

El Estudio Paramental en el Modelo de Información del Edificio Histórico o “Proyecto HBIM”

The paramental study on the Model of Information of Historic Building or "HBIM Project"

Juan Enrique Nieto Julián y Juan José Moyano Campos

Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en Edificación. ETSIE. Universidad de Sevilla.
España. jenieto@us.es, jmoyano@us.es

Resumen

El Modelado de Información para la Construcción (BIM) se ha convertido actualmente en un sistema colaborativo que beneficia enormemente a las industrias involucradas en el sector AEC. La esencia del BIM es ser un núcleo contenedor con información gráfica y alfanumérica, donde cada disciplina participativa vuelca sus conocimientos para adaptarse a las singularidades del edificio de forma coordinada con los demás agentes intervinientes. Si este mismo escenario lo trasladamos al Patrimonio, veremos que las necesidades serán las mismas; el arqueólogo, el arquitecto, el historiador, el ingeniero o el restaurador se encuentran en la misma encrucijada a la hora de transmitir sus hipótesis y someterlas a debate antes de la aprobación. En el artículo se expondrá una metodología eficaz para implementar el estudio estratigráfico de paramentos. La intención es volcar la información recabada en la fase de auscultación en un único modelo gráfico, operativo desde las diferentes disciplinas y que permita interoperacionalizar datos evitando duplicaciones superfluas y contradictorias. Se constituirá un proyecto de intervención sustentado en un Modelo de Información Patrimonial o del Edificio Histórico, que podemos denominar Proyecto HBIM.

Palabras Clave: ARQUEOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA, BIM, ESTUDIO PARAMENTAL, PROYECTO HBIM, HISTORIC BUILDING INFORMATION MODELLING, MODELO DE INFORMACIÓN PATRIMONIAL, RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA.

Abstract

The Building Information Modeling (BIM) has now become a collaborative system that greatly benefits the industries involved in the AEC sector. The essence of BIM is to be a container core with graphic and alphanumeric information, where each discipline participatory dump their knowledge to suit the peculiarities of the building in coordination with the other agents involved. If this same scenario is moved to Heritage, we see that the needs are the same; archaeologist, architect, historian, restorer or engineer are at the same crossroads when it comes to passing on their assumptions and subject to debate before approval. The article will present an effective methodology to implement the stratigraphic study of surfaces. The intention is to dump the information gathered in Phase auscultation in a single graphical model, operating from different disciplines and allows inter operationalize avoiding unnecessary data duplication and contradictory. An intervention project supported by an information model of the Historic Building, which we can call HBIM Project (Historic Building Information Modelling Project) is established.

Key words: ARCHAEOLOGY ARCHITECTURE, BIM, HBIM PROJECT, HISTORIC BUILDING INFORMATION MODELLING, PHOTOGRAMMETRICX, PARAMENTAL STUDY.

1. INTRODUCCIÓN

El Modelado de Información para la Construcción (BIM) se ha convertido actualmente en un sistema colaborativo que beneficia enormemente a las industrias involucradas en el sector AEC. La esencia del BIM es ser un núcleo contenedor con información gráfica y alfanumérica, donde cada disciplina participativa vuelca sus conocimientos para adaptarse a las singularidades del edificio de forma coordinada con los demás agentes intervinientes.

Si este mismo escenario lo trasladamos a una intervención (Restauración o Rehabilitación) en el Patrimonio, veremos que las necesidades serán las mismas; el arqueólogo, el arquitecto, el historiador, el ingeniero o el restaurador se encuentran en la misma encrucijada a la hora de transmitir sus hipótesis y someterlas a debate antes de la aprobación. Los profesionales en restauración son conscientes de la necesidad de que el edificio histórico debe renovarse perservando su valor patrimonial. Pero no se puede decidir sobre lo que verdaderamente tiene valor sin apurar todos los mecanismos para analizar el ente histórico, en un pre-estado de conservación, antes de desechar los materiales que no tienen importancia tanto histórica como arquitectónicamente. Por tanto, hay que disponer de un protocolo de intervención que permita el trabajo multidisciplinar, facilitando el intercambio de conocimientos, y es aquí donde la *Arqueología de la Arquitectura* introduce un valiosísimo sistema de análisis de los depósitos que se han ido superponiendo en muros y suelos para establecer las relaciones temporales más veraces antes de decidir sobre lo conservable o desechable.

2. OBJETIVOS

La intención de la investigación es volcar la información recabada en la fase de auscultación de un edificio con valores patrimoniales en un único modelo de información gráfica y de datos, operativo desde las diferentes disciplinas y que permita interoperacionalizar información

evitando duplicaciones superfluas y contradictorias.

Para un análisis arqueológico de paramentos efectivo, el registro gráfico tiene un papel mucho más activo cuando lo que se quiere es analizar la disposición de los elementos y sus relaciones (CARANDINI, 1996). Esto nos hace apostar desde el primer momento por un sistema seguro de tomas de medidas que nos facilite un modelo representativo lo más cercano a la realidad, y que será la base de nuestro análisis configuracional. Nos acogemos, por tanto, a lo que nos señala Mannoni: “un levantamiento geométrico detallado y preciso es un óptimo indicador de las medidas y de las coincidencias a diferentes planos de aquello que no se ve” (MANNONI, 1998).

Así pues, se debe partir de un modelo BIM exhaustivo, sustentado en técnicas de levantamiento precisas (como es el escaneo láser 3D y la fotogrametría) (MURPHY, 2009), para constituirse como el núcleo esencial de un proyecto de intervención en el patrimonio arquitectónico, que le facilitará al arqueólogo definir la secuencia cronotipológica con la caracterización e individualización de las variables en el estudio paramental (AZKARATE, 2002).

El objetivo final es establecer una metodología eficaz para implementar el estudio estratigráfico de paramentos, como base de análisis en la Arqueología de la Arquitectura. Se constituirá, así, un proyecto de intervención sustentado en un Modelo de Información Patrimonial o del Edificio Histórico, y que se podía denominar Proyecto HBIM (Historic Building Information Modelling) (MURPHY, 2009).

