

Proyecto Erasmus+: BIMVET3 2020-1-ES01-KA203-083262

Este proyecto Erasmus+ ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión Europea y las agencias nacionales Erasmus+ no se hacen responsables del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.

BLOQUE I. INTRODUCCIÓN al BIM

Título: Normas y especificaciones internacionales de la metodología BIM

1 - Objetivos

Los objetivos de este tutorial son los siguientes:

- Familiarizarse con los principios de la metodología BIM, así como con los principales retos, barreras y potenciales.
- Familiarizarse con las normas BIM internacionales.
- Familiarizarse con el nivel de desarrollo BIM y la clasificación de sistemas y especificaciones.

2 - Metodología de aprendizaje

- El profesor proporcionará una explicación del material del curso con ejemplos prácticos o vídeos.
- Los estudiantes leerán este tutorial y discutirán los vídeos/ejemplos prácticos.
- Para evaluar el rendimiento, cada alumno responderá a las preguntas que se le plantean.

3 - Duración de la tutoría.

Tendrá una duración de 2/3 horas de enseñanza.

4 - Recursos didácticos necesarios

Hardware necesario: sala de ordenadores con acceso a Internet.

5 - Contenido y tutorial

5.1 - QUÉ ES LA BIM

5.2 - BIM: retos y potencial

5.3 - Evolución histórica

5.5 - Especificaciones de la EIA: nivel de desarrollo

5.6 - Normas internacionales BIM: ventajas y limitaciones

5.7 - Sistemas de clasificación BIM

6 - Resultados

El alumno tendrá que responder a los cuestionarios de prueba presentados.

7- Lo que hemos aprendido

El estudiante se familiarizó con las normas internacionales BIM, el nivel de desarrollo y los sistemas de clasificación y especificaciones

-----X-----

5 - Contenido y tutorial.

5.1 - QUÉ ES LA BIM

BIM es el acrónimo utilizado para definir "Building Information Modelling". Pero, ¿qué significa BIM? Hay varias definiciones en la bibliografía que pueden ayudarnos a entender el concepto de esta herramienta digital que se utiliza para gestionar los datos del proyecto y la información del edificio. Entre ellos, la definición de Eastman et al. (2011), en la Enciclopedia de Tecnologías Sostenibles (2017), que define BIM como *"una forma colaborativa de almacenar, compartir, intercambiar y gestionar todo el ciclo de vida del proyecto de construcción, incluyendo la planificación, el diseño, la construcción, la operación, el mantenimiento y la fase de demolición"*. Succar (2009) recoge en la figura 1 algunas connotaciones comunes de múltiples términos BIM.

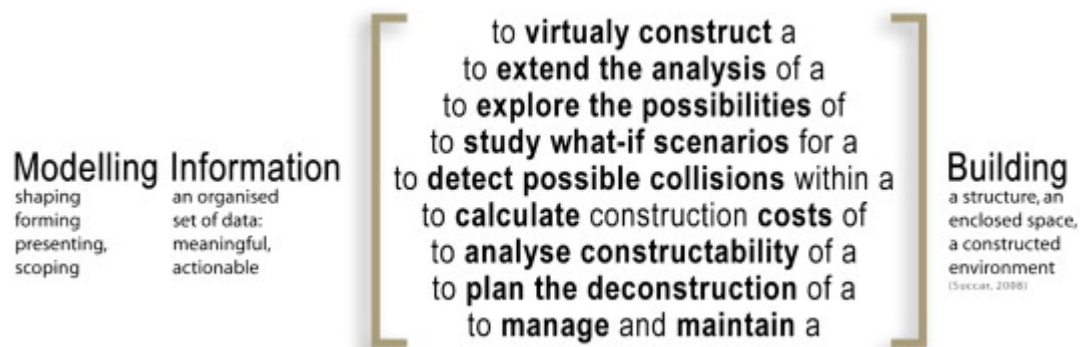


Figura 1: Connotaciones comunes de múltiples términos BIM (Succar, 2009)

La mejor manera de entender el concepto BIM es participar en él. El vídeo de presentación del proyecto BIMVET3 resume este concepto y responde brevemente a la pregunta inicial "¿qué es BIM?"

<https://youtu.be/Fx1z2fLenzM>

**Referencias:**

Abraham M. (2017), "Encyclopedia of sustainable technologies", Elsevier

Eastman, C., Eastman, C. M., Teicholz, P., & Sacks, R. (2011), "BIM handbook: A guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors", John Wiley & Sons.

Succar. B, (2009), "Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, Automation in Construction, V.18 (3), pp. 357-375

5.2 - BIM: retos y potencial

El modelado de información de edificios (BIM) es la base de la transformación digital en el sector de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC). La información sobre el diseño, la planificación, la construcción y las operaciones (Facility Management) se recopila y organiza en un modelo digital colaborativo, normalmente almacenado en la nube, que puede apoyar y ayudar a tomar decisiones, durante la fase de diseño hasta la fase de uso, con la representación digital de un activo a lo largo de su ciclo de vida.

Así, el BIM es una metodología de intercambio de información digital y comunicación entre todas las partes interesadas durante todas las fases del ciclo de vida de una construcción que se apoya en un modelo digital que permite la visualización en tres dimensiones (3D). Al mismo tiempo, el modelo es un repositorio de información, que consiste en información relacionada con la geometría y las propiedades de cada elemento. Se trata de una modulación orientada a objetos, con el edificio representado a través de elementos, en lugar de la metodología tradicional de modulación geométrica.

En la fase de diseño se pueden realizar diversas simulaciones que permiten analizar diferentes opciones de distribución y calidad del espacio, dando lugar a distintas soluciones constructivas, que también pueden evaluarse desde el punto de vista económico y medioambiental. Con esta información exhaustiva, no sólo se pueden

respaldar mejor las decisiones relativas a la fase de construcción y hacer elecciones más eficientes, sino que también se puede contribuir a la rehabilitación sostenible de los edificios y al cambio de uso durante su ciclo de vida.

El modelo se organiza con capas de interoperabilidad, compartiendo elementos de construcción, elementos de servicios de construcción y elementos de instalaciones. Una gestión más especializada de todo el proceso reducirá las lagunas de comunicación. Las distintas opciones y la solución constructiva final se probarán en la fase de diseño, con una reducción de los costes de construcción (BIM 5D), así como la reducción del tiempo de construcción con una planificación bien organizada (BIM 4D).

Cualquier cambio realizado en el modelo en la fase de diseño se actualizará inmediatamente y será bien entendido por todos los diseñadores que participen en el proceso. En la fase de uso, la información sobre el activo construido servirá de apoyo a las decisiones que se tomen sobre el mantenimiento necesario de la construcción.

El potencial es enorme y el reto más importante será introducir estos principios en el diseño de los edificios, de acuerdo con el ciclo de vida del activo.

Con las herramientas BIM, las obras se llevarán a cabo con un importante control de costes y una definición exacta de los recursos para cada fase de las obras. La planificación se hará con precisión y cualquier modificación será fácil de preparar para los siguientes pasos. El modelo final, tal y como se construya, será la base de las decisiones durante el ciclo de vida. La figura 2 ilustra las principales potencialidades de la aplicación de BIM a un proyecto.

