



Red para el uso de BIM para aumentar el rendimiento
energético

MATERIAL INFORMATIVO

para la Administración Pública

Retroalimentación del CSIC

Silvia Santos información adicional : 4D= Javier Sánchez-Matamoros Pérez | 5D= Aida Machado Bueno
| As built model= Marco Antonio Pizarro Méndez
Integraciones CSABalanceResultados_William_Pel

REVISIÓN DE LA LUZ DEL CSIC OCT. 2019
Las fuentes se identifican en los comentarios



Introducción

¿Por qué Net-UBIEP?

Net-UBIEP tiene como objetivo aumentar el rendimiento energético de los edificios mediante la amplia difusión y el fortalecimiento del uso de BIM, durante el ciclo de vida del edificio. El uso de BIM permitirá simular el rendimiento energético del edificio utilizando diferentes materiales y componentes, tanto los que se usarán en el diseño del edificio como los que se utilizarán en la renovación del diseño del edificio.

BIM, que significa Building Information Modeling, es un proceso que dura todo el ciclo de vida del edificio, desde la fase de diseño hasta la construcción, gestión, mantenimiento, demolición. En cada una de estas fases es muy importante tener en cuenta todos los aspectos energéticos para disminuir el impacto ambiental del edificio durante su ciclo de vida.

La administración pública debe estar preparada para la digitalización de los procesos de construcción, incluida la mejora de la eficiencia energética, porque aporta una ventaja económica y una mejora del bienestar de los ciudadanos.

Las competencias necesarias para aplicar el BIM, teniendo en cuenta el rendimiento energético, varían en función de la fase del ciclo de vida del edificio (1), del objetivo (2) y del perfil del BIM (3).

Esta información se ha puesto en una matriz tridimensional que se navegará por Internet de manera que quede claro, por ejemplo, qué competencia debe tener un arquitecto (2) con una función específica de BIM (3) mientras se encuentra en la fase de diseño (1) en la construcción de la NZEB y proporcionar el Certificado de Eficiencia Energética.

Las administraciones públicas deben pasar por ocho fases para lograr una buena integración del proceso BIM en sus procedimientos de autorización.

El primer paso consiste en una fase preparatoria, en la que la Administración Pública debe replantearse su propia estructura para gestionar el nuevo proceso de autorización. Por ejemplo, en el DM 560/2017 estos requisitos se definen como:

- ✓ Capacitación para que los funcionarios técnicos estén preparados para la digitalización del sector de la construcción
- ✓ Instalar hardware para gestionar el proceso digital
- ✓ Definición e instalación del software necesario para gestionar el proceso de autorización digital
- ✓ Definición de los procedimientos para el permiso electrónico completo de la extensión y el tamaño de los archivos a gestionar

En esta primera fase también es importante identificar indicadores que están estrictamente relacionados con los instrumentos de política actuales regionales/locales, tales como:

- Plan de Acción de Energía Sostenible (PAES) o Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES)
- Catastro de plantas termales
- Catastro de certificación de rendimiento energético
- Los productos ecológicos, que incluyen los portadores de energía, son obligatorios según la contratación pública ecológica.

La mayoría de las administraciones públicas no están en absoluto preparadas para esta "revolución digital" y necesitan adquirir las competencias adecuadas para establecer y gestionar el entorno digital necesario para todas las autorizaciones necesarias a lo largo de la vida de un edificio, desde el diseño preliminar hasta el final del ciclo de vida del edificio.

El papel de la Administración Pública

La Administración Pública es la autoridad que disciplina, supervisa y aprueba las principales actividades del Ciclo de Vida del Edificio, controlando que se respeten los requisitos reglamentarios y legislativos nacionales y supervisando los contratos entre particulares. Si el compromiso es público, la autoridad cuantifica e identifica las necesidades al principio y estipula contratos con profesionales y técnicos después de la licitación pública. Al final del ciclo supervisa el reciclaje y la eliminación de los residuos.

Centrándose en los aspectos energéticos, la Administración Pública es la entidad que proporciona las normas para el NZEB tanto en el caso de edificios nuevos como en el de la renovación de ya existentes. Los funcionarios técnicos regionales y locales se encargan de controlar el cumplimiento de los requisitos normativos y legislativos nacionales en materia de rendimiento energético de las construcciones y los materiales utilizados.

Fase preliminar

Tareas:

1. Desarrollar un plan de capacitación para los oficiales técnicos a nivel regional y local para utilizar el BIM para la evaluación y control del rendimiento energético
2. Proporcionar los requisitos para el CDE (Entorno de Datos Comunes o Entorno Colaborativo) tanto de software como de hardware
3. Conocer los objetivos a alcanzar y los criterios del proyecto a respetar
4. Establecer requisitos de rendimiento energético para el permiso electrónico tanto para las licitaciones públicas como para los procedimientos de autorización de los particulares
5. Proporcionar la lista de indicadores necesarios para el PAES (o PACES) (Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible)

Definición estratégica

Tareas:

1. Digitalizar mapas territoriales georeferenciados, mapas sísmicos, mapas climáticos
2. Proporcionar las listas de indicadores del PACES (Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenibles)
3. Identificar los indicadores que pueden ser comprobados a través de la verificación de códigos
4. Identificar los requisitos de acuerdo con criterios ambientales mínimos para definir la sostenibilidad del edificio (como el consumo de energía y agua, ...) durante el ciclo de vida del edificio
5. Definir los requisitos para el CDE y eventualmente preparar una licitación pública para su implementación
6. Verificar que el Modelo de Información del Proyecto (PIM) cumple con los Requisitos de Información del Empleador (EIR)

Preparación y resumen

Tareas:

1. Definir los indicadores mínimos de rendimiento energético para el Edificio de Energía Casi Nulo (NZEB) que se introducirán en los EIR para cualquier contrato de construcción de edificios
2. Definir los requisitos mínimos de rendimiento energético que se introducirán en los EIR para las licitaciones públicas relacionadas con los edificios públicos
3. Definir el plan de entrega de mantenimiento obligatorio para asegurar el rendimiento energético previsto del edificio

4. Definir los requisitos profesionales para que el BIM y las competencias energéticas funcionen correctamente para el NZEB
5. Definir los requisitos para la gestión de datos de la cadena de suministro para la licitación pública
6. Revisar el Plan de Ejecución de la BIM (BEP) preliminar
7. Representación del nivel de madurez informática del modelo según indicadores predefinidos de Nivel de Información/Nivel de Detalle o Desarrollo (LOI/LOD)

El diseño del concepto

Tareas:

1. Asegurar que las tareas de rendimiento energético se consideren en el diseño del concepto
2. Revisar el BEP especialmente en lo que respecta a la estrategia de construcción para producir un NZEB o edificios renovados
3. Revisar el diseño del servicio del edificio para asegurar el máximo rendimiento energético
4. Considerar las cuestiones posteriores a la ocupación y las cuestiones operacionales junto con la posibilidad de construcción
5. Considere la presencia de tecnologías como instalaciones de RES, sistemas de automatización de edificios, sistemas de HVAC, etc.
6. Asegurar la presencia de sistemas domóticos, la gestión y el control integrado de los sistemas (BACS - Building Automation and Control Systems)
7. Asegurar la presencia de dispositivos para la reducción del consumo de agua
8. Asegurar el comportamiento "dinámico" de la envoltura del edificio, adoptando preferentemente soluciones con elementos móviles (blindaje, paneles deslizantes, etc.)
9. Representación del nivel de madurez de la información de los modelos según los indicadores LOD/LOI predefinidos para cada objeto del modelo en relación con el detalle requerido por el diseño definitivo

Diseño técnico y desarrollado

Tareas:

1. Examinar los requisitos de sostenibilidad del rendimiento energético que figuran en el diseño desarrollado
2. Revisar la estrategia de traspaso para asegurar el mantenimiento correcto y las instrucciones operacionales
3. Revisar el BEP, si se cambia
4. Examinar las estrategias del proyecto en relación con la cadena de suministro
5. Controlar el cumplimiento de toda la normativa requerida para el NZEB o para la renovación del edificio existente
6. Verifique que la continuidad del aislamiento ha sido considerada
7. Verificar la existencia de una guía no técnica para el control del rendimiento energético en un formato que sea legible para el usuario final
8. Verificar el contenido de la evaluación de los efectos de la sostenibilidad
9. Verificar que se han cumplido todos los requisitos
10. Representación del nivel de madurez de la información de los modelos según los indicadores LOD/LOI predefinidos para cada objeto del modelo en relación con el detalle requerido por el diseño definitivo

Construcción

Tareas:

1. Asegurar que los requisitos de información se transfieren adecuadamente al proveedor

2. Asegurar que toda la información necesaria para el mantenimiento y el uso para mantener los requisitos de rendimiento energético se definan en la estrategia de traspaso
3. Asegurar el almacenamiento de los modelos para el futuro mantenimiento rutinario y extraordinario

Entrega y cierre

Tareas:

1. Asegurarse de que todas las actividades previstas en la estrategia de traspaso se realicen correctamente
2. Asegurarse de que se realice un ajuste de los servicios del edificio para garantizar el mejor rendimiento energético.
3. Solicite la revisión del proyecto si es necesario
4. Asegurar el almacenamiento de los modelos para usos futuros
5. Garantizar la entrega del modelo final al catastro o al propietario

En uso y reciclaje

Tareas:

1. Compruebe el rendimiento de la energía en uso
2. Asegurarse de que se proporcione el manual de mantenimiento
3. Asegurar la continua alineación del modelo de almacenamiento con la situación real

Resultados del aprendizaje de la Administración Pública

El resultado del aprendizaje puede verse en el entregable: D15.A - D3.2.A Requisitos de los resultados del aprendizaje para Grupos objetivo. El documento puede descargarse del sitio web www.net-ubiep.eu.

Las plataformas de aprendizaje electrónico están disponibles en diferentes idiomas en: <http://www.net-ubiep.eu/e-learning/>

Contenido

0. Módulo introductorio - Conocimientos y habilidades básicas de BIM	8
0.1 Introducción: ¿qué es el BIM?	8
0.2 Glosario del BIM	10
0.3 Ventajas y valor de la utilización de BIM para diferentes usos	10
0.4 Herramientas BIM abiertas y formato estándar	23
0.5 El CDE (Common Data Environment)	30
0.6 El BEP (Plan de Ejecución BIM)	31
1. Módulo 1 - BIM difuso	3
1.1 Rendimiento de las inversiones	3
1.1.1 Dimensión organizativa del BIM ROI	4
1.1.2 Dimensión de los interesados en el rendimiento de la inversión del BIM	5
1.1.3 Dimensión de la madurez del BIM ROI	6
1.2 Estrategias para la difusión del BIM	8
2. Módulo 2 - Aplicar la gestión de la información	12
2.1 Principio de gestión de datos en el CDE (Common Data Environment)	12
2.2 El modelo BIM "tal como está construido"	15
3. Módulo 3 - Aplicar la gestión de las adquisiciones	19
3.1 Licitación y contratos de calidad, garantías y gestión del cambio	19
3.2 Capacitación en eficiencia energética	21
3.3 La identificación y colaboración entre los interesados	22
4. Módulo 4 - Usar la tecnología BIM	26
4.1 Sector de la construcción sostenible	26
4.2 Comprobación automática del modelo	28
4.2.1 Comprobación del código	28
4.2.2 Detección de choque	29
4.3 Índice de madurez de la información	31
4.4 Tecnologías BIM 4D y 5D	32
4.4.1 Planificación de la fase 4D	33
4.4.2 Estimación del costo de la 5D	34
5. Módulo 5 - Analizar el modelo BIM	37

5.1 BIM para la gestión de la calidad	37
5.2 BIM para el traspaso y el mantenimiento.....	38
Referencias.....	40

0. Módulo introductorio - Conocimientos y habilidades básicas de BIM

0.1 Introducción: ¿qué es el BIM?

Los límites ¹de la elaboración de modelos de información como definición de términos, conjunto de tecnologías y grupo de procesos están cambiando rápidamente incluso antes de ser adoptados ampliamente por la industria. Como término, el BIM parece haberse estabilizado de alguna manera ahora, pero como conjunto de tecnologías/procesos, sus límites se están expandiendo rápidamente. Esta expansión de los límites (y a veces la mutación) es desconcertante en varios sentidos, ya que el BIM sigue careciendo de una definición acordada, de mapas de procesos y de marcos reglamentarios. Sin embargo, estas preocupaciones se ven contrarrestadas por las enormes posibilidades que ofrece el BIM (como proceso integrado) para actuar como catalizador del cambio con el fin de reducir la fragmentación de la industria, mejorar su eficiencia/eficacia y reducir los altos costos de una interoperabilidad inadecuada.

Para las partes interesadas de la industria (como diseñadores, ingenieros, clientes, empresas de construcción, gestores de instalaciones, gobiernos...) BIM es un término nuevo pero representa la madurez comercial y la disponibilidad de los mismos conceptos de investigación. La prominencia de BIM, como concepto que resurge, está siendo alimentada por la creciente disponibilidad de potencia de procesamiento, la madurez de las aplicaciones, los debates sobre interoperabilidad (IAI, NIST y GSA) y los marcos normativos proactivos.

BIM, cómo leer el término:

- Edificio: una estructura, un espacio cerrado, un entorno construido...
- Información: un conjunto organizado de datos: significativo, accionable
- Modelado: dar forma, formar, presentar, examinar...

Para entender mejor este insuficiente conjunto de significados, cambiemos el orden de las palabras:

Modelling Information

shaping
forming
presenting,
scoping

an organised
set of data:
meaningful,
actionable

to virtually construct a
to extend the analysis of a
to explore the possibilities of
to study what-if scenarios for a
to detect possible collisions within a
to calculate construction costs of
to analyse constructability of a
to plan the deconstruction of a
to manage and maintain a

Building

a structure, an
enclosed space,
a constructed
environment
(Succar, 2008)

¹ https://www.bimthinkspace.com/2005/12/bim_episode_1_i.html

Los marcos conceptuales de la modelización de la información de construcción provienen de mediados de los años 80, pero el término en sí mismo es una encarnación reciente. Como acrónimo, el BIM parece estar ganando gradualmente sobre muchos términos en competencia que representan principalmente conceptos similares.

0.2 Glosario del BIM

2 Índice 2E: Un índice objetivo que incluye el tiempo, el costo y una evaluación adecuada obtenida mediante un proceso de simulación de un prototipo virtual capaz de determinar su Ecoeficiencia.

3D: Representación geométrica detallada de cada parte y la totalidad de un edificio o instalación, dentro de un instrumento de información integrado.

Escaneo 3D: Recoger datos de un objeto físico, edificio o cualquier lugar mediante un escaneo láser -normalmente con nubes de puntos- para, posteriormente, generar un modelo BIM.

4.0 Construcción: Transformación y desarrollo de la industria de la construcción con el apoyo de tecnologías emergentes que modifican los modelos comerciales establecidos a través de las personas, sobre la base de la interoperabilidad de los medios y materiales humanos, la virtualización de los procesos, la descentralización de la toma de decisiones, el intercambio de información en tiempo real y la atención al cliente.

4D: Una dimensión que implica el uso de algunos modelos para permitir todas las actividades y el proceso de gestión del tiempo (planificación, evaluación y control del tiempo).

5D: Dimensión que implica el uso de algunos modelos para permitir todas las actividades y el proceso de gestión de costos (estimaciones de costos, determinación del presupuesto, control de costos).

6D: Una dimensión que implica el uso de algunos modelos para hacer análisis de energía y sostenibilidad.

7D: Una dimensión que implica el uso de algunos modelos para llevar a cabo actividades y procesos de gestión y operaciones a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio o instalación.

A AICO (Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operación): Una extensión del acrónimo AIC que incluye a los profesionales y empresas relacionadas con la operación y mantenimiento de edificios e infraestructuras.

AIA (Instituto Americano de Arquitectos): Asociación de Arquitectos de los Estados Unidos. Entre sus contribuciones al BIM, han desarrollado un protocolo BIM que establece una serie de normas que forman parte de la documentación de los contratos.

AIC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción): Acrónimo que se refiere a los profesionales y empresas relacionadas con la industria de la arquitectura, la construcción y la ingeniería.

AIM (Asset Information Model): Modelo de información (documentación, modelo gráfico y datos no gráficos) que sirve de apoyo al mantenimiento, la gestión y el funcionamiento de un activo a lo largo de su ciclo de vida. Se utiliza como depósito de toda la información sobre el activo, como medio para acceder y vincularse con otros sistemas y como medio para recibir y centralizar la información de todos los participantes a lo largo de las etapas del proyecto.

Alcance: La definición de un resultado, producto o servicio deseado relacionado con el proyecto. En el BIM, la definición del alcance dictará el grado de desarrollo del modelo.

Aplicaciones BIM: Método de aplicación del BIM durante un ciclo de vida activo para alcanzar objetivos específicos.

As-Built (modelo): Modelo que recoge todos los cambios experimentados por los proyectos en el proceso de construcción de tal manera que sea posible obtener un modelo BIM de realidad exacto.

B **BCF (Formato de colaboración BIM):** Es un formato de archivo abierto que permite la presentación de comentarios, capturas de pantalla y otras informaciones en el archivo de la CFI de un modelo BIM con el fin de promover la comunicación y la coordinación de las diferentes partes que participan en un proyecto desarrollado a través del método BIM.

Benchmarking: Un proceso cuyo objetivo es adquirir información útil que ayude a una organización a mejorar sus procesos. Su objetivo es lograr la máxima eficacia de aprendizaje de los mejores, ayudando a la organización a moverse de donde está a dónde quiere llegar.

BEP (Plan de Ejecución del BIM) o BPEP (Plan de Ejecución del Proyecto BIM): Un documento que define de forma global los detalles de la aplicación de la metodología BIM a través de todas las fases del Proyecto, mediante la definición de los logros de la aplicación, los procesos y tareas BIM, el intercambio de información, la infraestructura necesaria, las funciones, las responsabilidades y las aplicaciones modelo, entre otros aspectos.

Big Data: Un concepto que hace referencia al almacenamiento de grandes cantidades de datos así como a los procedimientos utilizados para encontrar patrones repetitivos dentro de estos datos.

BIM (Building Information Modelling): Una metodología de trabajo para gestionar, de forma integral, proyectos de construcción a lo largo de todo su ciclo de vida, basada en modelos virtuales relacionados con bases de datos.

BIM Social: Término utilizado para describir los métodos de organización, los equipos de proyecto o todo el mercado, donde se generan modelos BIM multidisciplinares, o donde los modelos BIM se intercambian de forma colaborativa entre los participantes en el proyecto.

BIM, abierto: Propuesta general para promover la colaboración en el diseño, la ejecución y el mantenimiento de edificios, basada en estándares y flujos de trabajo abiertos.

BIM, Amigable: Aquellos procesos y herramientas que no crecieron totalmente bajo una metodología BIM, permiten cierta participación en los procesos o la interoperabilidad dentro de las herramientas BIM.

BIM, Coordinador: Un perfil que coordina las tareas, responsabilidades y rendiciones de cuentas que cada parte tiene en el proyecto BIM, además de los plazos de entrega. También sirve de enlace con los jefes de equipo de las diferentes disciplinas, coordinando y supervisando los modelos del proyecto.

BIM, Grande: Intercambio de la trayectoria de BIM entre empresas en el ciclo de vida del edificio.

BIM, Little: Procesos y metodología del BIM implementados en las organizaciones.

BIM, Solitario: El uso de las herramientas BIM en un proyecto por parte de los interesados sin interoperabilidad ni intercambio de información entre ellos.

BIM, Súper Objetivos: Objetivos paramétricos del BIM que pueden ser programados con muchas variaciones en su interior.

BoQ (Bill of Quantity): Un conjunto de medidas de todas las unidades de trabajo que integran un proyecto.

BSSCH (Building Smart Spanish Chapter): Capítulo español sobre la Alianza Building Smart.

C **Calidad:** Medida del cumplimiento de los requisitos exigidos a un producto, de acuerdo con las normas medibles y verificables.

CAMM (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador): Sistema informático que gestiona las actividades de mantenimiento de una propiedad.

Categoría de objetos: Clasificar y agrupar objetos dentro de un modelo BIM de acuerdo a su tipología constructiva o propósito.

Categoría de referencia: Categoría que se refiere a los objetos que no son una parte real del edificio pero que sirven para definirlo, como alturas, niveles, ejes o áreas.

Categorías de modelos: Categoría que se relaciona con los objetos reales del modelo de edificio que intervienen en su geometría, por ejemplo: paredes, revestimientos, suelos, puertas o ventanas.

CDE (Common Data Environment): Depósito central digital donde se almacena toda la información relacionada con un proyecto.

Certificación BREEAM: Un método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de los edificios que gestiona el Building Research Establishment (BRE), una organización dedicada a la investigación en el sector de la construcción en el mundo.

Ciclo de vida: Un concepto que se refiere a la aparición, desarrollo y finalización de la funcionalidad de un elemento, proyecto, edificio u obra en particular.

COBie (Intercambio de Información de Construcción de Operaciones de Construcción): Norma internacional para el intercambio de información sobre datos de construcción enfocada desde el punto de vista de la metodología BIM. La representación más popular es el desarrollo progresivo de una hoja de cálculo a lo largo del proceso de construcción.

Consejo de Edificios Verdes: Asociación sin fines de lucro que reúne a representantes de todo el sector de la construcción con el fin de fomentar la transformación del sector hacia la sostenibilidad mediante la promoción de iniciativas que aporten al sector metodologías e instrumentos actualizados y compatibles internacionalmente que permitan, objetivamente, la evaluación y el certificado de sostenibilidad de la construcción.

Construcción Lean: Método de gestión de la construcción, una estrategia de gestión de proyectos y una teoría de la producción centrada en la minimización de los residuos en los materiales, el tiempo, el esfuerzo y la maximización del valor con la mejora continua a lo largo de las fases de diseño y construcción del proyecto.

Construyendo el ciclo de vida: La vista de un edificio a lo largo de toda su vida, teniendo en cuenta el diseño, la construcción, la operación, la demolición y el tratamiento de residuos.

Construyendo una Alianza Inteligente: Organización internacional sin ánimo de lucro que tiene como objetivo mejorar la eficiencia sanitaria en el sector de la construcción a través de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM y modelos de negocio centrados en la cooperación para alcanzar nuevos niveles en la reducción de costes y plazos.

D DB (Diseño-Construcción): Una forma de gestionar la adquisición de un proyecto de construcción en la que el cliente establece un acuerdo único para el diseño y la construcción del proyecto.

DBB (Design-Bid-Build): Modo de gestión de una adquisición de proyecto de construcción en el que el cliente establece adquisiciones separadas para el diseño y la construcción del proyecto.

Despegue: Ver extracción

Detección de Choques: Un procedimiento que implica la localización de las interferencias producidas dentro de los objetos de un modelo o cuando se dirigen modelos de diferentes disciplinas en un solo modelo.

Disciplina: Cada una de las principales áreas en las que los objetos del modelo BIM pueden ser ensamblados según su función principal. Las disciplinas más generales son: arquitectura, estructura y MEP.

DPI (Ejecución Integrada de Proyectos): Es una relación contractual que tiene un enfoque equilibrado en cuanto a la distribución de los riesgos y el reparto entre los principales participantes de un proyecto. Se basa en la distribución de riesgos y recompensas compartidas, la participación temprana de todos los intervinientes en un proyecto y la comunicación abierta entre ellos. Implica el uso de tecnología apropiada, como la metodología BIM.

E Eco-eficiencia: Distribución de bienes con precios y servicios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida, ya que reduce progresivamente los impactos ambientales de los bienes y la intensidad de las fuentes consumidas durante todo el ciclo de vida, llevándolos a un nivel acorde con la capacidad de carga de la tierra.

EIR (Requisitos de Información del Empleador): Documento cuyo contenido define los requisitos del cliente en cada etapa del proyecto constructivo en términos de modelización. Constituirá la base para producir el BEP.

El costo total de la propiedad: Estimación de todos los costos de un edificio/construcción durante el ciclo de vida del edificio.

Enigma de los datos: Un área problemática al imponer normas en diferentes culturas con circunstancias particulares en cada una de ellas.

Entregable: Cualquier producto, resultado o capacidad única y verificable para realizar un determinado servicio que debe ser creado para completar un proceso, fase o proyecto.

Espacio: Área o volumen abierto o cerrado, delimitado por cualquier elemento.

Especificación: Un documento que especifica de manera completa, precisa y verificable los requisitos, el diseño, el comportamiento y otros detalles de un sistema, componente, producto, resultado o servicio. Los procedimientos suelen determinar si estas disposiciones se han cumplido.

Extracción de mediciones: Recolección de mediciones de un modelo.

Extracción: Recolección de datos de un modelo.

F Fase de operación: Es la última etapa del ciclo de vida de un edificio. Incluye todas las actividades posteriores a la construcción y la creación del edificio.

Flujo de trabajo: Un estudio de los aspectos operacionales del flujo de trabajo: cómo se estructuran las tareas, cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluye la información de apoyo a las tareas y cómo se hace el seguimiento de la finalización de las tareas. Una aplicación de flujo de trabajo automatiza la secuencia de acciones, actividades o tareas utilizadas para ejecutar el proceso, incluido el seguimiento del estado de cada una de sus partes y la contribución de nuevos instrumentos para gestionarlo. Un concepto esencial para crear modelos BIM, así como esencial para aumentar la interoperabilidad entre las diferentes herramientas que funcionan en los entornos BIM.

FM (gestión de instalaciones): Conjunto de servicios y actividades interdisciplinarias desarrollados durante la fase de explotación para gestionar y proporcionar el mejor rendimiento de un inmueble mediante la integración de personas, espacios, procesos, tecnologías e instalaciones propias de los inmuebles, como el mantenimiento o la gestión de los espacios.

Formato nativo: Ficheros de trabajo en formato original de una determinada aplicación informática que normalmente no es útil como forma directa de intercambiar información con diferentes aplicaciones.

G **GbXML:** Un formato utilizado para permitir una transferencia suave de las propiedades del modelo BIM a las aplicaciones de cálculo de energía.

Gemelo digital: Una representación visual de la construcción del edificio.

Gerente de BIM: Perfil que se encarga de garantizar el correcto flujo de la información generada por la metodología BIM, así como la eficacia de los procesos y el cumplimiento de la especificación establecida por el cliente. Es el Gerente de la creación de la base de datos del Proyecto.

Gestión de proyectos: La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para realizar las actividades necesarias para cumplir con los requisitos del proyecto.

GIS (Sistema de Información Geográfica): Sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar información de referencia geográfica.