3. MÉTODO Y PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Para el estudio paramental de muros y suelos siguiendo la metodología de la Arqueología de la Arquitectura, tomamos como modelo el edificio anexo a la antigua Fábrica de Tabacos y ahora sede de la Universidad de Sevilla, que cumplía funciones de Cárcel. El mismo fue elegido como modelo de experimentación BIM en los trabajos

de auscultación de un edificio singular del Patrimonio Arquitectónico en la ciudad de Sevilla (NIETO, 2010).

La diversidad de colaboraciones, que proliferaron en su dilatada construcción (1728-1770), le dio al edificio un cierto carácter híbrido, ya que se aprecian rasgos medievales y militares. Hay ecos renacentistas en el esquema general del edificio, que recuerda a la herreriana Lonja (Archivo de Indias), y barroca es la fachada principal, la fuente central y una serie de bóvedas de la planta alta en la zona de lo que hoy es Rectorado. También hay rasgos neoclásicos en la composición de algunos elementos del patio introducidos en las obras finales, último tercio del S. XVIII, (MORALES, 1991) (Fig.1).

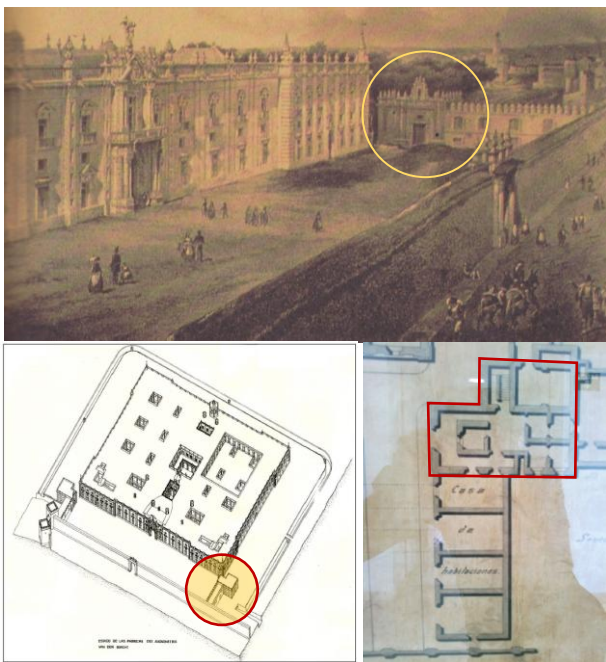


Figura 1. A. Grabado de la Fábrica de Tabacos. B. Axonometría de la complejo fabril en 1757, y situación de la Cárcel. C. Planta de la Cárcel, con el perímetro actual en rojo, antes de ser demolidas las casas anexas.

Al disponer de una rica información gráfica y de datos del edificio, y aprovechando que recientemente había sido intervenido puntualmente en los muros exteriores y de manera urgente por desprendimientos de algunos revestimientos, se quiso continuar con la investigación iniciada años atrás. (Fig.2)



Figura 2. *Catas practicadas en la fachada Este de la Cárcel de la RFTS: a) Pedestal de sillería de la esquina; b) Lienzo del paramento picado 2013.*

Está bastante asumido que el uso de archivos con proyecciones bidimensionales se hace insuficiente para que el trabajo fluya sin olvidos ni malas interpretaciones entre el proyectista y los especialistas. Si nuestros objetivos van orientados a buscar una maqueta virtual con elevados detalles en texturas de acabados, obtendremos únicamente un modelo gráfico que puede valer para interpretar virtualmente el hecho arquitectónico y su mejor entendimiento por parte del usuario. Sin embargo, será poco efectivo científicamente al no facilitar el flujo de información esencial entre las disciplinas participativas en función de sus prioridades técnicas. Así, puesto que la información esencial demandada por cada especialista es diferente, ésta debe ser filtrada antes de su transmisión desde el diseñador.

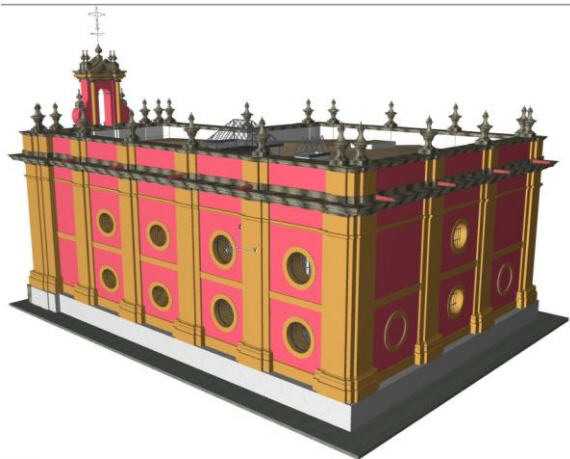
El equipo encargado del diseño está generando el modelo arquitectónico a la vez que construye virtualmente el edificio y, para ello, necesita modelar toda la estructura, desde el núcleo estructural hasta el acabado final de toda unidad portante. Por tanto, en el proceso de modelado tendremos que considerar el montaje progresivo de todos los elementos intervinientes según el ciclo evolutivo del edificio.

3.1. Organización de la información del modelo

Desde el momento en que se inicia la labor de construcción del modelo virtual, es imprescindible establecer una organización de la información siguiendo unos protocolos preestablecidos para una transmisión de la misma en los trabajos colaborativos. Se hace obligatorio

establecer un procedimiento programado y bien estructurado en el instante en que se germina la idea – boceto/croquis-. Esta primera etapa debe extrapolar la fase proyectual, para confeccionar un modelo con información estructurada que permita su gestión y su traslado a las diferentes disciplinas a intervenir, tanto en la redacción como en la ejecución, y que promoviese el trabajo interdisciplinar evitando interferencias e imprevisiones.

Una de las mayores ventajas que nos proporciona el sistema BIM es que nos permite una progresiva evolución del modelo, enriqueciéndose con nuevos datos a medida que se van avalando las hipótesis de partida o se complementan con los recientes hallazgos en las prospecciones realizadas al edificio. Por ello, nos apoyaremos en una clasificación por categorías de los elementos representados en el modelo, constituyendo un pilar fundamental del proyecto HBIM, y que estará en constante evolución para que sirva de sustento a la posterior gestión de la información (NIETO, 2012:65). (Fig.3)



*Figura 3. Vista noreste del Modelo HBIM, Cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla. ArchiCAD.
Autor: Enrique Nieto, 2011-2014.*

Pero una intervención en un edificio patrimonial lleva consigo otros matices, debido a que la evolución constructiva ha estado muy influenciada por sus avatares a lo largo de la historia. Es necesario pues, realizar de inmediato una tarea de investigación previa al modelado, con recopilación de testimonios y documentos

históricos que nos facilite una información real de la evolución del edificio (NIETO, 2012:64). Esta fase suele ir acompañada con una labor de auscultación con promediadas catas plasmadas en sus elementos constructivos más relevantes.