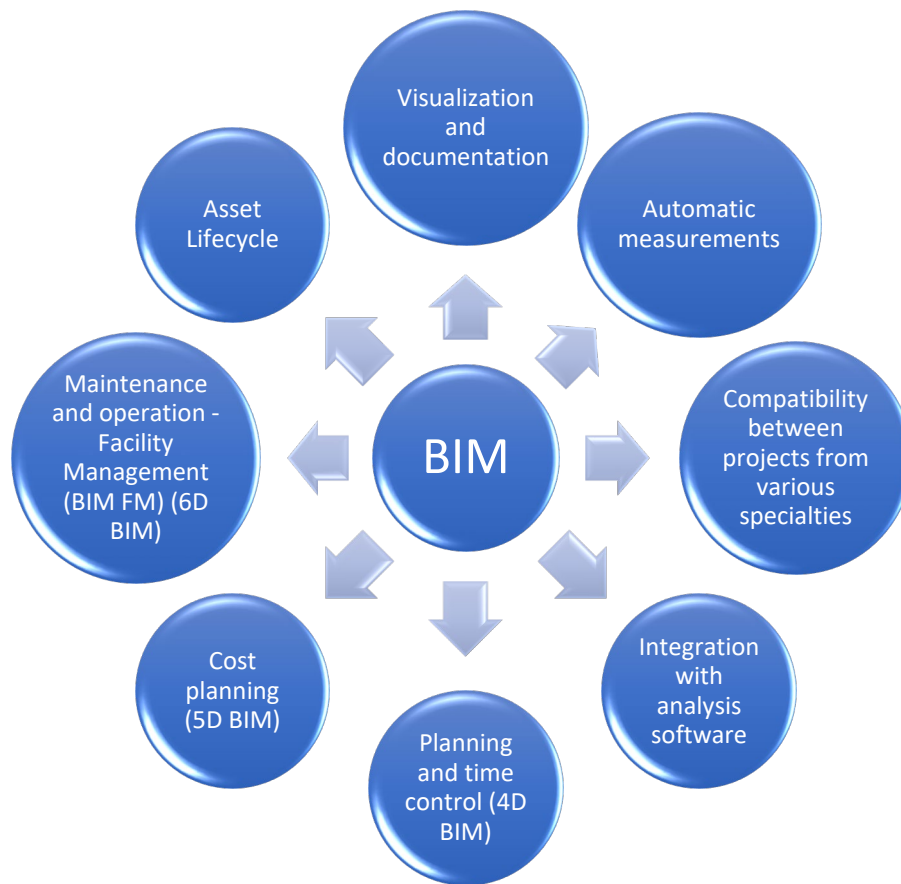
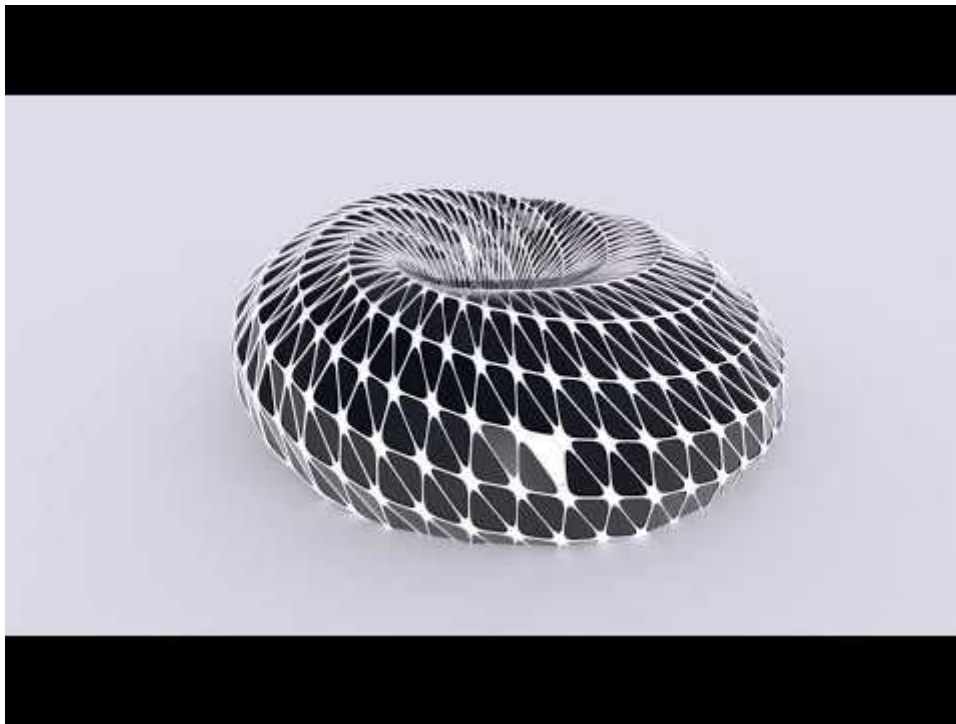


Figura 12 : Potencial BIM

5.3 - Evolución histórica

La investigación sobre la modelización digital comenzó a principios de los años sesenta. En 1963, Ivan Sutherland trabajaba con gráficos alámbricos y desarrolló el "sketchpad", que supuso el inicio del modelado digital. El modelado de superficies fue introducido posteriormente, en 1967, por Steven Anson Coons en un informe técnico del MIT titulado "Surfaces for computer-aided design of space forms".

El inicio de la idea de BIM se recoge en 1974 con Charles Eastman en la publicación "An outline of the building description system: Research report no. 50". El concepto creció y se consolidó tras la llegada del modelado paramétrico en 1990, ya que éste permitía modificar todas las formas del modelo y no sólo los elementos individuales. Con la evolución de la modelización paramétrica, entre otras técnicas, como la captura de la realidad, los datos obtenidos permitieron mejorar todo el proceso de colaboración, dando lugar al actual concepto BIM. Un vídeo de Autodesk (<https://youtu.be/gsm15cawHbY>) recapitula brevemente el desarrollo histórico del concepto BIM.



Referencias:

- Coons, S.A., (1967), "Surfaces for computer-aided design of space forms", MAC-TR-41, M.I.T
- Eastman C.M., Fisher D., Lafue G., Lividini J., Stoker D., Yessios C., (1974) "An outline of the building description system: Research report no. 50", (Pittsburgh, PA: Carnegie-Mellon University)

5.5 - Especificaciones de la EIA: nivel de desarrollo

En 2008, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA) publicó el protocolo BIM E202-2008. Este protocolo ayudó a definir qué modelo podría utilizarse , creando una especificación de progresión del modelo y qué tipo de información podría derivarse de cada especificación/progresión de nivel o para qué podríamos basarnos en el modelo . Así, la *especificación del nivel de desarrollo (LOD)* corresponde a la cantidad y el tipo de información que se almacena en un modelo y es una referencia que permite a los profesionales del sector AEC especificar y articular claramente el contenido y la fiabilidad de los modelos de información de construcción (BIM) en las distintas fases del proceso de diseño y construcción. Esto también ha sido adoptado por el AGC BIMForum (Figura 3), que es una asociación de construcción estadounidense. El objetivo de BIMForum es explorar la tecnología, ofrecer innovación y mejorar el rendimiento a través de la modelización de la información y los nuevos medios de colaboración. Además, pretende mejorar la industria del diseño y la construcción a través de la educación y el desarrollo de las mejores prácticas para estas innovaciones y ayudar a implementarlas en la amplia industria de la AEC. Accediendo al sitio web de BIMForum, se pueden descargar las especificaciones de nivel de desarrollo (LOD) más actuales. Las *especificaciones de LOD*, disponibles en el sitio web de BIMForum, utilizan las

definiciones básicas de LOD desarrolladas por el AIA para el formulario *G202-2013 del Protocolo de Modelado de Información de Construcción del AIA*^[1] y está organizado por CSI Unifomat 2010^[2]. Puede encontrar más información en <https://bimforum.org/lod/>

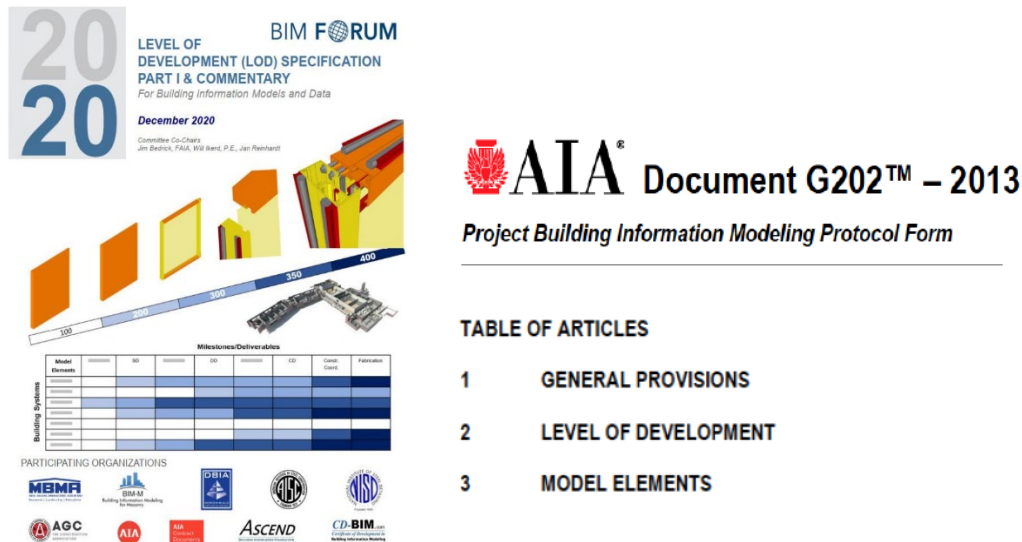


Figura 3: Ejemplo de AGC BIMForum

La clasificación de LODs propuesta por el documento AIA G202 TM-2013 consta de 5 niveles (100 a 500), cada uno de los cuales puede asociarse a los siguientes significados:

LOD 100 - Concepto;

Requisitos del contenido del modelo: el conjunto del edificio sólido, indicando el área, la altura, el volumen, la ubicación y la orientación, que puede modelarse en tres dimensiones o representarse mediante otros datos.

Usos autorizados: Análisis, estimación de costes, calendario.

LOD 200 - Geometría aproximada;

Requisitos de contenido del modelo: Los elementos del modelo se modelan como sistemas o conjuntos generalizados con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados. También se puede adjuntar información no geométrica a los elementos del modelo.

Usos autorizados: Análisis, estimación de costes, calendario.

LOD 300 - Geometría precisa;

Requisitos de contenido del modelo: Los elementos del modelo se modelan como conjuntos específicos que son precisos en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. También se puede adjuntar información no geométrica a los elementos del modelo.

Usos permitidos: Construcción, análisis, estimación de costes, calendario.

LOD 400 - Adaptado a la realización/ejecución;

Requisitos de contenido del modelo: Los elementos del modelo se modelan como conjuntos específicos y precisos en cuanto a cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación, con información completa sobre la fabricación, el montaje y los detalles. También se puede adjuntar información no geométrica a los elementos del modelo.

Usos permitidos: Construcción, análisis, estimación de costes, calendario.

LOD 500 - Tal como está construido

Requisitos de contenido del modelo: Los elementos del modelo se modelan como conjuntos construidos que son reales y precisos en cuanto a tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación. También se puede adjuntar información no geométrica a los elementos del modelo.

