

## PLATAFORMA VIRTUAL PARA EL DISEÑO, PLANIFICACIÓN, CONTROL, INTERVENCIÓN Y MANTENIMIENTO EN EL ÁMBITO DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO “PETROBIM”

**Mateos Redondo, Félix Javier<sup>1\*</sup>; Valdeón Menéndez, Luis<sup>1</sup>; Rojo Álvarez, Araceli<sup>1</sup>; Armisen Fernández, Alberto<sup>2</sup>; García Fernández-Jardón, Brezo<sup>2</sup>**

1: GEA Asesoría Geológica.

e-mail: [felix@geaasesoriageologica.com](mailto:felix@geaasesoriageologica.com), web: <http://www.geaasesoriageologica.com>

2: CONTROL-BIM

e-mail: [alberto@controlbim.com](mailto:alberto@controlbim.com), web: <http://www.petrobim.com>

**PALABRAS CLAVE:** “Patrimonio histórico, gestión del patrimonio, modelos 3D, BIM, visores gráficos 3D”

### RESUMEN

Desde los emblemáticos conjuntos histórico-artísticos incluidos en la lista de Patrimonio Mundial de la Humanidad a los miles de monumentos diseminados por la geografía mundial, en los proyectos, planes directores, estudios, memorias o planes de conservación, gestión o divulgación de bienes culturales, se ha venido utilizando documentación gráfica delineada o archivos gráficos tridimensionales (3D) que aportan una información muy limitada en lo que a la presentación, explotación y consulta gráfica o de datos se refiere, o en su caso han de apoyarse en rígidas llamadas externas que no siempre funcionan de forma efectiva o completa. Además, las sucesivas intervenciones que tienen lugar a lo largo de los años sobre un mismo bien cultural, dan lugar a una gran cantidad de información y documentación tanto escrita como gráfica, en soporte papel y digital, con diferentes formatos de archivo, y manejada por diferentes técnicos con el paso del tiempo, que hacen enormemente difícil su manejo, almacenaje, análisis y actualización.

Con el objetivo de solventar estos problemas nace **PetroBIM**, una plataforma virtual, creada mediante el uso de tecnología propia [WOB: “Walking On BIM”], basada en una potente pero amigable herramienta de gestión y consulta que, a lo largo de todo el ciclo de vida de cada bien cultural (diseño, planificación, control, intervención y mantenimiento) permite, a través de bases de datos vinculadas a modelos BIM 3D y un visor tecnológico específico desarrollado con este fin, convertir la información de los clásicos planes directores y proyectos de restauración ligados a la conservación del patrimonio histórico y arqueológico, en un único y vivo modelo 4D, que permite caminar, navegar e interactuar por él, crear secciones virtuales, actualizar la información, generar filtros para consultas gráficas y numéricas de tantos elementos como estén en el modelo y generar búsquedas a información.

### 1. INTRODUCCIÓN

PetroBIM es una potente herramienta interactiva, que se maneja desde un visor de diseño amigable e intuitivo, concebida para desarrollar y ejecutar proyectos de conservación de patrimonio histórico, capaz de presentar e intercambiar entre los diferentes colaboradores, todo tipo de información vinculada a esos proyectos (técnica, histórica, artística...), integrándola en elementos visuales tridimensionales dinámicos y navegables, que son operables y revisables en todo momento.

Todo ello facilita la realización de observaciones, análisis, mediciones y conclusiones a todos los niveles, lo que la convierte en una herramienta absolutamente innovadora preparada para una gestión

eficiente y segura de los procesos actuales de conservación del Patrimonio histórico y difusión del conocimiento asociado.

La utilización de esta plataforma afecta desde el mismo inicio de los trabajos, el modo en que se abordan y desarrollan los proyectos de estudio o de ejecución de bienes históricos monumentales y arqueológicos. Actualmente, la realización de una gran mayoría de este tipo de proyectos, se basa en la acumulación física y estática de la documentación asociada, normalmente muy centralizada, pero sin interacción entre ella (Figura 1). Todo cambio en la redacción de cualquier fase o partida presupuestaria debe ser modificada a mano en los planos respectivos. Del mismo modo el proyecto técnico plasmado, bien en papel o en archivos digitales, queda cerrado cuando se entrega al promotor (lo más frecuente una administración pública) y permanece estático –intocado-. Incluso cuando se entrega la obra ejecutada, nunca quedan reflejadas las habituales modificaciones que surgen durante los procesos de conservación, restauración o rehabilitación.

