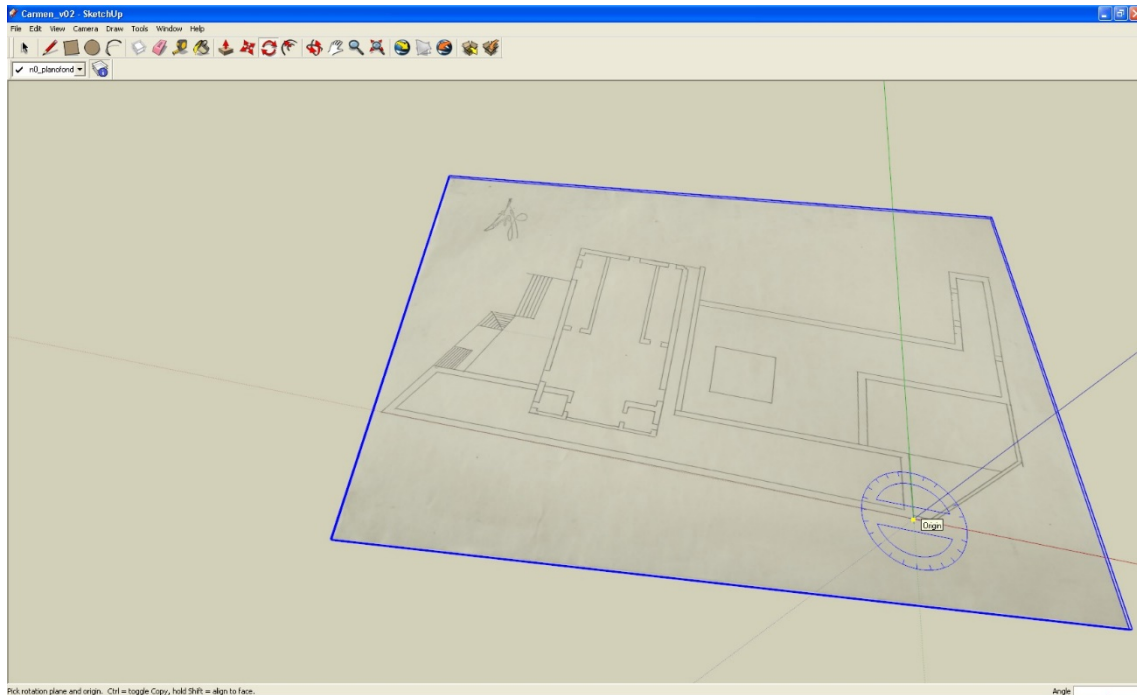


Fig. 13.- Desplazamiento del modelo (por el momento sólo el plano en planta) a un punto significativo para los puntos de fuga de la fotografía que se va a insertar.

Seguidamente se coloca la vista 3D en una posición similar a la que presenta la fotografía y se inserta de forma que aparezcan ambos documentos solapados. A continuación se desplaza el origen y se definen las direcciones de los puntos de fuga.

Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta en papel, del antiguo Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja)

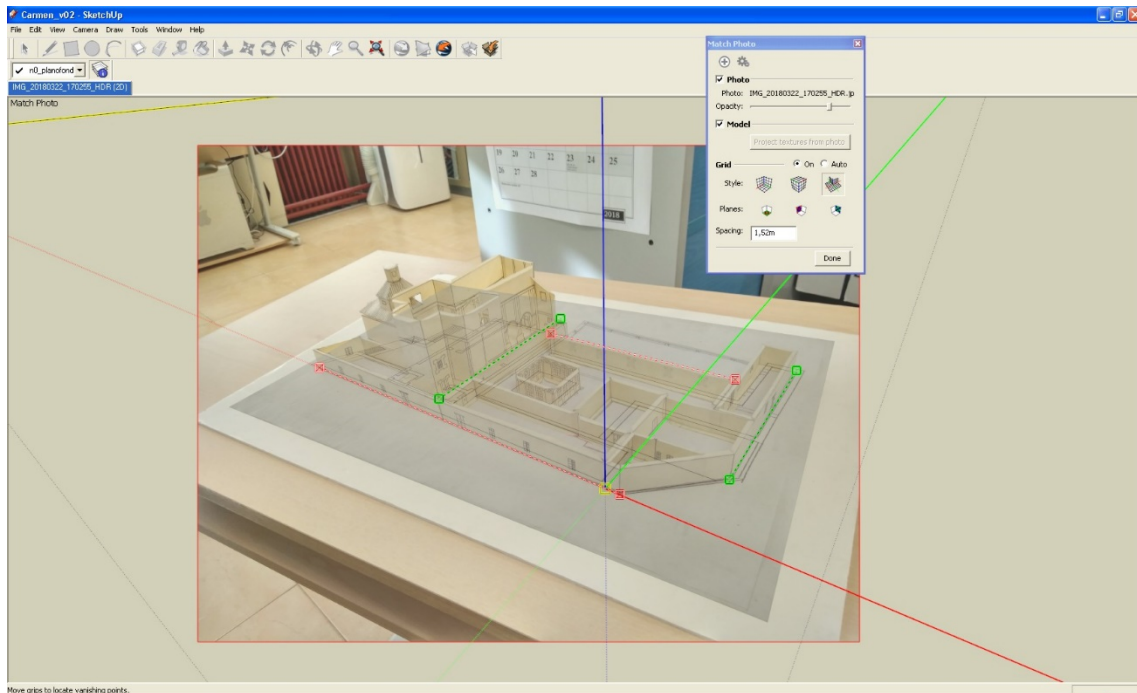


Fig. 14.- Proceso de identificación de los puntos de fuga de la fotografía con el modelo 3D.

Finalmente, se ajusta la escala del modelo hasta que adapte a la imagen del plano en planta.

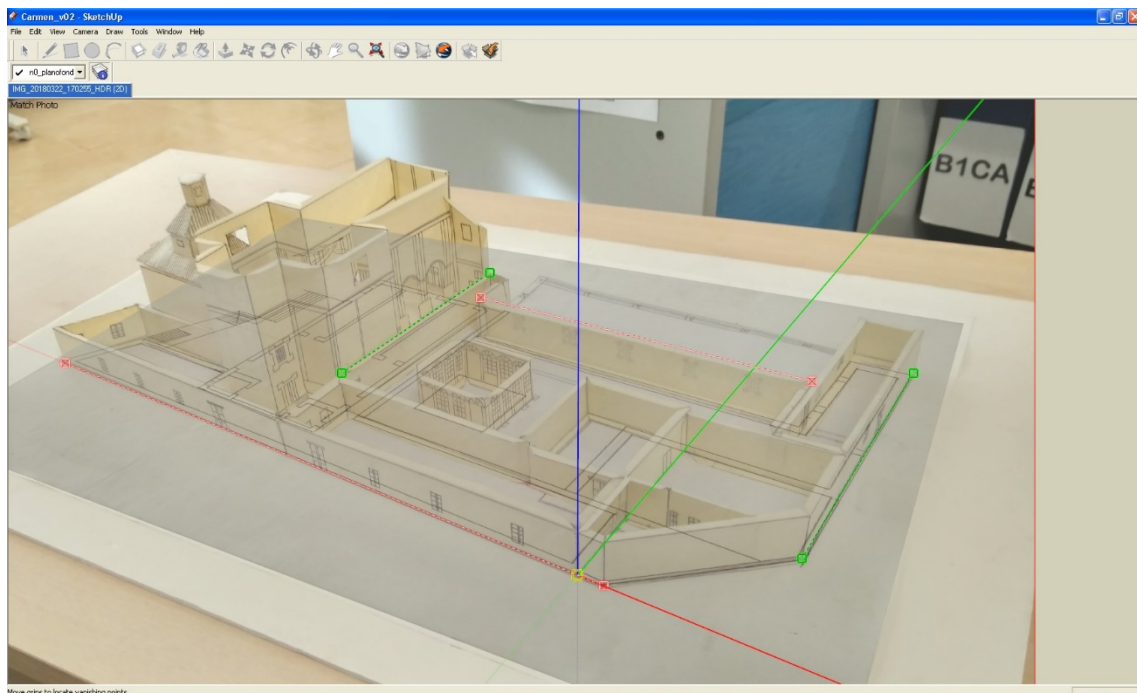


Fig. 15.- Fotografía ajustada con el modelo 3D.

Sobre la planta se empiezan a dibujar los muros para formar las bases en formato vectorial.

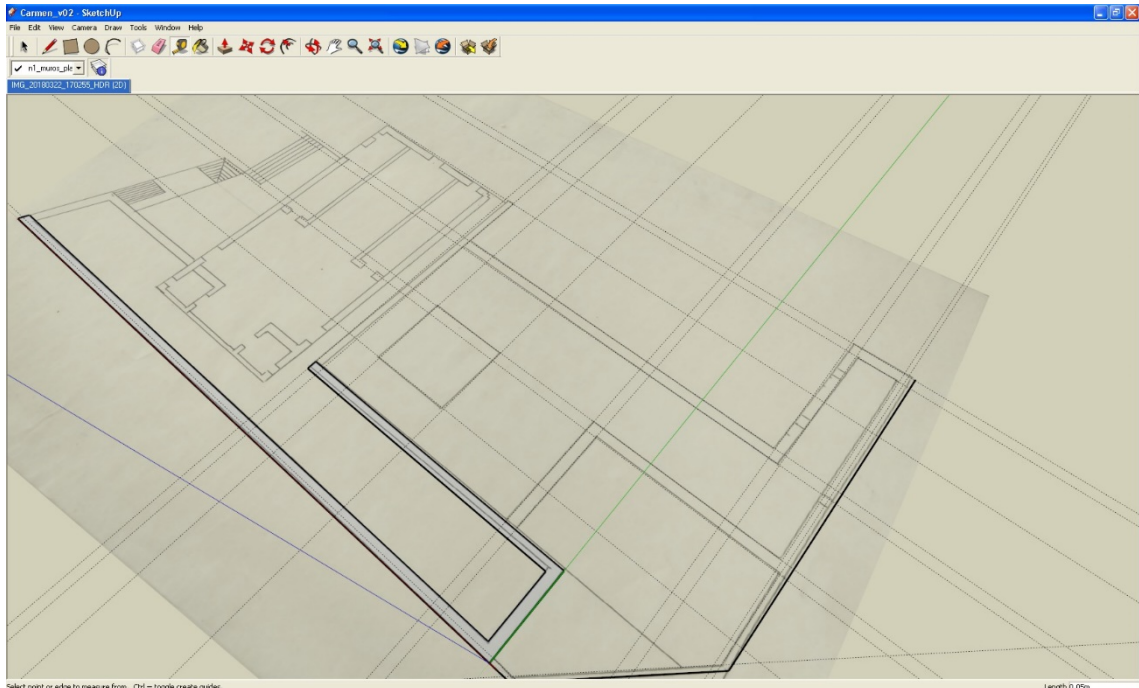


Fig. 16.- Dibujo de los muros sobre la planta rectificada.

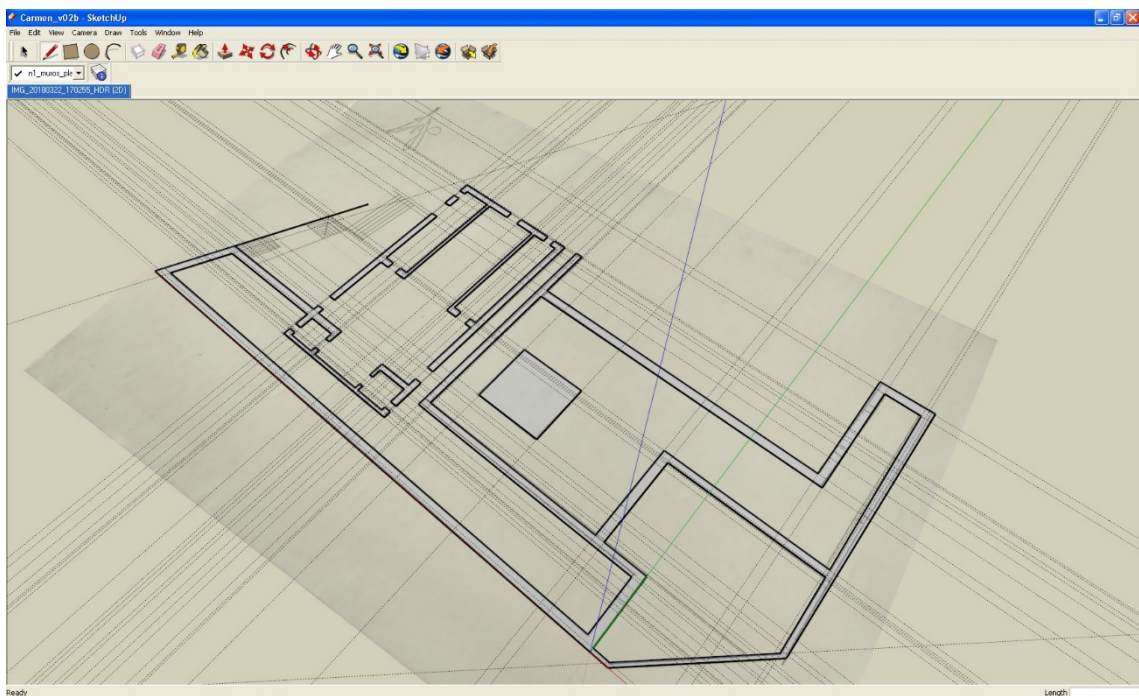


Fig. 17.- Dibujo completo de los muros sobre la planta rectificada.



Este plano en planta no corresponde exactamente con los muros de las piezas de papel, por lo que se deben incorporar los cambios oportunos para representar el modelo de las fotografías.

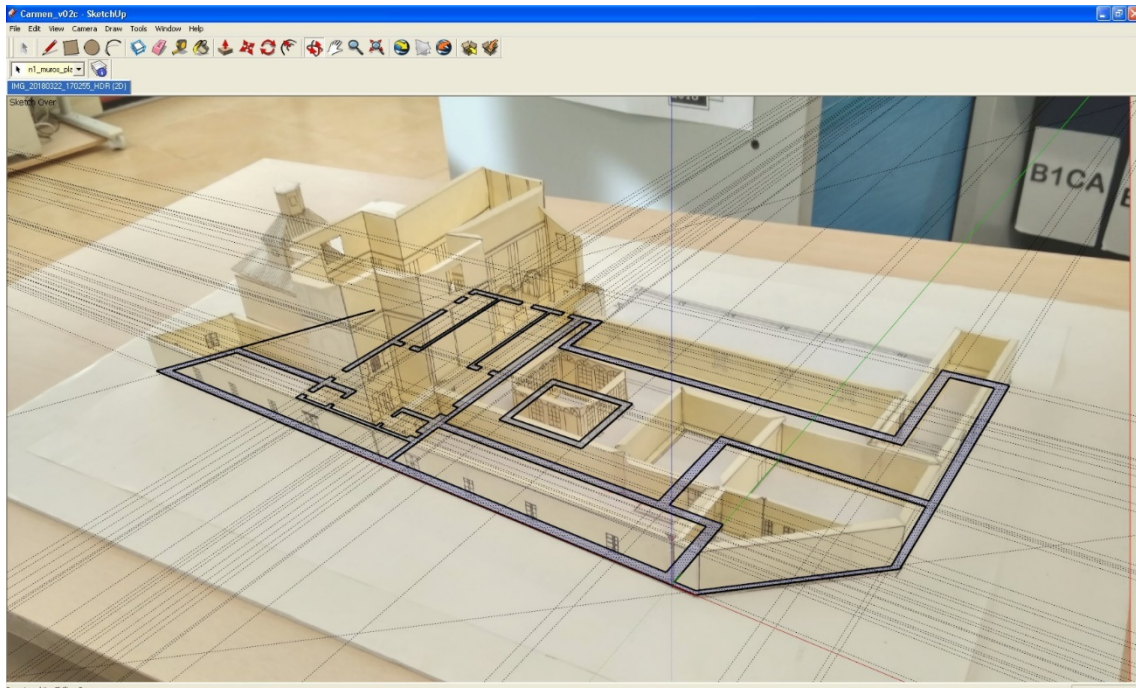


Fig. 18.- Corrección parcial de la planta para reflejar las estructuras de papel.

A partir de este momento ya se pueden comenzar a levantar los alzados utilizando como referencia las alturas que se señalan sobre la imagen.

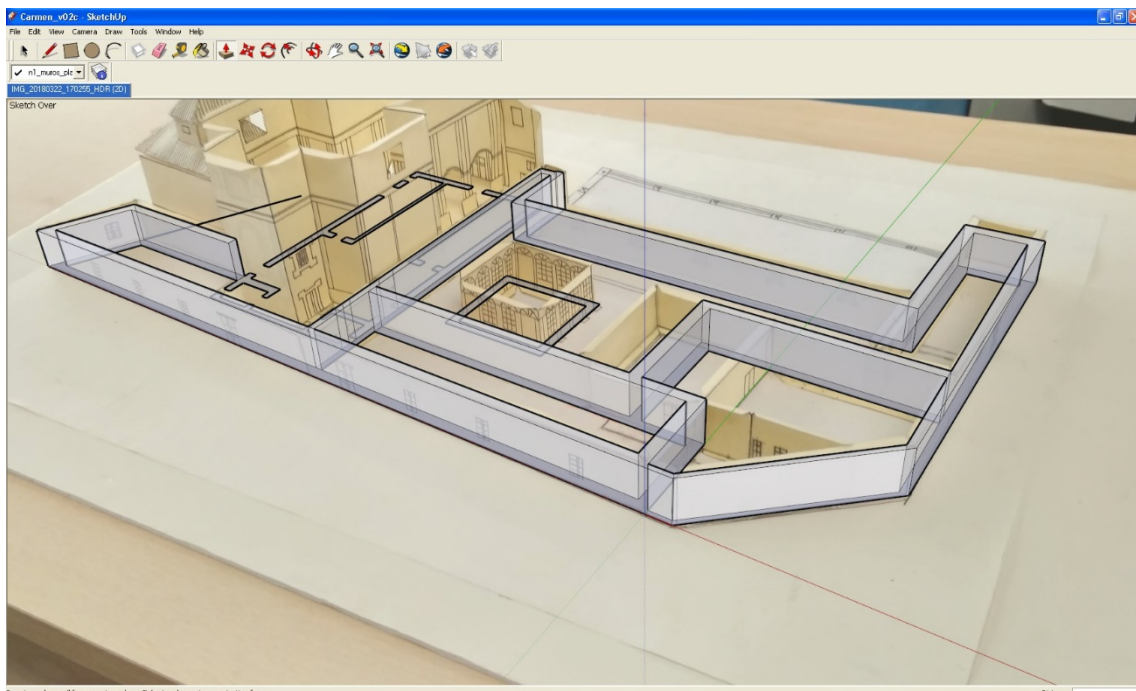


Fig. 19.- Elevación de los muros a las alturas que se determinan gráficamente sobre la fotografía.

Las zonas que no son visibles en la imagen se pueden completar con las herramientas de modelado 3D tomando como referencia las alturas que sí que han podido verse en alguna parte de la imagen.