Usos autorizados: Uso general

Cada LOD posterior se basa en el nivel anterior e incluye toda la funcionalidad contenida en los niveles anteriores. Esto permite, en una determinada fase de desarrollo del proyecto, tener diferentes LODs para diferentes elementos del modelo.

BIMForum ofrece una guía con las actualizaciones de las definiciones LOD. Las definiciones disponibles en la guía 2020 son las siguientes:

LOD 100 - El elemento del modelo puede representarse gráficamente en el modelo con un símbolo u otra representación genérica, pero no cumple los requisitos del LOD 200. La información relacionada con el elemento del modelo (es decir, el coste por pie cuadrado, el tonelaje de HVAC, etc.) puede derivarse de otros elementos del modelo.

Interpretación de BIMForum: Los elementos LOD 100 no son representaciones geométricas. Algunos ejemplos son la información adjunta a otros elementos del modelo o los símbolos que muestran la existencia de un componente, pero no su forma, tamaño o ubicación precisos. Cualquier información derivada de los elementos LOD 100 debe considerarse aproximada.

LOD 200 - El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto genérico con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximadas. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo.

Interpretación de BIMForum: En términos de este LOD, los elementos son marcadores de posición genéricos. Pueden ser reconocibles como los componentes que representan, o pueden ser volúmenes para la reserva espacial. Cualquier información derivada de los elementos LOD 200 debe considerarse aproximada.

LOD 300 - El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo.

Interpretación del BIMForum: La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento diseñado pueden medirse directamente a partir del modelo, sin necesidad de recurrir a información no modelada, como las notas de cota y las dimensiones. Se define el origen del diseño y se localiza con precisión el elemento con respecto al origen del diseño.

LOD 350 - El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto específico en términos de cantidad, tamaño, forma,

ubicación, orientación e interfaces con otros sistemas del edificio. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo.

Interpretación del BIMForum. Se modelan las partes necesarias para la coordinación del elemento con los elementos cercanos o anexos. Estas piezas incluirán elementos como los soportes y las conexiones. La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento diseñado pueden medirse directamente a partir del modelo sin tener que recurrir a información no modelada, como notas o presupuestos de dimensiones.

LOD 400 - El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto específico en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación con información detallada, de fabricación, montaje e instalación. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo.

Interpretación del BIMForum. Un elemento LOD 400 se modela con suficiente detalle y precisión para la fabricación del componente representado. La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento diseñado pueden medirse directamente a partir del modelo sin tener que recurrir a información no modelada, como notas o presupuestos de dimensiones.

LOD 500 - El elemento del modelo es una representación verificada sobre el terreno en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación. También se puede adjuntar información no gráfica a los elementos del modelo.

Interpretación del BIMForum. Dado que el LOD 500 se refiere a la verificación sobre el terreno y no es una indicación de la progresión a un nivel superior de la geometría de los elementos del modelo o de la información no gráfica, esta Especificación no lo define ni lo ilustra.

Aunque en Estados Unidos, LOD se refiere a "Level of Development" (nivel de desarrollo), en el Reino Unido, LOD es el acrónimo comúnmente conocido como "Level of Detail" (nivel de detalle).

Esta introducción se realizó en el marco del Protocolo BIM lanzado por la AEC (Reino Unido) en 2009 como un nivel de detalle/grado dentro de su metodología de desarrollo de modelos. Posteriormente, en 2013, la especificación PAS 1192-2 para la gestión de la información para la fase de capital/entrega de los proyectos de construcción que utilizan modelos de información de construcción (ahora sustituida por la norma BS EN ISO 19650) introdujo el "nivel de definición" como un nuevo sistema de clasificación con siete niveles (1-7) para incluir tanto los aspectos del "nivel de detalle del modelo" (LOD) como el nivel de información del modelo (LOI). El cuadro 1 muestra esta clasificación.

Tabla 1 - Clasificación LOD

ALOJAMIENTO REINO UNIDO	LOD USA	Descripción	Contenido
<i>1</i>		Preparación y brevedad	Un modelo que comunica los requisitos de rendimiento y las limitaciones del lugar. Los modelos de construcción serían únicamente modelos de bloques.

2	LOD 100	Diseño conceptual	Un modelo conceptual o de masa destinado a estudios completos de construcción, que incluye áreas y volúmenes básicos, orientación y costes.
3	LOD 200	Proyecto desarrollado/ Geometría aproximada	Un modelo de desarrollo de proyectos, "sistemas generalizados con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados".
4	LOD 300	Proyecto técnico / Geometría de precisión	Modelo de producción, o de pre-construcción, de "intención de diseño", que representa el final de las fases de diseño. Los elementos modelizados son precisos y coordinados, adecuados para la estimación de costes y la comprobación del cumplimiento de la normativa. Este LOD suele ser un modelo adecuado para la elaboración de documentos de construcción tradicionales y dibujos comerciales.
5	LOD 400	Construcción/Fabricación	Un modelo preciso de los requisitos de construcción y de los componentes específicos de la construcción, incluyendo la geometría y los datos de los subcontratistas especializados. Este modelo se consideraría adecuado para su fabricación y montaje.
6	LOD 500	Como se construyó	Un modelo "as-built" que muestra el proyecto exactamente como fue construido. El modelo y los datos asociados son adecuados para el mantenimiento y las operaciones de la planta.

7		En USO	Modelo de información sobre los activos utilizado para las operaciones en curso, el mantenimiento y la supervisión del rendimiento
---	--	--------	--

En referencia a la norma BS EN 19650-1, el nivel de necesidad de información define la calidad, la cantidad y la granularidad de la información. La información puede ser en forma de información geométrica (o nivel de detalle gráfico) y alfanumérica (o nivel de información).

La codificación de las representaciones gráficas, el nivel de detalle, es bastante fácil. Los protocolos BIM de la AEC (Reino Unido) definen el aspecto gráfico como (figura 4):

G0: Simbólico. No hay escala, sólo una "sugerencia" de dónde existirá el objeto. En cuanto a las puertas, podría ser simplemente un rectángulo negro en una pared 2D.

G1: Marcador de posición. Aunque sea a escala, el objeto puede no representar el aspecto del componente final. En cuanto a los puertos, se trataría de un simple objeto sin marcos, paneles de visión o hardware.

G2: Apto para la construcción. Aquí se proporciona el representante de la geometría final del componente. Es posible que aún no incluya el hardware (como normalmente se especificaría por separado), pero puede ser un objeto descargado del fabricante.

G3: Objeto de alta resolución y totalmente detallado. Normalmente se utiliza sólo para ver, o fabricar realmente.

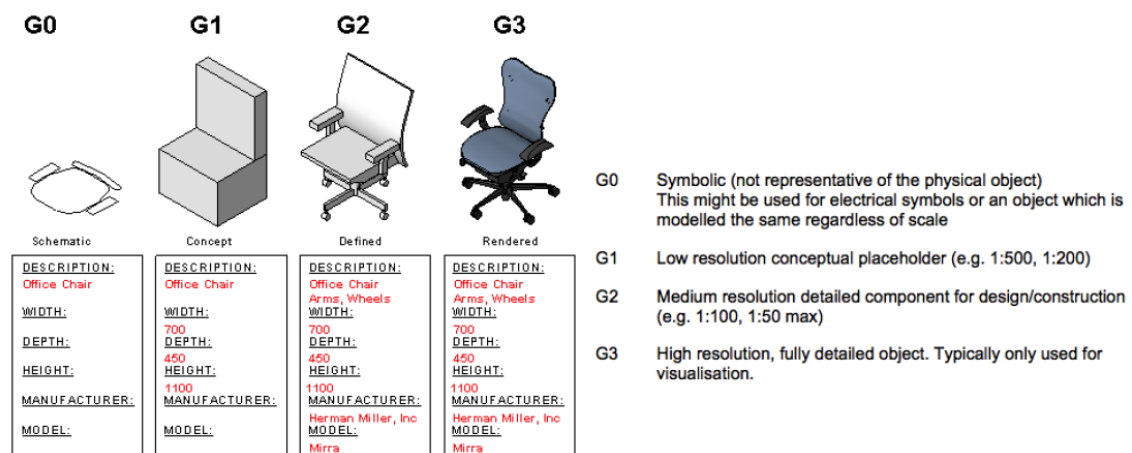


Figura 4: Ejemplo de apariencia gráfica

Notas y enlaces:

[1] El documento contractual *G202-2013 del AIA, Formulario de protocolo de modelado de información de construcción*, forma parte de una nueva serie de documentos de práctica digital publicados por el AIA en junio de 2013. Para obtener información general sobre los documentos y muestras descargables, consulte www.aia.org/digitaldocs. Para ver las versiones ejecutables de los documentos, consulte <http://www.aia.org/contractdocs>.

[2] Para una explicación más detallada de UniFormat™ y su uso en el sector de la construcción, visite <http://www.csinet.org>.

Referencias:

AEC-UK (2009). AEC (Reino Unido) BIM Standard Version 1.0, Comité ACE-UK.

AIA (2008). Documento AIA E202-2008 building information modeling protocol exhibit, Washington, DC 20006- 5292, the American Institute of Architects (AIA).

AIA (2013a). Documento AIA E203™-2013, Building Information Modeling and Digital Data Exhibit, Washington, DC 20006-5292, the American Institute of Architects (AIA).