El uso de capas sigue siendo fundamental para organizar todos los elementos que se van insertando en el modelo y tenerlos agrupados por categorías. Aunque el software BIM (ArchiCAD) predispone de un grupo de capas desde el inicio (relacionadas con una categoría constructiva de la edificación actual), en el proceso de modelado de un edificio patrimonial es necesario incrementarlas por las peculiaridades de la historia, dándole un nombre característico para identificar adecuadamente los elementos integrantes. Así pues, las capas funcionarán como simples contenedores de elementos agrupados por igualdad de características dimensionales, materiales o por la misma función estructural/constructiva dentro del edificio. En cambio, a veces es necesario dentro del mismo grupo discriminarlos por su posición espacial o destacar particularidades detectadas; como por ejemplo, distinguir adosamientos diferentes en los muros o diferenciar alteraciones continuadas en la evolución histórica del edificio.

3.2. Identificación de elementos constructivos

Se ha partido de un modelo BIM donde previamente se había practicado una identificación de cada objeto paramétrico inserto, tanto estructural como decorativo, al que se le aplicó un ID característico. El procedimiento permitió una clasificación por familias de todos los objetos: muros, pilares, forjados, vigas, arcos, bóvedas, puertas, ventanas, y objetos arquitectónicos como columnas, cornisas y remates. Ahora, el cometido fundamental del ID¹ es identificar y agrupar elementos en los listados confeccionados para cada disciplina participativa en una restuaración, con la posibilidad de quedar expuestos mediante un etiquetado visible en las vistas de la planimetría.

3.3. Filtrado para un buen intercambio de información

Para mostrar la información del modelo por etapas de evolución histórica o constructiva del edificio debemos realizar un proceso de filtrado. Acudimos, para ello, a unas herramientas específicas del software ArchiCAD que, basándose en una clasificación previa de los elementos (tipología, función estructural, posición, estado de rehabilitación), facilitan un intercambio de la información gráfica entre los agentes del equipo multidisciplinar.

3.3.1. Visualización parcial de la estructura de muros

En esta fase juega un papel importante los elementos “constructivos” integrantes del modelo de información. Todos los muros, pilares, forjados, vigas y cubiertas insertados en el modelo, incorporarán una o varias texturas al asociarles un material de acabado en cada cara (interior, núcleo o lateral y exterior). En el caso de mostrar el modelo en su *estado existente*, la visualización debería recoger las texturas externas. En cambio, en la fase de intervención, los materiales mostrados deberán ser los contenidos en el interior del elemento o *núcleo*.

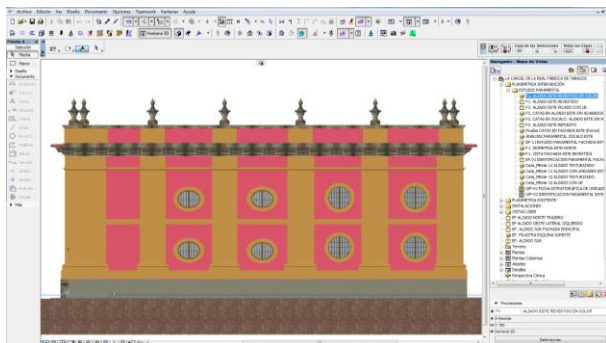


Figura 4. Visualización Completa de elementos. Se muestra el material asociado a la cara exterior del muro. Fachada Este de la Cárcel RFTS.

En una nueva etapa, aplicamos por su idoneidad el asistente de *Visualización parcial de la estructura* de ArchiCAD para mostrar u ocultar los componentes complejos o compuestos del modelo de la Cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla (RFTS). De esta manera filtramos información por distintas vistas para

mostrar las diferentes fases de la intervención: *modelo completo, sin acabados, sólo núcleo* o con *núcleo de los elementos de caga solamente*². En las figuras siguientes mostramos primero el alzado de la fachada Este de La Cárcel de la RFTS con sus paramentos revestidos (Fig.4), y en la segunda la fachada falta de los acabados. (Fig.5)

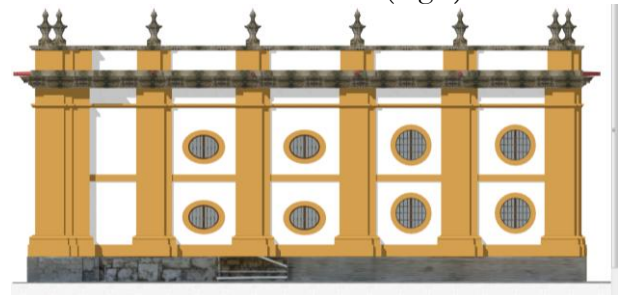


Figura 5. Visualización Sin Acabados del modelo. Los muros se muestran sin pintura y el zócalo Este, una vez picado, las texturas de las fábricas.

Centrémonos en el pedestal de la esquina sureste del modelo anterior para explicar de forma desglosada la metodología aplicada. Partimos de que ya hemos definido la textura en ortoimagen asociada a cada elemento muro del zócalo, en número igual a las catas practicadas. (Fig.6 y 7)

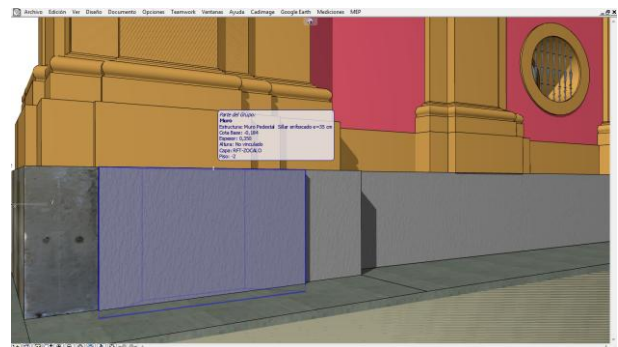


Figura 6. Perspectiva del zócalo este revestido de la Cárcel de la RFTS de Sevilla. Elaboración propia.

