

PROPUESTA AL RETO BIM DE EMASESA DEL EQUIPO BIM CIVIL DE INVESTIGACION DEL DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS I

Mayo, 2.020

1 FINALIDAD DE LA PROPUESTA.

La presente propuesta pretende cubrir los objetivos del RETO lanzado por EMASESA a la comunidad investigadora.

La introducción de la innovación que implica la adopción de herramientas BIM requiere el ajuste y la calibración de los objetos BIM a emplear en los proyectos con el objetivo de introducir y gestionar eficientemente la información a través del modelo BIM.

Estandarizando los datos a incluir dentro de los objetos BIM a emplear se garantiza la coherencia, cohesión y trazabilidad de la información de la construcción y su continuidad entre proyectos, permitiendo la integración con otros sistemas de interés de EMASESA (SIG, GMAO). De esta manera, la generación de una guía de elaboración de Objetos BIM por EMASESA permitiría la gestión de los objetos realizados internamente por EMASESA con estándares de calidad, así como sentar las bases de la aceptación y homologación a través de los objetos provenientes de fabricante y consultores.

2 OBJETIVOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS.

Los objetivos científico-técnicos fijados alineados con la finalidad propuesta se enumeran a continuación:

- Elaborar el estado del arte actual sobre los objetos BIM existentes para su uso en la ingeniería hidráulica de redes e instalaciones como las que gestiona EMASESA.
- Establecer los contenidos mínimos que debería contener la redacción de la Guía de Elaboración de Objetos BIM para los proyectos, obras e instalaciones de EMASESA
- Propuesta del enfoque de parametrización para la elaboración de objetos BIM
- Análisis de los formatos de intercambio de los ficheros digitales de los objetos BIM

Los anteriores objetivos se entienden como aquellos que garantizan la consecución efectiva y eficiente del reto.

3 ENFOQUE METODOLÓGICO PARA AFRONTAR EL RETO.

El enfoque metodológico previsto para el desarrollo del presente estudio se cimienta en la recopilación bibliográfica de la información de diferentes fuentes de revistas de impacto, la experiencia acumulada en otras experiencias publicadas y ejecutadas por el equipo, y la elección de parámetros de interés ampliamente usados en la proyección, ejecución, explotación y mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas.

3.1 Estudio de la situación actual en España y en Europa

La implantación de la Metodología BIM dentro de la perspectiva española viene encabezada por seguimiento de la Directiva Europa UE/24/2014 en la que aparece explícitamente mencionados “los modelos BIM” asociados a la contratación pública. El recorrido del empleo de la metodología BIM dentro de los países escandinavos y Reino Unido, basado en experiencias exitosas, ha servido de hervidero para el interés de las distintas administraciones españolas para su integración.

De esta manera, la creación de la comisión es.BIM primero y de la Comisión Interministerial BIM después son los pasos seguidos en el Estado Español de cara a la implantación y observatorio del nivel de desarrollo BIM. Son ya numerosas las licitaciones realizadas tanto por el Estado como por las distintas administraciones (entre ellas la Junta de Andalucía) que incluían requisitos BIM de distinta índole.

De entre las experiencias en territorio español de referencia en cuanto a la estandarización de objetos, serán de interés para el desarrollo del trabajo los siguientes casos de estudio. En cuanto al caso específico de la generación de clasificaciones BIM, catálogos BIM y estándares de propiedades en el ámbito español, el Instituto Tecnológico de Cataluña (ITeC) lidera una iniciativa holística, que incluye la creación de un catálogo de familias de objetos genéricas cuyos parámetros incluidos están regulados de acuerdo a un estándar de creación (eCOB), siendo parte de estos parámetros incluidos aquellos asociados a la base de Precios (BEDEC). En cuanto a la publicación y difusión de objetos BIM, la guía desarrollada por la empresa Bimética también puede resultar de interés.

3.2 Estudio de las ofertas de las empresas fabricantes de equipos y materiales

Actualmente en el mercado existe una gran variedad de objetos BIM asociados a elementos hidráulicos; sin embargo, un análisis detallado de los mismos arroja las siguientes inquietudes sobre los elementos BIM generados por los fabricantes y distribuidos masivamente:

- Existe dispersión en los formatos empleados para las familias, tanto en extensión (.ruta, .dwg, .ipt, etc.) y en las versiones de los softwares empleados. Esto último generalmente no conlleva interoperabilidad pero sí tiempos de actualización.
- Asimismo, muchas de las familias de objeto NO están debidamente diseñadas para integrarse dentro de una red definida en un proyecto. Esto significa que no están debidamente preparadas con los elementos analíticos de conexión de flujo.
- Existe una gran variabilidad en los parámetros introducidos, existiendo falta de coherencia en los conjuntos de parámetros y en los parámetros en sí tanto en un mismo elemento como entre elementos.