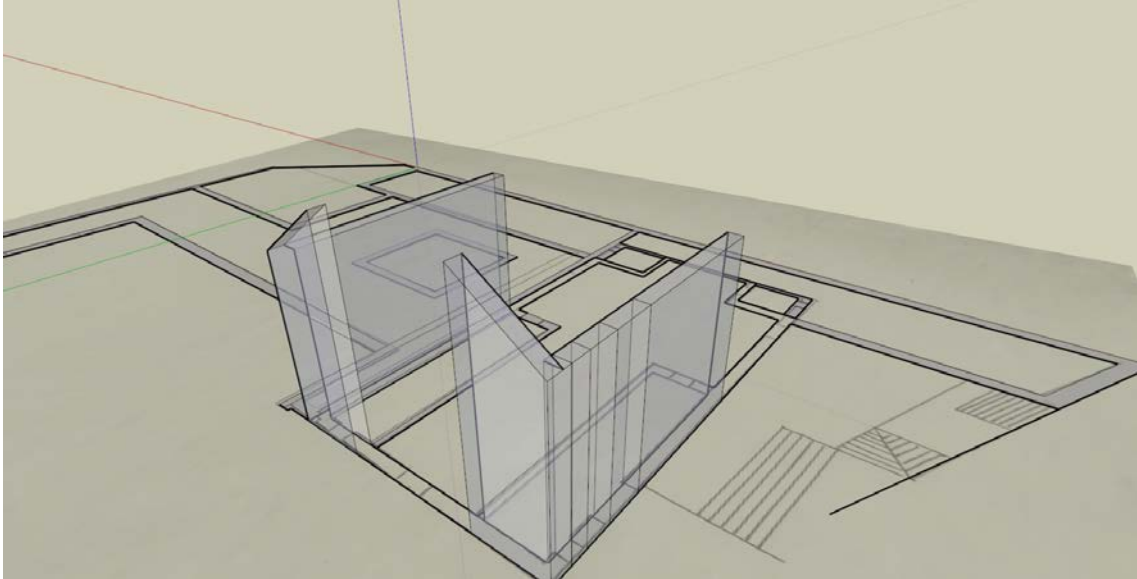


Fig. 20.- Modelado 3D de las zonas ocultas utilizando como referencia las alturas estimadas en las partes visibles.

Algunos muros que no aparecen en la planta y de los que no se ve el arranque en la parte baja (y, por lo tanto, no podían dibujarse sobre la planta original) se pueden dibujar ahora tomando referencias en la parte alta de los muros.

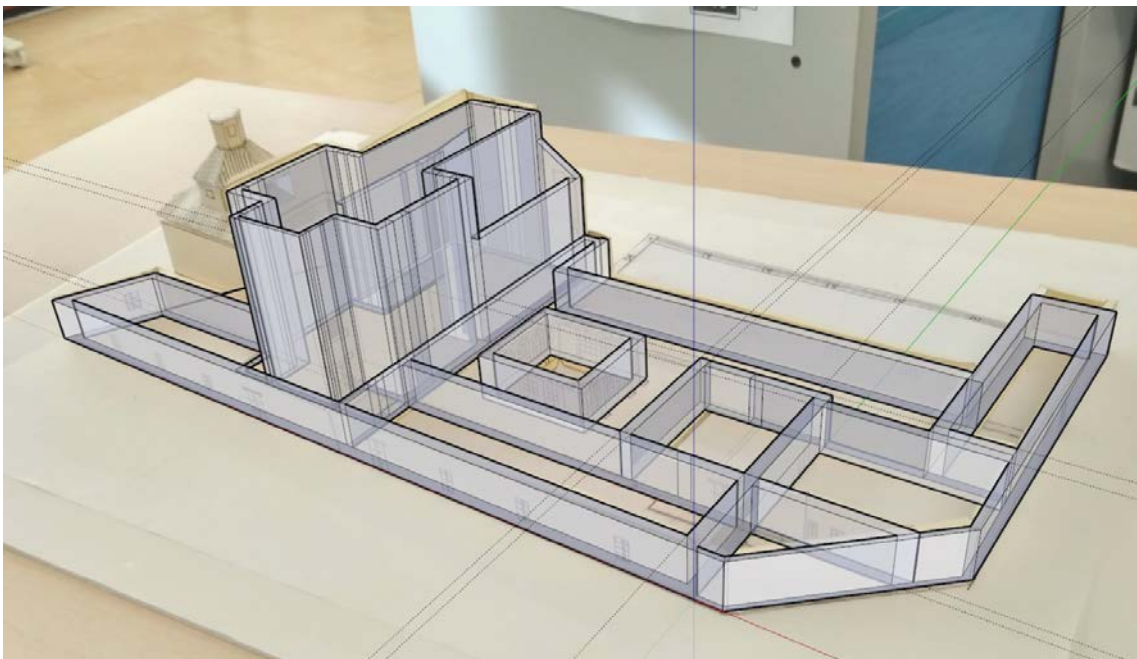


Fig. 21.- Vista con muros de la esquina inferior derecha según la maqueta de papel.



Se continúa añadiendo las aberturas, para lo que se parte de las que son visibles y se completan mediante simetría en el resto de los muros.

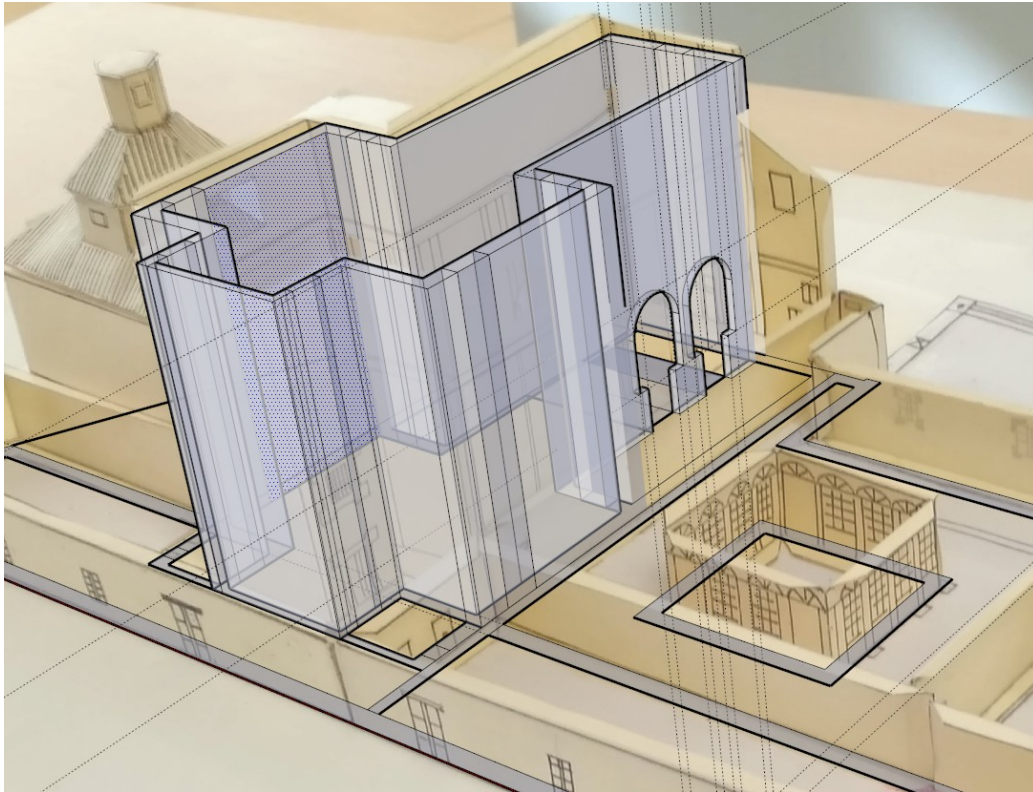


Fig. 22.- Arcos visibles en los pies de la iglesia.

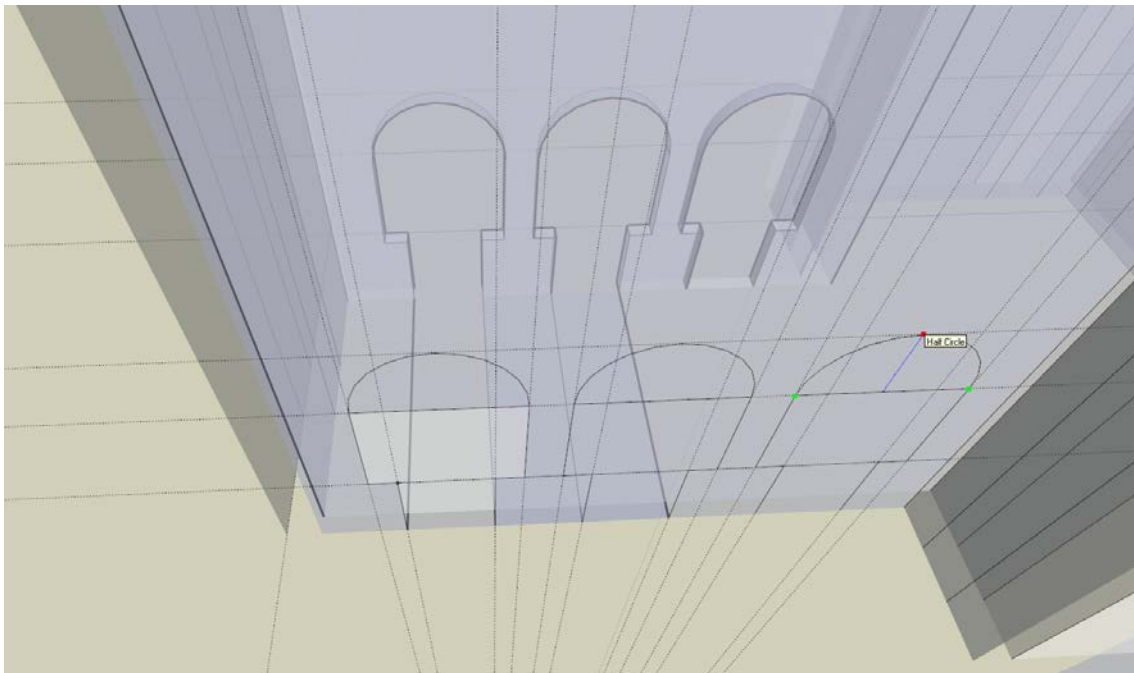


Fig. 23.- Dibujo por simetría los pilares del lado contrario de la nave.

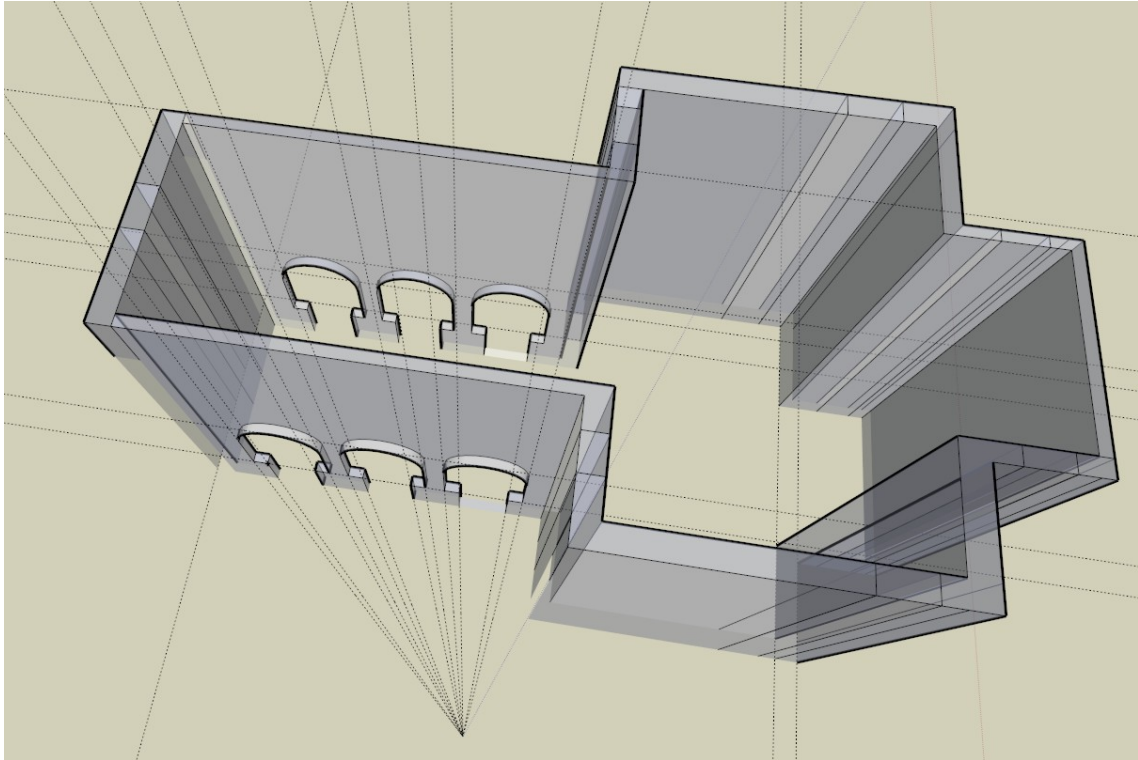


Fig. 24.- Pilares de la nave de la iglesia.

De una forma similar, se abren las dos ventanas del crucero. Con estas operaciones, ya se cuenta con la mayor parte de los elementos que se pueden modelar desde la fotografía seleccionada.

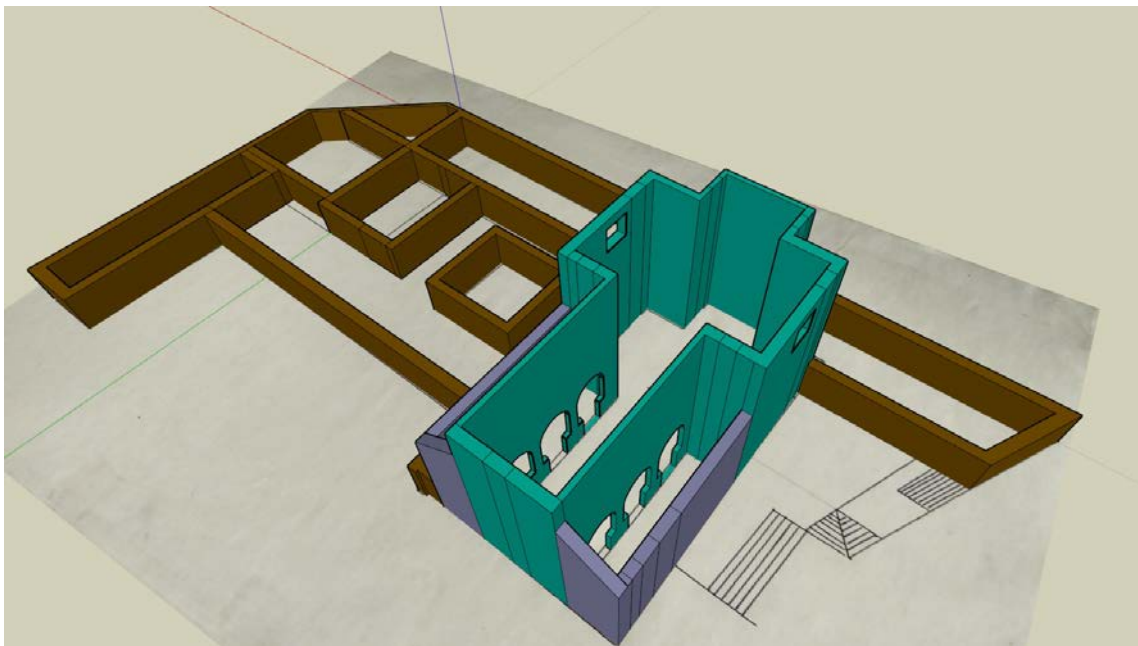


Fig. 25.- Elementos modelados hasta este punto.



A continuación, se procede a modelar la parte que en la fotografía anterior queda detrás de la iglesia, es decir el edificio anexo rematado con una linterna hexagonal.

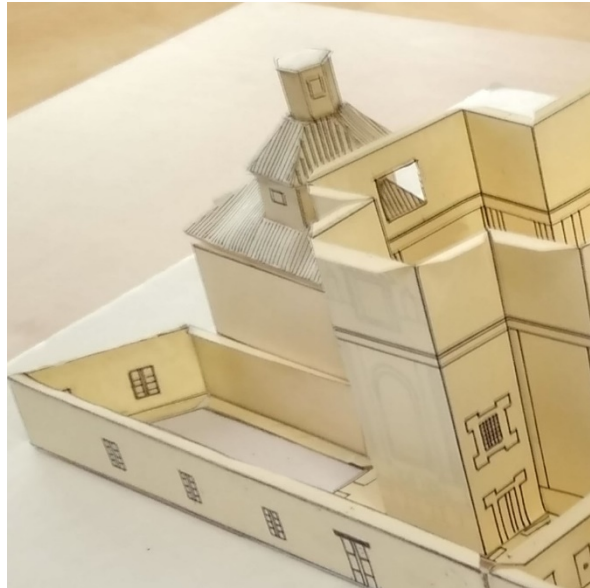


Fig. 26.- Edificio anexo a la iglesia rematado con una torre octogonal.

Desde la fotografía que hemos utilizado no se dispone de apenas vista de este elemento por lo que se cambia la imagen de referencia. En concreto se ha utilizado la siguiente:

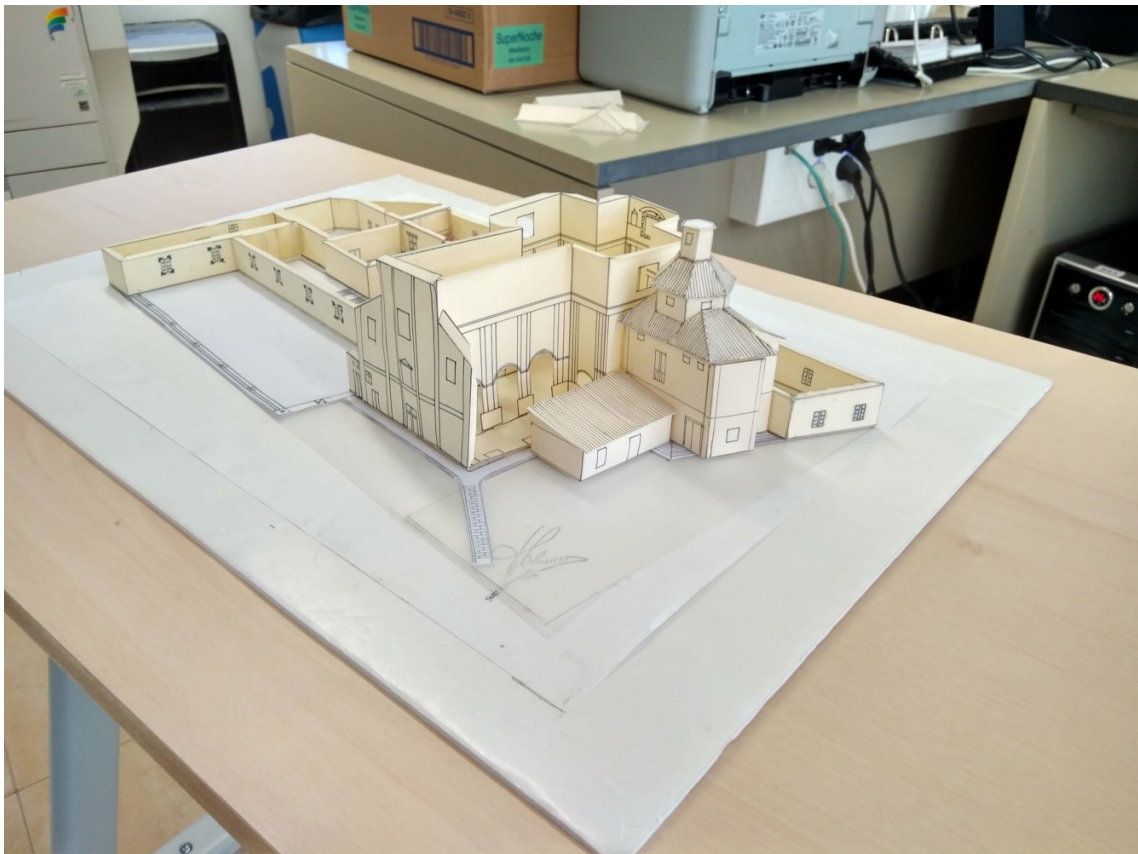


Fig. 27.- Fotografía que se utilizará para modelar el anexo.

Para utilizar esta imagen, en primer lugar es preciso desplazar el modelo 3D para que su origen se sitúe en un punto desde el que se puedan definir las fugas en la nueva imagen. En concreto, la esquina derecha de la iglesia. Los puntos de fuga que se van a utilizar corresponden a las mismas direcciones que se emplearon con la fotografía anterior, por lo que no es necesario girar el modelo.