H **Habilidades suaves:** Un nombre colectivo para las cualidades personales, habilidades sociales, habilidades de comunicación, habilidades de consenso, hábitos personales y amistad que dan color a las relaciones con los demás.

HVAC (Calefacción, ventilación y aire acondicionado): Por extensión, acrónimo que hace referencia a todo lo que se refiere a los sistemas de aire acondicionado de los edificios.

I **IAI (Alianza Internacional para la Interoperabilidad):** Organización predecesora del Building Smart.

Identificador Único Global: Número único que identifica un determinado objeto en una aplicación de software. En un modelo BIM, cada objeto tiene su GUID.

IDM (Information Delivery Manual): Norma que se refiere a los procesos especificados cuando se requiere un determinado tipo de información durante el ciclo de vida de un bien y el que debe entregar dicha información.

IFC (Industry Foundation Classes): Un archivador estándar hecho con el Building Smart para facilitar el intercambio de información y la interoperabilidad entre las aplicaciones de software en un flujo de trabajo BIM.

IFD (Diccionario del marco de información): Una base que permite la comunicación entre la base de datos de construcción y los modelos BIM. En desarrollo por el Building Smart.

Ingeniería concurrente: Es un esfuerzo sistemático para hacer un diseño de producto integrado y convergente y su correspondiente proceso de fabricación y servicio. Diseñado para que el desarrollo tenga en cuenta, desde el principio, todos los elementos del ciclo de vida del producto; desde el diseño conceptual hasta su disponibilidad; incluyendo la calidad, el costo y los requisitos de los usuarios.

Ingeniería inversa: Disciplina que obtiene información de una construcción física para definir los requisitos de un nuevo proyecto.

Interesado: Persona, grupo de personas o entidades que intervienen o tienen intereses en cualquier parte de un proceso.

Internet de las cosas: Un concepto que hace referencia a la interconexión digital de objetos cotidianos con Internet.

Interoperabilidad: La capacidad de varios sistemas (y organizaciones) de trabajar juntos de manera fluida sin pérdida de datos o información. La interoperabilidad puede referirse a sistemas, procesos, formatos de archivo, etc.

IT: Tecnología de la información

IWMS (Sistema integrado de gestión del lugar de trabajo): Sistema integrado de gestión del lugar de trabajo que funciona a través de una plataforma de gestión empresarial que permite planificar, diseñar, gestionar, explotar y retirar los activos situados en los espacios de una organización. Permite optimizar el uso de las fuentes en el área de trabajo, incluyendo la gestión de los activos de propiedad, las instalaciones y las instalaciones.

K KPI (Key Performance Indicator): Indicadores de rendimiento que ayudan a las organizaciones a comprender cómo se realiza la labor en relación con sus metas y objetivos.

L La familia: Un conjunto de objetos que pertenecen a la misma categoría que tienen reglas paramétricas de generación para obtener modelos geométricos analógicos.

Last PlannerLPS (Last Planner System) es un sistema de planificación, supervisión y control que sigue los principios de la construcción lean. Se basa en el aumento de la realización de las actividades de construcción disminuyendo la incertidumbre asociada a la planificación, creando planificaciones a medio plazo y semanales enmarcadas dentro de los parámetros iniciales o del plan maestro del proyecto, analizando las restricciones que impiden el desarrollo normal de las actividades.

LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental): Sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos, que es un organismo con capítulos en diferentes países.

LOD (Nivel de Desarrollo): Define el nivel de desarrollo o madurez de la información que tiene un modelo BIM, y éste es la parte compositiva, sistema constructivo o ensamblaje del edificio. El AIA ha desarrollado una clasificación numérica (LOD100, 200, 300, 400, 500).

LOD (Nivel de Detalle): Cantidad y riqueza de información de la evolución de un proceso constructivo. Se define para cada etapa de desarrollo del proyecto.

LOD 100: El objeto que puede ser representado por un símbolo o una representación genérica. Su definición geométrica no es necesaria aunque puede depender de otros objetos definidos gráfica y geométricamente. Ciertos elementos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases avanzadas del proyecto.

LOD 200: El elemento se define gráficamente, especificando cantidades, tamaño, forma o ubicación en relación con el conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica.

LOD 300: El elemento se define gráficamente, especificando las cantidades, tamaño, forma y/o ubicación con precisión, en relación con el conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica.

LOD 350: Es equivalente al LOD 300 pero indica la detección de interferencias entre diferentes elementos.

LOD 400: El elemento objetivo se define geométricamente en detalle, así como su posición, que pertenece a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidad, dimensiones, forma, ubicación y orientación completa y detallada, información específica del producto para el proyecto, trabajo de puesta en marcha e instalación. Puede incluir información no gráfica.

LOD 500: El objeto objetivo se define geométricamente en detalle, así como su posición, que pertenece a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidad, dimensiones, forma, ubicación y orientación completa y detallada, información específica del producto para el proyecto, trabajo de puesta en marcha e instalación. Puede incluir información no gráfica. Es la misma definición que en el LOD 400 pero para los elementos que realmente se han implementado en la obra.

LOI (Nivel de Información): Es el nivel de información no modelada que tiene un objeto BIM. El LOI puede ser tablas, especificaciones o información paramétrica.

LOMD (Nivel de Definición del Modelo): De acuerdo con la Convención Británica, el nivel de la escala de definición del modelo. $LOMD = LOD + LOI$.

M Mapeo del flujo de valor: Herramienta visual que permite identificar todas las actividades de planificación y fabricación de un producto, con el fin de encontrar oportunidades de mejora que repercutan en toda la cadena y no en procesos aislados.

MEP (Mecánica, electricidad y plomería): Por extensión, acrónimo que se refiere a las instalaciones de los edificios.

MET (Tabla de elementos modelo): Tabla utilizada para identificar la sección responsable que administra y genera los modelos BIM, y el nivel de desarrollo. MET, normalmente incluye una lista de los componentes del modelo en el eje vertical y los hitos del proyecto (o las fases del ciclo de vida del proyecto) en el eje horizontal.

Modelado BIM: Acción de construcción o generación de un modelo tridimensional virtual de un edificio o instalación, añadiendo al modelo información más allá de la geometría para suavizar el uso en las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto y del edificio o instalación.

Modelador BIM: Perfil cuya función es la modelización de los elementos del BIM para que representen fielmente, tanto gráfica como constructivamente, el Proyecto o el edificio, de acuerdo con los criterios de diseño y la generación de documentos fijados para el Proyecto.

Modelo BIM: Modelo virtual tridimensional de un edificio o instalación, que añade al modelo información más allá de la geometría para facilitar su uso en las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto y de un edificio o instalación.

Modelo federado: Un modelo BIM que enlaza, no genera modelos de disciplinas diferentes. El modelo federado no crea una base de datos con datos de modelos individuales, a diferencia de un modelo integrado.

Modelo integrado: Un modelo BIM que vincula diferentes modelos de disciplinas, generando un modelo federado con una base de datos única con datos de modelos individuales.

Modelo paramétrico: Término relativo a los modelos 3D en los que los objetos/elementos pueden ser manipulados utilizando parámetros, reglas o restricciones explícitas.

Modelo/prototipo: Cada uno de los objetos específicos que pueden formar parte de un modelo BIM.

Movimiento ágil: Se trata de un enfoque de gestión de proyectos basado en la cadencia de trabajo incremental e iterativo, en el que los requisitos y las soluciones evolucionan a lo largo del tiempo según la necesidad del proyecto. El trabajo se realiza mediante la colaboración de equipos autoorganizados y multidisciplinares, inmersos en un proceso compartido de elaboración de políticas a corto plazo.

MVD (Model View Definition): Un estándar que especifica la metodología para el intercambio de datos, contenido o archivos IFC, entre los diferentes programas y agentes durante el ciclo de vida de la construcción. En proceso por el Building Smart.

N Nivel de madurez del BIM: Un indicador, normalmente una tabla estática o interactiva, que evalúa el nivel de conocimiento y las prácticas BIM de una organización o un proyecto de equipo.

Norma: Documento establecido de común acuerdo y aprobado por una entidad reconocida que proporciona normas, directrices o características comunes y recurrentes para las actividades o sus resultados, con el fin de alcanzar un nivel óptimo en el contexto dado.

Nubes de puntos: El resultado de la recolección de datos de un edificio u objeto por medio de un escáner láser, que consiste en un conjunto de puntos en el espacio que reflejan su superficie.

O **Objetivos del BIM:** Objetivos establecidos para definir el valor potencial de empleo de BIM para un proyecto o un proyecto de equipo. Los objetivos BIM ayudan a definir cómo y por qué se debe aplicar BIM en un Proyecto o en una organización.

Open BIM: Intercambio de datos BIM mediante el uso de formatos abiertos.

P **Papel o perfil del BIM:** El papel que desempeña un individuo dentro de una organización (o una organización dentro de un proyecto de equipo) que implica la generación, modificación o gestión de modelos BIM.

Parámetro de tipo: Una variable que actúa sobre todos los objetos del mismo tipo existentes en el modelo.

Parámetro ejemplar: Una variable que actúa sobre un objeto específico independientemente del resto.

Parámetro: Una variable que permite el control de las propiedades o dimensiones del objeto.

PAS 1192 (Especificaciones disponibles al público): Especificación publicada por el CIC (Consejo de la Industria de la Construcción) cuya función principal es ser el marco que apoye los objetivos del BIM en el Reino Unido. En ella se especifican los requisitos para cumplir las normas de la BIM y se establecen las bases para colaborar en los proyectos de la BIM habilitados, incluidas las normas de presentación de informes y los procesos de intercambio de datos disponibles.

Passivhaus: Estándares de construcción energéticamente eficientes con un alto confort interior y asequibilidad. Está promovido por el Instituto Passivhaus de Alemania, que es una institución en la escena internacional.

PIM (Product Information Management): La gestión de datos se utiliza para centralizar, organizar, clasificar, sincronizar y enriquecer la información relacionada con los productos según las reglas de negocio, las estrategias de marketing y las ventas. Centraliza la información relacionada con los productos con el fin de alimentar múltiples canales de venta de forma precisa y consistente y con la información más actualizada.

Plan de aplicación de la BIM: Plan estratégico para implementar BIM en una empresa u organización.

Planificación de la construcción: Actividades y documentación que planifica la ejecución de las diferentes partes de la obra en el tiempo. En un modelo BIM es posible asignar un parámetro a cada elemento u objeto del mismo, de manera que se pueda simular el estado de la obra en un momento dado si se ha seguido lo planeado.

PMI (Instituto de Gestión de Proyectos): Organización mundial cuyo objetivo principal es establecer normas de gestión de proyectos, organizar programas educativos y administrar globalmente el proceso de certificación de profesionales.

Procedimiento: Conjunto documentado de tareas desarrolladas en un cierto orden y forma, que probablemente se repitan varias veces para obtener resultados similares.

Proyecto: Esfuerzo temporal planificado que tiene lugar para crear un producto, servicio o resultado único. En el caso de la industria de la construcción, el resultado será un edificio, una instalación de infraestructura, etc.

QA, Control de Calidad: Conjunto de medidas y acciones aplicadas a un proceso para verificar la fiabilidad y los resultados de las correcciones.

QC, Control de calidad: Técnicas y actividades operativas utilizadas para cumplir con los requisitos de calidad.

R Realidad aumentada: Visión de un entorno físico del mundo real a través de un dispositivo tecnológico mediante el cual se combinan elementos físicos tangibles con elementos virtuales, creando así una realidad mixta en tiempo real.

Requisitos de la BIM: Término general que se refiere a todos los requisitos y las condiciones previas que deben cumplir los modelos BIM, tal como lo exigen los clientes, las autoridades reguladoras o partes similares.

Restricción: En un modelo BIM, limitación y bloqueo sobre un objeto, normalmente sobre sus dimensiones o su posición relativa a otro objeto.

Retrabajar: Esfuerzo adicional necesario para corregir un desacuerdo sobre un producto.

RFI (Request for Information): El proceso por el cual alguien que participa en el Proyecto (por ejemplo, un contratista) envía una comunicación a otro participante para verificar la interpretación de lo que se ha documentado o para aclarar lo que se ha especificado en un modelo.

ROI (Return on investment): Ratio financiero que compara el beneficio o la ganancia obtenida en relación con la inversión realizada. En relación con el BIM, se utiliza para analizar los beneficios financieros de la aplicación de la metodología BIM en una organización.

S SaaS (Software as a Service): Modelo de licencia y entrega de software en el que una herramienta de software no se instala en la computadora de cada usuario, sino que se acomoda de forma central (en la nube) y se proporciona a los usuarios por suscripción.

Scrum: Marco referencial que define un conjunto de prácticas y funciones, y que puede ser aceptado como punto de partida para definir el proceso de desarrollo que se ejecutará durante un proyecto. Se caracteriza por utilizar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto, basar el resultado de calidad en el conocimiento de las personas en equipos autoorganizados y en la superposición de las diferentes fases de desarrollo, en lugar de hacer una tras otra en un ciclo secuencial o en cascada.

Simulación: El proceso de diseñar un objeto o sistema real de un modelo virtual y completar las experiencias con él para comprender y predecir el comportamiento del sistema u objeto, o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un determinado o establecido criterio- para su funcionamiento.

Sistemas de clasificación: Clases y distribución de categorías para la industria de la construcción que incluyen, entre otros, elementos, espacios, disciplinas y materiales (Uniclass, Unifomat, Omniclass, son algunas de las normas de clasificación internacionales más utilizadas).

Smart City: Visión/solución tecnológica dentro de un entorno urbano para conectar múltiples sistemas de información y comunicación para gestionar los activos construidos en una ciudad. Una visión/solución de Smart City depende de los datos recogidos a través de sensores de movimiento y sistemas de monitorización y tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los residentes a través de la integración de diferentes tipos de servicios y activos.

Software de autoría: Aplicaciones de software que permiten la creación de modelos 3D enriquecidos con sus datos de conjunto y sus diferentes partes que se utilizan para construir el modelo BIM original. Normalmente se conocen como plataforma de modelado.

T **Taxonomía: Clasificación** multinivel (jerarquía, árbol, etc.) introducida para organizar y nombrar conceptos según una estructura clara, por ejemplo los objetos de un modelo BIM.

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación

Tipo de objeto: Subconjunto de objetos en un modelo BIM que pertenecen a la misma familia y comparten parámetros.

U **uBIM:** Iniciativa promovida por la Building Smart en España para elaborar unas guías que faciliten la implantación y el uso de la BIM en España.

V **VBE (Virtual Building Environment): Consiste** en crear formas integradas para representar el mundo físico en un formato digital con el fin de desarrollar un mundo virtual que refleje suficientemente el mundo real creando la base de las Ciudades Inteligentes en un entorno construido y natural, para facilitar el diseño eficiente de las infraestructuras y el mantenimiento programado, y para crear una nueva base para el crecimiento económico y el bienestar social a través del análisis basado en las evidencias. Los modelos BIM de edificios e instalaciones formarán parte de este entorno virtual o se incorporarán cada vez más a él.

VDC (Diseño y Construcción Virtual): Modelos de gestión integrada multidisciplinaria para la ejecución de proyectos de construcción, incluyendo el activo del modelo BIM, los procesos de trabajo y la organización del equipo de diseño, construcción y operación para cumplir con los objetivos del proyecto.

W **WBS (Work Breakdown Structure):** Estructura jerárquica normalmente utilizada como un árbol que se desglosa en trabajos a realizar para cumplir los objetivos de un Proyecto y crear los entregables necesarios para organizar y definir el alcance completo del mismo. Dentro de la industria de la construcción especifica las actividades y tareas necesarias para diseñar o construir un nuevo Proyecto que resulte de esta tarea.

0.3 Ventajas y valor de la utilización de BIM para diferentes usos

El paso de los dibujos en 2D a los modelos en 3D ²está en marcha y está ganando fuerza en las industrias de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, gracias a los beneficios tangibles de los flujos de trabajo racionalizados.

El enfoque basado en modelos aumenta la eficiencia de las organizaciones individuales y brilla verdaderamente durante la ejecución coordinada de los proyectos. La modelización de la información sobre edificios (BIM) ofrece la ventaja de ahorrar tiempo y presupuesto en los proyectos de construcción e infraestructura.



Aquí están los 11 principales beneficios de BIM:

1. **Capturar la realidad:** La riqueza de información de fácil acceso sobre los sitios de los proyectos se ha expandido enormemente con mejores herramientas de mapeo e imágenes de la Tierra. Hoy en día, los proyectos comienzan a incluir imágenes aéreas y elevación digital, junto con escaneos láser de la

² Fuente: <https://www.autodesk.com/redshift/building-information-modeling-top-11-benefits-of-bim/>

infraestructura existente, capturando con precisión la realidad y agilizando en gran medida los preparativos de los proyectos. Con el BIM, los diseñadores se benefician de todos esos datos compilados y compartidos en un modelo, de una manera que el papel no es capaz de captar.

2. **No desperdiciar, no querer:** Con un modelo compartido, hay menos necesidad de retrabajo y duplicación de dibujos para los diferentes requisitos de las disciplinas de construcción. El modelo contiene más información que un conjunto de dibujos, lo que permite a cada disciplina anotar y conectar su inteligencia al proyecto. Las herramientas de dibujo BIM tienen la ventaja de ser más rápidas que las herramientas de dibujo 2D, y cada objeto está conectado a una base de datos. La base de datos ayuda a pasos como el número y tamaño de las ventanas para los despegues de cantidad que se actualizan automáticamente a medida que el modelo evoluciona. El conteo rápido e informatizado de los componentes por sí solo ha sido un importante ahorro de trabajo y dinero.
3. **Mantener el control:** El flujo de trabajo basado en el modelo digital implica ayudas como el auto-guardado y conexiones al historial del proyecto para que los usuarios puedan estar seguros de que han capturado el tiempo que han pasado trabajando en el modelo. La conexión con el historial de versiones de la evolución del modelo puede ayudar a evitar desapariciones desastrosas o la corrupción de archivos que pueden hacer hervir la sangre y afectar a la productividad.
4. **Mejorar la colaboración:** Compartir y colaborar con los modelos es más fácil que con los juegos de dibujo, ya que hay muchas funciones que sólo son posibles a través de un flujo de trabajo digital. Gran parte de esta funcionalidad añadida de gestión de proyectos se está entregando ahora en la nube. Aquí hay herramientas para que las diferentes disciplinas compartan sus complejos modelos de proyectos y coordinen la integración con sus pares. Los pasos de revisión y marcado aseguran que todos han tenido aportaciones sobre la evolución del diseño y que todos están listos para ejecutar cuando el concepto se finaliza y avanza en la construcción.
5. **Simular y visualizar:** Otra de las ventajas del BIM es el creciente número de herramientas de simulación que permiten a los diseñadores visualizar cosas como la luz del sol durante las diferentes estaciones o cuantificar el cálculo del rendimiento energético de los edificios. La inteligencia del software para aplicar reglas basadas en la física y las mejores prácticas proporciona un complemento para los ingenieros y otros miembros del equipo del proyecto. El software puede hacer mucho más del análisis y la modelización para lograr un rendimiento máximo, condensando el conocimiento y las reglas en un servicio que se puede ejecutar con sólo pulsar un botón.
6. **Resolver el conflicto:** El conjunto de herramientas BIM ayuda a automatizar la detección de conflictos de elementos tales como conductos eléctricos o conductos que se dirigen a un haz. Modelando todas estas cosas primero, los choques se descubren temprano, y los costosos choques in situ pueden reducirse. El modelo también asegura un ajuste perfecto de los elementos que se fabrican fuera del sitio, permitiendo que estos componentes se atornillen fácilmente en su lugar en lugar de ser creados en el sitio.
7. **Secuencie sus pasos:** Con un modelo y un conjunto preciso de submodelos para cada fase durante la construcción, el siguiente paso es una secuencia coordinada de pasos, materiales y tripulaciones para un proceso de construcción más eficiente. Completo con animaciones, el modelo facilita la coordinación de los pasos y procesos, entregando un camino predecible para el resultado esperado.
8. **Sumérgete en los detalles:** El modelo es un gran punto final para mucha transferencia de conocimiento, pero también hay una necesidad de compartir un plan, sección y elevación tradicional, así como otros informes con su equipo de proyecto. Utilizando las características de automatización y personalización, estas hojas añadidas pueden ahorrar un valioso tiempo de redacción.

- No obstante, la prisa por normalizar ³ todos los procesos y los productos finales ha tenido evidentemente prioridad sobre los esfuerzos por simplificar el proceso de colaboración y reducir al mínimo la complejidad de los proyectos. Los usos de modelos ofrecen un lenguaje estructurado para traducir los objetivos de los proyectos en resultados de los mismos y, por lo tanto, aportan claridad a la adquisición de servicios y a la mejora del rendimiento.



³ Fuente: <https://www.bimthinkspace.com/2015/09/index.html>

Los principales impulsores de la generación -y el intercambio público- de una Lista de Usos de Modelos exhaustiva son contribuir a la reducción de la complejidad del proyecto mediante

- Identificar los resultados del proyecto: Una vez identificados los objetivos del proyecto, los usos del modelo proporcionan un lenguaje estructurado para rellenar las solicitudes de propuestas (RFP), los cuestionarios de precalificación (PQQ), los requisitos de información del empleador (EIR) y documentos similares;
- Definir los objetivos de aprendizaje: Los usos de modelos permiten la recopilación de competencias especializadas que deben adquirir las personas, organizaciones y equipos;
- Evaluar la capacidad/madurez: Los usos de modelos actúan como objetivos de rendimiento que se utilizarán para medir o precalificar las capacidades de los interesados en el proyecto;
- Permitir la asignación de responsabilidades: Los Usos de Modelos permiten que las capacidades del Equipo de Proyecto y del Equipo de Trabajo se ajusten a Usos de Modelos particulares y a la asignación de responsabilidades;
- Cerrar las brechas semánticas entre las industrias basadas en proyectos: Los usos de modelos representan los entregables de múltiples sistemas de información - BIM, GIS (sistema de información geográfica), PLM (gestión del ciclo de vida del producto) y ERP (planificación de recursos empresariales) - y ayudan a salvar la brecha semántica entre industrias interdependientes (por ejemplo, geoespacial, construcción y manufactura).

De acuerdo con buildingSMART,⁴ una "Definición de Vista IFC, o Definición de Vista Modelo, MVD, define un subconjunto del esquema IFC, que se necesita para satisfacer uno o muchos Requerimientos de Intercambio de la industria AEC". Además, según el NBIMS, "el objetivo del Manual de Entrega de Información (IDM) (procesos buildingSMART) y la Definición de Vista Modelo (MVD) es especificar exactamente qué información debe ser intercambiada en cada escenario de intercambio y cómo relacionarla con el modelo de la IFC". Hasta la fecha, sólo unas pocas Vistas del Modelo se definen a través de MVDs oficiales, y aún menos MVDs han sido implementados por las Herramientas de Software BIM. Independientemente del número de MVDs actualmente disponibles, que se definan en el futuro, o que sean implementados por desarrolladores de software dispuestos, existe una necesidad previa y separada de una lista completa de Usos de Modelos. Esto se debe a que:

- Por un lado, las Definiciones de la Vista Modelo están claramente destinadas a estandarizar los intercambios entre computadoras basados en casos de uso común;
- Por otra parte, los usos de modelos tienen como objetivo simplificar las interacciones entre humanos, y las interacciones entre humanos y computadoras (HCI). El principal objetivo y los beneficios de los usos de modelos -como se expone en la sección 1- no son mejorar las herramientas informáticas, sino facilitar la comunicación entre los interesados en el proyecto y vincular los requisitos del cliente/empleador con los resultados del proyecto y las competencias del equipo.

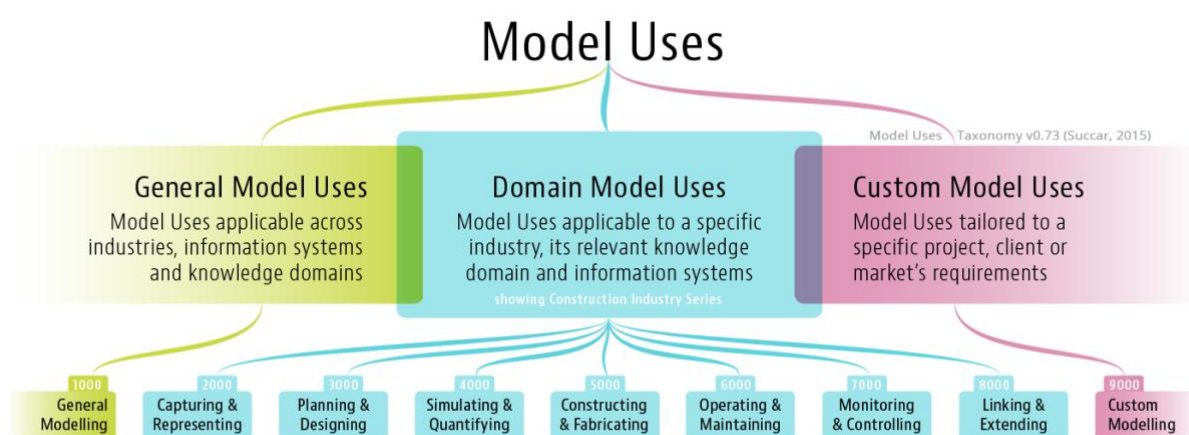
Es posible definir decenas o incluso centenares de usos de modelos (MU) para representar información modelada o modelable. Sin embargo, es importante definir el número mínimo factible (ni más ni menos) que permita dos objetivos aparentemente contradictorios: la exactitud de la representación y la flexibilidad de uso.

Con respecto a la exactitud de la representación, si el número de usos del modelo es demasiado pequeño, entonces sus definiciones serían amplias, menos precisas y subdividibles en subusos. Sin embargo, si el número de Usos de Modelos es demasiado grande, entonces sus definiciones serían estrechas, incluirían actividades/responsabilidades superpuestas y por lo tanto causarían confusión. Lo que necesitamos es un desglose de los Usos del Modelo que sea 'justo lo adecuado' para una comunicación y aplicación efectivas.

