



building

SMART

Spanish journal of BIM



nº **17/01**



Spanish journal of BIM



Spanish journal of BIM es una publicación editada por el buildingSMART Spanish Chapter para la investigación y difusión en español de estudios sobre el modelado de la información de los edificios (BIM)

<http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/presentación/>

Información, envío de artículos y publicidad: sjbim@buildingsmart.es

Formato electrónico de la revista: <http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>

Spanish journal of BIM

nº17/01

Director-Editor:

Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Dr. Ingeniero Industrial.

Escuela de Ing. Industriales. Universidad de Extremadura. SPAIN

Consejo de administración:

Presidente: Sergio Muñoz Gómez

Tesorero: Pablo Daniel Callegaris

Secretario: Fernando Blanco Aparicio

Repres. de los simpatizantes: Eduardo Cortés Yuste

Comité Científico:

Dr. Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Ingeniero Industrial.
Escuela de Ing. Industriales. Univ. de Extremadura. ESPAÑA

Dra. Norena Martín Dorta. Ingeniero Edificación.
Universidad de La Laguna. ESPAÑA

Dr. Eloi Coloma Picó. Arquitecto.
Univ. Politècnica de Catalunya. ESPAÑA

Dr. António Aguiar Costa. Arquitecto
Instituto Superior Técnico, Univ. de Lisboa. PORTUGAL

Dr. Mauricio Loyola.
Universidad de Chile. CHILE

Dr. Javier Núñez. Arquitecto
Fac. Arq., Diseño y Urbanismo. Univ. B^{OS} Aires. ARGENTINA

Dr. Juan Enrique Nieto Julián. Arquitecto.
E.T.S. Ingeniería de Edificación. Univ. de Sevilla. ESPAÑA

Dr. Pablo Herrera Polo. Arquitecto
Fac. Arquitectura. Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas. PERÚ

Dr. Manuel Soler Severino. Arquitecto
E.T.S. Arquitectura. Univ. Politécnica de Madrid. ESPAÑA

Dr. Eduardo Sampaio Nardelli. Arquitecto
Fac. Arq. e Urb. Univ. Presbiteriana Mackenzie. BRASIL

Dr. Leandro Madrazo. Arquitecto. Escola Tècnica Sup.
d'Arquitectura La Salle. Univ. Ramon Llull. Barcelona. ESPAÑA

Dr. Esteban José Rivas López. Arquitecto
ETS de Arquitectura. Universidad de Granada. ESPAÑA

Dr. Óscar Liébana Carrasco. Arquitecto
Esc. de Arq., Ing. y Diseño. Univ. Europea de Madrid. ESPAÑA

Depósito Legal: 000478-2014

Maquetación: Joaquín Carpio Bugatto

I.S.S.N.: 2386-5784

Imprime: Unión 4 C/ Mérida, 8
06230 Los Santos de Maimona (Badajoz).ESPAÑA
Tfno: +34 924 571 379. www.imprentaunion4.es



TU PARTNER EN SOLUCIONES BIM

CONSULTORÍA BIM | FORMACIONES BIM | SOPORTE TÉCNICO BIM

APOSTAMOS POR UN PORTFOLIO TECNOLÓGICO COMPLETO PARA CUBRIR TODAS SUS NECESIDADES



MÁS DE 20 AÑOS DE EXPERIENCIA OFRECIENDO SOLUCIONES PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN



Oficinas en: Barcelona | Madrid | Santiago de Chile | Bogotá | Lima

AEROFOTOGRAMETRÍA ESTEREOSCÓPICA: ESTUDIOS TRIDIMENSIONALES Y BUILDING INFORMATION MODELING

Alfredo Carrato Gómez

Arquitecto y BIM Manager. *AGi architects, Madrid, España*

Covadonga Carmona Ayuela

Arquitecto y especialista BIM. *ARGESPLAN 2000, Madrid, España*

RESUMEN

Los avances tecnológicos facilitan el desarrollo creciente de técnicas de extracción masiva y procesamiento de datos, aplicables al sector de la construcción. Como agente productor de *big data*, la fotogrametría aérea agiliza notablemente la labor de recopilación de información contextual a arquitectos e ingenieros, permitiéndoles abordar proyectos con mayores garantías desde la perspectiva del levantamiento fiable de elementos naturales y/o construidos dentro de su ámbito de estudio. Las posibilidades derivadas del uso de estas herramientas incluyen (entre otras) el examen minucioso de entornos tridimensionales, el análisis de edificaciones preexistentes, la evaluación del impacto sobre el lugar por parte de las intervenciones propuestas o el planteamiento de opciones de diseño a partir de la información procesada. La presente comunicación pretende ahondar en el flujo de trabajo de la fabricación de modelos tridimensionales a partir de la aerofotogrametría estereoscópica, y en su conexión posterior con bases de datos y sistemas de modelado de información. Mediante la captura de material gráfico con drones ligeros y su posterior tratamiento con *software* específico, resulta posible trazar el proceso de transformación de metadatos aparentemente independientes a información cohesionada, todo ello realizado con el fin de aportar conocimiento y valor añadido al producto (modelo) final.

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo reciente de la tecnología ha puesto a disposición del mercado nuevos elementos de captura, extracción y tratamiento de datos que multiplican la capacidad para abordar trabajos relacionados con la construcción de manera más efectiva y eficiente. Uno de los avances más destacados de los últimos años ha sido la fotogrametría aérea, que agiliza el levantamiento de modelos tridimensionales a partir de la triangulación de fotografías tomadas previamente desde el aire. Comparada con métodos tradicionales de reconstrucción, la aerofotogrametría permite aumentar el alcance de los trabajos y comprimir los tiempos de ejecución, reduciendo asimismo los costes del proceso y facilitando la interoperabilidad de los modelos generados con otras herramientas de modelado y visualización de información.

Dentro de dichas herramientas pueden incluirse programas de *Building Information Modeling*, que a partir del modelo tridimensional son capaces de enriquecerlo y/o complementar su información para incorporarlo posteriormente a nuevos modelos de información. Su salida como elemento de realidad virtual o aumentada también resulta posible gracias al rigor geométrico y la texturización fidedigna que realizan los softwares de conversión, así como la utilización del modelo triangulado para elaborar impresiones 3D o infografías con la ayuda de utilidades específicas.

2 OBJETIVOS

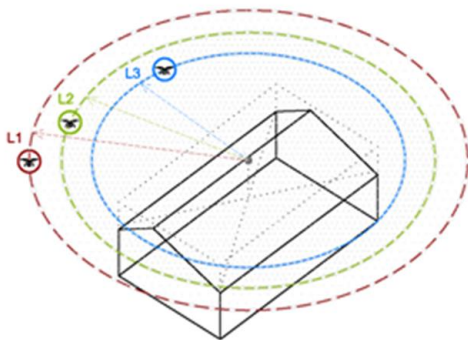
El objetivo principal de esta investigación es demostrar la capacidad de producir un modelo tridimensional a partir del tratamiento de doscientas cincuenta fotografías, tomadas desde la cámara no

profesional de un dron ligero. Se pretende también comprobar la fiabilidad del proceso, la precisión del modelo generado, la capacidad de exportación del mismo a otros softwares y la comparación del método empleado con los procedimientos tradicionales.

2.1 Puntos de partida

Con el fin de acotar el alcance de la investigación, antes del comienzo de la misma se definen los datos de partida, las condiciones y las premisas a tener en cuenta para los procesos de extracción y tratamiento de los datos:

- El material para la toma de datos (drón ligero, cámara de fotos y aplicación para *smartphone*) será de uso no profesional, con el fin de demostrar la accesibilidad universal a la tecnología aplicada.
- Entre los propósitos del estudio se incluye la obtención de los mejores resultados con el presupuesto más contenido que sea posible. Se consideran por lo tanto soluciones gratuitas en la elección de softwares y aplicaciones, así como el uso de estándares y formatos abiertos en el proceso investigador.
- El edificio sometido a estudio debiera tener unas dimensiones apropiadas para la inspección, teniendo en cuenta el material empleado y el tiempo requerido. Es por ello que se escoge una construcción cuya superficie en planta no excede los 2000m² y su altura los 15-20m. Cuenta con una accesibilidad magnífica y carece de construcciones adyacentes que pudieran obstaculizar las tareas de levantamiento, con la consiguiente agilización del trabajo de campo. El experimento que sigue tuvo lugar en el mes de enero del año 2017, en un municipio costero de la provincia de Alicante. Tuvo una duración total de ocho horas de trabajo, repartidas en dos días consecutivos.



	Radio [m]	H _{drón} [m]	H _{obj.} [m]	Ángulo [°]	Fotos [nº ; %/foto]	V _{drón} [km/h ; s/rev]
L1	48	28	7	27	80 ; 4,5	4,5 ; 240
L2	39	24	3	28	80 ; 4,5	3,7 ; 240
L3	33	20	0	31	90 ; 4	3,1 ; 240

Fig. 1. Características y condiciones del análisis. 2017. Elaboración propia.

3 METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la prueba se definieron tres etapas bien diferenciadas, que necesariamente debían sucederse de manera consecutiva con relaciones fin a inicio. Cada una de ellas se desarrolló posteriormente en un lugar diferente, con unas condiciones y unos condicionantes distintos, que se detallan a continuación.

3.1 Planificación, provisión de material y programación del trabajo de campo

En primer lugar se definió el alcance del proyecto y se estimaron su duración y su coste. También se buscó un edificio adecuado para efectuar la investigación, que permitiera extraer la mayor cantidad de información y el mayor número de conclusiones. A partir de dichas premisas se seleccionaron las herramientas adecuadas para acometer el trabajo necesario, que incluyeron un dron ligero con cámara, un *smartphone* (o *tablet*) con aplicación específica de programación y un ordenador con *software* de elaboración de modelos a partir de fotografías.

Para la toma de las fotografías se escogió un *DJI Phantom 3*, que en su versión *Standard* cuenta con una cámara de 12MP y un objetivo equivalente de 20mm. En cuanto a la planificación del vuelo, se realizaron previamente unos tanteos con el fin de determinar el número de revoluciones (niveles) necesarias para levantar el modelo completo. También se definieron la distancia entre la construcción y el dron, el ángulo que forman entre ellos y la velocidad del dron para cada una de las vueltas. Una vez fijados todos los parámetros, se introdujeron en la aplicación para móvil *FPV Camera for DJI*, que es una solución no oficial pero que sin embargo ofrece excelentes resultados en la transferencia de programaciones de vuelos – entre otros *tweaks* – a cualquier aeronave de la marca china. Tenidas en consideración todas las advertencias y recomendaciones, se procedió a transferir dicha programación al dron ligero.



Fig. 2. Toma de fotografías y seguimiento de dron. 2017.

3.2 Trabajo de campo: toma de fotografías y análisis del edificio

Después de haber programado el vuelo, éste se formalizó en el lugar designado. Se comprobaron previamente las conexiones de la aplicación con el dron, se ajustó la posición definitiva de inicio/final para el vuelo y se aseguró que el recorrido establecido para los tres niveles carecía de obstáculos que impidieran el correcto desarrollo de la prueba. Al final de la jornada de trabajo se obtuvieron un total de doscientas cincuenta fotografías de 12MP, en un tiempo estimado de cincuenta minutos.



Fig. 3. Recorrido de dron, fotograma de cámara y modelo tridimensional. 2017. Elaboración propia.

3.3 Tratamiento de material gráfico y levantamiento de modelo tridimensional

Una vez completado el trabajo de campo, la post-producción de las fotografías se llevó a cabo utilizando *software* específico para la conversión de la realidad capturada a una malla tridimensional de alta definición. Para ello se escogió la solución *Autodesk ReMake*, en su versión gratuita para fines no comerciales. Una vez procesados los datos de entrada, el modelo tridimensional resultante quedaba preparado para su tratamiento posterior y exportación a nuevas herramientas, que permitieran un enriquecimiento del mismo y su aportación – útil y valiosa – a futuros modelos de información.



Fig. 4. Fotograma de modelo tridimensional. 2017.

4 RESULTADOS

La malla generada en *Autodesk ReMake*, a partir de las doscientas cincuenta fotografías de 4000x3000px procesadas en la nube, contó con 337639 vértices y 587512 polígonos. La precisión del modelo fue centimétrica, y la texturización del mismo sorprendentemente realista. Para documentar el proceso investigador y la solución alcanzada, se llevó a cabo en paralelo la elaboración de un vídeo-resumen que recoge tanto el trabajo de campo realizado como la malla resultante:

<https://vimeo.com/203819104>

Adicionalmente al levantamiento del modelo, desde la interfaz del programa se permitía la exportación a otros formatos, tales como OBJ, FBX y XYZ. Asimismo, *Autodesk* ofrece en su herramienta *ReCap 360* soluciones adicionales que profundizan en la reparación, limpieza y edición de las mallas para su uso externo. En el caso que nos ocupa, el modelo del cual se obtuvieron los resultados y las mediciones fue producido por *Autodesk ReMake* de manera automática, sin ninguna alteración posterior.

5 DISCUSIÓN

La fabricación de un modelo completo, digital y tridimensional, a partir de la triangulación de doscientas cincuenta fotografías tomadas desde el aire por un dron ligero, arroja en su mayoría resultados solventes y algunas reflexiones a tener en consideración. El proceso investigador cubre de manera sobrada los objetivos iniciales, y las estadísticas manifiestan una optimización en el alcance, los tiempos, el coste y la calidad del producto final con respecto a los métodos tradicionales. En comparación con el levantamiento de modelos a partir de escaneos tridimensionales, la aerofotogrametría proporciona un mayor alcance a menor precio y en un tiempo más reducido, en detrimento seguramente de la precisión absoluta del modelo generado.

En cuanto a posibles limitaciones detectadas en el transcurso del experimento, destacan sobre las demás aquellas relacionadas con las propiedades de la perspectiva aérea. La posición del dron durante el análisis puede causar que ciertos elementos resulten inaccesibles a su cono capaz de visión, ya sea por encontrarse bajo voladizos, cubiertas u otros cuerpos de considerable dimensión. La solución reside en afinar la programación del vuelo, aproximando el dron por debajo de dichos elementos a fin de que el ángulo que forma la cámara con la construcción permita capturar el máximo número de volúmenes desde el mayor número de puntos de vista. También se ha detectado que la resolución de las fotografías, el nivel de superposición de las mismas o el rendimiento del material de levantamiento son susceptibles de influir en el resultado final. Otras limitaciones incluyen la duración de las baterías del dron (alrededor de veinticinco minutos cada una), lo cual para un experimento de estas características resultó significativamente restrictivo.

6 CONCLUSIONES

El método practicado confirma la solvencia del levantamiento de modelos tridimensionales triangulados a través de la aerofotogrametría. A su vez, las impresiones extraídas de la presente investigación invitan a determinar que, una vez obtenidos, el abanico de posibilidades y aplicaciones derivadas de dichos modelos permiten su contribución y beneficio en un elevado número de situaciones o supuestos:

- El análisis riguroso de entornos tridimensionales, dentro del cual se incluyen la reconstrucción volumétrica de parcelas y superficies destinadas al diseño y construcción de infraestructuras y/u otros proyectos urbanísticos, edificatorios o de índole dotacional.

- La inspección de edificaciones y construcciones existentes, consiguiendo mayor precisión en la determinación de los estados de los mismos. Asimismo, dicho proceso facilita también la reducción en los tiempos de ejecución de los trabajos de campo, así como la posibilidad de gestionar un mayor volumen de información de manera remota.

- La evaluación del impacto sobre el lugar por parte de la/s intervenciones propuestas, que mejora el resultado y el alcance de métodos tradicionales gracias a la viabilidad de realizar simulaciones virtuales u otras pruebas específicas.

- El planteamiento de opciones de diseño a partir de la información procesada, permitiendo la consideración de implicaciones que de otra manera no habrían sido tenidas en cuenta y obteniendo una óptima respuesta al mayor número de variables como sea posible.

- El levantamiento de modelos tridimensionales durante el seguimiento de las obras, que facilita la mejora – en términos cualitativos – de la ejecución material de las mismas. De igual manera resulta posible abordar la optimización en la utilización de recursos, con un mayor y mejor control gracias a la creación de modelos periódicos en tiempo (casi) real.

- La impresión 3D y los modelos de realidad virtual/aumentada, cuya creación refuerza la comprensión de espacios y relaciones a clientes y otros interesados en los proyectos de construcción. Las mallas generadas a partir de la fotogrametría son compatibles con la tecnología necesaria para elaborar dichos productos, siendo susceptibles de incorporar la información necesaria para aportar mayor realismo a las soluciones adoptadas.

- La creación de un registro de modelos tridimensionales, que puede utilizarse por parte de entidades (públicas y/o privadas) para su clasificación, análisis, tratamiento e incorporación a portafolios de proyectos.

- El levantamiento (a mayor escala) de modelos urbanos a partir de información georreferenciada – GIS – que puedan ser utilizados posteriormente para enriquecer mapas, planos u otros sistemas dependientes en tiempo real.

7 BIBLIOGRAFÍA

Scapozza, C; Schenker, F.L; Castelletti, C; Bozzini, C; Ambrosi, C. (2016). Digital mono- and 3D stereo-photogrammetry for geological and geomorphological mapping. *EGU General Assembly Conference Abstracts*, vol. 18, 4787.

Tuttas, S; Braun, A; Borrmann, A; Stilla, U. (2015). Validation of BIM Components by Photogrammetric Point Clouds for Construction Site Monitoring. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. II-3, 231-237.

Wolf, P; Dewitt, B; Wilkinson, B. (2014). *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS, Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.

Walter, T.R. (2014). Cost effective aerophotogrammetry toys at active volcanoes: On the use of drones, balloons and kites. *EGU General Assembly Conference*, vol. 16, 6427.

Dal Poz, A.P. (2014). Synergy between LiDAR and Image Data in Context of Building Extraction. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XL-1, 89-93.

Ahmadi, F.F; Ebadi, H. (2009). An Integrated Photogrammetric and Spatial Database Management System for Producing Fully Structured Data Using Aerial and Remote Sensing Images. *Sensors (Basel)*, vol. 9(4), 2320-2333.

Mikhail, E.M; Bethel, J.S; McGlone, J.C. (2001). *Introduction to Modern Photogrammetry*. New York: John Wiley & Sons, Inc.



Plataforma líder en colaboración CDE para la gestión de modelos BIM



GUARDAR



COMPARTIR



COORDINAR

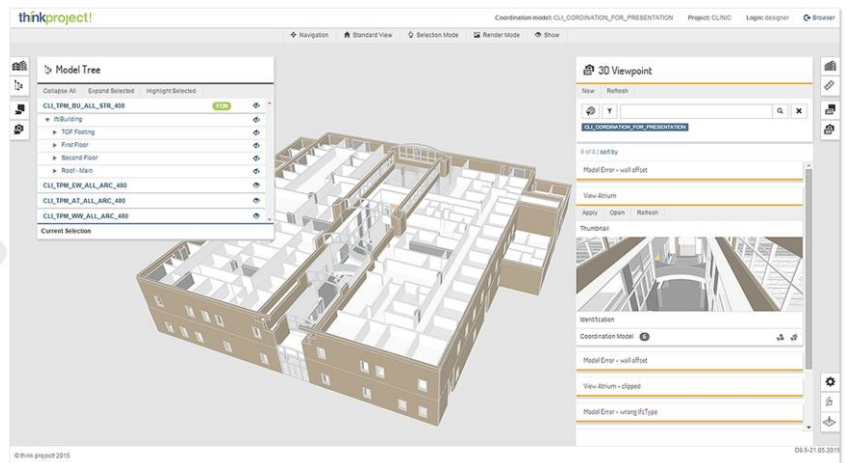


ENLAZAR



APROBAR

- 
Estructuras
- 
Arquitectura
- 
Instalaciones
- 
Volúmenes



BIM PARA INFRAESTRUCTURAS DE CARRETERAS: VERIFICACIÓN DE LA NORMATIVA DE DISEÑO GEOMÉTRICO.

Quim Moya Sala

Dr. Por la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). APOGEA.