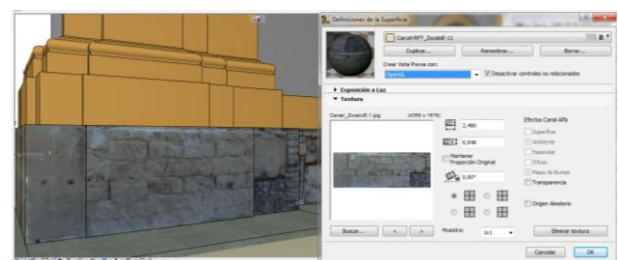


Fig 7. Definición de la textura de la superficie asociada a los muros del pedestal Este. Software ArchiCAD.

Hasta aquí la asignación de mapas a las superficies (exterior, interior y lateral) es independiente de la estratificación del muro. Pero si queremos representar los materiales de sus fracciones interiores, entonces necesitamos otro método para incorporarle las demás texturas. Desde que se inicia el modelado es habitual emplear una estructura por trama simple o *básica* para cada sector del muro cuando no se tiene información de su composición. (Fig.8)

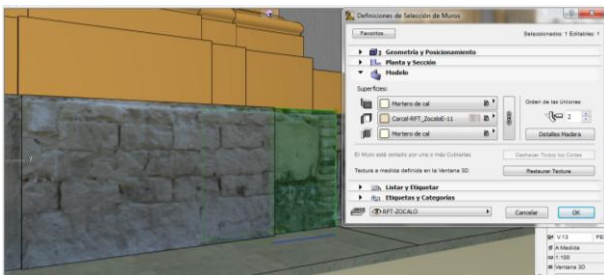


Figura 8. Asignación de las superficies a las caras del muro seleccionado.

Pero en el momento que las indagaciones y catas proporcionen datos firmes, se procederá a sustituirla por la estructura *compuesta* manteniendo su espesor, el cual es adquirido al inicio en la fase de medición del edificio. Así pues, para gestionar la visualización gráfica del modelo se confeccionó unas estructuras compuestas de fracciones mixto con tramas vectoriales y materiales propios, y se le asignó a cada una la categoría o *tipo* dependiendo de su posición o funcionalidad. Para el modelo expuesto se utilizó dos capas: revestimiento exterior y núcleo. (Fig.9)

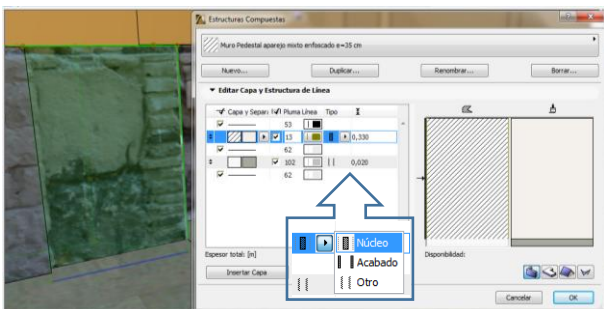


Figura 9. Elección de la categoría (tipo) para cada fracción de la estructura compuesta del muro: Muro Pedestal aparejo mixto enfoscado $e=35$ cm.

Finalmente, fue filtrado todos los elementos estructurales y no estructurales utilizando el asistente de visualización parcial de los elementos compuestos: el tipo *núcleo* para las fábricas de muros y estructuras de forjados, pilares y cubiertas; el tipo *acabado*, donde se incluye los revestimientos finales, como enfoscados y estucados, y los decorativos, abarcando pinturas, alicatados, artesonados de madera y falsos techo; y el tipo *otro*, englobando a aislamientos y morteros bases.

El modelo BIM muestra ahora una información gráfica derivada de las investigaciones acaecidas hasta ese momento, pero que podrá ser enriquecido por otras nuevas sin que suponga una desmembración de la estructura de datos. (Fig.10)

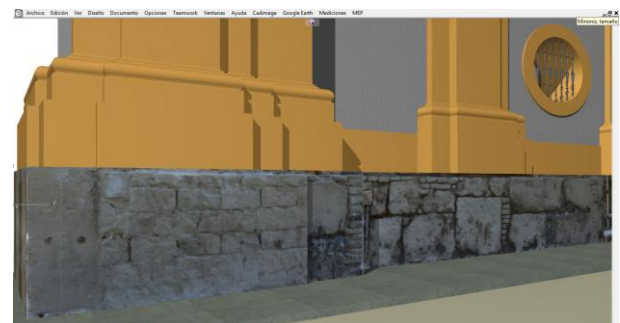


Figura 10. Perspectiva sin acabados del zócalo este de La Cárcel de la RFT de Sevilla mostrando la textura del núcleo. Elaboración propia.

3.4. Visualización de las prospecciones para la lectura paramental

El asistente de *Visualización Parcial de la Estructura* de muros es útil cuando el mapeado u ortofoto cubre totalmente la superficie expuesta del paramento, pero no cuando se han realizado catas dispersas en la superficie del muro interrumpiendo la textura global. En este caso, el procedimiento conlleva que los muros inicialmente incorporados en el modelo, cubriendo varias plantas o crujías, deben ser partidos para incorporarles los nuevos materiales descubiertos. Labor que se complica enormemente cuando se interviene en ciertos edificios que congregan una cronología

heterogénea debido a su dilatada evolución histórica.

Los primeros trabajos comenzaron con la toma de datos in situ, realizando fotografías que permitieran una alta definición en detalles y dirigidas a fracciones concretas. Se daba por hecho que las imágenes serían sectoriales y no cubrirían todo el elemento *muro* que se había introducido en la primera fase de modelado para conformar la fachada. Así, para resolver el mapeado del zócalo Este, se tuvo que dividir en porciones el muro que cubría el largo de toda la fachada, siendo la otra solución el montaje de las fotografías en una sola ortofoto. Este último procedimiento fue el utilizado para los zócalos de las otras fachadas del modelo, al estar los muros faltos de salientes o quiebros en los planos a texturizar. (Fig.11)



Figura 11. Montaje y orto-restitución de un lienzo con aparejo de ladrillos del zócalo Este picado.

