

Modelos BIM (Building Information Modelling) a partir de captura de datos de la realidad

BIM (Building Information Modelling) models from real data capture

■■■■
Cristina Manchado-del-Val, Elena Varela-Rodríguez, Valentín Gómez-Jáuregui y César Otero-González
Universidad de Cantabria. Grupo I+D+i EgiCAD (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8896>

El desarrollo de modelos BIM (*Building Information Modelling*) para construcciones tanto nuevas como existentes, permite una gestión eficaz en la organización y planificación de las obras, gracias a la digitalización de toda la información asociada al proyecto entre todos los agentes implicados en el mismo de un modo colaborativo. El uso de esta metodología permite cubrir el ciclo de vida completo del proyecto, desde su diseño hasta su desmantelamiento, pasando por todo el proceso de explotación y mantenimiento. Asimismo, el flujo de información es altamente eficiente, eliminando la duplicidad de datos al tener un único modelo 3D que puede ser revisado y actualizado por todas las partes involucradas [1]. Otros posibles beneficios del uso del BIM en construcciones existentes pueden ser significativos; sirvan como ejemplo la obtención actualizada de información de la construcción de cara a reducir errores y riesgos financieros, control de calidad, mantenimiento de garantías, evaluación y monitorización, gestión de la energía, o generación de documentación as-built [2].

Durante la fase de explotación, el proyecto BIM debe ser revisado y actualizado regularmente, de modo que refleje el estado actual, inspecciones de elementos y cualquier modificación constructiva. Las tecnologías de captura de datos, como el láser escáner o la fotogrametría permiten mejorar y acelerar el proceso de digitalización geométrica ahorrando tiempo y costes [3]. En este sentido existen diversos estudios que demuestran las ventajas de su uso en control de calidad y eficiencia [4], para control de seguridad [5], o para

estudiar la eficiencia energética de forma posterior a la construcción [6].

Esta comunicación presenta una experiencia scan-to-BIM en una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR), que engloba la digitalización y modelado de todos los espacios exteriores e interiores (ver Fig. 1). Está compuesta por una línea de depuración, que engloba un pretratamiento (desbaste de sólidos finos y gruesos, tamizado, clasificación de arenas y desengrasado), un tratamiento primario, un tratamiento secundario biológico de fangos activos en suspensión, y una línea de deshidratación de lodos. Gran parte de la instalación se encuentra en el exterior, excepto los equipos destinados a desbaste, bombeo, y deshidratación de fangos, que se encuentran dentro de los dos edificios situados en la parte izquierda de la Fig. 1. Existen otras dos construcciones, dedicadas a oficina y almacenamiento.

Los principales retos de este trabajo consistieron, por un lado, en la combinación coherente de las nubes de puntos procedentes de distintos dispositivos, y por otro, en la generación de familias específicas para definir correctamente toda la obra civil y el equipamiento existente en la planta. En los sistemas BIM existen múltiples familias de componentes arquitectónicos y estructurales, así como librerías con una amplia gama de elementos. En cambio, los elementos específicos que componen la

estructura de la EDAR, como clarificadores, decantadores, depósitos de biológicos, tamizadores, digestores, etc., tuvieron que ser completamente modelados y parametrizados [7]. Asimismo, las familias correspondientes a todos los equipos dentro de la red de canalización debían incluir conectores para poder definir correctamente la topología del sistema.

El documento se estructura de la siguiente manera: tras esta introducción, la sección 2 describe muy brevemente los dispositivos utilizados para la adquisición de datos; el proceso de generación del modelo BIM se propone en la sección 3 y finalmente la sección 4 presenta los resultados y conclusiones.

1. CAPTURA Y COMBINACIÓN DE LOS DATOS

Para la captura de geometría se utilizaron diferentes dispositivos y software capaces de generar nubes de puntos coloreadas para transferir e importar al Sistema BIM. Uno de los requisitos del trabajo fue el utilizar distintas tecnologías de captura de datos, por lo que se emplearon varios dispositivos para diferentes espacios:

- El modelo global se generó mediante fotogrametría aérea tomada mediante vehículo aéreo no tripulado (VANT, del inglés UAV, Unmanned Aerial Vehicle), en concreto, un octocóptero FV-8 de Ayges equipado con una cámara digital Sony Alpha 5000, en misión automatizada geolocalizada, con una altura de vuelo de 60-70 m. Para mejorar la precisión se realizó también un apoyo en tierra con diez puntos geoposicionados.