Alfredo García

Catedrático de Ingeniería de Carreteras, Director del Grupo de Investigación en Ingeniería de Carreteras (GIIC). Universitat Politècnica de Valencia (UPV).

Francisco Javier Camacho Torregosa

Profesor Ayudante Doctor, GIIC- Universitat Politècnica de València (UPV).

José Manuel Campoy Ungría

Profesor Asociado y Dr., Universitat Politècnica de València (UPV).

RESUMEN:

En la actualidad, los proyectos de infraestructuras de carreteras todavía se basan mayoritariamente en métodos 2D anticuados para el diseño, la comprobación y la transferencia de información, dejando en muchos casos la generación de escenarios tridimensionales exclusivamente a fines de visualización del diseño y divulgación. Esto provoca ineficiencias a las instituciones y empresas que lideran la construcción y gestión de estas infraestructuras. Debido a esto se está intentando mejorar el diseño y gestión de infraestructuras de carreteras con la introducción de técnicas BIM y formatos estandarizados, que originalmente se diseñaron para la arquitectura. Este proceso ya se está llevando a cabo en muchos países.

Recientemente un consorcio de empresas ha iniciado el proyecto ROADBIM para el desarrollo, entre otros objetivos, de una extensión de IFC para carreteras en España. Este formato se basará en la extensión de IFC4, ALIGNMENT 1.0 y se enmarcará en los esfuerzos internacionales llevados a cabo por la “Building Smart International” en el proyecto “InfraRoom”. Este documento se centra en la definición del esquema enfocado a la verificación del cumplimiento de códigos para carreteras. Para ello es importante identificar qué normas son automatizables, cómo se va a organizar la información dentro del IFC y verificar que se puede usar dicho formato para comprobar el cumplimiento de la normativa automáticamente.

El proyecto ROADBIM incluye un análisis de los criterios incluidos en una amplia muestra de guías de diseño geométrico de carreteras de diferentes países, habiendo centrado sus esfuerzos de programación en la verificación de normativa para las guías de diseño española 3.1 IC Trazado [6] y estadounidense “Green Book” (AASHTO, 2011) [7].

1 INTRODUCCIÓN

Los actuales proyectos de carreteras en España siguen una metodología basada principalmente en la simplificación de la realidad tridimensional que supone la carretera abordando su diseño geométrico mediante una modelización 2D en planta, alzado y sección transversal. Esta forma de proceder genera documentos gráficos 2D empleados para representar el diseño, sirviendo también como instrumentos de control y transferencia de información del proyecto. El proceso de verificación de normativas sobre el modelo es una tarea difícil y propensa a errores [1][2], por lo que la capacidad de automatizar la comprobación del cumplimiento del código es un objetivo deseable que podría ahorrar tiempo y dinero a diseñadores e instituciones implicadas. Para ello es importante el uso de un formato estándar de intercambio de datos, siendo la falta del mismo la causa de lento progreso en este campo [2]. La verificación automática de cumplimientos de normativas ha sido extensivamente estudiado para el caso de la arquitectura [3][4]. Sin embargo han aparecido numerosas dificultades, siendo la principal la alta frecuencia de cambio de las diferentes normativas, lo que hace necesario actualizar los algoritmos de cumplimiento [1]. Además hay normas que podrían ser interpretadas por las computadoras, pero algunas son muy difíciles de automatizar al requerir de la interpretación de un humano [5] (podría hablarse en este caso de comprobaciones semiautomáticas), o incluso se hace necesario indicar qué normas y en qué medida pueden ser incumplidas. Esto es especialmente importante en infraestructuras viarias, donde las decisiones de diseño pueden tener consecuencias de seguridad, funcionalidad y económicas muy importantes. Sin embargo, en el caso de las carreteras los códigos son menos numerosos y más sencillos de aplicar, por lo que debería ser más fácil identificar qué normas pueden ser automatizadas y su implementación.

Aunque actualmente hay software que permite verificar normativa como Ispol, Clip, Inroads, Civil 3D o MDT, éstos trabajan sobre un formato propietario por lo que el desarrollo de un formato estandarizado podría suponer un avance importante. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que la verificación de la normativa, cuyo contenido se renueva de forma periódica, no debería estar sujeta a las actualizaciones de un formato propietario.

2 PROBLEMA Y PROPUESTA

De cara a automatizar la verificación de la normativa de diseño geométrico de carreteras a partir de archivos IFC es necesario primero definir qué normas se pueden automatizar, luego qué información debería haber en los archivos IFC, cómo se ordenará esa información y finalmente qué método seguiremos para realizar dicha verificación. Actualmente la normativa de carreteras exige diferentes comprobaciones que afectan a su trazado. Prácticamente todas ellas se pueden automatizar en mayor o menor medida, sin embargo hay casos particulares en los que es necesaria la intervención del usuario. Por otro lado es necesario tener en cuenta que la verificación automática de una normativa en particular es un caso muy específico que requiere una programación exclusiva, pues hacer sistemas genéricos que se adapten a múltiples normativas es un problema complejo. Sin embargo, el hecho de plantear la verificación sobre un formato estandarizado de uso universal nos acerca un poco más a la posibilidad de establecer un método genérico de verificación.

En este documento, tomando como referencia la norma 3.1 IC Trazado (2016), se seleccionan tres criterios de control del diseño geométrico que no requieren la intervención del usuario y que resultan, por tanto, completamente automatizables. A partir de ahí, y en base a un archivo IFC, se van a proponer métodos para insertar la información necesaria en el propio archivo, teniendo en cuenta que la normativa puede verse modificada, para finalmente realizar una comprobación de la norma en base a los tres criterios seleccionados.

3 NORMATIVA

La verificación de la normativa se va a realizar a partir de una serie de tablas que apuntarán a verificaciones específicas de cada uno de los tres criterios de control del diseño seleccionados. A partir de estas tablas se definirá que datos debería contener el Archivo IFC para permitir su verificación y se definen PSETs (Property Sets) específicos para normativa.

3.1 *Estudio de la normativa*

Algunos de los apartados en los que se divide la normativa actual española, Instrucción 3.1 IC (2016) de

trazado, son verificación en planta, alzado, coordinación planta-alzado, sección transversal, y visibilidad. Para automatizar la verificación, es necesario hacer una selección de qué puntos son los que se van a tener en cuenta para el presente estudio. Tras un análisis detallado, de entre los muchos criterios contemplados en la normativa, hemos escogido tres que serían susceptibles de ser completamente automatizados. Sobre cada criterio seleccionado se establece una tabla de datos con los siguientes datos: el apartado de la Instrucción donde se menciona dicha comprobación; el caso en que se aplica; los datos necesarios; el método de comprobación establecido. De esta forma se han rellenado tres tablas correspondientes a tres comprobaciones especificadas en la norma, todas ellas de planta:

Comprobaciones en planta sobre la longitud máxima de recta:

Tabla 1 Datos para la comprobación de tramos rectos según la norma 3.1 IC 2016

Nombre de la comprobación	Apartado de la Instrucción
1. Longitud máxima de recta	4.2.1
Aplicación de la comprobación	
Todas las rectas de un segmento de carretera (v_p constante)	
Datos necesarios y unidades	
Velocidad de proyecto del tramo (v_p , km/h)	
Longitud de cada recta (L_{recta} , m)	
Comprobación	
Para cada recta se hará la siguiente comprobación: $L_{\text{recta}} \leq 16.70 \cdot v_p$	

Se trata de la comprobación más sencilla, los datos requeridos son la longitud del tramo recto (este dato se puede recoger directamente de la definición de ALIGNMENT 1.0) y la velocidad de proyecto, este último dato se deberá añadir al archivo IFC. A partir de la operación que vemos en la tabla se puede realizar la comprobación de forma sencilla. Más adelante se profundizará en este aspecto. Comprobaciones planta de radio mínimo para curvas circulares:

Tabla 2 Datos para la comprobación de tramos en arco circular según la norma 3.1 IC 2016

Nombre de la comprobación	Apartado de la Instrucción
2. Radio mínimo en función de la velocidad de proyecto	4.3.2
Aplicación de la comprobación	
Todas las curvas circulares de un segmento de carretera (v_p constante)	
Datos necesarios y unidades	
Velocidad de proyecto del tramo (v_p , km/h)	
Grupo de la carretera (1, 2 o 3)	
Radio de cada curva, sin su signo ($ R_i $, m)	
Comprobación	
Se recorrerán todas las curvas del segmento, verificando que se cumple: $ R_i \geq R_{\text{min}}$	
En caso de que se verifique para todas las curvas, la comprobación es correcta.	
En caso de que para alguna curva no se cumpla, la comprobación es incorrecta. Se deberá señalar la curva que incumple y en qué cantidad.	

En este caso la verificación es un poco más compleja pues los datos a recoger incluyen el radio (dato que aparece en la definición de ALIGNMENT 1.0), el grupo de la carretera y la velocidad de proyecto, que se deben añadir al archivo IFC como datos complementarios para normativa, y finalmente se debe utilizar una tabla definida en la normativa (Tabla 4.4)[6]. Esta comprobación tiene la dificultad añadida de que es necesario utilizar la tabla de la normativa para establecer una validación sobre el valor de radio de la curva circular. Comprobaciones planta para clotoides sobre la Variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal:

Tabla 3 Datos para la comprobación de clotoides de variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal según la norma 3.1 IC 2016

Nombre de la comprobación	Apartado de la Instrucción
3. Criterio I para parámetro mínimo de clotoide	4.4.3.1
Aplicación de la comprobación	
Todas las curvas de transición del tramo de carretera.	
Datos necesarios y unidades	
Radio puntual en el punto de mayor curvatura de la clotoide, sin su signo ($ R_0 $, m)	
Peralte en el punto de mayor curvatura de la clotoide, con su signo (p_0 , %)	
Velocidad específica asociada al punto de mayor curvatura de la clotoide (v_e , km/h)	
Radio puntual en el punto de menor curvatura de la clotoide, sin su signo ($ R_1 $, m)	
Peralte en el punto de menor curvatura de la clotoide, con su signo (p_1 , %)	
Parámetro de la clotoide sin su signo ($ A $, m)	

Comprobación

Para cada curva de transición se obtendrá el valor de la variación de la aceleración centrífuga (J_i , m/s^3) utilizando la siguiente expresión:

$$J_i = \frac{|R_0| \cdot v_e}{46.656 \cdot |A|^2} \cdot \left(\frac{v_e^2}{|R_0|} - 1.27 \cdot \frac{p_0 - p_1}{1 - \frac{|R_0|}{|R_1|}} \right)$$

Se comparará dicho valor con la Tabla 4.6 de la Instrucción:

En función de esta comprobación:

Si el valor de J_i es inferior o igual a J , la comprobación es positiva.

Si el valor de J_i está entre J y $J_{m\acute{a}x}$, el diseño es correcto siempre y cuando implique un menor coste y así pueda justificarse. Se deberá informar al diseñador.

Si el valor de J_i es superior a $J_{m\acute{a}x}$, la comprobación es negativa.

Además, para una futura comprobación, se recomienda calcular el parámetro mínimo:

$$A_{min,J} = \frac{|R_0| \cdot v_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left(\frac{v_e^2}{|R_0|} - 1.27 \cdot \frac{p_0 - p_1}{1 - \frac{|R_0|}{|R_1|}} \right)$$

$$A_{min,J,J_{m\acute{a}x}} = \frac{|R_0| \cdot v_e}{46.656 \cdot J_{m\acute{a}x}} \cdot \left(\frac{v_e^2}{|R_0|} - 1.27 \cdot \frac{p_0 - p_1}{1 - \frac{|R_0|}{|R_1|}} \right)$$

La comprobación de parámetro mínimo de clotoides es el caso más complejo que vamos a tratar, para ello debemos captar varios datos como son la velocidad de proyecto, los peraltes iniciales y final (hasta aquí son datos que se deberán introducir en IFC), el parámetro A de la clotoide, los radios extremos que rodean la clotoide y la longitud de la misma (estos datos están ya presentes en el formato ALIGNMENT 1.0). A partir de estos debemos calcular el valor J (variación de la aceleración centrífuga en la curva de transición). En este punto debemos ir a la tabla 4.6 [6] de la normativa y verificar que el valor J se encuentra entre los límites establecidos por la normativa el rango en el que se encuentre la velocidad específica de la curva.

3.2 Inserción de datos en IFC

Hay datos necesarios para la comprobación de la normativa que están presentes en el formato original de Alignment, pues son datos de geometría como radios o longitudes. Estos datos ya han sido especificados en el apartado anterior. Otros datos pueden ser deducidos a partir de los primeros, por ejemplo, el radio del círculo osculador de una clotoide a partir de la longitud y el parámetro A. Sin embargo, hay otros datos que deben ser añadidos en el archivo IFC por no estar presentes en el actual formato actual. El modo en que se añaden estos parámetros será importante para la funcionalidad del formato. Una posibilidad es convertir esos datos en atributos necesarios para la definición de la entidad, sin embargo, esta posibilidad supone producir variaciones en el esquema IFC mismo y da lugar a definiciones rígidas para un uso muy particular de IFC que además puede cambiar en cuanto se modifique la normativa. La otra opción que parece más razonable es tratarlo como propiedades predeterminadas que se pueden insertar o no según el uso que se le vaya a dar al archivo IFC. En este sentido el esquema IFC no se ve afectado y lo único que se hace es añadir información adicional vinculada a elementos del modelo. Una de las ventajas de usar PSETs en vez de atributos es que si la norma cambia el hecho de modificar los PSETs no afecta al esquema IFC. Otro aspecto importante a tener en cuenta es la forma en que se van a agrupar los PSETs. Para ello es importante que los datos contenidos en los PSETs no sean redundantes. La forma en que agrupamos estos

datos va a tener pues cierta importancia en la posibilidad no solo de verificar la norma sino también en la facilidad de identificar qué datos corresponden a normativa y a qué elementos se aplican. Así pues estas propiedades se van a asignar por segmentos. Se entiende como segmento cualquier sección de carretera que mantiene condiciones uniformes de velocidad de proyecto, tráfico y sección transversal. Finalmente debe tenerse en cuenta que las unidades en que se define la norma son fundamentales en tanto que dato

para una correcta implementación de las comprobaciones. Para ello se han definido las unidades derivadas como “km” o “km/h” en el archivo IFC. Para las tres verificaciones que hemos establecido los datos a añadir serán los siguientes.

Tabla 4 Variables que se van a añadir a los Property Sets del archivo IFC

<i>Nombre de la variable</i>	<i>Acrónimo</i>	<i>Unidad más frecuente</i>
Grupo de la carretera		1, 2 o 3
Velocidad de proyecto	Vp	km/h
Peralte en el punto inicial de la clotoide	Pi	%
Peralte en el punto final de la clotoide	Pf	%

Para finalizar el PSET se nombrará con el nombre de la normativa a la que se refiere y el país de origen preferiblemente en inglés, en nuestro caso “SPAIN_3.1 IC (2016)”.

3.3 Verificación de las normativas

El archivo IFC que hemos generado para este estudio consta de una alineación esquemática compuesta por un tramo recto, una clotoide de transición y en una curva en arco en planta. En alzado, consta de un tramo recto y un tramo en arco. Esta alineación va insertada en una entidad espacial IFCSPATIALZONE. Esta entidad es arquitectónica y solo se ha utilizado a modo de sustituto para una entidad equivalente en infraestructuras.

Tabla 5 Estado de alineaciones del archivo IFC usado de ejemplo.

PK	Longitud	Coor. X	Coor. Y	Azimut	Radio	Param.	X centro	Y centro
0	0	0	5,1		infinito			
50	50	50	5,1		infinito	115,25		
100	50	99,95	6,66	5.4	265,64			
150	50	148,9	16,3		265,64		73,42	270,97



Figura 1. Imagen de la lectura de datos del IFC realizada por un software de testeo para el nuevo formato IFC

Para proceder a verificar la normativa debemos aislar los datos que necesitamos sobre cada uno de los elementos. En este caso observamos que para un tramo (#145) hay una alineación horizontal con un tramo lineal, una clotoide y un arco (#27,#30,#46) y en la alineación vertical encontramos un segmento recto con un arco (#33,#34). Además, se han añadido una serie de datos en un Property Set (#2002, #2003, #2004, #2005). A partir de estos datos la verificación se puede completar simplemente aislándolos y pasando por las distintas comprobaciones.

De todos modos esta entidad podrá ser substituida en la futura versión IFC5 por un elemento IFCROAD o IFCLINEARSPACE. Para la verificación de la normativa se ha desarrollado un software sencillo que permite identificar para cada tramo de la carretera su PSET con los datos de la normativa y los datos geométricos necesarios. De este modo se aíslan los datos que deben ser verificados por la normativa para su procesamiento.

3.3.1 Verificación tramo recto

Comprobación:

- Para cada recta se hará la siguiente comprobación:

$$L_{\text{recta}} \leq 16.70 \cdot v_p$$
- En este caso se aíslan los datos de la propiedad “Grupo de la carretera” y “Velocidad de proyecto” en las líneas #2002 y #2003 y también necesitamos la longitud del tramo que la podemos obtener de:

#27=IFCLINESEGMENT2D(#28,0.0,50.0);

A partir de estos datos la verificación es sencilla. El dato de longitud se compara con el valor de velocidad de proyecto por la constante. Un cartel informa del resultado.

3.3.2 Verificación tramo arco

Comprobación:

- El radio mínimo viene determinado por la velocidad de proyecto según la tabla 4.4 de la Instrucción
- Se recorrerán todas las curvas del segmento, verificando que se cumple: $|R_i| \geq R_{\min}$
- En caso de que se verifique para todas las curvas, la comprobación es correcta.
- En caso de que para alguna curva no se cumpla, la comprobación es incorrecta. Se deberá señalar la curva que incumple y en qué cantidad.
- En este caso los parámetros son la velocidad de proyecto (#2003), pero cabe añadir también el radio de la curva, y los valores de radio mínimo establecidos por la tabla 4.4 [6]. Para obtener el radio nos vamos a la línea:

#46=IFCCIRCULARARCSEGMENT2D(#47,0.1,50.000000,265.64,..T.);

Una simple comparación entre el radio de la curva y el radio mínimo establecido por la normativa según la velocidad de proyecto nos dará el resultado.

3.3.3 Verificación tramo clotoide

Comprobación:

- Para cada curva de transición se obtendrá el valor de la variación de la aceleración centrífuga ($J_i, m/s^3$) utilizando la siguiente expresión:

$$J_i = \frac{|R_0| \cdot v_e}{46.656 \cdot |A|^2} \cdot \left(\frac{v_e^2}{|R_0|} - 1.27 \cdot \frac{p_0 - p_1}{1 - \frac{|R_0|}{|R_1|}} \right)$$

En función de esta comprobación:

Si el valor de J_i es inferior o igual a J , la comprobación es positiva.

Si el valor de J_i está entre J y J_{\max} , el diseño es correcto siempre y cuando implique un menor coste y así pueda justificarse. Se deberá informar al diseñador.

Si el valor de J_i es superior a J_{\max} , la comprobación es negativa.

Además, para una futura comprobación, se recomienda calcular el parámetro mínimo:

$$A_{\min,I} = \frac{|R_0| \cdot v_e}{46.656 \cdot J} \cdot \left(\frac{v_e^2}{|R_0|} - 1.27 \cdot \frac{p_0 - p_1}{1 - \frac{|R_0|}{|R_1|}} \right)$$

$$A_{\min,I,J_{\max}} = \frac{|R_0| \cdot v_e}{46.656 \cdot J_{\max}} \cdot \left(\frac{v_e^2}{|R_0|} - 1.27 \cdot \frac{p_0 - p_1}{1 - \frac{|R_0|}{|R_1|}} \right)$$

En este caso la comprobación es más compleja que en los anteriores ya que encontramos muchos más elementos implicados. Además de la “velocidad de proyecto” (#2003) debemos captar “Peralte inicial” (#2004) y “Peralte final” (#2005). Luego de la alineación necesitamos varios parámetros de la clotoide:

#30=IFCCLOTHOIDALARCSEGMENT2D(#31,0.0,50.000000,\$,..T.,T.,115.247560);

Estos corresponden a la longitud de la clotoide (50.0), el radio inicial (\$ o infinito) y el parámetro A (115.24), a partir de estos parámetros podemos obtener el radio final de la clotoide, en este caso 265.6. Todo ello requiere la aplicación de las fórmulas establecidas en la normativa para obtener el parámetro J de la clotoide. Además se ha de buscar en la tabla el valor de J para la velocidad establecida y la J máxima.