Se necesita pues introducir otra técnica de filtrado para completar la funcionalidad del asistente de visualización parcial de la estructura de los elementos del modelo, sobre todo para mostrar las prospecciones puntuales. Además, para aplicar la lectura paramental, el nuevo procedimiento debía identificar las unidades estratigráficas y gestionarlas adecuadamente antes de relacionarlas en la *Matrix* de Harris (HARRIS, 1991).

Como la intervención en los paramentos de la antigua Cárcel fue parcial, disponiendo sólo de algunos sectores picados aislados (o catas) en las fachadas, se decidió que la técnica más adecuada era la incorporación de láminas a modo de revestimientos con las proporciones de cada cata, incorporando la ortofoto en su superficie expuesta, y adosarlas luego a los muros. Éstas se realizaron con la herramienta *forma* de ArchiCAD, para aprovechar su flexibilidad.

La otra opción era la conversión de cada Muro del modelo (elemento empleado para todos los paramentos en el modelado inicial) en un nuevo elemento *forma*, pero se vio esta técnica poco

productiva. Con ella se perdería el filtrado de los paramentos proporcionado por el asistente de visualización parcial de la estructura de muros. Así que, se creó tantas superficies *forma* como catas abiertas en los paramentos. (Fig.12)

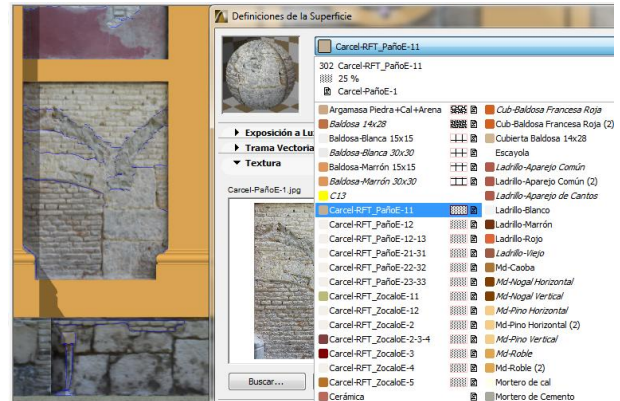


Figura 12. Superficies creadas asociando la ortofoto a cada cata abierta en los paramentos Este.

Después, se introdujo todos los nuevos elementos en una nueva capa: *Catas en Muros*, para que fuesen gestionados adecuadamente en el proyecto HBIM.

Por último, sólo faltaba mostrar las superficies que se habían mapeado en el modelo BIM aplicando las imagen de las prospecciones una vez ortorestituidas. El control de la visualización de las catas en el modelo BIM se realizó mostrando la fachada intervenida *Sin Acabados* y colocando visible la nueva capa de las catas. (Fig.13)



Figura 13. Fachada filtrada sin acabados. Las catas visibles del paramento están realizadas con la herramienta *Forma* e introducidos en la nueva capa: *Catas en Muros*.

3.5. Identificación de unidades estratigráficas

Lo que diferencia una intervención de rehabilitación en un edificio histórico de otra construcción más reciente, es que en la primera es habitual encontrar una transposición de técnicas constructivas en los paramentos desnudos, que hacen necesaria una identificación y sectorización de los diferentes sistemas empleados. Las imágenes tomadas muestran alteraciones en las fábricas de los muros, con cierres de huecos y nuevas aperturas practicadas en los mismos, sustituciones de piezas originales o imposiciones de otras técnicas constructivas habituales en etapas posteriores de su historia. Por tanto, es fundamental en esta nueva fase una sectorización de las imágenes, para que el especialista interviniente aplique sus conocimientos y pueda diferenciar en el modelo zonas (Z), establecer actividades (A) y discriminar unidades estratigráficas en el lienzo analizado (UE) siguiendo la metodología de la Arqueología de la Arquitectura (CABALLERO, 2010).

La opción de sectorización dentro del mismo elemento sí la incorpora la herramienta *forma* de ArchiCAD (operando como *subelementos* de la misma), permitiéndonos introducir las imágenes aisladas de las catas en la fachada intervenida. Así pues, la empleamos en el modelo aplicando una sistemática que no afectara de lleno a la organización del modelo.

La sistemática consistió en crear un paralelepípedo (una *forma* de espesor 1 cm) con las dimensiones exáctas de la cata, para asociarle la ortoimagen del paramento desnudo a la cara expuesta. Esta cara fue editada posteriormente utilizando el lápiz de la paleta de edición de la herramienta *forma* para contornear las unidades estratigráficas identificadas en el muro, introduciendo sucesivamente subelementos dentro del elemento inicial hasta completar el total de la superficie. (Fig.14, 15 y 16)

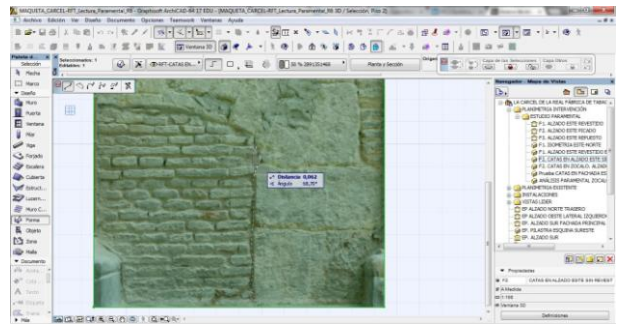


Figura 14. Contorneado de una unidad estratigráfica en la ortoimagen de la cara exterior del elemento Forma.

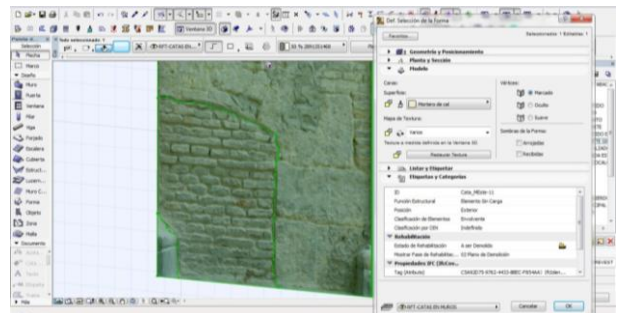


Figura 15. Cierre de la unidad estratigráfica en la ortoimagen de la cara exterior dentro del elemento Forma.

