

## THE HISTORICAL PHASES OF THE CHURCH OF SAN LORENZO IN VALENCIA THROUGH THE USE OF THE HBIM METHODOLOGY

### *LAS FASES HISTÓRICAS DE LA IGLESIA DE SAN LORENZO DE VALENCIA A TRAVÉS DE LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA HBIM*

Pablo Ariel Escudero 

<sup>a</sup>Arquitecto. Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico, Argentina. escudero.p@hotmail.com

#### Abstract

At present, the information about historical buildings is represented as a collection of documents from various sources, elaborated by different professionals. Thus, the inclusion of the HBIM methodology is proposed with the fundamental objectives of streamlining and automating the manipulation of information, facilitating the analysis of complex buildings. This article shows the contributions of the HBIM methodology to the elaboration of the hypothesis of constructive historical phases of the Church of San Lorenzo in Valencia. The working method applied was the proposal of an action model applied to the building, which has its origin in the medieval period and has undergone various transformations throughout its history.

**Keywords:** HBIM; Architectural Heritage; Historical phases; Church of San Lorenzo.

#### Resumen

En la actualidad, la información sobre los edificios históricos se encuentra representada como una colección de documentos con diversas fuentes, elaborados por diferentes profesionales. Así, se propone la inclusión de la metodología HBIM con los objetivos fundamentales de agilizar y automatizar la manipulación de la información, facilitando la lectura de los edificios complejos. En este artículo se muestran las contribuciones de la metodología HBIM para la elaboración de la hipótesis de fases históricas constructivas de la Iglesia de San Lorenzo de Valencia. El método de trabajo utilizado ha sido la propuesta de un modelo de actuación aplicado a la edificación, que tiene origen en el periodo medieval y ha sufrido diversas transformaciones a lo largo de su historia.

**Palabras clave:** HBIM; Patrimonio arquitectónico; Fases históricas; Iglesia de San Lorenzo.

## 1. INTRODUCTION: THE CHURCH OF SAN LORENZO

The Church of San Lorenzo in Valencia is part of the first twelve parishes founded after the reconquest of Valencia by Jaime I. Located in the current Plaza de San Lorenzo, its implantation is on an old Arab mosque. The earliest records date to the oldest constructions in the 13th century.

Since its inception, the original building was modified and expanded on successive occasions. In the 15th century, a side chapel was built, the temple was enlarged and the vaults were built. Later, already in the 18th century, the current tower was built, which has the bell tower in our days, and for almost two hundred years it did not undergo notable modifications until the end of the 19th century when the construction of the Franciscan convent. (Ferrer Orts, 2016)

The building is located in the central area defined as “ Recinto amurallado de Ciutat Vella y primer ensanche”, which has the protection level of Asset of Cultural Interest (Bien de Interés Cultural - BIC) and the category of historical site (DOCV, 1993). In addition, it is part of the catalog of architectural heritage protected as Real estate of local relevance (Bien inmueble de Relevancia Local - BRL), according to the fifth additional provision of Law 4/1998, referring to the Valencian Cultural Heritage. (Fig. 1)

## 2. OBJECTIVE AND METHODOLOGY

The Church of San Lorenzo had been studied in 2017 for the subject “Intervención de edificaciones históricas” of the ETSIE of the Polytechnic University of Valencia. The team of teachers formed by Jorge García Valldecabres, Rafael Marín Sánchez and María Concepción López González carried out a high precision graphic survey (Fig. 2) from the laser scanner of the building to form a point cloud. This greatly facilitated the application of the HBIM (Historic Building Information Modeling) methodology in the reconstruction of the historic-constructive phases of the church.

The choice of HBIM was based on the experience of the Church of Santa María in Scaria (Brumana et al., 2013), which sought to reconstruct and study the main transformations and its chronological phases. The process began with the laser scanning of the building in conjunction with photogrammetric surveys to carry out a

stratigraphic analysis supported by historical documentation.

HBIM is the extension of the BIM concept and corresponds to a methodology that presents an oriented look for the documentation, conservation, restoration, analysis, and management of historic buildings.

As a starting point for this work, it was considered to exploit the advantages of HBIM to model, manage and visualize the information in a coherent way. The HBIM process, summarily, involves a reverse engineering solution, whereby parametric objects representing architectural elements are mapped based on laser scanner or photogrammetric survey data (Dore and Murphy, 2012). It is a process similar to how one works in building heritage, that is, the application of the science of archeology in architecture and historiographic analysis, as has been developed and implemented in the contributions of Historic England (2017), buildingSMART Spanish Chapter (2018), Castellano-Román and Pinto-Puerto (2019), Santoni et al. (2020). Also relevant, in this sense, are the contributions in archeology by Luis Caballero Zoreda published by the CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

## 3. GENERATION OF THE HBIM MODEL

To generate the model, Autodesk Revit software was used because it had the advantage of linking different types of files from the survey. In principle, the work template was developed and all the project data and the model configurations were incorporated into it.

In the next step, the documents to be used as a reference to start the modeling were imported, being vital at this stage to determine the levels and construction axes of the building. These documents can be 2D and 3D images or geometry, such as CAD files or point clouds.

Once the work template was determined, the geometry of the construction elements of the Church was generated and, for this, it is necessary to define the level of development of the 3D-HBIM model, that is, the degree of accuracy of the geometry and the modeling strategies (LOD).

Once the model strategies were defined, we proceeded to the geometric modeling of the Church of San Lorenzo in Revit (Figs. 3-4). It began with the structural system made up of the bearing

masonry, the arches, and vaults (Fig. 5). In parallel to this process, the dimensions and materials that make up each of the envelopes were configured - that is, the data from the field survey as well as the historical references in the elements were loaded. In this step, information from survey materials tests could also have been incorporated, such as their physical information. As a result, the families of constructive elements that make up the building were modeled, which can be individual objects or groups. For this case, it was necessary to model the bell tower, the observation balcony, the two façades, the friezes, the oval windows of the facades, among other elements (Fig. 6).

The final product corresponds to a 3D-HBIM geometric model that contains the dimensional and material information of the building, in addition to the parameters assigned to each of the construction elements, and the relationship of the geometric information with the information from image files, plans, tables, texts, etc. (Fig. 7).

#### 4. RECOGNITION OF HISTORICAL CONSTRUCTION PHASES

From the data collection and the understanding of the information collected mainly composed of historical cartographies, plans, and documents, the hypothesis of the most representative phases preceding the current state of the building is made. This is possible through digital tools, for example with Revit's construction phase determination. In this way, the elements are dated and chronologically arranged.

The tool is adapted to consider the constructive historical phases of the building, thus allowing to visualize and virtually recreate the different states through which the building has passed and provide an easy analysis that allows to understand the causes of current problems. For this case, a total of ten historical landmarks have been distinguished based on the analysis of the building and related documents.