En la comprobación de la normativa hay procesos que conciernen a la justificación sobre determinadas decisiones y por ello requieren la intervención del usuario. Este sería el caso para la verificación de la clotoide en que encontramos valores de J que cuando caen en un determinado rango se deben justificar.

4 RESULTADOS

Los datos añadidos como PSETs, así como los datos captados de la geometría de la alineación, de cada tramo han podido ser fácilmente captados y utilizados en la verificación de la normativa. En una primera fase estos resultados se han ofrecido en forma de carteles informativos con todos los datos significativos utilizados para la verificación.

5 CONCLUSIONES

A partir de la inserción de los datos necesarios en el IFC, la verificación de tres de los criterios de diseño geométrico completamente automatizables y que no requieren intervención del usuario contenidos en la normativa, han resultado sencillos de implementar. Para este tipo de comprobaciones sencillas sobre la geometría el método parece fiable y aunque las comprobaciones hechas son solo tres de los múltiples criterios de control presentes en las guías de diseño, la metodología parece ofrecer buenos resultados. De este modo se considera adecuada esta primera aproximación.

6 FUTURAS LINEAS DE DESARROLLO

Este estudio sirve como punto de partida para la definición del nuevo formato de intercambio para carreteras que permita abordar una verificación de su diseño geométrico. A partir de esta experiencia se pueden tomar mejores decisiones básicas sobre la organización del nuevo formato, por ejemplo, las alineaciones deberán estar contenidas en segmentos que se correspondan con las comprobaciones de la normativa. De este modo, un determinado segmento contendrá los elementos físicos de la carretera, las alineaciones y los PSETs necesarios para la verificación en normativa de trazado. No obstante, es necesario ampliar y completar este estudio con la inclusión del resto de criterios de control del diseño contenidos en las normas para poder completar la definición del esquema IFC y poder desarrollar un proceso completo y automatizado de verificación de normativa.

7 AGRADECIMIENTOS

Este desarrollo fue financiado por el FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional), el Ministerio de Economía y Competitividad y el CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial). Este trabajo fue asistido por Sacyr, Tyspa, Aplitop, APOGEA y GIIC-UPV del proyecto: ROAD-BIM (ITC-20161077).

Normativa 3.1 IC (2016)

```
Apartado 4.2.1 Longitud máxima de recta
Elemento verificado: #27=IFCLINESEGMENT2D(#28,0.0,50.0);
Longitud tramo recto: 50
Velocidad de proyecto (Vp) del tramo: 100
Longitud máxima tramo (16.7 x Vp): 1670
CUMPLE
```

Figura 2. Mensaje de la verificación sobre tramos rectos

Normativa 3.1 IC (2016)

```
Apartado 4.3.2 Radio mínimo en función de la velocidad de proyecto
Elemento verificado:
#46=IFCCIRCULARARCSEGMENT2D(#47,0.1,50.000000,265.64,.T.);
Radio del arco: 265,64
Velocidad de proyecto del tramo: 100
Grupo de la carretera: 2
Radio mínimo según tabla 4.4 normativa: 450
NO CUMPLE
```

Figura 3. Mensaje de la verificación sobre tramos en arco circular

Normativa 3.1 IC (2016)

```
Apartado 4.4.3.1 Criterio I para parámetro mínimo de clotoide
Elemento verificado:
#30=IFCCLOTHOIDALARCSEGMENT2D(#31,0.0,50.000000,$.T.,.T.,115.247560);
Velocidad de proyecto del tramo: 80
Radio menor: 265,640001719072
Radio mayor: ∞
Peralte radio menor: 7
Peralte radio mayor: 1
Parametro A: 115,24756
valor J clotoide: 0,564909360733115
valor J normativa: 0,4
valor J normativa máximo: 0,6
ACCEPTABLE, REQUIERE JUSTIFICACIÓN
```

Figura 4 Mensaje de la verificación sobre tramos de transición o clotoides

En esta primera fase de desarrollo se verifica que las comprobaciones se pueden llevar a cabo con facilidad una vez se es capaz de leer e interpretar los archivos IFC. En estas comprobaciones se facilitan todos los datos captados o generados para realizar la comprobación. Un aspecto importante es la forma en que se organizan las alineaciones. En este documento se han distribuido las alineaciones por segmentos, sin embargo en un archivo IFC ALIGNMENT 1.0 convencional estas alineaciones se asignan a un IFCSITE de modo que las propiedades no se pueden asignar por tramos. Por ello es necesario vincular de algún modo las alineaciones a los tramos correspondientes con sus propiedades.

8 REFERENCIAS

[1] Malsane, Sagar, et al., Development of an object model for automated compliance checking, *Automation in construction* 49 (2015): 51-58., 2015, DOI: 10.1016/j.autcon.2014.10.004

[2] Dimyadi, Johannes, and Robert Amor., Automated Building Code Compliance Checking—Where is it at., *Proceedings of CIB WBC 172-185*, 2013, DOI: 10.13140/2.1.4920.4161

[3] Tan, Xiangyang, Amin Hammad, and Paul Fazio., Automated code compliance checking for building envelope design., *Journal of Computing in Civil Engineering* 24.2: 203-211, 2010, DOI: 10.1061/(ASCE)0887-3801(2010)24:2(203)

[4] Yang, Q. Z., and Xingjian Xu., Design knowledge modeling and software implementation for building code compliance checking., *Building and Environment* 39.6: 689-698, 2004, DOI: 10.1016/j.buildenv.2003.12.004

[5] Drogemuller, Robin, Rob Woodbury, and John Crawford, Extracting representation from structured text: Initial steps., *Proceedings of CIB W78 Conference* 302-307, 2000

[6] Ministerio de Fomento (2016). *Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC Trazado*.

[7] American Association of State Highways and Transportation Officials (2011). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (Green Book)*.





ZIGURAT

GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Nº 1 EN PROGRAMAS MÁSTER BIM A NIVEL MUNDIAL

Pide el catálogo del programa que mejor se adapte a tu carrera profesional en www.e-zigurat.com



Stand Construmat: Calle F, nº 685

QUANTITY SURVEYOR. UNA ESPECIALIZACIÓN EN LA METODOLOGÍA BIM

Álvaro de Fuentes Ruiz

Ingeniero de Edificación, Arquitecto Técnico y Quantity Surveyor. *CEO Odiseos, Sevilla, España*

afuentes@odiseos.es

RESUMEN

Ya es ampliamente conocido que la metodología BIM puede abarcar todas las fases del proceso edificatorio, desde su concepción inicial hasta acabar el ciclo de vida del mismo. Esta amplitud supone como es lógico, la necesidad de especialistas en las distintas fases de este proceso, y dentro de cada una de esas fases un especialista en una disciplina concreta. Si nos centramos en el trabajo relacionado con el proyecto de un edificio, podríamos tener, modeladores, consultores de estructuras, consultores de instalaciones, etc. Entre ellos existe una figura clave poco conocida entre los agentes de la edificación ajenos y profanos al mundo del BIM, el “Quantity Surveyor”. Su labor dará la información necesaria para tomar las decisiones relativas a la inversión en el proyecto, comparando “just in time” las diferentes alternativas o soluciones en base a su alcance y costes. Dada la progresiva y generalizada implantación del BIM, se hace cada vez más necesaria la especialización en alguna de las disciplinas relacionadas, y esta es una de las más interesantes y valoradas en el mercado laboral por las grandes empresas que son conocedoras de su importancia.

1 QUÉ ES Y PARA QUÉ SIRVE UN QUANTITY SURVEYOR

Para tener posibilidades de llevar a buen término un proyecto, entre otras muchas cosas es imprescindible tener una buena idea y disponer del dinero necesario para invertirlo en ella.

La idea será fruto de la imaginación de los técnicos diseñadores, pero su prosperidad dependerá de que los costes asociados a su desarrollo encajen en la inversión que está dispuesto a hacer el que lo financia. Salvo excepciones en casos que desconozco, ponemos antes límites a la inversión que a las ideas, como consecuencia inevitable lo que manda es el dinero, y deberemos ajustar la idea cuanto antes al presupuesto para que se convierta en una realidad.

Pero ¿cuánto cuesta hacer realidad una idea, un proyecto? Esa pregunta es difícil de contestar y más

aún en las fases iniciales de desarrollo de la idea (proyecto). Es aquí donde entra en acción y debería tener un papel relevante, el especialista en cuantificar y valorar un proyecto. Este especialista debe hacer su trabajo con la máxima aproximación, y además debe ser capaz de detectar, si existen, desviaciones en el presupuesto a la vez que se desarrolla la idea, aportando propuestas de corrección en esas fases iniciales para no ir de delante hacia atrás. Al anticiparnos a las desviaciones presupuestarias somos más precisos en la toma de decisiones, ganamos tiempo, y ahorramos dinero en la gestión del proyecto. En la metodología BIM, donde anticiparse a los problemas es una de las ventajas que le atribuimos, el aspecto económico es fundamental. ¿De qué serviría un proyecto perfectamente desarrollado y definido con herramientas BIM, si al final del proyecto lo valoramos y no tenemos fondos suficientes para ejecutarlo?

Esta importante tarea de cuantificación y valoración de los avances del proyecto con estimaciones a futuro, y por supuesto también una vez finalizado, en el mundo del BIM le corresponde a un especialista conocido como Quantity Surveyor.

El Quantity Surveyor debe formar parte de los equipos de trabajo para aplicar sus conocimientos en las fases de redacción del proyecto, pero también y no menos importante, en su ejecución en obra, detectando nuevamente posibles desviaciones motivadas por cambios que pudieran surgir. Sus conocimientos, formación específica y experiencia, suele ser clave a la hora de establecer la planificación del proyecto en el tiempo. Nada mejor que vincular el tiempo con el dinero, y tener previsto el desarrollo

de la obra con estos dos aspectos perfectamente coordinados, es lo que conocemos en el BIM como el 4D y 5D. Cumplir el plazo de tiempo prefijado es un objetivo prioritario, pero que el plazo se cumpla con la inversión prevista sin desviaciones es igualmente importante, anticiparse a ambas desviaciones, plazo y dinero, es todo un alarde de conocimiento que necesita de especialistas como este que tratamos. Para ello existen metodologías específicas avanzadas como el EVM (Earned Value Management), método del valor ganado, que combinadas con el BIM pueden ser decisivas para evitar el fracaso y lograr el éxito.

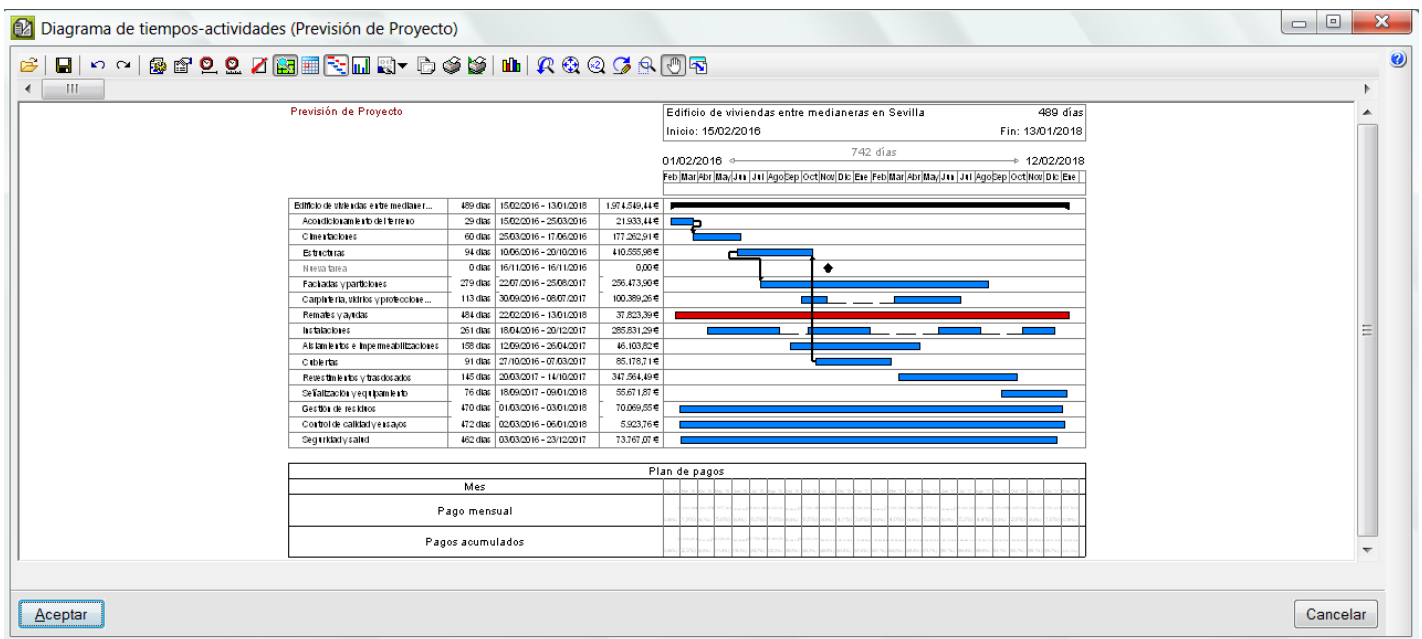


Figura 1. Planificación valorada en fase inicial del proyecto.

2 FORMACIÓN TÉCNICA, CONOCIMIENTOS DE SOFTWARE Y FILOSOFÍA DEL BIM

Un Quantity Surveyor de primera división en el sector AECO tiene que tener tres cosas fundamentales; amplios conocimientos de construcción, experiencia en obra, y saber utilizar con soltura el software relacionado con estas tareas. Los conocimientos de construcción se estudian en mayor o menor medida en las diferentes titulaciones técnicas universitarias y con cursos de especialización, la experiencia en obra se adquiere ejerciendo la profesión y observando con detalle cómo se hacen las cosas en la realidad, teniendo claro lo que está bien y mal ejecutado. La experiencia se consigue trabajando con seriedad y profesionalidad a lo largo de los años, y en eso no hay donde matricularse.

Tradicionalmente en España los aparejadores o arquitectos técnicos, hoy en día ingenieros de edificación, han sido mayoritariamente los que han elaborado las mediciones y presupuestos de los proyectos de edificación, tienen formación universitaria específica en la materia, así como de construcción, siendo precisamente el término aparejador la traducción al español del término anglosajón Quantity Surveyor.

La última característica más destacable de un Quantity Surveyor, sería la de conocer las herramientas informáticas más avanzadas y adaptadas a la metodología BIM para sacarles el máximo rendimiento a este trabajo especializado. Existe una gran variedad de software relacionado. Los programas de mediciones y presupuestos aumentarán el rendimiento a la hora de cuantificar las unidades de obra que intervienen, las bases de datos de la construcción nos servirán para aproximar la valoración económica, y

los programas de modelado y cálculo integrados en la metodología BIM nos facilitarán la tarea con su flujo de información específica.

No cabe duda de que el BIM ha supuesto también una revolución a la hora de realizar las mediciones y presupuestos. Hemos pasado de medir con un escalímetro en un plano a escala y anotar los resultados en un papel, a medir sobre ficheros procedentes de programas CAD en software específico de mediciones y presupuestos, y últimamente a asociar elementos del BIM con partidas de bases de datos y poder transformarlas manteniendo la vinculación con el modelo.

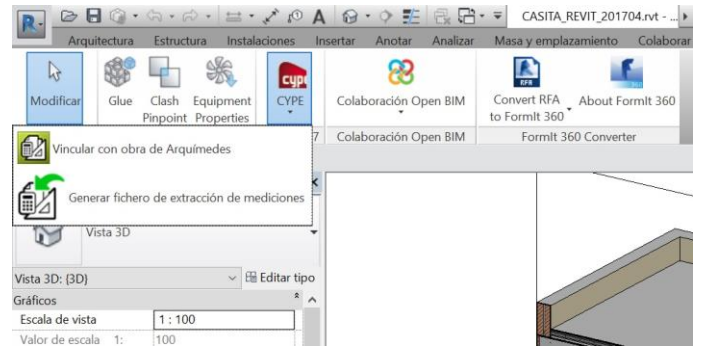


Figura 2. Cuadro de diálogo de vinculación entre Revit y Arquimedes.

Asignación de partidas y extracción de mediciones

CASITA_REVIT
 C:\CYPE Ingenieros\Arquimedes\CASITA_REVIT\CASITA_REVIT

Entidades de Revit
 Muros: Muro básico
 Tipos de Muro básico (2)
 Fachada monocalca con cámara de aire
 Tabique - 10 cm

Código	Ud	Resumen	Coste
FFZ010	m²	Hoja exterior de cerramiento de fachada, de 10,5 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico...	28,50
NAF020	m²	Aislamiento por el interior en fachada de doble hoja de fábrica para revestir formado por panel ...	11,54
FFR010	m²	Hoja interior de cerramiento de fachada de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hu...	19,57
FFQ010	m²	Hoja de partición interior de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para...	20,61

Características técnicas
 Ejecución de hoja exterior de 10,5 cm de espesor de fábrica, en cerramiento de fachada, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, 24x11,5x10,5 cm, ...

Unidad de medición: Superficie
 Combinación utilizada: Área - [Área neta]

FFZ010 | m² Hoja exterior de cerramiento de fachada, de 10,5 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, 24x11,5x10,5 cm, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. (4 Ejemplares)

Comentario	Comentario2	Id	A	B	Parcial	Subtotal
Muros: Muro básico						
Muro básico Fachada monocalca con cámara de aire	Nivel 1 Fase 1	129090	1,000000000	28,544	28,544	
Muro básico Fachada monocalca con cámara de aire	Nivel 1 Fase 1	129203	1,000000000	13,875	13,875	
Muro básico Fachada monocalca con cámara de aire	Nivel 1 Fase 1	129264	1,000000000	27,750	27,750	
Muro básico Fachada monocalca con cámara de aire	Nivel 1 Fase 1	129317	1,000000000	13,081	13,081	
					83,250	83,250
					83,250	83,250

Figura 3. Vinculación entre Revit y Arquimedes.

Es necesario conocer cuál es la metodología de trabajo con BIM para poder aplicarla a esta tarea específica. La base que todos conocemos radica en partir de un modelo virtual del edificio con información asociada, que podemos en este caso que nos ocupa extraer ordenadamente para cuantificarla.

Esa información no necesariamente es completa hasta el punto de poder obtener del modelo hasta el último detalle de todo lo que debemos cuantificar, y una premisa básica para realizar unas buenas mediciones de un proyecto es que no se olvide nada, y que nada se duplique.

En el mundo de las mediciones y presupuestos a lo largo de los años se han impuesto las unidades de obra complejas frente a las más desarrolladas o descompuestas, de manera que es común hoy ver partidas en presupuestos de proyectos que indican por ejemplo “m2 de estructura compuesta por....” Y no encontrar las partidas de encofrado, acero, u hormigón en pilares, o vigas, de manera desglosada. Esta forma de medir encaja muy bien con la metodología BIM, donde en la mayoría de los casos, tendremos modelos que no permitirían extraer mediciones con tanto detalle de todos los conceptos que se necesitan para poder valorar un proyecto.

3 MEDICIÓN Y PRESUPUESTO DE MODELOS BIM

En cualquier proyecto del sector AECO que vayamos desarrollando, posiblemente utilicemos diferentes programas informáticos para definir todos los apartados del mismo. Pero el trabajo se desarrolla de manera progresiva, y como hemos comentado antes, detectar en fases iniciales del proyecto desviaciones presupuestarias, nos puede hacer ganar tiempo y ahorrar dinero. Al inicio del desarrollo del proyecto partiremos de modelos conceptuales con un nivel de detalle mínimo, pero que nos aporta suficiente información como para determinar superficies y volúmenes de las principales unidades de obra necesarias para su construcción, esto unido a una memoria de calidades inicialmente definida, nos dará unas primeras estimaciones de costes.