⁴ Fuente: <https://www.bimthinkspace.com/>

Con respecto a la flexibilidad de uso, y para permitir la aplicación de los usos de modelos en diversos contextos, las definiciones de uso de modelos deben excluir las calificaciones innecesarias que varían de un usuario a otro y de un mercado a otro. Con este fin, los Usos de Modelos se definen independientemente de su usuario, industria, mercado, fase, prioridad y actividades inherentes:

- ✓ Los usos de los modelos se definen independientemente de las fases del ciclo de vida del proyecto y, por lo tanto, pueden aplicarse, dependiendo de la capacidad BIM de los interesados, en cualquiera o todas las fases de un proyecto;
- ✓ Los usos de los modelos se definen independientemente de la forma en que se aplicarán: esto permite su uso coherente en la adquisición de proyectos, el desarrollo de capacidades, la aplicación organizativa, la evaluación de proyectos y el aprendizaje personal;



- ✓ Los usos de los modelos se definen sin una prioridad incorporada: esto permite que las prioridades de cada UM sean establecidas por los interesados en cada proyecto; y
- ✓ Los Usos de Modelos no están preasignados a funciones disciplinarias: esto permite asignar la responsabilidad de los Usos de Modelos en base a la experiencia y la capacidad medida de los participantes del proyecto.

Combinando los dos objetivos -precisión y flexibilidad- y tras identificar el punto de equilibrio entre ellos, se ha elaborado la siguiente Lista de usos del modelo.

0.4 Herramientas Open BIM y formato estándar

Uno de los supuestos básicos de la elaboración de modelos de información es el intercambio fácil y seguro de datos entre las diferentes figuras que participan en los distintos niveles del proyecto (principio de interoperabilidad). Una "estrategia open BIM"⁵ apoya un flujo de trabajo transparente y abierto, que permite a los miembros del proyecto participar independientemente de las herramientas de software que utilicen y crear un lenguaje común para procesos

⁵ Fuente: https://www.graphisoft.com/ARCHICAD/open_bim/

ampliamente referenciados, permitiendo a la industria y al gobierno adquirir proyectos con un compromiso comercial transparente, una evaluación de servicios comparable y una calidad de datos garantizada.

Open BIM proporciona datos duraderos del proyecto para su uso a lo largo del ciclo de vida del activo, evitando la introducción múltiple de los mismos datos y los consiguientes errores. Los vendedores de software (plataforma) pequeños y grandes pueden participar y competir en soluciones independientes del sistema, "las mejores de su clase". Open BIM dinamiza el lado de la oferta de productos en línea con búsquedas más exactas de la demanda de los usuarios y entrega los datos del producto directamente en el BIM.

De hecho, los programas informáticos especializados desarrollados para la gestión y el tratamiento de datos en sectores específicos -como el de la ingeniería y la construcción- carecían de la capacidad de integrarse entre sí; la transversalidad del enfoque de la BIM exige necesariamente que todos los interesados tengan la máxima accesibilidad a ese tipo de información de proyectos y procesos.

La solución a través de la cual es posible garantizar el acceso a los datos a todos los operadores se llama IFC. Acrónimo de "Industry Foundation Classes", IFC es el estándar internacional abierto desarrollado por building SMART y utilizado por el software de diseño más popular. El formato IFC permite, por un lado, que el diseñador siga trabajando con herramientas conocidas; por otro lado, permite el uso y la reutilización de todos los datos contenidos en el proyecto relacionándolos con otras plataformas de software utilizadas por otros interesados dedicados a otros aspectos (estructurales, de gestión, de construcción, etc.) de la obra.

La actividad de normalización, que nace de la necesidad de abordar problemas de carácter industrial-técnico, y los beneficios de la normalización incluyen:

- ✓ beneficios para las empresas: asegurar que las operaciones comerciales sean lo más eficientes posible, aumentar la productividad y ayudar a las empresas a acceder a nuevos mercados;
- ✓ Ahorro de costes para proveedores y clientes: optimiza las operaciones, simplifica y reduce el tiempo de los proyectos y reduce los desechos;
- ✓ Mejora de la satisfacción del cliente: ayudar a mejorar la calidad, mejorar la satisfacción del cliente para asegurar a los clientes que los productos/servicios tienen el grado adecuado de calidad, seguridad y respeto por el medio ambiente;
- ✓ protección de los consumidores y los intereses de la comunidad: el intercambio de las mejores prácticas conduce al desarrollo de mejores productos y servicios;
- ✓ acceso a nuevos mercados: ayudar a evitar las barreras comerciales y abrir los mercados mundiales;
- ✓ Aumento de la participación en el mercado: ayudar a aumentar la productividad y la ventaja competitiva (ayudando a crear nuevos negocios y a mantener los existentes);
- ✓ aumentar la transparencia del mercado: conduce a un entendimiento y soluciones comunes;
- ✓ beneficios ambientales: ayudar a reducir los impactos negativos en el medio ambiente.

Existen tres niveles principales de organizaciones para la normalización: nacional, regional e internacional. A nivel europeo existe un marco completo de normalización de los métodos de cálculo de la energía en el marco de la EPDB:

EN 15217:2012 - Rendimiento energético de los edificios - Métodos para expresar el rendimiento energético y para la certificación energética de los edificios:

- especifica indicadores generales para expresar el rendimiento energético de edificios enteros, incluyendo la calefacción, la ventilación, el aire acondicionado, el agua caliente sanitaria y los sistemas de iluminación. Esto incluye diferentes indicadores posibles;

- especifica formas de expresar los requerimientos de energía para el diseño de nuevos edificios o la renovación de los existentes;
- especifica los procedimientos para definir los valores de referencia;
- puede aplicarse a un grupo de edificios, si están en el mismo terreno, si están atendidos por los mismos sistemas técnicos de construcción y si no más de uno de ellos tiene una superficie acondicionada de más de 1000 [m2].

EN ISO 52000-1:2017 - Rendimiento energético de los edificios (EN 15603):

- introduce procedimientos de cálculo y una lista indicativa de indicadores para la evaluación de la eficiencia energética: necesidades energéticas finales (calidad constructiva de la envoltura), uso total de energía primaria, uso total de energía primaria no renovable y uso total de energía primaria no renovable considerando el impacto de la energía exportada.

EN 15316-1:2017 - Rendimiento energético de los edificios. Método de cálculo de los requisitos de energía del sistema y de las eficiencias del sistema - Parte 4-1: Sistemas de calefacción y de generación de agua caliente sanitaria, sistemas de combustión (calderas, biomasa):

- especifica los métodos para el cálculo de las pérdidas térmicas del sistema de calefacción y de generación de agua caliente sanitaria, las pérdidas térmicas recuperables para la calefacción de espacios a partir del sistema de calefacción y de generación de agua caliente sanitaria, la energía auxiliar de los sistemas de calefacción y de generación de agua caliente sanitaria;
- especifica el cálculo del rendimiento energético de los subsistemas de generación de calor a base de agua, incluido el control basado en la combustión de combustibles ("calderas"), que funcionan con combustibles fósiles convencionales así como con combustibles renovables;
- aplicable a los generadores de calor para calefacción o para el servicio combinado de agua caliente, ventilación, refrigeración y calefacción.

EN 15316-2:2017 - Rendimiento energético de los edificios - Método de cálculo de los requisitos de energía del sistema y de las eficiencias del sistema. Sistemas de emisiones espaciales (calefacción y refrigeración):

- cubre el cálculo del rendimiento energético de los sistemas de calefacción y los subsistemas de emisión de los espacios de refrigeración basados en el agua.

EN 15316-3:2017 - Rendimiento energético de los edificios - Método de cálculo de los requisitos de energía del sistema y de la eficiencia del sistema - Sistemas de distribución de espacios (ACS, calefacción y refrigeración):

- abarca el cálculo del rendimiento energético de los sistemas de distribución basados en el agua para la calefacción de espacios, la refrigeración de espacios y el agua caliente sanitaria;
- se ocupa del flujo de calor del agua distribuida al espacio y de la energía auxiliar de las bombas relacionadas.

EN 15316-4:2017 - Rendimiento energético de los edificios - Método de cálculo de los requisitos de energía del sistema y de las eficiencias del sistema - Parte 4-3: Sistemas de generación de calor, sistemas solares térmicos y fotovoltaicos:

Dentro de esta norma se especifican 6 métodos, cada uno de los cuales tiene su propia gama de aplicación:

- El método 1, es aplicable a los sistemas solares de agua caliente sanitaria caracterizados por la serie EN 12976 (fabricados en fábrica) o EN 12977-2 (construidos a medida). El principal resultado del método es la contribución del calor solar y del calor de reserva al uso de calor solicitado;
- El método 2, es aplicable para sistemas de agua caliente sanitaria y/o calefacción de espacios con componentes caracterizados por EN ISO 9806 y EN 12977-3 o EN 12977-4 con un paso de tiempo de cálculo mensual. El principal resultado del método es la contribución del calor solar y del calor de reserva al uso de calor solicitado;

- El método 3, es aplicable para sistemas de agua caliente sanitaria y/o calefacción de espacios con componentes caracterizados por la norma EN ISO 9806 con un paso de tiempo de cálculo por hora. La principal salida del método es el calor del circuito de colector suministrado al acumulador de calor;
- El método 4, es aplicable a los sistemas fotovoltaicos con componentes caracterizados por normas y con un paso de tiempo de cálculo anual. El resultado del método es la electricidad producida;
- El método 5, es aplicable a los sistemas fotovoltaicos con componentes caracterizados por normas y con un paso de tiempo de cálculo mensual. El resultado del método es la electricidad producida;
- El método 6, es aplicable a los sistemas fotovoltaicos con componentes caracterizados por normas y con un paso de tiempo de cálculo. El resultado del método es la electricidad producida.

EN 15241:2008 - Ventilación para edificios - Métodos de cálculo de las pérdidas de energía por ventilación e infiltración en los edificios:

- Describe el método para calcular el impacto energético de los sistemas de ventilación (incluida la aireación) en los edificios, que se utilizará para aplicaciones como los cálculos de energía, el cálculo de la carga de calor y frío;
- Define cómo calcular las características (temperatura, humedad) del aire que entra en el edificio, y las correspondientes energías necesarias para su tratamiento y la energía eléctrica auxiliar requerida.

EN 15193:2008 - Rendimiento energético de los edificios - Requisitos de energía para la iluminación:

- Especifica la metodología de cálculo para la evaluación de la cantidad de energía utilizada para el alumbrado interior del edificio y proporciona un indicador numérico de las necesidades de energía para el alumbrado que se utiliza a efectos de certificación;
- Se puede usar para edificios existentes y para el diseño de edificios nuevos o renovados.

EN ISO 13790:2011 - Rendimiento energético de los edificios - Cálculo del uso de la energía para la calefacción y la refrigeración de espacios (ISO 13790:2008):

- Proporciona métodos de cálculo para evaluar el uso anual de energía para la calefacción y la refrigeración de un edificio residencial o no residencial ya existente o en fase de diseño;
- Desarrollado para edificios que son, o se supone que son, calentados y/o enfriados para el confort térmico de las personas, pero que pueden ser utilizados para otros tipos de edificios u otros tipos de uso (por ejemplo, industrial, agrícola, piscinas), siempre que se elijan los datos de entrada apropiados y se tenga en cuenta el impacto de las condiciones físicas especiales en la precisión;
- Incluye el cálculo de la transferencia de calor por transmisión y ventilación de la zona del edificio cuando se calienta o se enfría a una temperatura interna constante, la contribución de las ganancias de calor interno y solar al balance de calor del edificio, las necesidades anuales de energía para la calefacción y la refrigeración para mantener las temperaturas de consigna especificadas en el edificio.

EN ISO 13789:2017 - Rendimiento térmico de los edificios - Coeficientes de transferencia de calor de transmisión y ventilación - Método de cálculo (ISO 13789:2017):

- Especifica un método y proporciona convenciones para el cálculo de los coeficientes de transferencia de calor de transmisión y ventilación en estado estable de edificios enteros y partes de edificios;
- Aplicable tanto a la pérdida de calor (temperatura interna superior a la externa) como a la ganancia de calor (temperatura interna inferior a la externa).

EN 13465:2004 - Ventilación para edificios - Métodos de cálculo para la determinación de las tasas de flujo de aire en las viviendas:

- Especifica los métodos para calcular las tasas básicas de flujo de aire de toda la casa para casas unifamiliares y apartamentos individuales hasta el tamaño de aproximadamente 1000 m³;

- Puede utilizarse para aplicaciones tales como cálculos de pérdida de energía, cálculos de carga de calor y evaluaciones de la calidad del aire interior.

EN 15242:2007 - Ventilación para edificios - Métodos de cálculo para la determinación de los caudales de aire en los edificios, incluida la infiltración (PNE-EN 16798-7):

- Describe el método de cálculo de los caudales de aire de ventilación de los edificios que se utilizará para aplicaciones como los cálculos de energía, el cálculo de la carga de calor y frío, la comodidad en verano y la evaluación de la calidad del aire interior;
- El método contenido en la norma está destinado a aplicarse a edificios con ventilación mecánica, conductos pasivos, sistemas híbridos de conmutación entre los modos mecánico y natural, apertura de ventanas mediante operación manual para la ventilación o cuestiones de comodidad en verano;
- No es directamente aplicable para edificios de más de 100 m y habitaciones donde la diferencia de temperatura vertical del aire es superior a 15K.

EN 15251:2008 - Parámetros de entrada del medio ambiente interior para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de los edificios en relación con la calidad del aire interior, el ambiente térmico, la iluminación y la acústica (PNE-prEN 16798-1):

- Especifica los parámetros ambientales interiores que tienen un impacto en el rendimiento energético de los edificios y cómo establecerlos para el diseño del sistema de edificios y los cálculos de rendimiento energético;
- Especifica los métodos para la evaluación a largo plazo del medio ambiente interior obtenidos como resultado de cálculos o mediciones;
- Se aplica principalmente en edificios no industriales en los que los criterios para el medio ambiente interior se establecen en función de la ocupación humana y en los que la producción o el proceso no tiene un impacto importante en el medio ambiente interior.

EN ISO 15927-5:2006/1M:2012 - Comportamiento higrotérmico de los edificios - Cálculo y presentación de los datos climáticos - Parte 5: Datos para la carga térmica de diseño para la calefacción de espacios - Enmienda 1 (ISO 15927-5:2004/Amd 1:2011):

- Especifica la definición, el método de cálculo y el método de presentación de los datos climáticos que se utilizarán para determinar la carga térmica de diseño para la calefacción de los edificios. Entre ellos figuran las temperaturas exteriores de diseño del aire en invierno y la correspondiente velocidad y dirección del viento, cuando proceda.

EN ISO 52022-1:2017 - Rendimiento energético de los edificios -Propiedades térmicas, solares y de luz diurna de los componentes y elementos de los edificios:

- Especifica un método simplificado basado en las características térmicas, solares y lumínicas del acristalamiento y las características solares y lumínicas del dispositivo de protección solar, para estimar la transmitancia total de energía solar, la transmitancia de energía directa y la transmitancia lumínica de un dispositivo de protección solar combinado con un acristalamiento;
- Aplicable a todos los tipos de dispositivos de protección solar paralelos a los cristales.

Es bien sabido que el sector de la construcción es un sector clave para lograr el desarrollo sostenible. Por ello, se han desarrollado sistemas de descripción, cuantificación, evaluación y certificación de edificios sostenibles a nivel internacional y en Europa. El CEN/TC350 "Sostenibilidad de las obras de construcción" tiene la tarea de establecer el conjunto de normas europeas para la sostenibilidad de las obras de construcción:

EN 15643-1: 2010 - Marco general:

- Proporciona los principios generales, requisitos y directrices para la evaluación de la sostenibilidad de los edificios;

- la evaluación cuantificará la contribución de las obras de construcción evaluadas a la construcción y el desarrollo sostenibles;
- se aplica a todo tipo de edificios (nuevos y existentes).

EN 15643-2:2011 - Marco para la evaluación del desempeño ambiental:

- proporciona principios y requisitos específicos para la evaluación del rendimiento medioambiental de los edificios;
- La evaluación es sobre la evaluación del ciclo de vida;
- información ambiental expresada mediante indicadores cuantificados (por ejemplo: acidificación de los recursos terrestres e hídricos, utilización de recursos de agua dulce; desechos no peligrosos para su eliminación);
- se aplica a todo tipo de edificios (nuevos y existentes).

EN 15643-3:2012 - Marco para la evaluación del desempeño social:

- proporciona principios y requisitos específicos para la evaluación del rendimiento social de los edificios;
- se centran en la evaluación de los aspectos e impactos de un edificio expresados con indicadores cuantificables;
- Los indicadores se integran en las siguientes categorías: accesibilidad, adaptabilidad, salud y comodidad, impactos en el vecindario, mantenimiento, seguridad, abastecimiento de materiales y servicios y participación de los interesados;
- se aplica a todo tipo de edificios (nuevos y existentes).

EN 15643-4:2012 - Marco para la evaluación del rendimiento económico:

- proporciona principios y requisitos específicos para la evaluación del rendimiento económico de los edificios;
- aborda los costos del ciclo de vida y otros aspectos económicos, todos ellos expresados mediante indicadores cuantitativos;
- incluye los aspectos económicos de un edificio relacionados con el entorno construido dentro del área de la obra;
- se aplica a todo tipo de edificios (nuevos y existentes).

EN 15978:2011 - Evaluación del comportamiento medioambiental de los edificios - Método de cálculo:

- evaluar el rendimiento ambiental de un edificio, y proporciona los medios para la presentación de informes y la comunicación del resultado de la evaluación;
- la evaluación abarca todas las etapas del ciclo de vida de los edificios y se basa en los datos obtenidos de las Declaraciones de Productos Ambientales (DPE) y otra información necesaria y pertinente para llevar a cabo la evaluación;
- incluye todos los productos, procesos y servicios de construcción relacionados con la construcción, utilizados durante el ciclo de vida del edificio;
- se aplica a todo tipo de edificios (nuevos y existentes).

EN 16309: 2014 - Evaluación del Desempeño Social - Metodología de Cálculo:

- proporciona métodos y requisitos específicos para la evaluación del rendimiento social de los edificios;
- En esta primera versión la dimensión social de la sostenibilidad se concentra en la evaluación de los aspectos e impactos para la etapa de uso de un edificio expresados mediante las siguientes categorías: accesibilidad, adaptabilidad, salud y comodidad, impactos en el vecindario, mantenimiento y seguridad/seguridad;
- se aplica a todo tipo de edificios (nuevos y existentes).

EN 15804: 2012 - Declaración de Producto Ambiental:

- proporciona las Reglas de Categoría de Producto (PCR) para desarrollar la Declaración de Producto Ambiental (EPD);
- se aplican a cualquier producto de construcción y servicio de construcción;
- La EPD se expresa en módulos de información, que permiten organizar y expresar fácilmente los paquetes de datos a lo largo del ciclo de vida del producto;

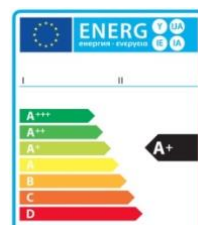
- hay tres tipos de EPD con respecto a las etapas del ciclo de vida cubiertas: "de la cuna a la puerta", "de la cuna a la puerta con opciones" y "de la cuna a la tumba".

EN 15942: 2011 - Declaraciones de productos ambientales - Formato de comunicación empresa a empresa:

- especifica y describe el formato de comunicación de la información definido en la norma EN 15804: 2012, para asegurar un entendimiento común mediante la comunicación coherente de la información
- dirigido a la comunicación de empresa a empresa (B2B);
- es aplicable a todos los productos y servicios de construcción relacionados con edificios y obras de construcción.

CEN/TR 15941: 2010 - Declaraciones de productos ambientales - Metodología para la selección y el uso de datos genéricos:

- este informe técnico apoya la elaboración de las Declaraciones de Productos Ambientales (DPE);
- proporciona orientación para la selección y utilización de los diferentes tipos de datos genéricos disponibles para los profesionales y verificadores que participan en la preparación de la EPD;
- con el fin de mejorar la coherencia y la comparabilidad.



Las etiquetas ambientales proporcionan información precisa y útil a los clientes y consumidores sobre el comportamiento ambiental de los productos o servicios. Una frase muy simple, un gráfico o una combinación de ambos pueden ser utilizados en las etiquetas ambientales. Hay etiquetas obligatorias, como la etiqueta energética de la UE o el certificado energético de un edificio. Hay etiquetas voluntarias, como la etiqueta ecológica de la UE o las declaraciones de productos ambientales. Las etiquetas ambientales obligatorias se definen en las leyes y reglamentos. Por lo general, los objetivos son proporcionar información ambiental importante a los clientes y consumidores y promover los productos y servicios con el mejor rendimiento en relación con algunos aspectos ambientales.

La etiqueta energética de la UE para los productos relacionados con la energía es un ejemplo de etiqueta medioambiental obligatoria. Se trata de una etiqueta con información sobre el consumo de energía y otras características de rendimiento de cualquier producto que tenga un impacto en el consumo de energía durante su uso. Existen etiquetas energéticas de la UE para lámparas, luminarias, acondicionadores de aire, televisores, secadoras, lavadoras, lavavajillas, aparatos de refrigeración, aspiradoras, calentadores de espacio y calentadores de agua, entre otros productos.

La certificación energética de los edificios es obligatoria en todos los países de la UE. La clase de energía del edificio puede utilizarse como etiqueta en la publicidad que proporciona información sobre el rendimiento energético del edificio para los compradores o inquilinos.



Descargar ejemplo de la etiqueta de la UE para aspiradoras

Descargar ejemplo de la etiqueta de la UE para acondicionadores

Descargar ejemplo de certificación energética de edificios en España



Hay principalmente tres tipos de etiquetas ambientales voluntarias:

- afirmaciones ambientales autodeclaradas: son hechas por los productores que desean informar a los consumidores que su producto es mejor que otros en lo que se refiere a un aspecto ambiental particular.

Para ser creíbles entre los consumidores, estas afirmaciones deben seguir los requisitos establecidos en la norma internacional ISO 14021.

- programas de etiquetado ambiental: otorgar a un producto o servicio una marca o un logotipo basándose en el cumplimiento de un conjunto de criterios definidos por el operador del programa. Para ser creíbles entre los consumidores, estos programas deben seguir los requisitos establecidos en la norma internacional ISO 14024.
- declaraciones de productos ambientales: proporcionar a los clientes un conjunto de datos sobre el ciclo de vida que describan los aspectos ambientales de un producto o servicio. Para ser creíbles entre los consumidores, estas declaraciones deben seguir los requisitos establecidos en la norma internacional ISO 14025.

De acuerdo con las normas de la ISO, las afirmaciones que son vagas e inespecíficas no se utilizarán, porque son engañosas.

La etiqueta ecológica de **la UE** es un ejemplo de etiqueta ambiental voluntaria. La etiqueta ecológica de la UE identifica los productos y servicios que tienen un impacto ambiental reducido a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta la producción, el uso y la eliminación. La etiqueta ecológica de la UE premia a los productos y servicios que cumplen un conjunto de criterios ambientales definidos para la respectiva categoría de productos.

0.5 El CDE (Common Data Environment)

El CDE - Common Data Environment ⁶- puede definirse como una aplicación, generalmente disponible en la Nube, utilizable por cualquier dispositivo (Ordenador, Tableta o Smartphone) desde el que es posible gestionar de forma inequívoca y estructurada la información para la gestión de proyectos. El CDE permite distribuir la información y crear valor para toda la cadena de operadores que participan en el proceso facilitando la colaboración entre ellos.

Las principales áreas cubiertas por un CDE son: Gestión de documentos, gestión de tareas y gestión de activos; todas estas actividades, si se integran adecuadamente en un proceso BIM, pueden ofrecer una mayor eficiencia y control en cualquier proceso.

Para obtener los mejores resultados también es esencial que las opciones estratégicas para la correcta gestión de una obra se anticipen y compartan lo antes posible. Además, todas las opciones y las consiguientes actividades planificadas deben compartirse en tiempo real para permitir un alto nivel de colaboración entre todos los operadores; también en este caso el uso de un CDE asegura una mayor eficiencia en el intercambio de información y un mayor nivel de colaboración entre todos los operadores que participan en el proceso de adopción de decisiones.

La adopción de un CDE permite finalmente superar las barreras geográficas y permite, por ejemplo, crear equipos de trabajo ampliados, también pertenecientes a países o continentes diferentes; la posibilidad que ofrece el CDE de



⁶ Fuente: <https://www.buildinginccloud.net/en/cde-common-data-environment-strategic-bim-process-tool/>

colaborar a distancia utilizando una plataforma tecnológica compartida ofrece la oportunidad de crear nuevas oportunidades comerciales reduciendo los costos de gestión.

Los seis puntos clave para construir un exitoso entorno de datos común son:

1. **Elegir el equipo adecuado:** elegir los miembros del equipo del proyecto con las aptitudes necesarias para llevar a cabo las actividades requeridas, motivados para trabajar juntos para lograr los objetivos del proyecto. Un equipo motivado y preparado es la clave del éxito.
2. **Definir las funciones y responsabilidades:** los miembros del equipo que participan en el proyecto y acceden al Entorno Común de Datos deben operar de acuerdo con las actividades que se les asignan y sus competencias con diferentes funciones y niveles de responsabilidad; asegúrese de que a cada uno de ellos se le asigna el perfil adecuado para acceder al Entorno Común de Datos. Una configuración adecuada del entorno común de datos permite a todos los miembros del equipo optimizar sus necesidades. No escatime en el tiempo que lleva configurar correctamente el Entorno Común de Datos.
3. **Definir los flujos de trabajo:** decidir claramente quién puede hacer qué, por ejemplo, quién puede acceder a un determinado tipo de información o documentos, definir qué normas deben aprobarse para los documentos y actividades.
4. **Lenguaje común y disponibilidad de datos:** Definir un lenguaje común, por ejemplo, qué formatos de archivo utilizar, teniendo en cuenta que prácticamente todas las normas internacionales y nacionales exigen el uso de formatos no patentados y abiertos. La información que debe estar disponible siempre y desde cualquier lugar también debe ser accesible desde el móvil. Elija una solución que garantice esta prerrogativa fundamental.
5. **La seguridad de los datos en primer lugar:** el Entorno Común de Datos para garantizar los niveles de acceso a los datos del H24 debe operar en la Nube, lo que significa que la protección de los datos debe garantizarse con niveles de seguridad cercanos al 100% (nadie puede garantizar el 100%). Para garantizar un nivel de seguridad adecuado, los datos deben estar encriptados y las comunicaciones encriptadas. Definir un acceso diversificado con al menos tres niveles de acceso.
6. **El factor de calificación BIM:** el uso de una herramienta como el Entorno Común de Datos, combinado con el uso de BIM, permite obtener fuertes ahorros de costes, tiempos de construcción fiables y una gestión más eficiente de los edificios durante todo el ciclo de vida del edificio. En el Entorno de Datos Comunes, también debe garantizarse el acceso a la información y la visualización de los modelos BIM federados (en holandés: *issoiob* : BIM protocol samenwerking = colaboración, *bijlage* = apéndice).

