

STUDIES OF THE NOLLA PALACE. FROM SURVEY TO HBIM MANAGEMENT

ESTUDIOS DEL PALAUET NOLLA. DEL LEVANTAMIENTO A LA GESTIÓN HBIM

Xavier Laumain^{a1} , Vicente Francisco Esteve Muñoz^b, Ángela López Sabater^{a2}

^a ARAE Patrimonio y Restauración, S.L.P., España. ^{a1}xavier@arae.es; ^{a2}arae@arae.es

^b Arquitecto técnico, España. vicentf.esteve@gmail.com

Abstract

As an emblematic monument of the huerta of Valencia, the Nolla Palace has a complex history. The old farmhouse, which later became the symbol and jewel of the prestigious Nolla mosaic factory, has nevertheless fallen into complete abandonment and even oblivion. The pathologies suffered by the construction, and the imminent danger of loss that it implied, led in 2010 to the initiation of an exhaustive study, which would lead to the rediscovery of its historical, architectural and sumptuary value. This revival involved several phases of research and intervention. Each of them took place in a specific context, with particular objectives and conditions, which required a perfect adaptation of protocols, methods and tools to the characteristics of the project, in order to optimise resources. Conventional surveying, 3D scanning and even the application of HBIM followed one another to achieve the recovery of this exceptional heritage.

Keywords: Heritage; Survey; Mosaics; BIM; Laser Scanning.

Resumen

Monumento emblemático de la huerta de Valencia, el Palauet Nolla ha tenido una historia compleja. La antigua alquería, que posteriormente fue el símbolo y joya de la prestigiosa fábrica de mosaicos Nolla, ha sin embargo caído en el abandono más completo, e incluso en el olvido. Las patologías que sufría la construcción, y el inminente peligro de pérdida que implicaba, llevó en el año 2010 a iniciar un estudio exhaustivo, que llevaría a redescubrir su valor histórico, arquitectónico y suntuario. Este renacimiento conllevó la realización de varias fases de investigación y de intervención. Cada una de ellas se desarrolló en un contexto específico, con objetivos y condiciones particulares, que requerían una perfecta adecuación de los protocolos, métodos y herramientas, a las características de la misma, con el fin de optimizar los recursos. Levantamiento convencional, escaneado 3D e incluso aplicación del HBIM se han sucedido para conseguir la recuperación de este patrimonio excepcional.

Palabras clave: Patrimonio; Levantamiento; Mosaicos; BIM; Escaneado Láser.

1. INTRODUCTION

The study of heritage buildings, especially in terms of their survey, implies an adaptation to the specific conditions of each case, given that they are always unique contexts due to their history, their characteristics and their state of conservation. Therefore, it is essential to choose the appropriate tools, depending of the goals. In this sense, although cutting-edge technologies are often the most highly valued, they are not necessarily the optimal ones, the most suitable for the conditioning factors that define the work: the type of information required to meet the objectives, the time available, the budget, etc. Thus, it is essential to define beforehand what the aims and final recipient of the work will be, what techniques we have at our disposal, and to choose the ones that provide us with the best performance. We will present here the case of Nolla Palace, which exemplifies this need for correlation between the goals and the tools, through two moments, two situations, and therefore two different types of approach.

At the beginning of the 21st century, this monument, which is one of the most emblematic buildings in the northern Huerta of Valencia, almost disappeared, and whose imposing silhouette rises

in the middle of the fields. The history of the Nolla Palace spans nearly four centuries; it is a witness and a symbol of the evolution of the region over time. It was successively a building linked to agricultural work, a country house, part of the Nolla mosaic factory, and the home of the director of the Gardy factory. Its elegant tower is still a point of reference for all the surrounding villages. However, this architectural jewel was in a state of imminent ruin and required urgent intervention. In these conditions, a general study of the monument was proposed. After this first step, several phases of intervention were undertaken, which made it possible to save the building. At this point, and with new circumstances and needs, BIM-based work was carried out to manage future actions.

2. THE INITIAL STUDY

After more than four decades of neglect, the Nolla Palace was in danger. In order to prevent its loss, the City Council of Meliana, owner of the building, decided in 2010 to carry out a study to determine the situation in which the building was, as well as proposing the necessary work for its restoration. There was a profound lack of knowledge about this monument, a fact that this first exhaustive study aimed to reverse.



Fig. 1. Façade of Nolla Palace (Source: ARAE Patrimonio y Restauración, S.L.P.).

2.1 AIMS

Faced with this urgent situation, it was decided to carry out a study in order to gain an in-depth knowledge of the building: its history, its constructive and decorative characteristics, its state of conservation, as well as to plan the work necessary for its rehabilitation. It was therefore necessary to cover the past, present and future.

This exhaustive state of the art would allow the subsequent elaboration of a strategy of actions, with projects divided into phases, in the form of a master plan.

2.2 METHODOLOGY

Firstly, three main characteristics of the Palace were identified: its history, the material's nature, and mosaics. For this reason, it was decided to create an interdisciplinary team, organised along these three axes, each of them supervised by experts of recognised prestige, specialising in the subject.

The origin of the building, its evolution and uses, were real unknowns. While the building's relationship with the old Nolla mosaic factory was clear, the route before and even after it remained to be defined. It was proposed to carry out a wide-ranging documentary research, as well as a stratigraphic study. In addition, interviews were conducted with the residents of Meliana, who knew the building during its last decades of use as a home.

Secondly, the aim was to find out about the material's nature of the building, in all its complexity: planimetry, construction techniques, volumetric evolution, inventory of techniques and decorative elements, and pathologies.

The objective of this first metric survey was to generate an accurate and reliable planimetry, with very limited technical and economic means. The spaces of the building, with a regular floor plan and little compartmentalization, as well as its regular volume and simple geometry, made it possible to dispense with tools such as 3D scanning or photogrammetry, techniques whose cost was unattainable with the available budget. Instead, a system was used based on a table supported on a tripod, to which a laser distance meter and a graduated ruler are attached (Laumain et al. 2012). On a sheet of paper, a series of points are reported, which end up forming the scale plan of the room.



Fig. 2. Data collection in the metric survey (Source: ARAE Patrimonio y Restauración, S.L.P.).

Construction techniques are essential in order to understand the evolution of the building. The study consisted of carrying out test pits (which were completed during the various phases of intervention carried out since 2011) and the drafting of the corresponding files, thus inventorying and dating all the techniques used.

Considering the variety of types of decorative elements, their cataloguing was divided by types: paintings, ceilings, ceramic pieces, wallpaper and wrought ironwork. A detailed survey of the carpentry elements was also carried out. In addition, a complete photographic report of the interior and exterior spaces was carried out, in order to document the state of the building before any intervention was carried out.

The inventory of architectural decorative elements, such as the ceramic pieces, ceilings and wrought ironwork, was carried out using the usual hand survey and 2D drawing. The paintings have been replicated using colour recognition software based on colour photography, applying the results to a reproduction executed with photographic rectification. The wallpapers were studied using a similar method, subsequently creating files which included the base module of the drawing of each motif. The construction techniques and materials were also catalogued by means of individualised files.

A study was also carried out on the pathologies of the building as a whole, both in the structures and in the decorative elements.

Finally, the third part of the work focused on the mosaics. A detailed survey of all the compositions was carried out using AutoCAD® in order to study them, determine their state of conservation and