Cuando el modelo se desarrolla podremos cuantificar con más precisión y por tanto la valoración será más exacta. El nivel de detalle del proyecto (LOD) tendrá mucho que decir en el trabajo de esta especialidad. Si el nivel de detalle es bajo tendremos que suplirlo con más conocimientos de construcción, experiencia y trabajo en el software de cuantificación. Si el nivel de detalle es muy elevado nos facilitará la tarea porque tendremos más información de cómo se quiere realizar cada trabajo en su calidad, acabado, posición o forma de ejecución.

3.1 *Medición de modelos conceptuales*

Valorar el proyecto en fases iniciales de desarrollo del proyecto puede ser más complejo si queremos asociar estas valoraciones al modelo BIM inicial. Estos modelos iniciales suelen ser diseños conceptuales para comprobar si la idea es del gusto del cliente. El modelo conceptual además puede ser útil para comprobar cumplimientos normativos respecto a parámetros urbanísticos, y convenientemente tratado también para realizar avances de presupuestos. Esto podríamos realizarlo asociando superficies construidas con módulos de precios de referencia, o de manera más elaborada en función de los usos de los recintos tales como baños, cocinas, o estancias, y diferenciando superficies de cubiertas y zonas exteriores. En estos casos las estimaciones son poco fiables pero pueden poner en alerta inicial la viabilidad del proyecto. Las referencias por unidad de superficie podemos obtenerlas de obras realizadas de similares características y calidades, o incluso de valores orientativos publicados por colegios profesionales, o bases de datos de referencia como el Generador de precios de CYPE Ingenieros.

3.2 *Modelos incompletos y/o mal definidos*

En otros casos podemos encontrarnos con modelos terminados que una vez evaluados para su medición y valoración comprobamos que están incompletos o incluso mal definidos. En esta situación se hace fundamental las tres características fundamentales de un Quantity Surveyor de primera división. Pongamos un ejemplo; supongamos un modelo que define las ventanas pero olvida o no define los alféizares de los huecos. Lo primero será detectar la falta de definición del modelo en lo que se refiere al elemento constructivo, es decir falta el alfeizar en sus dos componentes, doblado de alfeizar y revestimiento, supongamos con piedra natural.

Con estas dos partidas definidas por medio de buenos epígrafes que detallen su composición y forma de ejecución, lo siguiente será cuantificar en función del criterio de medición establecido su cantidad. ¿Cómo podemos hacer esto de manera automática vinculando esta medición a los huecos? Pongamos por caso que el modelo se ha realizado con Revit Arquitectura y el programa de mediciones y presupuestos que vamos a utilizar es Arquímedes de CYPE Ingenieros. La conexión en este caso de ambos programas permite vincular los distintos tipos de ventanas definidos en Revit con ambas partidas definidas, además de evidentemente la propia carpintería y vidrios.

Podremos derivar de la información del tipo (entre cuyos datos está el ancho y el alto) escogiendo el dato de ancho la medición de los doblados de alfeizar del cerramiento. Para obtener la medición de los alféizares de los huecos, y teniendo en consideración que por ejemplo tenemos un largo ligeramente superior a la dimensión del hueco y la carpintería, necesitaríamos un recurso adicional. Para ello trabajaríamos este tema en Arquímedes por medio de fórmulas aplicadas sobre la dimensión del largo, incrementándola en unos centímetros de acuerdo con el solape previsto con el cerramiento. Estaríamos vinculando varios tipos de ventanas a varias partidas diferentes del presupuesto y medición del proyecto, relación esta que conseguimos sin ninguna limitación en Arquímedes en su módulo de conexión con Revit.

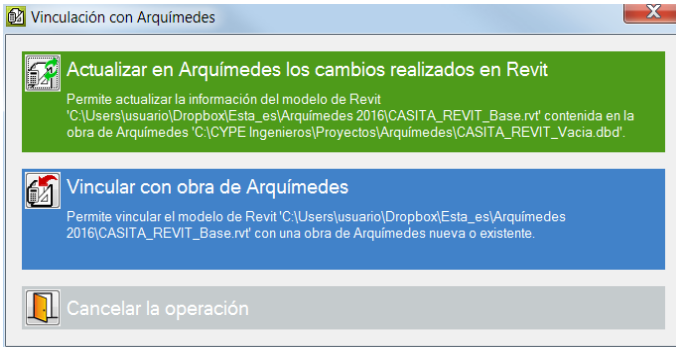


Figura 4. Vinculación con Arquímedes.

Estas relaciones quedan vinculadas a los huecos del modelo, por lo que si se produjera un cambio en el número o dimensiones de los ejemplares de algunos de los tipos vinculados a las partidas, estas se podrían actualizar automáticamente.

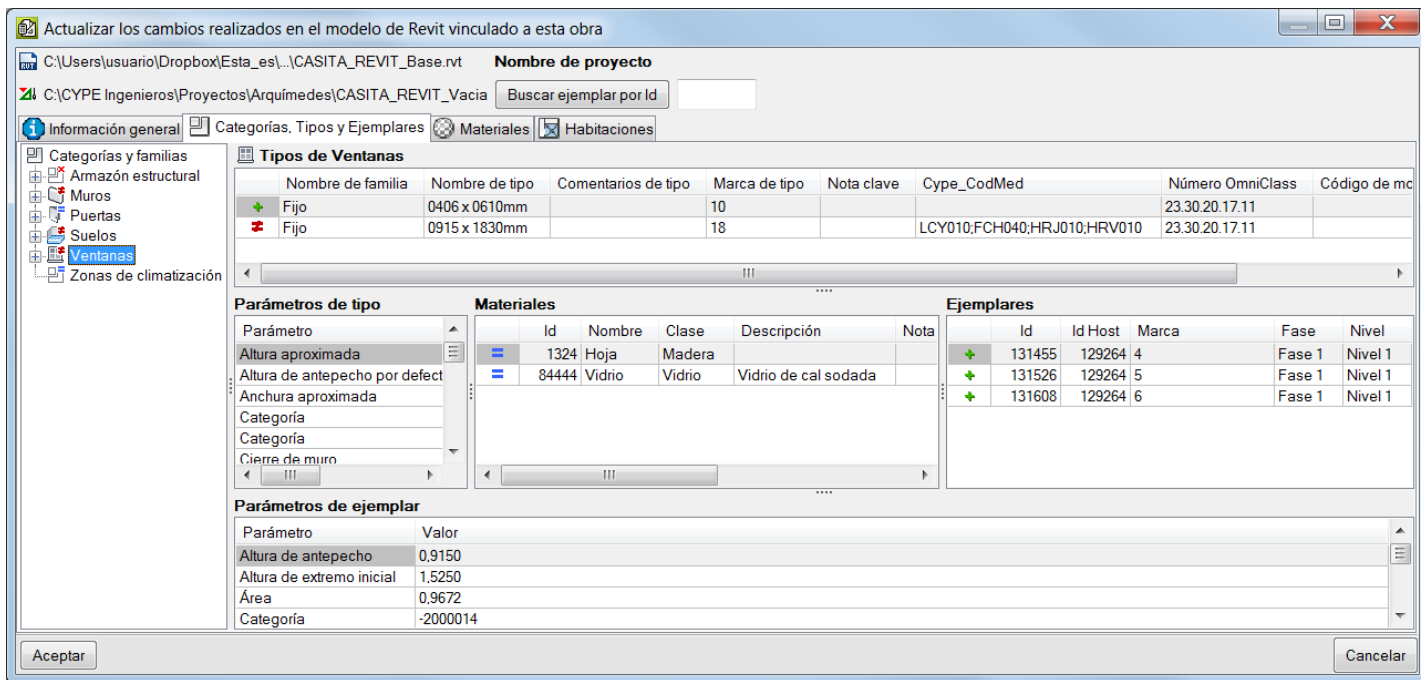


Figura 5. Ofrecimiento de actualización automática controlada de cambios en el modelo.

3.3 Procedimiento y problemática habitual

Los procedimientos de asociación entre partidas de un presupuesto y elementos del modelo son diversos según el software que utilicemos. Existen *plugin* que se instalan en los programas de modelado para realizar la medición y pasarla al programa de mediciones y presupuesto, también podemos obtener ficheros de extracción de mediciones en formatos como BC3 o tablas en CSV o XLSX. Las conexiones más avan-

zadas como la de Arquímedes con Revit permiten vincular los tipos, habitaciones y materiales a partidas de manera directa, de esta forma cambios en el modelo se actualizan y localizan visualmente en el programa de modelado desde el programa de mediciones. Podemos asignar notas clave en Revit con los códigos de las partidas a las que posteriormente vincularemos los tipos para automatizar aún más los procedimientos, y permitir trabajar descentralizadamente pero con conexión.

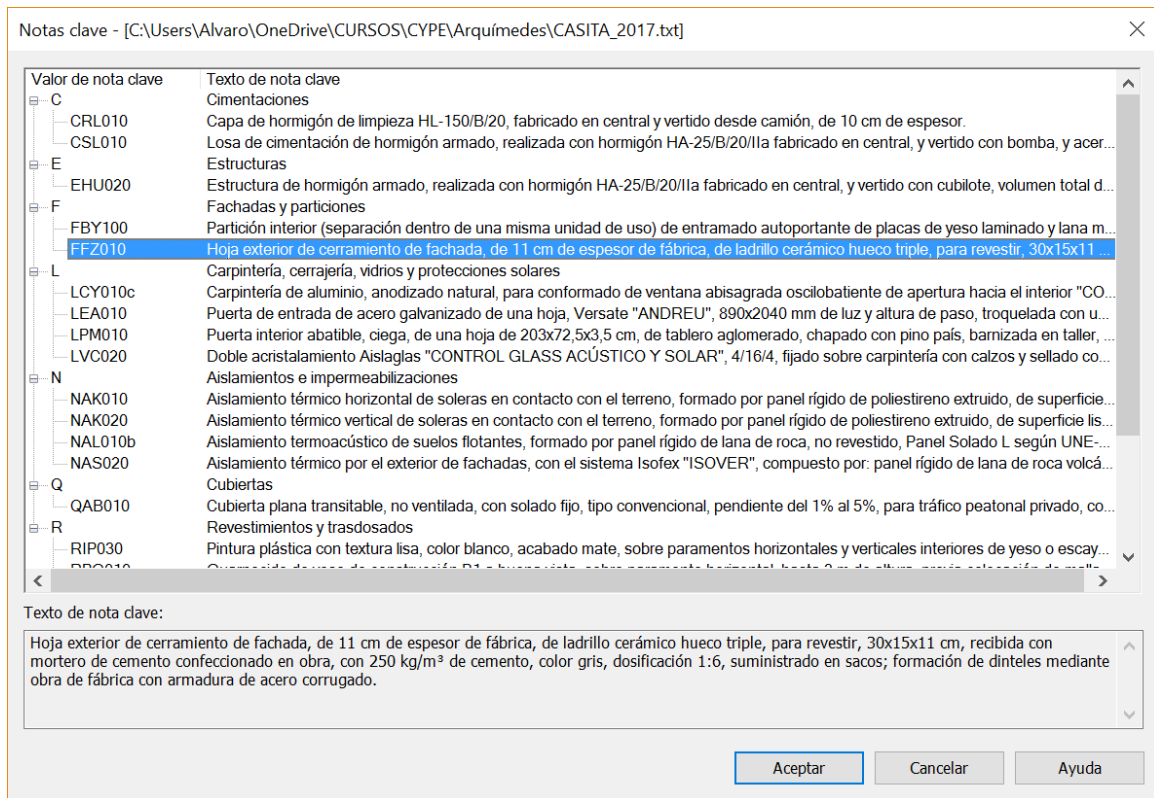


Figura 6. Asignación de notas clave a un tipo.

No todo es de color de rosa, modelos que incluyan la posibilidad de extraer mediciones de movimientos de tierras no es tan sencillo pues habitualmente hay aspectos como este que no forman parte del modelado. La asociación de modelos MEP es compleja para determinadas instalaciones y en algunos casos no está implementada o convenientemente resuelta.

Sin embargo la medición de modelos BIM para rehabilitación es muy práctica y efectiva con modelos bien organizados en fases de ejecución que podemos igualmente configurar, siendo esto una gran ventaja en este tipo de proyectos.

3.4 Opciones de diseño

Otra posibilidad no menos importante que nos abre la metodología BIM en el ámbito de trabajo del Quantity Surveyor, es la de estudiar económicamente diferentes soluciones al proyecto. Para ello utilizaríamos lo que se conoce como opciones de diseño en programas de modelado. Estas opciones de diseño en programas como el mencionado ArchiMedes de mediciones y presupuestos son fácilmente cuantificadas y valoradas de forma que nos ayuden a decidir sobre qué camino tomar en el desarrollo del proyecto. Un ejemplo sencillo de estas opciones de diseños sería evaluar los costes de resolver la estructura con forjados reticulares o unidireccionales, o acabados

de fachada con sistemas ETICS o fachadas ventiladas con acabado con piezas cerámicas. Esto lo podemos hacer fácilmente en ArchiMedes realizando un comparativo del presupuesto de ambas opciones partiendo desde simples modelos conceptuales realizados en Revit.

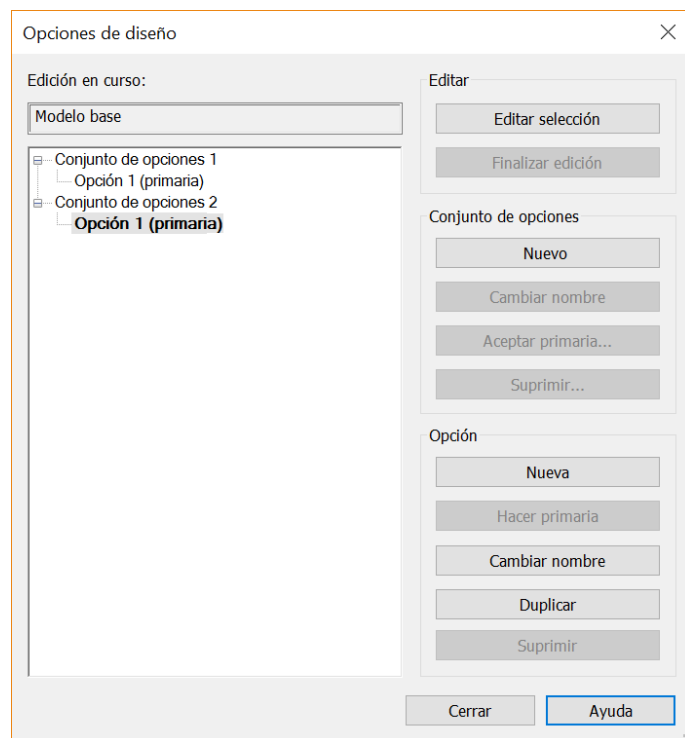


Figura 7. Diferentes opciones de diseño que podemos trasladar al programa de mediciones.

4 EVOLUCIÓN DEL SOFTWARE DE MEDICIÓN SOBRE MODELOS BIM, IFC, BC3, RVT, OTROS... BASES DE DATOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN ESPAÑA

El software específico del que hablamos es muy variado en todas las especialidades sobre BIM. En lo que afecta a la cuantificación y valoración de modelos, existen dos grupos, las bases de datos de la construcción, comúnmente conocidas como bancos de precios, y los programas de mediciones y presupuestos.

Las bases de datos de la construcción en España están muy extendidas y existen con variadas procedencias. Las más conocidas son las procedentes de organismos públicos, particularmente de cada comunidad autónoma, y las de empresas privadas que las distribuyen gratuitamente incorporando información comercial que sostiene el mantenimiento de estas bases de datos, y además las enriquece con precios más realistas y actualizados con mayor frecuencia que las procedentes de las administraciones públicas.

En la línea de las bases de datos públicas tendríamos como ejemplos la de la Junta de Andalucía, o del País Vasco, y como ejemplos de empresas o entidades privadas destacan el Generador de precios de CYPE, IVE, Precios Centro, o ACAE. Las bases de datos privadas suelen ser más completas y actualizadas por motivo de su propio fin lucrativo, y como decíamos suelen ser gratuitas para los usuarios al mantenerse por incorporar productos de fabricantes que las financian. Pueden incluir información adicional asociada a los conceptos como el pliego de condiciones, la cantidad de residuos generados, plan de control de calidad, análisis de riesgos en la ejecución para la seguridad, etc., esto les confiere un valor añadido para completar los documentos del proyecto.

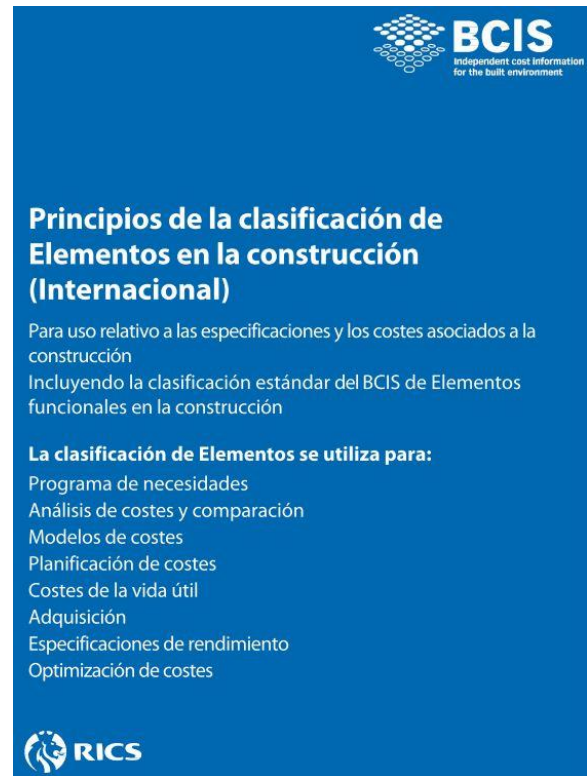


Figura 8. Base de datos internacional BCIS.

Los programas de mediciones y presupuestos tienen una amplia representación en el mercado existiendo una gran cantidad de software que cubre perfectamente las necesidades de un QS. Los más extendidos y estandarizados a la vez que completos y que se integran perfectamente en la metodología BIM son Arquímedes de CYPE Ingenieros y Presto de RIB, aunque existen otras aplicaciones que han dado pasos adelante en este tema como son PriMus de Acca Software o Gest de Arktec.

A nivel internacional existen referencias muy vinculadas al trabajo del Quantity Surveyor como es RICS con su base de datos para costes denominada BCIS (Building Cost Information Service).