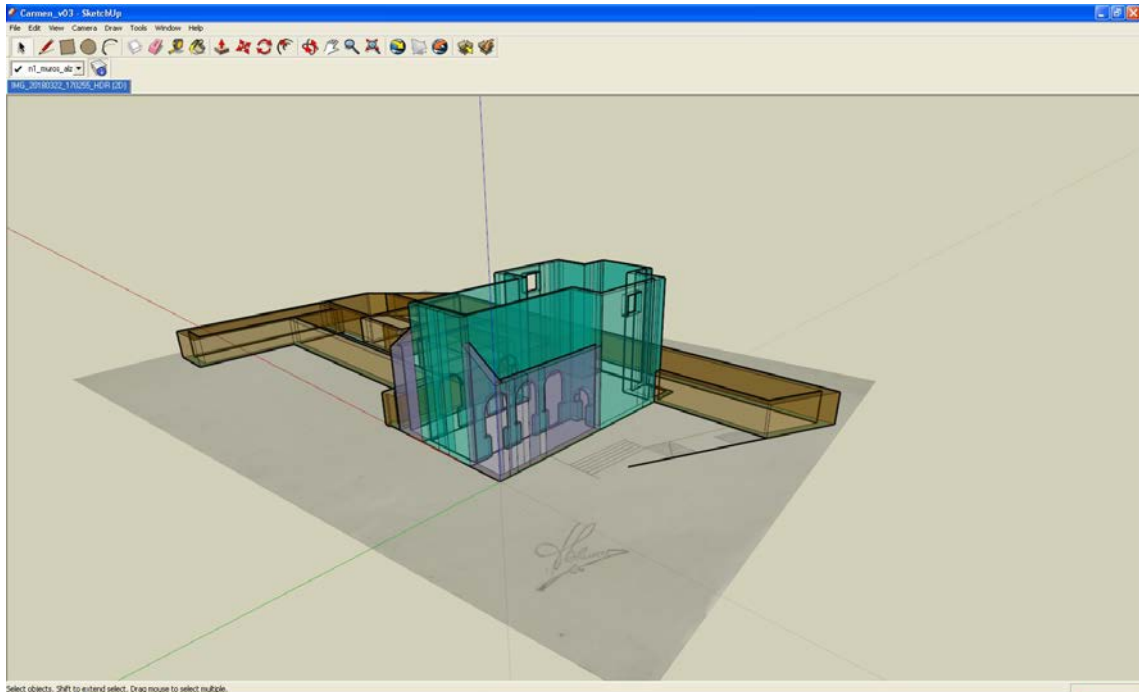


Fig. 28.- Desplazamiento del modelo para que el origen coincida con la esquina derecha de la iglesia.

Una vez realizado este movimiento, el ajuste con la fotografía anterior ya no es válido (aunque podrá recuperarse si se vuelve a desplazar el modelo al origen y orientación que se utilizó en dicho ajuste).

Para ajustar la nueva imagen, se procede como se ha indicado anteriormente en lo relativo a la localización aproximada y el ajuste de los puntos de fuga.

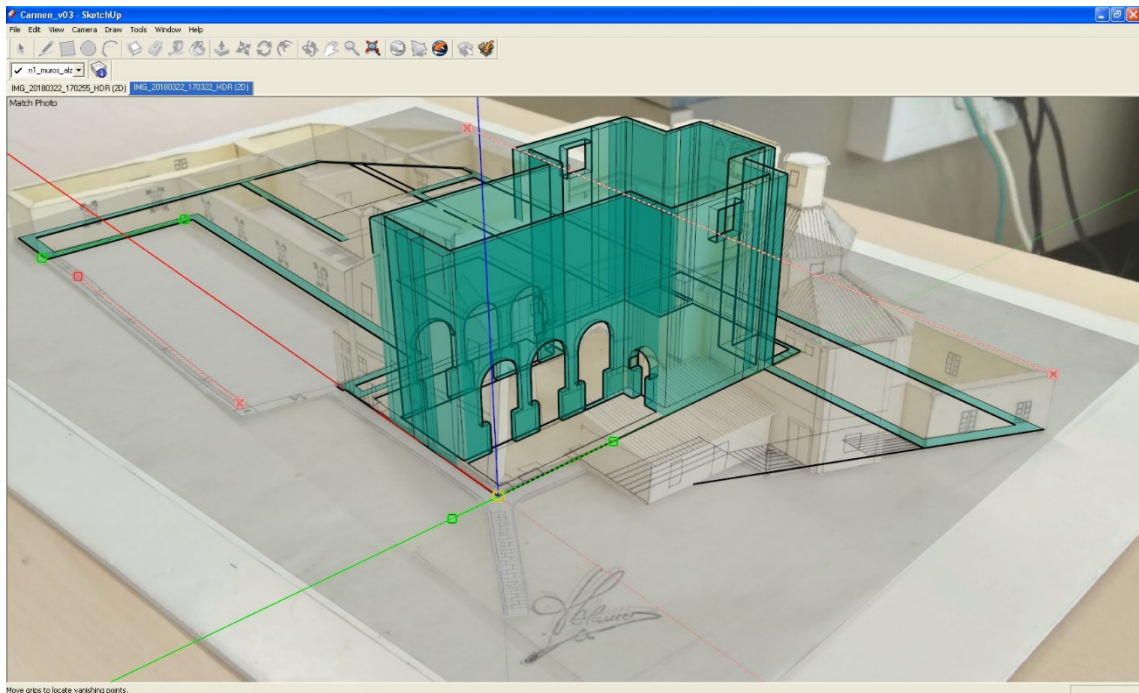


Fig. 29.- Ajuste de los puntos de fuga en la nueva fotografía.

A partir de aquí, se comienza a dibujar el anexo, empezando por la planta y levantando las alturas correspondientes a cada edificio.

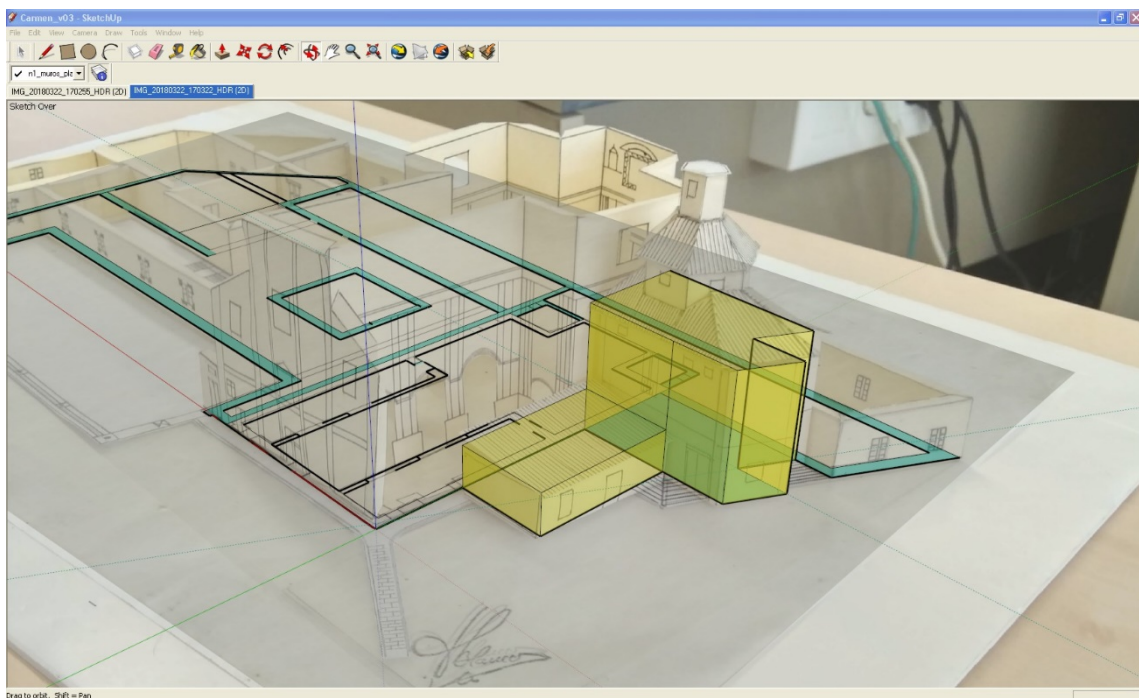


Fig. 30.- Volumen inicial de los edificios anexos.



Se va avanzando en el modelado, el tejado se ha preferido modificarlo ligeramente respecto a la maqueta en papel, haciendo que la recogida de aguas sea más simple y las inclinaciones de las vertientes más homogéneas.

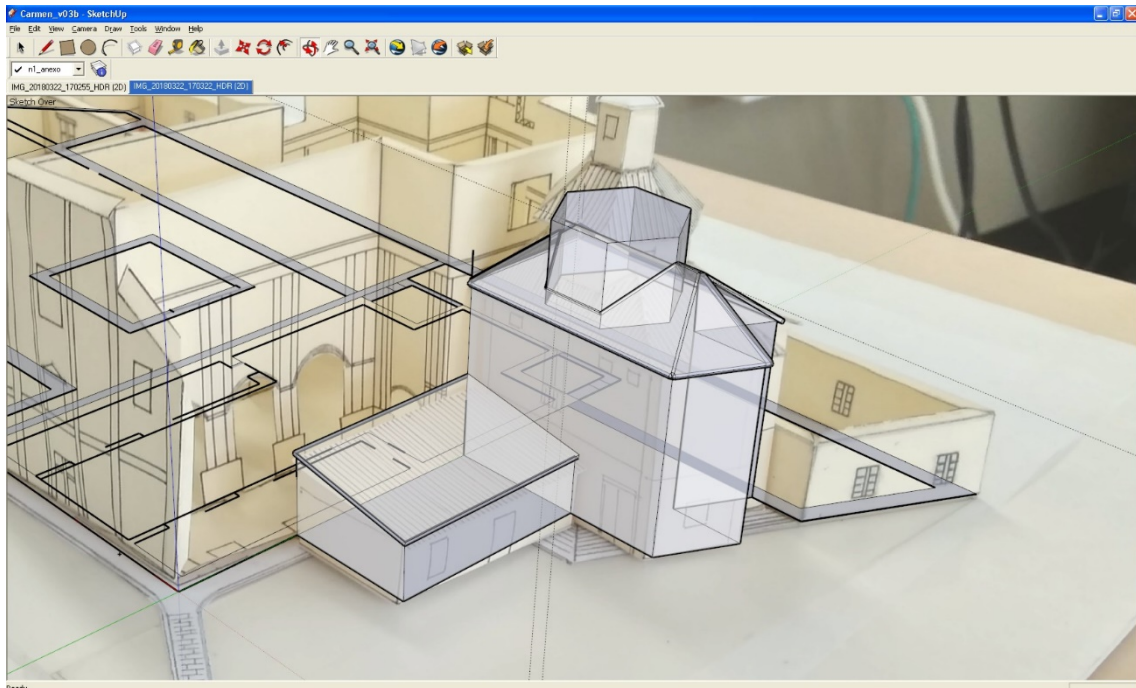


Fig. 31.- Volumen intermedio de los edificios anexos.

La siguiente imagen corresponde al modelado completo de la maqueta.

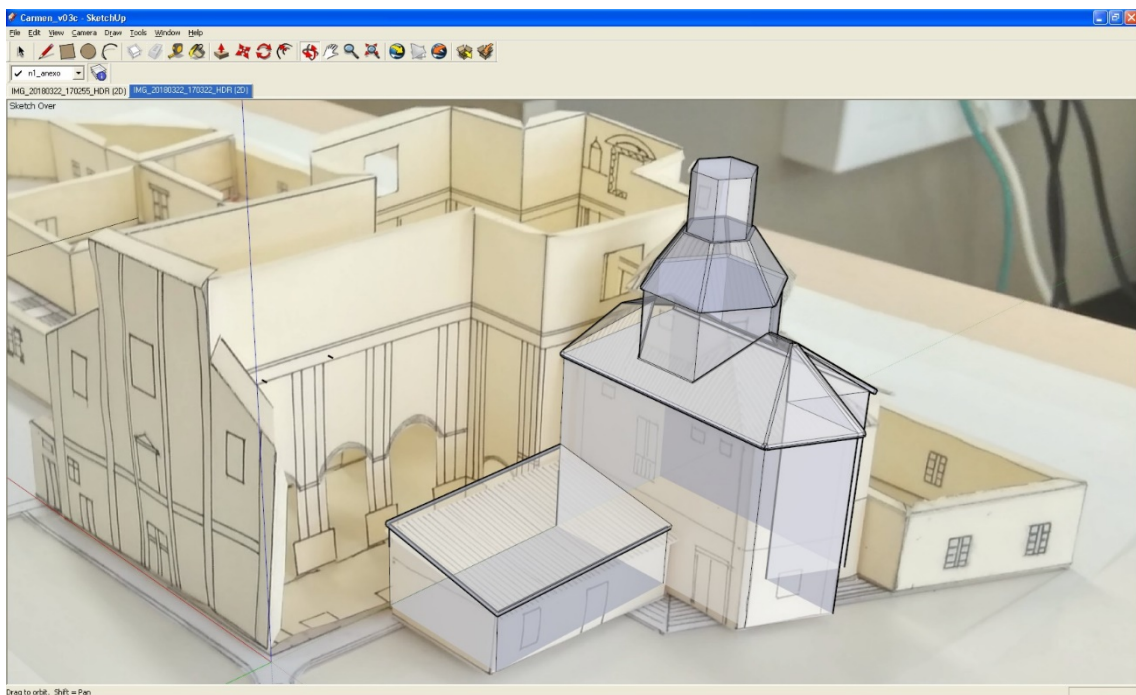


Fig. 32.- Modelado completo del anexo de la maqueta.

Sin embargo, a este elemento le faltaría un remate adecuado para el tejado de la linterna que se procede a realizar.

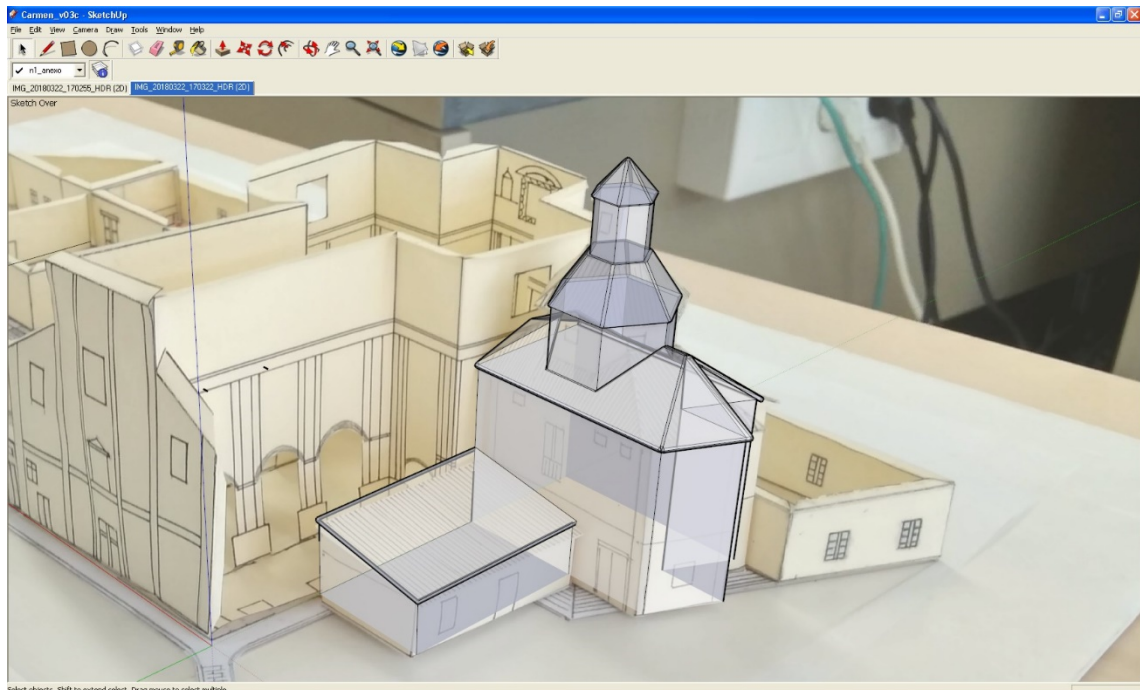


Fig. 33.- Modelado completo del anexo de la maqueta, rematada.

Con esto, ya se tiene modelado todo lo referente a las fotografías que mostraban la maqueta montada hasta la planta baja.

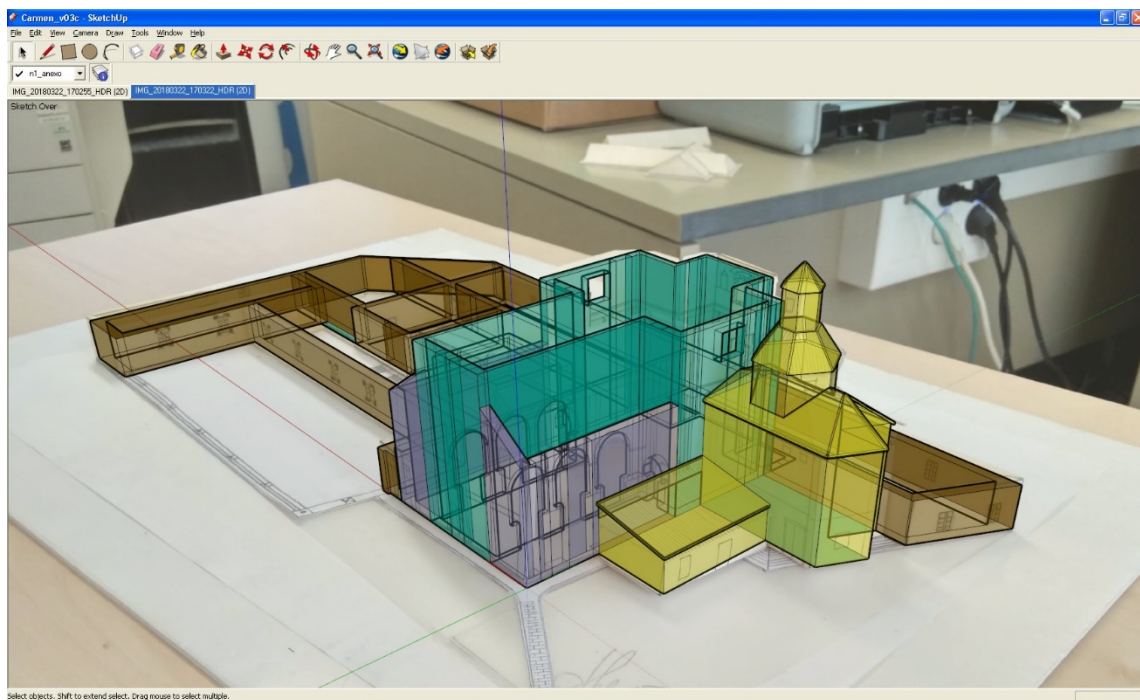


Fig. 34.- Modelado de los bloques que componen el montaje de la planta baja.



Continuamos con las fotografías que corresponden a la primera planta. En concreto, se recurre a la siguiente imagen.



Fig. 35.- Fotografía utilizada para el modelado de la primera planta de los edificios alrededor de la iglesia.

Como puede verse, el punto de vista es similar al de la primera fotografía que se empleó por lo que puede utilizarse la misma referencia para colocar el origen y dirigir los puntos de fuga. Por lo tanto, el siguiente paso consiste en volver a desplazar el modelo a la posición anterior y relacionar la fotografía con el modelo 3D.