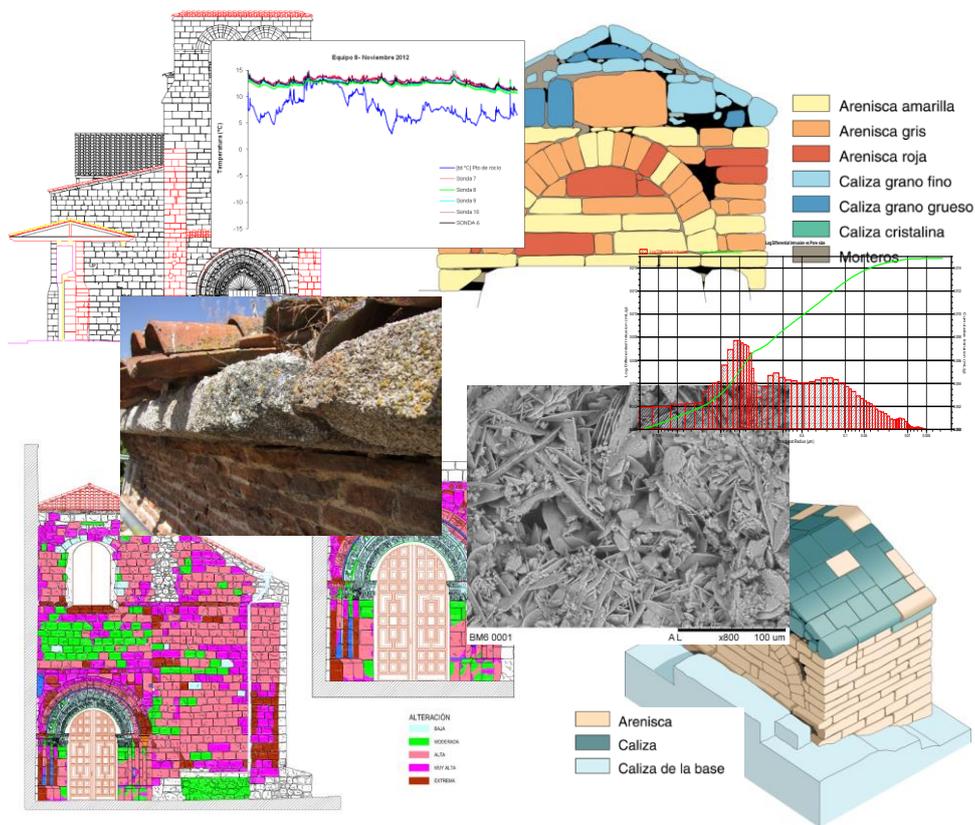


Figura 1.- Ejemplo de la múltiple información (informes, gráficos, imágenes, planos, análisis, esquemas, etc.) que se generan a expensas de proyectos, planes directores, estudios, memorias o planes de conservación, gestión o divulgación de un bien cultural.

En definitiva, la elaboración y contenido de los proyectos *tradicionales* es poco o nada dinámico, está demasiado centralizado y son cerrados. Se sabe que en la mayoría de las intervenciones, las modificaciones al proyecto, aunque permitidas, son la norma que ocasiona no pocos retrasos y malentendidos entre las partes implicadas. Finalmente las modificaciones y nuevas aportaciones al bien intervenido no suelen quedar reflejados en el proyecto original, ya cerrado al principio. Este es uno de los numerosos aspectos que se pretenden superar con la metodología PetroBIM.

Con la incipiente utilización de la metodología BIM (Building Information Modelling) en nuevos proyectos arquitectónicos e industriales, éstos pasan de ser meros planos trazados con líneas, a modelos tridimensionales paramétricos con información asociada, donde los elementos constructivos (zapatas, puertas, muros, tuberías...) llevan información vinculada de sus características, proporcionadas por cada fabricante. Sin embargo esos vínculos solamente son informativos y

estáticos, con una total ausencia de vínculos entre ellos. Al entrar en juego un ámbito tan específico como el de la conservación del patrimonio, surge la necesidad de modificar y adaptar estas metodologías BIM [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7], siendo uno de los fundamentos de PetroBIM, el establecimiento de una verdadera comunicación interactiva entre datos de elementos constructivos y su reflejo en el modelo geométrico tridimensional, haciéndolo además con información específica de los proyectos de conservación, que al no ser elementos procedentes de procesos de fabricación industrial hay que determinar en cada tipo. Este es el novedoso y exclusivo planteamiento de PetroBIM.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

### 2.1 Componentes de la herramienta

PetroBIM se ha centrado en el diseño, desarrollo y programación de los tres componentes que conforman esta aplicación; datos de entrada, servidor y visor (Figura 2).