0,6 El BEP (Plan de Ejecución BIM)

Las Especificaciones Disponibles al Público (PAS)⁷ son normas, especificaciones, códigos de práctica o directrices rápidas desarrolladas por las organizaciones patrocinadoras para satisfacer una necesidad inmediata del mercado siguiendo las directrices establecidas por la BSI (Institución Británica de Normalización). En un plazo de 2 años se revisan para evaluar si deben revisarse, retirarse o convertirse en normas británicas formales o normas internacionales.

PAS 1192-2:2013 es la Especificación para la gestión de la información para la fase de capital/entrega de los proyectos de construcción utilizando la modelización de la información sobre edificios. Está patrocinada por el Consejo de la

⁷ Fuente: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/PAS_1192-2

Industria de la Construcción (CIC) y publicada por la Institución Británica de Normalización. Entró en vigor el 28 de febrero de 2013. En él se especifican los requisitos para alcanzar el nivel 2 de la modelización de la información sobre edificios (BIM).

El PAS 1192-2:2013 propone la creación de un Plan de Ejecución BIM (BEP a veces abreviado como BxP) para gestionar la ejecución del proyecto:

1. Los posibles proveedores preparan un BEP precontractual, en el que se establece su enfoque propuesto, su capacidad y competencia para cumplir con los requisitos de información del empleador (EIR).
 - PAS 1192-2:2013, propone que el Plan de Ejecución BIM pre-contractual sea una respuesta directa a los Requerimientos de **Información del Empleador** (EIR). El EIR es un documento crucial que establece la información requerida por el empleador alineada con los puntos clave de decisión o las etapas del proyecto, y puede considerarse que se encuentra junto al resumen del proyecto. Mientras que el resumen del proyecto define la naturaleza del activo construido que el empleador desea adquirir, los requisitos de información del empleador definen la información sobre el activo construido que el empleador desea adquirir para asegurar que el diseño se desarrolle de acuerdo con sus necesidades y que pueda operar el desarrollo completo de manera eficaz y eficiente.
 - El Plan de Ejecución de BIM pre-contractual puede incluir:
 - Un Plan de Ejecución de Proyectos (PIP) que establece la capacidad, competencia y experiencia de los posibles proveedores que se presentan a la licitación de un proyecto, junto con la documentación de calidad;
 - Objetivos de la colaboración y la modelización de la información;
 - Hitos del proyecto en consonancia con el programa del proyecto;
 - Estrategia de entrega.
2. Un BEP posterior al contrato: una vez que se ha adjudicado el contrato, el proveedor ganador presenta otro Plan de Ejecución BIM que confirma las capacidades de la cadena de suministro y proporciona un Plan Maestro de Entrega de **Información** (MIDP). El MIDP es el plan principal que establece cuándo se debe preparar la información del proyecto, por quién, utilizando qué protocolos y procedimientos, se basa en una serie de planes individuales de entrega de información de tareas que establecen la responsabilidad de tareas de información específicas.

El Plan de Ejecución de la BIM posterior a la adjudicación del contrato establece la forma en que se proporcionará la información requerida en los Requisitos de Información del Empleador:

La administración:

- funciones, responsabilidades y autoridades;
- hitos del proyecto en consonancia con el programa del proyecto;
- estrategia de entrega;
- estrategia de encuesta;
- uso de los datos heredados existentes;
- aprobación de la información;
- proceso de autorización.

Planificación y documentación:

- plan revisado de ejecución del proyecto (PIP) que confirma la capacidad de la cadena de suministro;
- procesos acordados para la colaboración y la elaboración de modelos;
- matriz acordada de responsabilidades;
- tarea Plan de entrega de información (TIDP) que establece la responsabilidad de la entrega de la información de cada proveedor;
- Plan Maestro de Entrega de Información (MIDP) que establece cuándo se debe

preparar la información del proyecto,
por quién y con qué protocolos y
procedimientos.

Método y procedimiento estándar:

- estrategia de volumen;
- origen y orientación;
- convención de nombres de archivos;
- convención de nombres de capas;
- tolerancias de construcción;
- ...dibujando plantillas de hojas;
- anotaciones, dimensiones, abreviaturas y símbolos;
- datos de atributos.

Soluciones informáticas:

- versiones de software;
- formatos de intercambio;
- sistemas de gestión de procesos y datos



Descargue la plantilla gratuita del producto BEP **post-contrato del CPIC** (Comité de Información de Proyectos de Construcción).

1. Módulo 1 - BIM difuso

1.1 Rendimiento de las inversiones

El valor económico de la tecnología BIM a menudo se sopesa midiendo⁸ el ratio de retorno de la inversión, o ROI. Las empresas que desean adoptar la tecnología BIM siempre han buscado factores fiables para entender cómo la transición de la tecnología y el software afectará a su empresa. Después de más de una década de experiencia con BIM, la industria del diseño y la construcción se está dando cuenta del valor y el impacto financiero de BIM. El cálculo del retorno de la inversión se ha convertido en un paso de evaluación necesario antes de muchas inversiones empresariales intensivas en capital o mano de obra, como la adopción de BIM. Sin embargo, mientras que algunas empresas calculan un coeficiente de rendimiento de la inversión para evaluar los beneficios económicos asociados con el cambio de proceso, otras consideran que hacer este cálculo es demasiado difícil o engorroso.

El problema es que el análisis del rendimiento de la inversión a menudo no puede representar los factores intangibles que son importantes para un proyecto o una empresa, como los costos evitados o la mejora de la seguridad. Además, los sistemas y el personal necesarios para medir y rastrear el rendimiento de la inversión pueden llevar mucho tiempo y ser costosos. En la actualidad no existe ningún método estándar de la industria para el cálculo del rendimiento de la inversión en BIM y muchas empresas no han adoptado ninguna práctica de medición coherente, aunque hay interés en hacerlo y se cree en el valor potencial del rendimiento de la inversión para la toma de decisiones de inversión en BIM.

Definir el impacto económico del BIM para la industria del diseño y la construcción de edificios es un reto que ha atraído un importante interés de investigación académica. Este interés abarca una amplia investigación sobre el retorno de la inversión de BIM que abarca todo el ciclo de vida del proyecto, examina varios tipos de edificios y considera diversos niveles de experiencia de BIM, al tiempo que considera una gama de métodos de cálculo. Hay tres tipos de inversiones de BIM:

- 1 Costos de puesta en marcha para garantizar el éxito de la aplicación de la tecnología: aunque más del 50% de los encuestados consideran que la inversión en tecnología, en particular en la fase de puesta en marcha, es un gasto importante, se considera inevitable en el sector si se quiere mantener la competitividad y la actualización. "El trabajo de BIM requiere más potencia de computación y más potencia de red que el trabajo tradicional de CAD, y esa potencia tiene un costo". Los encuestados citaron los gastos de mano de obra directa como el mayor componente de cualquier proyecto, ya sea un proyecto BIM o un proyecto CAD tradicional. "Cuando investigamos originalmente el BIM, sabíamos que iba a ser una enorme inversión para capacitar al personal, cómo usarlo y cómo utilizarlo eficientemente. Iba a haber todo un tiempo de aceleración, en el que todos serían más lentos que en la arquitectura CAD."
 - En el cálculo de la inversión también deben tenerse en cuenta los costos de desarrollo profesional, incluida la capacitación inicial en el uso de los productos BIM y la instrucción ulterior en nuevos métodos de trabajo.
- 2 Costos de la adaptación del BIM a un proyecto específico: a medida que prolifera el uso del BIM en los proyectos, el 32% de los encuestados informó de que se necesitan inversiones laborales

⁸ Fuente: https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/pdf/Is-it-Time-for-BIM-Achieving-Strategic-ROI-in-Your-Firm%20_ebook_BIM_final_200.pdf

adicionales para adaptar el BIM a los procesos de la empresa, por ejemplo, añadiendo un gestor de BIM o más apoyo informático. Un contratista de electricidad declaró: "Si hay algo que como industria debemos tener en cuenta e intentar cambiar, es mantener el nivel de conocimientos técnicos proporcional a los avances que se están haciendo en la tecnología".

- 3 Los desembolsos a más largo plazo para cambios estratégicos de negocios, como la inversión en la elaboración de normas o la adaptación a las necesidades del cliente: forman parte del cálculo, sin embargo, esos costos pueden ser difíciles de cuantificar. Los cambios en los procesos internos -por ejemplo, la integración de datos e información en el modelo en una etapa anterior del proceso de elaboración del diseño o la incorporación de la modelización durante la etapa previa a la construcción- también deben considerarse para construir un cálculo completo de la inversión.
 - Durante la adopción y la puesta en marcha temprana, las empresas también encuentran difícil medir los costos, como las interrupciones del flujo de trabajo y las ineficiencias.
 - Prácticamente todos los clientes de BIM entrevistados acerca del rendimiento de la inversión coincidieron en que BIM representa una mejora en la forma en que se diseñan los edificios y promete una gran cantidad de beneficios a los contribuyentes del proyecto y al propietario a lo largo de la vida del proyecto. "No fue realmente una decisión financiera... aquí es donde va todo. Si vamos a mantener el ritmo y seguir siendo competitivos, vamos a tener que ir allí." "Para los propietarios, se trata de conseguir que el edificio se construya antes. Cuanto antes funcione el hospital, antes comenzarán los ingresos. Nadie construye un edificio sólo por diversión."
 - Por supuesto, el cálculo del BIM ROI va más allá de estos tres tipos de inversión. Una visión matizada del retorno de la inversión para BIM considera tres dimensiones:
 - DIMENSIÓN DE LA ORGANIZACIÓN ¿Se miden los beneficios a nivel de proyecto o a nivel de empresa?
 - DIMENSIÓN DE PARTICIPACIÓN ¿Qué papel específico ocupa la empresa en el ecosistema del proyecto?
 - DIMENSIÓN DE MADUREZ ¿cuánta experiencia en BIM tiene el equipo y la compañía?

Al considerar la adopción de la BIM y la evaluación del rendimiento de la inversión en estas tres dimensiones, las empresas pueden comprender mejor cómo se pueden combinar estratégicamente la medición y la innovación tecnológica para informar el progreso hacia futuros niveles de madurez de la BIM. "BIM nos ha permitido permanecer donde queremos estar en el mercado, y a medida que otras firmas adoptan BIM, queremos asegurarnos de que seguimos siendo un actor. Creo que hemos fortalecido nuestra posición en términos de participación en el mercado y simplemente estando listos para hacer los tipos de proyectos que sabemos hacer".

1.1.1 Dimensión organizativa del BIM ROI

Cuando las empresas toman la decisión de pasar a la BIM, los impulsores de la adopción establecen importantes objetivos que repercuten en la forma en que se persiguen y logran los rendimientos. En algunos casos, los clientes entrevistados sobre el retorno de la inversión de BIM declararon que la adopción fue impulsada por un requisito del cliente en un proyecto. En este caso, es probable que una empresa busque rendimientos resultantes del éxito y la rentabilidad de ese proyecto terminado habilitado por BIM.

Los clientes de Autodesk informaron de que la BIM proporcionaba beneficios tangibles y cuantificables a nivel de proyecto -como un menor número de RFIs (Request for Information)- junto con beneficios intangibles, que son más difíciles de cuantificar. Estos presentan una oportunidad para buscar y analizar eficientemente opciones de diseño adicionales y aumentar el valor del proyecto a través de mejoras en el diseño paramétrico:

- ✓ **reducción de residuos y riesgos** (por ejemplo, ahorros significativos derivados del diseño, la construcción y el montaje de paquetes de acero estructural diseñados con BIM);
- ✓ una calidad de diseño mejorada;
- ✓ **reducción de errores**, pudiendo contener los costos de mano de obra más y completar los proyectos más rápido con menos errores. A medida que la profesión madure, la adopción de BIM nos permitirá trabajar en proyectos de entrega de proyectos integrados porque la empresa absorberá la curva de aprendizaje del software así como la curva de aprendizaje mental de trabajar en un modelo de riesgo diferente. El beneficio a largo plazo es que nos prepara para hacer el tipo de trabajo que la empresa quiere hacer económicamente;
- ✓ **mayor comprensión y comunicación con el cliente, el diseño y el equipo de construcción debido** a la simple presentación de una animación generada directamente desde el software;
- ✓ aceleración de la aprobación normativa y la concesión de permisos, y reducción del riesgo para el propietario;
- ✓ Mejoramiento de la ejecución de los proyectos mediante el uso eficiente de los recursos, la mejora de la seguridad y la precisión de los plazos, con la consiguiente reducción de los litigios y las reclamaciones.

A medida que las empresas amplían su aplicación de la BIM a múltiples proyectos o amplían el uso de la BIM como estrategia comercial, la noción de rendimiento de la inversión debe ampliarse para incorporar beneficios a nivel de la empresa, como las oportunidades de trabajo con nuevos clientes. Otros beneficios son la competencia y la retención del personal. Las oportunidades de expansión del modelo comercial o de nuevos servicios, como la garantía de calidad o el desarrollo de modelos, también son beneficios a nivel de la empresa.

Los modelos ricos en datos ofrecen a las empresas la oportunidad de ofrecer servicios continuos a los clientes, ya que los datos se integran más fácilmente en las operaciones y el mantenimiento de las instalaciones.

Puede ser difícil atribuir los beneficios a nivel de empresa únicamente a la adopción de la BIM. Si las empresas siguen haciendo un seguimiento de la salud de los negocios en términos de las mediciones tradicionales como la rentabilidad, los factores de riesgo, el volumen de reclamaciones/litigios, los proyectos ganados o perdidos, o la repetición de negocios con clientes clave, el impacto real de BIM en estas medidas puede ser difícil de separar de otros factores.

1.1.2 Dimensión de los interesados en el rendimiento de la inversión del BIM

Los entrevistados revelaron que evalúan los rendimientos de la BIM de manera diferente según su papel en un proyecto - el hecho de que uno emplee la BIM como herramienta en el diseño, la construcción o las operaciones afecta a la perspectiva. Por ejemplo, los propietarios tienden a reconocer la comunicación multipartita y la mejora del proceso y los resultados del proyecto como los principales beneficios. Los contratistas enumeran la productividad y el menor costo del proyecto como sus principales beneficios del BIM. Los propietarios parecen estar mucho más interesados en los cálculos del rendimiento de la inversión y, al igual que los propietarios, los diseñadores están interesados en el rendimiento de la inversión como medio para obtener una visión más profunda de las oportunidades. Muchas empresas de diseño adoptaron tempranamente el BIM basándose en la percepción de que sus empresas estarían en mejores condiciones para trabajar con las entidades públicas que adoptaran los mandatos del BIM.

	Profesional	Técnico	Propietario
Adopción del BIM	Difundido	Emergentes, y cada vez más apreciados	Muchos especifican el BIM, pero pocos lo usan activamente o lo entienden

			completamente
Principales beneficios	Una mejor colaboración con contribuyentes del proyecto Menos reelaboración, menos órdenes de cambio	Minimiza/elimina un número significativo de cambios Mejora la gestión de la construcción Grande para las cuantificaciones y los materiales que estiman	Puede acortar el tiempo para la finalización del proyecto en general Permite una gestión, operaciones y actualizaciones más eficaces
Costos asociados	Requiere más tiempo para completar poblar el modelo Los diseñadores pueden consumir más tiempo explorando alternativas de diseño	Requiere un cambio en el negocio y el proceso de acompañamiento la inversión en tecnología para realizar plenamente	Incierto en la actualidad, otros que la inversión en el software
Interés en el retorno de la inversión	No es particularmente útil si está ligada a la decisión de usar BIM o no Interesados en comprender los costos ocultos así como las posibles oportunidades de ingresos	No es directamente relevante como el La decisión del BIM no es típicamente suya.	Interesados y necesitados de educación para obtener el máximo beneficio de los activos diseñados por el BIM
Perspectivas del BIM	Aquí para quedarme. Hace que el trabajo sea más complejo pero representa lo "correcto".	Una mejora bienvenida que debería aplicarse a todos los proyectos	Potencial significativo y cada vez más un requisito estándar impuesto a los contribuyentes de proyectos

1.1.3 Dimensión de la madurez del BIM ROI

Cuando se pasa de la implementación 2D a la implementación BIM inicial, las empresas calculan el retorno de la inversión para determinar si la inversión en tecnología valdrá la pena. Sin embargo, una vez que las empresas han superado la etapa inicial de adopción de la BIM, el cálculo del ROI pasa a una herramienta más matizada para evaluar iniciativas específicas vinculadas a la estrategia de la empresa. En investigaciones recientes se observa una correlación entre los distintos niveles de experiencia en materia de BIM y el rendimiento de la inversión. La mayoría de los usuarios de BIM de alta madurez informan de un alto rendimiento de la inversión, pero sólo el 20% de los usuarios de BIM de baja madurez. "El enorme cambio de costos con BIM es la forma en que lo usamos para poner grandes herramientas en manos de diseñadores experimentados. Una vez entrenados, estas personas muy experimentadas pueden hacer más en la misma cantidad de tiempo".

Muchos clientes con experiencia significativa en BIM informan de que tienen prácticas internas para medir la experiencia, evaluar la competencia de la empresa y ofrecer incentivos a los empleados para que desarrollen las aptitudes necesarias. En las regiones en que los gobiernos han promulgado políticas para alentar la adopción de la BIM, como en el Reino Unido, los niveles de experiencia o madurez suelen definirse oficialmente para dar claridad e impulsar a los profesionales a aumentar los niveles de sofisticación.

Para evaluar los progresos y el rendimiento de la inversión, las empresas pueden aplicar una serie de medidas relacionadas con los posibles objetivos de beneficios. El ahorro de costos o la reducción de los

objetivos de esfuerzo se prestan a la medición. Por ejemplo, al buscar un resultado del proyecto de "uso eficiente de los recursos" debido a la mejora del "tamaño y enfoque del equipo" durante la fase de construcción, la empresa podría acordar aumentar la especialización del equipo BIM. Ello permitiría a la empresa hacer un seguimiento del tiempo invertido en tareas específicas por fase y comparar las mediciones con los puntos de referencia de proyectos comparables a fin de proporcionar información sobre la eficacia de la estrategia. Alternativamente, un equipo podría dirigir el beneficio del BIM de "menos, más temprano y más ligero RFI" bajo la categoría de Control del Alcance. Un cambio de proceso para definir la responsabilidad y el nivel de desarrollo de los modelos podría combinarse con una estrategia de medición de seguimiento de las RFI y las horas invertidas en responder a ellas. Los factores cualitativos, como la "comprensión del alcance del diseño del proyecto" o el "nivel de comodidad de los propietarios" pueden rastrearse mediante una puntuación que se evalúa a través de un método predeterminado, como un cuestionario administrado al personal y a los administradores en puntos clave del calendario del proyecto.

Este examen del rendimiento de la inversión en BIM sugiere que las empresas que han desplegado BIM encuentran que, a pesar de las dificultades para hacer un cálculo exacto, la medición del rendimiento de su inversión en BIM es una práctica importante que puede tener una relevancia que va más allá de determinar si se adopta o no una innovación tecnológica. De los clientes que participaron en el esfuerzo de investigación, el 75% respondió que sus empresas estaban evaluando cuantitativamente el impacto de BIM. Sin embargo, sólo el 21% estaba literalmente midiendo el retorno de la inversión. El resto estaba midiendo otros factores, como la capacidad de completar proyectos con equipos más pequeños o con plazos más cortos.

Sigue habiendo un gran interés en aplicar el rendimiento de la inversión para evaluar los avances específicos de la BIM una vez que las empresas hayan alcanzado el primer nivel de madurez. Curiosamente, el 7% de las empresas mencionaron que superaron la necesidad de calcular el retorno de la inversión para BIM después de evolucionar a un nivel más alto de madurez de BIM, haciéndose eco de la observación de que la tecnología se vuelve invisible una vez que se vuelve ubicua. La práctica de orientar los beneficios, hacer un seguimiento de las inversiones a lo largo del tiempo y medir los rendimientos ayuda a las empresas a seleccionar juiciosamente de una cartera de iniciativas de tecnología/proceso y a planificar el cambio estratégico de los negocios. Además, las empresas están de acuerdo en que el rendimiento de la inversión puede ser un instrumento estratégico para los interesados internos en la promoción del cambio de procesos o para demostrar el valor potencial de un nuevo método a los equipos internos, los directivos o los grupos de empleados.

¿Quién se beneficia? Las empresas con amplia experiencia en el BIM observan que una aplicación matizada y sofisticada del rendimiento de la inversión se está convirtiendo en un factor de éxito en el trabajo con los propietarios de edificios, a medida que ese influyente grupo toma cada vez más conciencia del BIM, se da cuenta de los beneficios de la ejecución de proyectos posibilitados por el BIM y capta el potencial de cambio de procesos en las operaciones y el mantenimiento de los edificios. Los proveedores de servicios entienden que las aplicaciones estratégicas del rendimiento de la inversión pueden servir para demostrar la competencia a los clientes, aumentar el valor mediante la adopción de decisiones basadas en datos y proporcionar una diferenciación competitiva. Los líderes de las empresas pueden crear su propia hoja de ruta para el cambio de procesos mediante el desarrollo de una práctica estratégica del retorno de la inversión de BIM - un compromiso con la medición, la evaluación comparativa, la retención de información en formatos accesibles para fines de comparación y la realización de evaluaciones continuas de los indicadores clave de rendimiento. En lugar de ser un mero mecanismo para tomar decisiones de ir/no ir, una disciplina de retorno de la inversión estratégica puede apoyar la priorización y socialización interna de las iniciativas de cambio de procesos y la mejora del rendimiento empresarial.

Al emplear el rendimiento de la inversión para evaluar las iniciativas de BIM destinadas a mejorar el rendimiento de las personas y los equipos, las empresas pueden priorizar las inversiones para la eficacia organizativa a fin de apoyar la mejora sostenida de los negocios o aplicar modelos para evaluar la madurez de la BIM y aumentar los niveles de competencia. Estableciendo la orientación de la empresa dentro de las tres dimensiones de la BIM, el rendimiento de la inversión sugiere un conjunto de medidas prometedoras para la aplicación inicial y una posible hoja de ruta para el desarrollo futuro. Entre los factores estratégicos importantes para las empresas figuran

- la competencia de los empleados
- cultura de colaboración,
- capacidad de los equipos.

Para los líderes empresariales que quieran saber aún más, la investigación académica proporciona recomendaciones y marcos para diseñar estrategias de optimización que van desde la adopción inicial del BIM hasta niveles de madurez más sofisticados.

1.2 Estrategias para la difusión del BIM

Cuando se habla de la difusión de BIM⁹ dentro de una organización (micro) o en todo un mercado (macro), suelen aparecer dos términos: top-down y bottom-up:

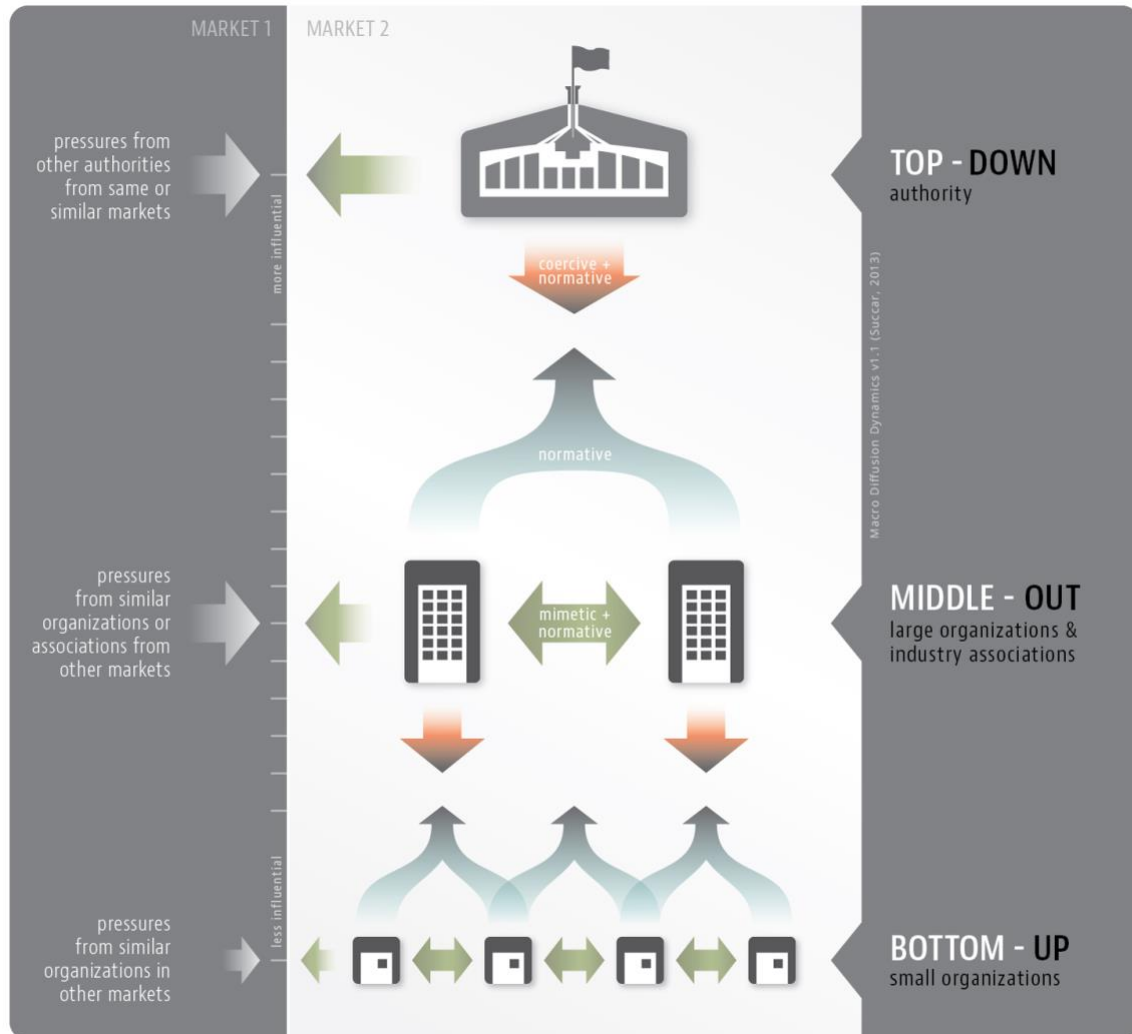
- **La difusión de arriba a abajo** es un empuje de una autoridad para ordenar la adopción de una solución específica que percibe como favorable. Un buen ejemplo de una dinámica BIM macro descendente es el BIM Nivel 2 del Reino Unido. En el nivel micro, la difusión descendente se produce cuando la alta dirección de una organización (independientemente de su tamaño y ubicación en la cadena de suministro) ordena la adopción de soluciones específicas. A través de estas presiones, a veces coercitivas, las soluciones comienzan a difundirse a lo largo de la cadena de autoridad y, si van acompañadas de educación e incentivos, se adoptan.
- **La difusión ascendente** se refiere a la adopción a nivel de base de tecnologías, procesos o políticas sin un mandato coercitivo. A nivel macro, esto ocurre cuando las organizaciones pequeñas o las que se encuentran cerca del extremo inferior de la cadena de autoridad/suministro adoptan una solución o un concepto innovador; la solución se convierte lentamente en una práctica común y se difunde gradualmente hacia arriba en la cadena de autoridad/suministro (como ocurre en Australia). Análogamente, a nivel micro, la difusión ascendente se produce cuando los empleados que se encuentran cerca del extremo inferior de la cadena de autoridad introducen una solución innovadora y, con el tiempo, esta solución es reconocida y luego adoptada por el personal directivo intermedio y superior.