AIA (2013b). Documento AIA G201™-2013, Formulario de protocolo de datos digitales del proyecto, Washington, DC 20006-5292, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

AIA (2013c). Documento AIA G202™-2013, Formulario de protocolo de modelado de información de construcción de proyectos, Washington, DC 20006-5292, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

AIA (2013d). Guía, instrucciones y comentarios de los documentos de práctica digital del AIA de 2013, Washington, DC 20006-5292, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

BIMForum (2020). Especificación del nivel de desarrollo Parte I § Comentario para los modelos de información del edificio y los datos Versión 2020, la Asociación de Contratistas Generales.

BIMForum (2020). Especificación del nivel de desarrollo Parte I § Comentario para los modelos de información del edificio y los datos Versión 2020, la Asociación de Contratistas Generales.

5.6 - Normas internacionales BIM: ventajas y limitaciones

El interés por el BIM ha crecido enormemente en el sector de la construcción en los últimos años. Muchos países ya han empezado a investigar y aplicar el BIM. Como consecuencia, en la última década se han desarrollado varias normas BIM y se han actualizado otras.

La normalización BIM permite a sectores enteros ampliar sus innovaciones. Permite a las empresas ofrecer a sus clientes una implementación BIM de calidad en todas las fases de la construcción y el FM.

Según Cheng y Lu (2015), se cree que Estados Unidos es uno de los países pioneros en la adopción de BIM. Muchos organismos del sector público de distintos niveles en Estados Unidos han establecido programas BIM, objetivos de aplicación y hojas de ruta,



y han publicado normas BIM. Además de Estados Unidos, muchos países de Europa han iniciado importantes implantaciones de BIM. El gobierno del Reino Unido, por ejemplo, ha ordenado que todos los proyectos de la administración pública británica utilicen BIM para 2016. Aunque la adopción del BIM en el sector público llegó más tarde a Asia, éste se ha desarrollado rápidamente en las regiones asiáticas. Por ejemplo, Singapur y Hong Kong han creado sus propios comités BIM y han publicado varias directrices BIM. El gobierno chino también incluyó temas relacionados con el BIM en el "12º Plan Nacional Quinquenal" en 2012. En mayo de 2013, el China Institute of Building Standard Design & Research obtuvo el reconocimiento de la autoridad internacional de la organización para la estandarización BIM - buildingSMART (BSA, una rama del American Institute of Building Sciences) y la división china establecida de BSA. Su establecimiento marcó el sistema nacional de normas BIM de China, integrándose con éxito en las normas BIM de los países avanzados (Bingsheng Liu et al. 2017).

Así pues, en esta sección no se pretende presentar de forma exhaustiva todas las normalizaciones BIM producidas en el mundo, sino únicamente las más significativas.



Australia

El Centro de Investigación Cooperativa de Australia (CRC) publicó en 2009 sus Directrices Nacionales de Modelización Digital para la Innovación en la Construcción (CRC-CI) con el fin de promover la adopción de las tecnologías BIM en el sector australiano de la construcción. Las directrices ofrecen una visión general de BIM y recomendaciones para las áreas clave de creación y desarrollo de modelos, simulación y medición del rendimiento (Cheng y Lu, 2015).

Una organización sin ánimo de lucro respaldada por el gobierno, Construction Information Systems Limited (nombre comercial NATSPEC fundado en 1975), también publicó su guía BIM, concretamente la NATSPEC National BIM Guide (NATSPEC, 2011) en 2011, que fue actualizada en 2016. Define los usos del BIM, la metodología de modelado, los estilos de presentación y los requisitos alcanzables. En 2012, NATSPEC publicó un Plan de Gestión de Proyectos BIM Modelo (NATSPEC, 2012) como documento complementario a la Guía Nacional BIM (Cheng y Lu, 2015).

Otro documento importante es la Matriz de Objetos/Elementos BIM, que es una hoja de cálculo/libro de trabajo que se utiliza para identificar y seguir la información BIM durante el diseño. Describe las tipologías/tipos de información de la construcción, cuándo son relevantes y en qué nivel de desarrollo (LOD) se encuentran a lo largo del ciclo de vida de la construcción. Se trata de una ampliación del documento AIA E202 BIM Protocol Exhibit para apoyar un mayor nivel de comprensión del uso de la información BIM. La información es referenciada por su tabla OmniClass para poder determinar el elemento de tabla correcto.

Además, NATSPEC mantiene el Sistema Nacional de Clasificación Australiano para ayudar a los redactores de especificaciones a organizar su contenido y a sus usuarios a encontrar la información que buscan. El sistema estructura la información de forma lógica

y coherente para introducir la previsibilidad de un proyecto a otro. Los documentos más importantes se muestran en el cuadro 2.

Por ejemplo, el informe NATSPEC TECH ofrece una visión general del uso de los sistemas de clasificación para la organización de la información sobre la construcción con diversos fines. Describe la relación de los sistemas nacionales existentes, incluido el NATSPEC, con la norma ISO 12006-2: 2015 Organización de la información sobre las obras de construcción - Parte 2: Marco para la clasificación de la información. También examina la importancia de los sistemas de clasificación para la industria australiana del diseño y la construcción, sobre todo para las tecnologías de la información digital como el Building Information Modelling (BIM).

Países nórdicos

Los países nórdicos llevan más de una década aplicando el BIM en los sectores público y privado.



Finlandia lleva muchas décadas investigando la innovación en el sector de la construcción. La agencia estatal de servicios inmobiliarios de Finlandia, Senate Properties, es la mayor empresa pública del Ministerio de Finanzas finlandés y utiliza BIM en todos sus proyectos desde 2001. El Senado ha exigido el uso de IFC/BIM en sus proyectos desde 2007, y ese mismo año publicó los requisitos BIM del Senado para el diseño arquitectónico (Senate Properties, 2007).

Además, en 2007, la Confederación de Industrias de la Construcción de Finlandia empezó a exigir que todos los paquetes de software de diseño tuvieran la certificación IFC (Cheng y Lu, 2015).

En 2012, con el apoyo de varias empresas constructoras, ciudades importantes y empresas consultoras, Senate Properties desarrolló sus requisitos BIM para el diseño arquitectónico en las Directrices Nacionales BIM finlandesas (COBIM) generando los Requisitos Comunes BIM 2012 v1.0 (Partes del Proyecto COBIM, 2012). Los Requisitos Comunes BIM 2012 v1.0 contienen 13 conjuntos de requisitos, cada uno de los cuales ha sido redactado por una empresa u organización con experiencia en la materia. Por lo tanto, los requisitos son muy prácticos. Tras la publicación de los requisitos del COBIM, la Asociación Finlandesa del Hormigón declaró en 2012 que estaba preparando directrices BIM para las estructuras de hormigón (Henttinen, 2012)

Finlandia también forma parte de la iniciativa BuildingSmart. Su objetivo es utilizar un diccionario de datos, un manual de entrega de información, definiciones de visualización de modelos y un formato de colaboración en la construcción a nivel nacional.



Suecia inició el programa de investigación y desarrollo de las tecnologías de la información en la construcción y la propiedad en 1998. Se centró en la normalización, la investigación y la aplicación de nuevas tecnologías. Con la normalización, estudiaron cómo implantar el IFC en su sistema actual.

El gobierno sueco comenzó a promover el BIM cuando la Administración de Transportes de Suecia (STA) declaró a finales de 2013 que utilizaría el BIM paso a paso en los próximos años.

En cuanto a las normas BIM en Suecia, la organización sin ánimo de lucro Swedish Standards Institute (SSI) lanzó Bygghanlingar 90 (BH90) en 2009 (SI, 2008), que incluía una serie, a saber, Digital Deliverables for Construction and Facilities Management, que era una guía CAD ampliada para la entrega y gestión de información digital dentro de los proyectos de construcción en Suecia (Cheng y Lu, 2015).

En 2014, BIM Alliance Sweden reunió al sector público y al privado. El objetivo es promover y potenciar la innovación en la construcción.

Además, la Administración de Transportes sueca ha ordenado el uso de BIM desde 2015.



En Dinamarca, el sector público está muy interesado en el BIM.

El gobierno de Dinamarca puso en marcha el proyecto de construcción digital (Det Digitale Byggeri en danés) en 2007, cuyo objetivo es proporcionar requisitos para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), incluido el BIM, en los proyectos gubernamentales (Cheng et al. 2015). A partir de ahí, elaboraron directrices para el uso del CAD 3D en futuros proyectos.

Desde 2007, la Agencia de Palacios y Patrimonio, la Agencia Danesa de Universidades y Patrimonio y el Servicio de Construcción de la Defensa han puesto a prueba el BIM en sus proyectos siguiendo los requisitos establecidos por el proyecto de Construcción Digital, lo que ha tenido un gran impacto en el mercado de la construcción debido a los requisitos del IFC.

Bips, una empresa privada, creada a partir del proyecto de Construcción Digital, ha estado trabajando activamente en la I+D de BIM. Publicaron las directrices BIM en 2006.

Por encargo del proyecto de construcción digital, la Agencia Nacional para la Empresa y la Construcción (Erhvervs - og Byggestyrelsen) publicó en 2007 cuatro conjuntos de directrices para trabajar con aplicaciones CAD/BIM en 3D, a saber, el manual de CAD en 3D de 2006, el método de trabajo en 3D de 2006, el acuerdo de proyecto CAD en 3D de 2006 y las estructuras de capas y objetos de 2006 (Cheng y Lu, 2015).