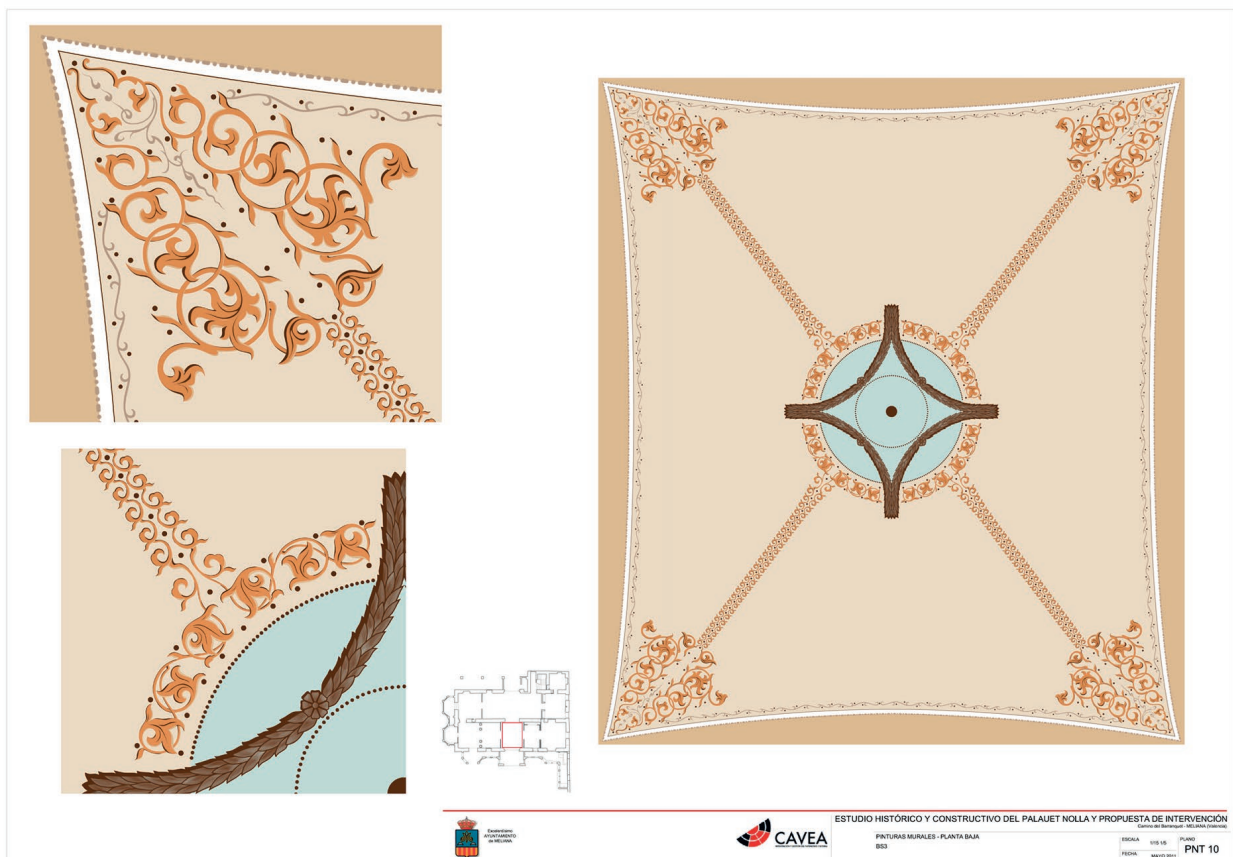
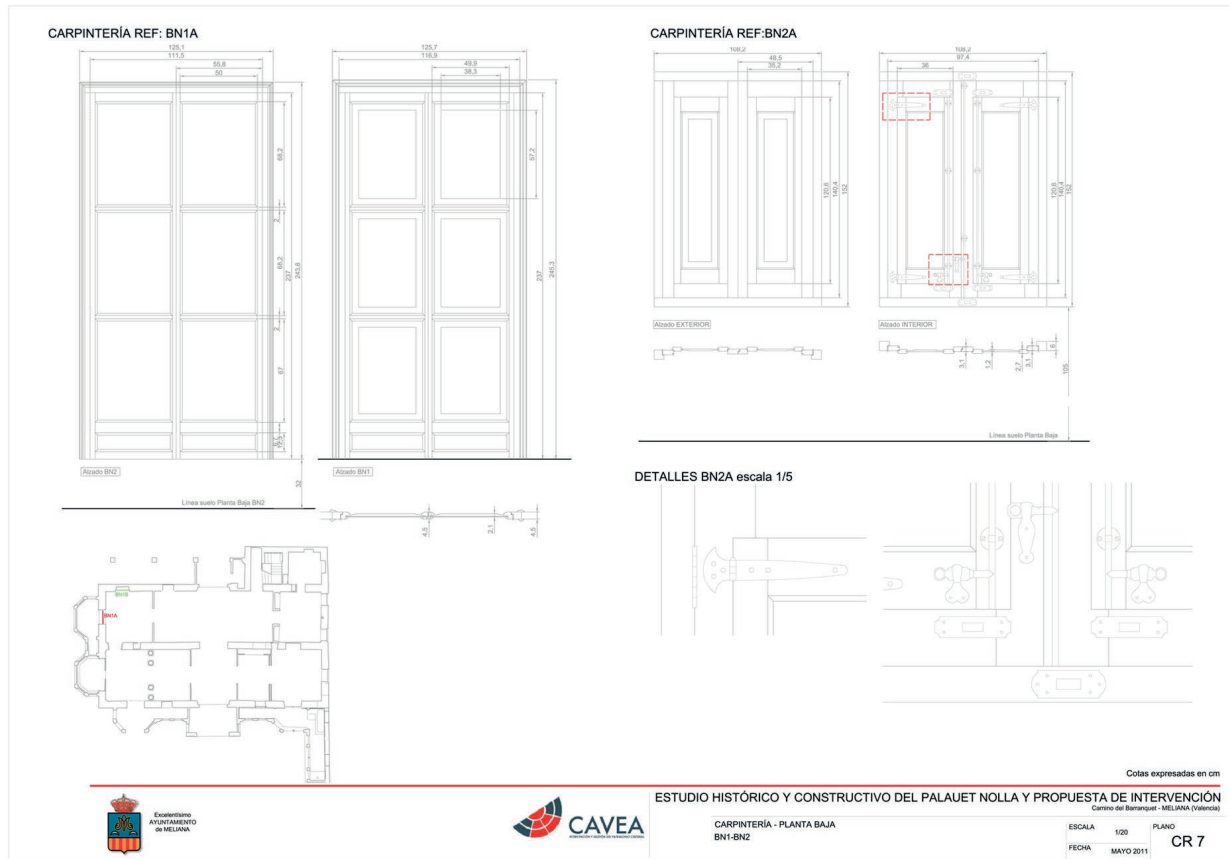


Fig. 3. Examples of cataloguing forms for decorative elements (Source: Cavea Patrimonio Cultural).

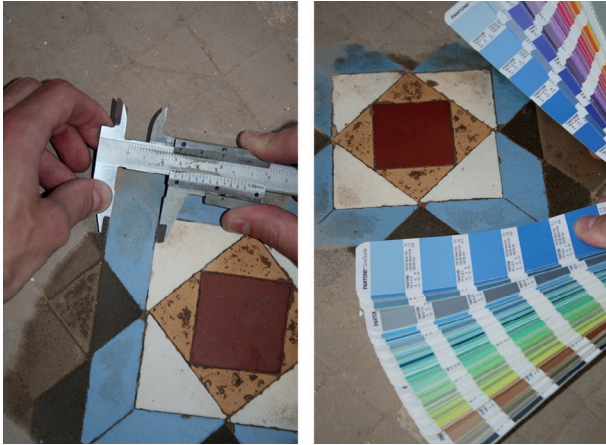


Fig. 4. Data collection for the study of mosaics (Source: ARAE Patrimonio y Restauración, S.L.P.).

identify which and how many pieces needed to be restored. To do this, each composition was drawn tessera by tessera, each element in its own layer. To define each type of piece, three characteristics were considered: geometry, size and colour (Laumain et al. 2011). At the time the work was carried out, the lack of knowledge of Nolla ceramics, which was a material that had never been studied before, led to discriminating the tesserae by sizes of $\frac{1}{2}$ mm, as well as by colour tones. With current knowledge, they could have been grouped in only three sizes per shape, as well as in only ten colours, considerably reducing the number of layers per piece.

2.3 RESULTS

The result of this work is an exhaustive study that addresses all aspects of the building. It provides knowledge of its historical evolution, a vision of all the elements that make it up, as well as its state of conservation and the actions necessary for its recovery.

It should be noted that, although the system used to carry out the metric survey may seem rudimentary, it allowed a high level of precision to be achieved, with an error of around 2mm for all the floors, which was sufficient to meet the proposed objective.

Similarly, the techniques used for the survey and representation of all the decorative elements could be described as artisanal, but they are fully satisfactory if we consider the objective, which was knowledge, cataloguing and transmission to both specialists and the general public, with the aim of disseminating this heritage, beyond the needs of physical restoration. Thus, this apparent simplicity of means has made it possible to obtain a sufficiently qualitative work to receive the European Union Prize for Cultural Heritage/Europa Nostra Award 2012, for which the jury highlighted the depth, care and interest of the work carried out.

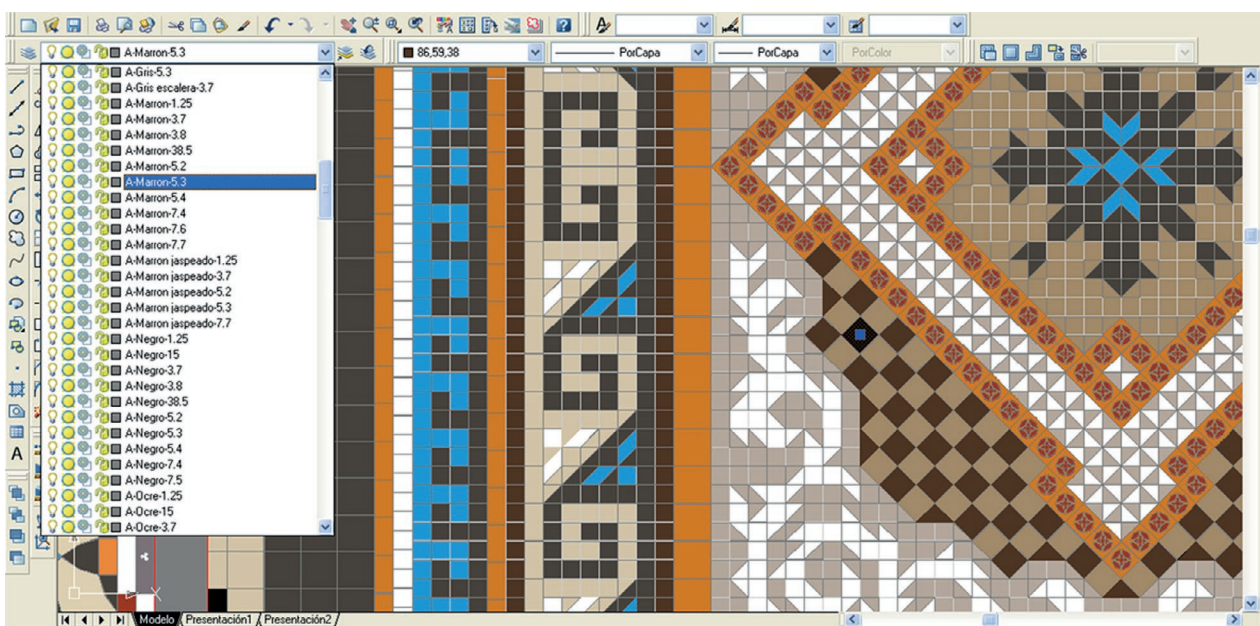


Fig. 5. Restitution of the mosaics, with the list of layers in the AutoCAD file (Source: ARAE Patrimonio y Restauración, S.L.P.).

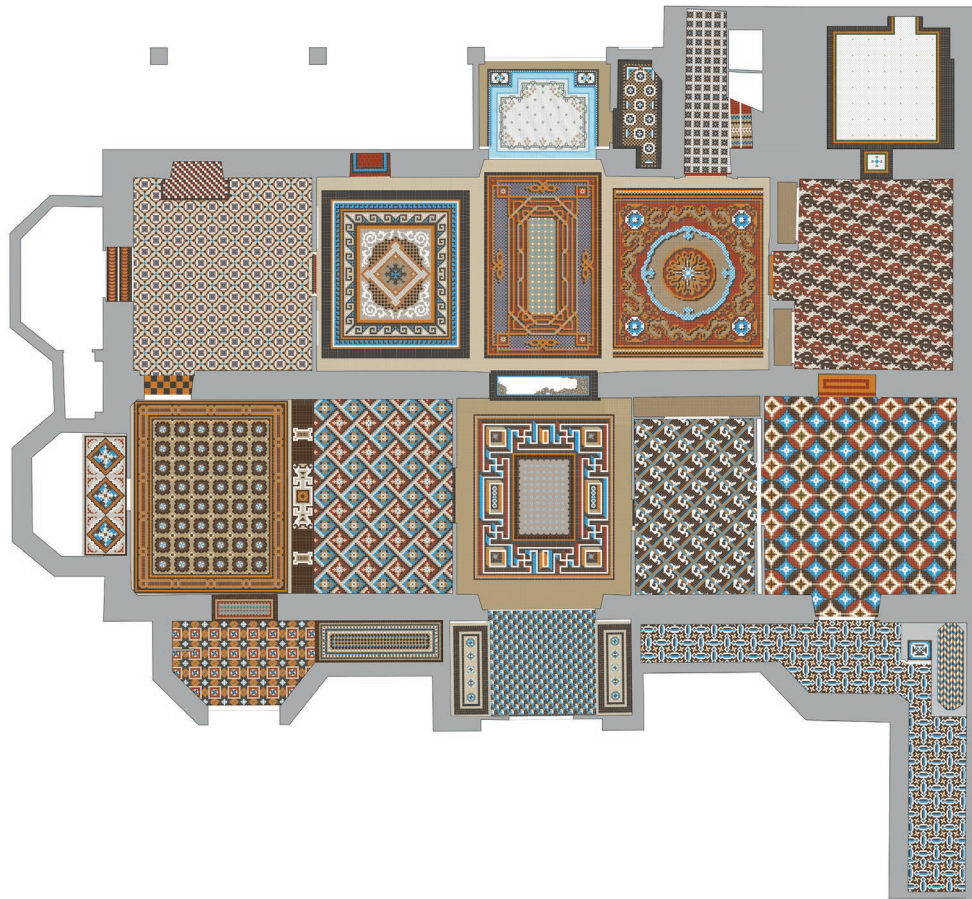


Fig. 6. Restitution of the mosaic flooring of the ground floor in the Nolla Palace (Source: ARAE Patrimonio y Restauración, S.L.P.).