In the development of this research, some applications were experimented in the case of the Church of San Lorenzo as a central information model, resulting in different graphic documents (Fig. 8).

#### 5. RESULTS

The study and the modeling of the church also facilitated the reconstruction of the building's

historical phases, which are extremely useful to understanding some of the current pathologies and to the ability to respond more efficiently to them.

The model shows the original structure of the Church of San Lorenzo, the same one from its origin, which responded to a type known as reconquest, made up of wide, slightly pointed diaphragm arches made of stone or brick, as well as partition walls., two-slope roof, side door, and chapels. After the modifications of the seventeenth century, it went from its medieval to baroque configuration, the arches being demolished to the impost line, preserving buttresses, and building the current slightly lowered partitioned vaults with lunettes.

Finally, the volumetric aggregations that are product of the expansion of the Church and the construction of the Franciscan monastery on the annexed site where an old church cemetery was located are visible. (Fig. 9-10).

The preparation of the 3D-HBIM model, thus, demonstrated one of the various applications it has in the field of information organization to facilitate the understanding of a heritage asset.

#### 6. CONCLUSIONS

It is observed that the main contributions of the incorporation of HBIM to the architectural heritage correspond to the exploration of its utilities in the study of historical phases, stratigraphies, mapping of pathologies, and the approach of singular elements of the buildings. These are fundamental products for understanding the current state, diagnosing, and proposing conservation and restoration tasks.

The models generated through HBIM thus constitute the starting point for a more complete understanding of historical architecture. They facilitate the understanding of the time and state variables and the possibility of addressing isolated parts or the entire construction.

Among the potentialities presented by HBIM is, in particular, the development of tools that enable to relate of all the geometric information and its data, so these can be managed on specific bases and linked with others. With this, better information management could be obtained for different utilities, such as modifying the model in real-time through, for example, data collection by sensors.

## REFERENCES

- Brumana, R., Oreni, D., Raimondi, A., Georgopoulos, A., and Bregianni, A. 2013. "From survey to HBIM for documentation, dissemination, and management of built heritage: The case study of St. Maria in Scaria d'Intelvi". *2013 Digital Heritage International Congress* (DigitalHeritage). Marseille, France. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6743789>
- buildingSMART Spanish Chapter. 2018. Guía de usuarios BIM aplicado al Patrimonio Cultural [en línea]. Disponible en: <https://www.buildingsmart.es/bim/guías-ubim/>[consultado el 20/11/2021].
- Castellano-Román, M., and Pinto-Puerto, F. 2019. "Dimensions and Levels of Knowledge in Heritage Building Information Modelling, HBIM: The model of the Charterhouse of Jerez (Cádiz, Spain)". *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 14, e00110.
- DOCV, Diario Oficial de la Comunidad Valenciana. Decreto 57/1993, de 3 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se declara Bien de Interés Cultural el conjunto histórico de Valencia.
- Dore, C., and Murphy, M. 2012. "Integration of Historic Building Information Modeling (HBIM) and 3D GIS for Recording and Managing Cultural Heritage Sites". *18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia: "Virtual Systems in the Information Society"*, (págs. 369-376). Milan.
- Ferrer Orts, A. (julio-diciembre de 2016). "La Iglesia y el convento de San Lorenzo (Valencia), antigua sede de la provincia franciscana de San José de Valencia, Aragón y Baleares". *Hispania Sacra*, LXVIII(138), 491-501. <https://doi.org/10.3989/hs>
- Historic England. 2017. *Historic England BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information*.
- Santoni, A., Martín-Talaverano, R., Quattrini, R., and Murillo-Fragero, J. 2020. "HBIM approach to implementing the historical and constructive knowledge. The case of the Real Colegiata of San Isidoro (León, Spain)". *Virtual Archaeology Review*, 0. <https://doi.org/10.4995/var.2021.13661>.

---

**How to cite this article:** Escudero, P.A. 2021. "The historical phases of the Church of San Lorenzo in Valencia through the use of the HBIM methodology", *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, No.14, Valencia: Universitat Politècnica de València. pp.104-119. <https://doi.org/10.4995/ege.2021.16614>



Fig 1. Surroundings of the Church of San Lorenzo in Valencia. (Source: own elaboration based on Google Maps, Escudero, Pablo A.).

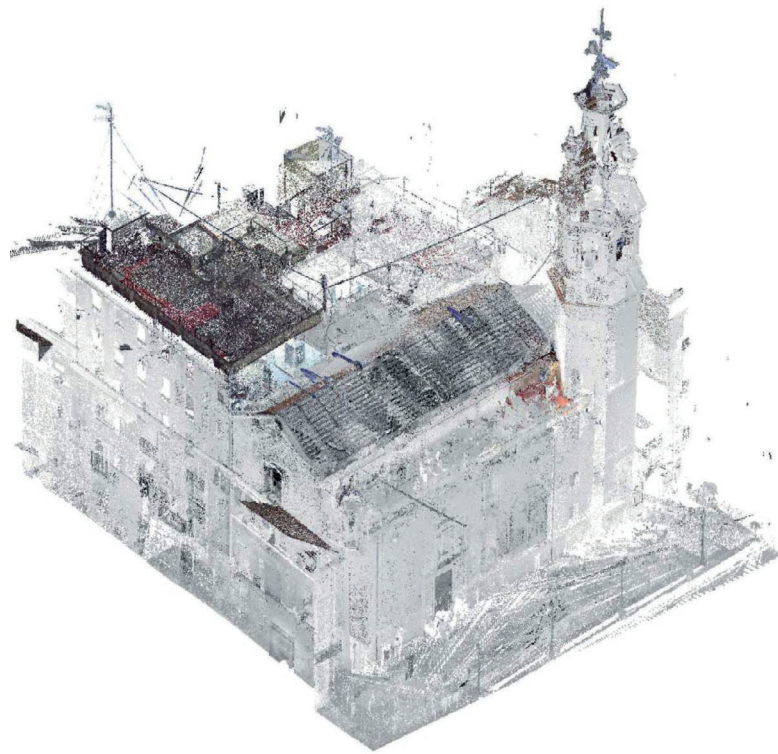


Fig 2. 3D Point cloud and 2D documentation of the Church of San Lorenzo generated by taking 3D data by laser scanning. (Source: ETSIE-UPV 2017, team of professors: J. García Valldecabres, M. C. López González, C. Ochando Perales and R. Marín Sánchez. Students: I. Lo Vecchio, C. Morello and V. Strippoli.).