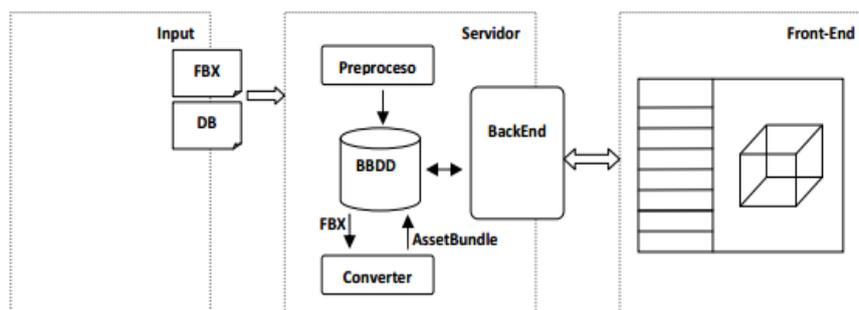


Figura 2. Esquema ilustrativo de la arquitectura de la aplicación interactiva a desarrollar, donde además del componente relativo a los datos de entrada, constará de dos subsistemas. Por un lado estarán los procesos y aplicaciones que se ejecutarán en el servidor, y por otro lado, estará el visor que será la parte operativa para los usuarios.

Los datos de entrada (INPUT), tienen como objetivo predefinir, delimitar y optimizar el formato y contenido final de salida de los archivos .fbx y definir los parámetros de las bases de datos que serán utilizados como entrada en el servidor para cada una de los nueve módulos de trabajo específicos de los cuales consta PetroBIM. Dado que mayoritariamente y en el mejor de los casos, se dispone únicamente de alzados y plantas 2D en formato .dwg (Autocad), en primer término se ha trabajado en la optimización de la conversión de estos planos trazados con líneas, a modelos tridimensionales paramétricos con información asociada, por ser éstos los que han de convertirse en la entrada al citado servidor.

En segunda instancia ha sido necesario desarrollar el servidor encargado de recibir los ficheros en formato .fbx y sus metadatos asociados, realizar las operaciones de pre-proceso y conversión, y servir inmediatamente los datos pedidos desde el visor. Finalmente, se ha desarrollado el visor, consistente en un “frame” integrado en Web que funcionará en los navegadores más comunes: Chrome, Firefox, Explorer, Safari, Opera. A su vez cuenta con dos subsistemas: el sistema de visualización 3D y el “front-end” de consulta y manejo para el cliente.

### 2.2 Operación con la herramienta

La operatividad del programa permite vincular datos de todo tipo (atributos) al modelo geométrico tridimensional importado a la plataforma virtual en formato \*.fbx (Figura 3). El programa conduce la entrada selectiva, ya precargada, de toda información característica de estos proyectos, elemento a elemento (sillares, estatuas, ornamentos, retablos, verjas...), propiedad a propiedad, permitiendo introducir nuevos conceptos cuando surjan, organizándolo mediante criterios adquiridos desde una profunda experiencia acumulada en el ámbito de la *conservación de patrimonio*. El potente software de procesado está preparado para resolver consultas de los usuarios operando datos ya introducidos, o

para aplicar filtros selectivos, representado gráficamente y de forma inmediata esos aspectos en el modelo tridimensional dinámico, y todo desde un visor de diseño sencillo y amigable. Al operar el sistema en red, la comunicación entre cada usuario es inmediata, quedando la información que se introduce inmediatamente actualizada, accesible y centralizada.

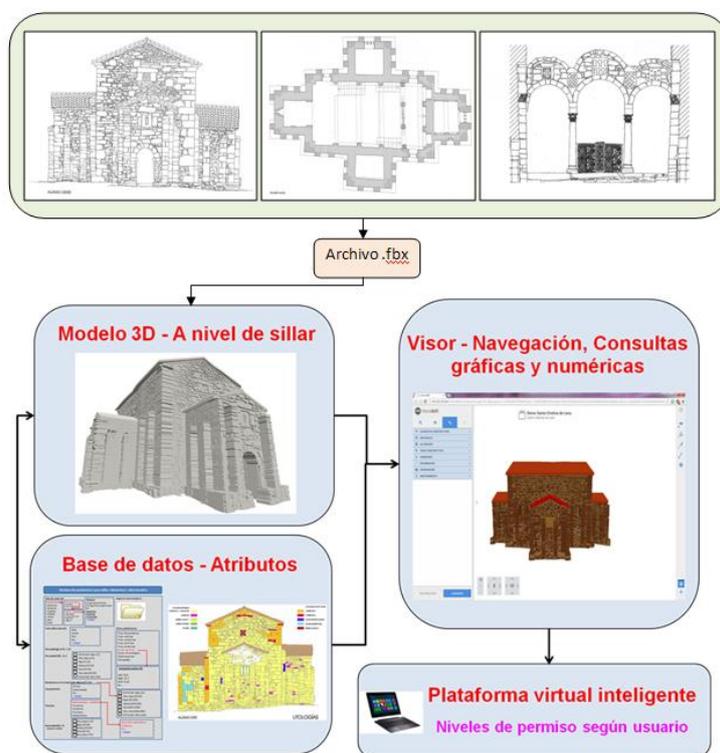


Figura 3. Esquema de la forma en que trabaja la plataforma virtual. Partiendo de planimetría 2D se levanta el modelo 3D al nivel de detalle deseado. A continuación para cada uno de los elementos modelados se le asignan una serie de atributos. Finalmente desde el visor, y vía internet, se puede navegar y realizar consultas gráficas y numéricas.