Aunque estas dos dinámicas son fácilmente perceptibles, una tercera dinámica se esconde a plena vista: el patrón de difusión MIDDLE-OUT:

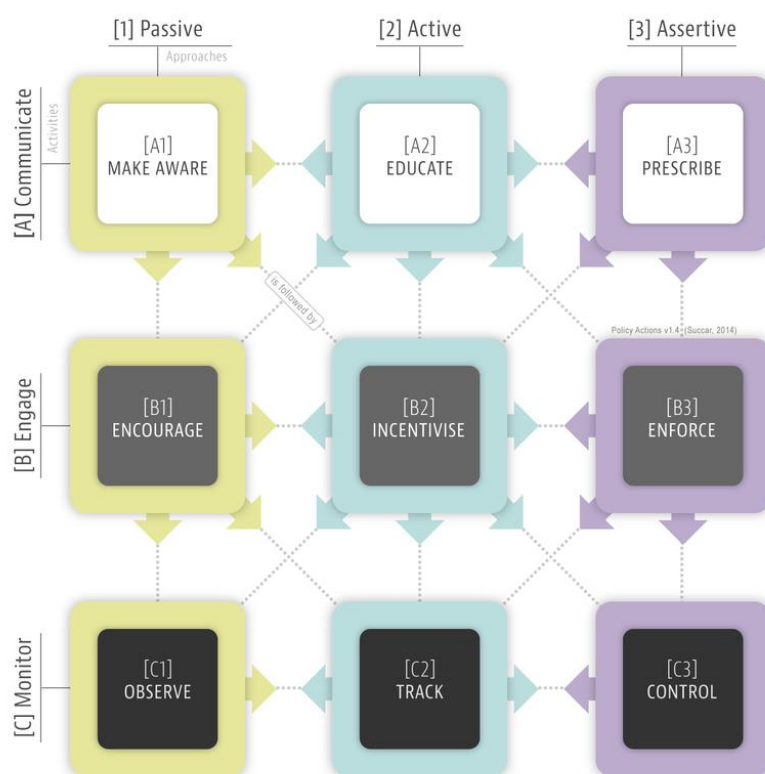
- **La difusión intermedia** se aplica a todas aquellas organizaciones e individuos que ocupan el espacio intermedio que separa el "fondo" de la "cima". En el nivel micro organizacional, los gerentes de equipo, los jefes de departamento y los gerentes de línea empujan lo que han adoptado personalmente arriba y abajo de la cadena de autoridad. A nivel del macro mercado, la dinámica de la mediana se aplica cuando las organizaciones de tamaño medio (en relación con el mercado - por ejemplo, los grandes contratistas en los EE.UU.) influyen en la adopción de organizaciones más pequeñas a lo largo de la cadena de suministro. También influyen o

⁹ Fuente: <https://www.bimthinkspace.com/2014/07/episode-19-top-down-bottom-up-and-middle-out-bim-diffusion.html>

alientan activamente a las organizaciones, asociaciones y autoridades más grandes de la cadena de suministro/autoridad a adoptar y eventualmente normalizar su solución.



Las diferentes organizaciones y mercados muestran una dinámica más que otra debido a una variedad de variables sociales e impulsadas por el mercado. Sin embargo, las dinámicas de difusión de arriba a abajo, de abajo a arriba y de arriba a abajo son complementarias e incluso se incluyen mutuamente. Es un concepto erróneo que una dinámica puede ser mejor que las otras. Si bien hay algunas pruebas de que una dinámica descendente fomenta tasas de adopción más rápidas en toda una organización o un mercado, no es cierto que dé lugar a una infusión sostenida de flujos de trabajo y productos de BIM.



Uno de los modelos de difusión es el Modelo de **Medidas de Política** que identifica tres actividades de aplicación (comunicar, comprometerse, vigilar) mapeadas frente a tres enfoques de aplicación (pasivo, activo y asertivo) para generar nueve medidas de política:

Las tres actividades se observan sistemáticamente en los mercados en los que hay un impulso intencional de arriba hacia abajo para difundir las herramientas y los flujos de trabajo del BIM. Lo que varía es la

intensidad con que se llevan a cabo estas actividades y la mezcla de tipos de actores (por ejemplo, el gobierno, las asociaciones industriales y las comunidades de práctica) que emprenden el esfuerzo de desarrollo de políticas[ii]. Es decir, cada una de las tres actividades (comunicar, comprometerse y supervisar) puede abordarse en tres niveles de intensidad (pasiva, activa y asertiva) que tienen en cuenta las diferencias de las actitudes culturales y la dinámica de poder en los distintos mercados. Los profesionales de un país (por ejemplo, una nación del sudeste asiático) pueden pedir a su gobierno que adopte un enfoque asertivo, mientras que los profesionales de otro país (por ejemplo, los Estados Unidos o Australia) pueden preferir un enfoque activo o incluso más pasivo.

	Pasivo [1]	Activo [2]	Asertivo [3]
Comuníquese [A]	Concienciación: el agente normativo informa a los interesados de la importancia, los beneficios y los desafíos de un sistema/proceso mediante comunicaciones oficiales y oficiosas	Educar: el responsable de las políticas genera guías informativas para educar a los interesados en los resultados, requisitos y flujos de trabajo específicos del sistema/proceso	Prescribir: el responsable de la política detalla el sistema/proceso exacto que deben adoptar las partes interesadas
Entrar en contacto con [B].	Alentar: el agente normativo realiza talleres y actividades de establecimiento de redes para alentar a los interesados a adoptar el sistema/proceso	Incentivar: el agente de política ofrece recompensas, incentivos financieros y un trato preferencial a los interesados que adopten el sistema/proceso	Hacer cumplir: el agente de la política incluye (favorece) o excluye (penaliza) a los interesados en función de su respectiva adopción del sistema/proceso
Monitor [C]	Observar: el agente de la política observa a medida	Seguimiento: el agente de la política estudia, sigue y	Control: el responsable de la política establece los

	que (o si) los interesados han adoptado el sistema/proceso	examina cómo/si el sistema/proceso es adoptado por los interesados	desencadenantes financieros, las puertas de cumplimiento y las normas obligatorias para el sistema/proceso prescrito
--	--	--	--

Como se muestra en el cuadro, los tres enfoques de política significan una intensificación de la participación de los encargados de la formulación de políticas en la facilitación de la adopción de la BIM: de un observador pasivo a un controlador más asertivo. Estas medidas de política se examinan aquí con escaso detalle. Huelga decir que cada una de las nueve acciones puede dividirse a su vez en tareas políticas más pequeñas. Por ejemplo, la acción de incentivo [B2] puede subdividirse en múltiples tareas de incentivo: por ejemplo, [B2.1] hacer que el régimen fiscal sea favorable para la adopción de las BIM, [B2.2] desarrollar una política de adquisición de BIM, y [B2.3] introducir un fondo de innovación centrado en las BIM.

El Modelo de Medidas de Política refleja una variedad de medidas que los encargados de la formulación de políticas adoptan (o pueden adoptar) en cada mercado para facilitar la adopción de la BIM. Es importante comprender que todos los enfoques son igualmente válidos. Sin embargo, es fundamental que los encargados de la formulación de políticas seleccionen la combinación de medidas normativas que mejor satisfaga los requisitos singulares de su mercado.

El gráfico de muestra de las pautas de acción política ofrece una rápida comparación de las medidas de difusión adoptadas por los encargados de la formulación de políticas en diferentes mercados. Cada pauta representa las medidas de política adoptadas (o que pueden adoptarse) por los agentes de la política. Por ejemplo, la pauta de la parte superior izquierda representa un enfoque totalmente pasivo (Concienciar + Fomentar + Observar), mientras que la pauta de la parte inferior derecha representa una mezcla de enfoques asertivos y activos (Prescribir + Incentivar + Seguir).

2. Módulo 2 - Aplicar la gestión de la información

2.1 Principio de gestión de datos en el CDE (Common Data Environment)

El entorno común de datos (CDE) ¹⁰ es un depósito central donde se almacena la información de los proyectos de construcción. El contenido del CDE no se limita a los activos creados en un "entorno BIM" y, por lo tanto, incluirá documentación, modelo gráfico y activos no gráficos. Al utilizar una sola fuente de información se debe mejorar la colaboración entre los miembros del proyecto, reducir los errores y evitar la duplicación. (Situación en Inglaterra: Un aspecto central de la madurez de nivel 1 es el establecimiento de un CDE. Este es el instrumento de colaboración que la BS-1192 describe como un repositorio, que permitirá compartir la información entre todos los miembros del equipo del proyecto).

El objetivo final es mejorar la creación, el intercambio y la emisión de la información en que se basa la ejecución de un proyecto. La idea de la colaboración para impulsar la mejora de los resultados y la eficiencia es el núcleo de la aplicación de un enfoque de modelización de la información sobre edificios (BIM) en los proyectos de construcción.

La construcción se basa en las habilidades de una amplia gama de disciplinas y el CDE reúne la información de todos los que trabajan como parte del equipo del proyecto.

Como fuente única de información no hay argumentos sobre qué versión de la información debe ser referenciada. El CDE debería servir como la fuente definitiva de "verdad" y aportar una serie de ventajas para todos los implicados:

- La información compartida debe dar lugar a datos coordinados que, a su vez, reducirán tanto el tiempo como el costo de su proyecto.
- Todos los miembros del equipo del proyecto pueden utilizar el CDE para generar los documentos/visiones que necesitan utilizando diferentes combinaciones de los activos centrales, con la seguridad de que están utilizando los activos más recientes (al igual que otros).
- La coordinación espacial es inherente a la idea de usar un modelo centralizado.
- La información de producción debería ser correcta la primera vez, suponiendo que los contribuyentes se adhieran a los procesos de intercambio de información.

Sin embargo, no todos los modelos o modelistas califican como BIM.¹¹ Aunque no hay definiciones claras ni acuerdos generales de lo que constituye un Modelador de Información de Construcción, tanto los investigadores como los desarrolladores de software aluden a un mínimo común denominador.

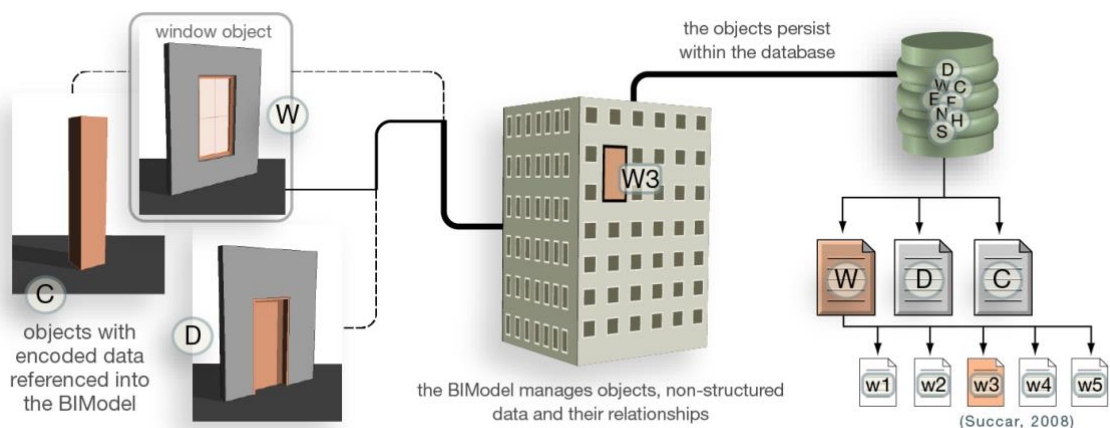
Este denominador no declarado es un conjunto de atributos tecnológicos y de procedimiento de los BIM Models (Building Information Models), que:

- debe ser tridimensional;

¹⁰ Fuente: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-common-data-environment-cde>

¹¹ Fuente: https://www.bimthinkspace.com/2005/12/the_bim_episode.html

- necesitan ser construidas a partir de objetos (modelado de sólidos - tecnología orientada a objetos);
- necesitan tener información codificada e incrustada de una disciplina específica (más que una mera base de datos);
- necesitan tener relaciones y jerarquías entrelazadas entre sus objetos (reglas y/o restricciones: similar a la relación entre un muro y una puerta donde una puerta crea una abertura en un muro);
- describe un edificio de algún tipo.

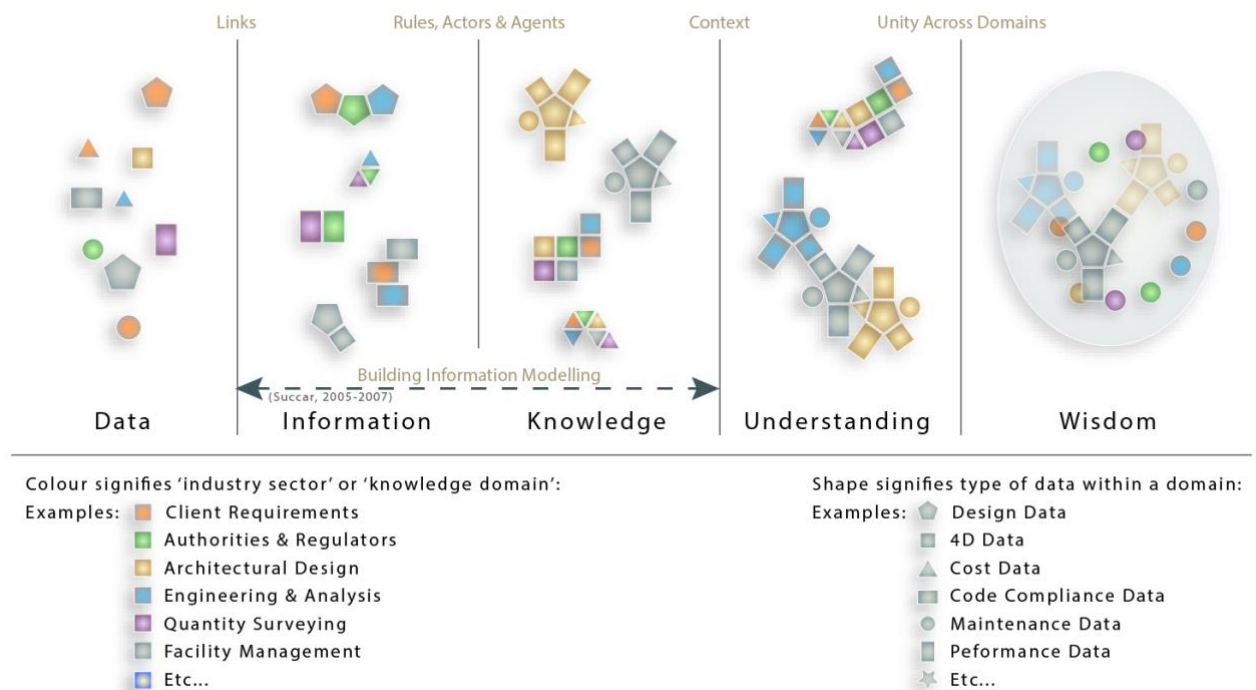


Los modelistas BIM no representan ni codifican¹² todo el conocimiento de la industria, ni siquiera dentro de los sectores individuales (Arquitectura, Ingeniería o Construcción). Para expresar el asunto de manera diferente, primero necesitamos descifrar lo que realmente se entiende por "información" dentro de la modelización de la información de la construcción. Hay cinco niveles de significado que deben ser entendidos:

- Los datos son las observaciones básicas y los objetos de colección. Los datos son lo que se puede ver y coleccionar;
- La información representa datos conectados ya sea a otros datos o a un contexto. La información es lo que se puede ver y decir (recopilar y luego expresar);
- El conocimiento establece un objetivo para la información. El conocimiento es la expresión de la regularidad. El conocimiento es lo que ves, dices y eres capaz de hacer;
- La comprensión es la transmisión y las explicaciones de un fenómeno dentro de un contexto. La comprensión es lo que puedes ver, decir, hacer y ser capaz de enseñar;
- La sabiduría es la acción basada en la comprensión de los fenómenos en dominios heterogéneos. La sabiduría es ver, decir, hacer y enseñar a través de disciplinas y contextos.

La construcción de modelos de información se ocupa sólo de los datos y la información, aunque algunos vendedores quisieran promover los modelos BIMM como basados en el conocimiento. De acuerdo con las definiciones anteriores y si asumimos que los Objetivos son sinónimos de Reglas codificadas, los BIM Models pueden incluir Modelos Basados en el Conocimiento y Modelos basados en el Pensamiento de Sistemas.

¹² Fuente: <https://www.bimthinkspace.com/2005/week51/>



Los modelistas BIM pueden compartir poca o mucha información disponible en los desesperados dominios de la industria. El BIM Modeller óptimo tendría la capacidad de mostrar, calcular y compartir todos los datos necesarios entre las disciplinas sin pérdidas o conflictos de flujo de trabajo. Esta capacidad, o la falta de ella, es una función de la tecnología utilizada, el proceso desplegado y las partes (trabajadores del conocimiento) involucradas.

Asumiendo que cada dominio (sector industrial:¹³ Arquitecto, Ingeniero o Constructor) utiliza un modelador BIM diferente, las metodologías de intercambio de datos entre estos modeladores pueden tomar muchas formas:

1. **Intercambio de datos:** Cada BIM Modeller mantiene su integridad pero exporta algunos de sus datos "compatibles" en un formato que otros BIM Modellers pueden importar y calcular (piense en XML, CSV o DGN por ejemplo). Se puede decir que este método es el método primordial de intercambio de datos y sufre las mayores tasas de pérdida de datos involuntaria. La pérdida de datos aquí significa la cantidad de datos que no pueden ser compartidos en comparación con los datos generales disponibles en los Modelos BIM. Sin embargo, no todos los datos deben o necesitan ser compartidos entre los Modelos BIM todo el tiempo. El intercambio parcial de datos (en comparación con la pérdida de datos no intencional) puede ser un método intencional y eficiente de compartir datos.
2. **Interoperabilidad de los datos:** La interoperabilidad puede ser de muchas formas; la que se discute aquí es sólo un ejemplo. Suponiendo la interoperabilidad de datos basada en archivos (no la interoperabilidad basada en servidores), uno de los escenarios demostrados para esta metodología de intercambio de datos es el siguiente: BIM Modeller 1 produce un IModel (Modelo Interoperable) que se importa en el BIM Modeller 2 donde se trabaja y luego se exporta en el IModel v.2 (versión 2) que se importa en el BIM Modeller 3 donde se trabaja y luego se exporta en el IModel v.3 que se importa en... La cantidad de datos que se pierden/ganan entre los modeladores, los modelos y las versiones de los modelos depende de

¹³ Fuente: https://www.bimthinkspace.com/2006/02/the_bim_episode.html

las capacidades de importación/exportación de los modeladores y del propio esquema de interoperabilidad (piense en el IFC por ejemplo). Una de las principales deficiencias de esta interoperabilidad basada en archivos es la linealidad del flujo de trabajo; la incapacidad de permitir cambios interdisciplinarios simultáneos en lo compartido.

3. **Federación de datos.** La vinculación de archivos es un buen ejemplo de federación de datos: los datos de un modelo BIM se vinculan a los datos de otro modelo BIM. Los archivos no se importan ni se exportan, pero los BIM Modellers (aplicaciones de software) pueden leer y calcular los datos incorporados en los archivos vinculados. La cantidad de pérdida de datos depende de la cantidad de datos legibles o calculables. Los Modelos Referenciales (RModels) son otro ejemplo de Federación de Datos BIM. Los RModels son modelos individuales o federados que albergan enlaces a repositorios de datos externos; de forma muy parecida a los hipervínculos de una página web.

Un ejemplo de ello sería un edificio virtual con un objeto de ventana referencial: la información detallada (valores) más allá de los parámetros básicos no se guarda en el Modelo BIM sino que se accede a ella desde un repositorio externo siempre que surge la necesidad [3] (por ejemplo: costo de la ventana en tiempo real, disponibilidad, manual de instalación, calendario de mantenimiento).

4. **Integración de datos:** El término integración puede entenderse de muchas maneras, incluida la capacidad de menor grado de intercambio de datos entre soluciones de software. En un contexto BIM, una base de datos integrada significa la capacidad de compartir información entre diferentes sectores industriales utilizando un modelo común [4]. Los datos compartibles dentro del Modelo BIM pueden ser arquitectónicos, analíticos (ingeniería) o de gestión, así como información sobre diseño, costos o códigos. Lo que es importante en un Modelo BIM Integrado es que co-localiza la información interdisciplinaria permitiéndoles interactuar entre sí dentro de un marco computacional único.
5. **Híbrido de intercambio de datos:** Una combinación de cualquiera de las formas de intercambio de datos discutidas anteriormente. La mayoría de los modeladores BIM, sean o no de propiedad, coordinan la información multidisciplinaria generada por los sectores de la AEC mediante un híbrido de metodologías de intercambio de información.

[../Imágenes/Taller%20IFC%20Rail%20Roma.jpg](http://Imágenes/Taller%20IFC%20Rail%20Roma.jpg)

2.2 El modelo BIM "as built" para mejorar el rendimiento energético de los edificios.

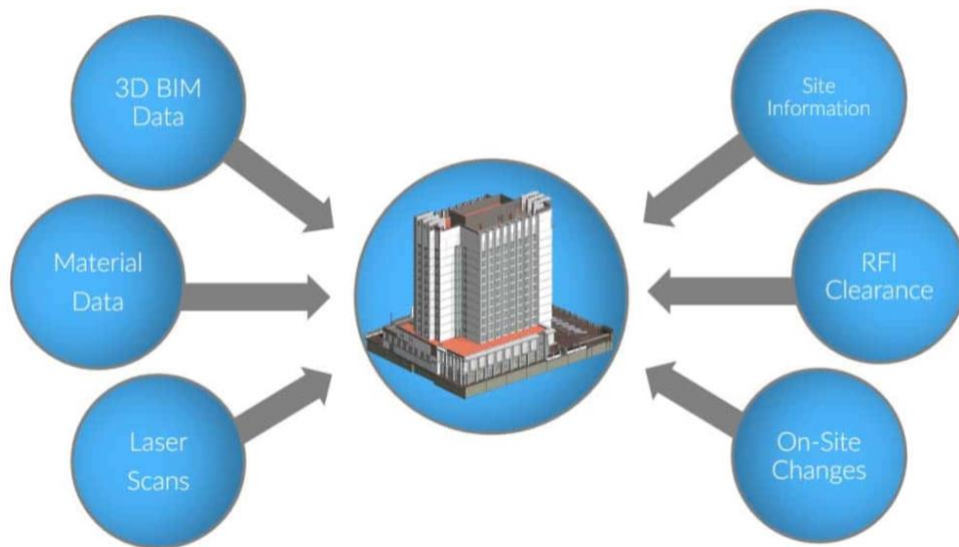
Podemos definir el modelo "as built" como la copia editable que representa el estado final del edificio con las modificaciones que ha sufrido a lo largo del proceso de construcción y que servirá para llevar a cabo futuras intervenciones constructivas en el activo inmobiliario.

Estas posibles intervenciones no pueden desconocer el comportamiento energético del edificio y, hasta el día de hoy, estas acciones abarcan todos los tipos de construcción y todas las zonas geográficas; la integración de paneles fotovoltaicos de silicio en un rascacielos es tan importante como la mejora del aislamiento bajo los tejados de teja árabe de un complejo histórico de una pequeña ciudad. Si la iniciativa propia no es suficiente, las políticas de incentivos, a través de subvenciones, pueden actuar como catalizador.

Por lo tanto, el Modelo original no es viable para la etapa de operaciones y mantenimiento hasta que se convierta eficientemente en un modelo as-built. Un modelo "as-built" tiene varios requisitos: en primer lugar, debe ser geoméricamente proporcional a la construcción real del sitio y, en segundo lugar, debe tener información básica relevante sobre todos los componentes del edificio que pueden ser mejorados posteriormente en los niveles 6D.

Hay varios métodos para producir una estructura existente con precisión y lo más cerca posible de los datos brutos del estudio. Essential BIM son expertos en la producción de modelos BIM Ready As built a partir de todos los tipos de datos de estudio en bruto.

1. **Modelo listo para BIM a partir de datos de nubes de puntos escaneados por láser en 3D:** es ahora una práctica común para las empresas de topografía arquitectónica escanear por láser estructuras/edificios. Esta técnica produce una nube de puntos que consiste en miles de millones de puntos que representan las coordenadas del mundo real que construyen el entorno a partir de todo lo que el escáner ve. Estas nubes se han utilizado durante años para producir dibujos precisos en 2D CAD que luego se utilizaron para modelar en 3D las condiciones As-Built. Essential BIM ha trabajado con estos métodos desde que están disponibles y ha desarrollado las mejores prácticas para producir eficientemente modelos extremadamente precisos.