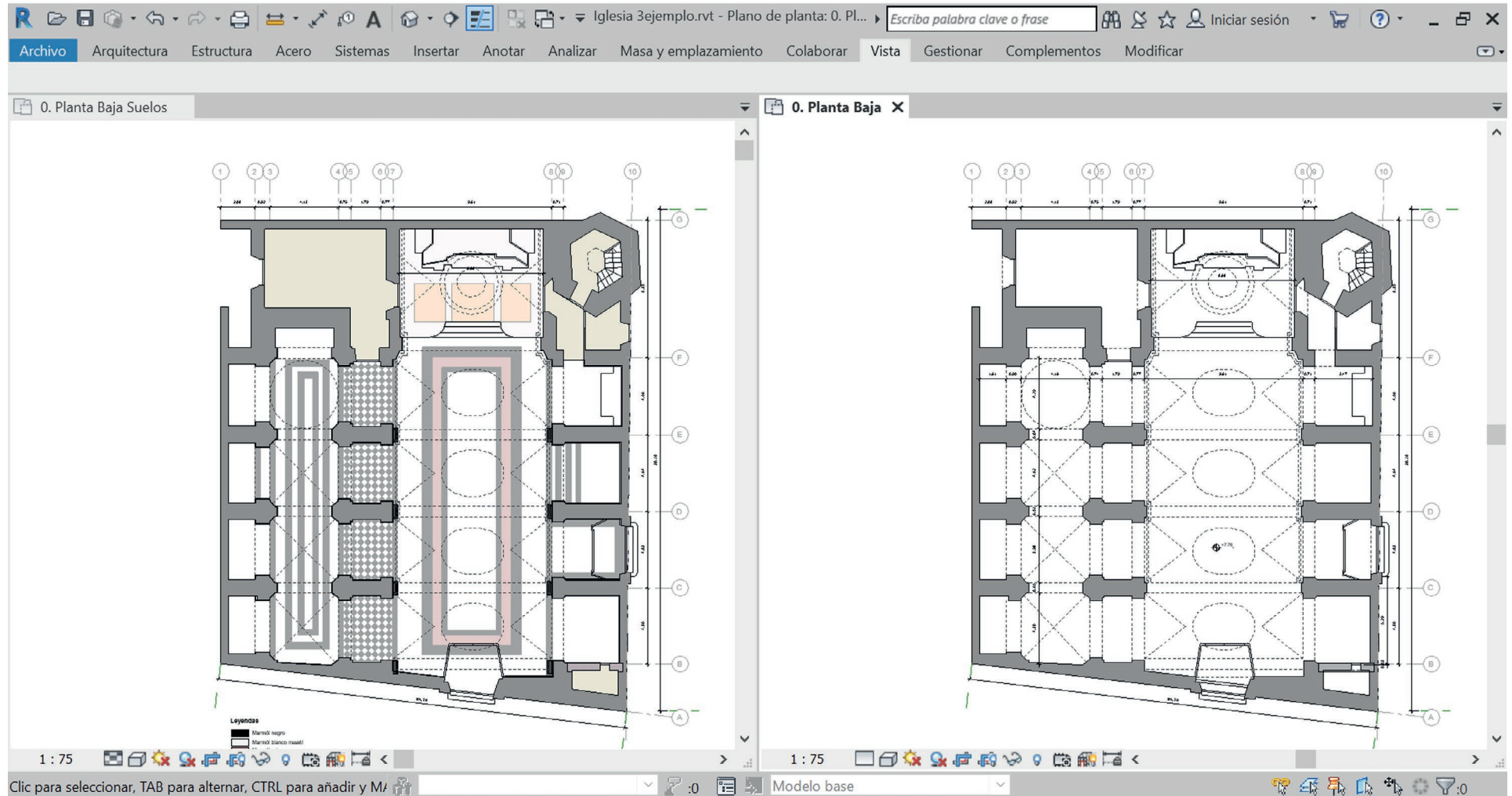


Fig 3. Generation of the 3D-HBIM model of the Church of San Lorenzo in Valencia through the information extracted from the survey. (Source: own elaboration from available documentation).