Hoy en día, el BIM forma parte de las leyes de regulación de la construcción en Dinamarca.



Noruega cuenta con una serie de documentos relacionados con las normas BIM. A partir de 2008, el sector público noruego comenzó a desarrollar y publicar sus normas BIM. Statsbygg, una empresa de la administración del sector público y asesora clave del gobierno noruego, fue la primera en publicar un manual BIM en 2008 con el fin de describir sus requisitos para el BIM conforme a la CFI (Fatt, 2012).

En 2010, el gobierno noruego declaró su compromiso con la adopción de BIM y muchos organismos del sector público en Noruega han lanzado programas BIM para seguir al gobierno. Statens Vegvesen (Dirección General de Carreteras Nacionales y Autopistas),



comenzó a elaborar un manual en 2010. Este manual V770 para la producción de modelos se publicó en 2012 y establece que todos los proyectos futuros tienen que utilizar el modelado 3D.

La Asociación Noruega de Constructores de Viviendas publicó su Manual BIM versión 1 en 2011 y luego la versión 2 en 2012 (Asociación Noruega de Constructores de Viviendas, 2011, Asociación Noruega de Constructores de Viviendas, 2012), que resume una metodología general de modelado para varias herramientas de software y se centra en cuatro áreas principales: simulaciones energéticas, cálculo de costes, ventilación y cubiertas (Cheng y Lu, 2015).

Además, el manual BIM publicado por Statsbygg en 2008 ha tenido varias versiones. El Manual de Modelado de Información de Construcción de Statsbygg v1.2.1 (SBM) se publicó en 2013 (Statsbygg, 2013) y de nuevo en 2021.

El SBM es el resultado de iniciativas gubernamentales y es obligatorio para los proyectos estatales. Contiene los requisitos generales de Statsbygg y los requisitos específicos de cada disciplina para BIM en proyectos e instalaciones y se posiciona como la mejor práctica para la aplicación de BIM en Noruega en todo el ámbito de AEC.



Singapur

Singapur es un país líder en la adopción de BIM y el desarrollo de normas en Asia. La mayoría de las normas BIM abarcan la metodología de modelado y el estilo de presentación de los componentes y la organización de los datos.

En 1995, Singapur comenzó a llevar a cabo el proyecto Construction Real Estate NETwork (CORENET) para promover y exigir el uso de las TI y el BIM en los distintos niveles de aprobación del sector AEC. Más tarde, varios organismos gubernamentales de Singapur, incluida la Autoridad de Edificación y Construcción (BCA), participaron en el sistema de presentación electrónica que requiere BIM e IFC (Cheng y Lu, 2015). Como resultado, se prepararon y publicaron varias directrices de presentación electrónica de BIM para destacar los puntos principales de los requisitos de presentación. La primera versión de la Guía de Presentación Electrónica BIM se desarrolló en 2008 para apoyar el proyecto CORENET (Cheng y Lu, 2015).

En 2012 y 2013 se publicaron una Guía Bim versión 1.0 y una Guía BIM 2.0, respectivamente, para describir las funciones y los deberes de los miembros del proyecto en el uso de BIM en las diferentes fases de un proyecto (BCA, 2012, BCA, 2013c). A principios de 2010, el BCA publicó oficialmente la Guía BIM y de Presentación para la Disciplina Arquitectónica (BCA, 2010), en la que se exponen los requisitos y las guías para crear objetos BIM específicos, propiedades asociadas y estilos de presentación para el tratamiento visual de muchas agencias reguladoras. La BCA también ha publicado la serie BIM Essential Guide (BEG) para proporcionar referencias sobre las mejores prácticas BIM en un formato ilustrado. El BEG para la adopción de BIM en una organización proporciona una guía de inicio rápido para ayudar a una organización a comenzar su viaje de adopción de BIM (BCA, 2013a). El BEG para el Plan de Ejecución BIM contiene detalles sobre los productos y procesos BIM. También se han creado BEG específicas para diferentes disciplinas (BCA, 2013b)



Estados Unidos

Estados Unidos es el país que ha desarrollado el mayor número de iniciativas relacionadas con el BIM y en el que su implantación ha experimentado un enorme aumento en las dos últimas décadas.

Hay un número importante de organizaciones y universidades que han publicado normas y guías. Así, la elaboración de normas BIM está muy extendida y hay un gran número de guías y recomendaciones para la implantación de BIM publicadas por diferentes organizaciones.

La Administración de Servicios Generales de los Estados Unidos (GSA) construye y gestiona edificios federales y es el mayor propietario de edificios públicos en los Estados Unidos. En 2007, la GSA se fijó el objetivo de exigir los BIM de IFC en los proyectos para mejorar la calidad del diseño y la entrega de la construcción. Era la primera vez que una organización a nivel de proyecto hacía una declaración tan pública e innovadora (Hagan et al., 2009). Con el apoyo de los líderes tecnológicos del sector, el equipo BIM de GSA ha elaborado ocho series de guías en la última década (01 a 08).

En 2007, el Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (NIBS) creó el comité del proyecto NBIMS-USTM para elaborar normas nacionales de BIM y debatir la posibilidad de incorporar BIM a los planes de estudio universitarios. El NIBS publicó la Norma Nacional de Modelado de Información de la Construcción (NBIMS-USTM) Versión 1.0 - Parte 1: Visión general, principios y metodologías (NIST, 2007b) en 2007 y la versión NBIMS-USTM 2.0 en 2012 (NIST, 2012). NBIMS V1-P1 es una descripción conceptual de la norma general, las metodologías de desarrollo y el uso previsto (Bazjanac, 2008). El NBIMS V2 es un estándar más técnico e incluye tres tipos de contenido: directrices y aplicaciones, normas de intercambio de información y normas de referencia (Cheng y Lu, 2015).

A principios de 2014, NIBS presentó su primer curso - "La introducción a COBie"- en la recién lanzada Academia de Ciencias de la Construcción en línea (Cheng y Lu, 2015).

Con el fin de orientar al sector de la construcción sobre cómo utilizar el BIM y otros datos digitales, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA) publicó sus primeros documentos sobre datos digitales en 2007. Contiene dos archivos, el documento AIA E201™ - Exposición del protocolo de datos digitales 2007 (AIA, 2007b) y el C106-2007™ Acuerdo de licencia de datos digitales (AIA, 2007a). En línea con el creciente uso de BIM, el AIA publicó el Documento E202™- 2008 Building Information Modelling Protocol Exhibition (AIA, 2008) para establecer cinco niveles de requisitos de desarrollo (LOD) y aplicaciones BIM. En 2013, el AIA actualizó sus documentos de Práctica Digital, que incluyen el Documento AIA E203-2013™, Modelado de información del edificio y visualización de datos digitales (AIA, 2013a); el Documento AIA G201-2013™, Formulario de protocolo de datos digitales del proyecto (AIA, 2013b); y el Documento AIA G202-2013™, Formulario de protocolo de modelado de información del proyecto (AIA, 2013c). Mientras tanto, la AIA también publicó la Guía AIA 2013, Instrucciones y Comentarios sobre los Documentos de Práctica Digital (AIA, 2013d) para proporcionar una guía sobre cómo utilizar estos documentos (Cheng y Lu, 2015).

El Departamento de Asuntos de los Veteranos (VA) y otras dos organizaciones sin ánimo de lucro, el Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) y la Asociación de Contratistas Generales (AGC), también han publicado individualmente directrices sobre BIM. En 2010, la AGC publicó la segunda edición de la Guía BIM (AGC, 2010). El BIMForum, un foro de la AGC centrado en el uso del diseño y la construcción virtuales en el sector de la construcción, publicó su primer estándar BIM en 2013, conocido como especificación de nivel de desarrollo (Cheng y Lu, 2015). Las especificaciones de LOD se desarrollaron en virtud de un acuerdo con el AIA y utilizaron las definiciones fundamentales de LOD del documento G202-2013 del AIA, Form of Construction Document Modelling Protocol (AIA, 2013c).

Además de los esfuerzos estatales para la adopción del BIM, algunos gobiernos municipales de Estados Unidos también han participado en la elaboración y publicación de directrices BIM para uso público en los últimos años. Por ejemplo, la ciudad de Nueva York (NYC) es activa en la adopción de BIM y el Departamento de Diseño y Construcción de NYC (DDC) publicó una Guía BIM para toda la ciudad en julio de 2012 (Cheng y Lu, 2015).

Incluso las universidades públicas han publicado sus propias normas BIM a partir de 2009. Por ejemplo, como proyecto buildingSMART, la Universidad Estatal de Pensilvania (PSU) ha publicado varias normas BIM desde 2009. La PSU ha desarrollado varias versiones de la Guía de Planificación de la Ejecución de Proyectos BIM (Guía PEP BIM) (Programa de Investigación de la Construcción Integrada por Ordenador, 2009) y publicó oficialmente la versión 2.1 de la GUÍA PEP BIM en mayo de 2011 (Programa de Investigación de la Construcción Integrada por Ordenador, 2011). La Guía BIM PEP puede considerarse una guía estratégica y proporciona una metodología práctica para que los equipos de proyecto diseñen estrategias BIM y desarrollen su propio BIM PEP (Cheng y Lu, 2015).

buildingSMART es una organización sin ánimo de lucro y es la autoridad mundial que impulsa la transformación digital del entorno de los activos construidos mediante la creación y adopción de normas internacionales abiertas para infraestructuras y edificios.

buildingSMART es la autoridad internacional para un conjunto de normas conocidas como Industry Foundation Class (IFC) que se ocupan del proceso, los datos, los términos y la gestión del cambio para la especificación, la gestión y el uso eficaz de los activos en el sector de los activos construidos. buildingSMART Compliance ofrece orientación y gobernanza para la certificación de software, personas y organizaciones mediante la creación de capacidades y las pruebas de conformidad.

