



BUILDING SMART Spanish Chapter

GUIA DE USUARIOS BIM



Documento 9

Uso de modelos para análisis de
Instalaciones



v 1.0

07/10/2014



Derecho de Autor © 2014 BuildingSMART Spanish Chapter

Se otorga permiso para copiar, distribuir y/o modificar este documento bajo los términos de la Licencia de Documentación Libre GNU, Versión 1.1 o cualquier otra versión posterior publicada por la Free Software Foundation; sin Secciones invariantes.

Una copia de la licencia es incluida en el documento titulada "Licencia de Documentación Libre GNU".

Patrocinador del proyecto

Sergio Muñoz Gómez
Presidente de BuildingSMART Spain Chapter

Coordinadores de la Iniciativa uBIM

Alberto Cerdán Castillo
José González Díaz
Augusto Mora Pueyo
Miguel Rodríguez Niedenfürh

Director del proyecto

Manuel Bouzas Cavada

Coordinadores de los grupos de trabajo

Martí Broquetas
David Carlos Martínez Gómez
Augusto Mora Pueyo

Gestión de la información

Juan Carlos Pezza Gesino

Maquetación

David Sánchez Parramón

Creado con la colaboración de un grupo excepcional formado por 80 profesionales coautores



Coautores

Jose Agullo De Rueda
 Iván Alarcón
 Fernando Alonso Rocamora
 José Ariza Pedrosa
 José Antonio Arroyo Montes
 Oscar Avilés Jiménez
 Julia Ayuso
 David Barco Moreno
 José Manuel Bellón Guardia
 Juanjo Blasco
 Manuel Bouzas Cavada
 Luis Briones Roselló
 Martí Broquetas
 Pablo Callegaris
 Jorge Catalán Vázquez
 Alberto Cerdán
 Pablo Cordero Torres
 Daniel Correa Vázquez
 Vicente Cremades
 Jon Diéguez
 Adelardo Domingo
 Vladimir Domínguez De Vasconcelos
 Ricardo Donoso Ardiles
 Maximiliano Echenique Betancourt
 Gustavo Ferreiro Pérez
 Stella Flah
 José Manuel García Acevedo
 Javier García Montesinos
 Sandra Garrido Martínez
 José González Díaz
 Teresa González Magallanes
 Benjamín González Cantó
 Virginia Gonzalo
 José María Gutiérrez Cano
 Jorge Hernando
 Antonio Larrondo Lizarraga
 Óscar Liébana
 Manuel López Teruel
 María López Ruiz
 Martín Loureiro Barrientos

Esther Maldonado Plaza
 Víctor Malvar
 Verónica Martín Tolosa
 David Carlos Martínez Gómez
 Manuel Javier Martínez Ruiz
 Nuria Martínez Salas
 Pedro Javier Martínez
 Juan Carlos Mendoza Reina
 Roberto Molinos
 Augusto Mora Pueyo
 César Moreno Cornejo
 Sergio Muñoz Gómez
 José Nogués Mediavilla
 Carlos Olmo
 Simón Ortega Serrano
 Mario Ortega
 Xavier Pallás Espinet
 Juan Pablo Pellicer
 Rafael Perea Mínguez
 Francisco Pérez Doblado
 Juan Carlos Pezza Gesino
 Pepe Ribera
 Miguel Rodríguez Niedenföhr
 Luis Rodolfo Romero Gutiérrez
 Mari Ángeles Rosa López
 Elisabet Rovira
 Juan Ruiz
 Gabriel Ruvalcaba
 David Sánchez Parramón
 Jon Sánchez
 Carlos Severiano Herranz
 Carlos Toribio
 David Torromé
 Alberto Urbina Velasco
 Antonio Vaquer
 Antonio Varela Romero
 Pepe Vázquez Rodríguez
 Sergio Vidal Santi-Andreu
 David Villalón Mena
 Ernesto Zapana Ginez



Objetivo

En este documento se recogen las guías fundamentales para la elaboración efectiva de modelos de información de construcción (modelos BIM de ahora en adelante) a modo de Guía de Usuarios estándar. Esta guía es una adaptación del COBIM finlandés (*Common BIM Requirements 2012*) elaborado por el *Building Smart Finland* en el año 2012, el cual ha sido adaptado a la casuística de España, atendiendo a las normativas y estándares vigentes, mediante un equipo redactor multidisciplinar integrado por expertos en cada uno de los capítulos tratados. El objetivo de dicho documento es el de poder disponer de una guía estándar de fácil adaptación y en constante evolución con el fin de aglutinar y coordinar a todas las disciplinas implicadas en la confección de modelados BIM con garantías de precisión adecuadas para su uso efectivo en el sector.