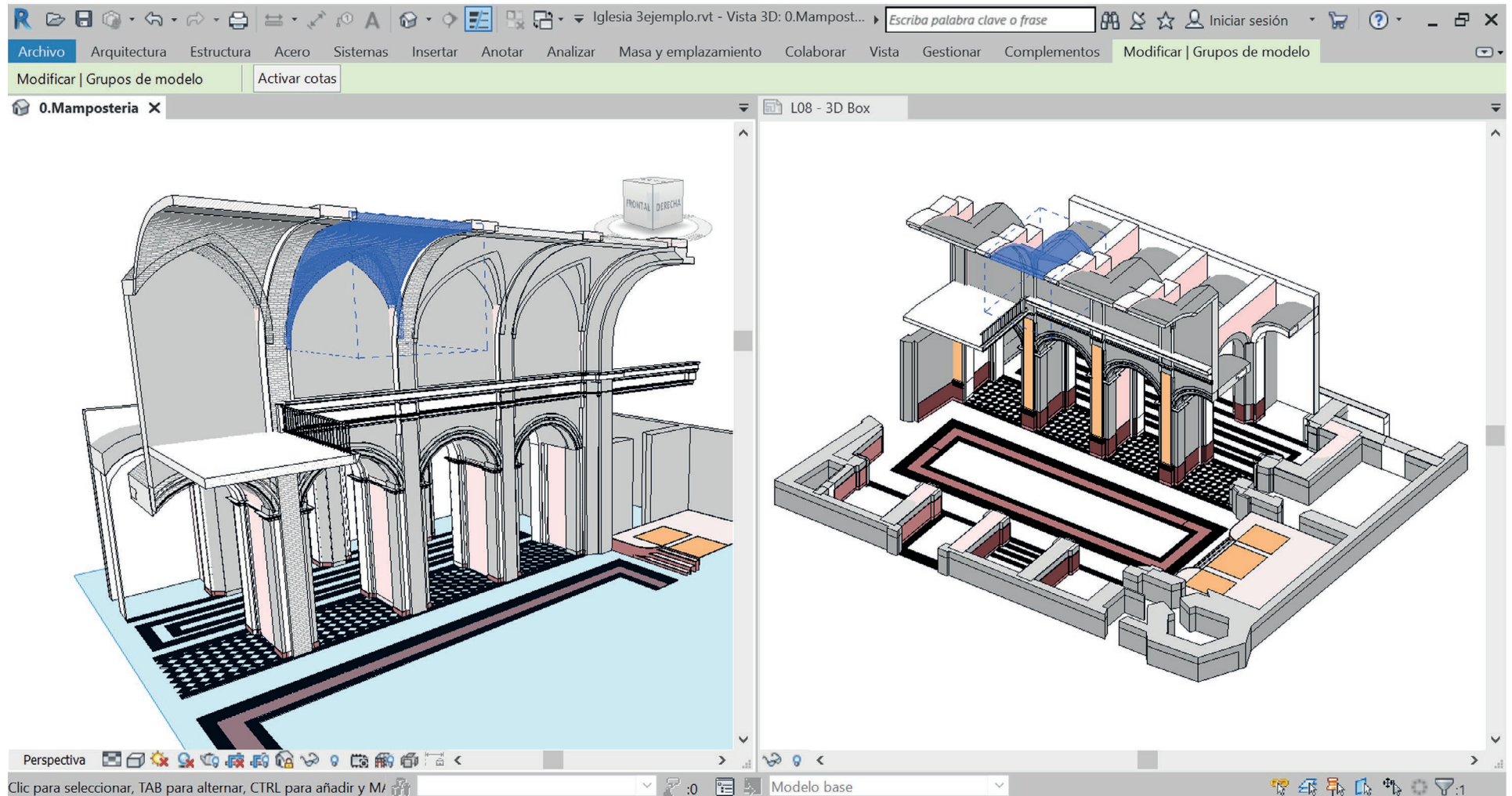


Fig 4. Generation of the 3D-HBIM model of the Church of San Lorenzo in Valencia through the information extracted from the survey in Autodesk® Revit. (Source: own elaboration from available documentation).



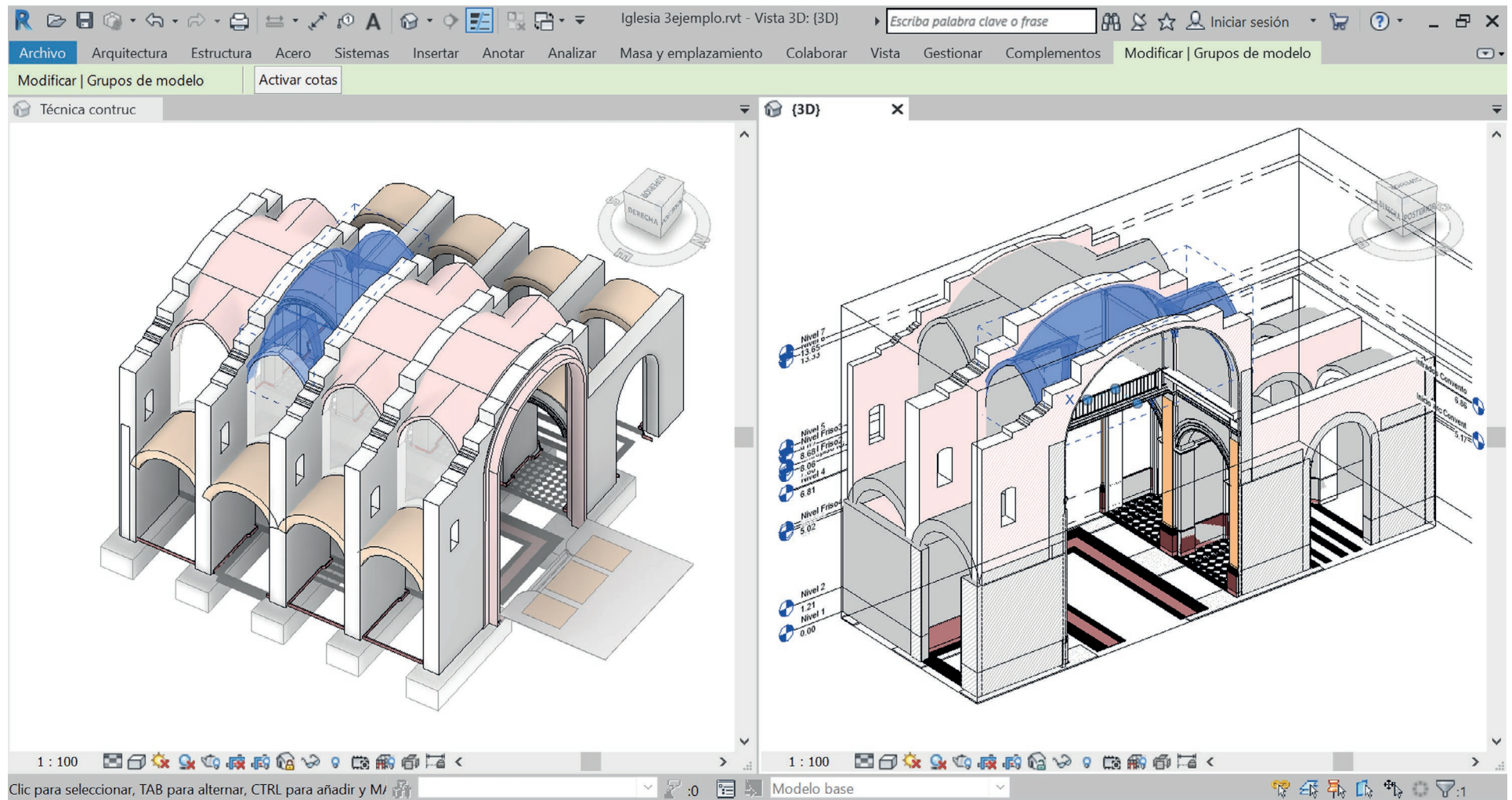


Fig 5. Main structure of the Church of San Lorenzo in Valencia in Autodesk® Revit. (Source: own elaboration, Escudero, Pablo A.).