### 2.3 Descripción de los módulos

Se procede a describir de una manera sucinta los módulos específicos inicialmente implementados en la plataforma virtual, ampliables en futuras versiones, a fin de intentar dar una idea de los objetivos perseguidos y de su relevancia para los profesionales ligados al campo de la conservación del patrimonio histórico.

- **PetroBIM Modelado 3D:** es el punto de partida para el resto de los módulos ya que en la mayor parte de los casos, retroalimentará tanto el servidor como el subsistema de visualización 3D de los otros módulos específicos. Partiendo de la información disponible (Ej.: alzados y plantas 2D en formato .dwg, nube de puntos de láser scan, fotogrametría) se procede a la construcción del modelo tridimensional paramétrico, con el nivel de detalle exigido en cada caso (desde nivel de sillar o equivalente). Es el paso previo para poder trabajar con la herramienta PetroBIM. En su caso, dicho modelo 3D puede ser directamente proporcionado por el usuario.
- **PetroBIM Elementos constructivos:** importado el modelo 3D a la herramienta PetroBIM y desde el visor creado a este fin, este primer módulo operativo permite discriminar los elementos constructivos modelados, en función de su tipología desde un punto de vista arquitectónico (Ej.: sillería; sillarejo; elementos ornamentales; esculturas, cubiertas, unidades estratigráficas). Esta primera clasificación es de gran interés a la hora de realizar búsquedas combinadas entre módulos ya que permite discriminar/seleccionar rápidamente grandes grupos arquitectónicos del monumento en análisis (Figura 4).

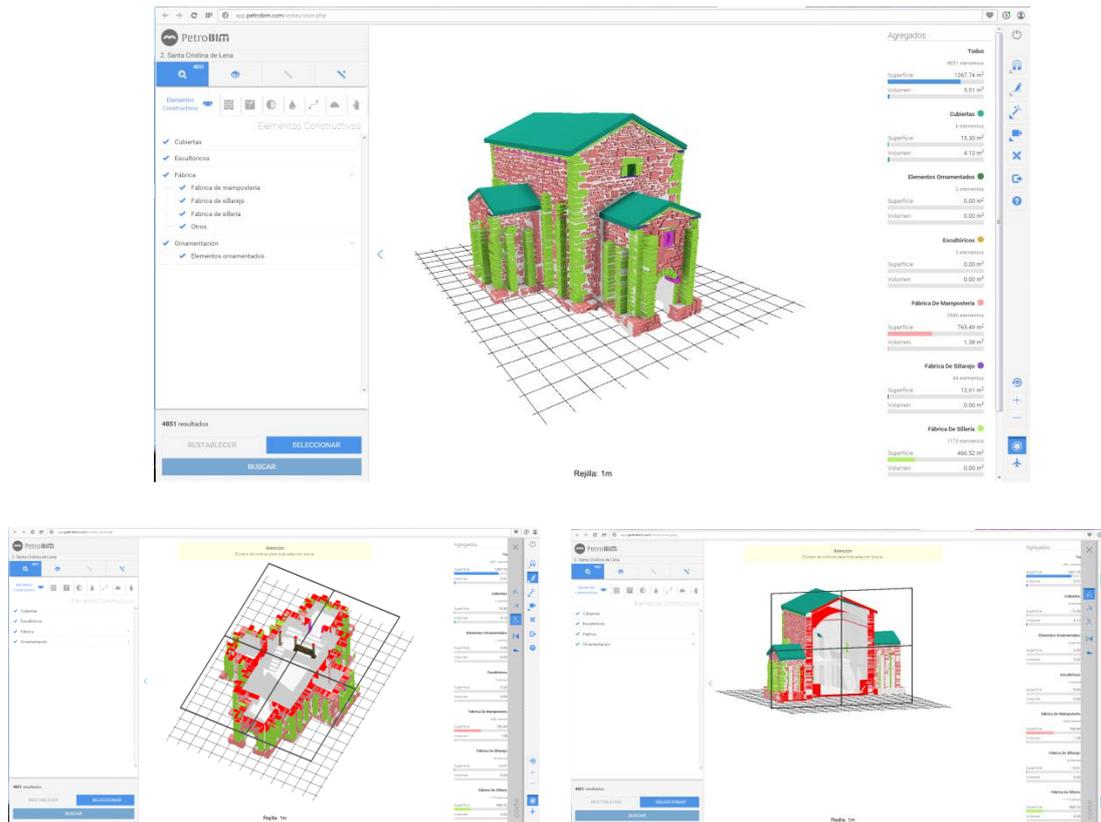


Figura 4. Distribución de elementos constructivos según su tipología (arriba) y secciones generadas a partir del modelo tridimensional (abajo) de la iglesia de Santa Cristina de Lena (Asturias).