3. DEEPENING THE KNOWLEDGE

In order to achieve the above objectives, the following methodology has been followed:

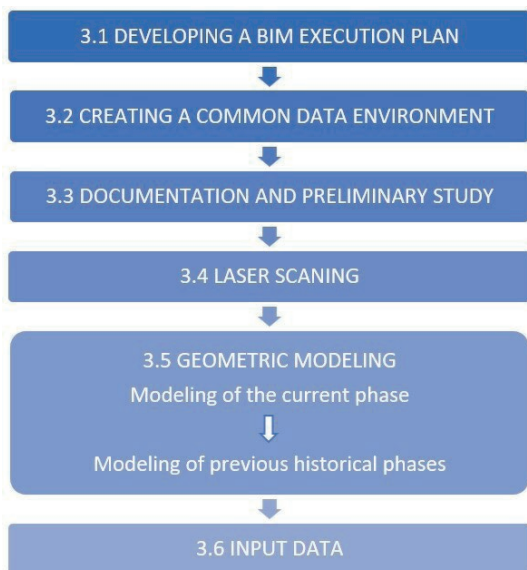


Fig. 7. Proposed methodological flow (Source: Esteve Muñoz).

3.1 APPROACH

Once the initial survey described above has been carried out, and on the basis of the knowledge acquired during the initial study and the first phases of intervention, in which the building was saved from ruin, we analysed the new needs that the Palace may have and how to respond to these needs. The aim of the work is, therefore, complementary to the knowledge generated previously.

At present, there are various difficulties in the management of architectural heritage. The existing information on heritage buildings tends to be very varied and dispersed, as it is generated over the years. In addition, different professionals participate in its preparation, each using different tools and standards, which leads to a lack of coordination of the information, making it difficult to consult this information and to make the right decisions regarding the restoration, rehabilitation and conservation of heritage buildings.

In response to these difficulties, the application of the BIM methodology to the heritage building of the Nolla Palace in Meliana is proposed, with the aim of creating a database that can manage the relevant information of the building and from which the pre-existing graphic documentation can be extracted, which can be used to document and manage the heritage information, which includes different historical phases and pathologies, and which can be used as a basis to carry out future rehabilitation, maintenance and dissemination interventions and dissemination of cultural heritage.

The success of BIM lies not only in its application in the design and construction of buildings, but also in the fact that it helps in the management of building information throughout its life cycle (Tucci et al. 2019). According to the author Benavides López (2017), through the generation of three-dimensional digital models it is possible to obtain an adequate and rigorous knowledge of heritage assets. Among other advantages, these models allow us to:

- Have a georeferenced inventory of the elements that constitute it and its surroundings, allowing us to identify and assess the state they are in.
- Carry out a geometric analysis of the constructive, structural, and material definition, as well as its lesions or pathologies.
- Obtain graphic documentation to collect the different studies or investigations and to be used as a basis for the elaboration of the intervention project.
- Have a very important instrument for the diffusion and dissemination of knowledge.
- Have a base on which to propose hypotheses for its conservation and management.
- Obtain a permanent record of the state of conservation at a given time, and to detect modifications and possible pathologies by comparing these models.
- Use them as a fundamental tool for the dissemination, popularisation, and socialisation of knowledge and, therefore, for the contribution to its preservation.

As a starting point, various documentation processes need to be carried out effectively and efficiently for the acquisition of all necessary

information regarding the state of conservation of the historic building, such as point clouds, images, plans, documented phases and previous intervention works (Tsilimantou et al. 2020). In this part of the work, the information already available from the initial study has been used and completed with laser scanning.

For the choice of surveying techniques and their integration into the BIM environment there is no single, ideal solution; rather, the choice of method and software tools always depends on the objectives of the model. Currently, new technologies, such as the terrestrial laser scanner, have changed the paradigms in terms of data capture and obtaining results, substantially expanding their possibilities, and improving the quality and effectiveness of data capture (Benavides, 2017). With this type of survey, technical, precise and reliable knowledge of the state of an asset is obtained. However, besides the geometry they represent, these systems themselves do not contain additional information about the building (Tsilimantou et al. 2020).

The point cloud obtained by laser scanning serves as a support for the modelling of the current state of the building, by overlapping elements on it. The model is fed with both the information that can be covered by the point cloud (metric and colour information) and the information that cannot (material characteristics, measurements, identification of elements, etc.) (Moral, 2021). The end product is the creation of complete 3D models which include 3D documentation and information, adding intelligence to the point cloud data (Murphy et al. 2013).

3.2 AIMS

The main objective of this part of the work is to compile and structure the information on the heritage building of the Nolla Palace in Meliana using the HBIM methodology.

In order to achieve the main objective, the following operational objectives have been established:

- To carry out a three-dimensional survey of the current state of the heritage building using laser scanning and point clouds.
- To represent and document some of the most significant historical phases of the heritage building in the HBIM model.

- To represent and quantify in the HBIM model some of the different pathologies present in the building, focusing on those that directly affect the Nolla mosaic, as it is the most valuable element and hallmark of this heritage building.
- To document information on historical materials and historical building systems, with emphasis on the mosaics present, representing and cataloguing the different types of mosaics.
- To prepare the HBIM model to serve as a basis for future rehabilitation interventions, as well as for maintenance and for the dissemination and popularisation of cultural heritage through BIM.

3.3 METHODOLOGY

Development of a BIM Implementation Plan (BEP)

The first stage consisted of the creation of a BIM Execution Plan (BEP), which made it possible to set a plan to develop the project. It mainly served to establish the objectives and uses of the model, its organisation, the verification and quality control, the management of the information and BIM processes to be used, as well as the standards and guidelines. Another of the results is that this BEP can be used as a guide for all the agents who may need to intervene or use the BIM models and/or the information obtained from them and to continue with the BIM management of the Palace.

Creation of the common data environment

The use of the Common Data Environment (CDE) has made it possible to have a single source of information, classified and with a defined nomenclature, with an automatic register of file versions, and with control of access permissions. It has been possible to link the necessary information hosted in the Google Drive CDE directly with the Revit model, thus being able to import and export the information bidirectionally between the CDE and Revit by using a plug-in.

Data collection of the current state of the building with laser scanning

During this stage, data was collected on the current state of the building. For this purpose, an architectural survey was carried out using 3D laser scanning technology.

The use of laser scanning methodology to carry out the survey of the current state of the building has resulted in obtaining a highly accurate point cloud, which has been used to achieve an accurate modelling of the Palace. In addition to serving as a basis for the modelling, it has provided extra information on the current state of the building, such as missing mosaics or the collapse of certain walls.

Although the graphic documentation from the 2011 historical and construction study and subsequent restoration projects was already available, it was considered necessary to use this technology for a number of reasons, including the following:

- 3D laser scanning provides a highly accurate three-dimensional model to serve as a basis for subsequent modelling, thus improving the quality and accuracy of the BIM model.
- In addition to the better quality of data collection, it also allows for faster data collection than other data collection systems.
- Being able to consult multiple data throughout the development of this project.

The procedure to collect data by laser scanning was the following:

a) Scanning plan

The scanning plan allows to organise the laser scanning procedure in advance, thus avoiding on-site errors and missing information.

In this scanning plan there have been specified the technical characteristics of the scanner, the initial setup of the scanning project, the configuration of the scanning parameters, the scanning location map, the scanning profiles used in each scanning location, and the estimated time and file size.

b) Field data collection

The field data collection by laser scanning was carried out following the duration estimates and the number of scanning locations specified in the scanning plan, using the Faro Focus 3D X 330 HDR model. The data collection started with the exterior scans, and then continued with the interior scans from the ground floor upwards to the rest of the floors, ending at the tower.

c) Point cloud registration

Faro's own software, Faro Scene®, was used to process the data and register the scans. After importing the scan data, the precision of the



Fig. 8. Image of the point cloud in Autodesk Recap Pro (Source: Esteve Muñoz).

scans was visually checked, and the point clouds of the scans were cleaned. To achieve a higher quality in the registration and in the final point cloud, unnecessary points or parts of no interest (noise) were erased.

Registration was carried out automatically from scan to scan whenever possible, and manually by means of targets (spheres) in the rest of the cases. Registration allows linking between the point clouds of the individual scans. For the registration, the project was divided into several parts (exterior, ground floor, ground floor, first floor, chamber floor and staircase), which allowed a better organised registration by parts. After completing the registration, the point cloud was optimised in order to reduce errors.

d) Point cloud processing

Once the registration and initial processing in Faro Scene® software had been completed, the ordered scans were exported so that they could be imported and processed using Autodesk Recap Pro software, obtaining a definitive point cloud of the entire project in.rcp format. (Fig. 8).

e) Obtaining the definitive point cloud

Finally, the processed point cloud in.rcp format was linked to Revit to be used as a basis for BIM modelling. The overlapping of the point cloud with the Revit model is shown in Fig. 9.

Geometric modelling

The Palace has been modelled using Autodesk Revit software. With the modelling of the current state of the Palace based on the point cloud and the existing graphic information, it has been possible to obtain an accurate model in which to provide the necessary information for the different uses envisaged in the BEP.