Las normas buildingSMART abarcan una amplia gama de capacidades de proceso e información exclusivas del sector de la construcción, entre ellas

- Un esquema de modelo de datos específico de la industria - Industry Foundation Classes [IFC];
- Una metodología para definir y documentar los procesos de negocio y los requisitos de datos - Information Delivery Manual [IDM];

- Especificaciones de intercambio del modelo de datos - Configuración de la vista del modelo [MVD];
- Protocolos de comunicación basados en modelos e independientes del software
 - Formato de colaboración BIM [BCF];
- Una biblioteca estándar de definiciones generales de objetos BIM y sus atributos
 - Diccionario de datos buildingSMART [bSDD].

Puede encontrar más información sobre buildingSMART en:
<https://www.buildingsmart.org/>



Reino Unido

Para el sector público del Reino Unido, el Consejo de la Industria de la Construcción (CIC) y el Grupo de Trabajo BIM coprodujeron algunas directrices BIM en respuesta a los objetivos del gobierno británico de 2016. Con el apoyo técnico y el liderazgo del Grupo de Trabajo BIM, el CIC elaboró dos documentos BIM en 2013 (Cheng y Lu, 2015). El primero, el Protocolo BIM v1, identifica los requisitos BIM que los equipos de proyecto deben cumplir para todos los contratos de construcción comunes (CIC, 2013b). La segunda, a saber, la Guía de buenas prácticas para el seguro de indemnización profesional al utilizar BIM v1, resume los principales riesgos que las aseguradoras de indemnización profesional encontrarían en los proyectos BIM (CIC, 2013a). Otras organizaciones sin ánimo de lucro del Reino Unido, como la British Standards Institution (BSI) y el Comité AEC-UK, han publicado normas BIM. El comité BSI B/555 ha publicado desde 2007 varias normas para la definición digital y el intercambio de información sobre el ciclo de vida en el sector de la construcción.

La iniciativa AEC-UK se creó en 2000 para mejorar el proceso de producción, gestión e intercambio de información sobre diseño. En un principio, la iniciativa abordaba las convenciones de las capas CAD como principal preocupación para los usuarios de los datos de diseño. A medida que se desarrollaron las necesidades de diseño y tecnología, la iniciativa se amplió para abarcar otros aspectos de la producción de datos de diseño y el intercambio de información. El comité se renovó en 2009 para incluir a nuevos miembros de empresas y consultorías con gran experiencia en el software BIM y su implementación, con el fin de satisfacer la creciente necesidad dentro de la industria AEC del Reino Unido de aplicar las normas británicas de forma unificada, práctica y pragmática dentro de un entorno de diseño. El protocolo BIM de la AEC (Reino Unido) fue la primera versión del estándar BIM (AEC-UK, 2009) en 2009 y luego la versión 2.0 (AEC-UK, 2012c) del protocolo BIM en 2012. La versión actualizada recoge el aprendizaje y la experiencia adquiridos desde entonces. Este documento genérico proporciona protocolos independientes de la plataforma que se ven reforzados por suplementos específicos del software. Desde 2012, el Comité AEC-UK ha explorado el Protocolo BIM para diferentes plataformas de software, incluyendo Autodesk Revit (AEC-UK, 2012a), Bentley AECOSim Building Designer (AEC-UK, 2012b) y Graphisoft ArchiCAD (AEC-UK, 2013).

ISO

ISO es una organización internacional independiente y no gubernamental que cuenta con 165 organismos nacionales de normalización. A través de sus miembros, reúne a expertos para compartir conocimientos y desarrollar normas internacionales voluntarias, consensuadas y relevantes para el mercado, que apoyen la innovación y ofrezcan soluciones a los retos mundiales.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha publicado las primeras normas mundiales para el modelado de información de construcción (BIM) ISO 19650-1:2018 publicadas en diciembre de 2018.

Las nuevas normas incluyen la ISO 19650-1:2018 "Parte 1: Conceptos y principios"; la ISO 19650-2:2018 "Parte 2: Fase de entrega de activos" y la ISO 19650-3:2020 "Parte 3: Fase de funcionamiento de los activos".

Este documento describe los conceptos y principios para la gestión de la información en una fase de madurez descrita como "modelado de la información del edificio (BIM) según la serie ISO 19650". Además, especifica los requisitos para la gestión de la información, en forma de proceso de gestión, en el ámbito de la fase de entrega de activos y el intercambio de información dentro de la misma, utilizando el modelado de información del edificio.

Las normas, según ISO, proporcionarán el marco necesario para ayudar a los diseñadores y contratistas de distintos países a colaborar de forma más eficiente en todas las fases de los proyectos de construcción y fomentarán un mayor uso del BIM.

La norma ISO 19650 se basa en la norma británica BS 1192 y en la norma pública PAS 1192-1, que, según la ISSO, ha ayudado a reducir los costes de construcción de los usuarios en un 22%.

Recuadro 2 - Resumen de las normas internacionales BIM

País	Organización	Nombre	Datos de publicación/última actualización
Australia	NATSPEC	Matriz de la Sección Nacional de Trabajo	2021
		Sistema nacional de clasificación	2021
		Informe TECH TR 02 - Los sistemas de clasificación de la información y la industria australiana de la construcción	2021
		TECHnote GEN 015 Utilización del sistema de clasificación NATSPEC para organizar la información	2021
		Guía nacional BIM	2011 revisado en 2016
		Calendario de referencia BIM	2011
		Matriz de objetos/elementos BIM	2011
		Modelo de gestión V1.0	2012
Dinamarca	Byggestyrelsen	Manual de CAD 3D 2006	2006
Finlandia	buildingSmart Finlandia/ SenaTE Properties	Requisitos comunes de BIM (COBIM) V1	2012

Noruega	Statsbygg	Manual de modelado de información de construcción de Statsbygg v1.2	2011
		Manual BIM v1.2.1	2013
	Asociación de Constructores de Viviendas de Noruega	Manual BIM v1	2011
Singapur	BCA	Guía de presentación electrónica BIM para la disciplina arquitectónica v3.0	2008
		Guía de presentación electrónica BIM para la disciplina arquitectónica v3.5	2010
		[Singapur, BCA] Guía de presentación electrónica del BIM estructural v2.1	2011
		BIM e-Submission MEP v3	
		BEG para: Adopción de BIM en una organización; Plan de ejecución de BIM; Consultores de arquitectura; Contratistas; Consultores de CS; Consultores de MEP	2012
		Guía BIM v1.0	2012
		Guía BIM v2.0	2013
Reino Unido	AEC	Normas BIM v1.0	2009
		Protocolos de construcción	2012
	BSI/CPIC	Gestión de la información de los edificios - Marco normativo y guía de la norma BS 1192	2010
		CIC	Protocolo de modelado de información de edificios (BIM) v1
	Guía de buenas prácticas para el seguro de indemnización profesional cuando se utiliza BIM v1		2013
	Esquema del alcance de los servicios para la función de gestión de la información v1		
	BSI	PAS 1192-2: 2013	2013
		PAS 1192-3: 2014; BS 1192-4: 2014	2014
Estados Unidos de América	Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (NIBS) - Alianza buildingSMART (bSa)	Normas nacionales BIM (NBIMS)	2012
		Documentos de contacto del Instituto Americano de Arquitectos (AIA)	E201-2007™, Exposición del Protocolo de Datos Digitales
	Protocolo BIM E202-2008 Exposición		2008
	E203-2013™, BIM y visualización de datos digitales		2013
	Departamento de Proyectos de	Directrices BIM	2012

	Construcción de Nueva York		
	Departamento de Asuntos de los Veteranos de los Estados Unidos (VA)	La guía BIM de VA	2010
	Administración de Servicios Generales de los Estados Unidos (GSA)	Programa nacional de información sobre la construcción 3D-4D Guía Bim Serie 01 v0.6	2007
		Guía Bim Serie 02 v2.0	2015
	PSU	Guía de planificación de la ejecución del proyecto BIM (PEP) v2.0	2010
		Guía de planificación BIM para propietarios de instalaciones v2.0; Los usos de BIM v0.9	2013
	AGC, BIMForum	Especificación del nivel de desarrollo v2020	2020

Referencias:

AEC-UK (2009). AEC (Reino Unido) BIM Standard Version 1.0, Comité ACE-UK.

AEC-UK (2012a). AEC (UK) BIM Protocol for Autodesk Revit Version 2.0, Comité ACE-UK.

AEC-UK (2012b). AEC (Reino Unido) BIM Protocol for Bentley AECOsim Building Designer Version 2.0, Comité ACE-UK.