▪ **PetroBIM Materiales constructivos:** es un módulo especialmente pensado para recoger la información derivada de fases de estudios previos (Ej.: petrólogos, arqueólogos, historiadores) a fin de poder ser utilizada posteriormente tanto en la preparación de proyectos de restauración (Ej.: arquitectos, restauradores) como en proyectos expositivos o de divulgación. Partiendo de la información relativa a los materiales constructivos presentes en un determinado bien cultural (alzados 2D digitales, planos impresos, fotografías, dibujos, etc.), e integrando ésta en la maqueta virtual obtenida con el módulo anterior, se obtiene un modelo tridimensional que recoge la distribución de cada tipo de litología pétreo, mortero, revestimiento, maderas, elementos metálicos y/o vidrios, etc., presentes. Igualmente el módulo permitirá introducir toda una serie de atributos para cada uno de estos materiales (propiedades físicas, tipos de acabado, si es original o procede de reposiciones, etc.).

La utilización de los dos subsistemas del visor, permitirá al usuario aplicar toda una serie de filtros de visualización e información, obteniendo imágenes tridimensionales (Figura 5) y datos asociados relativos a la distribución de un determinado material constructivo y su volumen o superficie, la distribución de una determinada propiedad (temperatura superficial, porosidad, densidad, etc.).

▪ **PetroBIM Alteración:** es un módulo específicamente pensado para profesionales que realizan estudios del estado de alteración de bienes culturales y aquellos otros que de manera directa o indirecta posteriormente utilizan dicha información. En la misma línea que el módulo anterior, toda la información disponible en forma de alzados digitales, inventarios y fichas gráficas de alteración, se integra en la maqueta virtual derivada del módulo PetroBIM Modelado 3D, obteniendo así un modelo tridimensional de las patologías presentes (Ej.: eflorescencias, pérdidas de volumen, arenización, pátinas de suciedad). La visualización tridimensional de estas patologías y las posibles consultas en relación con la información asociada (Ej.: superficie afectada por una determinada patología, mediciones, conductividad eléctrica, tipo de sales o de patina biológica) representa un extraordinario valor añadido para aquellos técnicos responsables de determinar las causas y mecanismos del

deterioro, y fundamentalmente para los profesionales redactores de los proyectos de restauración, en este último caso en estrecha relación con el módulo PetroBIM intervención (Figura 5).

Dada su especificidad y casuística, tanto las patologías relativas a la presencia de humedades como aquellas que hacen referencias a temas estructurales son tratadas en sendos módulos específicos (PetroBIM Humedades y PetroBIM Deformación).