Ello hace crucial la estandarización de los parámetros a añadir. En concreto, el equipo presentado garantiza la solvencia en cuanto a la definición, coherencia, cohesión y trazabilidad del dato, encontrándose dentro de las líneas de investigación de los miembros del equipo.

3.3 Interrelación con los Bancos de Precios de la Construcción

En la actualidad, la interrelación entre los objetos BIM y los bancos de precios de la construcción se realiza a través de la existencia en ambos de un código común dentro del elemento y contenido dentro de la base de datos del presupuesto. Este parámetro común, por defecto el código de la unidad de obra, se incluirá dentro del objeto BIM en el parámetro definido según estándar para ello.

3.4 Requerimientos de Interoperabilidad

De cara a resultar efectivos los objetos creados de cara a una interoperabilidad entre softwares, los mismos deben cumplir una serie de criterios:

- Coherencia de los conjuntos de propiedades,
- Tamaño máximo de archivo (limitado en familia a 5 Mb y a 250 Mb en proyectos).

3.4.1 Formato de intercambio IFC

El formato de intercambio IFC (*"Industry Foundation Classics"*) permite el intercambio de información entre diferentes softwares propietarios de diversa índole. El formato IFC está formado está compuesto, desde un punto de vista epistemológico por dos elementos abstractos interrelacionados entre sí:

- Una estructura relacional (SCHEMA) entre elementos constructivos (IFCWall, IFCslab, etc) y elementos abstractos organizativos del proyecto (IFCCompany, IFCAddress, IFCtasktype, etc.) de acuerdo al lenguaje EXPRESS y su sistema de representación gráfica EXPRESS-G.

- Un lenguaje de compilación (STEP) informática para la creación de ficheros concretos de elementos, propio de la estandarización de las piezas industriales basado en ISO 8000-1.

El correcto mapeado (búsqueda de equivalencia) entre los parámetros exigidos a sus objetos por parte de EMASESA y aquellos ya existentes en el estándar IFC será uno de los puntos clave del análisis.

3.4.2 Clases de Tuberías

Serán incluidas dentro del estudio de estandarización las clases de tuberías típicas empleadas en los proyectos previo cotejo con EMASESA, así como sus propiedades y aquellos parámetros de interés para el proyecto, ejecución, explotación y mantenimiento que EMASESA, asesorada por el equipo propuesto, considere conveniente.

En general, los diferentes tipos de tuberías presentan diferencias en:

- Material de constitución
- Material de aislamiento (interno/externo)
- Diámetro Nominal y Exterior
- Método de Ejecución

3.4.3 Clases de Accesorios

Serán incluidas dentro del estudio de estandarización los accesorios tuberías típicas empleadas en los proyectos previo cotejo con EMASESA, así como sus propiedades y aquellos parámetros de interés para el proyecto, ejecución, explotación y mantenimiento que EMASESA, asesorada por el equipo propuesto, considere conveniente.

Los accesorios presentan, entre otros, los siguientes rasgos distintivos

- Función
- Material de constitución
- Diámetro Nominal y Exterior
- Método de Ejecución

3.5 Requerimientos de las herramientas BIM de diseño civil

Las herramientas BIM de diseño civil, son variadas y, en algunos casos son específicamente diseñadas para este fin y, en otros, provienen de la generalización del mundo de arquitectura. Ello conlleva una serie de servidumbres que deben ser enfocadas previamente desde un punto vista organizativo de cara a la estandarización de parámetros así como convivir con estas dos ramas de software: las asociadas a la obra lineal (tuberías y colectores) y a la obra nodal (ODTs, Arquetas, Caños, Sifones, etc.)

3.5.1 Herramienta REVIT

Revit es el software BIM de mayor difusión dentro del mercado. Ello hace que, a juicio del equipo investigador, basar la parte de la Infraestructura Nodal a Revit es necesario. En el caso de Revit, adquieren gran importancia:

- la definición de parámetros en familia (incluso a través de parámetros compartidos)
- el mapeado de parámetros IFC,
- la coordinación con la obra lineal
- el correcto dimensionado de conectores de cara a comprobaciones

3.5.2 Herramienta CIVIL 3D

Civil3D es la Herramienta de modelado 3D para Obra Civil de la casa Autodesk. El software distingue entre sistemas de tuberías en presión (abastecimiento) y sistemas de tuberías (saneamiento, tanto pluvial como residual).