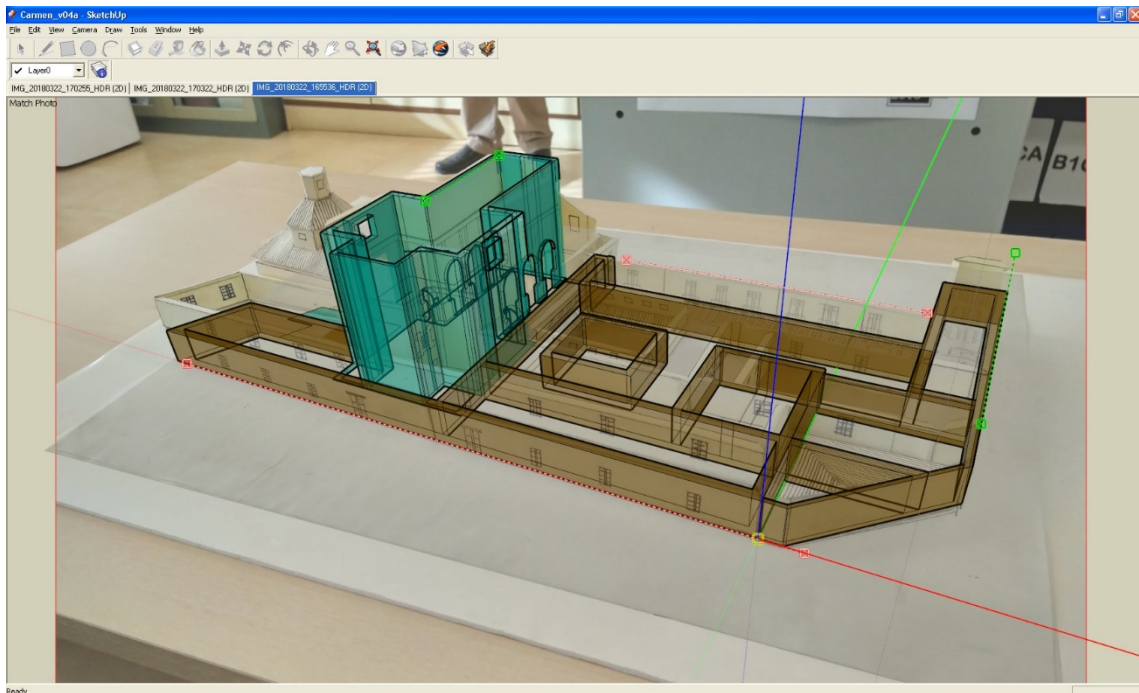


Fig. 36.- Ajuste de la fotografía en la que se presenta la planta primera.

El proceso que se debe realizar ahora consiste en subir una planta varios de los muros ya modelados. Se comienza con los muros que ya están en la planta baja. Como se aprecia en la siguiente imagen, hay algunos cambios en la organización de los muros en esta primera planta, por lo que a partir de los muros que existían en la planta inferior (una vez modelados en su altura correspondiente a la primera planta) se podrán completar las diferencias.

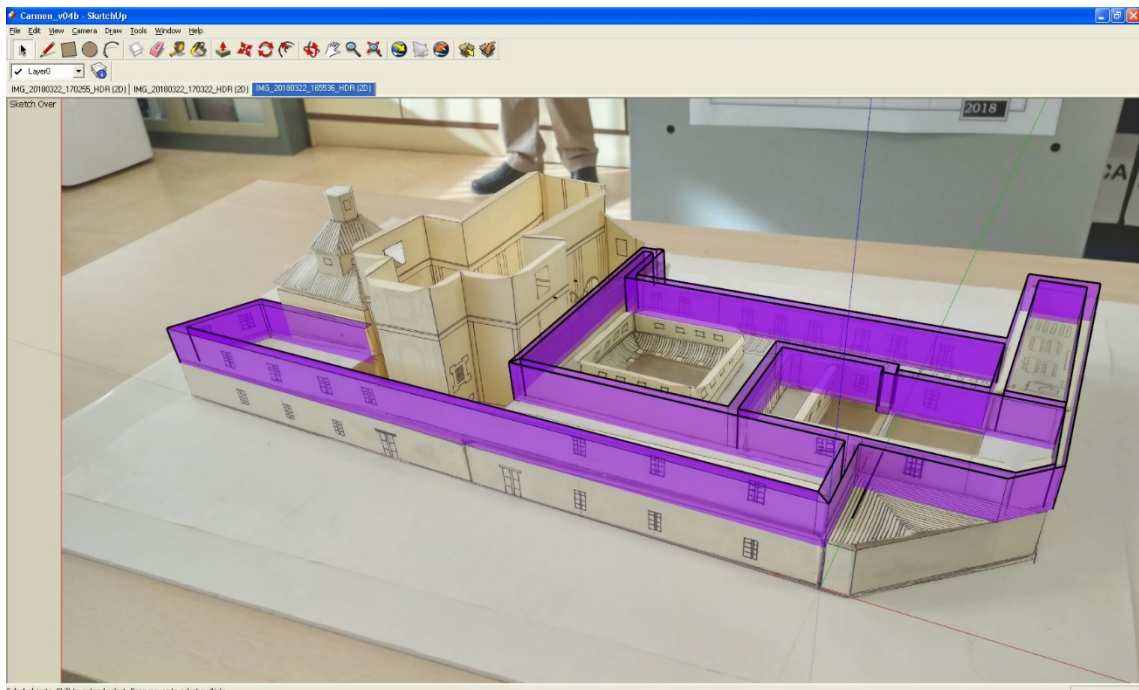


Fig. 37.- Muros que coinciden con la planta baja que se modelan en la altura correspondiente a la primera planta.



En la maqueta, la segunda planta del claustro aparece retranqueada pero para el modelo se ha preferido mantenerla alineada con la planta baja.

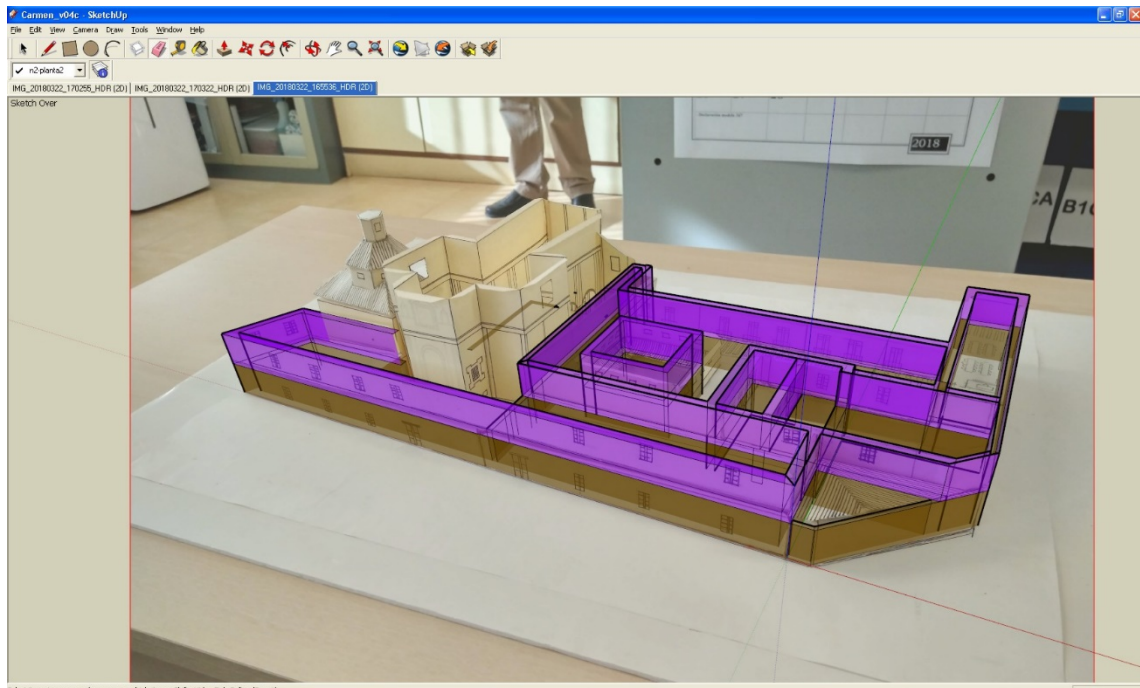


Fig. 38.- Primera planta de la maqueta.

De esta planta queda pendiente el tejado que aparece en la parte inferior derecha de la imagen y también será necesario completar los muros entre la cabecera de la iglesia y los edificios que la rodean con el fin de dar apoyo a las cubiertas. Resolvemos provisionalmente este último tema y dejamos el tejado para la fase siguiente en la que se completarán las cubiertas.

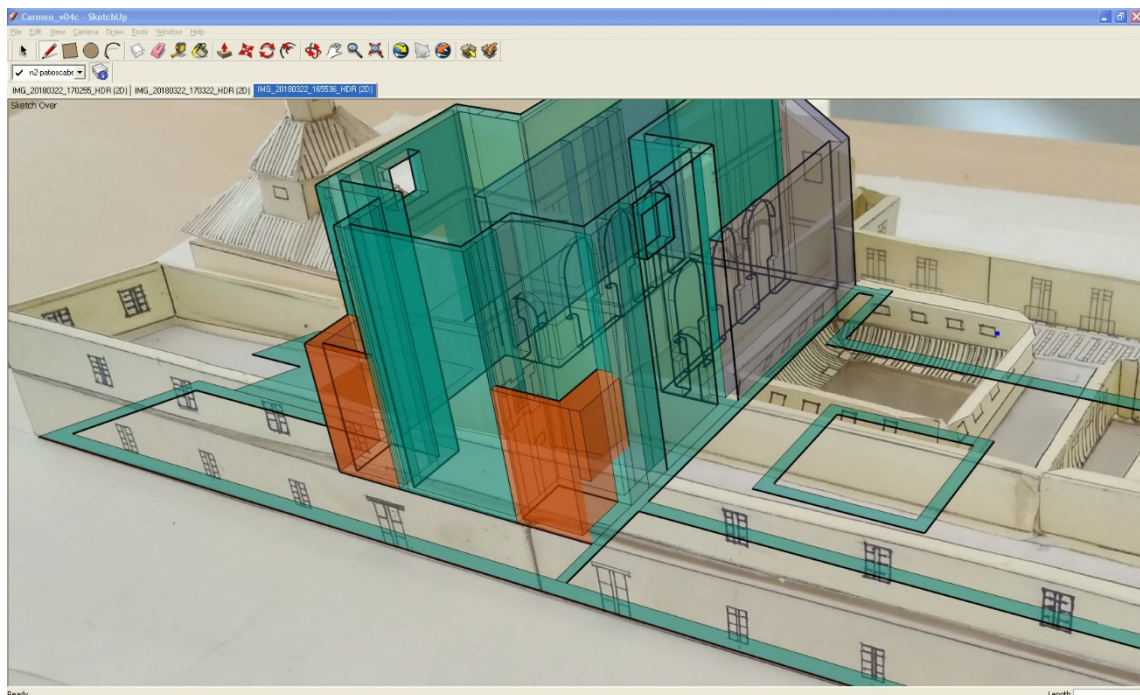


Fig. 39.- Patios en el exterior de la cabecera de la iglesia.



Como se ha indicado, pasamos ahora a modelar los tejados. La siguiente imagen muestra el aspecto de la maqueta. Las fotografías se tomaron con algunas zonas sin cubrir, por lo que la reconstrucción tendrá que completar también estas zonas.



Fig. 40.- Vista de la maqueta montada con los tejados.

Al comprobar el esquema de cubiertas, se aprecia una incongruencia en la configuración del patio que en la imagen anterior aparece en la parte derecha. Antes de continuar, se modifica el modelo. Este tipo de modificaciones no se consideran sustanciales en el presente proyecto ya que las cubiertas suelen ser uno de los elementos más hipotéticos de las reconstrucciones, por lo que se dispone de cierta libertad para hacer cambios según se considere conveniente en cada caso, siempre que estas incertidumbres se muestren y queden documentadas convenientemente (como se indicará más adelante).

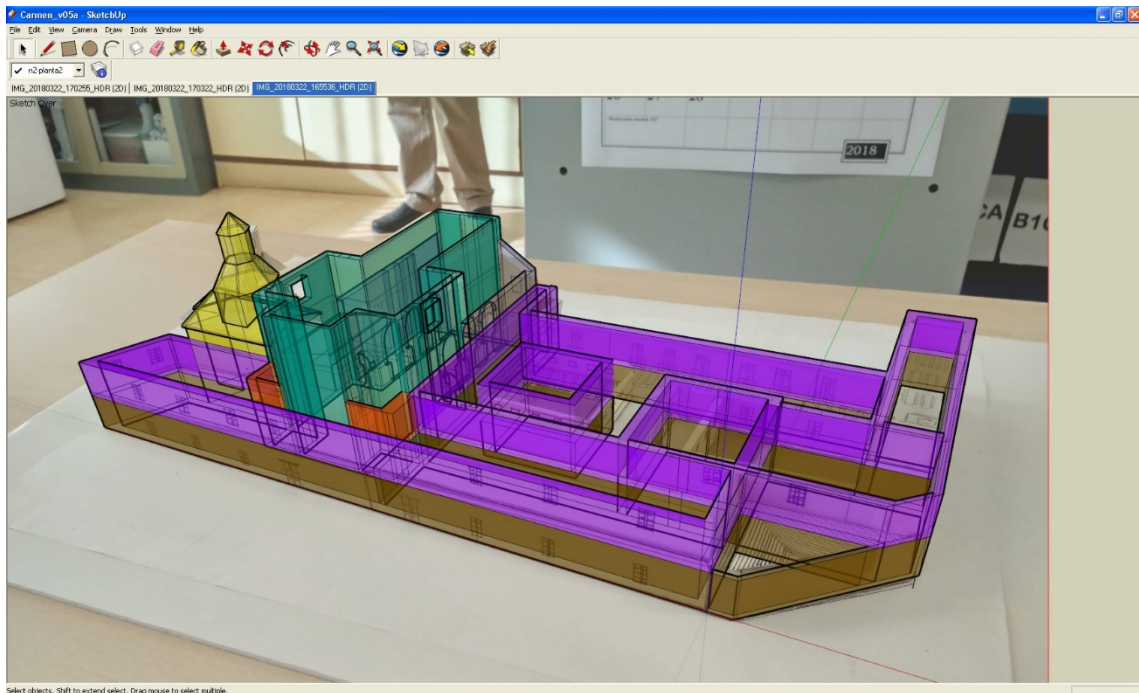


Fig. 41.- Modelo con los patios modificados antes de situar las cubiertas.

Resuelta la geometría de la segunda planta, se procede con los tejados. En primer lugar, se abordan los tejados que cubren la iglesia.

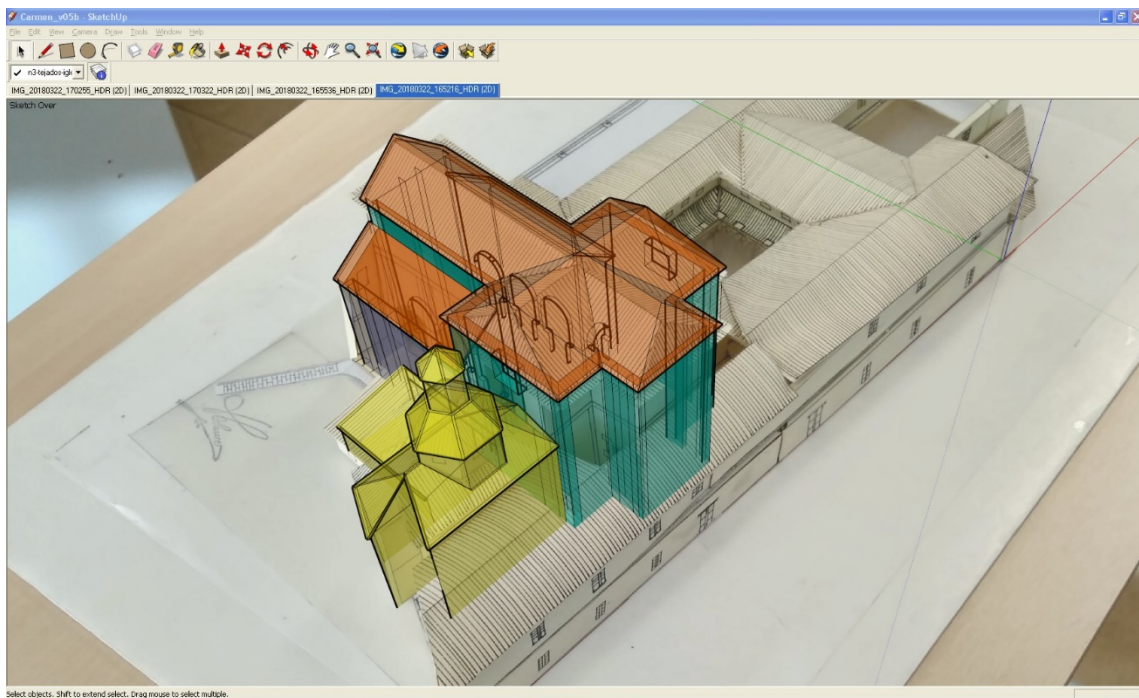


Fig. 42.- Cubierta de la iglesia.

Se continúa con los tejados de los edificios del convento. Se dibuja también la segunda planta de uno de los edificios y se completa el tejado que quedó pendiente en una de las esquinas. El resultado final presenta el siguiente aspecto:

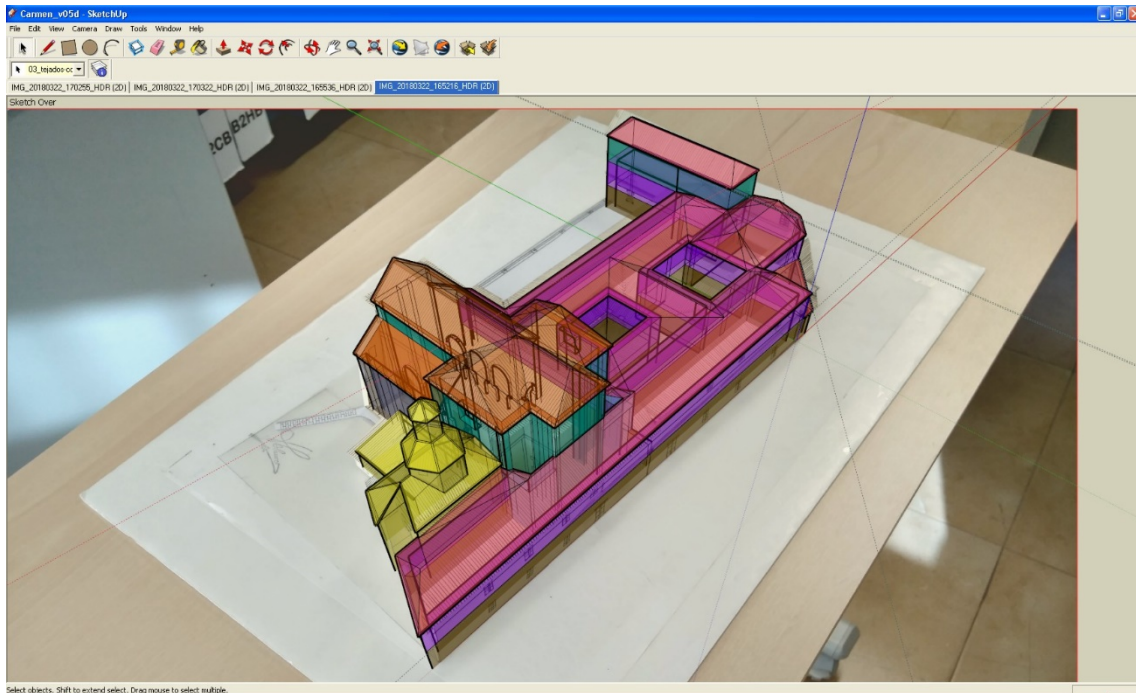


Fig. 43.- Modelo definitivo sobre una de las fotografías utilizadas como referencia.

Las siguientes imágenes muestran el modelo monocromático con un material semitransparente desde diferentes puntos de vista.