- Los escáneres láser 3D capturan todo lo que la posición de escaneo puede ver, al superponerse muchas posiciones de escaneo (o al usar escáneres móviles recientemente disponibles) es posible obtener cerca del 100% de cobertura de escaneo del entorno. Debido a esto es posible modelar a cualquier nivel de detalle sin necesidad de visitar el lugar para recoger más datos, un cliente puede solicitar un nivel básico de detalle inicialmente y especificar mayores niveles de detalles en las áreas que lo requieran sin interrumpir el lugar, esto era imposible con los métodos tradicionales de prospección anteriores.
2. **Modelo listo para el BIM a partir de dibujos CAD en 2D:** es muy probable que los dibujos 2D ya hayan sido completados para un edificio de años anteriores. Puede ser extremadamente rentable producir un modelo 3D listo para el BIM a partir de estos datos ya trabajados y terminados. Esta es generalmente la forma más rápida de producir un modelo ya que la mayoría de los análisis de los datos ya se han hecho. Si estos dibujos ya han sido completados, entonces es generalmente más rentable que realizar otro estudio (asumiendo que nada ha

cambiado desde que fueron dibujados). El modelo 3D listo para el BIM está, por supuesto, limitado en detalle a lo que se produce en los dibujos CAD 2D

3. **Modelo listo para BIM a partir de datos topográficos brutos medidos tradicionalmente:** como los escáneres láser son extremadamente caros, la mayoría de las empresas de topografía arquitectónica utilizan técnicas tradicionales para capturar sus datos. Esto podría implicar la creación de dibujos CAD en el sitio utilizando PCs de mano conectados a medidores láser. Todo lo cual puede ser usado para crear un modelo 3D BIM Ready. Essential BIM ha producido muchos modelos a partir de estos datos con gran éxito permitiendo a las empresas con un presupuesto menor para equipos seguir compitiendo con los grandes líderes del mercado.
4. **Modelo listo para el BIM a partir de los planos de arquitectura/estructura:** como la mayoría de los edificios/estructuras se construyen generalmente a partir de planos, es bastante probable que éstos estén disponibles para producir un modelo listo para el BIM As-Built (suponiendo que el edificio se construyó muy cerca de los planos). Estos planos pueden convertirse fácilmente en un modelo listo para el BIM. Esta puede ser una solución perfecta para la gestión de instalaciones (FM), ya que un modelo BIM puede utilizarse durante la vida útil de un edificio para la planificación del espacio, el cálculo de costos de los materiales, la programación de elementos, etc., incluso para entregarlo a futuros arquitectos para que lo utilicen en el diseño de una ampliación propuesta.

Si un edificio aún no ha sido construido, entonces se puede crear un modelo listo para el BIM a partir de esos planos para crear visualizaciones o animaciones foto-realistas para ayudar a vender o comercializar la propiedad. El modelo puede ser utilizado para las primeras FM e incluso pasar a los diseñadores de interiores, planificadores espaciales, diseñadores de paisajes, etc. para desarrollar la calidad final del edificio, ayudando al usuario final a visualizar su espacio mucho más fácilmente que lo que podrían hacer a partir de planos en 2D. El contratista puede incluso utilizar el modelo para tener una mejor idea de lo que necesita ser construido, la construcción y los detalles estructurales pueden incluso ser modelados/incluidos para ayudar al contratista con el trabajo de construcción.

Además, los certificados de rendimiento energético de los edificios deben incorporar necesariamente las llamadas recomendaciones para mejorar el rendimiento energético. El cumplimiento de esta sencilla norma requiere un proceso de simulación que debe producir resultados que detallen no sólo las acciones a realizar y la mejora de la eficiencia tabulada, sino también el estudio detallado del análisis económico de las medidas de ahorro en condiciones reales a partir de los datos de consumo histórico del edificio (según el Anexo III del modelo oficial de certificados de eficiencia energética de edificios, publicado por el Ministerio de la Transición Ecológica del Gobierno de España).

La metodología de trabajo del BIM no tiene competencia en los procesos de simulación; de hecho, podría decirse que el modelo BIM "nació para la simulación". Un modelo BIM que incorpora información sobre las características térmicas del recinto, así como información 5D basada en el coste de los elementos, permitirá obtener informes de eficiencia y costes prácticamente de forma inmediata. La incorporación y/o sustitución de elementos alternativos (que pueden ser integrados en un único modelo) será suficiente para obtener la comparación eficiencia/coste de las posibles acciones a realizar en el modelo. Estas acciones, que pueden llevarse a cabo casi inmediatamente en el modelo BIM, requerirían tediosos procesos de ensayo y error utilizando metodologías más tradicionales (basadas en hojas de cálculo, bases de datos y modelos no integrados).

El ejemplo propuesto para los estudios de la envoltura térmica es análogo al de cualquier instalación que sirva para mejorar la eficiencia; si el modelo BIM integra los sistemas necesarios, la simulación puede llevarse a cabo sin más limitación que la información integrada en el modelo.

La versatilidad del modelo BIM se deriva de su capacidad para recoger modificaciones y pronosticar escenarios futuros. Esta versatilidad permitirá su adaptación a las diferentes fases del ciclo de vida del

proyecto, desde su diseño hasta su demolición, y el aspecto energético adquiere especial relevancia en este ciclo de vida.

El modelo BIM "tal como está construido" dará lugar al AIM (Modelo de Información sobre Activos); una única fuente de información validada y aprobada que se relaciona con el activo construido. Esta réplica del modelo real, mucho más manejable y en la que pueden operar mecanismos de realidad aumentada, servirá para tomar conciencia y conocimiento del activo, es decir, del propio edificio o construcción. Cualquier mejora potencial en la eficiencia energética del activo puede ser fácilmente probada, simulada y verificada en el modelo.

3. Módulo 3 - Aplicar la gestión de las adquisiciones

3.1 Licitación y contratos de calidad, garantías y gestión del cambio

Todas las partes se comportarán de acuerdo con las siguientes normas en todo momento:

- ✓ Honestidad y justicia: las partes llevarán a cabo todas las adquisiciones y relaciones comerciales con honestidad y justicia y evitarán cualquier práctica que dé a una parte una ventaja impropia sobre otra;
- ✓ Rendición de cuentas y transparencia: el proceso de adjudicación de contratos será abierto, claro y defendible y todas las partes no deben participar en colusiones, comisiones ocultas y otros comportamientos anticompetitivos.
- ✓ No hay conflicto de intereses: una parte con un conflicto de intereses declarará y abordará ese interés tan pronto como esa parte conozca el conflicto.
- ✓ Estado de derecho: las partes cumplirán todas las obligaciones legales.
- ✓ No a las prácticas anticompetitivas: las partes no realizarán prácticas que sean anticompetitivas.
- ✓ Intención de proceder: las partes no deben buscar o presentar ofertas sin una firme intención y capacidad de proceder con un contrato.
- ✓ Cooperación: las partes mantendrán relaciones comerciales basadas en una comunicación abierta y eficaz, el respeto y la confianza, y adoptarán un enfoque no contradictorio para la solución de controversias.



Descargue la guía gratuita de mejores prácticas para la gestión de licitaciones y contratos

En los proyectos de construcción internacionales, es práctica habitual que el Empleador solicite garantías para asegurar el cumplimiento del Contratista. Las garantías más frecuentes son:

- La **garantía de seriedad de la oferta** se otorga a favor del Contratante para asegurar que el Contratista/licitador cumpla debidamente sus obligaciones, ya sea durante la etapa de licitación o después de ella. En particular, la garantía de seriedad de la oferta garantiza que i) el Contratista no se retire de su oferta antes de que termine el período de aceptación de ofertas fijado por el Contratante o ii) el Contratista cumpla la obligación de firmar el contrato -si se le adjudica- o iii) el Contratista no deje de emitir las garantías previstas en el propio contrato

después de la adjudicación del mismo (por ejemplo, para proporcionar la garantía de cumplimiento).

- La fianza de **pago anticipado** se emite para garantizar que toda suma pagada por adelantado al Contratista antes del comienzo de los trabajos se devuelva debidamente al Empleador al término de éstos. Por lo general, el Empleador paga al Contratista (después de la firma del contrato) una suma que normalmente asciende a alrededor del 10% del precio del contrato. El anticipo es utilizado por el Contratista para iniciar el proceso de adquisición y/o movilización.
- Por lo general, el mecanismo consiste en que el anticipo se reembolsa al Empleador durante la ejecución del proyecto mediante deducciones sobre cada pago intermedio efectuado por el Empleador. Si no se devuelve el anticipo (por ejemplo, porque se rescinde el contrato por adelantado), el Empleador obtendrá el reembolso del anticipo aún no devuelto llamando a la fianza por anticipo.
- La garantía **de cumplimiento** es la garantía que asegura al Empleador en caso de que el Contratista no termine (o no termine debida y oportunamente) el alcance de los trabajos previstos en el contrato. Si el Contratista incumple alguna obligación específica, el Empleador tendrá derecho a exigir la fianza de cumplimiento (en su totalidad o parcialmente, según las diversas circunstancias) si el incumplimiento no se remedia o no es susceptible de ser remediado.
- La fianza de **garantía** asegura al Empleador contra el incumplimiento por parte del Contratista de la obligación de remediar cualquier defecto en los trabajos que pudiera ocurrir durante el período de garantía de los trabajos según lo dispuesto en el contrato.
- Si el Contratista no repara ningún defecto durante el período de garantía o no cumple con sus obligaciones de garantía de manera oportuna, entonces el Empleador tendrá derecho a llamar la garantía de garantía.

Hay principalmente dos categorías principales de bonos en los contratos de construcción. Son: A) la garantía por incumplimiento y B) la garantía a la vista. Como su nombre indica, funcionan de manera muy diferente:

- **garantía por incumplimiento:** se conoce también como "garantía condicional" y, en términos muy generales, se pagará cuando el Empleador haya demostrado el incumplimiento efectivo del Contratista con arreglo a las condiciones del contrato. El garante, a su vez, podrá formular cualquier objeción que el Contratista pueda presentar contra el Empleador sobre la base del contrato de construcción;
- **Fianza a la vista:** por otra parte, la fianza a la vista puede ser reclamada a simple demanda por el Empleador, que no tiene que probar el incumplimiento del Contratista. Ni el Garante ni el contratista pueden formular ninguna objeción (sobre la base del contrato subyacente) para impedir el pago de la fianza a la vista (a pesar de que hay ciertos casos en que la fianza no puede pagarse, por ejemplo, en el caso de una llamada fraudulenta del Empleador).

Una de las pruebas que se pueden realizar para entender si la garantía solicitada es en forma de un bono a la carta es analizar cuidadosamente la relación entre el bono y el contrato subyacente. En todas aquellas circunstancias en las que el bono es sustancialmente independiente del contrato, entonces es probable que se le pida que emita un bono a la carta.

En los documentos de la licitación y en el contrato de construcción se indica, por lo general, el tipo y el monto de las fianzas que debe proporcionar el Contratista.

La redacción utilizada es crucial y es muy aconsejable que al menos el contrato proporcione detalles sobre las fianzas, como por ejemplo en qué circunstancias y en qué condiciones puede el Empleador llamar a cada una de las fianzas. Esto puede, de hecho, evitar la mayoría de las controversias que suelen surgir en relación con la ejecución de las fianzas por parte del Empleador.

Normalmente se indica en el propio vínculo y sucede que la ley que rige el vínculo puede ser diferente de la ley que rige el contrato de construcción. Esto ocurre especialmente en el caso de que la fianza sea proporcionada por un banco internacional o una compañía de fianzas.

Si no hay una referencia expresa a la ley que rige la fianza, normalmente la garantía se rige por la ley del país en el que se encuentra el garante que la ha emitido. Sin embargo, es aconsejable asegurarse de que la ley que rige se indica expresamente en la fianza y asesorarse con un abogado local.

3.2 Capacitación en eficiencia energética

Muchas veces, cuando las empresas de arquitectura e ingeniería hablan de la formación de BIM, piensan en formar a sus expertos, gente que utiliza los programas BIM día tras día, que necesitan mantener sus habilidades afiladas y estar a la vanguardia de los desarrollos tecnológicos. Los ingenieros, arquitectos y directores de proyectos también necesitan habilidades BIM para poder comunicarse eficazmente con el resto del equipo de diseño y para ayudar a cumplir con los plazos en un momento de crisis. Sin embargo, debido a que no se puede esperar la misma formación para los especialistas en BIM y el usuario ocasional, aquí hay ocho consejos de formación en BIM para diseñar un programa que ponga al día a todo el mundo en su oficina.

Muchas veces, cuando las empresas de arquitectura e ingeniería hablan de formación en BIM, piensan en formar a sus expertos, gente que utiliza programas BIM como Revit día tras día, que necesitan mantener sus habilidades afiladas y estar a la vanguardia de los desarrollos tecnológicos. ¿Pero qué pasa con el resto de la oficina.

Los ingenieros, arquitectos y directores de proyectos también necesitan conocimientos de BIM para poder comunicarse eficazmente con el resto del equipo de diseño y para ayudar a cumplir con los plazos en un momento de crisis. Sin embargo, la formación que se utiliza para los especialistas en BIM no es la misma que se necesita para la formación de los usuarios ocasionales. A continuación se enumeran ocho consejos de BIM para la formación de los empleados:

- Establecer objetivos bien definidos. Cualquier programa exitoso tiene que tener objetivos bien definidos: experiencia total o sólo un entendimiento básico (para que los diseñadores puedan tener el suyo propio en las reuniones con los clientes) o una competencia moderada (para que sus diseñadores puedan navegar cómodamente por un modelo y hacer un modelado y una anotación básica).
- Elija sus temas sabiamente. Uno de los retos más difíciles de afrontar es que hay mucho terreno que cubrir y la empresa no tiene mucho tiempo para dedicar a temas especialmente relevantes para los directores de proyectos como los contratos, los entregables y los planes de ejecución BIM. La empresa tiene que decidir cuáles son los temas críticos y cuáles pueden cubrirse de paso, con una invitación a aprender más en las sesiones de seguimiento.
- Planifique su horario: es necesario decidir cuándo celebrar sesiones de formación, por cuánto tiempo y de qué tipo (cursos, cursos de aprendizaje electrónico, taller, reunión con mesa redonda...).
- Recuerde que una serie entera de conferencias directas probablemente no tendrá el efecto deseado (la gente necesita más participación para hacer su mejor aprendizaje). Por lo tanto, se aconseja mezclar conferencias, discusiones y sesiones prácticas y laboratorios para dar a los diseñadores experiencia práctica con los programas BIM.
- Involucra a todo el mundo: Invitar a la participación en la clase. Invitar a su clase a que aporte su opinión sobre el contenido del plan de estudios, hacer participar a los individuos durante las discusiones de grupo y animar a todos a que hagan preguntas les dará un sentido de propiedad

del entrenamiento y aumentará su eficacia. También ayuda a recordar a la gente por qué están aquí.

- Planee que algunos participantes tengan conocimiento previo. Es probable que haya personas en las sesiones de entrenamiento que vengan de una variedad de puntos de partida. Podría ser mejor dividir a los expertos y no expertos para que el primero no se aburra. Si es necesario entrenar a todos juntos, es posible adaptar la agenda para acomodarlos, pero probablemente tendrá que reconocer a sus usuarios de poder que algunos temas pueden ser revisados para ellos. Es posible utilizar a los usuarios de poder como asistentes, para ayudar a otras personas con menos experiencia.
- Haga el programa a pedido. Armar un programa de entrenamiento BIM implica mucho trabajo inicial, pero afortunadamente ese esfuerzo rápidamente vale la pena: una vez que tienes un material listo, repetirlo es fácil. Para oficinas más grandes, probablemente tenga sentido dividirse en grupos para mantener el tamaño de las clases manejable e incluso si es necesario sólo un grupo, al menos una persona tendrá una reunión permanente que entre en conflicto con las sesiones de entrenamiento. Haciendo del entrenamiento BIM un esfuerzo continuo, es posible maximizar la oportunidad de que todos los diseñadores asistan.
- Promover la educación continua porque sin una exposición constante, las habilidades pueden atrofiarse. Lo mismo ocurre con el BIM (como para un idioma extranjero): si no lo hablas durante un tiempo, empiezas a perder tu vocabulario y fluidez.
- Una vez finalizada la capacitación formal del BIM, mantenga comprometidos incluso a los usuarios ocasionales alentándolos a asistir a las reuniones internas del grupo de usuarios. Mantenga el programa bien equilibrado entre los temas básicos y los avanzados y haga que valga la pena estar allí. Si hay un grupo de usuarios locales en la zona, aliéntelos a asistir también a esos eventos.

Proporcionar formación en BIM a los diseñadores y directores de proyectos no es una tarea trivial, pero con planificación y esfuerzo, puede ayudar a toda su oficina a comprender los beneficios de BIM.

3.3 La identificación y colaboración entre los interesados

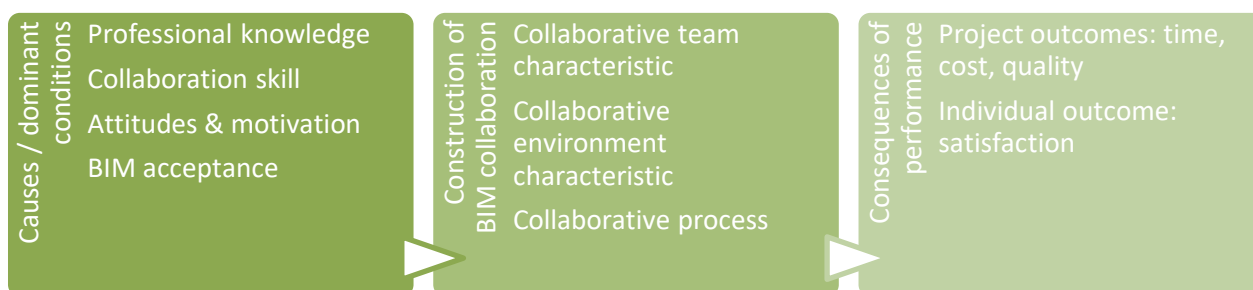
El BIM es un enfoque colaborativo de la construcción que implica la integración de las diversas disciplinas para construir una estructura en un entorno virtual y visual. La esencia de la implementación del BIM es el proceso de trabajo colaborativo en el trabajo de construcción. Por lo tanto, los participantes en el proyecto podrían generar el máximo beneficio de los acuerdos de colaboración aumentando la eficiencia y la eficacia. El proceso permite que el equipo del proyecto trabaje con eficacia, en particular cuando se identifican posibles problemas antes de comenzar a construir en el lugar.

La BIM sirve de plataforma de colaboración para que todos los interesados compartan sus recursos de conocimientos e información. Una información suficiente aumenta la eficacia de las comunicaciones. La comunicación eficaz permite a los interesados intercambiar información precisa, actualizada y aclarada para que los encargados de adoptar decisiones puedan tomar una decisión fiable. Dado que la BIM es una representación digital compartida basada en normas abiertas para la interoperabilidad, exige la colaboración a fin de dar rienda suelta a la utilidad de la aplicación de la BIM y maximizar el rendimiento de la inversión de los interesados. Es importante saber que el proyecto BIM requiere un proceso específico de actividades, que implica un alto nivel de transacciones de datos, información y conocimientos. El éxito de un proyecto BIM depende en gran medida de la colaboración eficaz entre los participantes en el proyecto, incluidos los propietarios.

El BIM se convierte en una forma de hacer frente a los desafíos de cooperación, integración y coordinación que se presentan en la construcción. Muchos estudios recomiendan a la industria de la construcción que avance hacia la ejecución integrada de proyectos (DPI), pero pocos identifican que la DPI como objetivo final del método de ejecución de proyectos de construcción exige una colaboración más estrecha y una comunicación más eficaz. Se ha demostrado que la BIM mejora la colaboración y el intercambio de información comparando esos procesos de construcción tradicionales. El BIM está vinculado a un mayor nivel de eficiencia en términos de comunicación y colaboración y se puede lograr una colaboración multidisciplinaria mediante un uso óptimo del BIM, pero es necesario superar los retos que plantean los cambios de funciones de las partes principales, las nuevas relaciones contractuales y los procesos de reingeniería.

Además, los estudios identifican que los defectos de coordinación son el segundo mayor impacto negativo en el rendimiento de los proyectos, después de la emisión de software, en 35 proyectos de construcción habilitados por el BIM. El problema de la colaboración no puede demostrarse con una sola teoría de contratos o teoría económica. Pocos estudios exponen las complejidades de la colaboración en la aplicación del BIM. Todos los participantes en el proyecto deben estar en consonancia con el interés propio, el requisito de la empresa matriz y el objetivo del proyecto. Por lo tanto, no se trata de una cuestión de colaboración individual en un equipo o una cuestión de colaboración organizativa en una empresa conjunta. El proceso de colaboración es uno de los factores clave para el éxito del BIM. Todo el potencial de la BIM puede realizarse considerando el conocimiento, la tecnología y la relación. Muchas investigaciones se centran en el debate sobre la tecnología BIM. Pocas investigaciones abordan la importancia del proceso de colaboración en la aplicación de la BIM.

Basándose en el marco de colaboración, el modelo que figura a continuación sugiere que cada uno de los determinantes de la colaboración del BIM tiene factores subcategorizados.



En primer lugar, se identifican cuatro condiciones previas de las características del equipo de colaboración, que son el conocimiento profesional, la capacidad de colaboración, las actitudes y la motivación y la aceptación del BIM. Las características más importantes de los conocimientos profesionales en el proyecto BIM parecen ser su experiencia profesional y la comprensión del conocimiento del BIM (aceptación del BIM). Las organizaciones modifican su enfoque de la colaboración de acuerdo con sus experiencias con los asociados anteriores. La complementariedad de la contribución de los conocimientos profesionales en todas las disciplinas asegura el desarrollo del proyecto de construcción y la colaboración entre organizaciones. Su aceptación del BIM es la percepción de cómo contribuyen a la utilización del BIM y motivan a colaborar con otros profesionales dentro del contexto del BIM. La capacidad de colaboración se refiere a la experiencia de colaboración con otros y a las aptitudes sociales individuales con otros miembros del equipo en una organización de proyecto. Cuando un proyecto adopta una tecnología innovadora como la BIM y utiliza esta tecnología, la adopción desencadena nuevos desafíos de organización, incluidas las estructuras y las relaciones de poder. La aceptación de la BIM es importante para que los participantes tengan una percepción mutua de la aplicación de la BIM en un proyecto. En qué medida la aceptación de la BIM por parte de los

participantes puede influir en la eficacia de la colaboración de la BIM. Las actitudes y la motivación parecen ser individuales intestadas en el aprendizaje del BIM y el incentivo de usar el BIM. En cuanto a las actitudes, se considera que la confianza es el factor determinante más importante, junto con el respeto mutuo y el entendimiento común que determinan los miembros apropiados del equipo. Se presta poca atención a las cuestiones culturales, las diferencias culturales existen pero no influyen en la formación de la organización de proyectos de colaboración. Porque Hong Kong, como ciudad internacional, tiene una historia bien desarrollada y logra cierta norma entre los profesionales, sin importar que sean extranjeros o recién llegados a la industria de la construcción en Hong Kong. Todos ellos pueden encontrar su papel e interactuar con otros miembros del equipo en un breve período. En otras palabras, la vacante puede ser llenada automáticamente por la persona apropiada debido a la alta competitividad y la apertura del mercado. Así pues, los profesionales de la industria de la construcción trabajan juntos como una organización temporal para realizar proyectos de construcción, tienen suficiente experiencia para romper las barreras culturales y construir un acuerdo común con los demás. Sin embargo, la cuestión cultural puede cobrar importancia cuando se trata de otras partes e industrias colaboradoras. En segundo lugar, las acciones de las personas pueden repercutir en las relaciones de cooperación entre organizaciones.

Las condiciones ambientales también influyen en el éxito de la colaboración entre organizaciones. Pocos estudiosos identifican la importancia de las características del entorno de colaboración, a pesar de que un contexto de colaboración tiene más probabilidades de éxito. En un marco de colaboración interorganizacional, las organizaciones crean fuerzas macroambientales y las fuerzas organizativas influyen en el grado de colaboración alcanzado. El grado de apoyo institucional que las personas reciben de sus instituciones de origen puede determinar su disposición a contribuir con su tiempo y recursos al proyecto.

En los proyectos habilitados por la BIM, la madurez de la BIM varía según los proyectos y las organizaciones. A veces, la madurez de la BIM también se ve limitada por la propia tecnología. La estrategia contractual es una importante variable moderadora en la colaboración BIM. Esto conducirá directamente al éxito de la implementación de la BIM en su conjunto. Prácticamente, encontramos personas que adoptan la BIM bajo la estrategia de adquisición tradicional, como la de diseño-licitación-construcción, que elimina la BIM como herramienta de visualización en la etapa de licitación anterior. En otros casos encontramos que el contrato de adversario obliga a las personas a colaborar con otros representantes de la empresa debido a la consideración económica y a proporcionar una contribución mínima de acuerdo con la responsabilidad del contrato. Sin embargo, la situación cambia significativamente en un entorno de contrato relacional. Los profesionales trabajan en equipo y están más dispuestos a comunicarse y a resolver problemas juntos y de forma creativa. Por lo tanto, investigamos la estrategia de contrato específico como una característica contextual para nuestra investigación. Por último, es probable que una plataforma operativa con la tecnología apropiada facilite a los profesionales la comunicación y la colaboración.

Otro modelo de proceso de colaboración: establecimiento de problemas, establecimiento de direcciones y estructuración. En este modelo se establecen objetivos específicos, se asignan funciones y tareas claras a los participantes. La colaboración puede mejorarse en esta actividad sostenible a largo plazo, identificando la importancia del desarrollo de procesos en una colaboración interorganizacional. Además, este proceso es dinámico y evoluciona con el tiempo. La colaboración de la BIM se utiliza principalmente a través de su proceso. Esto da lugar a una gran demanda de interoperabilidad de los programas informáticos y a una función y responsabilidad claras para cada una de las partes. Aunque es difícil, la colaboración interorganizacional depende de las aportaciones específicas y el esfuerzo aportado por cada uno de los miembros para tener una comprensión mutua de las funciones y responsabilidades en las diferentes organizaciones. Existe un vínculo entre la comunicación y el trabajo

en colaboración y, sobre la base de estas dos subcondiciones, el proceso podría desarrollarse con fluidez a través de un contexto de buena comunicación.

Tanto las comunicaciones formales como las informales son cruciales para el éxito de la ejecución de los proyectos, lo que demuestra un marco de modelo de colaboración: la toma de decisiones en colaboración implica tanto un juicio estructurado formal como una exploración alternativa informal. La adopción de decisiones se basa en gran medida en el proceso de colaboración y en la experiencia de los participantes y puede aumentar la satisfacción y el compromiso individuales. Dado que la incertidumbre y los conflictos surgen en el proceso de construcción, la toma de decisiones en el proceso de colaboración es importante. Cuando el proyecto tiene niveles prominentes de relación de colaboración y los participantes están dispuestos a compartir información y comunicarse, los conflictos disminuyen.

El plan de ejecución de la BIM (BEP) se notifica como prioridad antes de su aplicación; un BEP bien definido puede asegurar el cumplimiento de los objetivos y solicitudes de los proyectos, puede reducir la incertidumbre y aclarar el papel y la responsabilidad en la mayoría de los proyectos habilitados para la BIM. Además, se considera que el BEP es la clave de la gestión de la información porque establece protocolos de interoperabilidad, hitos de ejecución de los proyectos, precisión dimensional y otros detalles. La BEP especifica las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo y hace que la colaboración con la BIM sea satisfactoria. Es evidente que existen relaciones correlativas entre el éxito de la colaboración entre la BEP y la BIM. En cuanto a las consecuencias de la colaboración, existe una relación entre el rendimiento general del proyecto, el trabajo en equipo interorganizacional y la satisfacción laboral de los participantes.