La propiedad y el modelado de la construcción apuntan a soportar un ciclo completo del diseño y la construcción que sea de alta calidad, eficiente, seguro y conforme con un desarrollo sostenible. Los modelos del edificio (BIM) se utilizan a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio, empezando en el diseño inicial, continuando durante la construcción e incluso más allá, hasta el uso del edificio y la gestión de equipamiento (*FM facilities management*) una vez que el proyecto de construcción ha finalizado.

Los modelos del edificio con información (BIM) permiten lo siguiente, por ejemplo:

- Dar soporte a las decisiones de inversión, comparando la funcionalidad, el alcance y los costes de las soluciones.
- Análisis comparativo de requisitos energéticos y medioambientales, para elegir soluciones de diseño y objetivos para el seguimiento posterior de la explotación del edificio y sus servicios.
- Visualización del diseño y estudios de viabilidad de la construcción.
- Mejora del aseguramiento de la calidad y del intercambio de datos para hacer el proceso de diseño más efectivo y eficiente.
- Uso de los datos del proyecto del edificio durante las operaciones de construcción y explotación y mantenimiento.

Para hacer un modelo satisfactorio, deben establecerse prioridades y objetivos específicos en el proyecto para el uso del modelo. Estos requisitos específicos de proyectos deberían ser definidos y documentados de acuerdo a las bases generales establecidas en esta serie de publicaciones.

Los objetivos generales del modelado de edificios con información incluyen, por ejemplo, los siguientes:

- Dar soporte a la toma de decisiones del proyecto.
- Permitir el compromiso de las partes con los objetivos del proyecto utilizando el modelo de información del edificio.
- Visualizar soluciones de diseño.



- Asistir durante la fase de diseño y coordinar entre distintos diseños.
- Incrementar y asegurar la calidad del proceso de construcción y el producto final.
- Hacer más eficaces los procesos durante la fase de construcción.
- Mejorar la seguridad durante las fases de construcción y explotación del edificio.
- Dar soporte a los análisis de costes del proyecto y del ciclo de vida del edificio.
- Permitir la gestión y la transferencia de datos del proyecto durante la operación.

“Requisitos básicos comunes” cubre los objetivos para nueva construcción y para rehabilitación, así como el uso y la gestión de los edificios y sus servicios. Los requisitos mínimos para el modelado y para el contenido de información de los modelos se incluyen en los requisitos de modelado (la finalidad es intentar aplicar los requisitos mínimos en todos los proyectos de construcción donde aportaran ventajas).

Junto a los requisitos mínimos, otros requisitos adicionales pueden presentarse en casos específicos. Los requisitos del modelo y del contenido deben estar presentes en todos los contratos de diseño y presupuestados y ofertados de forma consistente.

Esta serie de publicaciones “requisitos comunes BIM 2012” consiste en los siguientes documentos.

1. Parte General
2. Modelado del estado actual
3. Diseño arquitectónico
4. Diseño de instalaciones (MEP)
5. Diseño estructural
6. Aseguramiento de la calidad
7. Mediciones en BIM
8. Uso de modelos en visualización
9. Uso de modelos en análisis de instalaciones MEP
10. Análisis energético
11. Gestión del proyecto BIM
12. BIM para mantenimiento y operaciones
13. Uso de modelos durante la fase de construcción
14. Uso de modelos en la supervisión de edificios

Adicionalmente a los requisitos de cada campo individual, cada participante debe respetar como mínimo los requisitos generales (serie 1) y los principios del aseguramiento de la calidad. La persona responsable del proyecto o de la gestión de los datos del proyecto debe tener amplio dominio de los principios y requisitos del BIM.





BUILDING SMART Spanish Chapter

Documento 9

Uso de modelos para Análisis de Instalaciones



Contenidos

9.1	Introducción	1
9.2	Análisis de Instalaciones	1
9.2.1.	Simulaciones de energía y confort	1
9.2.2.	Simulación CFD (Computacional Fluid Dynamics)	2
9.2.3.	Análisis de la vida útil y coste de las instalaciones	4
9.2.4.	Análisis del impacto ambiental	6
9.2.5.	Técnicas de visualización de imágenes	6
9.2.6.	Cálculo de iluminación y visualización	8
9.2.7.	Simulación de iluminación	9
9.2.8.	Análisis de sistemas de instalaciones	12
9.2.9.	Análisis y presentación de resultados	13
	Glosario de Términos	14



9 Uso del modelo en análisis de Instalaciones

9.1 Introducción

Este documento se centra en los análisis realizados por el diseñador de instalaciones sobre la base de los modelos BIM disponibles. El documento no toma partido sobre las herramientas que se utilizan para realizar el análisis.

Los análisis se centran en el edificio, el tipo individual, los espacios o el sistema de instalaciones.