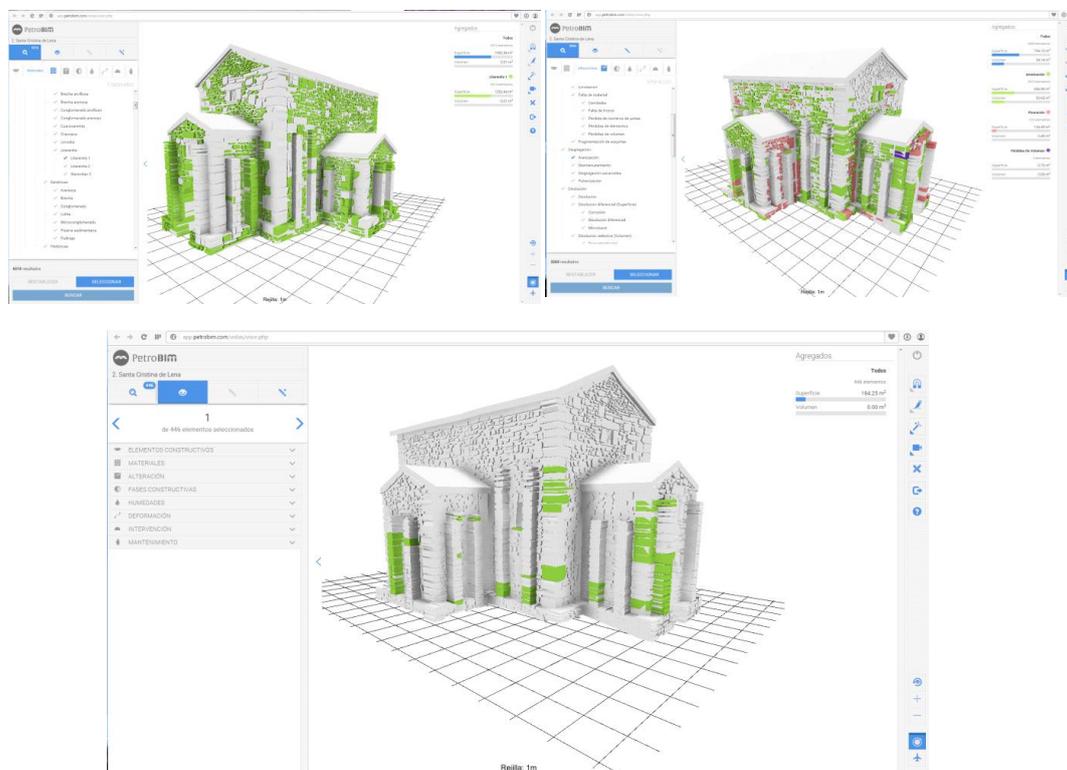


Figura 5. Arriba: Consulta gráfica dentro del módulo PetroBIM Materiales Constructivos, de la distribución tridimensional de una determinada litología (izquierda) y de tres tipos específicos de patologías (derecha) en el módulo PetroBIM Alteración. Abajo: consulta gráfica combinada entre diferentes módulos (en verde se observan elementos constructivos de tipo sillería, construidos con la variedad pétreo denominada litoarenita y con fenómenos de arenización).

- **PetroBIM Fases constructivas:** es un módulo con una clara orientación a arqueólogos, historiadores y profesionales de la arquitectura. Levantada la maqueta virtual tridimensional y asignados a cada uno de sus elementos los correspondientes atributos temporales o constructivos (Ej.: datos históricos, edad radiométrica, tipo de talla, tipo de mortero de juntas, reconstrucciones, unidades estratigráficas), se pueden realizar múltiples consultas gráficas o numéricas, donde de una manera rápida y sencilla se puede visualizar/analizar la información de interés (Ej.: siglo de construcción, época histórica, etapa constructiva), pudiendo incluso obtener animaciones 3D de las secuencias temporales o constructivas deseadas, o bien aislar una de ellas.

- **PetroBIM Humedades:** es un módulo dedicado exclusivamente a estudiar y monitorizar los problemas de humedad presentes en un bien cultural, por ser éste, uno de los problemas más relevantes en la conservación del patrimonio. Partiendo nuevamente de la reconstrucción tridimensional del bien objeto de estudio, se podrá alimentar la base de datos asociada con los datos disponibles en cada caso (Ej.: humedad y temperatura ambiental, humedad y temperatura superficial de los materiales, punto de rocío, humedad y temperatura a una determinada profundidad, condensación, temperatura termográfica). Una de las variables de este módulo, es que se podrán introducir para un mismo elemento, diferentes valores de un determinado parámetro en función del tiempo. Se podrán realizar múltiples consultas gráficas o numéricas, donde de una manera rápida y sencilla se pueda

visualizar/analizar la evolución de la información de interés (Ej.: zonas de condensación, zonas de mayor menor humedad). Igualmente, se podrán obtener series temporales tanto gráfica (Ej.: animaciones 3D de la desecación de los muros tras el cambio de cubiertas) como numéricamente.

- **PetroBIM Deformación:** es un módulo específico dedicado a la inspección, control y monitorización de aquellos problemas estructurales normalmente asociados a los bienes culturales. Este módulo permite introducir una serie de atributos de índole topográfico/estructural (Ej.: coordenadas X-Y-Z, datos de fisurómetros, inclinómetros, medidas de deformación, afecciones estructurales: grietas, fisuras, hundimientos) para cada uno de los elementos definidos en el modelo (Ej.: sillares, elementos arquitectónicos y/o escultóricos). Como en el caso anterior, se podrán introducir diferentes valores en función del tiempo, por lo que, las múltiples consultas gráficas o numéricas a realizar, permitirán obtener además series temporales tanto gráfica (animaciones 3D de la deformación del edificio con el paso del tiempo) como numéricamente. Uno de los aspectos más relevantes es que permitirá implementar estudios de deformación estructural basados en el uso de tecnologías SAR (Synthetic Aperture Radar) [8, 9, 10].

- **PetroBIM Intervención:** es un módulo claramente orientado a la redacción de los proyectos de restauración y a los posteriores controles durante la obra. Toda la información disponible en forma de alzados digitales de las acciones a ejecutar (Ej.: limpieza, rejunteado, saneamiento, reintegración, sustitución, desalinización, cosidos, hidrofugación) en cada una de las fases de intervención, se pueden integrar en el modelo 3D. En este módulo adquieren gran importancia las consultas gráficas relativas a las mediciones de una determinada acción a ejecutar (Ej.: metros cuadrados a hidrofugar), ya que, si la base de datos asociada recoge información relativa a los costes y duración de las mismas (Ej.: horas de trabajo, coste del hidrofugante) este módulo puede tener una gran utilidad durante la fase de redacción del proyecto de restauración, y aún mayor, durante el control de costes en la ejecución de la obra, donde la simple variación de tiempo y coste nos permite obtener cálculos automatizados de los costes incurridos y con ello un exhaustivo control de las certificaciones de las empresas ejecutoras de la restauración. No menos importante es la posibilidad de dejar verdadera constancia mediante este módulo de las labores realmente ejecutadas, y no sólo la recogida en el proyecto de restauración original. Constituirán una información extraordinaria tipo “*as built*” de cara a futuras intervenciones.