The modelling of the mosaics as walls and floors independently of the other walls and floors of the building has made it possible to identify, quantify and manage the information for each type of mosaic, to easily control the types of mosaic by means of planning tables, to distinguish their phases individually and to link each type of mosaic with the existing catalogue of mosaics.



Fig. 9. Overlap of the point cloud with the model in Revit (Source: Esteve Muñoz).

The creation of parametric families, first based on existing information and later completed with the point cloud, has made it possible to adjust the parameters of each family to the point cloud once inserted and thus achieve greater accuracy of the current state.

The materials have been defined on the basis of the historical and constructive study of 2011 and subsequent restoration projects, thus obtaining both information at the level of appearance and relevant information for future uses of the model. (Fig. 11).

Modeling different walls/floors for a single mosaic	Modeling "Parts"
+ Separate missing elements vs remaining elements	+ Separate missing parts vs remaining elements
+ Define the phases of each element	+ Define the phases of each part element
- Edit profile independently	+ Divide parts at the same time
- Ensure profile matching	+ Match the profiles of the generated parts automatically
- Difficult to add/remove elements	+ Add/remove parts in future phases
- Difficult to recover the original shape	+ Recover the shape of the original element
- Display of separate elements	+ Show original/parts/both
- The entire mosaic cannot be managed as a single element	+ Manage the entire mosaic as a single element (the parts keep their relationship with the original element)

Fig. 10. Analysis of the options to model mosaics with missing parts (Source: Esteve Muñoz).

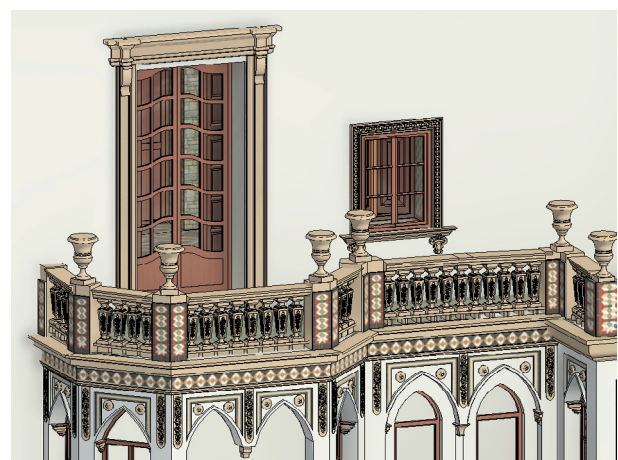


Fig. 11. Examples of modelled decorative elements on the south façade of the Palace, corresponding to the last quarter of the 19th century (Source: Esteve Muñoz).

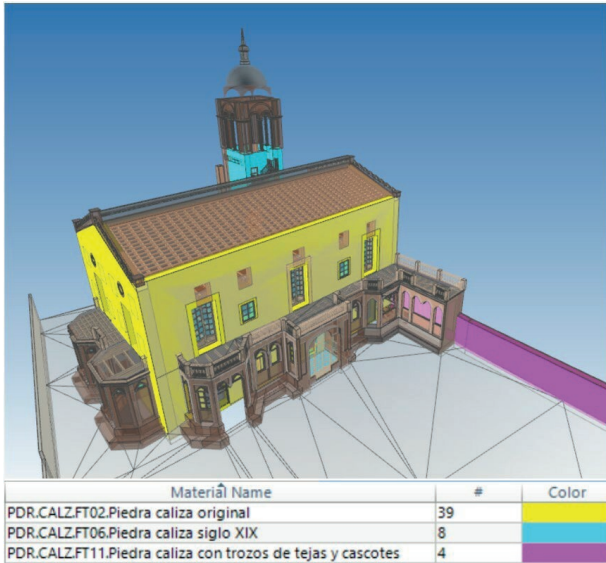


Fig. 12. Example of the use of a free IFC viewer (BIMcollab ZOOM) to identify and locate certain historical materials (Source: Esteve Muñoz).

The graphic representation of the mosaics has been achieved by using the “Stampings” tool and the appearance of the materials. The mosaics that are repeated in a linear or matrix manner have been represented by means of the appearance of the materials, and the rest of the mosaics by means of stamps. This mixed option has allowed us to represent the different types of mosaics in the most appropriate and agile way, and offers

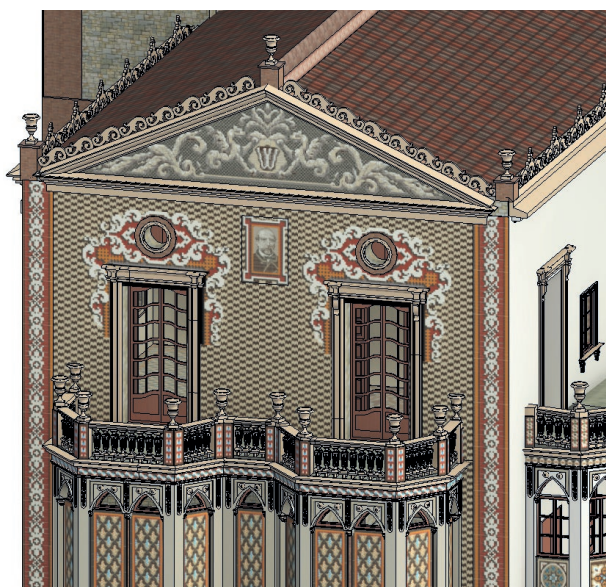


Fig. 13. West façade with combined representation of material appearance with linear or matrix repetition, and patterns (Source: Esteve Muñoz).

the same graphic result in the model and in the plans, as long as the Revit model is visualised in “Realistic” style.

As an example, a detailed study of one of the mosaics has been carried out, using the phase and piece tools. In this study, it has been possible to obtain more detailed information on the mosaic, locating and quantifying each type of tesserae used in the mosaic, with their properties of coding, shape, colour and size, and to extract information on the mosaic’s exploded view, including information on existing and missing tesserae. It is foreseen that these detailed studies can be further extended and updated as necessary.

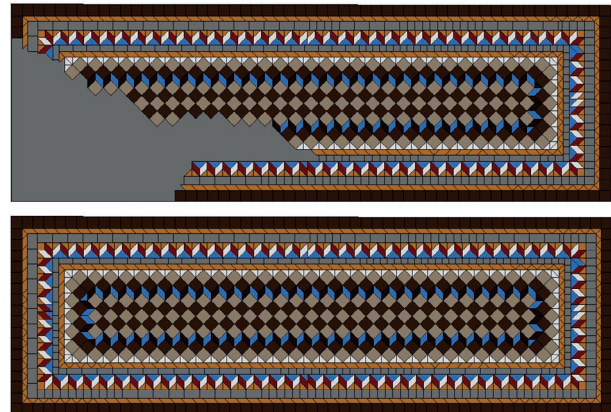


Fig. 14. Current state and restitution of the solar mosaic in the South Annex MOS-AS1S2 (Source: Esteve Muñoz).

<Trabajo-Despiece teselas mosaico completo>				
A	B	C	D	E
PS_EC_Clasificación	Comentarios	Material	Recuento	Área
A1-Gris	Cuadrado 37,4x37,4	CER.PORC.Mosaico cerámico gris	166	0,24 m²
A1-Ocre	Cuadrado 37,4x37,4	CER.PORC.Mosaico cerámico ocr	4	0,01 m²
A2-Beis	Cuadrado 52x52	CER.PORC.Mosaico cerámico beis	159	0,47 m²
A2-Marrón	Cuadrado 52x52	CER.PORC.Mosaico cerámico mar	266	0,80 m²
B1-Azul	Triángulo 37x52	CER.PORC.Mosaico cerámico azul	10	0,01 m²
B1-Blanco	Triángulo 37x52	CER.PORC.Mosaico cerámico blan	152	0,11 m²
B1-Negro	Triángulo 37x52	CER.PORC.Mosaico cerámico neg	2	0,00 m²
B1-Ocre	Triángulo 37x52	CER.PORC.Mosaico cerámico ocr	310	0,23 m²
B2-Azul	Triángulo 52x74	CER.PORC.Mosaico cerámico azul	79	0,12 m²
C1-Gris	Rectángulo 74x37	CER.PORC.Mosaico cerámico gris	97	0,27 m²
D1a-Azul	Romboide dcha 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico azul	31	0,05 m²
D1a-Blanco	Romboide dcha 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico blan	83	0,12 m²
D1a-Negro	Romboide dcha 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico neg	31	0,05 m²
D1a-Ocre	Romboide dcha 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico ocr	6	0,01 m²
D1a-Rojo	Romboide dcha 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico rojo	2	0,00 m²
D1b-Azul	Romboide izda 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico azul	31	0,05 m²
D1b-Blanco	Romboide izda 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico blan	2	0,00 m²
D1b-Negro	Romboide izda 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico neg	31	0,05 m²
D1b-Ocre	Romboide izda 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico ocr	173	0,25 m²
D1b-Rojo	Romboide izda 52x37	CER.PORC.Mosaico cerámico rojo	84	0,12 m²
Total teselas			1719	2,95 m²

Fig. 15. Table of parts planning for the detailed study of the solar mosaic in the South Annex MOS-AS1S2 (Source: Esteve Muñoz).

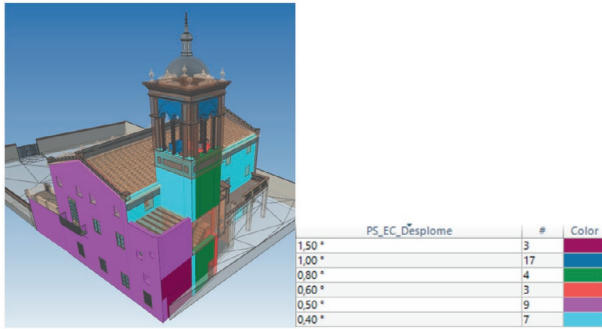


Fig. 16. Example of the use of a free IFC viewer (BIMcollab ZOOM) to identify and quantify walls with considerable collapse (Source: Esteve Muñoz).

The Revit tool “phases” has been used, modelling first the current state and then the previous phases. The results obtained from the use of “phases” have been:

- Being able to represent the state of the elements in the different historical phases, thus visualising the evolution of the Palace. It has also been used to represent the current state of the building, providing information

on missing elements, such as woodwork or mosaics.

- Being able to quantify the elements in the different phases.

The disadvantages encountered have been:

- It is not possible to specify a different slope of the walls in each phase, so the use of inclined walls to represent the collapse of certain walls in the current state has been discarded. This information has been replaced by the addition of a numerical parameter instead of a graphical parameter.
- For families in which one or more of the main components have different phases of creation or demolition, these components have had to be modelled as independent families, so that the phases can be set individually.