- la definición de conjuntos de parámetros
- el mapeado de parámetros IFC,
- la coordinación con la obra nodal
- el correcto dimensionado de conectores de cara a comprobaciones
- la adición al catálogo interno del programa

3.5.3 Herramienta ISTRAM

Istram, desarrollado por Buhodra Ingeniería, es uno de los softwares de referencia de modelado BIM de obra lineal en el mercado español y latinoamericano. Istram posee un módulo específico de modelo tuberías que, unido a la gestión de las librerías 3D y los parámetros de usuario atribuibles a cada uno de los objetos y con exportación a IFC. Ello que sea una opción considerada en el estudio

3.6 Referencias Bibliográficas básicas

A continuación se adjunta una referencia sucinta de las normativas, estándares, guías y artículos que basarán la investigación y el trabajo a realizar. De entre ellas las Normas ISO-8000-1 (Calidad del dato), ISO-9000-1 (Sistemas de Calidad), ISO-45001 (Seguridad en el trabajo), ISO-19650-1 (Building Information Modelling), e ISO-55001 (Gestión de Activos), la Guía de Plan de Ejecución BIM de la Universidad de Pensilvania, las PAS (hoy ya British Standards) y los documentos de la Comisión ES.BIM son destacables.

En detalle, son Referencias Bibliográficas consideradas en la redacción de la propuesta y a considerar en caso de resultar adjudicatarios las siguientes

3.6.1 Por tipo de Publicación

Estándares

(BIMForum, n.d.-b, n.d.-a, 2017; BSI, 2013, 2014)(AENOR, n.d.)(CIC; Pennsylvania State University, 2010)

Normativas

(British Standard Institution (BSI), 2014; British Standards Institution, 2015; NBS, n.d.)

Guías de Uso

(AENOR, n.d.; BSI, 2018; Building and Construction Authority., n.d.; CIC; Pennsylvania State University, 2010; CIC, 2013; Comisión es.BIM, n.d., 2017; *Estándar de Creación de Objetos BIM*, 2018; *GUBIMCLASS v.1.2 Sistema de Clasificación BIM de Elementos Por Función*, n.d.; *Protocolo BEM*, n.d.; Rail Blatica, 2019)(Eastman et al., n.d.)

Artículos

(Andrés et al., 2017; Brito et al., 2015; Castilla Flores, 2017; Cózar Cózar, 2017; Fountain & Langar, 2018; Hu et al., 2008; Mattos et al., 2014; NORIE, 2013)

AENOR. (n.d.). *Estándares en apoyo del BIM Informes de Normalización*.

Andrés, S., De, A., Peña, L., Solar, P. Del, & Vivas, M. D. (2017). IMPLEMENTATION OF BIM IN SPANISH

- CONSTRUCTION INDUSTRY. *BUILDING & MANAGEMENT*, 1(1), 1–8.
<http://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/6571/3519-12986-2-PB.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- BIMForum. (n.d.-a). *LOD-Spec-2017-Part-II_2017-11-07*.
- BIMForum. (n.d.-b). *LOD en BIMForum*. <http://bimforum.org/lod/>
- BIMForum. (2017). LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION PART I. *BIM Forum, November*, 195.
- British Standard Institution (BSI). (2014). BS 1192-4: 2014 Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie - Code of practice. *British Standards Institution (BSI)*, 58. <http://shop.bsigroup.com/forms/BS-1192-4/>
- British Standards Institution. (2015). BS 8536-1:2015 Briefing for design and construction - Part 1: Code of practice for facilities management (Buildings infrastructure). *BSI Standards Publication*, 8536.
- Brito, D. M. De, Andrade, E. De, & Ferreira, M. (2015). Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. *Ambiente Construído*, 15, 203–223. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400047>
- BSi. (2018). *Specification for collaborative sharing and use of structured Health and Safety information using BIM*. 1–66.
- BSI. (2013). PAS 1192-2. 1, 54. <https://doi.org/Published by the British Standard Institute. British Standard Limited. ISSN9780580781360. /BIM TASK GROUP>
- BSI. (2014). PAS 1192-3:2014 Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling. *BSI Standards Publication*, 1(March), 1–44. <https://doi.org/Published by the British Standard Institute. British Standard Limited. ISSN9780580781360. /BIM TASK GROUP>
- Building and Construction Authority. (n.d.). *Singapore BIM Guide. v 2.0*.
- Castilla Flores, M. (2017). *Programación y control de obras mediante BIM 4D*.
- CIC; Pennsylvania State University. (2010). *Building Information Modeling Execution Planning Guide*.
- CIC. (2013). Building Information Model (Bim) Protocol. *Construction Industry Council*, 15.
- Comisión es.BIM. (n.d.). *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*. Retrieved March 19, 2018, from http://www.esbim.es/wp-content/uploads/2018/02/manual_esp.pdf
- Comisión es.BIM. (2017). *Guía para la realización del plan de ejecución BIM*. http://www.esbim.es/wp-content/uploads/2017/07/esBIM_Guia-BEP.pdf
- Cózar Cózar, E. (2017). *Modelado y medición en BIM (building information modeling) siguiendo los criterios de la base de costes de la construcción de Andalucía (BCCA)*. <http://hdl.handle.net/11441/64210>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (n.d.). *BIM Handbook A. Estándar de creación de objetos BIM*. (2018). 2.
- Fountain, J., & Langar, S. (2018). Building Information Modeling (BIM) outsourcing among general contractors. *Automation in Construction*, 95, 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.06.009>
- GUBIMCLASS v.1.2 Sistema de clasificación BIM de elementos por función. (n.d.). Retrieved May 14,