**PetroBIM Mantenimiento:** es un módulo destinado a los técnicos responsables de velar por la gestión y mantenimiento de los bienes culturales intervenidos. Finalizadas las labores de conservación/restauración, es necesario acometer el plan de mantenimiento habitualmente recogido dentro del plan de restauración. A través de este módulo, se puede ejercer un exhaustivo control de dichos planes, convirtiendo la maqueta virtual y los datos asociados en un verdadero diario de las acciones de mantenimiento que se van ejecutando con el paso de los años, fechas, tipología, etc.

El módulo permitirá implementar sistemas de alarmas, de especial interés para aquellos organismos e instituciones que tienen bajo sus competencias múltiples bienes culturales, que mediante un e-mail pondrá en conocimiento de los técnicos elegidos a este fin, las fechas y tareas a ejecutar en cada bien cultural según los planes de mantenimiento diseñados.

### 3. BONDADES DE LA HERRAMIENTA PETROBIM

Tras de años de trabajo propio en el ámbito de la conservación y frecuentes colaboraciones pluridisciplinarias, la plataforma virtual desarrollada intenta dar respuesta a una serie de demandas de clara necesidad, que condicionan sus actuales características:

- **PetroBIM como herramienta novedosa y exclusiva:** Se concibe esta plataforma como una primicia que organizará la entrada selectiva de datos únicos no estandarizados, procesándolos y quedando instantáneamente vinculados al modelo gráfico tridimensional. Se trata de una herramienta exclusiva, preparada para proyectos de estudio o ejecución de bienes de patrimonio arquitectónico y arqueológico, haciéndolo de inmediato desde una herramienta informática de sencillo manejo y amigable estructura. La información es susceptible de ser continuamente procesada para ofrecer

nuevos resultados que hay que ir ajustando para elaborar y ejecutar de una manera óptima este tipo de proyectos, lo que finalmente repercutirá en su puesta en valor en una sociedad que lo requiere y lo utiliza como recurso cultural.

- **Descentralización y accesibilidad de la información:** Esta plataforma está diseñada para permitir la entrada continua de información y por múltiples usuarios especializados (el de los profesionales que lo elaboran o lo gestionan), desde cualquier localización que esté en línea, información que va quedando disponible en un servidor en red de acceso controlado a esos usuarios. Como consecuencia, esa información estará siempre disponible y podrá ser actualizable o consultada por todos, en todo momento. Se acabará así con las continuas comunicaciones entre profesionales para resolver dudas, las esperas o los traslados al sitio para buscar, comprobar o modificar información que finalmente tendría que ser trasladada a planos, dosieres, etc. Con PetroBIM se incorporará información que será accesible a todos los participantes.
- **Herramienta de estudio y análisis de los bienes culturales:** Los usuarios pueden hacer consultas selectivas e interactivas, combinando la información ya introducida (por ejemplo, se pide una consulta para conocer qué elementos constructivos Z están afectados por una información de tipo X si cumple una propiedad Y). Un resultado insatisfactorio permite plantear el número de consultas necesarias para esclarecer la información. Por ello, es una herramienta fundamental para cualquier tipo de estudios, desde documentales e históricos hasta técnicos, al devolver resultados de todo tipo de elementos constructivos (ornamentales, artísticos, de fábrica), fechas, propiedades, localizaciones, que informa de una parte o la totalidad de los conjuntos que están siendo analizados.

Aunque las consultas a realizar permiten obtener gran cantidad de datos (Ej.: superficie, volumen, coste), el corazón de la herramienta es la forma de presentar dicha información, a través de representaciones gráficas tridimensionales interactivas de cualquier característica o propiedad introducida o procesada sobre el modelo geométrico, que al ser totalmente manejable y escalable, facilita instantáneamente la extracción de información técnica o de conclusiones, históricas, documentales, proyectuales, económicas o de difusión.

- **Elaboración de proyectos profesionales:** PetroBIM está diseñado para facilitar y orientar la entrada de información a diferentes niveles de especialización, utilizando para ellos una serie de módulos característicos de trabajo, que responden a las necesidades de los diferentes profesionales involucrados en la conservación del patrimonio monumental.