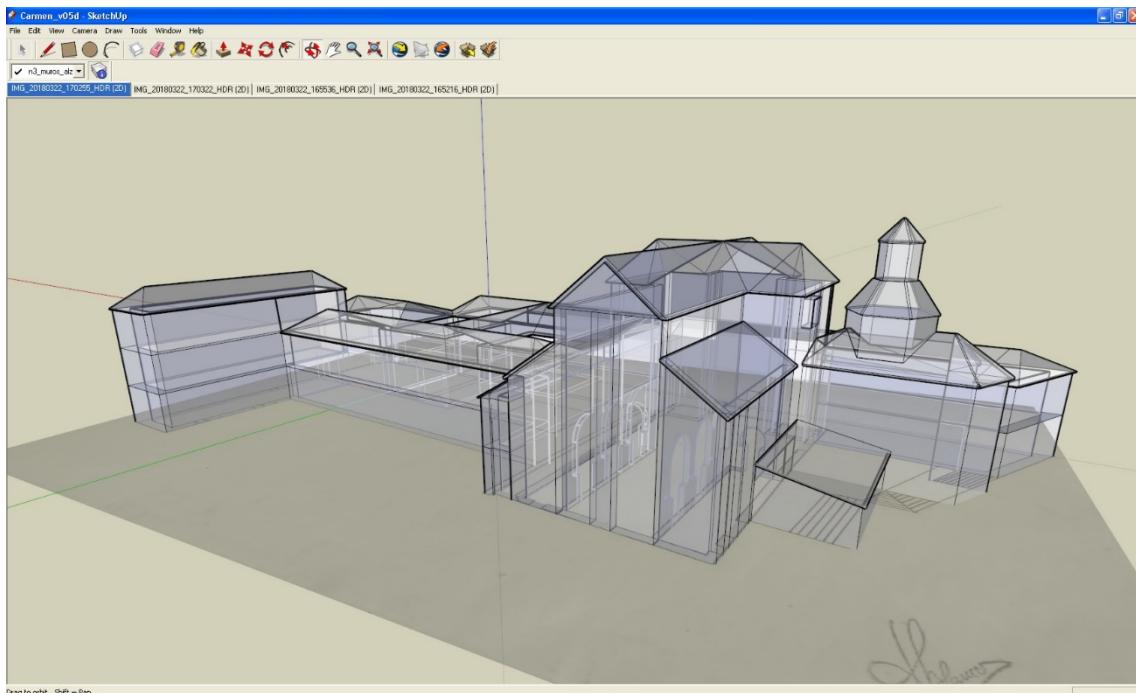


Fig. 44.- Modelo definitivo, vista 3D con materiales semitransparentes.



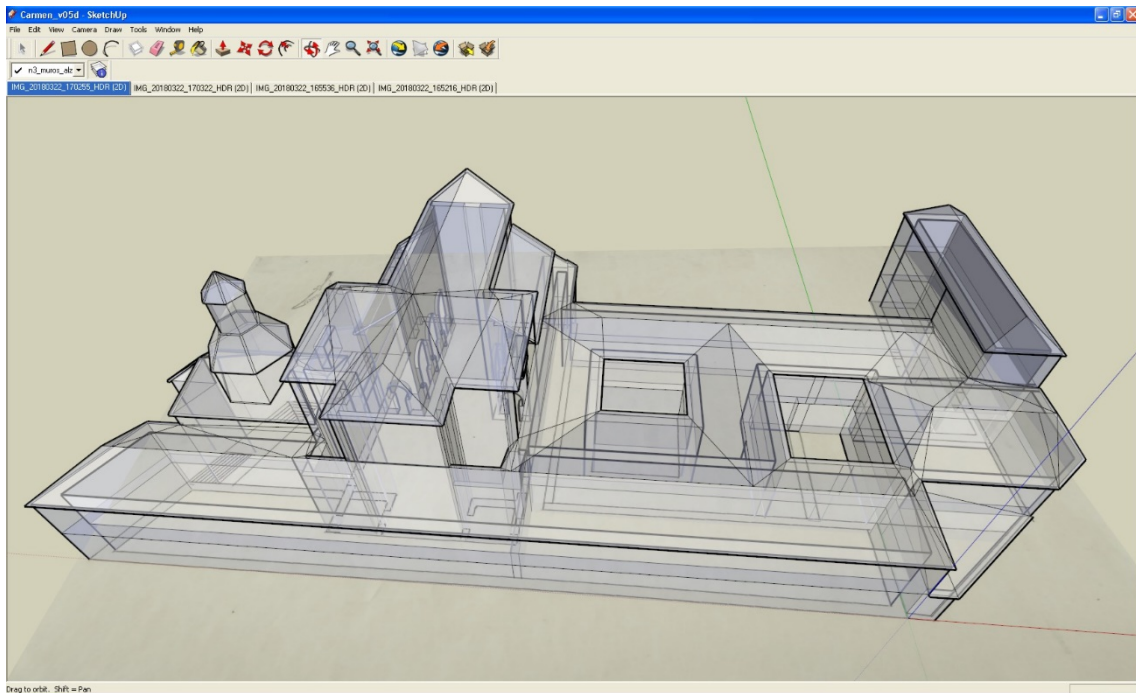


Fig. 45.- Modelo definitivo, vista 3D con materiales semitransparentes.

#### 4.3.3.- Modelo georreferenciado

Se utiliza una imagen de un plano de Logroño del siglo XIX en el que aparece representado el convento<sup>7</sup>. La imagen se importa al espacio 3D.

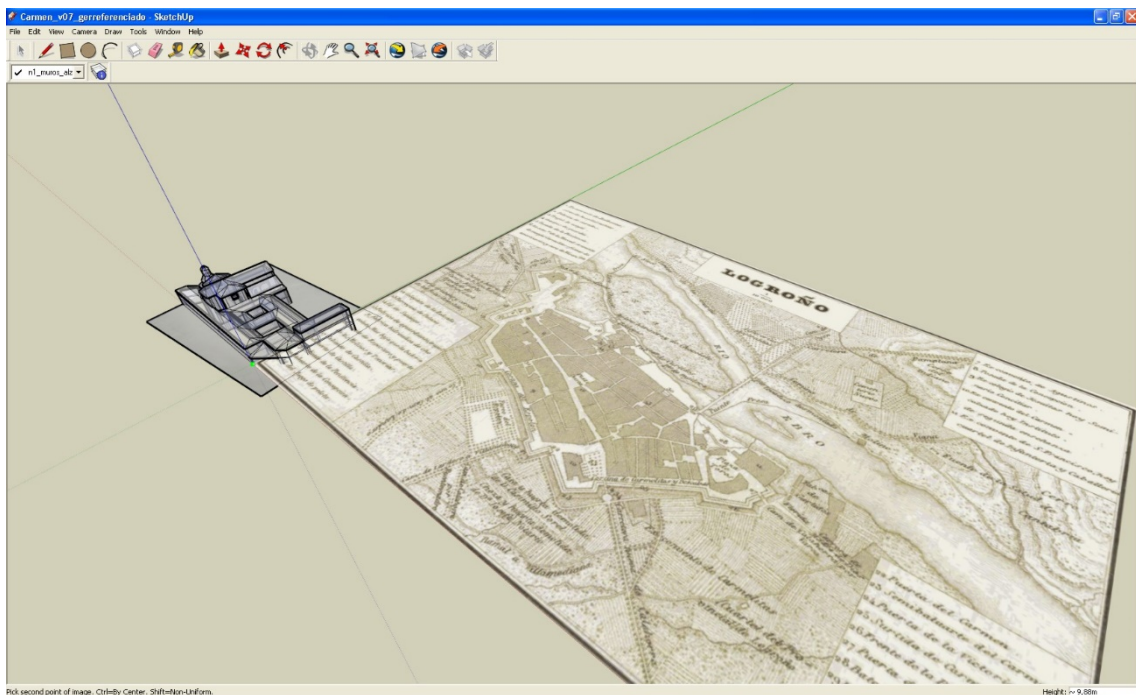


Fig. 46.- Plano de Logroño de 1851 importando en el espacio 3D.

<sup>7</sup> Francisco Coello (1851) (<http://bdh.bne.es/bnearch/detalle/bdh000034883>).



A continuación se desplaza, gira y escala la imagen para hacer coincidir la planta del convento.

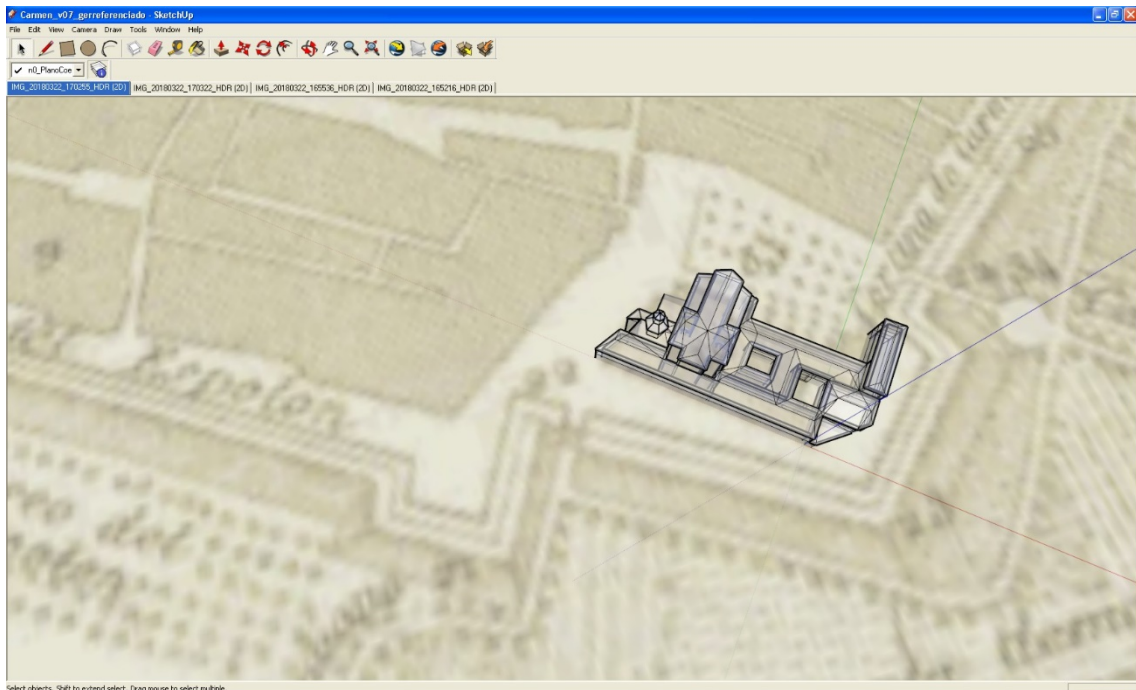


Fig. 47.- Ajuste del plano a la planta del modelo 3D.

Tras este paso, se dispone del modelo sobre la imagen base de la cartografía histórica. Este resultado es muy interesante visualmente ya que permite interpretar el edificio en su contexto urbano de mediados del siglo XIX, tras su desamortización (ya convertido en instituto según figura en la leyenda del plano). En concreto se puede ver su situación en una de las esquinas del recinto amurallado.

Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta en papel, del antiguo Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja)



Fig. 48.- Vista perspectiva del plano de Logroño con el modelo 3D del convento superpuesto.

A continuación se utiliza la herramienta para georreferenciar el modelo, para lo que, en primer lugar, se carga la imagen actual de la zona mediante un enlace a *Google Earth*®.

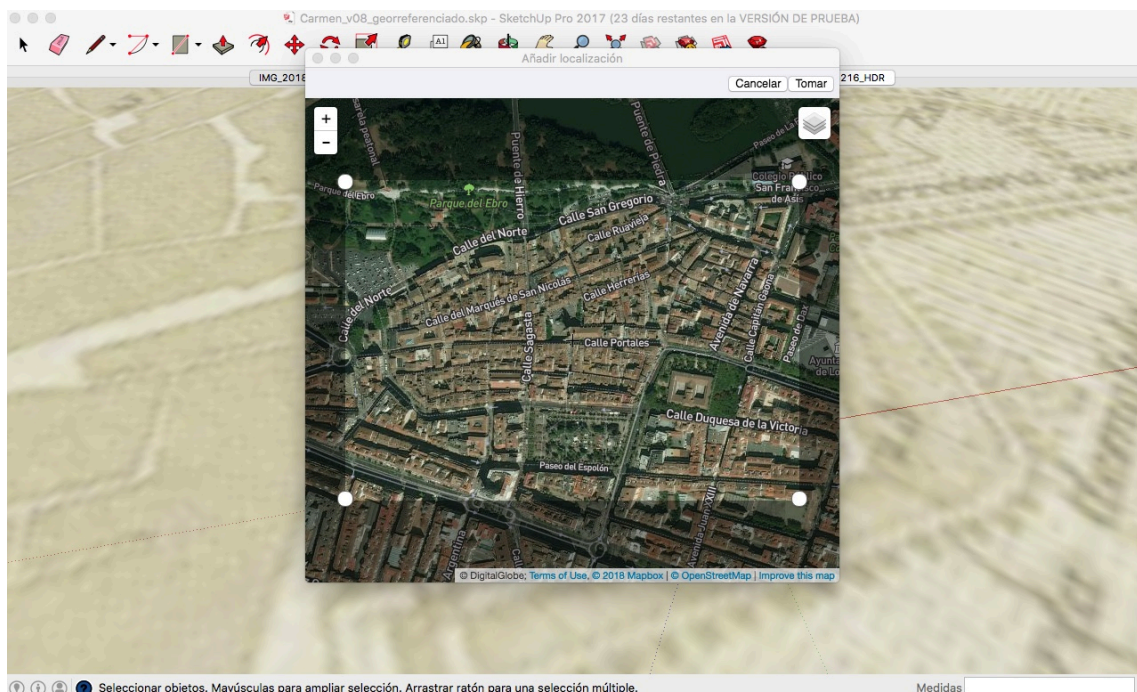


Fig. 49.- Herramienta de georreferenciación de *SketchUp*®.

Se desplaza el modelo (con el plano del siglo XIX), se gira y se escala de forma que encaje con la trama actual. Para el enlace se utilizan referencias comunes como el cubo del revellín, la catedral, el puente de piedra o las avenidas principales.

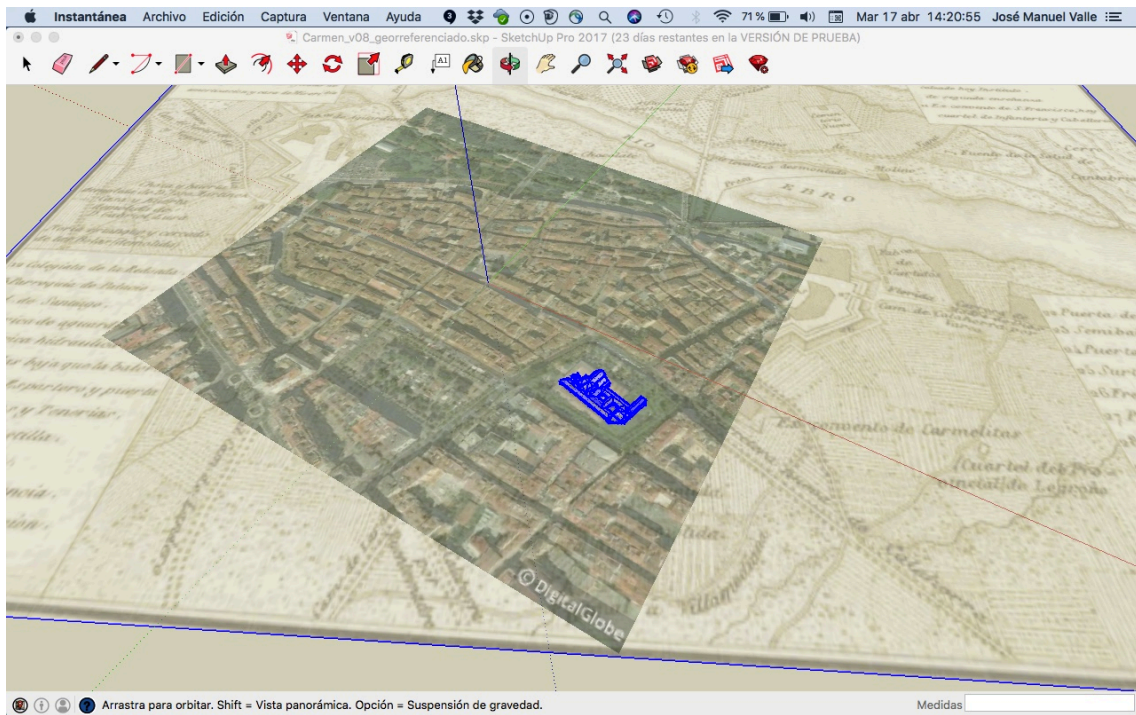


Fig. 50.- Refiriendo el modelo 3D a la cartografía actual.

Una vez georeferenciado, se exporta en formato KML/KMZ, tras lo que es ya se puede visualizar en el visor *Google Earth*<sup>®</sup>, apareciendo sobre el terreno actual. Cabe citar que la ubicación que se ha realizado es sólo aproximada y que deberá ajustarse más en función de los datos arqueológicos que permitan referir de manera precisa el modelo con la ubicación original.



Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta en papel, del antiguo Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja)

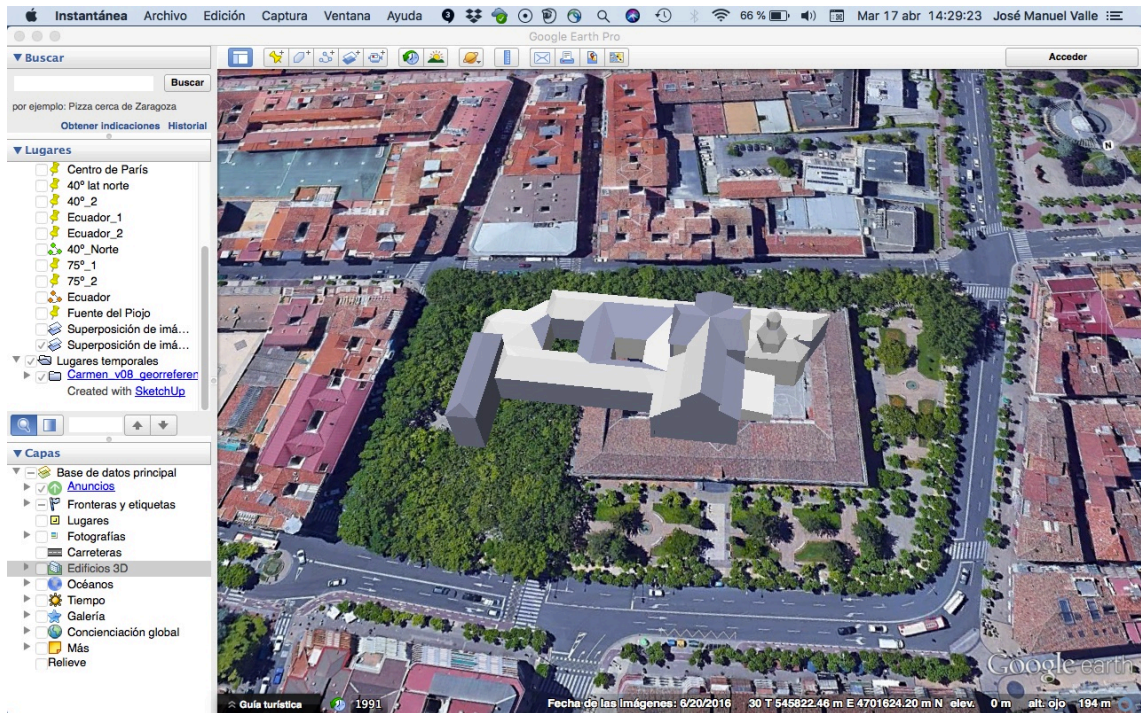


Fig. 51.- Modelo 3D sobre el espacio actual en *Google Earth*® (ubicación aproximada).

La siguiente imagen muestra el modelo 3D del convento, con su ubicación aproximada sobre el modelo 3D del edificio actual.