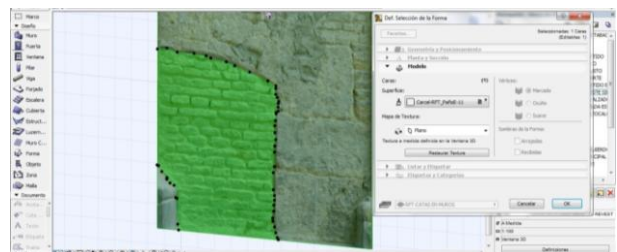


Figura 16. Selección del subelemento (UE) creado dentro de la Forma identificada con el ID Cata_MEste-1.

Una vez finalizado el contorneado de todas las unidades identificadas (por tipologías constructivas), en la cata abierta del muro, se pudo seleccionar cada sector independientemente sin que el mapa asociado sufriera ningún cambio respecto a la imagen inicial. Ahora se disponía de una clasificación gráfica global de los paños intervenidos dentro del modelo de información, pero para que pudiera ser gestionado por el arqueólogo la sistemática nos debía facilitar una identificación segmentada que clasificara técnicas constructivas, unidades o interfaces dentro de un mismo elemento (*muro*). Sólo de este modo



cada sector podría ser relacionado en la matrix de Harris.

Hasta este momento, todos los subelementos creados estaban bajo el mismo ID (*Cata_MEste-11* para las imágenes mostradas), incorporando una imagen global del paño o cata. Para deshacer esta situación de globalidad, se procedió a convertir cada subelemento de la cata expuesta en una nueva *forma*. De este modo, se obtuvo tantas unidades estratigráficas (UE) como contorneados practicados a la imagen origen (Cata). Las UE delimitadas por los contornos anteriores incorporarían una porción del mapa manipulado sin que sufriesen variación las coordenadas de inserción de la imagen. (Fig.17)

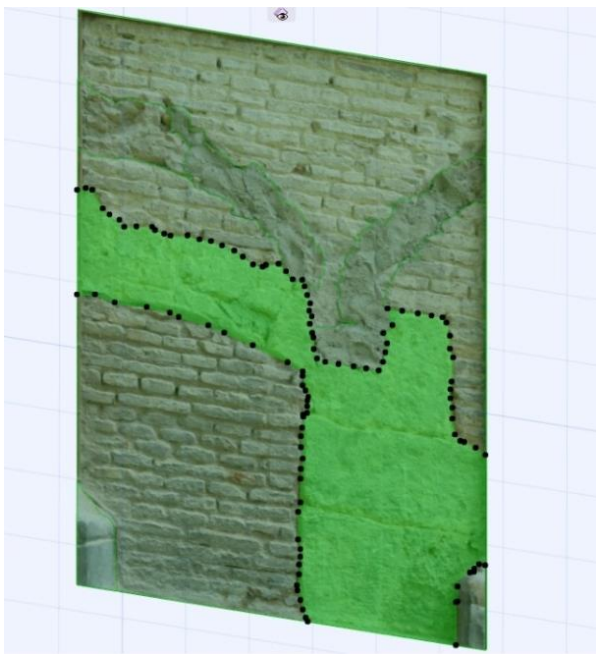


Figura 17. Finalización del contorneado de todas las UE en la cata. Posteriormente podrá ser seleccionado cada sector independientemente.

Otro de los beneficios que proporcionó este procedimiento fue que los nuevos elementos (UE) quedaban como mapas independizados del soporte o superficie anterior (es decir, del paralelepípedo *forma* creado para la Cata). De este modo la Cata seguiría constituyendo un sustento de las Unidades estratigráficas, como una galleta de mortero de un centímetro de espesor.

Para una gestión conveniente de la información finalmente fue creada una nueva capa para incorporar las nuevas unidades estratigráficas (denominadas como *RFT-UE*), permaneciendo solamente las *formas* iniciales contorneadas en la capa *Catas en Muros*. A estos paralelepípedos les fueron asignados el material *Mortero de Cal* para evitar duplicidad de información. (Fig.18)

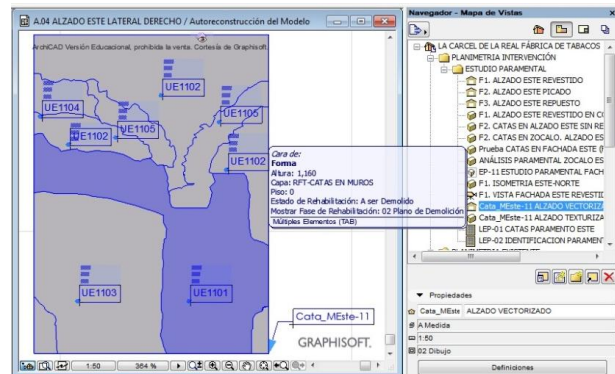


Figura 18. Alzado 2D de la Forma contorneada *Cata_MEste-1*, asociada a la capa *Catas en Muros*.

Todas las catas que inicialmente se incorporaron a la fachada Este de la Cárcel, fueron desgranándose en sucesivas UE e identificándose con un ID correlativo. Para la identificación de las unidades estratigráficas se empleó una etiqueta con el prefijo UE, seguido del número de la cata y del orden en la secuencia cronológica en sentido ascendente (comenzando en la base del muro y finalizando en la coronación): UE 11 01, UE 11 02, UE 11 03,..., para la Cata MEste-11. (Fig.19)

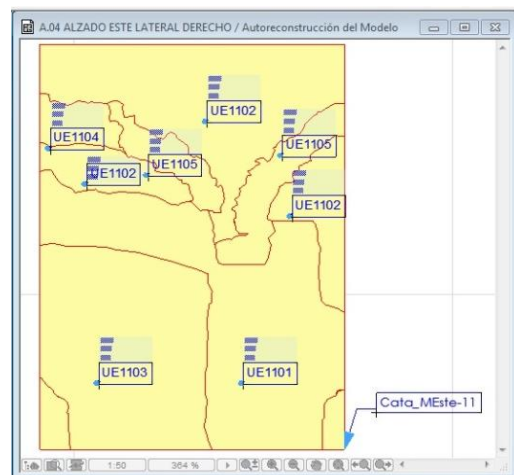


Fig 19a) Alzado 2D de la cata donde se muestra las mismas UE identificadas con una etiqueta. *Cata_MEste-11*.