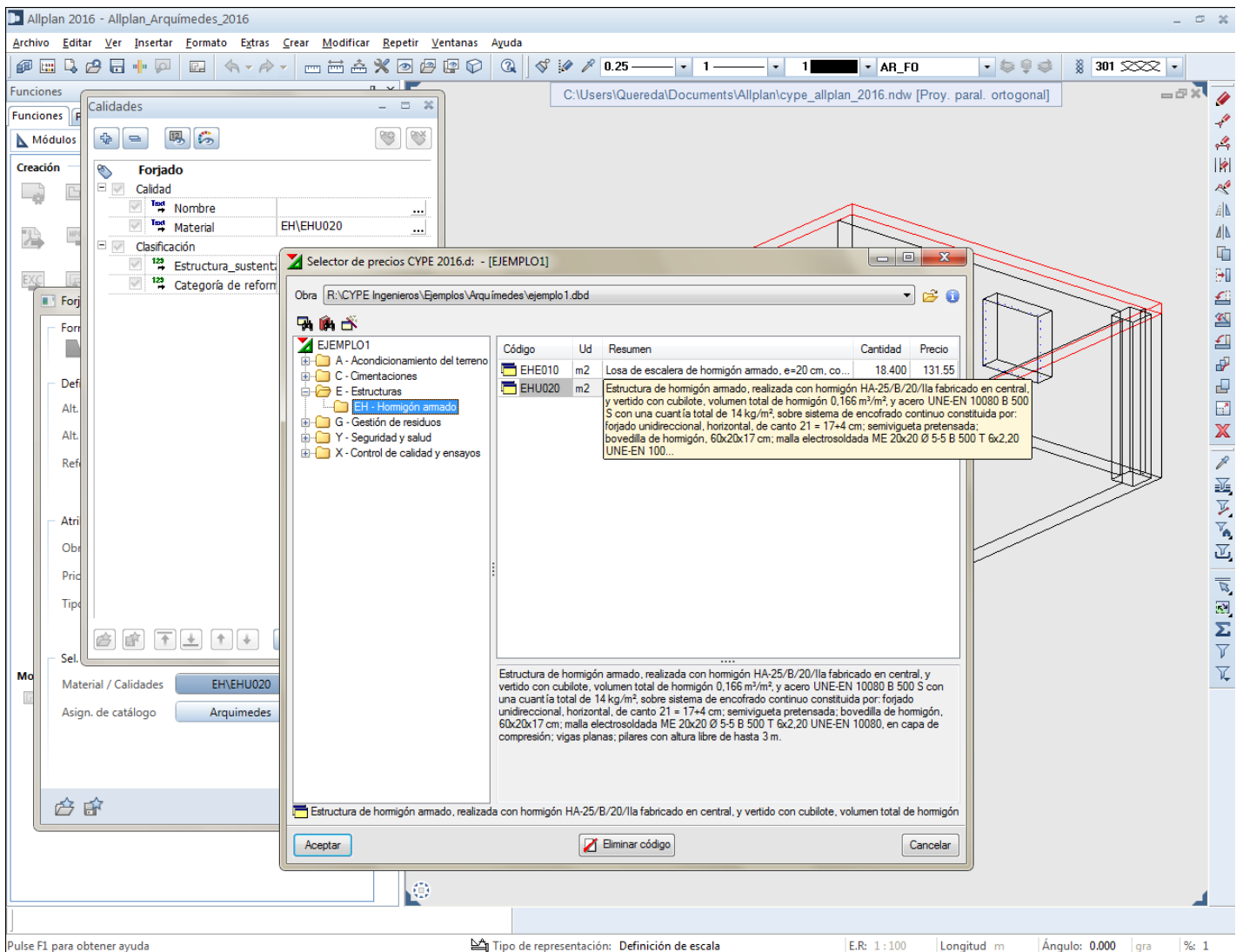


Figura 9. Vinculación entre Allplan y Arquímedes.

El software que contiene la información del modelo y del que lo extraemos a los programas de gestión del Quantity Surveyor son los conocidos programas de modelado como Revit, ArchiCAD o Allplan, pero también podemos obtener información de programas BIM relacionados con el cálculo propiamente, bien de estructuras o de instalaciones. Ejemplos de software de estructuras que se integra muy adecuadamente en el proceso tenemos a CYPECAD, y en instalaciones a CYPECAD MEP,

estos programas muy utilizados en España, no solo pueden generar ficheros IFC de la información que les corresponde, sino que generan una medición y valoración automática de todos los elementos que lo componen, en conjunto con el Generador de precios y Arquímedes o a formato FIEBDC3, ofreciendo además acceso a otras informaciones asociadas que permitirían la generación de otros documentos complementarios del proyecto como se mencionó anteriormente.

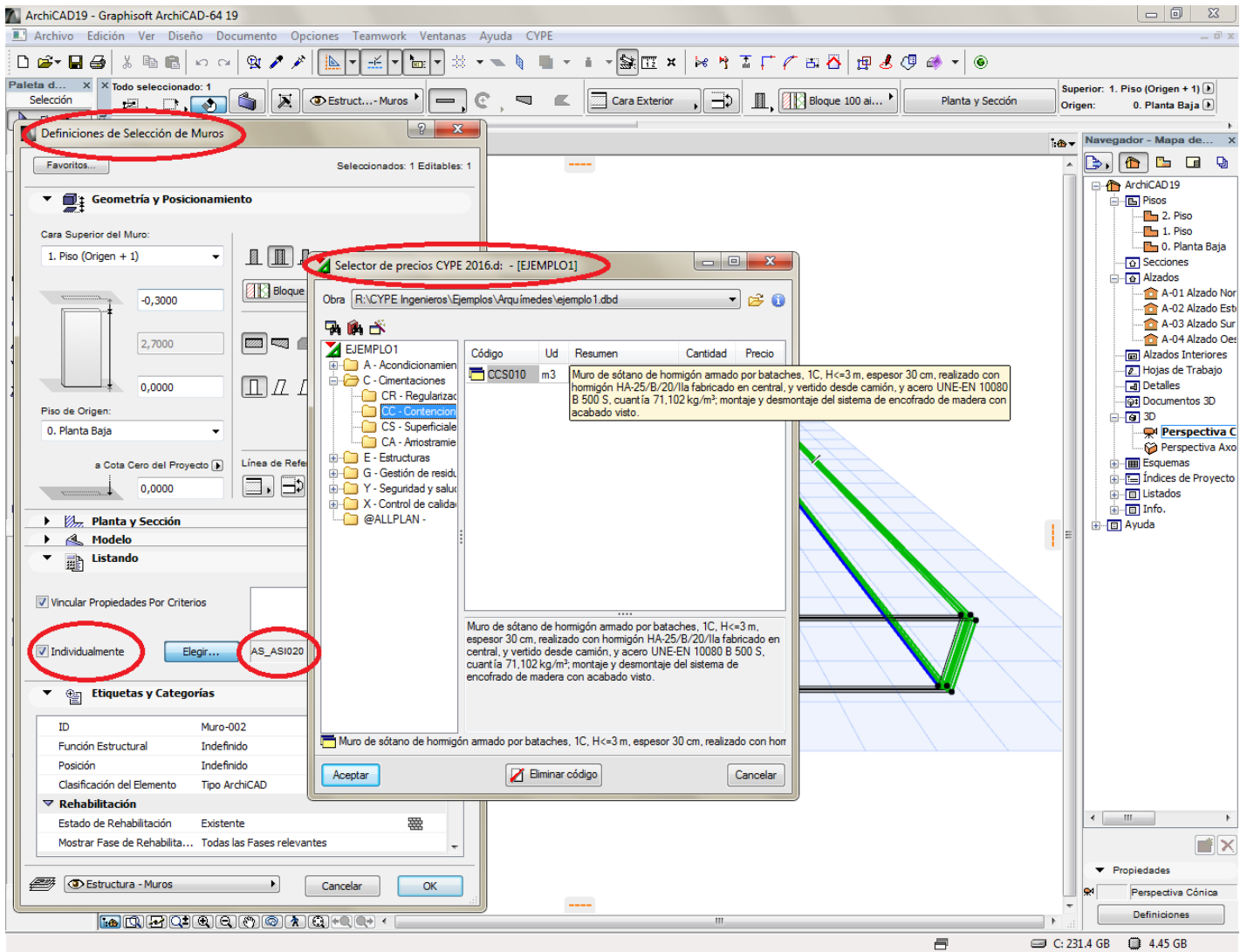


Figura 10. Vinculación entre ArchiCAD y Arquímedes.

5 CONCLUSIONES, PROYECCIÓN Y VISIÓN INTERNACIONAL

La demanda de Quantity Surveyor es creciente, en las ofertas de trabajo cada vez es más solicitada pues es conocida la importancia de su trabajo. El perfil del profesional que se requiere por parte de las empresas es un técnico con al menos 2 o 3 años de experiencia con salarios iniciales anuales entre 30.000 y 45.000 €, y que en casos de profesionales con amplia experiencia en esta labor puede superar los 75.000 €, lo cual no es nada despreciable. También existe una demandada de profesionales independientes (freelance), que especializados en la materia, son requeridos por empresas como colaboradores externos para la realización del proyecto o el control económico de la obra y su planificación. Este profesional desarrolla sus funciones en su oficina o en la de la empresa o cliente, y en las fases de ejecución del proyecto periódicamente en la obra, por tanto debe tener disponibilidad para viajar.

En un caso o en otro esta especialización en el mundo del BIM presenta oportunidades de empleo bien valoradas y futuras.

6 BIBLIOGRAFÍA

Arquímedes 2016. Generador de precios. Conexiones BIM. Autor: Álvaro de Fuentes. *Editorial Anaya Multimedia*.

BIM. Diseño y Gestión de la Construcción. Autores: Antonio Manuel Reyes, Pablo Cordero, Alonso Candelario. *Editorial Anaya Multimedia*.

Guía UBIM. *Building Smart Spanish Chapter*.

Prospects. Job profiles. Quantity surveyor. Autor: Laura Sanley. *AGCAS*.

<https://www.rics.org>

<https://www.careers.govt.nz/jobs-database>



BIMETRICAL

Soluciones Integrales BIM

IMPLANTACIÓN

CONSULTORÍA

BIM MANAGEMENT

FAMILIAS FABRICANTE

MEDICIONES

BARCELONA

Av. Meridiana, 350
+ 34 93 311 69 26

ZARAGOZA

C/ Coso, 35
+34 976 20 16 15

WWW.BIMETRICAL.COM

contacto@bimetical.com

FAMILIAS REVIT DE FABRICANTES ADAPTADAS A LAS NECESIDADES DE INGENIERÍA Y OBRA

Pere Muntané Furió

Ingeniero Técnico industrial, Especialista en HVAC y eficiencia energética del sector farmacéutico.

I+D+i Familias Revit para Fabricantes en Bimetrica S.L.

RESUMEN

En general, las ingenierías, aún pudiendo disponer gratuitamente de familias Revit de fabricantes, crean las suyas propias asumiendo el coste que esto les supone. Tras analizar el nivel de detalle gráfico, el nivel de jerarquía y el nivel de información paramétrica de unas y otras familias, se ha llegado a la conclusión de que la mayoría de familias Revit de fabricantes disponibles actualmente, poseen unas características que las hacen muy poco prácticas para que las ingenierías trabajen con ellas. En base a esto, se ofrece al fabricante una serie de recomendaciones para que las tenga presentes a la hora de crear sus familias y pueda conseguir de esta forma que sí sean insertadas en los modelos de proyecto de ingeniería, lo que hará aumentar considerablemente la opción de compra de sus productos.

1 INTRODUCCIÓN

Generalmente, las familias Revit de fabricantes que se encuentran hoy en día en el mercado, aún siendo de descarga gratuita, no son utilizadas por las ingenierías para realizar sus proyectos, pues no resultan prácticas a la hora de trabajar con ellas. Cada ingeniería crea entonces sus familias en base a unas necesidades y estándares propios, asumiendo el coste que esto conlleva. Se pierde entonces la colaboración y transparencia que ofrecen las familias Revit de fabricantes, ya que las ingenierías, como propietarias de sus familias, no están dispuestas a compartirlas con otros agentes implicados si no es con un acuerdo contractual de por medio.

Este artículo pretende argumentar lo expresado en el párrafo anterior y dar unas pautas a los fabricantes de cómo crear sus familias para que éstas sí resulten útiles a las ingenierías, y las incluyan entonces en sus modelos de proyecto. Se verá que este nuevo enfoque no sólo beneficia a la ingeniería, sino que proporciona también una serie de ventajas al fabricante, quien podrá expandir su marca comercial de una forma muy efectiva dentro del sector, no sólo gracias a estas familias, sino también a los modelados

de proyecto de fabricante que se propone como nueva línea de negocio.

Para ello se definirán antes los conceptos básicos de Revit, conocidos como niveles de jerarquía: categoría, familia, tipo y ejemplar. Y se explicará cómo son las familias que utiliza la ingeniería: nivel de jerarquía, nivel de detalle gráfico 2D y 3D; y nivel de información paramétrica, una vez la familia ha sido insertada dentro del modelo Revit. Se analizarán también cuales son las características de las familias de fabricantes, listando los motivos por los cuales no resultan de utilidad.

Se prestará especial atención a la necesidad de incorporar dentro de las familias referencias de producto completas que respeten la nomenclatura especificada por el fabricante, para poder así realizar listados de pedidos de material de obra directamente desde Revit.

A fin de facilitar la comprensión del escrito e ilustrar lo que se va explicando, se mostrarán ejemplos de familias de tres fabricantes destacados: Italsan, Madel y Weber.

2 CONCEPTOS BÁSICOS REVIT. NIVELES DE JERARQUÍA: CATEGORÍA, FAMILIA, TIPO Y EJEMPLAR

Cuando se habla de **familia Revit**, se hace referencia a la entidad principal de información con la que trabaja el programa, sin la cual no sería posible crear nada dentro del mismo. Podría definirse como el conjunto de elementos con parámetros y usos comunes, asociados a una representación gráfica. Las predefinidas en Revit se conocen como **familias de sistema** y no se pueden copiar, modificar ni suprimir. Las familias creadas desde el editor de familias y cargadas desde el mismo en el modelo se conocen como **familias cargables**. Las familias se agrupan y ordenan formando un ente superior llamado **categoría**.

Las categorías de familias de sistema son, en arquitectura, muros, suelos, techos, cubiertas, etc.; en MEP tuberías, conductos, bandejas eléctricas, entre otras. Las categorías de familias cargables son, en arquitectura, puertas, ventanas, etc.; y en MEP, equipos mecánicos, terminales de aire, uniones y accesorios de tuberías, de conductos, etc.

A su vez, dentro de cada familia existe una clasificación por tipos. Se puede definir entonces el concepto "**tipo**", como una variación de la familia.

Por último, el concepto **ejemplar** hace referencia al elemento de familia y tipo específico que se inserta en nuestro proyecto.

En la *tabla 1* se pueden ver ejemplos de niveles de jerarquía.

Fabricante	Categoría	Familias			Tipos	Ejemplares
ITALSAN	Tuberías	Tipos de tubería	De sistema	MEP	Tubería NIRON Compuesto NIRON CLIMA PPR SDR 17/Serie 8	Diámetro = 160 mm, 200 mm,...
	Uniones de tubería	NIRON termofusion codo SDR 17	Cargable	MEP	-	Referencia = NCD45160, NCD45200,...
	Accesorios de tuberías	NIRON valvula de paso esfera	Cargable	MEP	-	Dn = 20 mm, 25 mm, ... (diámetros)
MADEL	Terminales de aire	MADEL_DIFFUSER _ADJUSTABLE VANES_AXO-S	Cargable	MEP	AXO-S 600	Q = 617,76 m ³ /h, ... (caudales de aire)
	Terminales de aire	MADEL_GRILLE_LINEAR_LMT	Cargable	MEP	LMT+CM 200x150	Dpt = 21,66 Pa, ... (pérdidas de carga)
	Equipos mecánicos	MADEL_ACTIVE CHILLED BEAM_WAAB-600-4T-(LD-LI-S) (1-D1)	Cargable	MEP	WAAB-600/4T/LD/FC 895x900	R9010, M9016...(colores)
	Accesorios de conductos	MADEL_DAMPER_FIRE PROTECTION_FOK-EIS-120-H	Cargable	MEP	FOK-EIS-120-H 850x200	MA, MO24V, MO230V, ... (servomotores)
WEBER	Muros	Muro básico	De sistema	ARQ	Muro básico_Weber_sistema- therm-mineral_capa gruesa_80mm	-
	Muros	Muro básico	De sistema	ARQ	Muro básico_Weber_sistema- therm-mineral_capa fina_120mm	-
	Muros	Muro básico	De sistema	ARQ	Muro básico_Weber_sistema- therm-etics_capa acrilica_stilo_120mm	-

3 FAMILIAS UTILIZADAS POR LA INGENIERÍA

Las ingenierías utilizan familias con más o menos parámetros en función de diversos factores, como pueden ser su nivel de conocimiento del programa Revit, el presupuesto que quieran destinar a la creación de estas familias o el tiempo del que dispongan para realizar el proyecto. Se describe a continuación, bajo un criterio propio, cuales son estas familias:

- **Familias genéricas Revit:** son las que están incluidas por defecto en la librería del programa y se pueden cargar de forma gratuita. Son colaborativas, contemplan dimensiones aproximadas y tienen un nivel de detalle gráfico básico. Su nivel de información paramétrica también es básico y no incluye información de marca, modelo ni referencia de producto. Ver ejemplo en la *Figura 1*.

Se podrían utilizar en las primeras fases de proyecto (proyecto conceptual y proyecto básico), pero no deberían utilizarse para realizar modelos ejecutivos, ya que podrían acarrear conflictos o interferencias en obra. En el ejemplo de la *Figura 2* se puede ver claramente la diferencia existente entre un codo de una familia genérica, y un codo de una familia de fabricante.

- **Familias genéricas de ingeniería:** son las creadas por las ingenierías en base a sus necesidades y con unos estándares propios. No son por tanto colaborativas ni transparentes, ya que al ser propiedad de la ingeniería no se comparten con otros agentes a no ser que exista un acuerdo contractual entre las partes. Su nivel de detalle gráfico suele ser básico y su información paramétrica es de tipo técnico. Se puede diferenciar entre:

- **Familias genéricas de ingeniería sin marca:** contemplan dimensiones aproximadas, y al igual que las genéricas de Revit, su nivel de información paramétrica es básico, sin incluir información referente a marca, modelo, descripción, ni referencia de producto. Como las anteriores, se podrían utilizar en las primeras fases de proyecto, pero no se deberían utilizar

Mecánica	
FlechaArriba (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>
FlechaDerecha (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>
FlechaIzquierda (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>
FlechaAbajo (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>
Mecánico - Flujo	
Pérdida de carga (por defecto)	21.00 Pa
Flujo (por defecto)	235.00 L/s
Flujo máx.	
Flujo mín.	
Cotas	
Altura de difusor 1	600.0
Anchura de difusor 1	600.0
Altura de difusor 2	300.0
Anchura de difusor 2	300.0
Radio de conducto	125.0 mm
Diámetro de conducto	250.0 mm
Otros	
Anchura 1	390.0
Longitud	600.0
Altura 1	390.0
Datos de identidad	
Código de montaje	
Imagen de tipo	
Nota clave	
Modelo	
Fabricante	
Comentarios de tipo	
URL	
Descripción	
Costo	

Figura 1. Familia genérica Revit

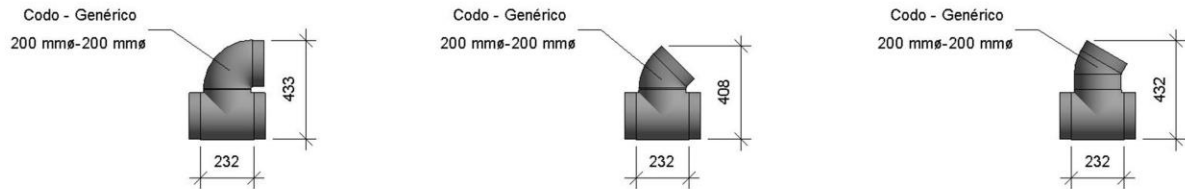
para realizar modelos ejecutivos ya que podrían acarrear conflictos o interferencias en obra.

- **Familias genéricas de ingeniería con marca:** pueden contemplan dimensiones precisas, obtenidas del catálogo de los fabricantes más utilizados por la empresa. Contienen información referente a marca, modelo y descripción, siendo su nivel de información paramétrica medio-complejo. No obstante, la incluimos dentro del concepto "genérico" al no estar ligada a un único fabricante, ya que permite realizar un cambio de marca dentro de la misma de forma ágil.

No habitan a incluir referencias de producto, tampoco incorporan todos los accesorios, materiales, colores, combinatoria entre ellos ni las posibles restricciones o limitaciones que podrían tener dichos accesorios en función del tamaño del producto u otro factor, por lo que no es posible realizar un listado de pedido de material de obra directamente desde el modelo Revit.

Se utilizan en fases de proyecto ejecutivo, constructivo y "as-built".