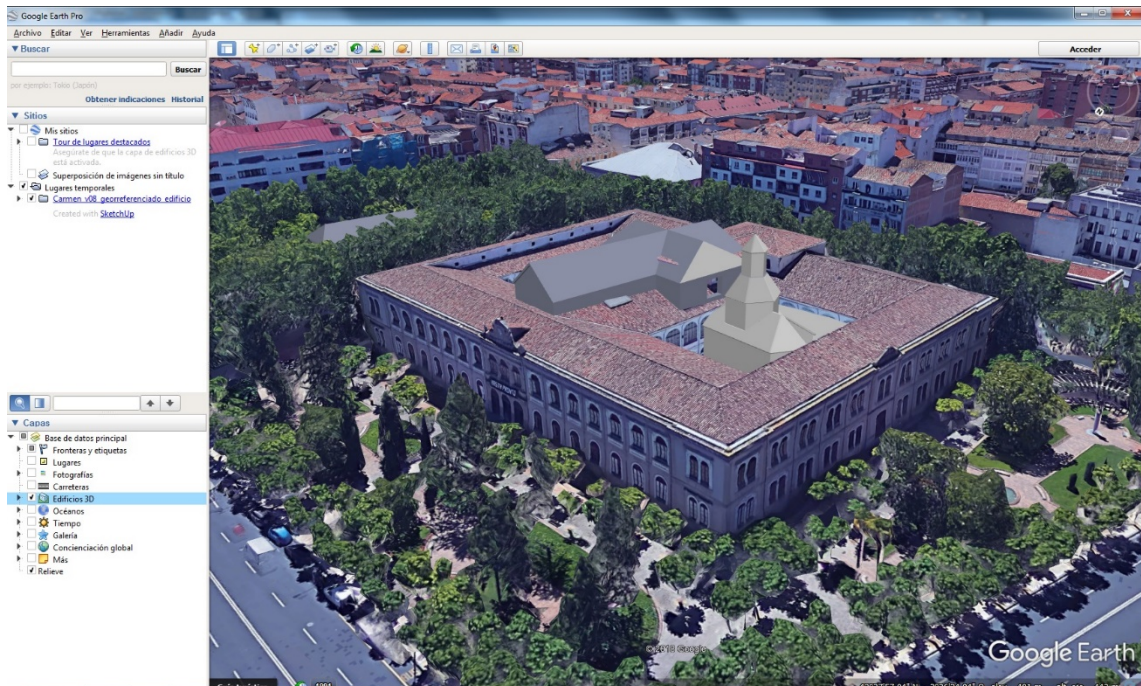


Fig. 52.- Modelo 3D sobre la vista 3D del espacio actual en *Google Earth*® (ubicación aproximada).



#### 4.3.4.- Aplicación de texturas

El modelo generado se exporta en formato CAD (en concreto DXF<sup>8</sup>). Sobre este fichero, se pueden consultar las coordenadas de cualquier punto.

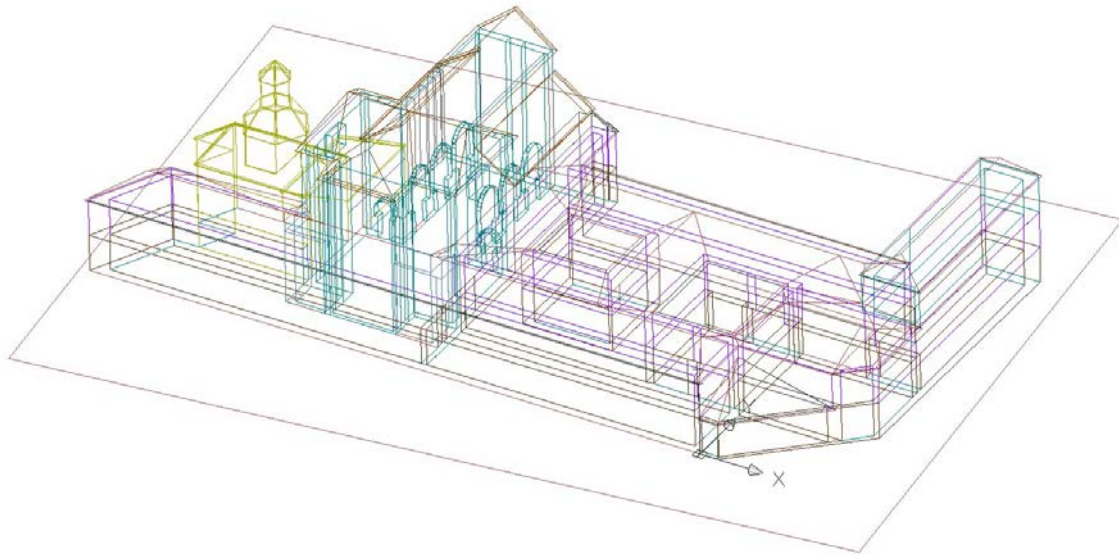


Fig. 53.- Líneas de los perímetros que forman el modelo CAD.

Para la asignación de texturas se vuelve a utilizar el programa de rectificación desarrollado por el Laboratorio y que ya se utilizó para la rectificación de la planta. En este caso, se van tomando las texturas de elementos planos de manera individual. Esta forma de ir adquiriendo la textura permite solventar los desajustes entre las piezas que se producen durante el montaje, al venir indicadas las coordenadas tridimensionales de las esquinas de cada porción rectificada.

---

<sup>8</sup> DXF (*Drawing Exchange Format*) es un formato de intercambio desarrollado por la empresa *Autodesk*, el cual es reconocido por un amplio número de programas de diseño asistido por ordenador, considerándose un estándar *de facto* en este campo (si bien hay que tener en cuenta que existen múltiples versiones de este formato, lo que puede crear algunos problemas de compatibilidad).

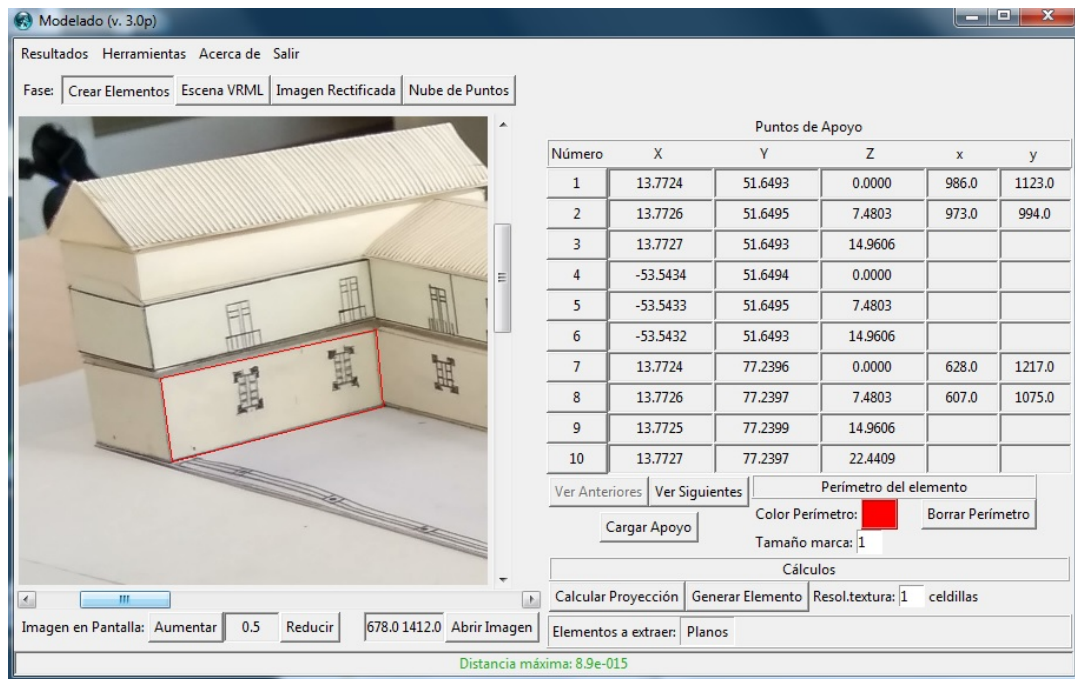


Fig. 54.- Selección de la textura a rectificar (perímetro rojo).

El resultado puede visualizarse en 3D. Para ello, el programa dispone de una herramienta que permite seleccionar varias texturas y generar un archivo VRML<sup>9</sup>.

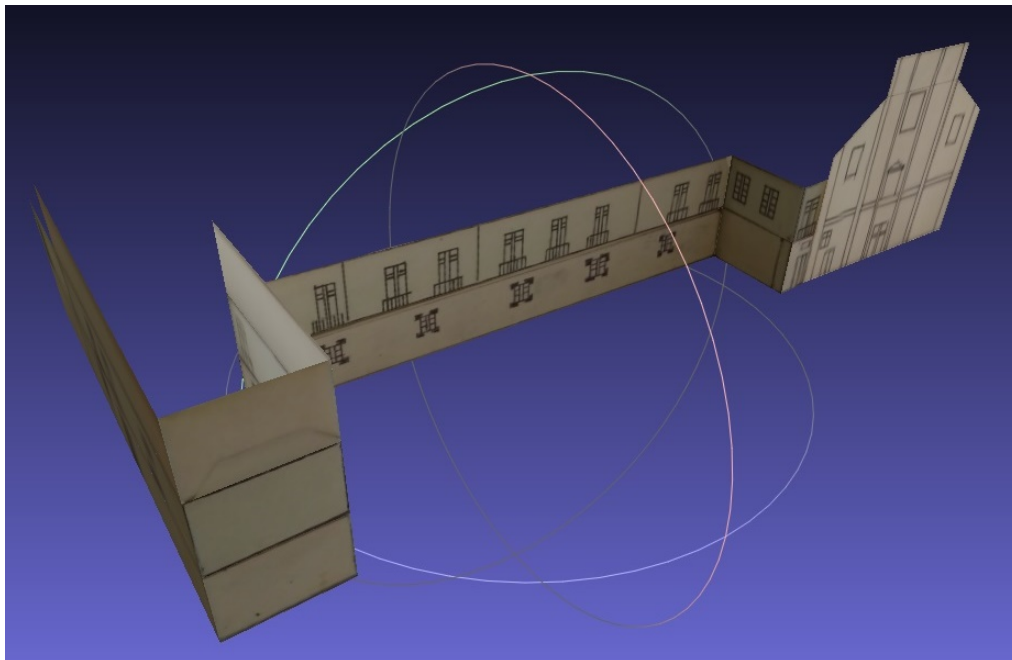


Fig. 55.- Vista parcial de varios elementos rectificados en 3D.

<sup>9</sup> VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) es un formato diseñado para la representación de escenas interactivas 3D (por ejemplo, en navegadores web). A pesar de que es una especificación bastante veterana (de 1997) y que no permite codificar efectos complejos, la estructura de los ficheros es sencilla, se expresa en texto y aún es reconocida por una amplia variedad de programas, motivos por los que todavía es un formato válido para la transferencia de datos. El formato corresponde al estándar ISO/IEC DIS 14772-1.

El formato VRML es ampliamente reconocido por los programas de visión y manejo de entidades 3D por lo que puede visualizarse fácilmente y convertirse a otros formatos que puedan resultar de interés.

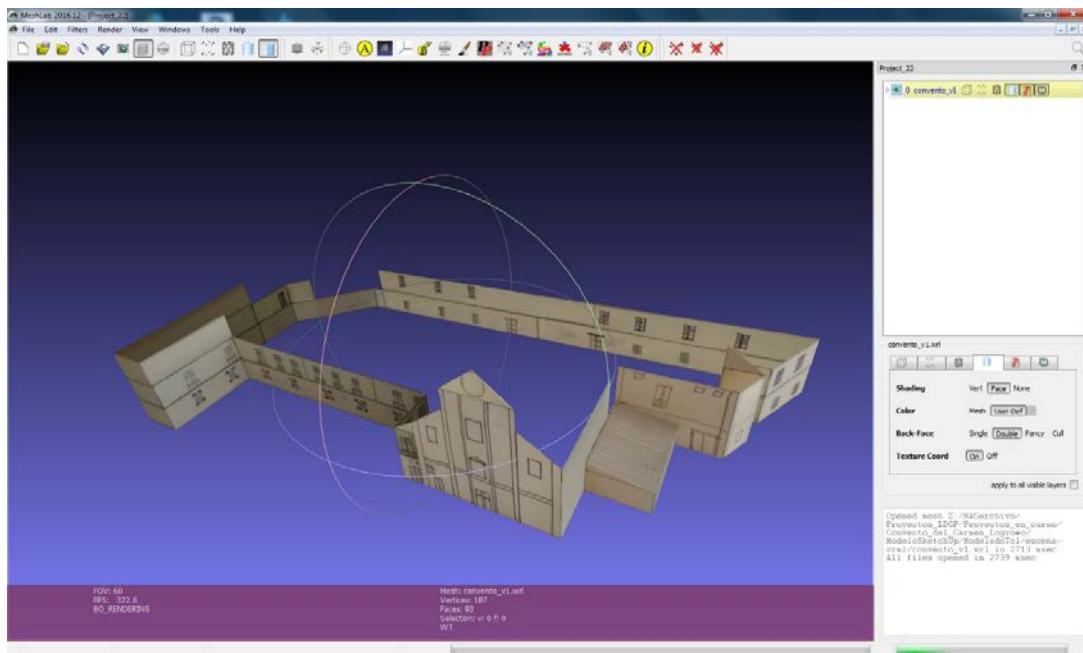


Fig. 56.- Vista 3D de varios elementos rectificados (software Meshlab®).

Por otro lado, se exporta a este formato la imagen de la planta rectificada, a la que se le añade un pequeño grosor (en color marrón en la siguiente imagen) y que servirá como apoyo del modelo virtual de elementos rectificados.

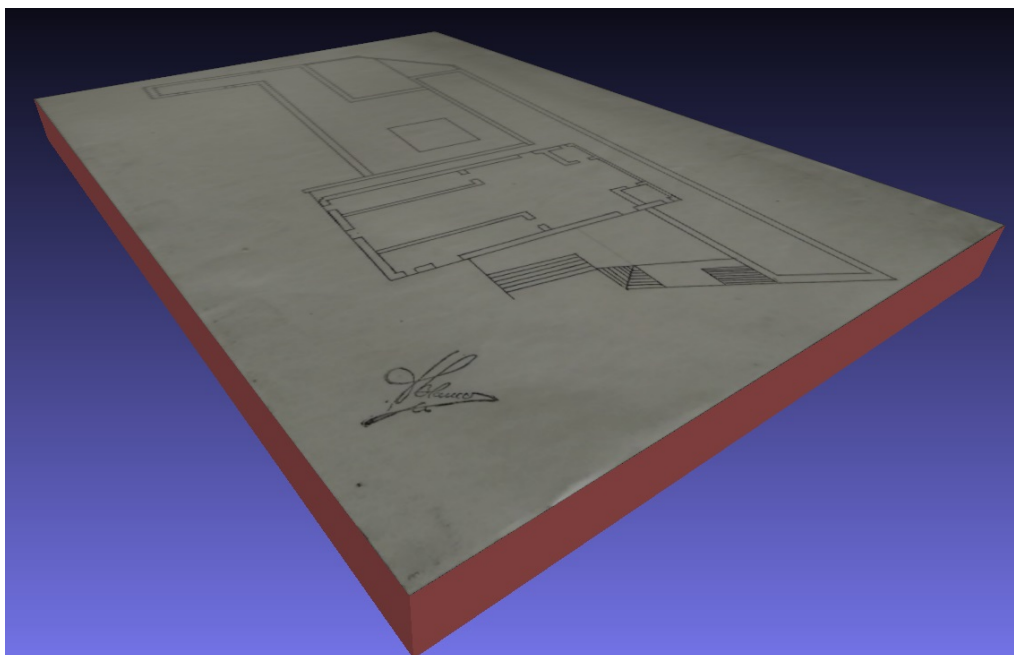


Fig. 57.- Vista 3D del plano base rectificado al que se le ha añadido un pequeño grosor.



Fig. 58.- Vista 3D del conjunto de elementos rectificadados (sin terminar) sobre el plano rectificadado utilizado de base.

Cabe indicar que para este modelado se han realizado algunos cambios respecto a la geometría del modelo 3D previo. En efecto, el modelo anterior se hizo suponiendo volúmenes que corresponderían a elementos reales, así por ejemplo, los tejados se modelaron asignándoles cierto grosor que representa tanto la estructura de madera como el recubrimiento de tejas. Sin embargo, para el modelo de papel, los tejados se han confeccionado con láminas planas y su versión virtual representa este mismo tipo de geometría.

Los tejados de la iglesia, edificio de dos plantas y anexo se han generado con algo de vuelo, sin embargo, para los edificios que forman la parte central del convento se ha preferido dejarlos ajustados a la línea de fachada ya que, al disponer de una geometría cóncava en algunas zonas, con diferentes alturas de tejados y los dos patios, el número de planos que se generaban al añadir los vuelos elevaba sustancialmente la complejidad del modelo a generar. Asimismo, se han obviado algunos de los ajustes realizados en el modelo virtual para obtener un esquema de recogida de aguas más coherente, quedándonos con una versión más próxima a las soluciones planteadas en la maqueta de papel.

Por otro lado, en las fotografías, se aprecia que falta parte de la maqueta por montar. En el modelo generado se ha preferido reflejarla completamente hecha, lo que ha supuesto tener que generar caras en las partes abiertas (tomando una textura genérica procedente de otras zonas del modelo).



El modelo completo con todas las texturas recortadas presenta el siguiente aspecto.

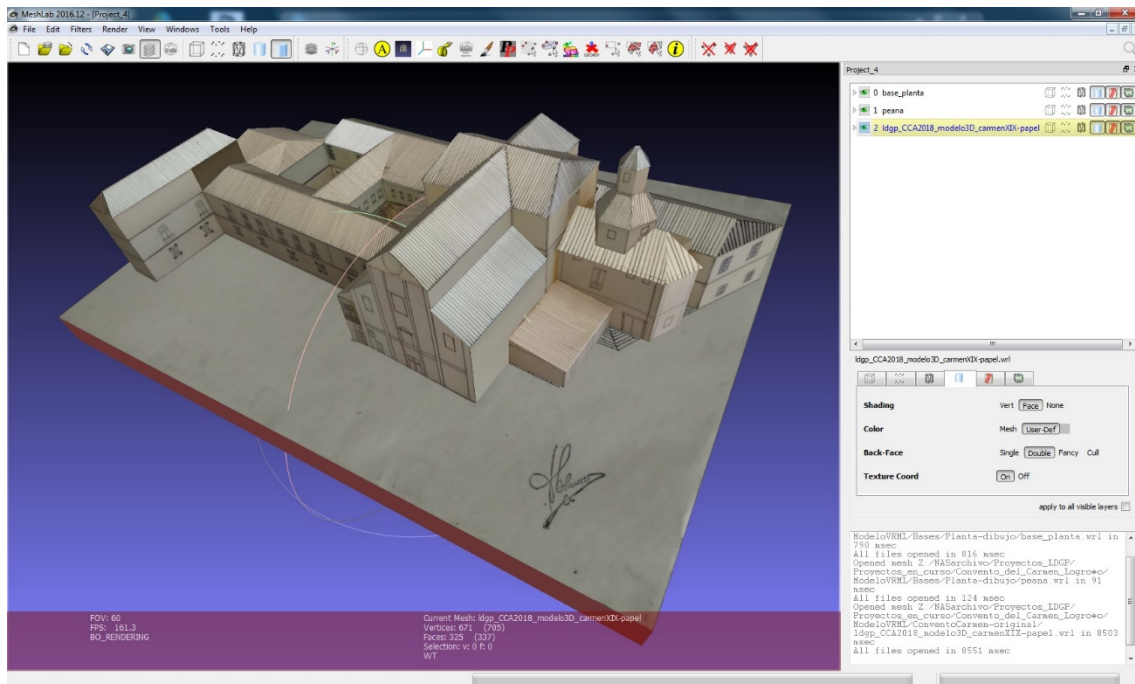


Fig. 59.- Modelo completo con texturas recortadas.

A continuación se procede a ajustar la radiometría de con el fin de eliminar diferencias de color entre las texturas que afecten a la estética del conjunto. El ajuste se realiza con un programa desarrollado por el Laboratorio<sup>10</sup>.