Inclusion of data

Information parameters have been defined and created for the conservation and management of heritage assets, allowing the necessary information to be added to comply with the

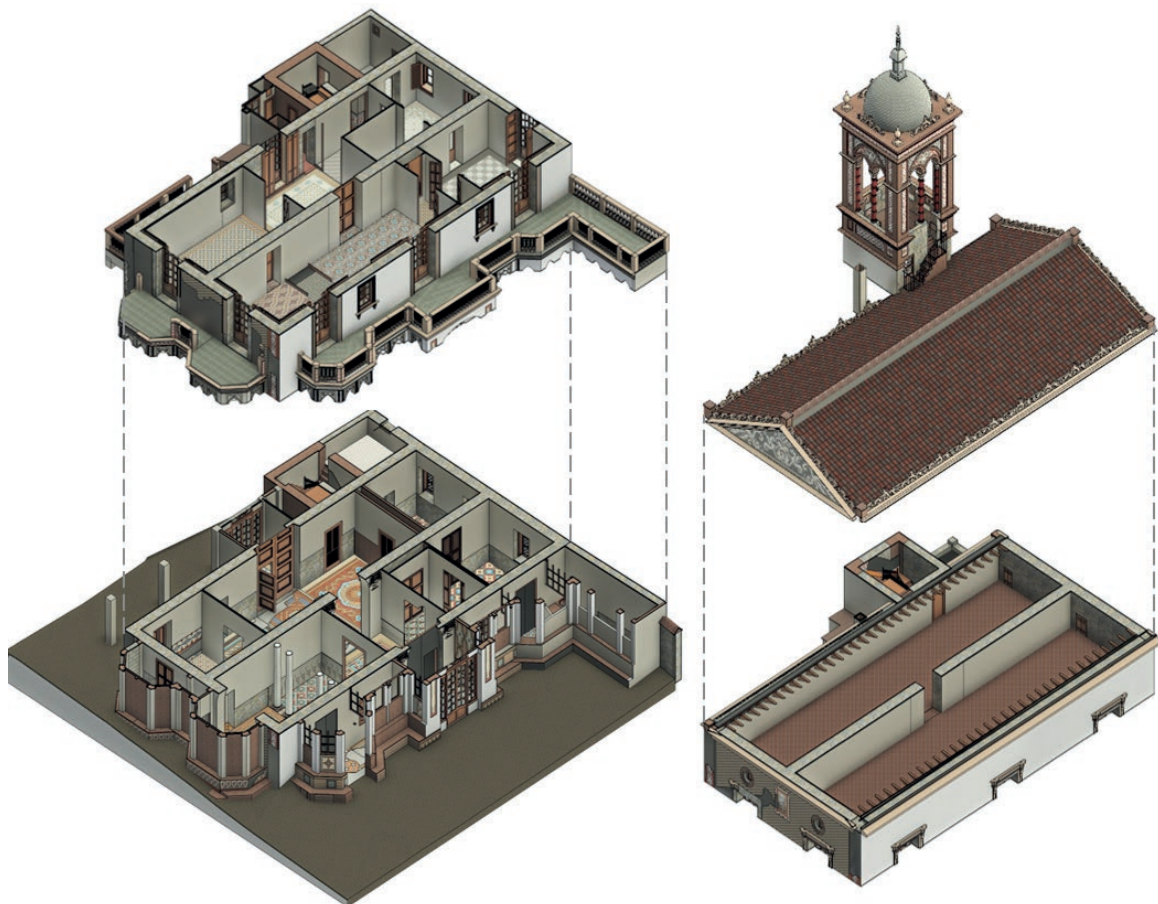


Fig. 17. Level-by-level decomposition of the model in its current state (Source: Esteve Muñoz).

intended uses of the model. It has been foreseen that the information can be linked bidirectionally between the CDE and Revit through a plug-in.

The parameters created have been organised into four groups of properties:

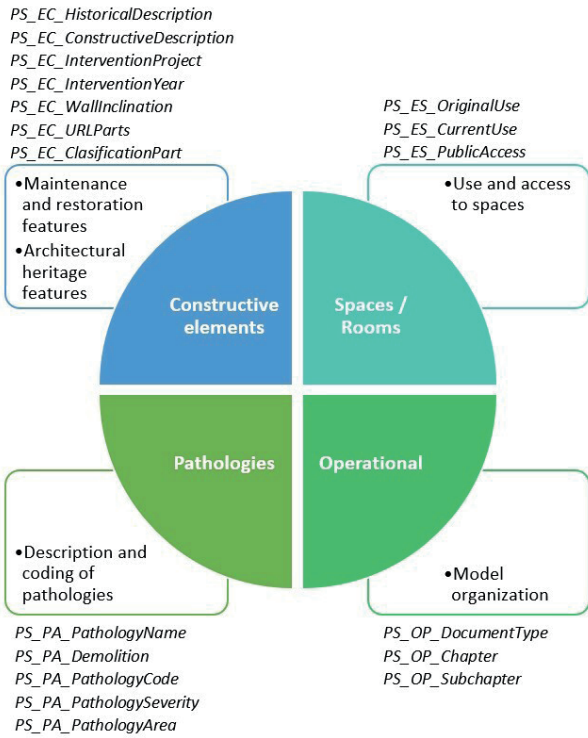


Fig. 18. Property groups for information parameters (Source: Esteve Muñoz).

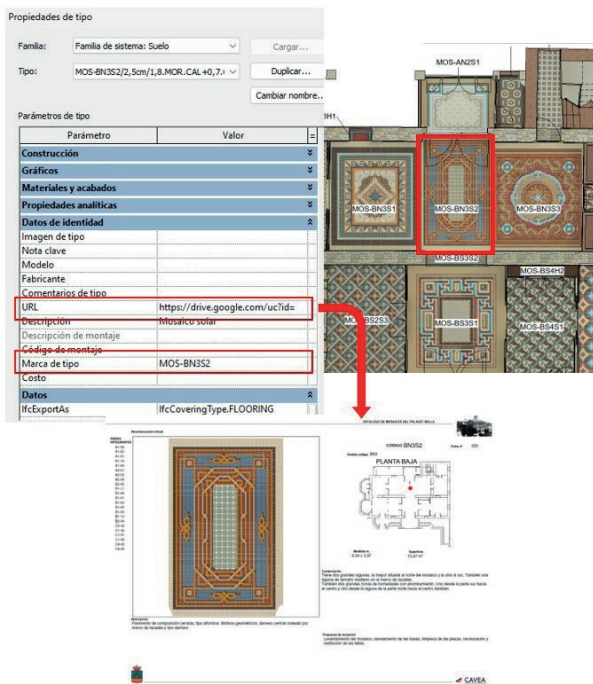


Fig. 19. Linking of each type of mosaic represented in the model to the corresponding catalogue card by means of a URL link (Source: Esteve Muñoz).

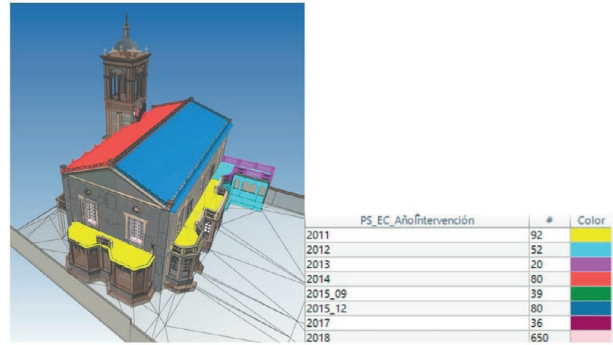


Fig. 20. Example of the use of a free IFC viewer (BIMcollab ZOOM) to identify the elements according to the year of the intervention project (Source: Esteve Muñoz).

3.4 RESULTS

In order to fulfil the first objective, a laser scan of the building was carried out, which resulted in a point cloud that was used as the basis for the subsequent modelling and for numerous consultations carried out throughout the development of the work. By using this technique for the survey, it has been possible to obtain a higher quality and effectiveness in the data capture than with traditional methods, thus reducing the data collection time by a large percentage, obtaining more accurate and reliable data on the state of the building and facilitating the subsequent modelling of the building. Because of all these advantages, this type of technology is particularly important for its use in architectural heritage.

In order to represent and document the historical phases of the Palace, the building was modelled on the basis of the point cloud obtained previously and the existing information, and the Revit “phases” tool was used. This tool allows to represent and study the historical and constructive evolution of the building. It also makes it possible to study and quantify the construction elements in each of the phases, which can be used to make comparisons between phases and to obtain information on missing and added elements. Furthermore, the phase corresponding to the last quarter of the 19th century, in which the building acquires its greatest historical and heritage importance and has the complete catalogue of mosaics and other decorative elements, can be used as a reference for future restorations. Finally, the representation

of the current state serves as a basis for future uses of the model.

In order to represent and quantify the pathologies related to the partial or complete loss of material from the mosaics, the tool “phases” and the tool “pieces” have been used in combination where necessary. Through this combined use of phases and pieces, it has been possible to graphically and quantitatively compare the current state of the mosaics with the original state, which can help in future mosaic restoration and maintenance projects. It has been completed with a proposal for a detailed study of mosaics that can provide more detailed information in reference to the coding, shape, colour and size of the tesserae, which would make it possible to extract information on the quantity of each type of missing piece.

Each type of mosaic represented in the model has been linked to the corresponding catalogue card, which has made it possible to have the mosaics documented and catalogued. By means of the system used, it has been possible to access the catalogue card directly from the model by means of a URL link, which means adding extra information to the representation of the mosaics, their composition and state, and their use in future restorations and maintenance. This system offers the option that the catalogue cards can be completed or updated in future studies and linked in an automated way.

The addition of information for the conservation of heritage assets in the model allows all this information to be studied and analysed for future restorations and maintenance interventions or future uses foreseen for the model. In addition, the use of this methodology allows the model to be updated with the addition of new phases and with the updating or addition of further information as required.

The export to IFC gives us the possibility to exchange the information model in an open and international format, which is necessary in this case as it is a building owned by a public entity. The different export options offer us the advantage of being able to share the information model in open format with all the data we consider necessary for its future uses.

Finally, the graphic documentation generated for the Palace constitutes a fundamental basis on which to carry out future cultural diffusion and dissemination works, by connecting the model

with rendering programmes, or even with virtual or augmented reality. The possibility of making renderings or photorealistic videos of the different historical phases of the building provides great added value for understanding and publicising the architectural and cultural heritage of the Palace, and how it has evolved historically and constructively over time.