AEC-UK (2012c). AEC (UK) BIM Protocol Version 2.0, Comité ACE-UK. AEC-UK (2013). AEC (UK) BIM Protocol for Graphisoft ArchiCAD Version 1.0, Comité ACE-UK.

AGC (2010). The Contractor's Guide to BIM Edition 2, Arlington, VA 22201, the Association General Contractors of America.

AIA (2007a). Documento AIA C106™-2007 Acuerdo de licencia de datos digitales, Washington, DC 20006-5292, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

AIA (2007b). Documento AIA E201™-2007, Digital Data Protocol Exhibit, Washington, DC 20006-5292, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

AIA (2008). Documento AIA E202-2008 building information modeling protocol exhibit, Washington, DC 20006- 5292, the American Institute of Architects (AIA).

AIA (2013a). Documento AIA E203™-2013, Building Information Modeling and Digital Data Exhibit, Washington, DC 20006-5292, the American Institute of Architects (AIA).

AIA (2013b). Documento AIA G201™-2013, Formulario de protocolo de datos digitales del proyecto, Washington, DC 20006-5292, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

AIA (2013c). Documento AIA G202™-2013, Formulario de protocolo de modelado de información de construcción de proyectos, Washington, DC 20006-5292, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

AIA (2013d). Guía, instrucciones y comentarios de los documentos de práctica digital del AIA de 2013, Washington, DC 20006-5292, el Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

BCA (2010). BIM e-Submission Guideline for Architectural Discipline v3.5, MND Complex Singapore 069110, Building and Construction Authority.

BCA (2012). Singapore BIM Guide Version 1.0, MND Complex Singapore 069110, Building and Construction Authority.

BCA (2013a). BIM Essential Guide for BIM Adoption in an Organization, MND Complex Singapore 069110, Building and Construction Authority.

BCA (2013b). BIM Essential Guide for MEP Consultants, MND Complex Singapore 069110, Building and Construction Authority.

BCA (2013c). Singapore BIM Guide Version 2.0, MND Complex Singapore 069110, Building and Construction Authority.

Bingsheng Liu, Min Wang, Yutao Zhang, Rui Liu, Anmin Wang, (2017), Review and Prospect of BIM Policy in China, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 245 (2017) 022021 doi:10.1088/1757-899X/245/2/022021

BSI (2010). Building Information Management - A Standard Framework and Guide to BS 1192, London W4 4AL, British Standards Institution.

BSI (2013). PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital&delivery phase of construction projects using BIM, Londres W4 4AL, British Standards Institution.

BSI (2014). PAS 1192-3: 2014 Gestión de las especificaciones para la fase operativa de los activos utilizando el modelado de la información del edificio, Londres W4 4AL, British Standards Institution

CIC (2013a). Best Practice Guide for Professional Indemnity Insurance When Using Building Information Models first edition, Londres WC1E 7BT, Construction Industry Council.

CIC (2013b). Building Information Model (BIM) Protocol v1, London WC1E 7BT, Construction Industry Council.

CRC-CI (2009). National Guidelines for Digital Modelling, Brisbane QLD 4001, Australia, Cooperative Research Centre for Construction Innovation.

Hagan S., Ho P. y Matta H. (2009). BIM: la historia de GSA, Journal of Building Information Modeling. Edición de primavera de 2009. Washington: Matrix Group Publishing Inc.

Henttinen T. (2012). COBIM 2012 Requisitos BIM COMUNES. Finlandia: Gravicon Oy

Jack C.P. Cheng, Qiqi Lu (2015). Una revisión de los esfuerzos y las funciones del sector público para la adopción del BIM en todo el mundo. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 20, pg. 442-478, <http://www.itcon.org/2015/27>

NATSPEC (2011). NATSPEC National BIM Guide v1.0, Sydney, New South Wales, Australia 2000, Construction Information Systems Limited.

NATSPEC (2012). NATSPEC BIM Management Plan Template v1.0, Sydney, New South Wales, Australia 2000, Construction Information Systems Limited.

NBS (2015). NBS National BIM Report 2015. Reino Unido: National Building Specification (NBS), RIBA Enterprises Ltd.

NIST (2007a). General Buildings Information Handover Guide Principles, Methodology and Case Studies, Department of Commerce, U.S. National Institute of Standards and Technology.

NIST (2007b). National Building Information Modeling Standard Version 1 - Part 1: Overview, Principles, and Methodologies, Washington, DC 20005, National Institute of Building Science.

NIST (2012). National Building Information Modeling Standard Version 2, Washington, DC 20005, US National Institute of Building Science.

Asociación Noruega de Constructores de Viviendas (2011). Norwegian Home Builders' BIM manual Version 1.0, Noruega, Norwegian Home Builders' Association.

Asociación Noruega de Constructores de Viviendas (2012). Norwegian Home Builders' BIM manual Version 2.0, Noruega, Norwegian Home Builders' Association.

Propiedades del Senado (2007). Requisitos BIM para el diseño arquitectónico de Senate Properties, 00531 Helsinki, Finlandia, Senate Properties.

Statsbygg (2013). Statsbygg Building Information Modelling Manual v1.2.1, 0032 Oslo, Noruega, Statsbygg.

5.7 - Sistemas de clasificación BIM

Hay enormes cantidades de información compleja que hay que archivar, recuperar y referenciar. Esto es especialmente cierto en el caso de un proyecto de construcción en el que puede haber una gran amplitud y profundidad de información y campos de experiencia que utilizan una terminología diferente. La clasificación nos permite ordenar esta información de forma controlada y coherente para proporcionar una comprensión

común en todas las especialidades. Fundamentalmente, la clasificación significa agrupar las cosas según una cualidad o característica común. En primer lugar, hay que definir el objetivo de la clasificación y, a continuación, distinguir las propiedades por interés para la clasificación. Después, los sujetos pueden clasificarse en clases con respecto a las propiedades seleccionadas.

Se define una jerarquía, en una serie de clases o grupos en subordinación sucesiva. Cada característica se relaciona con un subgrupo de un grupo mayor, en un proceso de división, según determinadas características. En este proceso de clasificación jerárquica, cada individuo debe tener un solo lugar donde encajar en el esquema.

En relación con el hecho de que diferentes personas pueden utilizar el mismo objeto en diferentes ocasiones, debe haber un lenguaje y significados comunes. Así, una terminología coherente podría permitir que la organización de los objetos y sus características, en un esquema de clasificación, dependiera de definiciones acordadas de los términos y de un uso coherente.

Según el informe NATSPEC TECH02 (octubre de 2021), los principales beneficios de los sistemas de clasificación en el sector de la construcción para facilitar la gestión de la información de la construcción son

- Archivo y recuperación de información sobre productos de construcción, material técnico de referencia, costes, etc.
- Estructurar el contenido de los distintos documentos de forma coherente.
- Coordinación de la información entre los documentos individuales que se encuentran en los conjuntos de documentos.
- Comunicación y colaboración entre los miembros de un equipo de proyecto, proporcionando un lenguaje común.
- Interoperabilidad de los sistemas digitales.
- Organización de bibliotecas de objetos BIM.
- Búsqueda de objetos o elementos de tipo similar en las plantillas.
- Agregación de objetos o elementos similares en plantillas con fines de medición, análisis, seguimiento, etc.
- Valores medidos de referencia para activos de tipo similar.
- Intercambio e integración de información de activos.
- Normalización y consolidación de los informes sobre temas de interés.
- Toma de decisiones sobre inversiones de cartera.

Algunos de los sistemas de clasificación más importantes para la información sobre la construcción se basan en los principios de la norma ISO 12006-2 - CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS *Organización de la información sobre las obras de construcción - Parte 2: Marco para la clasificación y Parte 3: Marco para la información orientada a objetos*. Esta influencia es un reflejo de la convergencia de los sistemas basados en normas internacionales compartidas para dejar de desarrollar por separado sistemas nacionales incompatibles.

La norma ISO 12006-2 define un marco para el desarrollo de sistemas de clasificación para el entorno construido y recomienda un conjunto de tablas de clasificación y sus

títulos para una serie de clases de objetos de construcción según vistas específicas, por ejemplo, edificios, elementos de construcción y espacios. También define cada clase y muestra cómo se relacionan entre sí.

La norma ISO 12006-2 no describe un sistema completo de clasificación operativa. Se trata de una norma a nivel de marco escrita para los desarrolladores de sistemas de clasificación con el objetivo de proporcionar la base para la armonización de los sistemas de clasificación locales. Varios sistemas nacionales de clasificación han aplicado la edición de 2001 de la norma (Figura 5). Las lecciones aprendidas de estas implementaciones se han aplicado a la edición de 2015 (NATSPEC TECHreport TR02, octubre de 2021).