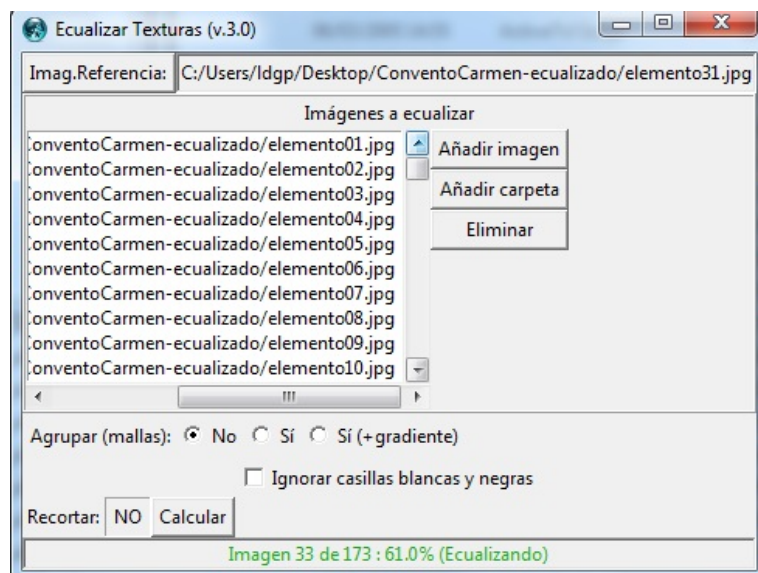


Fig. 60.- Programa de ajuste radiométrico de las texturas.

<sup>10</sup> Programa de ajuste radiométrico, disponible para su descarga libre desde el repositorio ADDI de la Universidad del País Vasco (<http://hdl.handle.net/10810/6166>).

Este programa calcula las medias y desviaciones típicas en los tres canales (Rojo Verde y Azul) de cada textura y las iguala a las de una imagen patrón (seleccionada entre las texturas disponibles por presentar un mejor tono y contraste).

Las siguientes imágenes muestran un extracto de las texturas individuales antes y después del proceso de ajuste radiométrico.

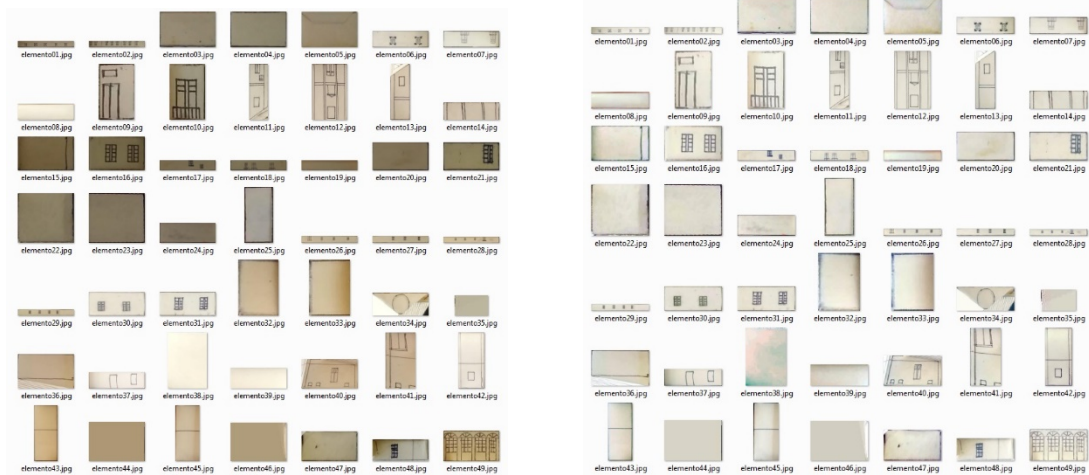


Fig. 61.- Comparación de las texturas originales (izquierda) y una vez ajustada su radiometría (derecha).

El resultado sobre el modelo 3D que se visualiza es el que se muestra en las siguientes imágenes (izquierda sin ajustar y derecha ajustada).

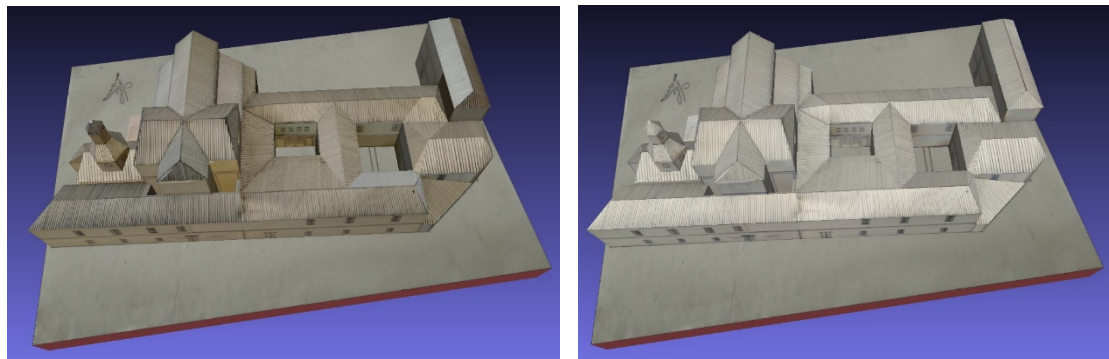


Fig. 62.- Comparación del modelo con las texturas originales (izquierda) y una vez ajustada su radiometría (derecha).

Por otro lado, también se generó un soporte virtual con la textura del plano de Coello de 1851. La siguiente imagen muestra el modelo final sobre este soporte.



Fig. 63.- Modelo final con texturas recortadas sobre el plano de 1851.



#### 4.3.5.- Modelo de verosimilitud

La maqueta de papel es el resultado de una investigación prolongada basada en diferentes fuentes relativas al convento, algunas zonas de la reconstrucción son bien conocidas por la existencia de fuentes precisas que las describían o porque aparecen reflejadas en las escasas fotografías que se han conservado. Sin embargo, otras zonas como la esquina sudeste y el patio al que daría acceso todavía ofrecen dudas sobre su configuración. A la falta o ambigüedad de las fuentes se une también el hecho de que durante el medio siglo en que los edificios del antiguo convento sirvieron como sede del instituto (antes de su derribo y construcción del nuevo edificio) se debieron producir cambios y nuevas construcciones con el fin de acondicionar los espacios que iban necesitándose.

Éstos son los motivos por los que esta parte de la maqueta aún no se ha dado por finalizada.



Fig. 64.- Vista de la maqueta montada con los tejados.

Esta ausencia de información no impide, por el contrario, que la representación virtual del edificio deba mostrar un aspecto completo del conjunto de edificios si se pretende dar una imagen eficaz de lo que pudo ser el edificio en funcionamiento, dado que un modelo que presentase, por ejemplo, un edificio sin tejados, crearía una sensación extraña en el visitante de la exposición.

Con el fin de conjugar las necesidades de, por un lado, crear un modelo completo y, por otro lado, evitar crear falsos históricos, es preciso añadir algún criterio visual a la representación 3D que permita al usuario identificar el nivel de verosimilitud de cada parte reconstruida.

Para el caso que se ha desarrollado, se ha decidido utilizar una escala de dos niveles que se marcarán mediante un cambio en el color de las texturas:

- Elementos bien identificados: que se representarán con las texturas originales, es decir, con trazo negro sobre papel blanco.
- Elementos hipotéticos cuya validez no está contrastada<sup>11</sup> y que se colorean en color rosado.

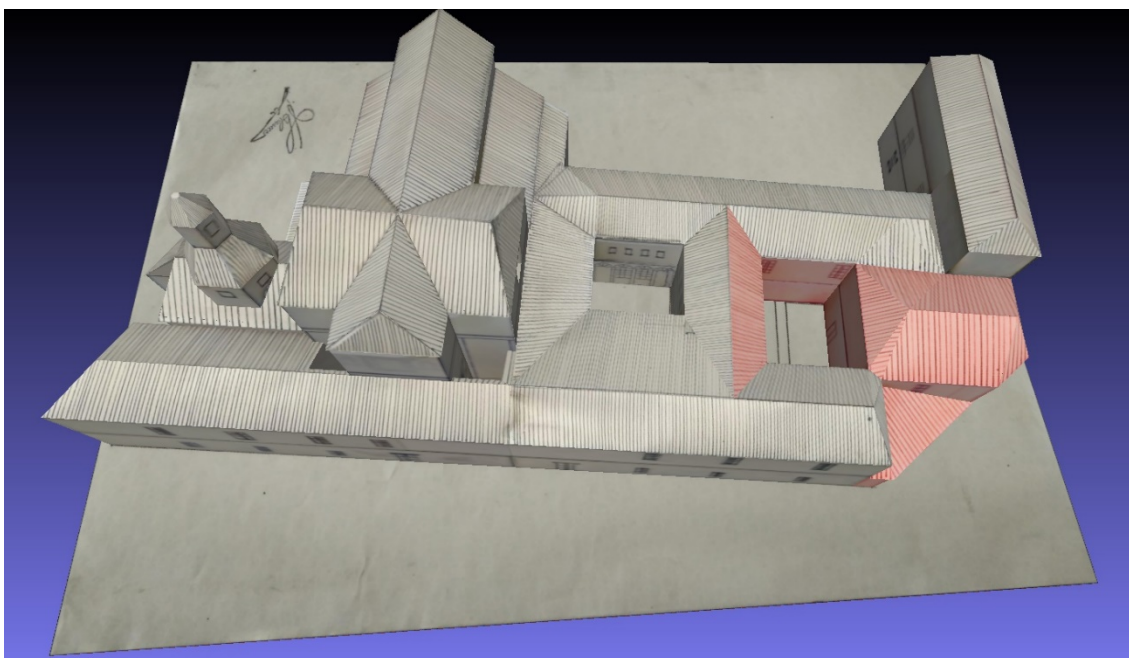


Fig. 65.- Modelo 3D con texturas, en el que se han resaltado con color rosado las zonas cuya reconstrucción está en discusión.

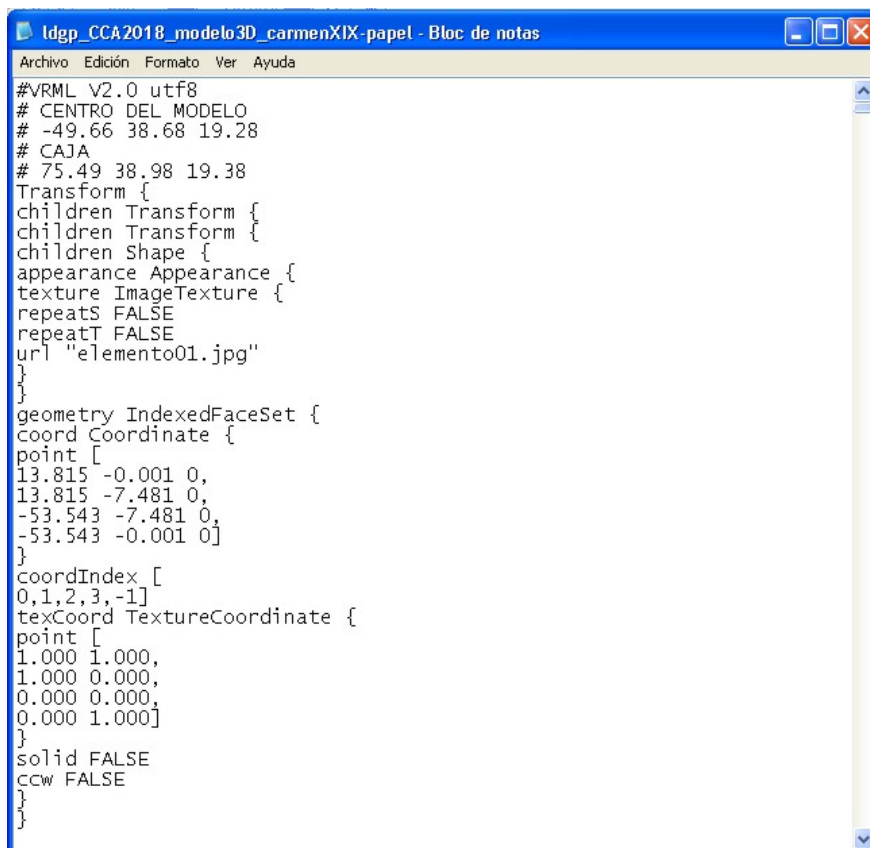
---

<sup>11</sup> De hecho, la solución adoptada, aunque acorde con la maqueta actual, no es la que se considera más probable en el momento actual.

Los modelos de texturas y de verosimilitud se han generado en formato VRML, éste es un formato interesante para la difusión ya que corresponde a un estándar internacional y además está ampliamente reconocido por el software actualmente disponible. No obstante, con el fin de ampliar las posibilidades de utilización, se han exportado a otros formatos, en concreto, como PLY y OBJ.

Por otro lado, es importante incluir metadatos que permitan contextualizar en todo momento los modelos. Para el caso de los ficheros VRML esta información puede situarse dentro del propio archivo, dado que este formato utiliza archivos de texto ASCII y permite incluir comentarios mediante líneas precedidas del carácter “#”.

Así, por ejemplo, el fichero original, cuyas primeras líneas son las que se presentan a continuación<sup>12</sup>:



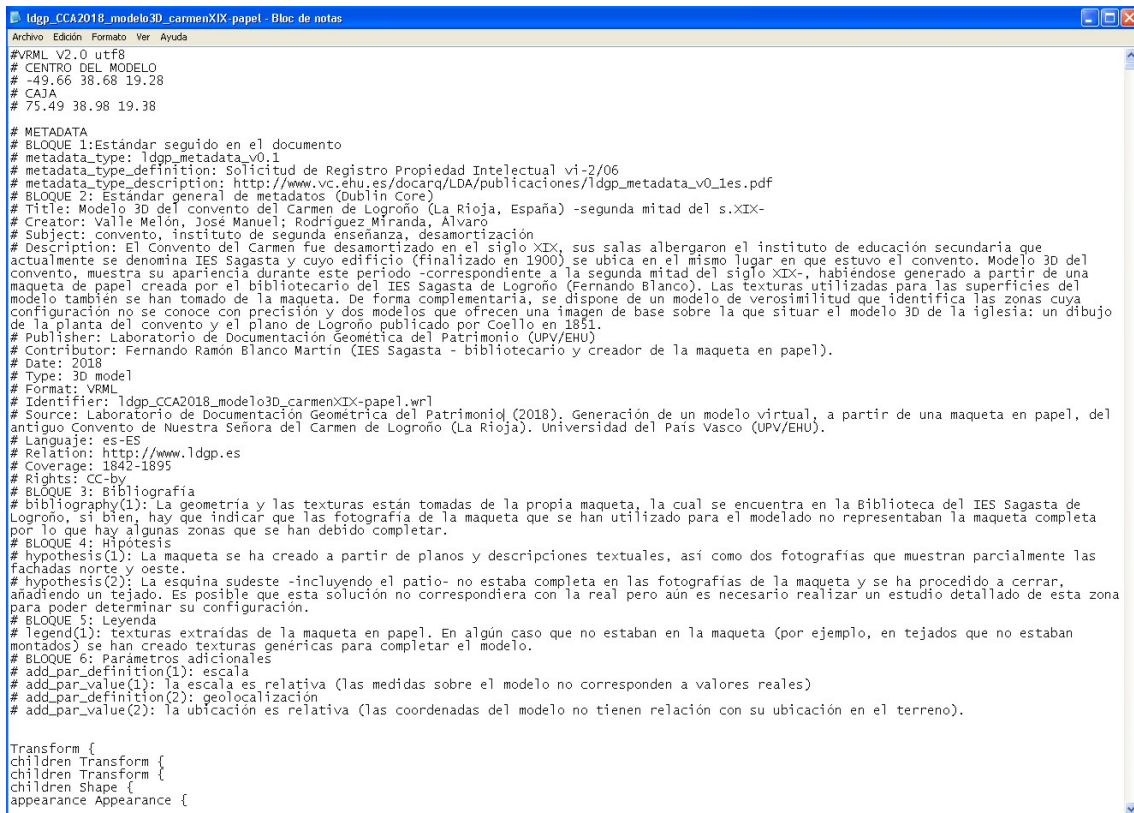
```
#VRML V2.0 utf8
# CENTRO DEL MODELO
# -49.66 38.68 19.28
# CAJA
# 75.49 38.98 19.38
Transform {
  children Transform {
  children Transform {
  children Shape {
  appearance Appearance {
  texture ImageTexture {
  repeats FALSE
  repeatT FALSE
  url "elemento01.jpg"
  }
  }
  }
  geometry IndexedFaceSet {
  coord Coordinate {
  point [
  13.815 -0.001 0,
  13.815 -7.481 0,
  -53.543 -7.481 0,
  -53.543 -0.001 0]
  }
  coordIndex [
  0,1,2,3,-1]
  texCoord TextureCoordinate {
  point [
  1.000 1.000,
  1.000 0.000,
  0.000 0.000,
  0.000 1.000]
  }
  solid FALSE
  ccw FALSE
  }
  }
```

Fig. 66.- Extracto inicial del fichero VRML correspondiente al modelo 3D con texturas de papel.

<sup>12</sup> Como puede verse en la imagen, después de la línea inicial que indica el tipo de fichero, las siguientes cuatro vienen precedidas por el carácter “#”, por lo que son comentarios que sirven de referencia al usuario que lee el archivo pero que son ignorados por el programa que representa el modelo 3D en el ordenador.



Para la inclusión de metadatos, se utiliza un esquema desarrollado por el Laboratorio<sup>13</sup> que corresponde a una ampliación del Dublin Core<sup>14</sup> (que es de carácter general para cualquier registro electrónico).



```
ldgp_CCA2018_modelo3D_carmenXIX-papel - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
#VRML V2.0 utf8
# CENTRO DEL MODELO
# -49.66 38.68 19.28
# CAJA
# 75.49 38.98 19.38

# METADATA
# BLOQUE 1: Estándar seguido en el documento
# metadata_type: ldgp_metadata_v0.1
# metadata_type_definition: Solicitud de Registro Propiedad Intelectual vi-2/06
# metadata_type_description: http://www.vc.ehu.es/docarq/LDA/publicaciones/ldgp_metadata_v0_1es.pdf
# BLOQUE 2: Estándar general de metadatos (Dublin Core)
# Title: Modelo 3D del convento del Carmen de Logroño (La Rioja, España) -segunda mitad del s.XIX-
# Creator: Valle Melón, José Manuel; Rodríguez Miranda, Alvaro
# Subject: convento, Instituto de segunda enseñanza, desamortización
# Description: El Convento del Carmen fue desamortizado en el siglo XIX, sus salas albergaron el instituto de educación secundaria que actualmente se denomina IES Sagasta y cuyo edificio (finalizado en 1900) se ubica en el mismo lugar en que estuvo el convento. Modelo 3D del convento, muestra su apariencia durante este periodo -correspondiente a la segunda mitad del siglo XIX-, habiéndose generado a partir de una maqueta de papel creada por el bibliotecario del IES Sagasta de Logroño (Fernando Blanco). Las texturas utilizadas para las superficies del modelo también se han tomado de la maqueta. De forma complementaria, se dispone de un modelo de verosimilitud que identifica las zonas cuya configuración no se conoce con precisión y dos modelos que ofrecen una imagen de base sobre la que situar el modelo 3D de la iglesia: un dibujo de la planta del convento y el plano de Logroño publicado por Coello en 1851.
# Publisher: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (UPV/EHU)
# Contributor: Fernando Ramon Blanco Martin (IES Sagasta - bibliotecario y creador de la maqueta en papel).
# Date: 2018
# Type: 3D model
# Format: VRML
# Identifier: ldgp_CCA2018_modelo3D_carmenXIX-papel.wrl
# Source: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio (2018). Generación de un modelo virtual, a partir de una maqueta en papel, del antiguo Convento de Nuestra Señora del Carmen de Logroño (La Rioja). Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
# Language: es-ES
# Relation: http://www.ldgp.es
# Coverage: 1842-1895
# Rights: CC-by
# BLOQUE 3: Bibliografía
# bibliography(1): La geometría y las texturas están tomadas de la propia maqueta, la cual se encuentra en la Biblioteca del IES Sagasta de Logroño, si bien, hay que indicar que las fotografías de la maqueta que se han utilizado para el modelado no representaban la maqueta completa por lo que hay algunas zonas que se han debido completar.
# BLOQUE 4: Hipótesis
# hypothesis(1): La maqueta se ha creado a partir de planos y descripciones textuales, así como dos fotografías que muestran parcialmente las fachadas norte y oeste.
# hypothesis(2): La esquina sudeste -incluyendo el patio- no estaba completa en las fotografías de la maqueta y se ha procedido a cerrar, añadiendo un tejado. Es posible que esta solución no correspondiera con la real pero aun es necesario realizar un estudio detallado de esta zona para poder determinar su configuración.
# BLOQUE 5: Leyenda
# legend(1): Texturas extraídas de la maqueta en papel. En algún caso que no estaban en la maqueta (por ejemplo, en tejados que no estaban montados) se han creado texturas genéricas para completar el modelo.
# BLOQUE 6: Parámetros adicionales
# add_par_definition(1): escala
# add_par_value(1): la escala es relativa (las medidas sobre el modelo no corresponden a valores reales)
# add_par_definition(2): geocalización
# add_par_value(2): la ubicación es relativa (las coordenadas del modelo no tienen relación con su ubicación en el terreno).

Transform {
  children Transform {
    children Transform {
      children Shape {
        appearance Appearance {
```

Fig. 67.- Metadatos incorporados al modelo VRML.