Familias genéricas:



Familias de fabricante ITALSAN-NUPI INDUSTRIE ITALIANE:

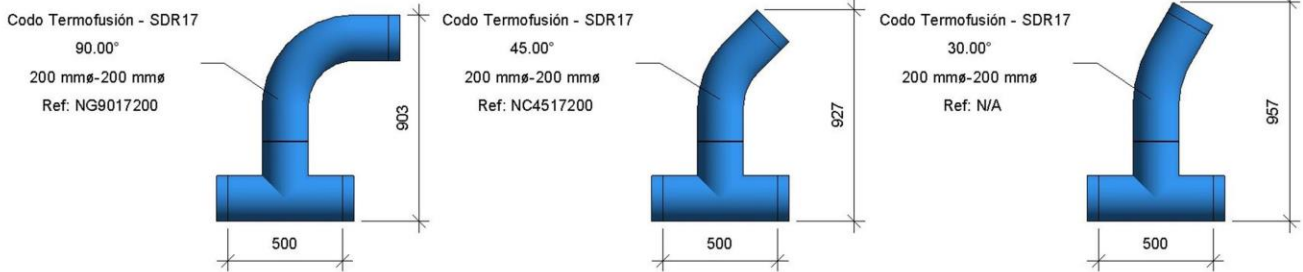


Tabla comparativa familias genéricas y familias de fabricante ITALSAN-NUPI INDUSTRIE ITALIANE:

<Tabla de planificación Codos Genérico - Fabricante>						
A	B	C	D	E	F	G
Modelo	Fabricante	Descripción	Tamaño	Ángulo	Referencia	Recuento
		Codo - Genérico	200 mmø-200 mmø			3
						3
NUPI INDUSTRIE ITALIANE						
NIRON	NUPI INDUSTRIE ITALIANE	Codo Termofusión - SDR17	200 mmø-200 mmø	30.00°	N/A	1
NIRON	NUPI INDUSTRIE ITALIANE	Codo Termofusión - SDR17	200 mmø-200 mmø	45.00°	NC4517200	1
NIRON	NUPI INDUSTRIE ITALIANE	Codo Termofusión - SDR17	200 mmø-200 mmø	90.00°	NG9017200	1
						3

Figura 2. Familia genérica vs familia de fabricante (ITALSAN-NUPI INDUSTRIE ITALIANE)

Materiales y acabados	
Material Difusor	PMF_RAL9010
Material Plenum	<Por categoría>
Mecánico - Flujo	
Flujo máx.	800.0000 m ³ /h
Flujo mín.	400.0000 m ³ /h
caudal aire (por defecto)	600.0000 m ³ /h
perdida de carga (por defecto)	25.00 Pa
Cotas	
boca.altura	52.00
boca.diametro	250.00
placa.altura	10.00
placa.anchura	595.00
placa.longitud	595.00
plenum.altura	350.00
plenum.anchura	588.00
plenum.longitud	588.00
Parámetros IFC	
IfcExportAs	IfcAirTerminalType
IfcExportType	DIFFUSER
Propiedades de modelo	
Autor	Pere Muntané Furió-BIMETRICAL
Version familia	1.0
Version revit	Revit 2015 - Español
Otros	
Tamaño	600x600
Tipo de plenum	V
Datos de identidad	
Imagen de tipo	
Nota clave	DR07
Modelo	AXO-S 600 Rotacional-Vertical-250
Fabricante	MADEL
Comentarios de tipo	
URL	
Descripción	Difusor rotacional y plenum de conexión vertical 250 mm.
Código de montaje	02.03.02.02
Costo	

Figura 3. Familia genérica de ingeniería con marca.

3.1 Información paramétrica

Una vez la ingeniería inserta la familia en el modelo Revit, el nivel de desarrollo de la misma va evolucionando a diferentes velocidades en función de la disciplina a la que pertenece, y de las necesidades y usos que se le dé en cada una de las fases del proyecto.

En la *Figura 4* se ha querido representar la familia genérica de ingeniería con marca de categoría "terminal de aire", utilizada ya en el ejemplo anterior, una vez ha sido insertada en el modelo y evolucionada durante las fases del proyecto ejecutivo, constructivo y "as-built" preparado para facility management. Se definirán algunos de los parámetros que aparecen:

- **Parámetros de tipo:** contienen la información que se aplica a todos los ejemplares del mismo tipo de familia que hay en el modelo. Los cambios realizados en estos parámetros afectan a todas las instancias de la familia creada a partir de ese tipo.
- **Parámetros de ejemplar:** contienen información relacionada con el elemento específico de familia y tipo insertado en el modelo. Los cambios realizados en estos parámetros sólo afectan a esta instancia de familia.
- **Parámetros de familia:** son los que se crean desde el editor de familias y sus valores se insertan en un archivo de familia (RFA).
- **Parámetros de proyecto:** son los que se crean desde el entorno de un proyecto y sus valores se insertan en un archivo de proyecto (RVT).
- **Parámetros compartidos:** se pueden utilizar como parámetros de familia o como parámetros de proyecto, indistintamente. Además pueden compartirse entre varias familias o proyectos diferentes, exportarse a ODBC y aparecer en tablas de planificación y etiquetas. Se guardan dentro de un archivo de parámetros compartidos.
- **Parámetros de sistema:** son los que vienen incluidos por defecto en Revit y no pueden, por

tanto, ser creados ni eliminados. Se destacan los siguientes por la utilidad que les suele dar la ingeniería (como se verá más adelante, estos parámetros no deberían ser utilizados, en la medida de lo posible, en las familias Revit creadas por el fabricante):

- "*Comentario de tipo*" y "*Comentarios*": para indicar la planta o nivel, u otra zonificación, al que pertenecen elementos tales como bandejas eléctricas, tuberías, conductos, etc. y poder realizar así un recuento de los mismos desglosados por planta o nivel, ya que Revit está limitado para hacerlo.

- "*Marca de tipo*" y "*Marca*": para identificar los elementos; una vez identificados, Revit permite clasificar, estructurar y controlar el recuento de dichos elementos en tablas de planificación.

- "*Nota Clave*": para etiquetar elementos y materiales; una vez etiquetados, Revit permite realizar leyendas de planos, y estructurar el recuento de dichos elementos y materiales en tablas de planificación y en cómputo de los materiales, respectivamente. También se suele utilizar para indicar códigos presupuestarios a partir de los cuales se realizan exportaciones a programas de presupuesto. Sin embargo, al ser un parámetro de tipo y no poder estar condicionado por parámetros de ejemplar, tiene limitaciones, ya que muchas familias, sobretodo familias MEP, diferencian sus tamaños ("Diámetro", "Anchura" y "Altura") por parámetros de ejemplar.

- "*Código de montaje*" y "*Descripción de montaje*": para asignar un código a los elementos y poderlos así identificar, clasificar y estructurar. También se podría utilizar para realizar estudios de detección de conflictos, por ejemplo, cruzando elementos o grupos de elementos entre ellos, exportando esta información a otros programas. También se utiliza para indicar códigos presupuestarios y estructuras presupuestarias a partir de las cuales se realizan exportaciones a programas de presupuesto. No obstante, al ser un parámetro de tipo, tiene las mismas limitaciones que el parámetro "Nota Clave".

Nombre de la familia:

PMF_Difusor_Rotacional_Vertical ◆

Nombre del tipo de familia:

600x600-250 mm ◆

Parámetros de ejemplar:

Restricciones	
Nivel	N0
Anfitrión	Nivel : N0
Desfase	2800.0
Mecánica	
Clasificación de sistema	Suministro de aire
Tipo de sistema	CL.CL.IMP
Nombre de sistema	CL.CL.IMP 1
Abreviatura de sistema	CL.CL.IMP
Mecánico - Flujo	
caudal aire	600.0000 m³/h ◆
perdida de carga	25.00 Pa ◆
Cotas	
Tamaño	250ø
Datos de identidad	
Imagen	
Comentarios	Planta Baja
Marca	1
Subproyecto	IM.CL
Editado por	PMF
Proceso por fases	
Fase de creación	Construcción nueva
Fase de derribo	Ninguno
Datos	
FM.Numero Serie	N/A
FM.Codigo Edificio	ED01
FM.Codigo Equipo	ED01.N0.101.DR001
FM.Codigo Habitacion	101
FM.Codigo Nivel	N0
FM.Numero Etiqueta	DR-ED01-N0-101-DR001
FM.Fecha Fin Garantia	19-05-19
FM.Fecha Inicio Garantia	19-05-17
FM.Duracion Garantia	2 años
FM.Fecha Ultima Revision	30-10-17 (fin obra)
Otros	
Fecha instalacion	15-06-2017

Parámetros de tipo:

Materiales y acabados	
Material Difusor	PMF_RAL9010 ◆
Material Plenum	<Por categoría> ◆
Mecánico - Flujo	
Flujo máx.	800.0000 m³/h ◆
Flujo mín.	400.0000 m³/h ◆
Cotas	
boca.altura	52.0 ◆
boca.diametro	250.0 ◆
placa.altura	10.0 ◆
placa.anchura	595.0 ◆
placa.longitud	595.0 ◆
plenum.altura	350.0 ◆
plenum.anchura	588.0 ◆
plenum.longitud	588.0 ◆
Datos de identidad	
Imagen de tipo	
Nota clave	DR07
Modelo	AXO-S 600 Rotacional-Vertical-250 ◆
Fabricante	MADEL ◆
Comentarios de tipo	
URL	
Descripción	Difusor rotacional y plenum de conexión vertical 250 mm. ◆
Código de montaje	02.03.02.02
Costo	
Descripción de montaje	Difusión de aire
Marca de tipo	
Subproyecto	Familia : Terminales de aire : PMF_Difusor_Rotacional_Vertical
Editado por	PMF
Número OmniClass	23.75.70.21.27.11 ◆
Título OmniClass	Diffusers, Registers, and Grilles ◆
Parámetros IFC	
IfcExportAs	IfcAirTerminalType ◆
IfcExportType	DIFFUSER ◆
Propiedades de modelo	
Autor	Pere Muntané Furió-BIMETRICAL ◆
Version familia	1.0 ◆
Version revit	Revit 2015 - Español ◆
Datos	
FM.Tipo Activo	Equipo
Otros	
Tamaño	600x600 ◆
Tipo de plenum	V ◆
Codigo presupuesto	EEKA0606

Tipologías de parámetros:

- Parámetros de familia (parámetros compartidos)
- Parámetros de proyecto (parámetros compartidos)
- Parámetros de sistema

Archivo en el que se introducen los valores de los parámetros:

- En el archivo de familias (RFA)
- En archivo de proyecto (RVT)

Parámetros que podría aportar la familia del fabricante:

- ◆ Parámetros técnicos
- ◆ Parámetros comerciales

Documentación relacionada:

- ▲ Planos y Memoria (leyendas y tablas)
- ▲ Mediciones y Presupuesto
- ▲ Planificación
- ▲ Manual de instrucciones de mantenimiento
- ▲ Clasificación y detección interferencias
- ▲ Entorno colaborativo (subproyectos)

Figura 4. Familia genérica de ingeniería con marca, insertada en el modelo Revit.

4 FAMILIAS CREADAS POR EL FABRICANTE

Las familias que crea el fabricante recogen los estándares de éste y se caracterizan por tener un nivel de detalle gráfico y un nivel de información paramétrica básico, medio y/o complejo, dependiendo del criterio del propio desarrollador. Estas familias, aportan dimensiones precisas obtenidas directamente de su catálogo e incluyen información referente a marca, modelo, descripción y algunas de ellas, referencia de producto.

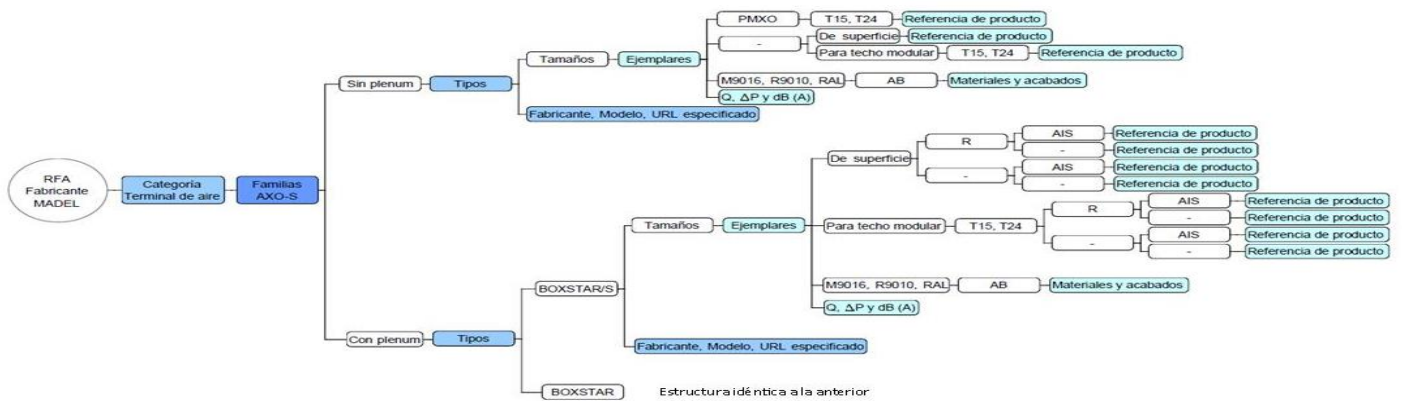
Se suelen colgar en portales propios y/o en portales específicos de descarga de objetos BIM de fabricantes. Su descarga desde los mismos es gratuita, pero generalmente, estas familias, no son usadas por las ingenierías. Después de analizarlas y compararlas con las que utilizan las ingenierías se ha llegado a la conclusión de que se debe a alguno, o a varios de los siguientes motivos:

- Elevado tamaño de archivo, provocado por un excesivo nivel de detalle gráfico innecesario.
- Los productos del catálogo están definidos por un excesivo número de familias.
- Están sobrecargadas de parámetros técnicos, y sobre todo de parámetros comerciales innecesarios, como pueden ser múltiples códigos de clasificación internacional, regiones y/o países donde se comercializa el producto, códigos QR, códigos de barra, códigos EAN, enlaces a Youtube, códigos individuales de producto para gestionar y estructurar el elemento dentro de los portales de descarga, etc.
- Están vacías de información técnica, sin incluir ni siquiera, marca y/o modelo.
- En los portales específicos de descarga no se respeta la estructura específica de los productos definida por cada uno de los fabricantes.
- Han sido creadas a través de scripts automáticos masivos que tratan por igual toda la diversidad de productos que existen en el mercado.
- No incluyen referencias de producto completas, que tengan en cuenta todas las posibles combinaciones de opcionales o accesorios del producto, ni las posibles restricciones o limitaciones que podrían tener dichos accesorios en función del tamaño u otro factor.
- No incluyen detalle gráfico o representación simbólica 2D.
- Sus parámetros, al no ser compartidos, no se pueden compartir entre varios proyectos y familias, ni aparecer en tablas de planificación ni en etiquetas.
- Poseen demasiados parámetros URL de enlaces de documentación y/o enlaces a páginas extranjeras, algunos de los cuales dan error al intentar acceder.
- Contienen parámetros que se han definido como tipo y deberían ser de ejemplar, y viceversa.
- Las unidades de trabajo son anglosajonas, cuando en España se trabaja con unidades métricas.
- Los datos técnicos se han creado con parámetros de texto, cuando deberían haberse creado con parámetros numéricos con asignación de unidades de trabajo.
- No se especifican parámetros de cálculo básicos y vitales para la ingeniería, como por ejemplo, en terminales de aire, pérdida de carga y caudal de aire.
- Sus nomenclaturas no incorporan la marca, clasificación y/o tipología del producto que representan.
- La nomenclatura de cotas no respeta la nomenclatura de cotas del catálogo del fabricante.
- Obligan a realizar continuos cambios de preferencias de enrutamiento, que dificultan y retrasan su modelado.

- La configuración de los conectores no es correcta.
- No se indican los volúmenes o espacios de mantenimiento.

Tras haber visto las familias utilizadas por las ingenierías y las familias creadas por el fabricante que existen actualmente disponibles, se darán argumentos para defender el porqué se dice que las familias de los fabricantes no resultan útiles a las ingenierías. Con el objetivo de que sí lo sean y se adapten lo máximo posible a lo que éstas necesitan, insertándolas y manteniéndolas de esta forma dentro de sus modelos, se ofrecerá al fabricante una serie de recomendaciones para que las tenga presentes a la hora de crear sus familias. La familia de fabricante de la *Figura 5* ha sido creada teniendo en cuenta estas recomendaciones por ello se hará referencia a la misma en varias ocasiones dentro de este apartado.

5 PROPUESTA DE CREACIÓN DE FAMILIAS Y MODELADOS DE PROYECTO DE FABRICANTE ADAPTADOS AL USO DE INGENIERÍA Y OBRA



Propiedades de tipo y de ejemplar:

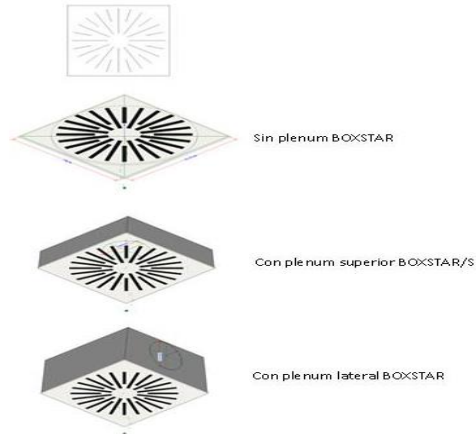
Materiales y acabados	
M9016 (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>
R9010 (por defecto)	<input type="checkbox"/>
AB (por defecto)	<input type="checkbox"/>
Material and finishes (por defecto)	M9016
RAL (por defecto)	
Material Diffuser	MADEL_M9016
Material Blades	MADEL_AN
Material Plenum Box	<Por categoría>
Nº Finishes (por defecto)	1
Mecánico - Flujo	
Afree	0.0440 m²
Vmax	5.30 m/s
Vmed	3.90 m/s
Vmin	2.50 m/s
V[m/s] (por defecto)	3.900000
Flujo máx.	839.5200 m³/h
Flujo mín.	396.0000 m³/h
Q (por defecto)	617.7600 m³/h
DPr (por defecto)	23.47 Pa
b_factor	-3.958373
m_factor	1.909426
Lw (dB(A)) (por defecto)	38.969761
n_factor (por defecto)	22.777000
c_factor (por defecto)	7.970800
Nº Plenum Connections (por defecto)	1
Plenum Connection Type (por defecto)	Upper
Plenum Box<Terminales de aire>	Plenum_BOXSTAR-BOXSTARS (1.D1) : 600
Diffuser Grille<Modelos genéricos>	(R) AXO-S : 600
Cotas	
E	595.0
A	576.0
D	575.0
D_Connector	250.0
Parámetros IFC	
BIMETRICAL_Category	Air Terminal
IfcExportAs	IfcAirTerminalType
IfcExportType	DIFFUSER
Family Version	1.0
Revit Version	Revit 2015 - English
Review Date	02/2017
Created by	BIMETRICAL
BIMETRICAL	http://www.bimetric.com
Otros	
BOXSTAR	<input type="checkbox"/>
BOXSTAR/S	<input checked="" type="checkbox"/>
T15 (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>
T24 (por defecto)	<input type="checkbox"/>
AIS (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>
R (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>
Nº Options (por defecto)	4.000000
Datos de identidad	
Fabricante	MADEL
Modelo	AXO-S 600-BOXSTAR/S
Descripción	MADEL_Adjustable vanes diffusers
Product Type (por defecto)	AXO-S 600-BOXSTAR/S
Product Reference (por defecto)	AXO-S/T15+BOXSTAR/S-AIS-R
Product Size	dim.600
Standard	UNE 23-727 M2/ NFP 92-501 M2/ DIN 4102 M2
URL	http://www.madel.com/en/producto/axo-adjustabl
Comentarios de tipo	The AXO swirl diffusers are designed to be applied in
Nota clave	
Código de montaje	
Costo	
Imagen de tipo	<Ninguno>

Nombre de la familia:

MADEL_DIFFUSER_ADJUSTABLE VANES_AXO-S+(BOXSTAR - BOXSTARS)- (1.D1)

Nombre del tipo de familia:

AXO-S 600+BOXSTAR/S



Selección:

- Selección de acabados
 - Selección materiales
 - Selección preestablecida de accesorios de tipo
 - Selección de accesorios de ejemplar
- Utilidad:
- Datos técnicos de cálculo
 - Datos técnicos
 - Cotas
 - Interoperabilidad
 - Datos comerciales
- Control interno:
- Control opcionales de acabados
 - Control opcionales de accesorios
 - Control familias y tipos anidados
 - Control categoría, autores y revisiones
 - Control de visibilidades

Figura 5. Propuesta de la familia del fabricante MADEL, modelo AXO-S. Nota: Los parámetros (por defecto) corresponden a parámetros de ejemplar.