4. CONCLUSIONS

The study and intervention in heritage require a methodology and tools specifically adapted to this field; but over all, they require maximum adequacy between the objectives and the tools. We have seen the example of the Nolla Palace, for which the different phases of study, intervention and management have required the implementation of differentiated protocols, which have been adapted at each moment to specific realities.

The corpus of information and material generated during the different phases of work, such as the historical documentation, the cataloguing of decorative elements and the 3D model, among many other tools, have made it possible to achieve the objectives set at every moment. But the restoration and enhancement of the monument continues, and new phases of intervention and cultural dissemination will be developed, in turn, based on all this information. Thus, for example, the three-dimensional model will be used to associate it with historical research and generate augmented reality resources for cultural promotion; or the survey of the ceramic elements could be used to develop models for the reproduction of pieces for restoration, if it is considered as an objective in the framework of a future phase of intervention.

At a time when efficiency is a fundamental condition, when the optimisation of resources is a key to sustainability, it is becoming increasingly imperative to adapt our work strategies no longer to our possibilities, but to the essential needs of each context.

REFERENCES

- Benavides López, J. A. 2017. *Nuevas tecnologías en la documentación del patrimonio: La alcazaba de Guadix - El castillo de Píñar*. Tesis doctoral. Directores: Martín Civantos José María, Esquivel Guerrero José Antonio. Universidad de Granada. Inédito. <http://hdl.handle.net/10481/47477>
- Laumain, X., López Sabater, A., & Huerta Gabarda, C. 2011. "Virtual Technologies for Archaeological Studies of Nolla's Ceramic Mosaics". In Bowen, Dunn, & Ng, ed. *EVA LONDON 2011. Electronic Visualisation and the Arts*. London: BCS, p. 184-190. ISBN 978-1-906124-88-5.
- Laumain, X., López Sabater, A., Rios Alós, J., & Huerta Gabarda, C. 2012. "Sistemas de bajo coste en levantamiento y restitución virtual. El caso del Palauet Nolla de Meliana". *Virtual Archaeology Review*, no 3, p. 68-72. ISSN 1989-9947. <https://doi.org/10.4995/var.2012.4526>
- Moral Saiz, S., Oliver-Faubel, I., & Jordán Palomar, I. 2021. "Implementación de HBIM en patrimonio arquitectónico. Estudio del caso de La iglesia de la Sang de Lliria". *Revista de Expresión Gráfica en la Edificación (EGE)*, no. 15, p. 4-26. ISSN 2605-082X. <https://doi.org/10.4995/ege.2021.16075>
- Murphy, M., McGovern, E., & Pavia, S. 2013. "Historic Building Information Modelling – Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture". *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*, no. 76, p. 89-102. <https://doi.org/10.1016/J.ISPRSJPRS.2012.11.006>
- Tsilimantou, E., Delegou, E. T., Nikitakos, I. A., Ioannidis, C., & Moropoulou, A. 2020. "GIS and BIM as Integrated Digital Environments for Modeling and Monitoring of Historic Buildings". *Applied Sciences*, no. 10, p. 1078. <https://doi.org/10.3390/APP10031078>
- Tucci, G., Conti, A., Fiorini, L., Corongiu, M., Valdambri, N., & Matta, C. (2019). M- BIM : una nueva herramienta para la Galleria dell'Accademia di Firenze. *Virtual Archeology Rewiwev VAR. 10* (21). <https://doi.org/10.4995/var.2019.11943>

How to cite this article: Laumain, X., Esteve Muñoz, V.F., & López Sabater, A. 2023. "Studies of the Nolla palace. From survey to HBIM management" *EGE Revista de Expresión Gráfica en la Edificación*, No. 18, Valencia: Universitat Politècnica de València. pp. 96-119. <https://doi.org/10.4995/ege.2023.20825>.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de los edificios patrimoniales, especialmente en lo relativo a su levantamiento, implica una adaptación a las condiciones propias de cada caso, dado que se trata de contextos siempre únicos por su historia, sus características y su estado de conservación. Para ello, resulta fundamental elegir adecuadamente los medios, en función de los objetivos. En este sentido, si las tecnologías punteras son a menudo las más valoradas, no son necesariamente las óptimas, las más adecuadas a los condicionantes que marcan el trabajo: tipo de información que se requiere para cumplir con los objetivos, tiempo disponible, presupuesto, etc. Por ello, es primordial definir previamente cuáles serán los fines y el destinatario último del trabajo, cuáles son las técnicas que tenemos a nuestra disposición, y elegir las que nos procuran el mejor rendimiento. Presentaremos aquí el caso del Palauet Nolla, que ejemplifica esta necesidad de correlación entre el fin y los medios, a través de dos momentos, dos situaciones, y por lo tanto dos tipos distintos de planteamiento.

A principios del s. XXI estuvo a punto de desaparecer este monumento, que constituye uno de los edificios más emblemáticos de la huerta norte de Valencia, y cuya imponente silueta se erige en medio de los campos de cultivo. La historia del Palauet Nolla recorre cerca de cuatro siglos; es el testigo y símbolo de la evolución de la comarca a lo largo del tiempo. Fue sucesivamente una construcción vinculada a tareas agrícolas, una casa de campo, parte de la fábrica de mosaicos Nolla, y la vivienda del director de la fábrica de Gardy. Su elegante torre constituye todavía hoy un punto de referencia para todos los pueblos circundantes. Esta joya arquitectónica se encontraba sin embargo en un estado de ruina inminente, por lo que requería de una intervención urgente. En estas condiciones se planteó un estudio general sobre el monumento. Tras este primer paso, se emprendieron varias fases de intervención, que permitieron salvar el edificio. Llegado a este punto, y con nuevas situación y necesidades, se llevó a cabo un trabajo de basado en el BIM, destinado a gestionar las actuaciones futuras.

2. EL ESTUDIO INICIAL

Después de más de cuatro décadas de abandono, el Palauet Nolla estaba en peligro. Con el fin de evitar su pérdida, el Ayuntamiento de Meliana, propietario del edificio, decidió en el año 2010 realizar un estudio que permitiera conocer la situación en la que se encontraba la construcción, así como plantear los trabajos necesarios a su rehabilitación. Existía un profundo desconocimiento sobre este monumento, hecho que este primer estudio exhaustivo pretendía revertir.

2.1 OBJETIVOS

Ante esta situación de urgencia, se decidió realizar un estudio con el fin de conocer en profundidad el edificio: su historia, sus características constructivas y decorativas, su estado de conservación, así como plantear los trabajos necesarios a su rehabilitación. Era necesario abarcar el pasado, presente y futuro.

Este estado de la cuestión exhaustivo permitiría la elaboración posterior de una estrategia de actuaciones, con proyectos divididos en fases, a modo de plan director.

2.2 METODOLOGÍA

En primer lugar, se identifican tres características principales del Palauet: su historia, su materialidad, y sus revestimientos de mosaicos. Por ello, se decidió crear un equipo interdisciplinar, organizado siguiendo estos tres ejes, cada uno de ellos supervisado por expertos de reconocido prestigio, especializados en la materia.

El origen de la construcción, su evolución y usos, eran verdaderas incógnitas. Si la relación del edificio con la antigua fábrica de mosaicos Nolla era una evidencia, el recorrido anterior, e incluso posterior, quedaban por definir. Se propuso realizar un amplio vaciado documental, así como un estudio stratigráfico. Además, se realizaron entrevistas a los vecinos de Meliana, que conocieron el edificio durante sus últimas décadas de uso como vivienda.

En segundo lugar, se pretendía conocer la materialidad del edificio, en toda su complejidad: planimetría, técnicas constructivas, evolución volumétrica, inventario de técnicas y elementos decorativos, y patologías.

El objetivo de este primer levantamiento métrico era generar una planimetría precisa y fiable, contando con medios técnicos y económicos muy limitados. Los espacios del edificio, de planta regular y poco compartimentada, así como su volumetría regular y de geometría sencilla, permitía prescindir de herramientas tales como el escaneado 3D o la fotogrametría, técnicas cuyo coste era inalcanzable con el presupuesto disponible. En cambio, se utilizó un sistema basado en una tabla apoyada sobre trípode, a la que se acopla un distanciómetro láser y una regla graduada (Laumain et al. 2012). Sobre una hoja de papel se reporta una serie de puntos, que acaban conformando el plano a escala de la estancia.

Las técnicas constructivas son fundamentales para poder comprender la evolución del edificio. El estudio consistió en la realización de catas (que se completaron durante las varias fases de intervención realizadas desde el año 2011), y la redacción de sus

correspondientes fichas, inventariando y datando así todas las técnicas empleadas.

Considerando la variedad de tipos de elementos decorativos, su catalogación se dividió por tipos: pinturas, falsos techos, piezas cerámicas, papeles pintados, y forja. Asimismo, se realizó un levantamiento detallado de los elementos de carpintería. Además, se procedió a efectuar un reportaje fotográfico completo de los espacios interiores y exteriores, para documentar el estado antes de proceder a cualquier intervención.

El inventario de elementos decorativos arquitectónicos, tales como las piezas de cerámica, los falsos techos o la forja, se ha realizado mediante el habitual levantamiento a mano y dibujo 2D. Las pinturas se han reflejado utilizando softwares de reconocimiento de colores, basados en fotografía a color, aplicando los resultados a una reproducción ejecutada con rectificación fotográfica. Los papeles pintados se han estudiado con un método similar, realizando posteriormente fichas donde se incluía el módulo base del dibujo de cada motivo. Las técnicas constructivas y materiales se han catalogado igualmente a través de fichas individualizadas.

Asimismo, se ha realizado un estudio de patologías del conjunto del edificio, tanto en las estructuras, como en los elementos decorativos.

Por último, la tercera parte del trabajo se centró en los mosaicos. Se realizó un levantamiento pormenorizado de la totalidad de las composiciones, mediante AutoCAD®, para estudiarlos, plasmar su estado de conservación, e identificar cuáles y qué cantidad de piezas era necesario restaurar. Para ello se ha dibujado tesela a tesela, cada una de ellas en una capa propia. Para definir cada tipo de pieza se consideraban tres características: geometría, tamaño y color (Laumain et al. 2011). En el momento de la realización del trabajo, el desconocimiento de la cerámica Nolla, que era un material que nunca se había estudiado antes, llevó a discriminar las teselas por tamaños de ½ mm, así como por tonos de color. Con los conocimientos actuales, sabemos que se podrían agrupar en solamente tres tamaños por forma, así como en solamente diez colores, reduciendo considerablemente el número de capa por la misma pieza.