La figura siguiente muestra el alzado frontal de la fachada Este del modelo de La Cárcel de la RFTS, con las etiquetas visibles de cada UE identificada en el estudio paramental.

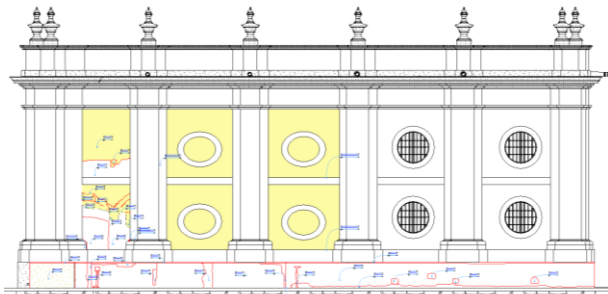


Figura 20. Alzado de la fachada Este de La Cárcel de la RFTS, con las catas coloreadas y las unidades estratigráficas identificadas con etiquetas.

3.6. Asignación de las fases de Rehabilitación

Del mismo modo, el asistente de Rehabilitación ha sido de gran utilidad para la gestión gráfica del modelo BIM, que posibilita cuatro estados de la intervención o *Fases de Rehabilitación*: Estado actual, Estado rehabilitado o intervenido (sin revestimientos) y Estado después de la rehabilitación (que de nuevo incorpora los revestimientos). En una etapa anterior, el modelo BIM de la antigua Cárcel de la RFTS fue elegido para mostrar la funcionalidad del módulo de Rehabilitación de ArchiCAD, con el cual se pudo plantear una hipotética reforma interior para acondicionar un ala del edificio a una nueva biblioteca³.

En esta nueva etapa, se ha querido experimentar con el asistente de Rehabilitación para el estudio paramental del mismo edificio, al considerarse bastante práctico para la gestión de la información gráfica en la prospección, aunque ha sido necesaria su adaptabilidad a las tareas habituales de un arqueólogo especialista. A continuación se expone la sistemática utilizada, apoyada de imágenes aclaratorias del proceso, con la obtención al final de vistas filtradas del modelo que muestran la intervención en los paramentos estratificados.

Primeramente, la planimetría originada del levantamiento del edificio estaba asociada a la

fase 1. *Plano Existente*. En una fase posterior, una vez adquirida la nueva información procedente de las prospecciones, se generaron los planos de la intervención al asignarle a los elementos afectados la fase 2. *Plano de Picado o Demolición*⁴. Aquí se muestran los elementos existentes y se sobrescriben los que van a ser *picados* y *estudiados*. (Fig.21)



Figura 21. Alzado Este de la Cárcel de la RFTS filtrada al aplicar la visualización Sin Acabados y la fase de Plano de Demolición o Picado.

En el estado 3: *Después del Picado* se exhibieron los paramentos sin revestimientos, escondiendo los demolidos y los nuevos proyectados. Las fases 4. *Nueva Construcción* y 5. *Estado Planteado del Estado de Rehabilitación a Elementos* no fueron aplicadas en el estudio paramental, pues dependían de los trabajos y de las conclusiones alcanzadas por las disciplinas competentes, temas que quedaban fuera de los objetivos de la investigación. Para evitar esta confusión entre una tarea de demolición, que implica la destrucción de una unidad de obra (el aparejo de un muro, por ej.) y la de picado, que pretende desnudar un paramento de su revoco, se estableció una nueva Fase de Rehabilitación exclusiva para el análisis estratigráfico paramental, que se denominó *AA. Estudio Paramental*. (Figs. 22 y 23)

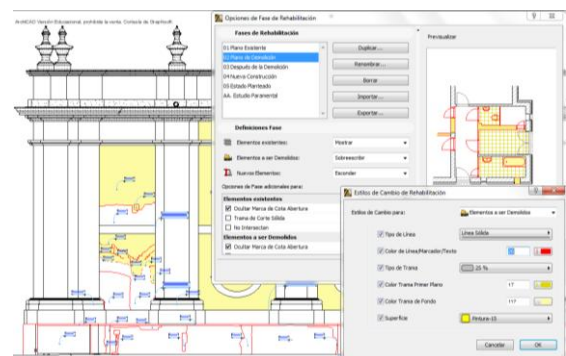


Figura 22. Opciones de visualización para la nueva fase de Rehabilitación creada: AA. Estudio Paramental.

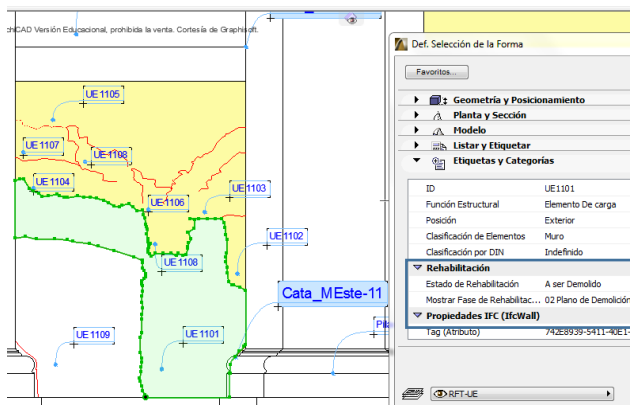


Figura 23. Definición del estado de rehabilitación de la UE1101: a ser Demolido o Picado. Será mostrado en el Plano de Estudio Paramental

4. CONCLUSIONES

Se puede concluir que los modelos de información obtenidos han sobrepasado el concepto de “virtual” para calificarse de “científico”, al sustentarse en un sistema de información preciso, constatable y, en cierto modo, interoperable que queda lejos de los habituales modelos promocionales del patrimonio arquitectónico.

En el campo de la arqueología, el modelo BIM se muestra como una herramienta muy eficaz para asentar la identificación estratigráfica en cualquier estudio paramental. Las entidades paramétricas tipo *muro*, *forjado*, *pilar* y *cubierta* del modelo preliminar podrán ser transformadas en otras más flexibles (*forma* de ArchiCAD) para proceder a una subdivisión en nuevos subelementos o unidades estratigráficas (UE).

BIBLIOGRAFÍA

AZKARATE, Agustín (2002): “Intereses cognoscitivos y praxis social en la arqueología de la arquitectura”, en *Arqueología de la Arquitectura*, Vol. 1. Madrid, p. 55-71.