Muchos investigadores miden el tiempo, el costo y la calidad como las mediciones del rendimiento de los proyectos y ponen a prueba diferentes grados de trabajo en colaboración en relación con el rendimiento del proyecto e identifican que un nivel más alto de trabajo en colaboración tiene más probabilidades de producir niveles más altos de rendimiento del proyecto. Otros investigadores también abordan el hecho de que las relaciones de trabajo tienen un impacto positivo en el rendimiento del proyecto en términos de costo del tiempo y la calidad del proyecto. Esta investigación conceptualiza la formalización de la forma de colaboración en los proyectos habilitados por el BIM. Si los participantes son capaces de colaborar a través de un proyecto de construcción, pueden rendir más productivamente y el proyecto tiene más éxito. En cierto modo, la empresa transmitirá esos beneficios a los particulares, como incentivos y más inversiones en tecnología y capacitación. Esto nos demuestra cómo puede alinear la satisfacción individual con el éxito del proyecto.

4. Módulo 4 - Usar la tecnología BIM

4.1 Sector de la construcción sostenible

Las actividades de construcción y los edificios tienen repercusiones negativas en el medio ambiente debido al uso de la tierra, el consumo de materias primas, el agua, la producción de energía y los desechos y las consiguientes emisiones a la atmósfera. Globalmente los edificios son responsables de:

- X 40 % del consumo anual de energía;
- X Canteras de materiales y minerales extraídos 30 %;
- X 30 % - 40 % de las emisiones de CO₂. Los hogares y los servicios son los primeros emisores de CO₂ en la UE-15 si la electricidad se incluye en los sectores finales.;
- X 12% del consumo de agua;
- X RC&D: 40% de residuos totales producidos (92% de demolición y 8% de construcción);
- X 42% de consumo de energía - la calefacción e iluminación de los edificios representa la mayor parte del uso de la energía (el 70% se destina a la calefacción);
- X 22% de residuos de construcción y demolición (por peso);
- X 35% de emisiones de gases de efecto invernadero;
- X 50% de los materiales extraídos (por peso);
- X Los edificios ocupan el 10% del espacio.

Actualmente, el 80% de la población europea vive en zonas urbanas y la gente pasa más del 90% de su vida en el entorno construido (considerando el hogar, el lugar de trabajo, la escuela y el tiempo de ocio). El bienestar y la comodidad de las personas se ven afectados en gran medida por este entorno, por lo que las actividades de construcción y los edificios también tienen repercusiones en la salud humana.

El Desarrollo Sostenible opera durante todo el ciclo de vida del edificio y le gustaría:

- ✓ reducir el consumo de recursos (ahorrar agua y energía);
- ✓ reutilización de recursos durante la renovación o la eliminación de los edificios existentes o el uso de recursos reciclables de los nuevos edificios. El manejo ambiental incorrecto del sitio fomenta la generación de desechos que podrían haberse evitado;
- ✓ eliminar los tóxicos y asegurar la salubridad de los edificios, aplicando la protección de la naturaleza (mitigación del cambio climático, biodiversidad, servicios de los ecosistemas);
- ✓ poner énfasis en la calidad de los edificios, maximizando la durabilidad porque, en general, es más sostenible renovar los edificios existentes que demoler y construir nuevos;
- ✓ utilizar materiales eco-eficientes (sin procesamiento) y materiales locales;
- ✓ aumentar el confort de la vida (aumentar la calidad de las áreas exteriores y el aire interior).

Es bien sabido que el sector de la construcción es un sector clave para lograr el desarrollo sostenible. Por ello, se han desarrollado sistemas de descripción, cuantificación, evaluación y certificación de edificios sostenibles a nivel internacional y en Europa. El CEN/TC350 "Sostenibilidad de las obras de construcción" - tiene la tarea de establecer el conjunto de normas europeas para la sostenibilidad de las obras de construcción.

La elección de una técnica de construcción, un componente y un material de construcción se basa generalmente en criterios como la funcionalidad, el rendimiento técnico, la estética arquitectónica, los costos económicos, la durabilidad y el mantenimiento, pero esta elección no tiene en cuenta los impactos del medio ambiente y la salud humana. Construir de forma sostenible garantiza que se tengan en cuenta los aspectos sociales, económicos y ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida de un edificio: desde la extracción de las materias primas hasta el diseño, la construcción, el uso, el mantenimiento, la renovación y la demolición.

La remodelación de una vivienda conduce inevitablemente a la generación de residuos debido a los trabajos de demolición y a la propia construcción; sin embargo, se deben utilizar tres directrices principales para limitar la cantidad de residuos que se llevan al vertedero o se incineran:

- Prevención - limitar los residuos de la construcción en la medida de lo posible durante las obras y con respecto a la futura transformación o demolición del edificio;
- promoviendo el reciclaje y la reutilización de los residuos de la demolición mediante la clasificación de los residuos en la obra;
- cuando el reciclaje no es posible, eliminando en dos medios: la incineración con recuperación de energía y llevando los residuos al vertedero.

A continuación se enumeran las medidas que deben adoptarse para limitar los efectos en el medio ambiente y la salud humana durante los desechos de construcción y demolición:

- ✓ Prefieren trabajar con dimensiones estándar y componentes prefabricados en el proceso de construcción;
- ✓ preferir sistemas de fijación mecánica (usando tornillos y clavos) fáciles de desmontar y clasificar, y con una alta tasa de reciclaje - evitar los sistemas de fijación que usan pegamento, cemento, soldadura y otros adhesivos;
- ✓ excluyen los materiales o productos de construcción que generan residuos peligrosos;
- ✓ considerar la reutilización de ciertos materiales in situ, sin tratamiento previo;
- ✓ Evaluar cuidadosamente la cantidad de desechos producidos en la obra (construcción y desmontaje) por tipo de materiales utilizados, y la cantidad de desechos producidos durante la duración de la obra.

Las personas que están más expuestas a las sustancias y a las emisiones de estas sustancias son:

- Los trabajadores que producen los materiales de construcción;
- los trabajadores que utilizan los materiales de construcción;
- usuarios del edificio;
- trabajadores que hacen demoliciones

Las emisiones primarias de los materiales son elevadas inmediatamente después de la fabricación, disminuyen entre el 60 y el 70% en los primeros seis meses y, en general, desaparecen por completo un año después de su incorporación o utilización (como biocidas, fungicidas, ciertos disolventes, compuestos orgánicos volátiles y ciertos aditivos). Las emisiones secundarias pueden persistir e incluso aumentar con el tiempo.



Para un uso eficiente del edificio, es necesario construir nuevos NZEB y renovar los edificios existentes como "**casas pasivas**" mejorando el aislamiento térmico, minimizando los puentes térmicos, mejorando la estanqueidad, utilizando ventanas de excelente calidad, ventilando con una recuperación de calor eficiente y una generación de calor eficiente y utilizando fuentes de energía renovables. La integración del concepto de desarrollo sostenible en la vivienda y la arquitectura en general se denomina "**construcción sostenible**".

4.2 Comprobación automática del modelo

El diseño "orientado a BIM" garantiza la interoperabilidad de los modelos relacionados con las diversas disciplinas permitiendo el control simultáneo con diferentes propósitos: controles de la convergencia de los modelos de las distintas disciplinas, controles de la coexistencia de los elementos de las diferentes disciplinas y controles reglamentarios en el modelo multidisciplinario.

En general, la validación del modelo BIM consiste en que la verificación de los requisitos y la funcionalidad se lleve a cabo de manera conceptual (no diferente) de lo que normalmente se requiere en un enfoque de diseño tradicional. Operativa (y sintéticamente) esto se lleva a cabo mediante la verificación del cumplimiento de los requisitos de diseño y normativos (Comprobación del código) y la verificación del diseño coherente de lo que se espera (Detección de Choques).

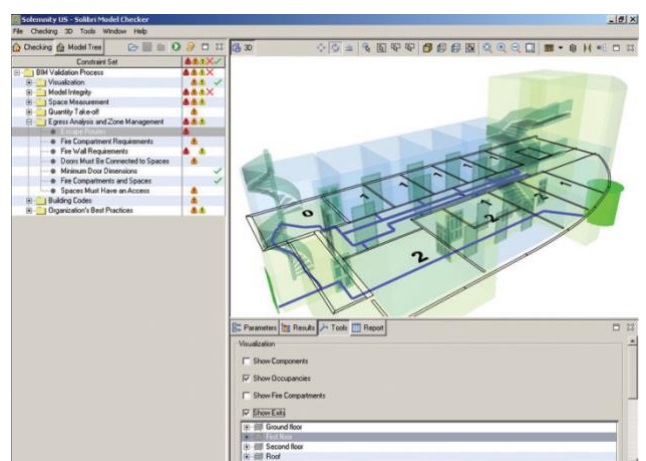
4.2.1 Comprobación del código

En relación con el control mencionado, en las herramientas específicas de examen de modelos, cuando se ha cargado el modelo 3D de la CFI de las diversas disciplinas de diseño, es posible verificar el cumplimiento de las necesidades específicas y los estándares de referencia, que pueden personalizarse mediante los parámetros de las normas de verificación. Al mismo tiempo, se garantiza la calidad de los modelos de las distintas disciplinas sin pérdida de información, como sucede en las transferencias de los mismos modelos a través de los formatos 2D a los formatos 3D. Gracias al formato de archivo IFC, se garantiza la correcta transferencia de la geometría y los atributos relacionados con los modelos 3D.

En cuanto a una fase posterior de comprobaciones reglamentarias y de cumplimiento, se dispone de normas específicas para la denominada Comprobación del Código, para diferentes normas de referencia que ponen automáticamente de relieve las diferencias entre los modelos y la norma, clasificándolas según la gravedad de la discrepancia. Los rangos de valores que identifican problemas de diferencias bajas, medias y altas pueden ser personalizados por el usuario, gestionando así cualquier situación límite.

Entre los principales controles (pero no una lista exhaustiva de todos los disponibles como estándar), es posible destacar:

- Verificación del cumplimiento de las normas de higiene (alturas mínimas, volúmenes, servicios, etc.)
- Verificación de las superficies mínimas de los locales y de las viviendas en relación con su función
- Verificación de las relaciones aire-iluminación de los locales
- Verificación de las dimensiones mínimas de



escaleras y accesos

- Verificación de la accesibilidad a los locales (pasillos, baños, etc.) y la presencia de barreras arquitectónicas
- Comprobaciones de prevención de incendios (resistencia al fuego de elementos y compartimentos, rutas de escape, etc.)
- Control de la presencia de dispositivos de prevención de incendios dentro de los locales o pasillos
- Verificación de los espacios libres alrededor de un elemento específico (extintor de incendios, carrete de manguera, etc.)

Todas las diferencias con las normas se insertan automáticamente en diapositivas, que explican la discrepancia mediante una imagen acompañada de algunas notas técnicas tanto genéricas como específicas en relación con los códigos de los componentes que generan el problema.

A través de los informes incluidos en el software, es posible entonces comunicar las diferencias a los diversos diseñadores y solicitar su corrección en el software de autoría que generó el modelo controlado. Estos informes pueden ser exportados como tabla o como archivo de texto (archivo excel o rtf, pdf).

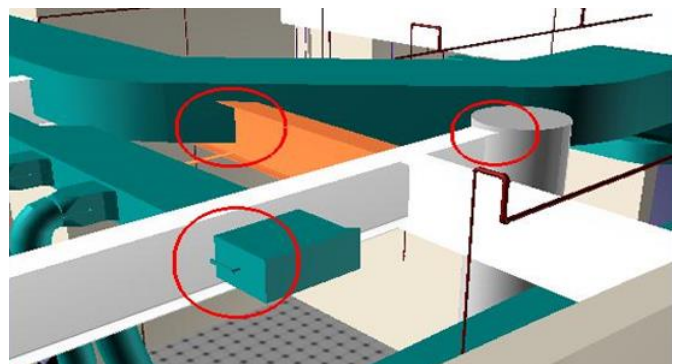
Sin embargo, además, pueden generarse como informes tridimensionales: el Formato de Colaboración BIM permite, en el software de autoría, a través de un plugin adecuado, leer las notas relacionadas con la criticidad resaltada, orientar el modelo 3D y resaltar automáticamente los elementos que generan el problema a corregir facilitando su identificación. Este último método de exportación es más eficaz para la comunicación y luego la identificación del problema dentro de todos los programas informáticos que participan en el proceso BIM, completando efectivamente la interoperabilidad entre las diferentes disciplinas.

4.2.2 Detección de choque

Uno de los principales beneficios de la BIM es la posibilidad de detectar "enfrentamientos" en una etapa temprana de su proyecto, en la que deberían ser mucho más fáciles, más baratos y con menos tiempo para rectificar. En términos de diseño, un choque se produce cuando los componentes que componen un activo construido no están coordinados espacialmente y, por lo tanto, entran en conflicto. En un proceso BIM estos choques pueden detectarse más fácilmente durante la fase de diseño de un proyecto antes de que se inicien los trabajos en el lugar.

Una serie de disciplinas se unen para trabajar en varios aspectos de los proyectos de construcción. Utilizando el modelo del arquitecto como punto de partida, un ingeniero estructural, un ingeniero ambiental, un ingeniero mecánico y eléctrico (y potencialmente muchos otros) producirán su propio modelo. Cada "modelo" consistirá en una serie de archivos de modelos, documentos y archivos de datos estructurados que contengan información no geométrica sobre lo que se construirá. Todos estos activos se reúnen como una réplica digital. Esto mostrará, al principio, lo que ha sido diseñado y eventualmente mostrará lo que ha sido construido e instalado. En un proceso BIM de Nivel 2, los modelos federados producidos por equipos individuales se integran (a intervalos preestablecidos) en un modelo maestro que se sitúa dentro del Entorno Común de Datos (CDE). Con los datos de una multitud de modelos que se unen para formar un modelo maestro es inevitable que haya choques que deban ser resueltos.

Cuando imaginamos choques, comúnmente pensamos en dos componentes ocupando el mismo espacio. A



menudo se les llama "choque **duro**" - una columna que atraviesa una pared o una tubería que atraviesa una viga de acero, por ejemplo. Este tipo de choques pueden ser muy largos y costosos de corregir si sólo se descubren en el lugar. Un "choque **suave**" se produce cuando un elemento no tiene las tolerancias espaciales o geométricas que requiere, o se rompe su zona de amortiguación. Por ejemplo, una unidad de aire acondicionado puede requerir ciertas holguras para permitir el mantenimiento, el acceso o la seguridad que una viga de acero anularía. Si se dispone de suficientes datos sobre los objetos, el software puede utilizarse incluso para comprobar el cumplimiento de los reglamentos y normas pertinentes (capítulo 5.2.1). Otros tipos de conflicto podrían implicar la programación de los contratistas, la entrega de equipos y materiales y conflictos generales de calendario. Estos se denominan a menudo "conflictos de flujo **de trabajo o de 4D**".

Evitar los choques es una parte clave del proceso de diseño y construcción. Documentar un conjunto de procedimientos estándar en un Plan de Ejecución BIM (BEP) y establecer procedimientos de coordinación en los Requisitos de Información del Empleador (EIR) como parte de la documentación contractual de un proyecto es crucial. También lo son los Planes de Ejecución BIM elaborados por los proveedores. Durante el proceso de diseño y construcción, los gerentes de interfaz del equipo de diseño deben evaluar las decisiones de diseño y los conflictos para ver si pueden resolverlos internamente, y cuando esto no pueda hacerse, pueden combinarse modelos separados para que los revise un jefe de diseño.

El proceso de diseño tradicional vería a los especialistas trabajando en dibujos separados con papeles de calco producidos durante los puntos de control de coordinación para comprobar la compatibilidad. No era tan inusual que los choques sólo se detectaran en el lugar de la construcción con el potencial de enormes costos y retrasos. En un proceso BIM de Nivel 2 se producen una serie de modelos federados y se utilizan gotas de datos coordinados para informar a un modelo maestro. El software de modelado BIM y las herramientas de integración BIM permiten a los diseñadores comprobar los choques en sus propios modelos y cuando los modelos se combinan.

El software de detección de choques es cada vez más sofisticado y permite al usuario comprobar si hay choques dentro de subconjuntos específicos (elementos estructurales contra las paredes, por ejemplo) y que éstos se marquen en la pantalla (a menudo en colores vibrantes).

Algunos choques geométricos siempre serán perfectamente aceptables (piense: luces de techo empotradas, tuberías empotradas en las paredes) y las reglas de software que se basan en los datos de los objetos empotrados pueden evitar que este tipo de choques sean señalados. Como puedes imaginar, el nivel de detalle en el modelado del BIM es, por lo tanto, crucial cuando se trata de la detección de choques.

Ejecutar un escaneo o informe de detección de conflictos normalmente sacará a relucir muchos casos duplicados del mismo problema. Si un solo tramo de tubería choca con cinco vigas, se mostrará como cinco choques aunque, en realidad, al resolver un problema (la colocación de la tubería) se resolverán todos los choques. Revisar y cancelar estos choques en el diseño es una parte clave del proceso del BIM. Como en cualquier proceso automatizado, no se debe confiar en este tipo de exploraciones de forma aislada, sino que deben formar parte de procesos más amplios de coordinación del diseño.

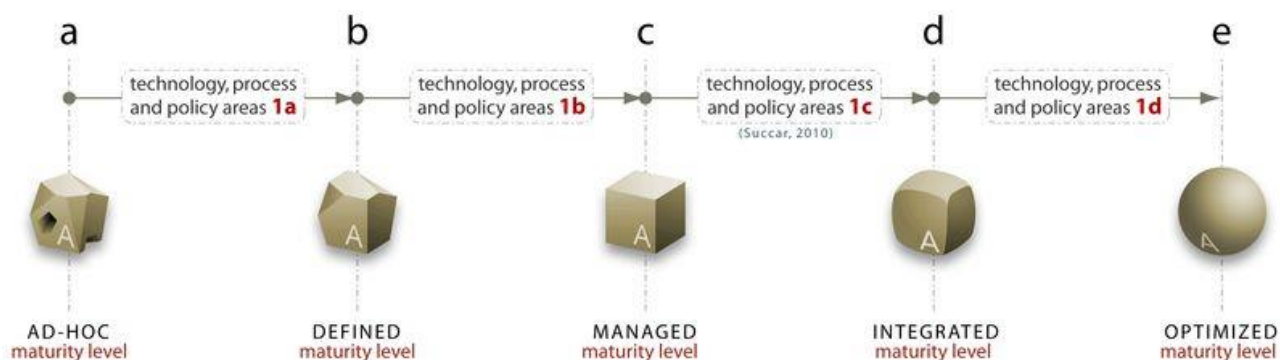
Es probable que las herramientas de software sigan siendo cada vez más sofisticadas a medida que se combinen en modelos de datos cada vez más ricos en formatos estándar. El mayor potencial de mejora, sin embargo, viene con el Nivel 3 BIM. Trabajar en un modelo de construcción coordinado y en colaboración (en lugar de los numerosos modelos federados reunidos para formar un único modelo completo en las etapas clave) debería significar que el número de choques de proyectos se reduzca drásticamente.

4.3 Índice de madurez de la información

El término "Madurez BIM" se refiere a la calidad, repetibilidad y grados de excelencia de los servicios BIM. En otras palabras, la Madurez del BIM es la habilidad más avanzada para sobresalir en la realización de una tarea o en la entrega de un servicio/producto de BIM. Para abordar este tema, el Índice de Madurez BIM (BIMMI) se ha desarrollado investigando y luego integrando varios modelos de madurez de diferentes industrias. El BIMMI tiene cinco niveles de madurez distintos: inicial/ad hoc, definido, gestionado, integrado y optimizado. En general, la progresión de los niveles de madurez del IMCM de menor a mayor indica:

- ✓ Mejor control mediante la minimización de las variaciones entre los objetivos y los resultados reales;
- ✓ una mejor previsibilidad y previsión al reducir la variabilidad de la competencia, el rendimiento y los costos;
- ✓ mayor eficacia para alcanzar los objetivos definidos y establecer otros nuevos más ambiciosos.

En la figura¹⁴ siguiente se resumen visualmente los cinco niveles de madurez o "mesetas evolutivas", seguidos de una breve descripción de cada nivel:



Nivel de madurez a (inicial o ad-hoc): La aplicación de la BIM se caracteriza por la ausencia de una estrategia general y una importante escasez de procesos y políticas definidos. Las herramientas de software BIM se despliegan de manera no sistemática y sin investigaciones y preparativos previos adecuados. La adopción de la BIM se logra en parte gracias a los esfuerzos "heroicos" de los campeones individuales, proceso que carece del apoyo activo y constante de los directivos de nivel medio y superior. Las capacidades de colaboración (si se logran) suelen ser incompatibles con las de los asociados en los proyectos y se producen con pocas o ninguna guía de procesos, normas o protocolos de intercambio predefinidos. No existe una resolución formal de las funciones y responsabilidades de los interesados.

Nivel de madurez b (definido): La aplicación de la BIM está impulsada por la visión general del personal directivo superior. La mayoría de los procesos y políticas están bien documentados, se reconocen las innovaciones de los procesos y se identifican las oportunidades de negocio que surgen de la BIM, pero aún no se explotan. El heroísmo de la BIM comienza a perder importancia a medida que aumenta la competencia; la productividad del personal sigue siendo imprevisible. Se dispone de directrices básicas de la BIM que incluyen manuales de capacitación, guías de flujo de trabajo y normas de aplicación de la BIM. Los requisitos de capacitación están bien definidos y por lo general se proporcionan sólo cuando se necesitan. La colaboración con los asociados del proyecto muestra signos de confianza/respeto mutuo.

¹⁴ Fuente: <https://www.bimthinkspace.com/2009/12/episode-13-the-bim-maturity-index.html>

entre los participantes en el proyecto y sigue guías de procesos, normas y protocolos de intercambio predefinidos. Las responsabilidades se distribuyen y los riesgos se mitigan por medios contractuales.

Nivel de madurez c (gestionado): La visión para implementar el BIM es comunicada y comprendida por la mayoría del personal. La estrategia de aplicación de la BIM va unida a planes de acción detallados y a un régimen de vigilancia. Se reconoce que la BIM es una serie de cambios tecnológicos, de procesos y de políticas que deben gestionarse sin obstaculizar la innovación. Las oportunidades comerciales que surgen de la BIM se reconocen y se utilizan en las actividades de comercialización. Las funciones de la BIM se institucionalizan y los objetivos de rendimiento se logran de manera más coherente. Se adoptan especificaciones de productos/servicios similares a las Especificaciones de Progresión del Modelo de la AIA o los niveles de información del BIPS. La modelización, la representación 2D, la cuantificación, las especificaciones y las propiedades analíticas de los modelos 3D se gestionan mediante normas detalladas y planes de calidad. Las responsabilidades de colaboración, los riesgos y las recompensas están claras en las alianzas de proyectos temporales o en las asociaciones a largo plazo.

Nivel de madurez d (integrado): La aplicación de la BIM, sus requisitos y la innovación de procesos y productos se integran en los canales organizativos, estratégicos, de gestión y de comunicación. Las oportunidades de negocio que surgen de la BIM forman parte de la ventaja competitiva del equipo, la organización o el equipo del proyecto y se utilizan para atraer y conservar clientes. La selección y el despliegue de los programas informáticos se ajustan a los objetivos estratégicos, no sólo a los requisitos operacionales. Los resultados de la modelización están bien sincronizados entre los proyectos y estrechamente integrados con los procesos empresariales. El conocimiento se integra en los sistemas organizativos; el conocimiento almacenado se hace accesible y fácilmente recuperable. Las funciones y los objetivos de competencia del BIM están incrustados en la organización. La productividad es ahora coherente y previsible. Las normas BIM y los puntos de referencia del rendimiento se incorporan en los sistemas de gestión de la calidad y de mejora del rendimiento. La colaboración incluye a los actores posteriores y se caracteriza por la participación de los principales participantes durante las primeras fases del ciclo de vida de los proyectos.

Nivel de madurez e (optimizado): Las organizaciones y los interesados en los proyectos han asimilado la visión del BIM y la están alcanzando activamente. La estrategia de aplicación de la BIM y sus efectos en los modelos de organización se revisan continuamente y se reajustan con otras estrategias. Si es necesario modificar los procesos o las políticas, se aplican de manera proactiva. Se buscan y siguen sin cesar soluciones innovadoras de productos/procesos y oportunidades de negocio. La selección/utilización de herramientas de software se revisa continuamente para mejorar la productividad y alinearse con los objetivos estratégicos. Los resultados de la modelización se revisan/optimizan cíclicamente para beneficiarse de las nuevas funcionalidades de los programas informáticos y las extensiones disponibles. La optimización de los datos integrados, los procesos y los canales de comunicación es implacable. Las responsabilidades, los riesgos y las recompensas de la colaboración se revisan y reajustan continuamente. Los modelos contractuales se modifican para lograr las mejores prácticas y el mayor valor para todos los interesados. Los puntos de referencia se revisan repetidamente para asegurar la mayor calidad posible en los procesos, productos y servicios.

4.4 Tecnologías BIM 4D y 5D

Los modelos BIM son el resultado de la superposición de múltiples capas de información, desde la simple geometría hasta la información relacionada con el mantenimiento o la gestión de activos. Cada una de estas "capas de información" se conocen normalmente como "dimensiones BIM", por lo que podemos encontrar referencias a los modelos BIM 4D, 5D, 6D, etc. En el caso particular de los modelos

BIM 4D, la capa de información "protagonista" del modelo es la que está relacionada con la planificación y la gestión del tiempo, es decir, los datos que nos permiten localizar temporalmente un determinado elemento de construcción durante su puesta en marcha.

4.4.1 Planificación de la fase 4D

Los gráficos de Gantt ¹⁵han sido durante mucho tiempo un elemento básico de la planificación de proyectos, pero dejan mucho que desear en lo que respecta a la visualización del programa de un proyecto. La mayoría de los constructores invirtieron en su primer sistema de planificación de proyectos hace más de una década y se han convertido en una herramienta vital para los servicios de gestión de proyectos. Las soluciones BIM, por otra parte, son relativamente nuevas. Ricos en información, los modelos de información de edificios proporcionan a los arquitectos una gran cantidad de tareas centradas en el diseño, análisis de energía, estudios solares y gestión de especificaciones, por nombrar algunos. Dado el éxito de BIM en el ámbito del diseño, las empresas constructoras están recurriendo ahora a los modelos de información de edificios para sus propios usos, análisis de constructibilidad, coordinación comercial, cuantificación, estimación de costos, etc. Una de las aplicaciones de construcción más obvias para el BIM es donde el diseño y la construcción se unen primero: la planificación de la construcción.