5.1 Argumentos y recomendaciones para la creación de familias de fabricante

Nivel de detalle gráfico 2D y 3D

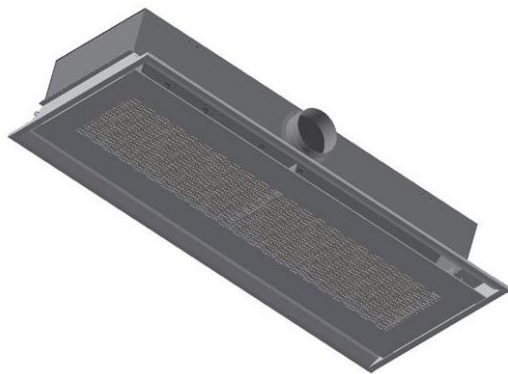
No es recomendable modelar los detalles que aparecen en los elementos, por ejemplo, de un difusor, sus lamas, ranuras, perfiles, tornillería, etc. En la familia de la *Figura 5*, por contra, si aparecen estos detalles; el motivo se debe por un lado al uso comercial que se pretende dar a veces a las familias, y por otro, a la influencia de arquitectos, muy presente en el sector BIM, algunos de los cuales insisten en desarrollar objetos realistas con niveles complejos de detalle gráfico. Pero modelar un objeto visualmente preciso, en realidad podría ser contraproducente, al sobrecargar la familia con

detalles innecesarios para el ingeniero. Esta sobrecarga, además de aumentar el coste invertido por el fabricante, puede llevar al rechazo de la familia por su excesivo tamaño de archivo y/o por su lentitud de uso dentro del programa. Comparemos sino el detalle gráfico de la *Figura 3*, utilizada en la ingeniería, con el de la *Figura 5*, de la familia de fabricante.

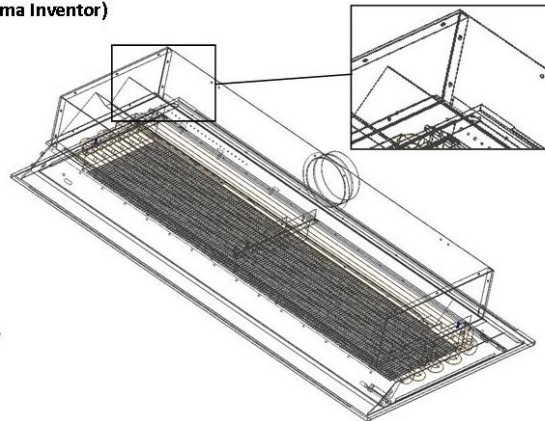
Por todo ello se recomienda:

- Desarrollar la familia desde una visión de diseño de proyecto de ingeniería para ser insertada en un modelo Revit de construcción y no desde un diseño de producto de fabricación. Ver la diferencia entre una y otra visión en la *Figura 6*.

Diseño de producto de fabricación MADEL-WAAB-600 (programa Inventor)

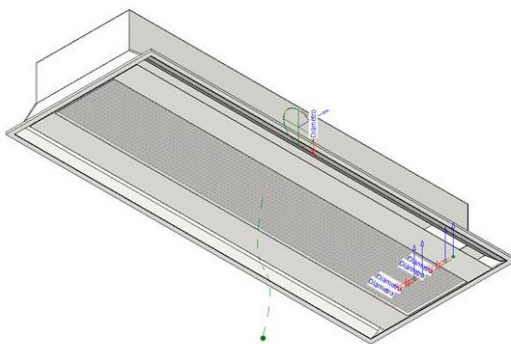


Modo de visualización realista

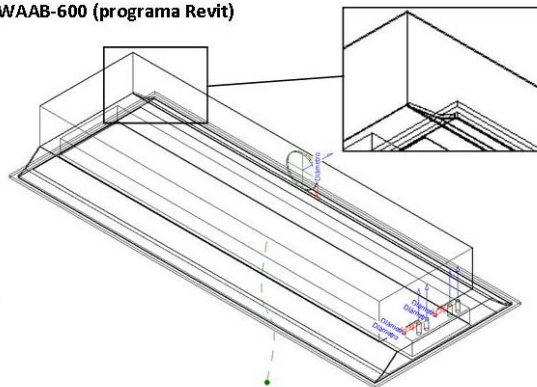


Modo de visualización alámbrica

Diseño de proyecto para modelado de la construcción MADEL-WAAB-600 (programa Revit)



Modo de visualización realista



Modo de visualización alámbrica

Figura 6. Diseño de producto de fabricación vs diseño de proyecto de ingeniería para modelo Revit del fabricante MADEL, modelo WAAB-600.

- No modelar todos los detalles gráficos sólo porque Revit lo permita.
- Modelar sólo los elementos visibles, no los ocultos.
- Evitar modelar elementos pequeños que no se visualicen a escalas habituales de trabajo en ingeniería (las más habituales son 1/50 y sobretodo 1/100).
- Si el detalle es importante en algunas vistas, asignar configuraciones de visualización a algunos elementos para ocultarlos cuando no sean necesarios.
- Si no es necesario modelar un elemento en 3D, modelarlo únicamente como detalle 2D.
- Los detalles de componentes 2D deben estar adaptados al nivel de escala de impresión más utilizado, por ejemplo a escala gráfica 1/50 o 1/100.

Este nivel de detalle básico, es ideal para insertar en proyectos ejecutivos y constructivos, que son los más importantes para el fabricante, ya que es donde puede prescribir su marca. Además, también facilitan la exportación de la familia para ser utilizada en plataformas de "facility management".

En contraposición, se sabe que en ocasiones, por motivos de venta comercial, se necesita dar más importancia a la parte visual que técnica y se requiere un nivel de detalle más complejo. En estos casos se puede recurrir a programas específicos de renderizado, que mejoran las geometrías y visualización de los materiales y elementos exportados desde el modelo Revit. Así mismo, se puede complementar la información gráfica que nos aporta la familia, con los catálogos y planos AutoCAD facilitados por el fabricante. Por eso es importante que estos documentos estén enlazados con la familia a través del parámetro URL, en el que se indica la página web del fabricante desde la que se pueden descargar. Además, este parámetro URL también puede enlazar con otros documentos: manuales técnicos, manuales comerciales, tarifas de precios, manuales de instalación, certificados, normativas, etc.

Nivel de jerarquía:

- Simplificar al máximo la nomenclatura de las familias para adaptarlas a la nomenclatura de familias utilizada por las ingenierías.

En la familia de ingeniería de la *Figura 4*, se observa que la nomenclatura utilizada ha sido "*PMF_Difusor_Rotacional_Vertical*" (Siglas ingeniería_Clasificación_Tipología_Tipo conexión plenum), y en la familia de fabricante de la *Figura 5* "*MADEL_DIFFUSER_ADJUSTABLE VANES_AXO-S+(BOXSTAR - BOXSTARS)-(I.DI)*", así una propuesta general de nomenclatura podría ser esta:

Marca_Clasificación_Tipología_Modelo + Accesorios - (Nº de conexiones)

- Disminuir el número de familias cargables que definen un producto, potenciando el uso de tipos y ejemplares.

Para poder obtener toda la variedad de referencias de un producto específico de un fabricante, el número de familias que lo definen dependerá de cómo se distribuyan todas las posibles variantes de tamaños (de tipo), de la combinatoria de accesorios (de tipo y ejemplar) y, en familias MEP, también de la tipología, ubicación y número de conexiones, rectangulares o circulares (de tipo) si las hubiera. De aquí se puede extraer entonces la siguiente fórmula general:

*Referencias de producto de fabricante = familias ↓
x tipos ↑ x combinatoria de ejemplares ↑*

En la *Figura 5* el número de familias se ha definido en función de la tipología y ubicación de la boca de conexión: rectangular para familias sin plenum y circular para familias con plenum. Para disminuir el número de familias se han fusionado las conexiones laterales y superiores del plenum en una única familia, de esta manera se necesitan sólo 2 familias para definir el producto.

- Adaptar el nivel jerárquico de los accesorios de los productos a su asiduidad de pedido.

Es decir, si un accesorio se pide de forma habitual, o destaca sobre el resto de accesorios, pasando incluso a ser una parte imprescindible del producto, lo podríamos subir de nivel jerárquico: de ejemplar a tipo, o incluso de tipo a familia, remarcando así su importancia.

- Conseguir un adecuado equilibrio entre todo, evitando el exceso de familias, pero también el exceso de tipos, o incluso, de ejemplares.

Nivel de información paramétrica

- Los parámetros insertados deben ser parámetros compartidos, y estar almacenados en un archivo TXT específico del fabricante.
- Proporcionar sólo los parámetros técnicos y comerciales más esenciales que definan el producto.

En la familia de la *Figura 4*, que es de tipo cargable, se han marcado con un rombo los parámetros que podría aportar el fabricante en sus familias (parámetros técnicos y parámetros comerciales). Se observa que la mayoría de estos definen su producto y acostumbran a estar relacionados con documentación de planos y memoria. Los parámetros de proyecto, creados por la ingeniería, y que afectan a la familia cargable una vez ha sido insertada dentro del archivo de proyecto, están relacionados en su mayoría con mediciones, presupuestos, planificación,

operaciones de mantenimiento, interferencias y entornos colaborativos. Varían en función de la fase del proyecto en la que nos encontremos, de los estándares propios de la ingeniería que lo elabora o de acuerdo a lo estipulado en el proyecto de encargo, no deberían por tanto ser considerados dentro de las familias de fabricantes. Lo mismo ocurre con las familias de sistema, que aunque únicamente tienen parámetros de proyecto, una parte los debería cumplimentar el fabricante y otra parte la ingeniería.

- No introducir todos los datos sólo porque Revit lo permita.

- Buscar un equilibrio entre el tamaño del archivo y la complejidad de la información paramétrica.

- Incluir parámetros de clasificación y el parámetro URL para enlazar toda la documentación técnica del producto, tal y como ya se ha comentado.

- En términos generales evitar desarrollar familias MEP basadas en muro, techo, suelo, cubierta, etc., incluso basadas en cara si la familia tiene conectores de tuberías, conductos, bandejas o tubos eléctricos, pues el ingeniero acostumbra a modelar “desconectado” del modelado de arquitectura, con la intención de que cualquier cambio introducido en el mismo no desconecte las laboriosas conexiones y modelados de sus instalaciones MEP.

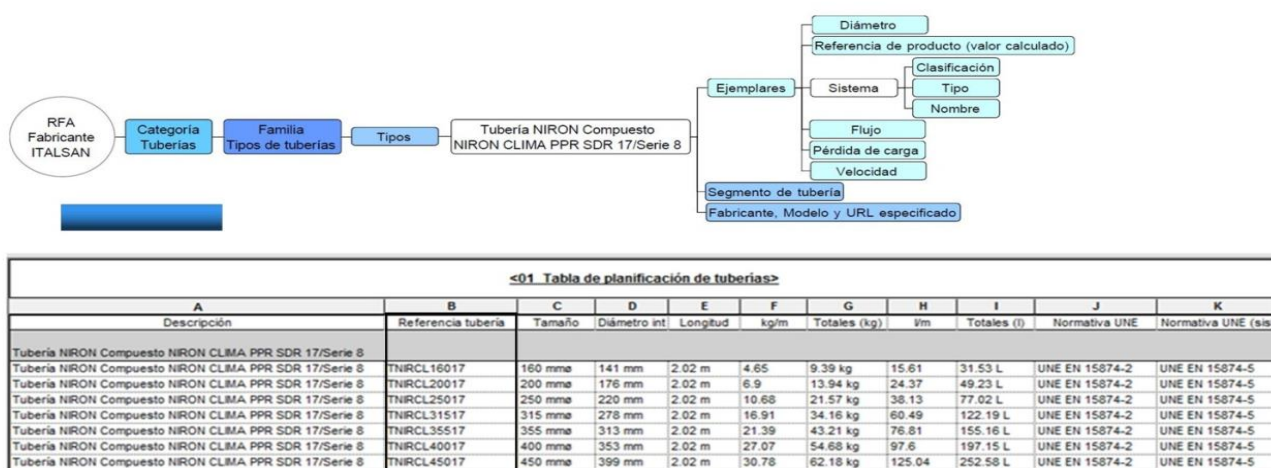


Figura 7. Referencia de producto de la familia de sistema e tuberías del fabricante ITALSAN-NUPI INDUSTRIE ITALIANE, modelo NIRON Compuesto NIRON CLIMA PPR SDR 17/Serie 8.

▪ Crear el parámetro "**Referencia de producto**" como parámetro de ejemplar y no de tipo, ya que los tamaños de la mayoría de las familias de sistema MEP, ver ejemplo en la *Figura 7*, se definen a través de parámetros de ejemplar (parámetro de ejemplar "Diámetro", "Anchura" y "Altura"), a diferencia de cómo se definen los espesores de la mayoría de las familias de sistema de arquitectura, que sí son de tipo (parámetro de tipo "grosor").

Además, en Revit MEP, las familias cargables de uniones de tuberías, conductos, bandejas, etc. y de algunos accesorios (válvulas, filtros, bridas, abrazaderas...), configurados de forma que se autoadaptan cuando se intercalan en tuberías o conductos circulares, también definen sus tamaños con parámetros de ejemplar. Ver ejemplo en la *Figura 8*. Se trata de familias estructuradas por un único tipo del que cuelgan varios ejemplares, siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{Referencias de producto de fabricante} = \text{familias} \times 1 \text{ tipo} \times n \text{ ejemplares}$$

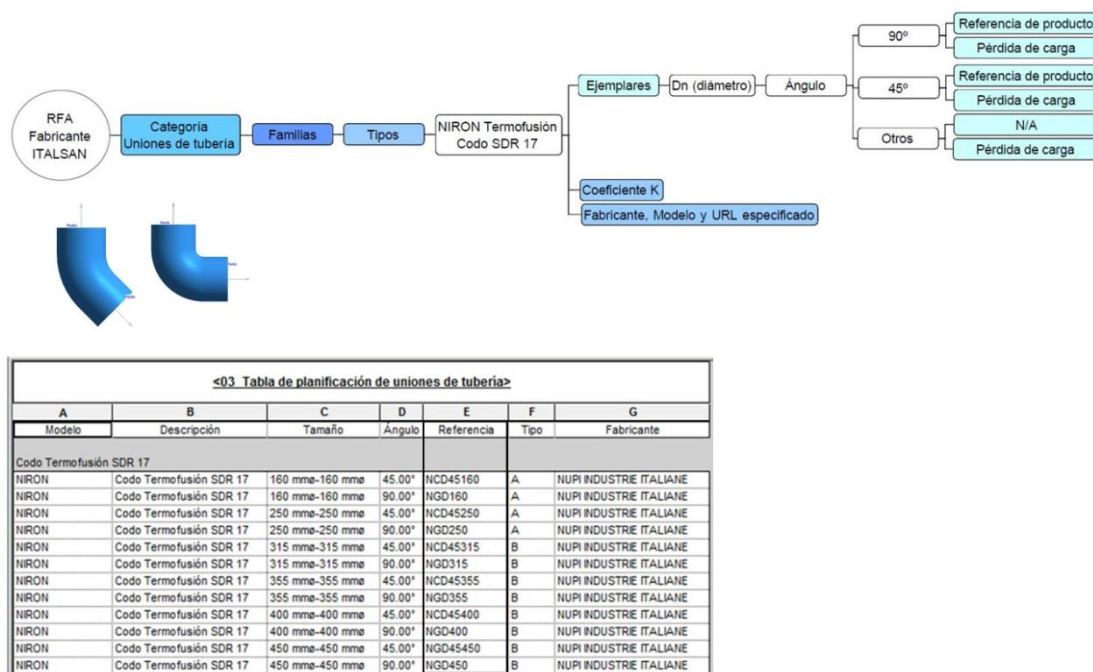


Figura 8. Referencias de producto de la familia cargable de uniones de tubería del fabricante ITALSAN-NUPI INDUSTRIE, modelo NIRON Termofusión Codo SDR17.

La familia de fabricante de la *Figura 5* ha sido configurada de tal modo que a partir de la selección de los diferentes tipos (tamaños) y ejemplares (activando los parámetros Sí/No de los diferentes opcionales) se van generando de forma automática las diferentes referencias de producto. Éstas se podrán listar a través de una tabla de planificación para realizar el pedido de material de obra.

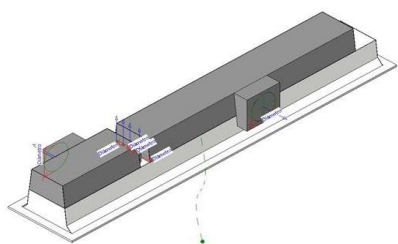
Lo mismo ocurre en las familias de la *Figura 9*. En este caso, el producto está definido por 6 familias x 121 tipos x 18 combinaciones de ejemplares (de opcionales o accesorios), obteniendo un total de 13.068 referencias de producto diferentes. Se observa entonces que incluso trabajando con ejemplares, hay un gran número de familias y sobretodo de tipos, pero si no se hiciera así, el número de familias, y en consecuencia

también los costes para el fabricante, aumentarían considerablemente.

Con el mismo método de generación automática de referencias de producto, se podrían ir generando también de forma automática "**códigos presupuestarios**", evitando de esta forma la limitación ya comentada anteriormente al hablar de "Nota Clave" y "Código de montaje" en exportaciones presupuestarias:

Códigos presupuestarios fabricante = familias x tipos x combinatoria de ejemplares

Cabe decir que la complejidad de la familia es únicamente interna, entre parámetros y formulación, pero de cara al usuario que la utiliza es sencilla, cómoda, intuitiva y muy útil. No obstante, para la selección de las referencias de producto a través de sus parámetros de tipo y ejemplar, se exige disponer del catálogo técnico del fabricante, además de un mínimo conocimiento de su producto.



<Resumen vigas frías por sala MADEL_WAAB-300>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Product Reference		Conexión Plenum					
Fabricante	Modelo y accesorios	Acabado	Tamaño	Tipo	Nº	D (mm) imp	D (mm) ret
Despacho 1							
MADEL	WAAB-300/4T/S/KM/FC/DEF (D)	M9016	2395x2400	Upper	1	125	
MADEL	WAAB-300/4T/S/KM/FC/SR2/DEF (D)	M9016	2395x2100	Upper	2	125	125
Despacho 2							
MADEL	WAAB-300/4T/L/KM/FC/LR2/DEF (D)	M9016	1195x900	Lateral	1	125	
MADEL	WAAB-300/4T/LD/KM/FC/DEF (D)	M9016	1195x1200	Lateral	1	125	125
Despacho 3							
MADEL	WAAB-300/4T/LD/KM/FC/LDR2/DEF (D)	M9016	1195x900	Lateral	1	125	125
MADEL	WAAB-300/4T/L/KM/FC/DEF (D)	M9016	1195x1200	Lateral	1	125	
MADEL	WAAB-300/4T/S/KM/FC/SR2/DEF (D)	M9016	2395x2100	Upper	2	125	125
MADEL	WAAB-300/4T/S/KM/FC/DEF (D)	M9016	2395x2400	Upper	1	125	

Figura 9. Referencias de producto de las familias cargables de los equipos mecánicos del fabricante MADEL, modelo WAAB-300.

5.2 Propuesta de modelado de proyecto de fabricante

Habitualmente, todas las familias de un mismo fabricante se encuentran insertadas dentro de un mismo archivo; ordenadas, clasificadas y etiquetadas por tipologías de productos. Dentro de este archivo se configuran y estructuran también tablas de planificación y/o de cómputo de materiales, con parámetros de formulación e indicación de las características generales y técnicas.

Ahora bien, el fabricante puede ir todavía más allá y se le propone una nueva línea de negocio, consistente en ofrecer modelados constructivos como el de la *Figura 10*, detalles constructivos 2D y 3D como el de la *Figura 11*, vistas de secciones y presentación de planos y leyendas de trabajo específicas de la marca, con sus correspondientes archivos de parámetros compartidos; todo ello pensado para ser utilizado por la ingeniería, pero que a la vez sirva al fabricante, como propia herramienta de trabajo.