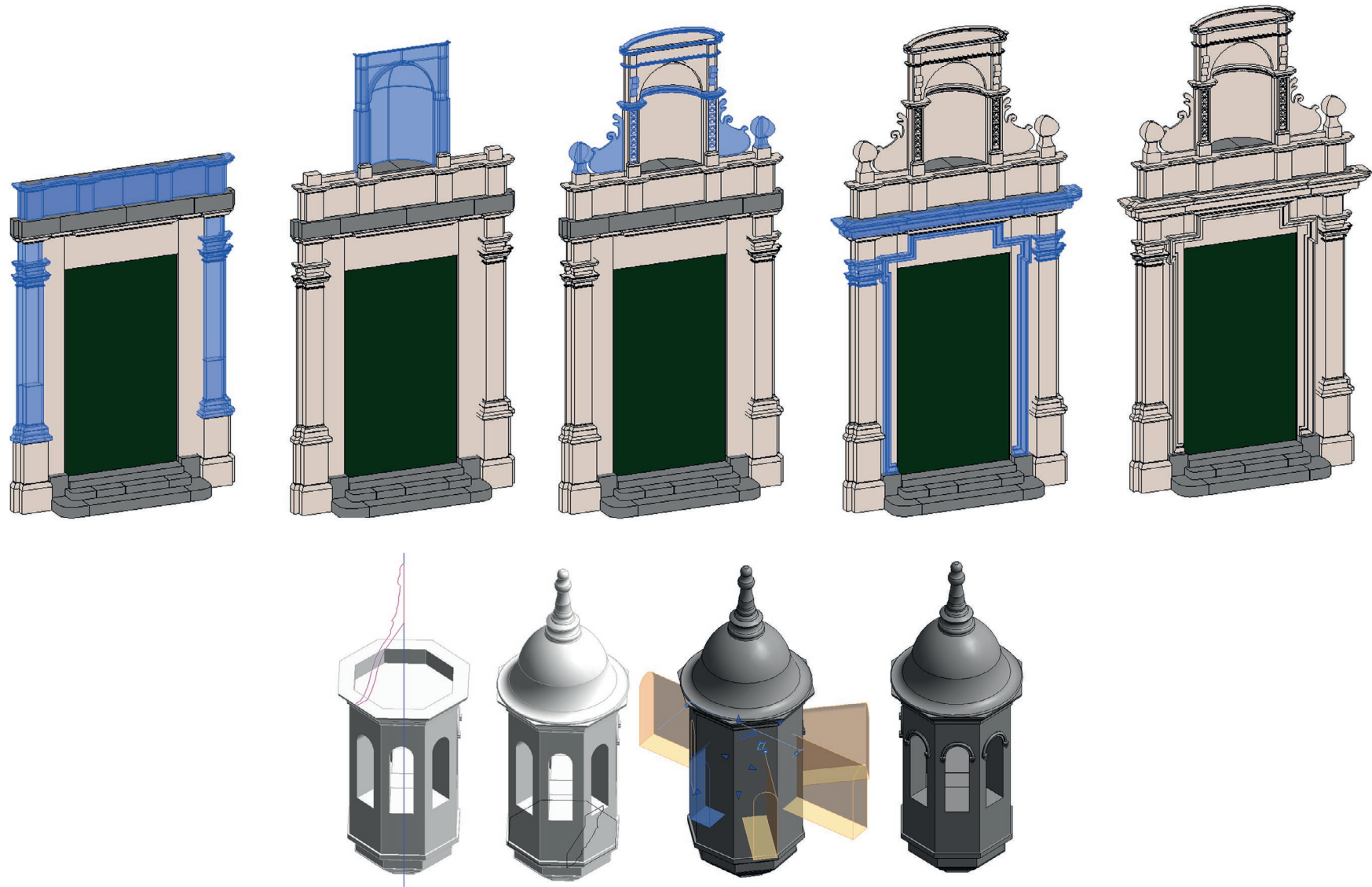


Fig 6. Geometry generation of the side portal and the observation balcony of the Church of San Lorenzo in Valencia in Autodesk® Revit. (Source: own elaboration, Escudero, Pablo A.).

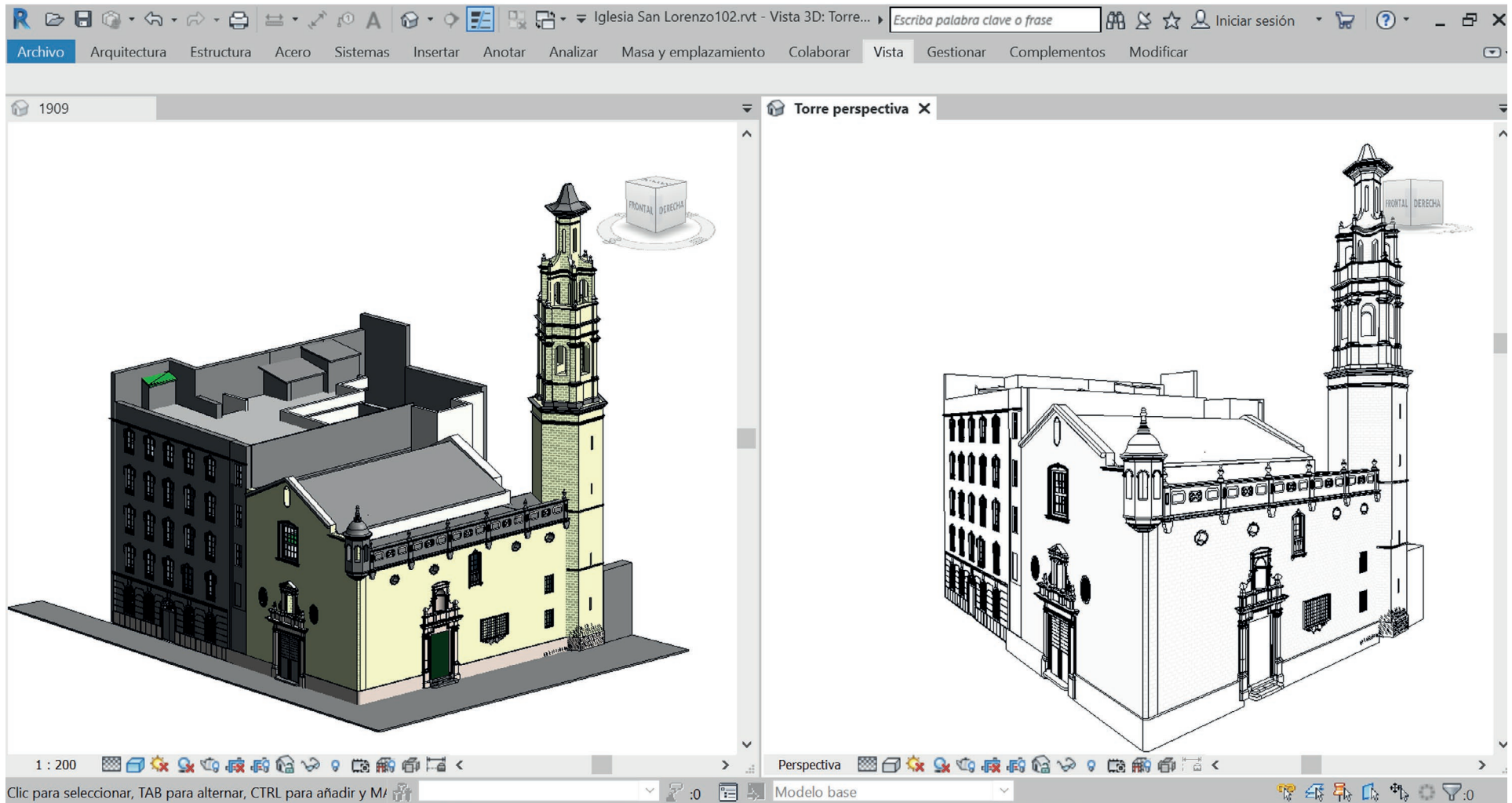


Fig 7. Geometric model of the Church of San Lorenzo in Valencia in Autodesk® Revit. (Source: own elaboration, Escudero, Pablo A.).