4D La planificación de la construcción es un esfuerzo continuo para gestionar el progreso de un proyecto de construcción y reaccionar en consecuencia, ajustándose dinámicamente a la "situación en el terreno". Por supuesto, el diseño de un edificio está en el centro de su plan de proyecto, y añadiendo datos de programación a un modelo de información de edificios en 3D (es decir, el diseño del edificio) puede crear un modelo de información de edificios en 4D, donde el tiempo es la 4ª dimensión. Los modelos 4D incluyen datos de planificación como la fecha de inicio y fin de un componente y su criticidad o holgura.

Por lo tanto, un modelo BIM 4D puede definirse como el resultado de la integración de dos capas de información, la geometría de los elementos constructivos y la lista de tareas o actividades (con sus correspondientes duraciones y enlaces), mediante el uso de una herramienta de software que permite interrelacionarlos. El resultado es un modelo integrado que, desde el punto de vista de la sostenibilidad (entendida como una reducción del impacto ambiental de la construcción, muy en línea con los conceptos que consideran las certificaciones como BREEAM, LEED o GREEN) puede ser utilizado en dos áreas principales: la planificación del proceso constructivo del proyecto y la planificación del propio emplazamiento y el impacto en su entorno inmediato.

Centrándose en el primero de ellos, la secuencia de construcción del proyecto, el uso de herramientas y metodologías basadas en los modelos BIM 4D proporciona una visión holística del edificio a los técnicos encargados de gestionar y planificar el proceso de ejecución de todos y cada uno de los elementos del proyecto. El acceso a toda esta información y, sobre todo, la posibilidad de simular diferentes escenarios de construcción, hacen de la planificación con BIM 4D una herramienta integral para mejorar los tiempos de construcción, reducir las interferencias entre los sistemas constructivos y optimizar la compra, entrega y puesta en marcha de los diferentes materiales, especialmente de aquellos que, por su

¹⁵

Fuente:

https://www.google.com/url?sa=tct=j&src=source=webd=2ed=2ahUKEwjUsOiv5ezIAhUFzoUKHepxDJEQFjABegQIDBAErl=https%3A%2F%2Fwww.etc-cc.com%2Fetc%2Fdownload%2Fbmi%2FBIM_project_planning_ENsg=AOvVaw1-qD29LgpMMipoYC6uUY-f

especial incidencia en el rendimiento energético de los edificios, es fundamental controlar y verificar su correcta ejecución.

Como resultado, un modelo de información sobre edificios en 4D proporciona una interfaz intuitiva para que el equipo del proyecto y otros interesados puedan visualizar fácilmente el montaje de un edificio a lo largo del tiempo. Permite la simulación de la construcción en 4D, una herramienta de planificación clave durante la pre-construcción para evaluar varias opciones. Los guiones gráficos y las animaciones en 4D hacen que el BIM sea una poderosa herramienta de comunicación, que permite a los arquitectos, constructores y sus clientes tener una comprensión compartida del estado del proyecto, los hitos, las responsabilidades y los planes de construcción. Los equipos suelen empezar a desarrollar modelos 4D trazando manualmente las fechas del calendario desde el plan del proyecto hasta los componentes del modelo. Ese esfuerzo les ayuda a mejorar el plan y a mejorar la forma en que comunican el plan a todo el equipo. Más tarde, a medida que avanzan en sus habilidades, vinculan programáticamente el programa al modelo, para ahorrar tiempo y aumentar su capacidad de evaluar varias opciones de secuencias de construcción.

Como complemento a esta planificación detallada de la secuencia de construcción, encontramos la planificación del entorno inmediato de la obra, donde las herramientas de simulación y control basadas en los modelos BIM 4D nos permiten controlar y simular con precisión tres aspectos clave en el impacto ambiental de nuestro edificio: los almacenes y las zonas de trabajo, la seguridad y la salud en la obra (rutas, zonas de riesgo, etc.) y la gestión de los residuos de la construcción (estudiando las cantidades, los tipos, las ubicaciones y, sobre todo, su evolución a lo largo del proceso de construcción).

Es posible utilizar varios enfoques para vincular un modelo de información de construcción a un plan de proyecto, exportando desde el software BIM al software de gestión de proyectos en un entorno de visualización 3D/4D especializado vinculado a un plan de proyecto.

En resumen, el uso de los modelos BIM 4D permite comprender y visualizar la planificación más allá del diagrama de Gantt, mostrando secuencias constructivas, relaciones entre elementos, alternativas y anticipando interferencias y conflictos durante la puesta en marcha; en definitiva, se trata de planificar mejor para construir de forma más eficiente y sostenible.

4.4.2 Estimación del costo de la 5D

La estimación de los costos ¹⁶es otro aspecto del proceso de construcción que puede beneficiarse de la información computable del edificio. El diseño de un edificio es responsabilidad de los arquitectos, mientras que la evaluación del costo de construcción es el dominio de los estimadores. En general, el alcance del trabajo del arquitecto no se extiende a los despegues de materiales o a la información de costos. Eso se deja al estimador.

Cuando preparan sus estimaciones de costos, los estimadores típicamente comienzan digitalizando los dibujos de papel de los arquitectos, o importando sus dibujos CAD en un paquete de estimación de costos o haciendo despegues manuales de sus dibujos. Todos estos métodos introducen el potencial de error humano y propagan cualquier inexactitud que pueda haber en los dibujos originales.

5D es aquella dimensión de la aplicación de la metodología BIM que corresponde explícitamente a la estimación de los costos. En el modelo tridimensional, se introduce la variable económica para la valoración de los costes del proyecto con el fin de controlarlos y estimar los gastos (asignando el precio a los diferentes objetos o elementos modelizados como el valor de un parámetro).

¹⁶ Fuente http://images.autodesk.com/apac_gtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf

Utilizando un modelo de información de construcción en lugar de dibujos, los despegues, recuentos y mediciones pueden generarse directamente a partir del modelo subyacente. Por lo tanto, la información es siempre consistente con el diseño. Y cuando se hace un cambio en el diseño - un tamaño de ventana más pequeño, por ejemplo - el cambio automáticamente se traduce en toda la documentación y los programas de construcción relacionados, así como en todos los despegues, recuentos y mediciones que son utilizados por el estimador.

El tiempo que el estimador dedica a la cuantificación varía según el proyecto, pero quizá el 50-80% del tiempo necesario para crear una estimación de costos se dedica sólo a la cuantificación. Dadas estas cifras, uno puede apreciar instantáneamente la enorme ventaja de usar un modelo de información de edificios para la estimación de costos. Cuando no se requieren despegues manuales, se puede ahorrar tiempo, costos y reducir el potencial de error humano. De hecho, una queja común de las empresas de estimación es cuánto odian pagar a los estimadores para que simplemente cuenten o cuantifiquen cuando aportan tanta más pericia y experiencia.

Al automatizar la tediosa tarea de cuantificar, el BIM permite a los estimadores utilizar ese tiempo en lugar de centrarse en los factores específicos de los proyectos de mayor valor - identificar los ensamblajes de construcción, generar precios, factorizar los riesgos, etc. - que son esenciales para las estimaciones de alta calidad. Por ejemplo, consideremos un proyecto comercial cuya construcción está prevista para el invierno en el norte de Minnesota. El estimador se dará cuenta de que en invierno será necesario calentar y deshidratar una parte de la subestructura de hormigón. Este es el tipo de conocimiento especializado que sólo los estimadores profesionales pueden tener en cuenta en la estimación de costos con precisión. Esta sabiduría de la construcción, no el "conteo", es el valor real que los estimadores profesionales aportan al proceso de estimación de costos.

Si gracias a las herramientas de modelización BIM aplicadas al diseño y modelización virtual de un edificio es posible aumentar la eficiencia del proceso constructivo desde su concepción y a lo largo de todo su ciclo de vida, gestionando el coste que permite BIM 5D, será posible estimar estos costes desde una fase muy temprana, lo que permitirá, a la vez que analizar las diferentes propuestas de diseño y explorar y simular las diferentes alternativas en términos de eficiencia (mediante el análisis conceptual de los flujos energéticos, evaluaciones de rendimiento térmico, análisis de control solar, evaluaciones de eficiencia energética, análisis de iluminación, etc.) para evaluar y estudiar el impacto económico de cada una de las soluciones propuestas. Los cambios en el diseño reflejados en el modelo BIM tendrán una rápida respuesta en el presupuesto generado a partir de él, pudiendo ser actualizado de forma inmediata.

Hay una variedad de formas de obtener cantidades y definiciones de materiales a partir de un modelo de información de construcción en un sistema de estimación de costos. Entre las amplias categorías de enfoques de integración se incluyen

- **Interfaz de Programación de Aplicaciones (API)** a programas de estimación disponibles comercialmente de proveedores con un enlace directo entre el sistema de costos y el software de modelación BIM. Desde el software de estrategia BIM un usuario exporta el modelo de construcción utilizando el formato de datos del programa de cálculo de costos y lo envía al estimador, que luego lo abre con la solución de cálculo de costos para comenzar el proceso de cálculo de costos.
- **ODBCconnection (Open Data Base Connectivity)** para programas de estimación, útil para integrar aplicaciones centradas en datos como la gestión de especificaciones y la estimación de costes con el modelado de información de edificios. Este enfoque utiliza típicamente la base de datos ODBC para acceder a la información de atributos en el modelo del edificio, y luego utiliza archivos CAD 2D o 3D exportados para acceder a los datos dimensionales. Parte de la

integración incluye una reconstitución de los datos de construcción dentro de la solución de cálculo de costes que vincula la geometría de los costes, los atributos y los precios.

- **Salida a Excel.** En comparación con los enfoques descritos anteriormente, los despegues de cantidad realizados y la salida a un programa de Microsoft® Excel® pueden parecer deslucidos, pero la simplicidad y el control se adaptan perfectamente a algunos flujos de trabajo de coste. Por ejemplo, muchas empresas sólo crean despegues de material, dan salida a los datos en una hoja de cálculo y luego los pasan al estimador de costos.

No hay enfoques correctos o incorrectos: cada estrategia de integración se basa en el flujo de trabajo de estimación utilizado por una empresa específica, las soluciones de cálculo de costos que tienen en marcha, las bases de datos de precios que utilizan, etc.

No debemos olvidar que, aunque la eficiencia energética de los edificios persigue como objetivo último el ahorro de recursos naturales, la reducción de la huella de carbono y, en última instancia, la preservación del equilibrio global de nuestro planeta, lo cierto es que las decisiones que se tomen en el proceso constructivo, como acción empresarial que es (al menos, en la mayoría de los casos) deben responder también a criterios de eficiencia empresarial, es decir, de reducción o, al menos, de compensación de costes. La metodología BIM en general, y la BIM 5D en particular, nos ofrece las herramientas para que estas decisiones puedan ser tomadas sobre la base de datos fiables que, además, pueden ser obtenidos, como hemos dicho antes, prácticamente de forma inmediata. La reducción de las incertidumbres es uno de los mayores logros de la metodología BIM, que permite tomar las mejores decisiones posibles en los momentos más adecuados del proceso de construcción.

5. Módulo 5 - Analizar el modelo BIM

5.1 BIM para la gestión de la calidad

La mayoría de los gerentes de los edificios existentes ¹⁷necesitan manejar las influencias de las actividades diarias mientras supervisan el mantenimiento y las operaciones de estas instalaciones. Típicamente, su principal preocupación es la gestión del confort térmico. Los administradores también deben gestionar la calidad del ambiente interior -humedad, iluminación, sonido, etc.- así como la calidad de los servicios prestados, los costos de operación del edificio, el uso de energía, el uso de agua, el reciclaje y la reducción de desechos. Con el aumento de los mandatos de presentación de informes, la medición del rendimiento de los edificios es más importante que nunca.

La mayoría de los gerentes ya trabajan con varias tecnologías en la gestión de las instalaciones. Un sistema de automatización de edificios (BAS) o un sistema de gestión de edificios (BMS) se encarga más a menudo del funcionamiento de los sistemas mecánicos y de iluminación de los edificios. Un sistema de gestión de la energía, que puede formar parte del BAS o del BMS, se encarga de la energía. En muchas instalaciones, los sistemas integrados de gestión del trabajo (IWMS) o los sistemas computarizados de gestión del mantenimiento (CMMS) apoyan la gestión de las instalaciones: actividades de mantenimiento, órdenes de trabajo, gestión del espacio, planificación del capital, personal, etc.

Todos estos sistemas son intensivos en datos. Cualquiera que haya participado en su aplicación en una instalación existente sabe que para que sean verdaderamente valiosos, requieren una planificación cuidadosa, la comprensión de los resultados esperados, la recopilación detallada de datos, pruebas, investigación de antecedentes y capacitación.

Aunque la necesidad de planificación y capacitación nunca desaparecerá, la tecnología BIM y los estándares desarrollados en torno a ella podrían ofrecer una forma de unir estos diversos sistemas. En la forma estándar de funcionamiento, los administradores tienen muchos documentos que proporcionan información sobre las instalaciones: generaciones de dibujos, libros de especificaciones, manuales de operaciones y mantenimiento, garantías, informes de pruebas de sistemas y otros registros de proyectos.

Rara vez se vinculan electrónicamente estas fuentes de información. En todos mis años de práctica como ingeniero, el mejor y único ejemplo que he visto del mantenimiento de los datos de diseño y operaciones es una empresa que mantenía los planos maestros de cada uno de sus edificios, así como de cada uno de los principales sistemas dentro de esos edificios. La organización también mantenía carpetas para sistemas específicos que indicaban parámetros y procedimientos específicos. Dependiendo de las actividades en un mes determinado, era un trabajo de medio tiempo a tiempo completo mantener la información. Acceder a la información era otra cuestión porque no siempre estaba actualizada.

Los gerentes ciertamente entienden la necesidad de contar con información consistente, precisa y fácilmente actualizable para ayudar a administrar las instalaciones, pero la tecnología no siempre ha estado disponible para apoyarla de manera fácil. Los gerentes necesitan una mejor manera de conectar la información que tienen con las herramientas de gestión que utilizan.

¹⁷ Fuente: <https://www.hindawi.com/journals/jcen/2014/672896/>

5.2 BIM para el traspaso y el mantenimiento

Los equipos de diseño y construcción suelen ser contratados ¹⁸para entregar un paquete estructurado de entrega de información para apoyar las operaciones y el mantenimiento de los activos de un cliente al final del proyecto. Sin embargo, no es frecuente que esta información de traspaso se compruebe en el punto de recepción para comprobar su integridad, exactitud y adecuación. Esto explica en cierta medida por qué los propietarios de los activos y los administradores de las instalaciones a menudo tienen dificultades para garantizar que un activo cumpla sus expectativas (costo o alcance) en los primeros años. Por lo tanto, hay que argumentar que los administradores de instalaciones pueden ser más francos para aclarar todas las preferencias y expectativas de la información que necesitan desde el primer día. El BIM y un enfoque de colaboración para el diseño, la construcción y la entrega de edificios pueden desempeñar un papel crucial para llevarnos aún más lejos en el camino hacia unos activos contruidos mejor ejecutados y menos dolores de cabeza para todos.

Cuando se les entregan las llaves al final de un proyecto de construcción, lo que se suele dar a un administrador de instalaciones (FM) es una caja, ya sea virtual o física, llena de información y datos. Esa caja debe contener explicaciones sobre el mantenimiento del edificio, las garantías del equipo, las instrucciones de funcionamiento de seguridad y las listas de activos, entre otras cosas. Esta información puede estar en todo tipo de formatos, incluyendo papel y medios digitales como CDs y llaves USB.

Para complicar aún más las cosas, se corre el riesgo de que la información vital relacionada con la construcción se pierda durante la entrega de esa caja. Cuando el administrador de las instalaciones se dé cuenta de que falta información, tendrá que dedicar un tiempo indeseado a rastrear la información histórica de los proyectos. Esto es un desperdicio de esfuerzos, sobre todo por el trabajo que implica. La información que se resucita después del calvario a menudo puede ser inexacta o incompleta. En el peor de los casos, esos datos no pueden recuperarse y la FM debe entonces emprender un nuevo estudio del edificio o de la pieza para captar su estado de construcción. El resultado es un costo pagado dos veces por el propietario del edificio para un estudio (y por el contratista de mantenimiento) que sólo debería tener lugar una vez.

Por otro lado, suponga que cada dato entregado fue apropiado, completo y futuro. No sólo eso, sino que era relevante con toda la información inmaterial ya filtrada u organizada de manera que pudiera ser fácilmente clasificada y hecha utilizable durante los próximos veinte años. Entonces, la información podría contribuir a mejorar el funcionamiento del edificio, no sólo ahora, sino durante años después de la entrega.

¿Qué tiene que ver todo esto con el modelado de información de construcción (BIM)? El BIM permite que la información fluya sin problemas desde el inicio de un proyecto de construcción hasta la gestión de las instalaciones. Articula al cliente todo, desde los planos de planta y diseños hasta los materiales utilizados, la vida útil de los activos y los programas de mantenimiento requeridos - esencialmente, describe qué productos están en el edificio, dónde están, cómo funcionan y cómo encajan todos juntos. Relaciona los objetos en un modelo y los vincula entre sí para una mayor comprensión de todas las partes involucradas en el diseño, la construcción, las operaciones y el mantenimiento continuo de la estructura.

Lo que esto significa a largo plazo es una mayor previsibilidad y la oportunidad de adoptar medidas tempranas para una acción proactiva de FM; pueden realizar el valor total de su activo a lo largo de su vida útil mediante un funcionamiento y un mantenimiento rentables, sostenibles y rápidos. Con el BIM,

¹⁸ Fuente: <https://www.ukconstructionmedia.co.uk/news/bim-handover-maintenance/>

los administradores de las instalaciones pueden visualizar las instalaciones que se están creando, ayudándoles a comprender la intención del proyecto. El BIM les permite ver el futuro, les permite ver el efecto que las características de diseño individuales tendrán en el futuro inmediato, esa misma tarde y en los días siguientes.

El BIM también puede actuar como puente entre las diferentes etapas del proceso de traspaso. Cuando los equipos implementan Entornos de Datos Comunes, los flujos de trabajo pueden automatizarse en una plataforma compartida y neutral, a la vez que se proporciona un recurso de información completo accesible para las partes interesadas y compartido durante o después del proyecto. De esta manera, se reduce el riesgo de perder la información de activos creada anteriormente en el proyecto. La información exacta debería haberse registrado, verificado y presentado oportunamente a lo largo del proceso, y no sólo haberse recogido al final.

Es común que las FM se preocupen por no haber participado en el diseño del edificio y que esto dificulte su trabajo. Lo que BIM significará para ellos es trabajar no más duro, sino más inteligentemente. Las nuevas prácticas de trabajo fomentan, a través de la adopción de BIM, la necesidad de involucrar a los propietarios de los activos y a los administradores de las instalaciones para que comprendan la información que requieren en el momento de la entrega. Esto significará unir a la gente. Los administradores de instalaciones no tienen que saberlo todo sobre la tecnología CAD o el modelado en 3D, pero pueden tener una voz importante durante el diseño, pueden influir en el resultado y pueden garantizar que la información entregada por el contratista se ajuste a sus necesidades específicas.

¿Cómo logramos esta forma de trabajo en colaboración? Fomentando una conversación abierta entre todas las disciplinas. La dirección de los viajes en la industria llevará eventualmente a un punto en el que los expertos en gestión de instalaciones puedan ayudar y educar a otros dentro de las etapas de diseño y construcción sobre los beneficios a largo plazo del uso de BIM para ayudar al ciclo de vida de los activos. Un papel específico viene a los formatos abiertos de BIM como la CFI. Es un estándar internacional de datos para BIM que permite la comunicación entre las partes durante el proyecto, independientemente de las plataformas de software que utilicen, y asegura que los datos puedan seguir siendo leídos en diez años y más. Crea reglas y fundamentos de colaboración para asegurar que todos hablen el mismo idioma.

Sin herramientas digitales sofisticadas de traspaso, los contratistas se apresuran a reunir retrospectivamente la información del proyecto en la práctica para entregarla al propietario, o se arriesgan a multas o a retrasos en los pagos. Incluso entonces, mucha de esta información es inexacta y/o incompleta. El BIM ofrece a los propietarios un modelo multidimensional del activo construido, pero lo que es más importante, la oportunidad de desarrollar una fuente de información digital estructurada del activo para que el diseño pueda ser modificado y aprobado mientras se prueba su constructibilidad. En el futuro, el administrador de las instalaciones tiene la oportunidad de influir en la calidad de la información que recibe, incluida una representación digital completa y una vista geoespacial, con todos los detalles pertinentes del proyecto y la información de traspaso incluidos.

La educación permite muchas cosas. En nuestra línea de trabajo, abre puertas y ventanas para que los clientes sean plenamente conscientes de los datos que necesitarán para hacer sus vidas más fáciles. Con más información significativa añadida cada día, los gemelos digitales emergerán como la réplica digital de los edificios físicos. Aprovechar ese tipo de tecnología de vanguardia puede elevar la gestión de las instalaciones a un nuevo espacio.

Referencias

Bilal Succar, BIM Think Space, Introducción a los Episodios del BIM, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/bim_episode_1_i.html

Fundación Laboral de la Construcción, Glosario Terminología BIM

Matt Ball, Redshift Autodesk, Building Information Modeling for the Win: Top 11 Benefits of BIM, <https://www.autodesk.com/redshift/building-information-modeling-top-11-benefits-of-bim/>

Bilal Succar, BIM Think Space, Understanding Model Uses, <http://www.bimthinkspace.com/2015/09/episode-24-understanding-model-uses.html>

SCIA, ¿Por qué es importante el BIM abierto? <https://www.scia.net/en/open-bim>

BIM Portale, BIM y estándar abierto, <https://www.bimportale.com/bim-e-open-standard/>

Luca Moscardi, Building in Cloud, CDE - Common Data Environment - herramienta estratégica para el proceso BIM, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>

Luca Moscardi, Construyendo en la Nube, 6 puntos clave para construir un exitoso Ambiente de Datos Comunes, <https://www.buildingincloud.net/cde-common-data-environment-strumento-strategico-del-processo-bim/>

Designing Building Wiki, BIM Plan de Ejecución BEP, https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/BIM_execution_plan_BEP

CPIC - Comité de Información de Proyectos de Construcción, Plan de Ejecución CPiX BIM, <http://www.cpic.org.uk/cpix/cpix-bim-execution-plan/>

Erin Rae Hoffer, Achieving strategic ROI measuring the value of BIM, https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/pdf/Is-it-Time-for-BIM-Achieving-Strategic-ROI-in-Your-Firm%20ebook_BIM_final_200.pdf

Bilal Succar, BIM Think Space, Top-Down, Bottom-Up y Middle-out BIM Difusión, <http://www.bimthinkspace.com/2014/07/episode-19-top-down-bottom-up-and-middle-out-bim-diffusion.html>

Bilal Succar, BIM Think Space, The role policy makers (can) play in BIM adoption, <http://www.bimthinkspace.com/2015/01/episode-20-the-role-policy-makers-can-play-in-bim-adoption.html>

Bilal Succar, BIM Think Space, Focus on Modelling, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/the_bim_episode.html

Bilal Succar, BIM Think Space, Focus on Information, http://www.bimthinkspace.com/2005/12/the_bim_episode_1.html

Bilal Succar, BIM Think Space, BIM data sharing methodologies, http://www.bimthinkspace.com/2006/02/the_bim_episode.html

Essential BIM, As-Built "BIM Ready" Modelos, <http://essentialbim.com/bim-services/as-built-bim-ready-models>

Instituto de Ingeniería de Obras Públicas de Australia, Best practice Guide for tendering and Contract Management, <http://vccia.com.au/advocacy-and-reports/tendering-contract-management>

Giuseppe Broccoli, Los bonos en los contratos de construcción internacionales: lo que son, <https://blog.bdalaw.it/en/bonds-in-international-construction-contracts>

Wei Lu1, Dan Zhang y Steve Rowlinson, Departamento de Bienes Raíces y Construcción, La Universidad de Hong Kong, Hong Kong, colaboración BIM: un modelo conceptual y sus características, http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2013-0025-0034_Lu_Zhang_Rowlinson.pdf

Formar - Formación profesional sobre el mantenimiento y la renovación de edificios sostenibles, construcción sostenible &nZEB, <http://formarproject.eu/index.php/sustainable-construction-nzeb>

BibLus-net, BIM y verificación de modelos: ¿qué es y cuáles son los procesos de validación de datos? <http://biblus.acca.it/il-bim-e-lattivita-di-model-checking-il-clash-detection-e-il-code-checking/>

Harpaceas, El experto en BIM, <https://www.harpaceas.it/il-controllo-normativo-con-solibri-model-checker-code-checking/>

Richard McPartland, NBS, Detección de choques en BIM, <https://www.thenbs.com/knowledge/clash-detection-in-bim>

Bilal Succar, BIM Think Space, el Índice de Madurez del BIM, <http://www.bimthinkspace.com/2009/12/episode-13-the-bim-maturity-index.html>

Autodesk, BIM y Planificación de Proyectos, https://www.etc-cc.com/etc/download/bmi/BIM_project_planning_EN

Autodesk, BIM y Cost Estimating, http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf

Laurie A. Gilmer, P.E., How to Use Building Information Modeling in Operations, <https://www.facilitiesnet.com/software/article/How-to-Use-Building-Information-Modeling-in-Operations-Facility-Management-Software-Feature--13688>

Steve Cooper, Aconex, The Value of BIM in Handover and Maintenance, <https://www.ukconstructionmedia.co.uk/news/bim-handover-maintenance/>

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención N° 754016.

Esta entrega refleja sólo el punto de vista del autor. La Agencia no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información que contiene.

El presente entregable se actualizará durante el proyecto a fin de alinear el resultado con las necesidades del mercado, así como con otros proyectos relacionados con el BIM realizados en el marco del programa Horizonte 2020.

La versión actualizada del entregable sólo estará disponible en el sitio web del proyecto www.net-ubiep.eu.

Algunos productos podrían también ser traducidos a los idiomas nacionales de los asociados y podrían encontrarse en las respectivas páginas web nacionales. Haga clic en las banderas para abrir las páginas de correspondencia:



Página web internacional



Página web de Italia



Página web de Croacia



Página web de Eslovaquia



Página web de España



Página web de Holanda



Página web de Estonia



Página web de Lituania