2019, from <http://gubimcat.blogspot.com.es>

Hu, Z., Zhang, J., & Deng, Z. (2008). Construction Process Simulation and Safety Analysis Based on Building Information Model and 4D Technology. *Tsinghua Science and Technology*, 13(SUPPL. 1), 266–272. [https://doi.org/10.1016/S1007-0214\(08\)70160-3](https://doi.org/10.1016/S1007-0214(08)70160-3)

Mattos, A. D. 1965-, González Fernández de Valderrama, F. 1956-, & Sainz Avia, J. 1955-. (2014). *Métodos de planificación y control de obras: del diagrama de barras al BIM*. Reverte. https://fama.us.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991011959379704987&context=L&vid=34CB UA_US:VU1&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Local Search Engine&tab=Everything&query=any,contains,métodos de planificación y control de obras&sortby=rank&offset=0

NBS. (n.d.). *Uniclass / Classification - Technical Support - NBS BIM Toolkit*. Retrieved October 15, 2018, from <https://toolkit.thenbs.com/articles/classification>

NORIE, C. N. B. (2013). *Metodoo Para O Uso Da Mode Age Im 4D Na St Odução E Os De. July*, 882–893. *Protocolo BEM*. (n.d.). <https://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-bimexecutionplan-v2-0.pdf>

Rail Baltica. (2019). *RB Rail's BIM documentation*. <http://www.railbaltica.org/rb-rail-as-bim-documentation/>

(BSI, 2014)

4 PLAN DE ACTIVIDADES.

El plan de actividades propuestas es:

- INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA de los artículos de investigación y bibliografía de referencia, en especial en las siguientes revistas científicas:
 - Automation in Construction
 - BuildingSmart Infraroom.
 - ASCE Library.
- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS actualmente por EMASESA en sus proyectos, obras e instalaciones, según su Normativa Técnica.
- ANALISIS DE LOS BANCOS DE OBJETOS, mediante su búsqueda en la web
- ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE INFORMACION de los equipos técnicos de EMASESA
- ESTABLECIMIENTO DE REQUISITOS DE CALIDAD de los futuros objetos BIM para ser certificados para sus usos por la División de Ingeniería de EMASESA.

5 EQUIPO DE TRABAJO.

El equipo de investigación estar formado por:

- D. JAIME NAVARRO CASAS, Catedrático de Construcción, profesor de Servicios Urbanos del Grado de ingeniería civil
- D. BLAS GONZALEZ GONZALEZ, D.E.A., ingeniero de caminos, canales y puertos, profesor de Construcciones Civiles en el Grado de ingeniería civil y de Obras de Urbanización en el Master de ICCP, Master BIM en Management de Infraestructuras Civiles por la Universidad Juan Carlos I, y director académico de las Jornadas BIM Civil que se realizan en la E.T.S.I. de la Universidad

de Sevilla.

- D. FRANCISCO GARCÍA ROMERO, Ingeniero de caminos, canales y puertos, Máster en Ingeniería Estructural, doctorando por la Universidad de Sevilla en materia H-BIM, Especialista BIM en ingeniería civil
- D. JAIME RINCÓN PACHE, ingeniero civil y estudiante del master de ICCP

Dicho equipo de investigación será dirigido por D. Jaime Navarro Casas, en su calidad de **Investigador Principal**.

6 CRONOGRAMA.

Los trabajos a desarrollar se realizarán siguiendo el siguiente cronograma, en el que se ha estimado las duraciones de las actividades investigadoras.