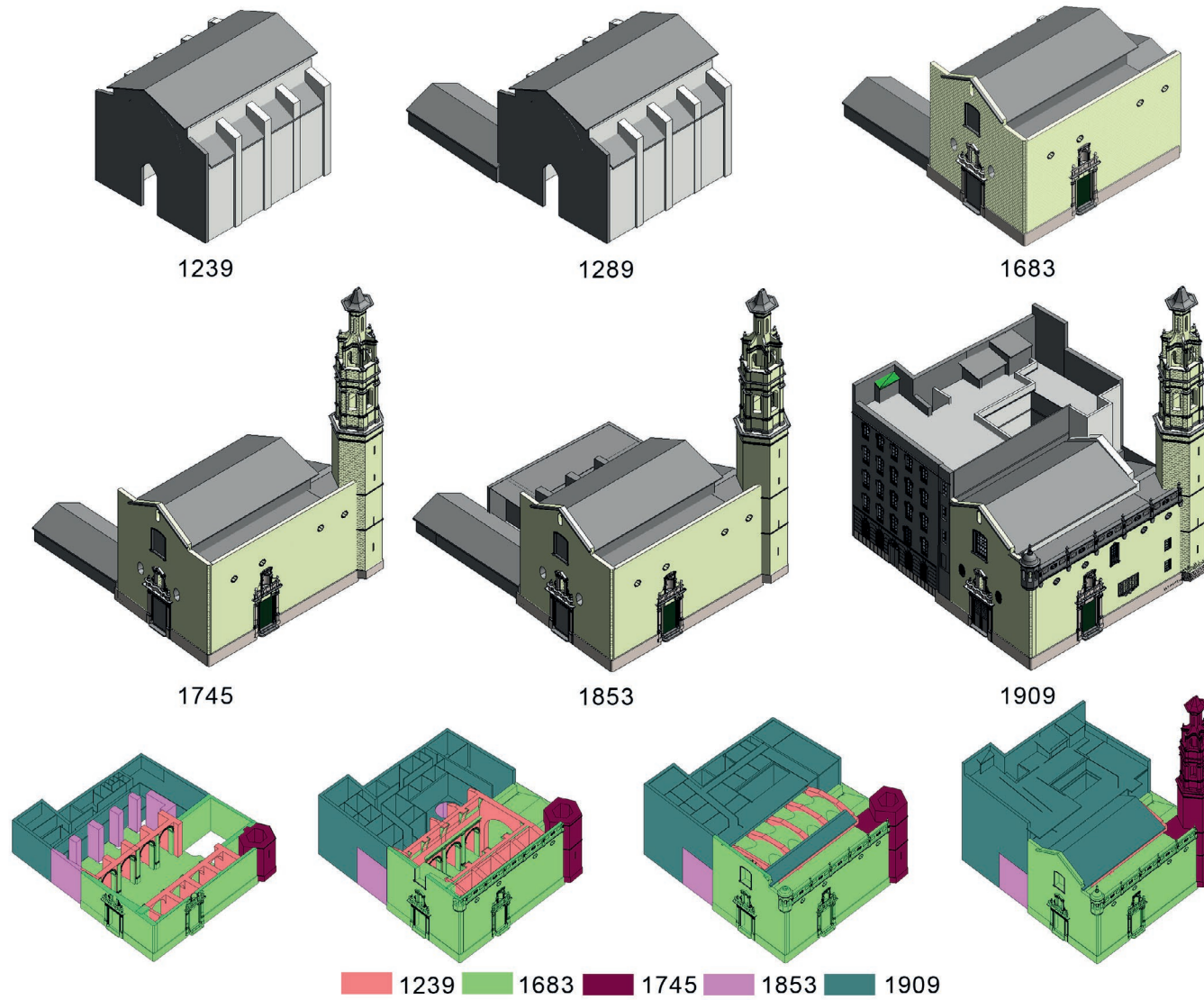
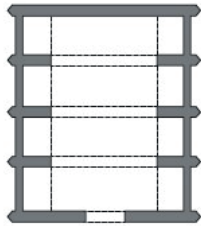
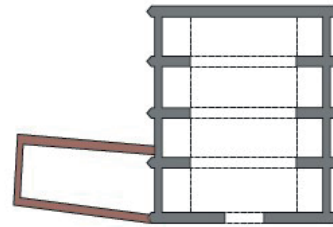


Fig 8. Hypothesis of constructive historical phases of the Church of San Lorenzo in Valencia in HBIM (Source: own elaboration, Escudero, Pablo A.).

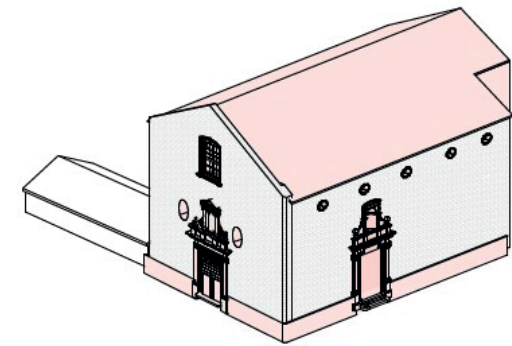
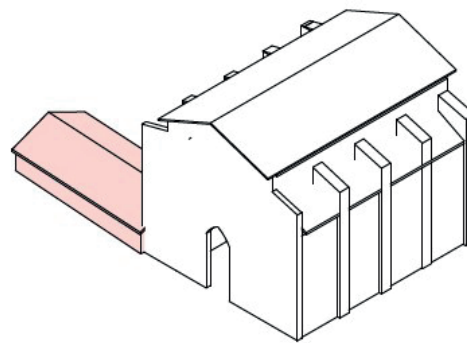
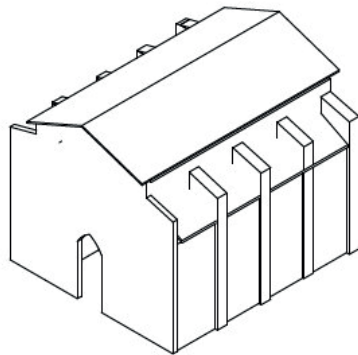
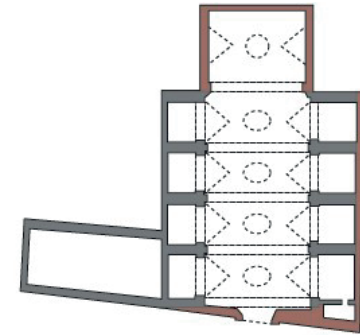
Primer registro con el nombre de parroquia de San Lorenzo.  
Primera construcción sobre una antigua mezquita.