2.3 RESULTADOS

El resultado de este trabajo es un estudio exhaustivo, que aborda todos los aspectos del edificio. Proporciona el conocimiento de su evolución histórica, una visión de todos los elementos que lo componen, así como de su estado de conservación y de las actuaciones necesarias para su recuperación.

Cabe destacar que, si el sistema utilizado para efectuar el levantamiento métrico puede parecer rudimentario, permitió alcanzar una alta precisión, con un error

cercano a 2 mm para el conjunto de plantas, lo cual era suficiente para cumplir con el objetivo planteado.

Del mismo modo, las técnicas empleadas para el levantamiento y la representación de todos los elementos decorativos se podrían calificar como artesanales, pero dan plena satisfacción si consideramos el objetivo, que era el conocimiento, la catalogación, y la transmisión tanto a los especialistas como al gran público, con un fin de difusión de este patrimonio, más allá de las necesidades propias de la restauración material. Así, esta aparente sencillez de los medios ha permitido obtener un trabajo suficientemente cualitativo como para recibir el European Union Prize for Cultural Heritage / Europa Nostra Award 2012, para el que el jurado destacó la profundidad, cuidado e interés del trabajo realizado.

3. PROFUNDIZANDO LOS CONOCIMIENTOS

3.1 PLANTEAMIENTO

Una vez realizado el levantamiento inicial descrito anteriormente, y en base al conocimiento adquirido durante el estudio inicial y durante las primeras fases de intervención, en las cuales se consigue salvar al edificio de la ruina, se analizan las nuevas necesidades que pueda tener el Palauet y como dar respuesta a dichas necesidades. El objeto del trabajo es, por tanto, complementario a los conocimientos generados previamente.

Actualmente, existen diversas dificultades en la gestión del patrimonio arquitectónico. La información existente sobre los edificios patrimoniales suele ser muy variada y estar dispersa, ya que se genera a lo largo de los años. Además, en su elaboración participan diferentes profesionales, cada uno de ellos utilizando diferentes herramientas y estándares, lo que provoca descoordinación de la información, dificultando la consulta de dicha información y la correcta toma de decisiones en materia de restauración, rehabilitación y conservación de edificios patrimoniales.

Para dar respuesta a estas dificultades, se propone la aplicación de la metodología BIM al edificio patrimonial del Palauet de Nolla de Meliana, con el objetivo de crear una base de datos que pueda gestionar la información relevante del edificio y de la cual se pueda extraer la documentación gráfica preexistente, que pueda ser utilizada para documentar y gestionar la información patrimonial, que incluya diferentes fases históricas y patologías, y que sirva como base para la realización de futuras intervenciones de rehabilitación, mantenimiento y difusión y divulgación del patrimonio cultural.

El éxito del BIM no reside sólo en su aplicación en el diseño y la construcción de edificios, sino también en que ayuda en la gestión de la información de una

construcción durante todo su ciclo de vida (Tucci et al. 2019). Según el autor Benavides López (2017), mediante la generación de modelos digitales tridimensionales se puede obtener un adecuado y riguroso conocimiento de los bienes patrimoniales. Entre otras ventajas, dichos modelos nos permiten:

- Disponer de un inventario georreferenciado de los elementos que lo constituyen y de su entorno, permitiéndonos identificar y valorar el estado en que se encuentran.
- Realizar un análisis geométrico de la definición constructiva, estructural y de materiales que lo forman, así como de sus lesiones o patologías.
- Obtener documentación gráfica donde recoger los diferentes estudios o investigaciones y que sirva de base para la elaboración del proyecto de intervención.
- Disponer de un instrumento importantísimo para la formación y difusión del conocimiento.
- Disponer de un soporte donde plantear hipótesis para su conservación y gestión.
- Obtener un registro permanente del estado de conservación en un momento dado, y detectar las modificaciones y posibles patologías a las que puede estar afectado mediante la comparación de estos modelos.
- Utilizarlos como una herramienta fundamental para la difusión, divulgación y socialización del conocimiento y, por tanto, para la contribución a su preservación.

Como punto de partida, es necesario realizar diversos procesos de documentación de manera eficaz y eficiente para la adquisición de toda la información necesaria respecto al estado de conservación del edificio histórico, como nubes de puntos, imágenes, planos, fases documentadas y trabajos de intervención anteriores (Tsilimantou et al. 2020). En esta parte del trabajo, se ha utilizado parte de la información inicial, completándola con el escaneado láser.

Para la elección de las técnicas topográficas y su integración en el entorno BIM no existe una solución única e ideal; más bien, la elección del método y las herramientas de software siempre depende de los objetivos del modelo. Actualmente, las nuevas tecnologías, como es el caso del láser escáner terrestre, han modificado los paradigmas en cuanto a captura de datos y obtención de resultados, ampliando sustancialmente sus posibilidades y mejorando la calidad y efectividad en la captura de datos (Benavides, 2017). Con este tipo de levantamientos se obtiene un conocimiento técnico, preciso y fiable del estado en el que se encuentra un bien. Sin embargo, además de la geometría que representan, estos sistemas por sí mismos no contienen información adicional sobre el edificio (Tsilimantou et al. 2020).

La nube de puntos obtenida mediante el escaneado láser sirve como soporte para el modelado del estado actual del edificio, mediante el solapamiento de elementos sobre la misma. El modelo se alimenta tanto de la información que puede abarcar la nube de puntos (información métrica y colorimétrica) como de la que no puede (características de materiales, mediciones, identificación de elementos, etc.) (Moral, 2021). El producto final es la creación de modelos 3D completos los cuales incluyen documentación 3D e información, agregando inteligencia a los datos de la nube de puntos (Murphy et al. 2013).

3.2 OBJETIVOS

El objetivo principal de esta parte del trabajo es recopilar y estructurar la información del edificio patrimonial del Palauet de Nolla de Meliana mediante la utilización de la metodología HBIM.

Para conseguir el objetivo principal, se han establecido los siguientes objetivos operativos:

- Realizar un levantamiento tridimensional del estado actual del edificio patrimonial mediante la utilización de escaneado láser y nubes de puntos.
- Representar y documentar algunas de las diferentes fases históricas más significantes del edificio patrimonial en el modelo HBIM.
- Representar y cuantificar en el modelo HBIM algunas de las diferentes patologías presentes en el edificio, centrándose en aquellas que afecten directamente al mosaico Nolla, ya que es el elemento más valioso y seña de identidad de este edificio patrimonial.
- Documentar la información de materiales históricos y sistemas constructivos históricos, haciendo hincapié en los mosaicos presentes, representando y catalogando los diferentes tipos de mosaicos.
- Preparar el modelo HBIM para que sirva como base para la realización de futuras intervenciones de rehabilitación, así como para mantenimiento y para difusión y divulgación del patrimonio cultural mediante BIM.

3.3 METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos anteriores, se ha seguido la siguiente metodología:

Elaboración del Plan de Ejecución BIM (BEP)

La primera etapa ha consistido en la creación de un Plan de Ejecución BIM (BEP), el cual ha permitido establecer un plan para desarrollar el proyecto y ha servido para establecer principalmente los objetivos y usos del modelo, la organización del modelo, la verificación y control de calidad, la gestión de la información y

procesos BIM a utilizar, así como estándares y guías utilizados. Otro de los resultados es que dicho BEP pueda ser utilizado como guía para todos los agentes que puedan necesitar intervenir o utilizar los modelos BIM y/o la información obtenida de los mismos y para continuar con la gestión BIM del Palauet.

Creación del entorno común de datos

La utilización del entorno común de datos –o CDE (*Common Data Environment*)– ha permitido tener una fuente única de información, clasificada y con una nomenclatura definida, con un registro automático de versiones de archivos, y con el control de los permisos de acceso. Se ha conseguido enlazar la información necesaria alojada en el CDE de Google Drive directamente con el modelo de Revit, pudiendo así importar y exportar la información de manera bidireccional entre el CDE y Revit mediante el uso de un *plug-in*.

Toma de datos del estado actual del edificio mediante escaneado láser

Durante esta etapa se ha realizado la toma de datos del estado actual del edificio. Para ello, se ha optado por realizar un levantamiento arquitectónico mediante la utilización de la tecnología de escaneado láser 3D.

La utilización de la metodología de escaneado láser para realizar el levantamiento del estado actual del edificio ha dado como resultado la obtención de una nube de puntos con una gran precisión, la cual ha sido utilizada para realizar un modelado preciso del Palauet. Además de servir como base para el modelado, ha aportado información extra sobre el estado actual del edificio, como es el caso de los mosaicos faltantes o el desplome de determinados muros.

Aunque ya se disponía de la documentación gráfica procedente del estudio histórico y constructivo de 2011 y de los posteriores proyectos de restauración realizados, se ha considerado necesario utilizar esta tecnología por diversos motivos, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

- El escaneado láser 3D permite obtener un modelo tridimensional con una alta precisión que sirva como base para el posterior modelado, mejorando así la calidad y exactitud del modelo BIM.
- A parte de la mejor calidad en la obtención de datos, también permite obtener dichos datos con mayor rapidez que otros sistemas de toma de datos.
- Otra ventaja que ha presentado este sistema es la posibilidad de poder consultar múltiples datos durante todo el desarrollo de este proyecto.

Para la realización de la toma de datos mediante escáner láser, se ha seguido el siguiente procedimiento:

a) Plan de escaneado

El plan de escaneado permite planificar y organizar con antelación el procedimiento de escaneado láser, evitando así errores *in situ* y falta de información.

En el plan de escaneado se han especificado las características técnicas del escáner, la configuración inicial del proyecto de escaneado y la configuración de los parámetros de escaneo, incluyendo los perfiles de escaneo utilizados en cada estacionamiento, la estimación de tiempo y tamaño de archivos, y el mapa de puntos de estacionamientos del escáner.

b) Toma de datos en campo

La toma de datos en campo mediante escaneado láser se ha realizado siguiendo las estimaciones de duración y los puntos de estacionamiento especificados en el plan de escaneado, utilizando el modelo Faro Focus 3D X 330 HDR.