Fig. 1: Vista en planta de la Estación Depuradora de Aguas Residuales. A la izquierda, los dos edificios de desbaste y tratamiento de fangos. Seguidamente tratamientos primario y secundario



Fig. 2: Nube de puntos final, producto de la combinación de datos procedentes de los diversos dispositivos

- Aquellos espacios exteriores no visibles desde el aire fueron capturados mediante un escáner láser terrestre FARO, modelo X120, utilizando referenciación mediante esferas. En concreto, se utilizó para la obtención de los datos de los flotadores y espesadores de fangos (estructuras junto al edificio de tratamiento de fangos) y el espacio entre ellos y la pared contigua.
- Los espacios interiores se obtuvieron mediante dos escáneres RGB-D (Red-Green-Blue-Depth): una cámara Matterport sobre trípode para obtener el modelo general y un escáner DPI-8 de mano para aquellas zonas de difícil acceso y/o necesitadas de mayor detalle, como válvulas o ciertas conducciones.

Una vez obtenidos los datos, fue necesario llevar a cabo un complejo y arduo proceso de combinación de las nubes de puntos procedentes de los cuatro dispositivos, previo a su importación en el sistema BIM, que incluyó procedimientos de limpieza, alineación, escalado, segmentación y transformación de las mismas, así como técnicas para solventar los problemas generados por el movimiento de fluido en los diversos tanques y depósitos exteriores, o por el brillo de las conducciones metálicas. Aunque la descripción del proceso completo no se incluye dentro de esta comunicación, el resultado final puede apreciarse en la Fig. 2.

2. GENERACIÓN DEL MODELO BIM

Una vez obtenida la nube de puntos global fue necesario definir el proceso de clasificación e importación en el sistema BIM. En este caso se utilizaron las aplicaciones Autodesk Recap y Revit para llevarlo a cabo, ya que permiten realizar una clasificación de los datos de forma previa a la importación, lo que facilita la gestión de los

datos, el control de recursos en la estación de trabajo y el proceso de modelado. Por tanto, como se puede apreciar en la Fig. 3, los puntos fueron clasificados en diferentes regiones según fueran elementos constructivos, civiles, o mecánicos (por ejemplo, se separan los muros, forjados, etc. de los elementos de desbaste, tamices o rejillas). En el exterior se clasificaron también los puntos correspondientes a los espesadores, decantadores y demás estructuras.

Una vez clasificada, la nube de puntos se enlazó al software BIM, que permite modelar en base a ella, tanto referencian-

do de forma directa en cualquiera de sus puntos (lo que permite una gran precisión), como extrayendo secciones y vistas planas (ver Fig. 4).

Como se mencionó en la sección 1, un componente fundamental de este trabajo fue la definición de familias específicas para la EDAR, ya que no existían, hasta donde pudimos comprobar, familias cargables estándar que cumplieran las características de los componentes existentes. Las familias principales a construir fueron: (i) clarificadores, decantadores, y tanques de aireación para el sistema exterior, (ii) tamices, rejillas y demás elementos de desbaste, tamizado y clasificación de arenas y (iii) bombas, compresores y resto de equipos mecánicos, así como el sistema de conducciones para la línea de tratamiento y deshidratación de fangos. Además, varias de ellas fueron generadas como familias paramétricas, de modo que pudieran ser modificadas de forma dinámica en función de los requerimientos del proyecto.

El proceso de generación de las familias no estuvo exento de problemas, por lo que se barajaron diferentes opciones. La primera de ellas fue utilizar el Editor de familias del propio software, comenzando por una plantilla predefinida. El primer