A modo de ejemplo, dentro de los 9 módulos predefinidos (ampliables), se ha implementado un módulo específico orientado a la planificación de las obras de intervención (Módulo PetroBIM Intervención). En éste, el usuario podrá aislar determinados elementos constructivos del bien a intervenir (Ej.: elementos ornamentales de arenisca tipo 1 y grado de alteración 2 y 3) y asignar automáticamente uno o varios tipos de actuación a realizar sobre ellos (Ej.: limpieza láser). Dado que automáticamente se conoce la superficie afectada por estas variables y los costes asociados a las actuaciones planteadas, se pueden simular diferentes escenarios de una manera rápida y sencilla para cada una de las unidades de obra del proyecto. La gran ventaja sobre la elaboración tradicional de proyectos de intervención es que cualquier cambio que se introduzca en una fase para un determinado elemento o conjunto de ellos produce un nuevo resultado paramétrico, pero inmediatamente representado en el modelo tridimensional quedando accesible al resto de los usuarios.

- **Difusión y explotación de recursos culturales:** Al ser PetroBIM un modelo 4D vivo, que permite caminar, navegar e interactuar por él, crear secciones virtuales, actualizar la información, generar filtros para consultas gráficas y numéricas de tantos elementos como estén en el modelo y generar búsquedas a información, (histórica, arquitectónica, material, documental...), es una potente herramienta de estudio para profesionales (Ej.: historiadores y arqueólogos), pero además aspira a convertirse en una sofisticada herramienta de difusión pública y de explotación cultural y, por qué no, turística, que contribuirá a valorizar los bienes culturales representados y por extensión, los de cualquier ámbito que los aglutine.

#### 4. CONCLUSIONES

La transmisión a las siguientes generaciones, en las mejores condiciones posibles, del patrimonio histórico-artístico, es una obligación moral de todas las sociedades civilizadas. Por ello, todos los desarrollos tecnológicos encaminados en este sentido, tales como PetroBIM, han de considerarse como una eficaz herramienta en la consecución de esta complicada tarea.

PetroBIM es una novedosa herramienta diseñada específicamente para estudiar, intervenir, conservar y gestionar de un modo eficiente, y a lo largo de todo su ciclo de vida, los bienes culturales que conforman el patrimonio histórico, cuya implementación generalizada puede representar una revolución tecnológica en el ámbito de la conservación. Es decir, y dicho de una manera sencilla, PetroBIM representa la primera plataforma virtual, dotada de un potente software, que permite una gestión eficiente de datos, visualización selectiva e impactante, centralización de información y accesibilidad instantánea a múltiples usuarios de variadas disciplinas, aspecto clave para su implantación generalizada en el ámbito profesional e institucional español e internacional, por el simple motivo de que garantiza una radical optimización de recursos y por tanto de fondos económicos.

Finalmente, cabe citar, que el acceso través de internet desde cualquier sitio del mundo a la plataforma virtual donde se alojará PetroBIM, contribuirá de una manera muy notable a la difusión y divulgación del rico patrimonio histórico de estas regiones, pudiendo contribuir a un mayor incremento del número de visitantes, y con ello creando el escenario necesario para que los gobiernos realicen las inversiones necesarias para su conservación y mantenimiento.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Eastman, Charles M. (1999). *Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction*. Boca Ratón, Florida: CRC Press.
- [2] Milton Chanes- Author CAD AEC BIM VIZ Specialist. 14 de abr. de 2014. Patrimonio y Arqueología en entornos BIM. <https://www.linkedin.com/pulse/patrimonio-y-arqueología-en-entornos-bim-milton-chanes>
- [3] Stephen Jones Senior Director McGraw Hill Construction January 8, 2014.
- [4] Autodesk, Inc. (11 de junio de 2008). «Modelado de información para la edificación». Consultado el 12 de febrero de 2015.
- [5] Lee, G.; Sacks, R.; Eastman, C. M. (2006). «Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system». *Automation in Construction* 15 (6). pp. 758-776..
- [6] Holness, Gordon V. R. (junio, 2008). «Building Information Modeling Gaining Momentum». *ASHRAE Journal*. pp. 28-40..
- [7] Jerry Laiserin. «Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations».
- [8] Luzi, G., Monserrat, O., & Crosetto, M. The potential of coherent radar to support the monitoring of the health state of buildings. *Research in Nondestructive Evaluation*. Vol. 23/3 (2007), pp. 125-145.
- [9] Devanthery, N., Crosetto, M., Monserrat, O., Cuevas-González, M., & Crippa, B. An Approach to Persistent Scatterer Interferometry. *Remote Sensing*. Vol. 6/7 (2014), pp. 6662-6679.
- [10] Teatini, P., Strozzi, T., Tosi, L., Wegmüller, U., Werner, C., & Carbognin, L. Assessing short-and long-time displacements in the Venice coastland by synthetic aperture radar interferometric point target analysis. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface [2003–2012]*, Vol. 112 [F1] (2012).