La toma de datos se empezó con los escaneos exteriores, para luego seguir con los escaneos interiores desde la planta baja hacia el resto de las plantas en sentido ascendente, hasta finalizar en la torre miramar.

c) Registro de la nube de puntos

Se ha utilizado el *software* propio de Faro, Faro Scene®, para el procesamiento de datos y el registro de escaneos. Mediante este *software*, tras importar los datos de los escaneos, se ha comprobado visualmente que eran correctos y se ha realizado la limpieza de las nubes de puntos de los escaneos, eliminando todos aquellos puntos innecesarios, sobrantes, o partes que no interesan (ruido), para conseguir una mayor calidad en el registro y en la nube de puntos definitiva. El registro se ha realizado de manera automática de escaneo a escaneo siempre que ha sido posible, y de manera manual mediante objetivos (esferas) en el resto de los casos. EL registro permite el enlace entre las nubes de puntos de los escaneos individuales. Para el registro se ha dividido el proyecto en varias partes (exterior, planta baja, planta primera, planta cámara y escalera), lo que ha permitido realizar un registro por partes mejor organizado. Tras finalizar el registro se ha optimizado la nube de puntos con la finalidad de disminuir errores.

d) Procesado de la nube de puntos

Una vez finalizado el registro y el procesado inicial en *software* Faro Scene®, se han exportado los escaneos ordenados para poder realizar la importación y el procesado mediante el *software* de Autodesk Recap Pro, obteniendo una nube de puntos definitiva de todo el proyecto en formato.rcp.

e) Obtención de la nube de puntos definitiva

Por último, la nube de puntos procesada en formato.rcp se ha vinculado a Revit para que pueda utilizarse como base para el modelado BIM. A continuación, se

muestra el flujo utilizado y el solapamiento de la nube de puntos con el modelo de Revit una vez realizado.

Modelado geométrico

Se ha realizado el modelado del Palauet utilizando el software de Autodesk Revit. Con el modelado del estado actual del Palauet en base a la nube de puntos y a la información gráfica existente se ha logrado obtener un modelo preciso en el cual disponer la información necesaria para los distintos usos previstos en el BEP.

El modelado de los mosaicos como muros y suelos de forma independiente ha permitido identificar, cuantificar y gestionar la información de cada tipo de mosaico, controlar fácilmente los tipos de mosaicos mediante tablas de planificación, distinguir sus fases individualmente y enlazar cada tipo de mosaico con el catálogo de mosaicos existente.

La creación de familias paramétricas, primero en base a la información existente y posteriormente completándose con la nube de puntos, ha permitido poder ajustar los parámetros de cada familia a la nube de puntos una vez insertada y conseguir así una mayor precisión del estado actual.

Se han definido los materiales en base al estudio histórico y constructivo de 2011 y a los proyectos de restauración posteriores, obteniendo así tanto información a nivel de aspecto como información relevante para los futuros usos del modelo.

La representación gráfica de los mosaicos se ha conseguido mediante la utilización de la herramienta “Estampados” y de la apariencia de los materiales. Los mosaicos que se repiten de manera lineal o en matriz se han representado por medio de la apariencia de los materiales, y el resto de los mosaicos por medio de estampados. Esta opción mixta ha permitido representar de la manera más adecuada y ágil los diferentes tipos de mosaicos, y ofrece el mismo resultado gráfico en el modelo y en los planos, siempre que se visualice el modelo de Revit en estilo “Realista”.

A modo de ejemplo se ha realizado un estudio pormenorizado de uno de los mosaicos, utilizando las herramientas de fases y piezas. En este estudio se ha conseguido obtener una información más detallada del mosaico, localizando y cuantificando cada tipo de tesela utilizada en el mosaico, con sus propiedades de codificación, forma, color y tamaño, y poder extraer así la información del despiece del mosaico, incluyendo la información de teselas existentes y faltantes. Se ha previsto que dichos estudios pormenorizados puedan seguir siendo ampliados y actualizados en los casos necesarios.

Se han utilizado la herramienta “fases” de Revit, modelando en primer lugar el estado actual y posteriormente las fases anteriores. El resultado obtenido de la utilización de fases ha sido:

Poder representar el estado de los elementos en las distintas fases históricas, consiguiendo así visualizar la evolución del Palauet. También ha servido para la representación del estado actual, permitiendo tener información de los elementos faltantes, como carpintería o mosaicos.

Poder cuantificar los elementos en las distintas fases. Los inconvenientes encontrados han sido:

No se puede especificar una inclinación de los muros diferente en cada fase, por lo que se ha descartado la utilización de muros inclinados para representar el desplome de ciertos muros en el estado actual. Dicha información se ha sustituido por la adición de un parámetro numérico en lugar de gráfico.

Para familias en las que alguno o algunos de los componentes principales que las conforman tienen diferentes fases de creación o demolición, se han tenido que modelar dichos componentes como familias independientes, pudiendo así establecer las fases de manera individualizada.

Inclusión de datos

Se han definido y creado parámetros de información para la conservación y gestión de activos patrimoniales, lo que permite añadir la información necesaria para cumplir con los usos previstos del modelo. Se ha previsto que la información pueda estar enlazada de manera bidireccional entre el CDE y Revit a través de un *plug-in*.

Los parámetros creados se han organizado en cuatro grupos de propiedades:

3.4 RESULTADOS

Para el cumplimiento del primer objetivo, se ha realizado un escaneado láser del edificio el cual ha dado como resultado una nube de puntos que ha sido utilizada como base para el posterior modelado y para numerosas consultas realizadas a lo largo del desarrollo del trabajo. Mediante la utilización de esta técnica para el levantamiento se ha podido obtener una mayor calidad y efectividad en la captura de datos que con los métodos tradicionales, reduciendo así en un gran porcentaje el tiempo de toma de datos, obteniendo unos datos más precisos y fiables del estado en el que se encuentra el edificio y facilitando el posterior modelado del edificio. Por todas estas ventajas, este tipo de tecnología cobra especial importancia en su utilización para el patrimonio arquitectónico.

Para conseguir representar y documentar las fases históricas del Palauet se ha modelado el edificio en base a la nube de puntos obtenida anteriormente y a la información existente, y se ha utilizado la herramienta “fases” de Revit. Mediante esta herramienta se ha conseguido representar y estudiar la evolución histórica y constructiva del edificio. También permite estudiar y cuantificar los elementos constructivos

en cada una de las fases, lo que puede ser utilizado para realizar comparaciones entre fases y obtener información de elementos perdidos y elementos añadidos. Además, la fase correspondiente al último cuarto del siglo XIX, en la cual el edificio adquiere su mayor importancia histórica y patrimonial y cuenta con el catálogo completo de mosaicos y otros elementos decorativos, se puede utilizar como referencia para las próximas restauraciones. Por último, la representación del estado actual sirve como base para los futuros usos del modelo.

Con el fin de representar y cuantificar las patologías referentes a las pérdidas de material parcial o completamente de los mosaicos, se han utilizado de forma combinada la herramienta “fases” y la herramienta “piezas” en los casos necesarios. Mediante esta utilización combinada de fases y piezas se ha conseguido comparar de manera gráfica y de manera cuantitativa el estado actual de los mosaicos con el estado original, lo que puede ayudar en futuros proyectos de restauración y mantenimiento de mosaicos. Se ha completado con una propuesta de estudio pormenorizado de mosaicos que puede aportar una información más detallada en referencia a la codificación, forma, color y tamaño de las teselas, el cual permitiría extraer la información de la cantidad de cada tipo de pieza faltante.

Se ha vinculado cada tipo de mosaico representado en el modelo con la ficha del catálogo correspondiente, con lo que se ha conseguido tener los mosaicos documentados y catalogados. Mediante el sistema utilizado se ha logrado poder acceder directamente desde el modelo a la ficha del catálogo por medio de un enlace URL, lo que supone añadir una información extra a la representación de los mosaicos, su composición y estado, y su utilización en futuras restauraciones y mantenimiento. Este sistema ofrece la opción de que las fichas del catálogo puedan ser completadas o actualizadas en futuros estudios y vinculadas de una forma automatizada.

La adición de información para la conservación de activos patrimoniales en el modelo permite que toda esa información pueda ser estudiada y analizada para su utilización en futuras intervenciones de restauración y mantenimiento o en los futuros usos previstos para el modelo. Además, la utilización de esta metodología permite que el modelo pueda ser actualizado con la adición de nuevas fases y con la actualización o adición de más información según sea necesario.

La exportación a IFC nos da la posibilidad de realizar el intercambio del modelo de información en un formato abierto e internacional, lo cual es necesario en este caso al tratarse de un edificio propiedad de una entidad pública. Las diferentes opciones de exportación nos ofrecen la ventaja de poder compartir el modelo de información en formato abierto con todos los datos que consideremos necesarios para sus futuros usos.

Por último, la documentación gráfica generada del Palauet constituye una base fundamental sobre la que realizar futuros trabajos de difusión y divulgación cultural, mediante la conexión del modelo con programas de renderizaciones, o incluso con realidad virtual o aumentada. La posibilidad de realizar renderizaciones o videos fotorrealistas en las diferentes fases históricas del edificio aporta un gran valor añadido para entender y dar a conocer el patrimonio arquitectónico y cultural del Palauet, y cómo ha sido su evolución histórica y constructiva a lo largo del tiempo.

4. CONCLUSIONES

El estudio y la intervención en el patrimonio requieren una metodología y unos medios específicos a este ámbito; pero sobre todo exigen la máxima adecuación entre los objetivos y las herramientas. Hemos visto el ejemplo del Palauet Nolla, para el cual las diversas fases de estudio, de intervención y de gestión han necesitado la puesta en marcha de protocolos diferenciados, que se han adaptado en cada momento a unas realidades concretas.

El corpus de información y de material generado durante las diferentes fases de trabajo, tales como la documentación histórica, la catalogación de elementos decorativos, o el modelo 3D, entre otras muchas herramientas, han permitido alcanzar los objetivos que se plantearon en cada momento. Pero la restauración y puesta en valor del monumento siguen, y nuevas fases de intervención y de difusión se desarrollarán, a su vez, basándose sobre toda esta información. Así, por ejemplo, se aprovechará la maqueta tridimensional para asociarla a la investigación histórica y generar recursos de realidad aumentada destinada a la promoción cultural; o el levantamiento de los elementos cerámicos podrá ser utilizado para desarrollar modelos destinados a la reproducción de piezas para la restauración, en caso de considerarse como un objetivo en el marco de una futura fase de intervención.

En un momento en el que la eficiencia es una condición fundamental, en que la optimización de los recursos es una clave de sostenibilidad, se vuelve cada vez más imperante adaptar nuestras estrategias de trabajo ya no a nuestras posibilidades, sino a las necesidades esenciales de cada contexto.