Construcción de la capilla privada de  
Nicolas Catalá Valeriola.



Derribo del antiguo templo gótico.  
Construcción de la nueva iglesia.



Intervenciones

Fig 9. Hypothesis of constructive historical phases of the Church of San Lorenzo in Valencia, product of the HBIM model (Source: own elaboration, Escudero, Pablo A.).

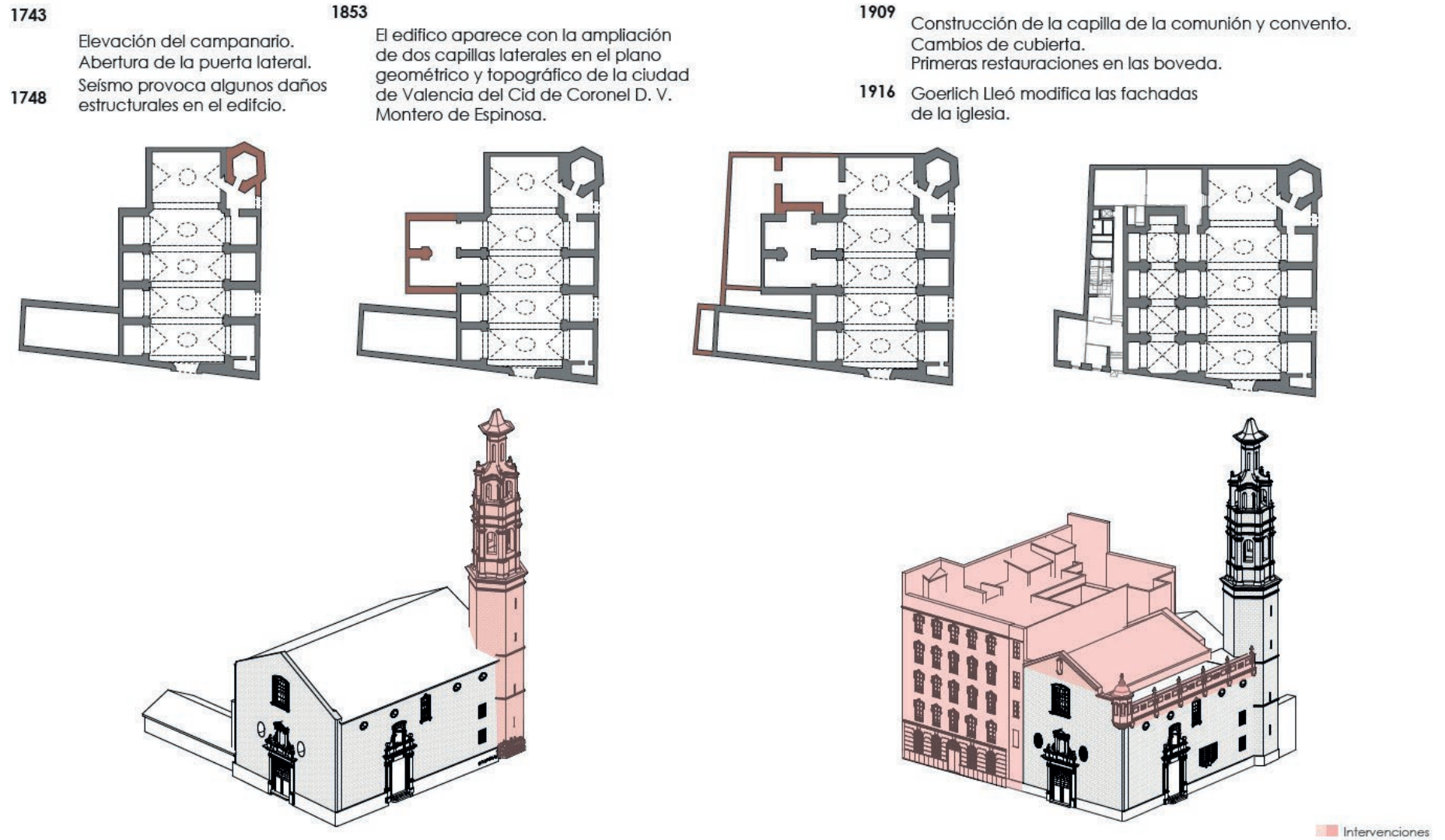


Fig 10. Hypothesis of constructive historical phases of the Church of San Lorenzo in Valencia, product of the HBIM model (Source: own elaboration, Escudero, Pablo A.).

# LAS FASES HISTÓRICAS DE LA IGLESIA DE SAN LORENZO DE VALENCIA A TRAVÉS DE LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA HBIM

## 1. INTRODUCCIÓN: LA IGLESIA DE SAN LORENZO

La Iglesia de San Lorenzo de Valencia forma parte de las doce primeras parroquias fundadas después de la reconquista de Valencia de Jaime I. Ubicada en la actual Plaza de San Lorenzo, su implantación está sobre una antigua mezquita árabe. Los primeros registros datan a sus construcciones más antiguas en el siglo XIII.

Desde sus inicios el edificio original se modificó y amplió en sucesivas ocasiones. En el siglo XV se construye una capilla lateral, se amplía el templo y se realizan las bóvedas. Más tarde, ya en el siglo XVIII, se construye la torre actual, que posee el campanario en nuestros días, y por casi doscientos años no sufrirá notables modificaciones hasta finales del siglo XIX, cuando se realiza la construcción del convento de los Franciscanos. (Ferrer Orts, 2016).

El edificio se encuentra dentro del área central definida como “Recinto amurallado de Ciutat Vella y primer ensanche”, que posee el nivel de protección de Bien de Interés Cultural (BIC) y la categoría de conjunto histórico (DOCV, 1993). Además, forma parte del catálogo de patrimonio protegido como Bien inmueble de Relevancia Local (BRL), según la disposición adicional quinta de la Ley 4/1998, referente al Patrimonio Cultural Valenciano. (Fig. 1)

## 2. OBJETIVO Y METODOLOGÍA

La Iglesia de San Lorenzo había sido estudiada en 2017 por la asignatura “Intervención de edificaciones históricas” de la ETSIE de la Universitat Politècnica de València. El equipo de profesores conformado por Jorge García Valdecabres, Rafael Marín Sánchez y María Concepción López González realizó un levantamiento gráfico de alta precisión (Fig. 2) a partir del escaneo láser del edificio para conformar una nube de puntos. Esto facilitó enormemente la aplicación de la metodología HBIM (Historic Building Information Modeling) en la reconstrucción de fases histórico-constructivas de la iglesia.

La elección de HBIM estuvo basada en la experiencia de la Iglesia de Santa María de Scaria (Brumana, et al., 2013), en la cual se buscaba reconstruir y estudiar las principales transformaciones y fases cronológicas. El proceso tuvo inicio a partir del escaneo láser del edificio en conjunto con levantamientos fotogramétricos para realizar un análisis estratigráfico respaldado por la documentación histórica.