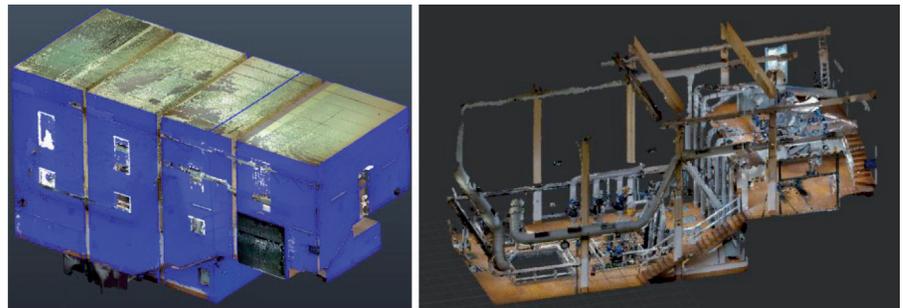


Fig. 3: Nube de puntos clasificada en el edificio de desbaste

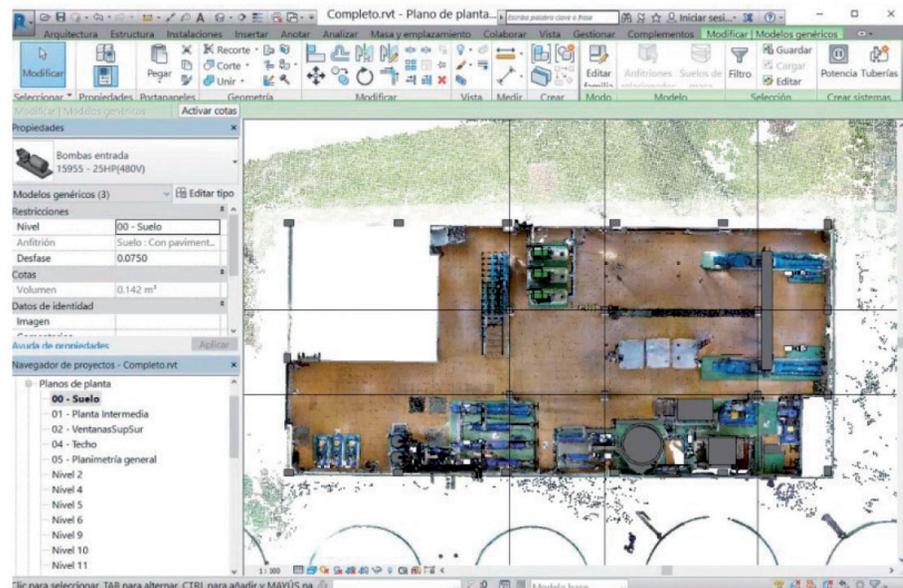


Fig. 4: Vista en planta parcial. Se muestra la nube de puntos y los elementos BIM modelados sobre ella

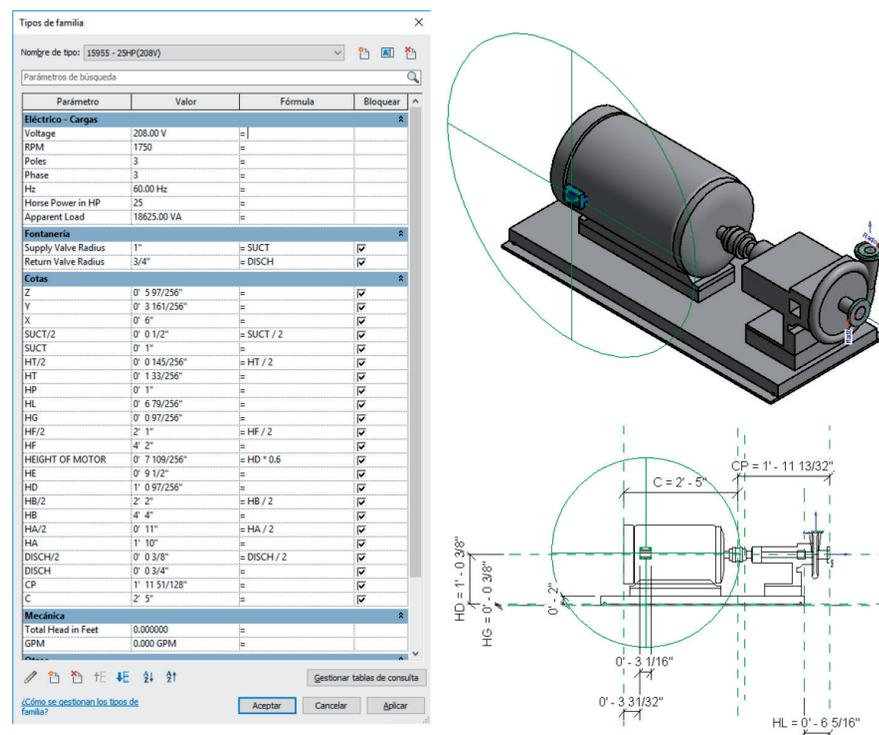


Fig. 5: Familia de bombas de presurización generadas para el proyecto

problema detectado fue la imposibilidad de insertar la nube de puntos en dicho editor (curiosamente, en el editor de proyectos ésta puede ser enlazada en distintos formatos, tanto propietarios, como el rcp o el rcs, como procedentes de otros fabricantes como el fls o incluso en estándar ASCII). En este caso, la solución más sencilla pasó por generar un componente in-situ, modelado en el entorno de proyecto, y por tanto basado directamente en la nube de puntos. En teoría, dichos componentes sólo pueden ser utilizados en el proyecto al que pertenecen, pero es posible extraerlos, editarlos y almacenarlos externamente mediante una conversión intermedia.