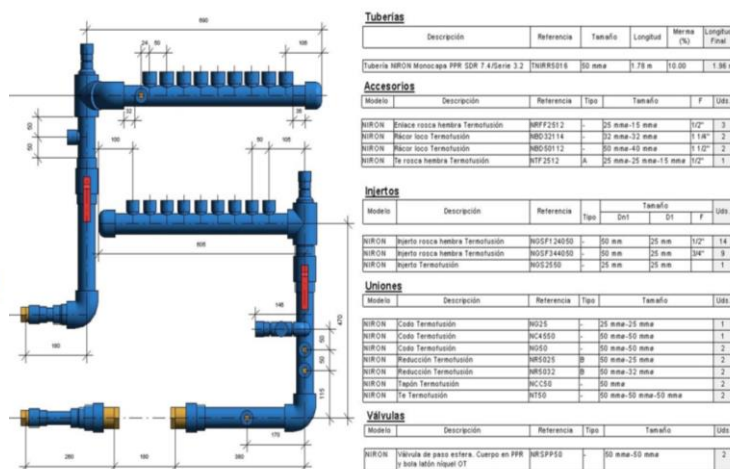
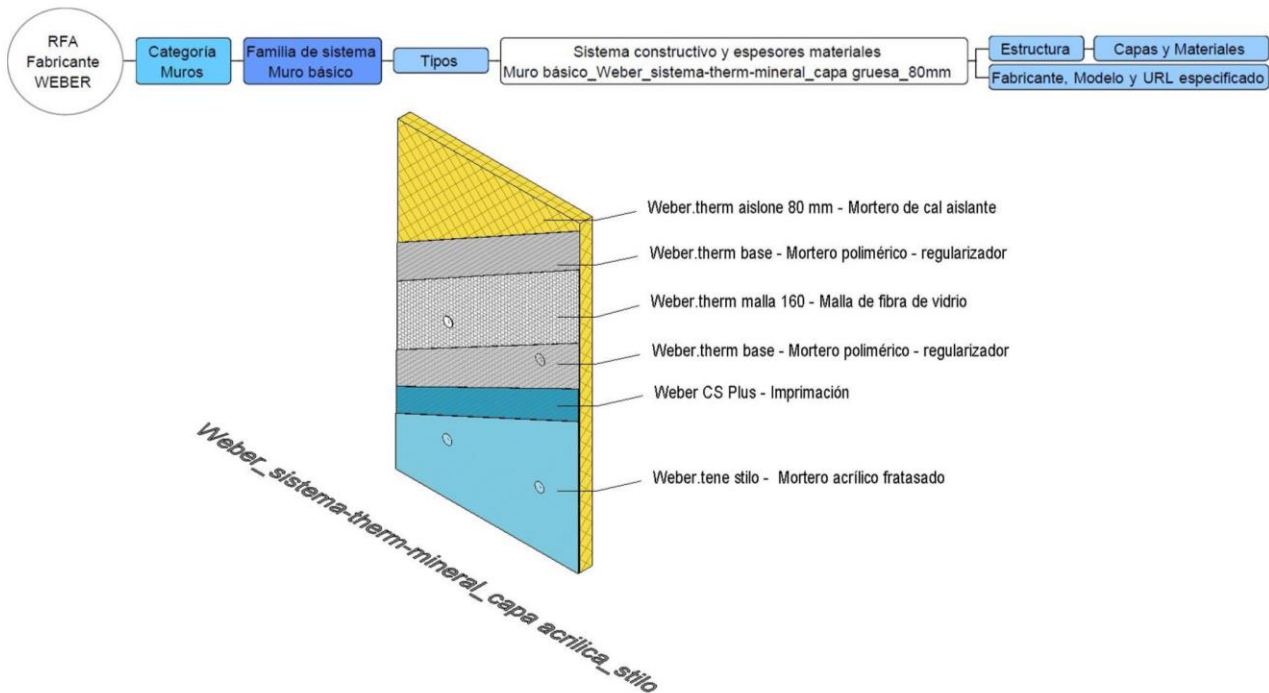


Figura 10. Modelado del fabricante ITALSAN-NUPI INDUSTRIE ITALIEANE.

Se podría dar todavía más valor añadido con la creación de un único modelado desarrollado conjuntamente por varios fabricantes, por ejemplo, un sistema de distribución de agua compuesto por fabricantes de enfriadoras, grupos de bombeo, tuberías, valvulerías, accesorios y climatizadores.

Podrían mostrar sus bases, métodos de trabajo y aplicaciones prácticas, ofreciendo al ingeniero paquetes de instalaciones en Revit muy interesantes y atractivos.



<Cómputo de materiales de muros_Weber (mediciones)>

weber SAINT-GOBAIN												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Nombre	Área	Volumen	Tipo de envase	Mermas (%)	Peso total envases (kg)	Envases totales (ud)	Palets totales	Agua amasado total	MALLA		ESPIGA	
									Peso total malla (kg)	Rollos totales malla (ud)	Longitud de espiga (mm)	Espigas totales (ud)
Weber_sistema-therm-mineral_capa acrílica_stilo												
Muro básico: Muro básico_Weber_sistema-therm-mineral_capa acrílica_stilo_80mm												
Weber CS Plus - Imprimitación	2,40 m²	0,00 m³	Bidones	1,05	1,26	0,06	0,00	0,00		0,00		0
Weber.tene stilo - Mortero acrílico fratasado	2,40 m²	0,01 m³	Bidones	1,05	7,56	0,30	0,01	0,00		0,00		0
Weber.therm aislone 80 mm - Mortero de cal aislante	2,40 m²	0,19 m³	Sacos	1,05	32,26	6,72	0,14	40,32		0,00	120	0
Weber.therm base - Mortero polimérico - regularizador	4,80 m²	0,01 m³	Sacos	1,05	22,68	0,91	0,02	5,90		0,00		0
Weber.therm malla 160 - Malla de fibra de vidrio	2,40 m²	0,00 m³	Rollos	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	160	0,05		2,52

Figura 11. Detalle constructivo 3D del sistema therm.mineral – acabado acrílico (gama weber.tene stilo) del fabricante WEBER y su cómputo de materiales.

El fabricante vería entonces la necesidad de crear su propio equipo de trabajo Revit y sus propios manuales de procedimiento y uso, potenciando así la expansión de su marca de una forma muy potente y efectiva dentro del sector, impartiendo cursos Revit de formación específicos de fabricantes, que tendrían de base estos modelados comentados.

6 CONCLUSIONES

Se aconseja al fabricante crear sus familias Revit pensando más en las necesidades del usuario que las va a utilizar que no en el producto en sí. Esto aportaría ventajas no sólo a la ingeniería, sino también al fabricante, pues si consigue que sus familias sean insertadas y usadas en la fase de proyecto de detalle incrementará enormemente la posibilidad de compra de sus productos, ya que una vez la marca ha sido introducida, se mantendrá, muy probablemente, en las siguientes fases de proyecto.

Y es que a diferencia de lo que pasaba con el método tradicional, donde cambiar una marca y un modelo de unas partidas presupuestarias era un proceso manual relativamente sencillo, no ocurre igual con el método BIM. En este caso el procedimiento es mucho más complejo porque al estar todo vinculado, automáticamente se produciría un efecto dominó que obligaría a modificar no sólo las familias afectadas por el cambio de marca y modelo, sino también a conectar de nuevo todos los sistemas lógicos MEP según la nueva configuración de conexiones y volver a exportar las tablas de planificación a las memorias de proyecto y los nuevos códigos presupuestarios, si es el caso, al software correspondiente.

Si se potencia el uso de parámetros de tipo y de ejemplar, el presupuesto destinado al desarrollo, subida a páginas de descarga, control de calidad, gestión, distribución, publicación, analítica de mercado, mantenimiento, etc., sería menor al reducirse el número de familias.

Estas familias, y también los modelados, unirían a fabricante e ingeniería bajo el mismo software de trabajo Revit, pudiendo trabajar de forma colaborativa, creando modelos constructivos más precisos, con menos interferencias en obra y adaptados a los clientes más exigentes.

Nota del autor: actualmente trabajo en I+D+i de familias Revit para fabricantes, pero mi experiencia previa como ingeniero de proyectos, jefe de obra y dirección facultativa me ha permitido llegar a las conclusiones plasmadas en este artículo, al analizar y estudiar las familias Revit no sólo como desarrollador, sino también desde el punto de vista de usuario.

Las familias Revit de Italsan, Madel y Weber que aparecen en las imágenes de este artículo han sido desarrolladas, respectivamente por Raúl Galdrán Sánchez (Arquitecto), Joel Fortuny Millán (Ingeniero Civil) y Marga Nadal Nadal (Arquitecto) de Bimetric S.L.

Redacción realizada por Ana Ponce Bosacoma.

LISTA DE AREVIATURAS

BIM: "Building Information Modeling" o modelado de información de construcción

HVAC: "Heating, Ventilating, and Air Conditioning"

MEP: "Mechanical, Electrical and Plumbing"

ODBC: "Open DataBase Connectivity"

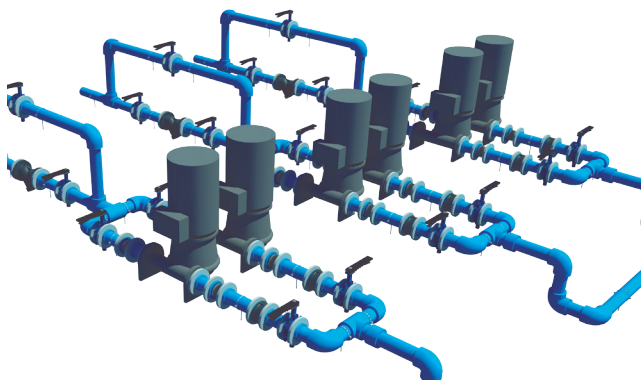
RFA: archivo de familia de Revit

RVT: archivo de proyecto de Revit

TXT: archivo de texto



¡Sus sistemas de tuberías en formato Revit®
a un solo paso!



Consultoría BIM

Building Information Modeling

Soporte técnico y asistencia en el diseño de los proyectos.

Traslados de diseños de proyectos de AUTOCAD a BIM.

Disposición de las familias de productos BIM completas, dotadas de tuberías, accesorios, válvulas y abrazaderas.

Líderes en canalizar soluciones



INTERNET OF FACILITIES

Daniel Berenguer
www.panstamp.com

RESUMEN

Experiencias sobre la integración de servicios M2M y del Internet de las Cosas desde la plataforma Archibus de Facility Management. Explotación de datos de consumos eléctricos en tiempo real desde la aplicación.

1 INTERNET OF FACILITIES

En panStamp-iNubo llevamos años trabajando en proyectos de conectividad IoT (Internet de las Cosas). Redes inalámbricas de sensores, actuadores, plataformas en la nube, aplicaciones móviles, todo parece seguir un hilo conductor que guarda progresiva coherencia con nuestra actividad, conocimientos y experiencia. Nos gusta pensar que nosotros llegamos allí donde otras empresas no saben y es en la integración con software de terceros donde solemos hacer gala de esta característica.

Hace cuatro meses recibimos visita de uno de los redactores de esta revista, el cual nos invita a realizar una prueba de concepto hasta entonces ajena a nuestro entendimiento: “¿podrías demostrar la integración de redes IoT en entornos BIM?” La maquinaria empieza a ponerse en marcha. Decidimos que un entorno de Facility Management es el propicio para lucir el potencial de nuestras redes inalámbricas de sensores. En un primer momento nos ponemos en contacto con Archibus España para proponerles este desafío de forma conjunta. Archibus es sin duda uno de los principales actores a nivel mundial en el mercado del software de Facility Management. Descubrimos en su sede en España un equipo dinámico y valiente que decide aceptar el reto sin el menor titubeo. Formamos un equipo de trabajo conjunto y nos lanzamos al diseño de un verdadero interfaz IoT para el que puede ser el mejor software de Facility Management del mundo.

La explotación de datos IoT desde Archibus abre todo un mundo de posibilidades a nivel de gestión de datos en tiempo real y de automatización de procesos e informes. El equipo de Archibus descubre entonces ante nosotros su módulo de gestión energética, una de las piezas software más potentes que jamás hemos visto en materia de análisis de consumos eléctricos y de eficiencia energética de instalaciones.



Figura 1. Big Bboard.

Por un lado medidores reales de consumo nutren a distancia la base de datos de Archibus. Por otro lado, el software de gestión permite detectar desviaciones de consumos y costes, comparar con facturas de suministro, diseccionar por edificios, plantas y áreas, detectar crestas y valles de consumos y asociarlas a actuaciones de mantenimiento llevadas a cabo en las instalaciones.

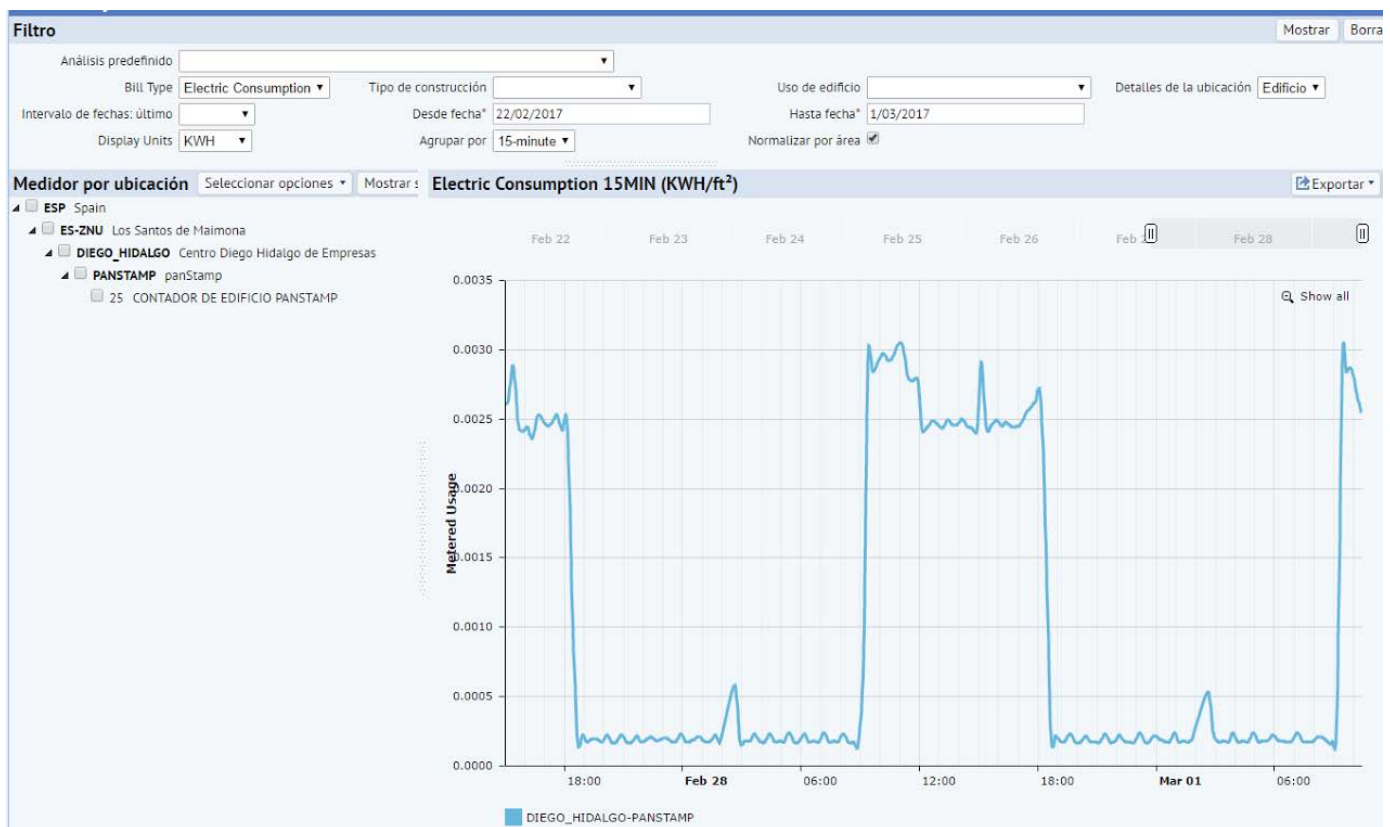


Figura 2. Medidor de consumo eléctrico.

“¿Qué más?” preguntamos. Gestión de salas, estudios de eficiencia térmica, control automático de accesos y luminarias. Se abre ante nosotros todo mundo de posibilidades, estrechamente relacionadas con el de la gestión automática de instalaciones y servicios en tiempo real. Éste va a ser sin duda el principio de una pequeña revolución en nuestro oficio y en las posibilidades que el IoT puede ofrecer más allá de sus mercados tradicionales.

2 MÁS INFORMACIÓN

iNubo : www.inubo.es

panStamp : www.panstamp.com

Archibus España : www.asc-spain.es

BIM Community

La comunidad global que impulsa el BIM en el sector de la construcción

Ahora en 10 idiomas



¡Regístrate ahora y te regalamos 2 cursos!

www.bimcommunity.com/promotions/bsmartbima0



BIM A0
Introducción al BIM
en Edificación



BIM A0
Introducción al BIM
en Ingeniería Civil



Conocimiento exclusivo

Descubre contenidos de calidad como artículos, descargas, BIM tips, tutoriales y una selección de programas de formación BIM.



Networking

Conecta con profesionales y empresas de todo el mundo.



Empleo

Encuentra oportunidades laborales con empresas que ya están trabajando en BIM.



Espíritu social

Forma parte de la mayor comunidad internacional de BIM y promóciate en un entorno global compuesto por más de 10 idiomas.



Beneficios

Accede a descuentos exclusivos, promociones, descuentos, entradas para eventos y mucho más.

TCQ2000

ITeC

PRESUPUESTOS EN EL ENTORNO BIM

5.1

**NUEVA
VERSIÓN**

**TCQ BIM
VIEWER**

TCQ 5.1.650 - Tiempo Coste Calidad - [Presupuesto: MCO-001 - Trabajos de ampliación y remodelación interna Edif...

General Modificación Visualizar Informes Utilidades BIM Favoritos Ventana Ayuda

Vista Objeto Medidas Cambios

Opciones Cortar Sección Restablecer

Rellenar la sección Desplazar niveles

Tipo Cámara Vista Modelo

Tipos

Activo	Tipo
<input checked="" type="checkbox"/>	Espacio
<input checked="" type="checkbox"/>	Muro estándar
<input checked="" type="checkbox"/>	Muro
<input checked="" type="checkbox"/>	Escalera
<input checked="" type="checkbox"/>	Barandilla
<input checked="" type="checkbox"/>	Elemento constructivo indeterminado (Proxy)
<input checked="" type="checkbox"/>	Puerta
<input checked="" type="checkbox"/>	Forjado
<input checked="" type="checkbox"/>	Ventana
<input checked="" type="checkbox"/>	Cubierta

Nº	Inf	Código	U.M.	
1		E450E181	m3	Hormigón
2		E4530139	m3	Hormigón
3		E4B00002	m2	Malla ele
4		E4LM0460	m2	Panel cc
5		E32BE010	kg	Acero re
6		E4404251	kg	Fabricac
7				

Proyecto de edificio asistencial sanitario La Magdalena, Valladolid.
Ganador de la BIM Competition de Bimtecnia 2016.
Equipo UPC School (M. Guadalupe, J. Diez, R. Baruch, S. Mirallas, J. Rocaspana, K. Martínez, S. Ayerbe, M. Moreno, C. Desimone, F. Resa, M. Torres, R. Solé).

0.32s LOCAL euro [Europa]

VISUALIZADOR BIM en formato IFC

MULTIPLATAFORMA exporta e importa de las principales plataformas BIM

INTEGRADA sin plugins complementarios

PERSONALIZABLE configuración de plantillas

INTEROPERABLE elabora presupuestos a partir de modelos BIM

www.itec.es

 building**SMART**.
® **Spanish** home of openBIM.®