CABALLERO ZOREDA, Luis (2010): “Experiencia metodológica en Arqueología de la Arquitectura de un grupo de investigación. Instituto de Historia. CSIC. Madrid”, en *Arqueología aplicada al estudio e interpretación de edificios históricos. Últimas tendencias metodológicas*, Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 103-119.

La sistemática empleada, que pensamos es fácil y automática, no tiene límites de subdivisión. Además, las ortofotos asociadas inicialmente a las superficies de cada entidad (que las relacionamos con una cata o porción de muro) sufrirán el mismo proceso de fraccionamiento. El resultado se traduce en la obtención de tantas unidades estratigráficas (UE) como contorneados practicados a la forma origen (Cata). Cada nueva UE delimitada incorporará una fracción de la imagen global, tomada en los trabajos de prospección, sin que varíen sus coordenadas de inserción en la primera fase de texturizado del modelo.

Confirmar que el Sistema BIM genera un modelo gráfico de entidades paramétricas que permite la correcta clasificación y administración de la información recopilada. El que hemos denominado Modelo de Información del Edificio Histórico o proyecto HBIM (Historic Building Information Modelling Project) nos facilitará un mejor entendimiento del Patrimonio arquitectónico y arqueológico, una verdadera labor de construcción y análisis del modelo, con la obtención de los documentos gráficos del proyecto de intervención. Hechos que derivarán fundamentalmente en un “conocimiento científico del edificio, fruto del análisis de las pruebas y ensayos realizados” (LATORRE y CÁMARA, 1997).

- CARANDINI, A. *Storie dalla terra. Manuale di scavo archeologico*. Torino: Einaudi, 1996.
[online] http://www.carmencovito.com/rossanero/carandini_estratti.pdf
- COLOMA PICÓ, Eloi (2008): “Aplicaciones BIM para el diseño arquitectónico”, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, en *Actas del XII Congreso Internacional de EGA 2008*, Madrid, pp. 225-233.
- GRAPHISOFT España (2010): *Diseño Compartido con BIM*. Graphisoft. Madrid.
- GRAPHISOFT España (2010): *La próxima evolución BIM: Colaboración abierta en todas las áreas con ArchiCAD BIM*. Disponible en: <http://www.graphisoft.com/products/archicad/> (visitada el 14-07-2010).
- HARRIS, E.C. (1991): “Principios de estratigrafía arqueológica”. Prólogo a la edición española de Emili Junyent. Editorial crítica. Barcelona.
- JIMÉNEZ MARTÍN, Alfonso y PINTO PUERTO, Francisco (2003): *Levantamiento y análisis de edificios. Tradición y Futuro*, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. IUCC, Sevilla.
- LATORRE, P. y CAMARA, L. (1997): “Sistemas de información para la conservación del patrimonio”. Ponencia presentada en el *CIPA International Symposium*.
- MANNONI, Tiziano (1998): “Analisi archeologiche degli edifici con strutture portanti non visibili”, en *Archeologia dell' Architettura*, p. 81-85.
- MORALES SÁNCHEZ, José. (1991): *La Real Fábrica de Tabacos, Arquitectura, Territorio y Ciudad en la Sevilla del siglo XVIII*, Primer premio de arquitectura COAAO, Sevilla.
- MURPHY, Maurice, MCGOVERN, E., & PAVIA, S. (2009): “Historic building information modelling (HBIM)”, in *Structural Survey*, 27(4), 311-327.
- MURPHY, Maurice, MCGOVERN, E., & PAVIA, S. (2011): “Historic Building Information Modelling - Adding Intelligence to Laser and Image Based Surveys”, in 4th ISPRS International Workshop, *3DARCH 2011: “3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures”*, Trento, Italy, 2-4 March 2011.
- NIETO JULIAN, Juan Enrique (2012). “Generación de modelos de información para la gestión de una intervención: La cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla”, in *Virtual Archaeology Review VAR*, 3(5), pp. 63-67,
[online] <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4229213>
- NIETO JULIAN, Juan Enrique, MARÍN, D., RICO, F., MOYANO, J.J (2012): “La interoperabilidad del modelo virtual de información”, en *Libro de Actas del XI Congreso internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación*, Valencia, pp. 743-750, [online] https://www.academia.edu/8153627/LA_INTEROPERABILIDAD_DEL_MODELO_VIRTUAL_DE_INFORMACION
- NIETO JULIAN, Juan Enrique, MOYANO, J.J., RICO, F., ANTÓN, D. (2013): “La necesidad de un modelo de información aplicado al patrimonio arquitectónico”, en *Libro de Actas del 1º Congreso nacional*

BIM - EUBIM 2013, Valencia, pp. 21-32, [online]
https://www.academia.edu/3504175/LA_NECESIDAD_DE_UN_MODELO_DE_INFORMACION_APLICADO_AL_PATRIMONIO_ARQUITECTONICO

NIETO JULIAN, Juan Enrique (2014): *Generación de modelos de información para la gestión de una intervención en el Patrimonio Arquitectónico*, Tesis Doctoral, Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación, Universidad de Sevilla.

RICO DELGADO, Fernando (2009): *Modelo de diagnóstico por imágenes en edificación mediante la aplicación de tecnologías avanzadas*, Tesis Doctoral, Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación, Universidad de Sevilla.

REFERENCIAS

1 El campo ID está ubicado en el panel de Etiquetas y Categorías de cada elementos de construcción de ArchiCAD.

2 Visualización Parcial de Elementos Compuestos. Ayuda de ArchiCAD en :
file:///C:/Program%20Files/Graphisoft/ArchiCAD%2018/Ayuda/Files/wwhelp/wwhimpl/js/html/wwhelp.htm#href=03_2_Views_Virtual%20Building.08.140.html

3 El módulo de Rehabilitación y Reformas de ArchiCAD. Video en español de Rehabilitación de la antigua Cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla [Publicado online el 31/5/2012]:
https://www.youtube.com/watch?v=xDQzF_dPx7s

4 El término de Demolición lo introduce el asistente de Rehabilitación de ArchiCAD por ser habitual en la remodelación de edificios. El término equivaldría al de Intervención (o Picado de revestimientos) en un edificio histórico.