Una vez creada la geometría, extraída del componente in-situ y almacenada en el formato rfa propio de la familia, fue posible cargarla en el editor de familias y parametrizarla, lo que permitió que las dimensiones del modelo se ajustaran a las diferentes variaciones de familia (por ejemplo, decantadores con diámetro variable). Para ello fue necesario definir las dimensiones de referencia, ajustando el resto de valores a ellas. Posteriormente, se añadieron parámetros alfanuméricos, así como los conectores para unir las familias al sistema de conducción.

La segunda opción a seguir consistió en insertar la nube de puntos dentro de la aplicación AutoCAD, y posteriormente insertar el fichero DWG en el Editor de Familias. Sin embargo, este proceso produjo una serie de problemas, ya que la nube de puntos no se visualizaba correctamente. Por ello fue

necesaria la generación de un conjunto de líneas y planos de referencia y la modificación del origen de la nube de puntos para prevenir problemas de ubicación, ya que el Editor de Familias no soportaba el uso de coordenadas reales. Complementariamente, se creó un "add-in" para AutoCAD para transformar la nube de puntos a entidades de punto y así enlazar toda la geometría en el Editor de Familias.

Finalmente, la tercera vía de modelado fue el uso de Autodesk Inventor, quizá más apropiado para generar equipos mecánicos. En esta aplicación es posible detectar puntos y planos de trabajo a partir de la nube de puntos, y exportar el modelo creado directamente como una familia cargable de Revit.

La Fig. 5 muestra una familia de bombas de presurización, diseñadas específicamente para este proyecto. En ella se puede apreciar tanto la vista del modelo (esquina superior derecha), como la definición de parámetros geométricos (esquina inferior derecha) y la definición de fórmulas y parámetros alfanuméricos (izquierda).

La variación de los distintos parámetros permitió incluir en una misma familia distintos tipos de bombas (con diferentes medidas, potencias, válvulas de entrada o cualquier otro parámetro). Asimismo, se crearon elementos de conexión, que definieron el comportamiento de la familia y su participación dentro de la topología del sistema. Estos conectores permitieron fijar parámetros como la dirección del flujo, el caudal, u otros.

3. CONCLUSIÓN

Esta comunicación muestra brevemente una experiencia de creación de modelo BIM para una Estación Depuradora de Aguas Residuales desde datos procedentes de dispositivos de captura de la realidad. Actualmente, la utilización tanto de escáneres láser como de cámaras digitales es muy común, y la tecnología asociada se está desarrollando a gran velocidad. El modelo BIM permite generar documentación as-built de manera instantánea, obteniendo un gran nivel de precisión, y con ahorro de tiempo y costes, especialmente en proyectos masivos. La posibilidad de transferir nubes de puntos al software BIM acelera el proceso de modelado y reduce el esfuerzo necesario. Asimismo, es posible incluir y caracterizar sistemas de conducción, equipos mecánicos, válvulas, y cualquier otro elemento susceptible de almacenar información sobre operación y mantenimiento. Los usuarios del mismo podrán acceder a toda la información centralizada y utilizarla en la toma de decisiones durante todo su ciclo de vida, desde su explotación, a la fase de desmantelamiento.

REFERENCIAS

- [1] Eastman, CM, Eastman, C, Teicholz, P, Sacks, R. "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors", 2nd ed.; John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ, EEUU. ISBN: 978-0-470-54137-1.
- [2] Volk R, Stengel J, Schultmann F. "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – Literature review and future needs". Automation in Construction. March 2014. Vol. 38, p. 109–127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- [3] Pătrăucean V, Armeni I, Nahangi M, Yeung J, Brilakis I, Haas C. "State of research in automatic as-built modelling". Advanced Engineering Informatics, April 2015. Vol. 29–2, p.162–171. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.01.001>
- [4] Bosché F, Guenet E. "Automating surface flatness control using terrestrial laser scanning and building information models". Automation in Construction, August 2014. Vol. 44, p. 212–226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.028>
- [5] Cheng T, Teizer J. "Real-time resource location data collection and visualization technology for construction safety and activity monitoring applications". Automation in Construction. September 2013. Vol. 34, p. 3–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.017>
- [6] Ghaffarianhoseini A, Zhang T, Nwadiogo O, Ghaffarianhoseini A, Naismith N, Tookey J, Raahemifar K. "Application of nD BIM Integrated Knowledge-based Building Management System (BIM-IKBMS) for inspecting post-construction energy efficiency". Renewable and Sustainable Energy Reviews. May 2017. Vol. 72, p. 935–949. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.061>
- [7] Wing E. "Autodesk Revit Architecture 2016 No experience required". Autodesk Official Press, 1st ed.; John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ, EEUU. ISBN: 978-1-119-05953-0