HBIM es la extensión del concepto de BIM y corresponde a una metodología que presenta una mirada orientada para la documentación, conservación, restauración, análisis y gestión de las edificaciones históricas.

Como objetivo de partida de este trabajo se consideró explotar las ventajas de HBIM para modelar, gestionar y visualizar la información de forma coherente. El proceso HBIM, en síntesis, implica una solución de ingeniería inversa, mediante la cual los objetos paramétricos que representan elementos arquitectónicos se mapean basados en un escaneo láser o datos de levantamientos fotogramétricos (Dore y Murphy, 2012). Se trata de un proceso similar a como se trabaja en el patrimonio edificado, es decir, la aplicación de la ciencia de la arqueología en la arquitectura y los análisis historiográficos, como se ha desarrollado e implementado en las contribuciones de Historic England (2017), buildingSMART Spanish Chapter (2018), Castellano-Román y Pinto-Puerto (2019), Santoni et al. (2020). También son relevantes, en este sentido, las aportaciones en arqueología de Luis Caballero Zoreda publicadas por el CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

## 3. GENERACIÓN DEL MODELO HBIM

Para generar el modelo se utilizó el software Autodesk Revit por tener la ventaja de enlazar diferentes tipos de archivos provenientes del levantamiento. En principio se elaboró la plantilla de trabajo, también llamada “template”, y en la misma se incorporaron todos los datos del proyecto y las configuraciones del modelo.

Como paso siguiente se importaron los documentos a usarse como referencia para iniciar el modelado, siendo vital en esta etapa determinar los niveles y ejes de construcción del edificio. Estos documentos pueden ser imágenes o geometría 2D y 3D, como archivos CAD o nubes de puntos.

Determinada la plantilla de trabajo, se generó la geometría de los elementos constructivos de la Iglesia, siendo para esto necesario definir el nivel de desarrollo del modelo 3D-HBIM, es decir, el grado de exactitud de la geometría y las estrategias del modelado (LOD).

Una vez definidas las estrategias del modelo, se procedió al modelado geométrico de la Iglesia de San Lorenzo en Revit (Figs. 3-4). Para ello, se inició por el sistema estructural conformado por la mampostería portante, los arcos y bóvedas (Fig. 5). En paralelo a este proceso se configuraron las dimensiones y materiales que conforman cada una de los envolventes - es decir, fueron cargados los datos provenientes del relevamiento de campo como también de las referencias históricas en los elementos. En este paso también podría haberse incorporado la información proveniente de ensayos de materiales del levantamiento, como por ejemplo la información física de los mismos. Como resultado ha sido obtenido el modelado de las familias de elementos constructivos que componen el edificio, que pueden

ser objetos individuales o grupos. Para este caso, fue necesario realizar el modelado de la torre campanario, del balcón mirador, de las dos portadas, de los frisos, de las ventanas ovaladas de las fachadas, entre otros (Fig. 6).

El producto final corresponde a un modelo geométrico 3D-HBIM que contiene la información dimensional y material del edificio, además de los parámetros asignados a cada uno de los elementos constructivos, y la relación de la información geométrica con la información de archivos de imágenes, planos, tablas, textos, etc. (Fig. 7a y b).

#### 4. RECONOCIMIENTO DE LAS FASES HISTÓRICAS CONSTRUCTIVAS

A partir del levantamiento de datos y de la comprensión de la información recolectada principalmente compuesta por cartografías históricas, planos y documentos, se confecciona la hipótesis de las fases más representativas antecesoras al estado actual de la edificación. Esto es posible a través de las herramientas digitales, por ejemplo, con la determinación de fases constructivas de Revit. De este modo los elementos son dados y ordenados cronológicamente.

La herramienta es adaptada para poder considerar las fases histórico-constructivas de la edificación, permitiendo así visualizar y recrear virtualmente los diferentes estados por los que ha pasado el edificio y de esta forma proporcionar una fácil lectura para comprender las causas de los problemas actuales. Para este caso se han distinguido un total de diez hitos históricos basados en el análisis del edificio y de los documentos.

En el desarrollo de esta investigación fueron experimentadas algunas aplicaciones en el caso de la Iglesia de San Lorenzo como un modelo central de informaciones, obteniéndose como resultado diferentes documentos gráficos.(Fig. 8).

#### 5. RESULTADOS

El estudio y modelado de la Iglesia también facilitó la reconstrucción de las fases históricas del edificio, las cuales son de inmensa utilidad para comprender algunas de las patologías actuales y poder responder de forma más eficiente a las mismas.

En el modelo se evidencia la estructura original del edificio de la iglesia de San Lorenzo, la misma de su origen, que respondía a una tipología conocida como de reconquista, conformada por amplios arcos diafragmas ligeramente apuntados de piedra o ladrillo, así como por la tabiquería, tejado a dos vertientes, puerta lateral y capillas. Después de las modificaciones del siglo XVII pasa de su configuración medieval a barroca, derribándose los arcos hasta la línea de imposta, conservando contrafuertes y construyéndose las

actuales bóvedas tabicadas ligeramente rebajadas con lunetos.

Por último, se hacen visibles las agregaciones volumétricas que son producto de la ampliación de la Iglesia y la construcción del monasterio de los Franciscanos en el solar anexo en donde se encontraba un antiguo cementerio de la iglesia. (Figs. 9-10)

La confección del modelo 3D-HBIM demostró, así, una de las diversas aplicaciones que este tiene en el ámbito de la organización de la información con el fin de facilitar la comprensión de un bien patrimonial.

#### 6. CONCLUSIONES

Se observa que las principales aportaciones de la incorporación de HBIM al patrimonio arquitectónico corresponden a la exploración de sus utilidades en el estudio de fases históricas, estratigrafías, mapeo de patologías y el despiece de elementos singulares de los edificios. Estos son productos fundamentales para comprender el estado actual, diagnosticar y proponer las tareas de conservación y restauración.

Los modelos generados a través de HBIM constituyen, así, el punto de partida para entender de forma más completa la arquitectura histórica. Facilitan la comprensión de las variables tiempo y estado, como también la posibilidad de abordar partes aisladas o la totalidad de la construcción.

Entre las potencialidades que presenta HBIM se encuentra, en modo particular, el desarrollo de herramientas que posibiliten relacionar todas las informaciones geométricas y sus datos para que estos puedan gestionarse en bases específicas y ser enlazados con otros. Con esto se podría obtener una mejor gestión de la información para diferentes utilidades, como la modificación del modelo en tiempo real a través, por ejemplo, de la toma de datos por sensores.