El inconveniente de los metadatos así escritos es que sólo son accesibles para los usuarios que lean el código del fichero VRML, con el fin de darles una mayor visibilidad, se crea también una versión en un fichero aparte codificado tanto en formato XML (reconocible por máquina). Para ello, utilizamos la aplicación *CatMDEdit*<sup>®</sup>.

Un aspecto a tener en cuenta es que, esta aplicación, se limita a los metadatos disponibles en Dublin Core por lo que los demás metadatos que hemos incorporado al fichero VRML deberán incluirse de manera genérica como elementos `dc:description`.

<sup>13</sup> La descripción del esquema está disponible en la web del Laboratorio ([http://www.ehu.es/docarq/LDA/publicaciones/ldgp\\_metadata\\_v01\\_es.pdf](http://www.ehu.es/docarq/LDA/publicaciones/ldgp_metadata_v01_es.pdf)), por otro lado, puede consultarse la siguiente referencia sobre su utilización práctica (<http://hdl.handle.net/10810/6985>).

<sup>14</sup> <http://dublincore.org/>

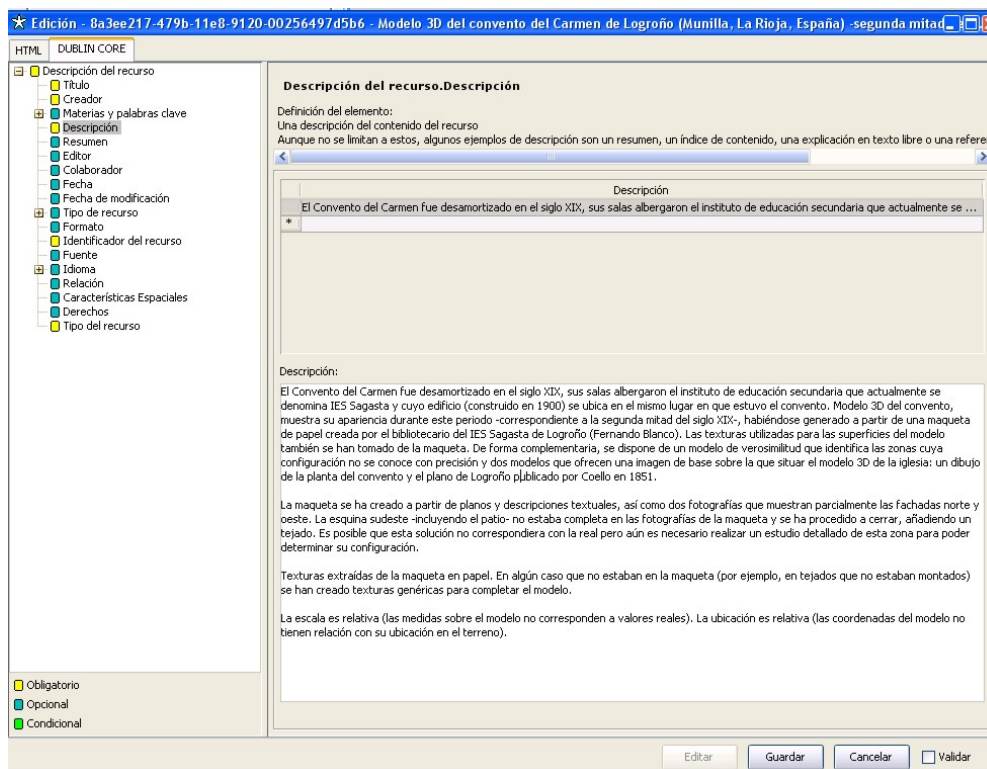


Fig. 68.- Inclusión de metadatos específicos sobre verosimilitud, leyenda y bibliografía en el campo `dc:description`, programa *CatMDEdit*®.

El resultado se exporta en formato XML, este fichero se añade también a las carpetas con los modelos en los diferentes formatos que se suministran.



#### 4.3.6.- Vídeo

Uno de los resultados previstos es la generación de un vídeo para ser exhibido durante la exposición, el cual recogiera todas las fases del desarrollo del proyecto. Para ello, se ha estructurado la información a presentar en 5 apartados:

- 1) Presentación, en la que aparece el título y la fuente principal de información.
- 2) Imágenes fotográficas, selección de las imágenes por planta, recorriendo todo el edificio.
- 3) Recorrido en torno al modelo virtual generado mediante puntos y líneas de fuga.
- 4) Recorrido del modelo virtual texturizado, sobre la cartografía de Coello de 1851.
- 5) Créditos, donde se informa de las fuentes y autorías del trabajo.

Los apartados primero, segundo y quinto han sido generados utilizando el programa *iMovie*® de *Apple*, disponible con el sistema operativo IOS.

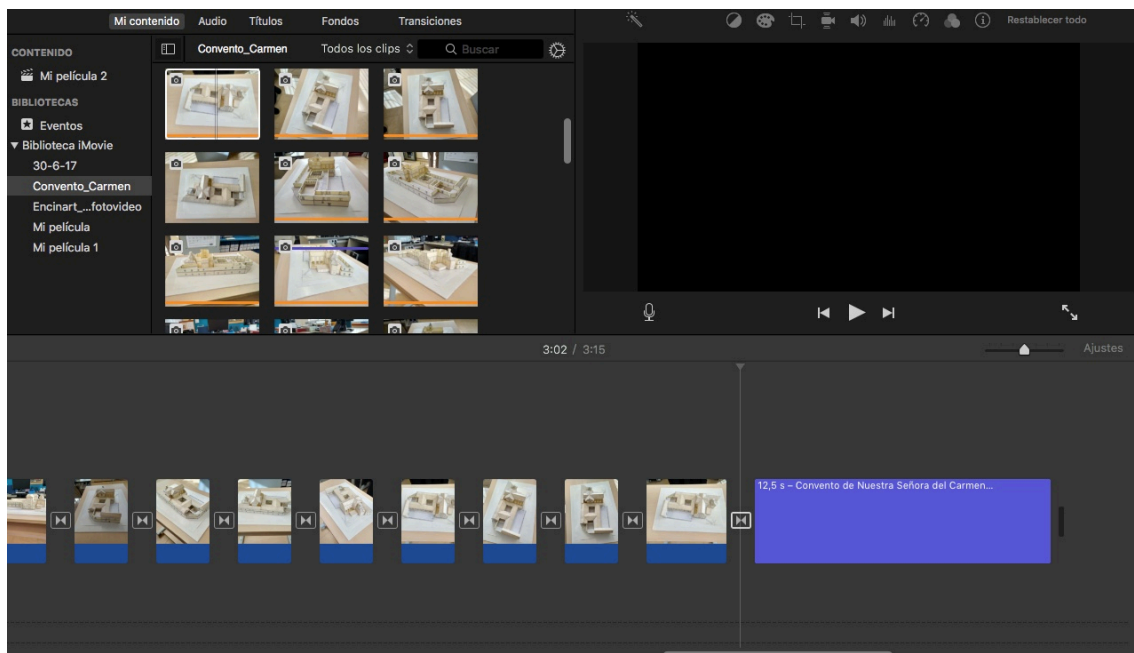


Fig. 70.- Proceso de generación de video a partir de fotografías y textos con *iMovie*®.



Los apartados, segundo, tercero y la compilación final del vídeo han sido editados con el software *Screencast-O-Matic*, que posibilita la captura de vídeo en pantalla, mientras se ejecutan otros programas. En este caso, *Sketchup* y *Meshlab*.

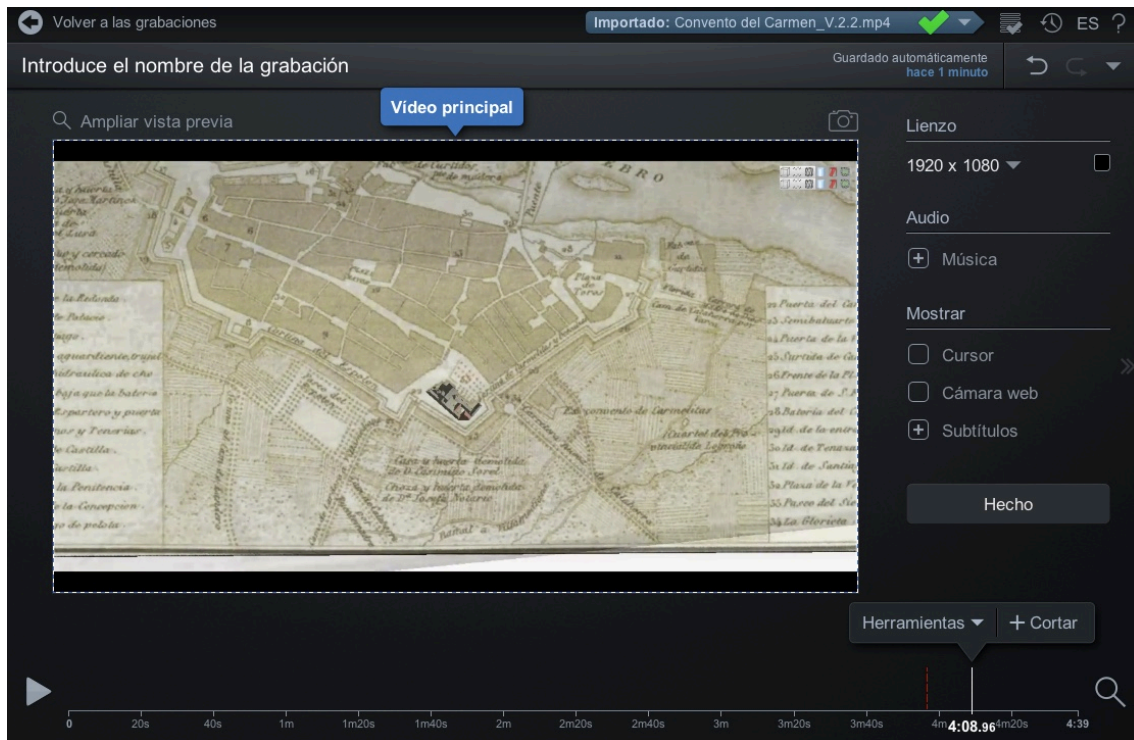


Fig. 71.- Edición del vídeo en *Sreencast-O-Matic*.

## **5.- RESULTADOS**

### **5.1.- Colección de fotografías**

El CD adjunto a esta memoria incluye una selección de 15 fotografías correspondientes al plano de base y de las diferentes fases de montaje de la maqueta. Estas imágenes se presentan en formato JPEG y tienen insertados los metadatos Exif e IPTC comentados en las secciones anteriores.

### **5.2.- Modelo geométrico**

Se incluye también una copia de la geometría modelada (líneas) en formatos DWG<sup>15</sup> y DXF de intercambio (ambos en versión 2000).

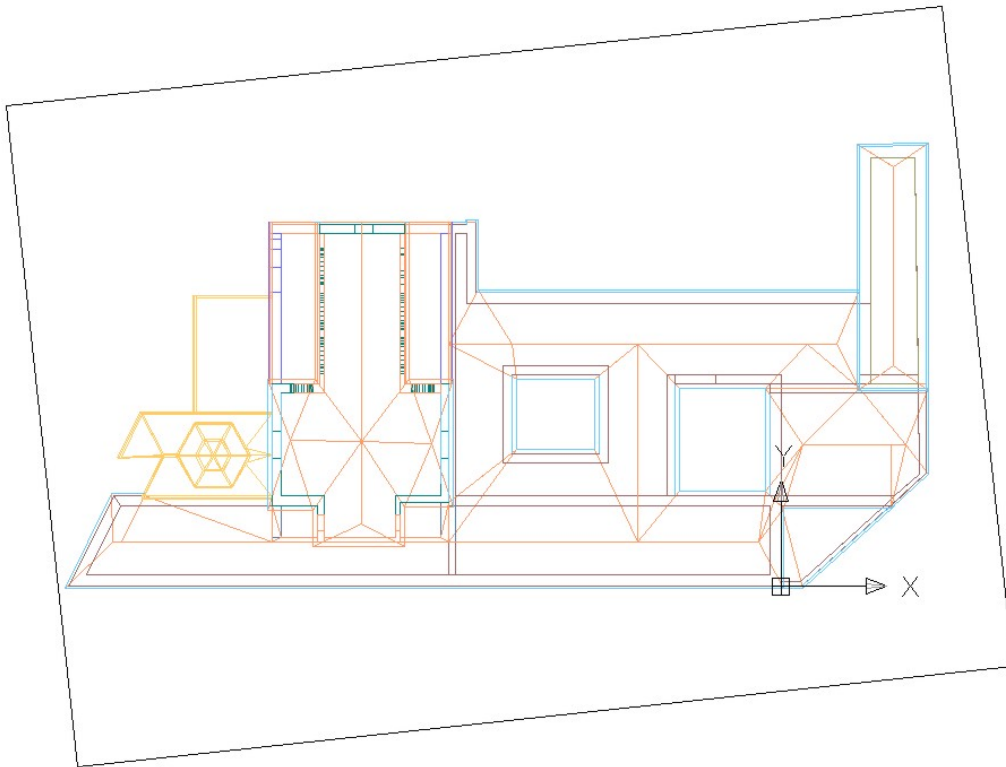


Fig. 72.- Fichero CAD con las líneas que forman la geometría del modelo 3D.

Debido a que no se dispone de información exacta sobre la ubicación y escala (más allá de los valores aproximados estimados siguiendo el procedimiento anteriormente explicado) se ha preferido entregar la versión del modelo en coordenadas y escala relativas, de forma que no pueda inducir a errores.

---

<sup>15</sup> DWG (*DraWinG*) es el formato nativo del software de modelado *AutoCAD*® de la compañía *Autodesk*®, que es la predominante en el mercado.

Dentro del modelo, la información vectorial se encuentra clasificada en diversas capas.

```
n0_base_Coello-sXIX  
n0_base_dibujo-planta  
n1_convento  
n1_edificio-anexo  
n1_iglesia_central-y-cabecera  
n1_iglesia_laterales  
n2_convento  
n2_iglesia_pacios  
n3_convento  
n3_tejados_convento  
n3_tejados_convento-bajo  
n3_tejados_iglesia  
n3_tejados_iglesia-bajo
```

Fig. 73.- Capas en las que se organiza la información del modelo vectorial.

Asimismo, se han incluido valores descriptivos (metadatos), que indican el edificio representado y proporcionan una vía de contacto para ampliar información.

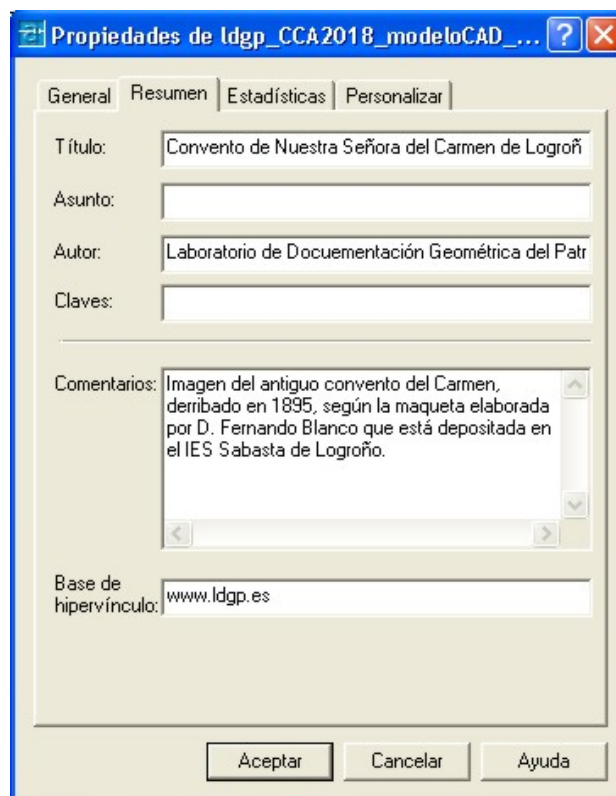


Fig. 74.- Metadatos incluidos en los ficheros CAD.



### 5.3.- Modelos virtuales

Se presentan los modelos virtuales con texturas «de papel» y de verosimilitud. También se incluyen los modelos de soporte correspondientes al plano base con la planta y el plano de Coello de forma que pueden realizarse diferentes combinaciones de visualización.

Los modelos se presentan en formatos VRML, PLY y OBJ, facilitando así su utilización con una amplia gama de programas informáticos.

De igual manera que se ha indicado para el caso del modelo geométrico, se recuerda que los modelos virtuales proporcionados no están escalados ni geolocalizados ya que se ha preferido esperar a disponer de valores precisos procedentes de las excavaciones arqueológicas con el fin de no crear futuras confusiones.

### 5.4.- Vídeo para la exposición

El vídeo generado se proyecta sobre la vitrina que muestra la maqueta en papel así como algunos libros con fotografías de los edificios del convento.



Fig. 75.- Vitrina con la maqueta de papel y vídeo que muestra la maqueta, el proceso de modelado 3D y los modelos generados.

El archivo que contiene el video se ha generada en formato MP4, reproducible en dispositivos móviles, a través de internet y también cargable en plataformas de difusión de video como *Youtube* o *Vimeo*.

El archivo con el video tiene por nombre:

- ldgp\_CCA2018\_video\_Convento-de-Ntra-Sra-del-Carmen-Logrono.mp4

## **6.- CONTENIDO DEL CD**

El CD que acompaña la presente memoria se organiza según se muestra en la siguiente imagen.

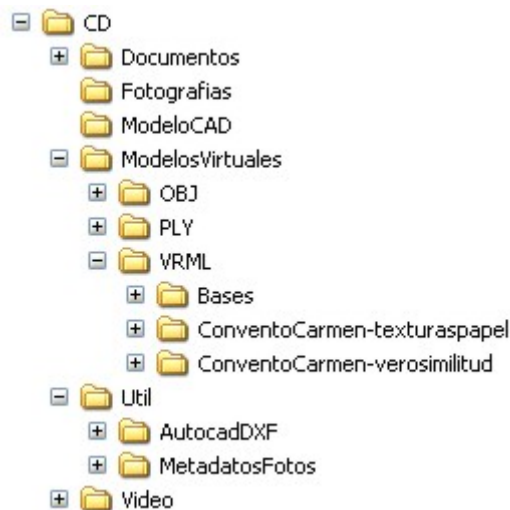


Fig. 76.- Contenido del CD.

En concreto, la información contenida en cada carpeta es:

- Documentos: copia en formato PDF de esta memoria.
- Fotografías: selección 15 imágenes de la maqueta con diferentes estados de montaje que han sido utilizadas para el modelado según la metodología expuesta, en formato JPEG.
- Modelo CAD: líneas obtenidas tras el proceso de modelado, en formatos DWG y DXF.
- Modelos Virtuales: modelos con texturas obtenidas de las fotografías de la maqueta, se presenta también una versión que aporta los niveles de verosimilitud, así como modelos complementarios que utilizar como base

(plano de planta y plano de Logroño del s. XIX). Los formatos disponibles son VRML, PLY y OBJ.

- Útil: copia de las especificaciones técnicas del formato DXF y de los esquemas de metadatos añadidos a las fotografías.
- Vídeo: vídeo suministrado para la exposición.



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Patrimonio Construido -GPAC- (UPV/EHU)

Centro de investigación Micaela Portilla  
C/ Justo Vélez de Elorriaga 1, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).  
Tfno: +34 945 013222 / 013264  
e-mail: [ldgp@ehu.es](mailto:ldgp@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>