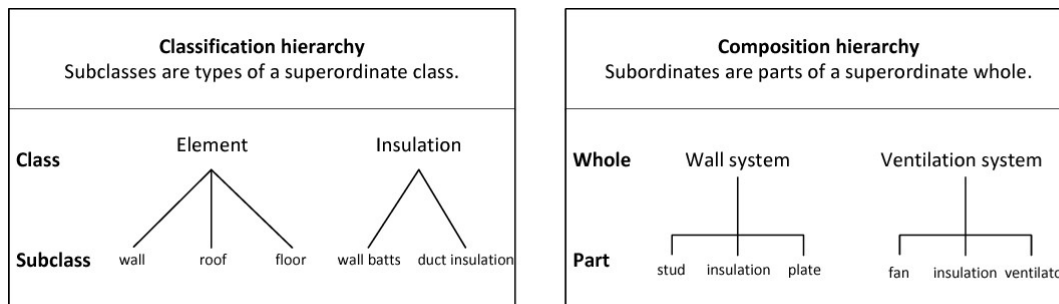


Figura 25 : Jerarquía de clasificación ISO 12006-2 (adaptada de NATSPEC TECHreport TR02, octubre de 2021)

Los sistemas de clasificación reales más relevantes para la construcción son:

- NATSPEC de Australia.
- Masterspec, de Nueva Zelanda.
- Sistema de Clasificación Cuneco (CCS) de Dinamarca.
- Sistema de clasificación Talo 2000 de Finlandia.
- CoClass de Suecia.
- Uniclass 2015 del Reino Unido.
- OmniClass de Norteamérica.

En un contexto histórico, OmniClass es el resultado de la adopción de dos sistemas:

- MasterFormat, la base de los resultados de OmniClass Framework 22, es el medio preeminente para organizar las especificaciones de edificios comerciales e institucionales, como MasterSpec, en Norteamérica.
- El UniFormat, base de la Tabla 21 de OmniClass (incluidos los elementos diseñados), que proporciona un método estándar de organización de la información de construcción, organizado en torno a las partes físicas de una instalación denominadas sistemas y conjuntos. Se utiliza para dar formato a documentos sobre el alcance, la calidad, el coste y el tiempo del proyecto, como estimaciones de costes o informes.

Hay varias diferencias en las clasificaciones entre estos sistemas. Por ejemplo, OmniClass enumera 211 tipos de puertos (18 en la Tabla 21 de Elementos, 66 en la Tabla 22 de Resultados de Trabajo y 127 en la Tabla 23 de Productos), y el Sistema de Clasificación

Cuneco y CoClass (basado en ISO/IEC 81346) enumera un tipo de puerto con la opción de añadir muchas propiedades.

La cifra 6 e la cifra 7 ilustran las diferencias entre una clasificación típica o tradicional (con diferentes cuadros de clasificación para diferentes participantes y propósitos y clases de subtipos especializados que incorporan cada vez más propiedades en el código), y una clasificación orientada a objetos, genérica y estable (con una clase de entrada que se utiliza durante todo el ciclo de vida, combinada con un número creciente de propiedades).

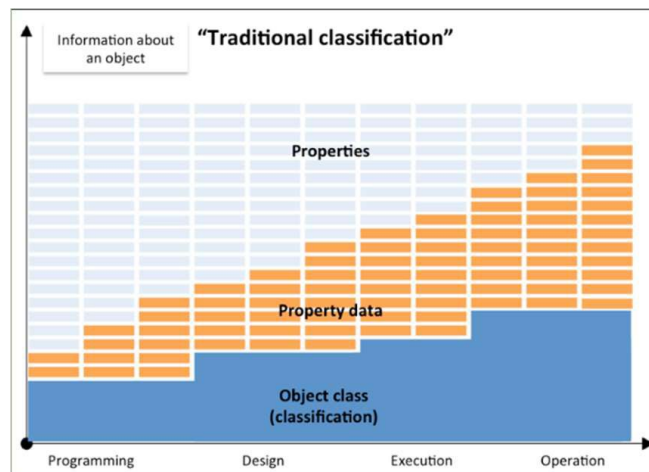


Figura 36 : Un sistema de clasificación típico o tradicional con diferentes tablas de clasificación para diferentes participantes (adaptado de NATSPEC TECHreport TR02, octubre de 2021)

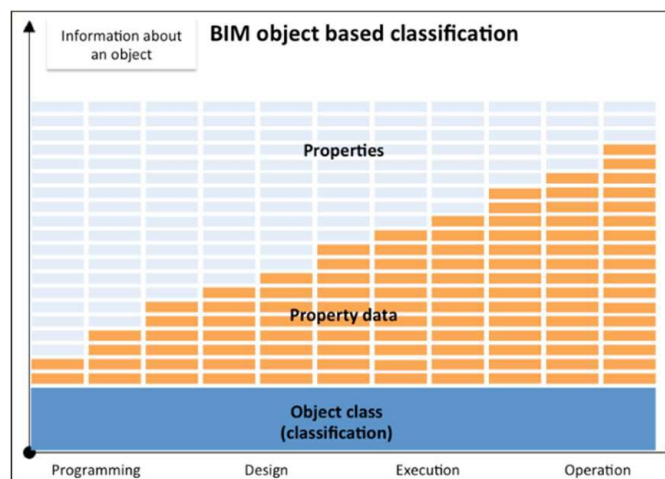


Figura 47 : Un sistema de clasificación orientado a objetos, genérico y estable con una clase de entrada (adaptado del NATSPEC TECHreport TR02, octubre de 2021)

Con respecto al ejemplo del informe TR02 de NATSPEC TECH02 (octubre de 2021), es posible que todos estos sistemas sean sistemas multifacéticos o multi-mesa alineados con ISO 12006-2.

Comparando OmniClass y Uniclass 2015, ambos siguieron un camino de desarrollo similar en el sentido de que fueron ensamblados a partir de sistemas preexistentes de tabla

única. Ambos se basan en la norma ISO 12006-2, aunque cada uno de ellos los coloca en un orden ligeramente diferente y divide o combina algunos de ellos de forma distinta.

La Uniclass 2015 no coincide con el detalle de la OmniClass en algunos sectores, aunque cubre los edificios, las obras civiles y paisajísticas, las infraestructuras de transporte y servicios públicos y los procesos de ingeniería de manera más uniforme y coherente dentro de las tablas. Para ambos sistemas, los archivos de tablas de Excel pueden descargarse fácilmente en línea de forma gratuita. Las tablas de OmniClass también están disponibles en formato PDF.

OmniClass es un sistema multifacético diseñado dentro de los parámetros de la norma ISO 12006-2 y la ISO 12006-3 cubre algunos sectores en detalle pero no otros. La mayoría de las 15 tablas de OmniClass se publicaron por primera vez en 2006 y algunas tablas se revisaron en 2013.

Uniclass 2015 es un sistema más coherente e integrado que OmniClass, quizás porque se creó desde cero y pudo aprovechar las lecciones de los sistemas anteriores. La estructura interna de los cuadros sigue una configuración más coherente porque la base de la especialización se ha aplicado de forma más coherente.

Esta organización jerárquica más estable del sistema de notación en Uniclass 2015 permite una clasificación multifacética de los elementos a través de tablas y hace que los patrones en la organización del sistema sean más reconocibles para los usuarios. Es una de las razones por las que Uniclass 2015 se actualiza con más frecuencia y los cambios y extensiones del sistema son más fáciles de realizar que en OmniClass.

El Sistema de Clasificación Cuneco (CCS) y CoClass se desarrollaron en paralelo y tienen tablas similares alineadas con la ISO 12006-2 como OmniClass y Uniclass. Sin embargo, se apartan de estos sistemas con la incorporación de principios derivados de la norma ISO/IEC 81346. CCS y CoClass tuvieron varios predecesores nacionales: CCS fue precedido por los sistemas DBK y BC/SfB; CoClass fue precedido por los sistemas BSAB y SfB.

Comparando el grupo OmniClass/Uniclass y el grupo CCS/CoClass, puede decirse que OmniClass y Uniclass 2015 representan un enfoque más establecido de la clasificación. Serán más reconocibles para la mayoría de las partes interesadas del sector. En OmniClass/Uniclass hay una lista de varios tipos de cada elemento en varias tablas, con diferentes notaciones en cada tabla para sus propiedades asignadas.

Sin embargo, los sistemas CCS y CoClass, tras su aplicación, son más fáciles de entender. Estos sistemas enumeran un único elemento y los subtipos se crean mediante las propiedades que se les asignan. Esta organización tiene la ventaja de que la notación inicial, o raíz, de cada elemento no cambia a lo largo de un proyecto. Los detalles de los elementos se definen progresivamente durante las fases de diseño, documentación, adquisición y funcionamiento de un proyecto, simplemente añadiendo o modificando las propiedades pertinentes, un enfoque que se adapta bien a los procesos BIM (NATSPEC TECHreport TR02, octubre de 2021).



En cuanto a la notación para identificar y ordenar los elementos individuales, OmniClass/Uniclass utiliza un código numérico, generalmente de seis dígitos, pero que puede ampliarse añadiendo más dígitos después del punto decimal. Refleja la ordenación jerárquica de los elementos que conocen los usuarios habituales de los sistemas de clasificación. Las notaciones CCS/CoClass se basan en el Sistema de Designación de Referencia (RDS) de tres partes descrito en la norma ISO/IEC 81346, que es legible tanto por humanos como por máquinas.

En todos los casos se trata simplemente de notaciones compuestas por uno, dos o tres códigos de letras relativamente sencillos. Sin embargo, podrían aplicarse implementaciones más sofisticadas, con funcionalidades avanzadas, como permitir la identificación de un elemento individual y su ubicación/relación precisa con otros elementos dentro de un proyecto. En estos casos y para muchos, estas anotaciones no serán fácilmente interpretables a primera vista.

Referencia:

NATSPEC TECHreport TR02 (octubre de 2021), Sistemas de clasificación de la información y la industria australiana de la construcción