9.2 Análisis de Instalaciones

Muchas de las soluciones proyectadas por otros diseñadores, tales como la forma del edificio escogida por el arquitecto o la opción de estructura hecha por el proyectista estructural, tienen efectos directos en el ciclo de vida de las instalaciones, por ejemplo, mayor consumo de energía.

Sin embargo, los posibles errores o soluciones antieconómicas no pueden ser corregidos solamente en la etapa del diseño de las instalaciones, cuando las soluciones espaciales y estructurales ya se han decidido. De lo contrario, a menudo se requerirán soluciones especiales para las instalaciones, que aumentarán aún más los costes.

Por esta razón, es importante que el diseñador de instalaciones esté involucrado en el proceso de diseño desde el principio del proyecto.

El análisis de instalaciones, proporciona entre otras cosas, información acerca de la eficiencia energética y los costes del ciclo de vida de la solución diseñada. El uso del BIM hace más eficaz la preparación de los análisis de instalaciones. Los análisis se pueden realizar incluso sobre la base de modelos BIM preliminares y muy simples. Esto generará un considerable valor añadido en la toma de decisiones de los procesos de diseño.

En la primera fase del diseño, el análisis se enfoca en la comparación de alternativas, y en etapas posteriores, en la evaluación de la conformidad de la solución de diseño a los objetivos.

9.2.1. Simulaciones de energía y confort

Las instrucciones para la simulación energética y de confort, se pueden encontrar en la serie 10, "Análisis energético".



9.2.2. Simulación CFD (Computational Fluid Dynamics)

Las condiciones del aire en espacios interiores se ven afectadas de manera significativa por el efecto combinado de difusores y de diferentes cargas y estructuras.

El Cálculo de la Dinámica de Fluidos (CFD) hace referencia al análisis del flujo de aire y a la distribución del calor en un mismo espacio. Proporciona información detallada sobre las condiciones de la temperatura y del flujo de aire. Este tipo de simulación se suele utilizar para el análisis de construcciones especiales como, por ejemplo, espacios altos o con otro tipo de demanda y espacios públicos grandes.

La simulación CFD utiliza el modelo IFC de arquitectura como fuente de información. Para la preparación de la simulación CFD se puede aplicar un modelo de sistema MEP si este se encuentra disponible.

El objetivo de la simulación CFD es predecir los flujos de aire interiores y generar información computacional para facilitar la selección de los sistemas.

Las simulaciones CFD permiten determinar las condiciones de temperatura, el nivel de confort, la calidad del aire, la velocidad, la humedad, el nivel de dióxido de carbono, el nivel de renovación y otros factores que afectan a las condiciones del aire en un espacio interior mediante la visualización a través de imágenes y animaciones.

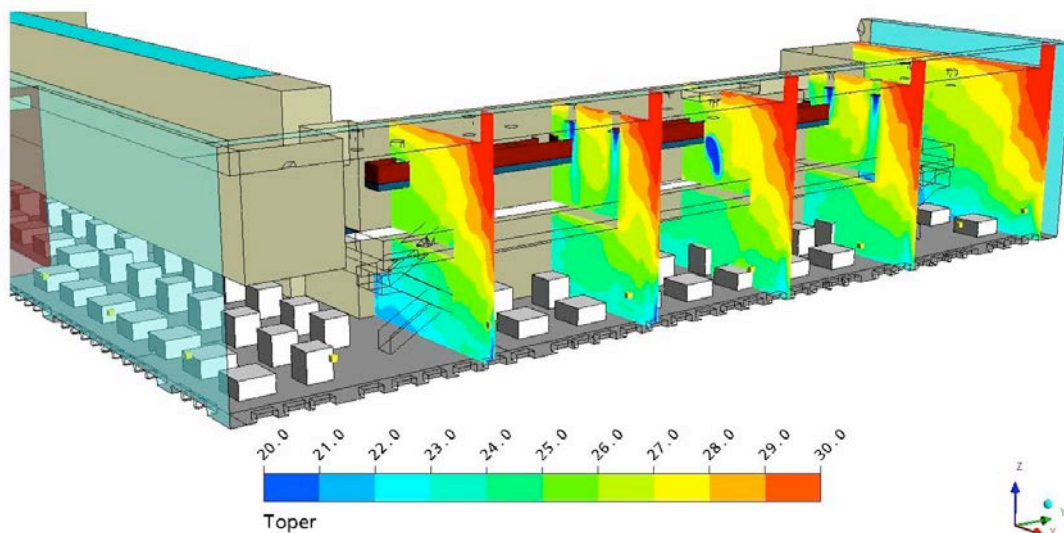


Figura 9.2.1: Distribución de la temperatura en un vestíbulo acristalado.

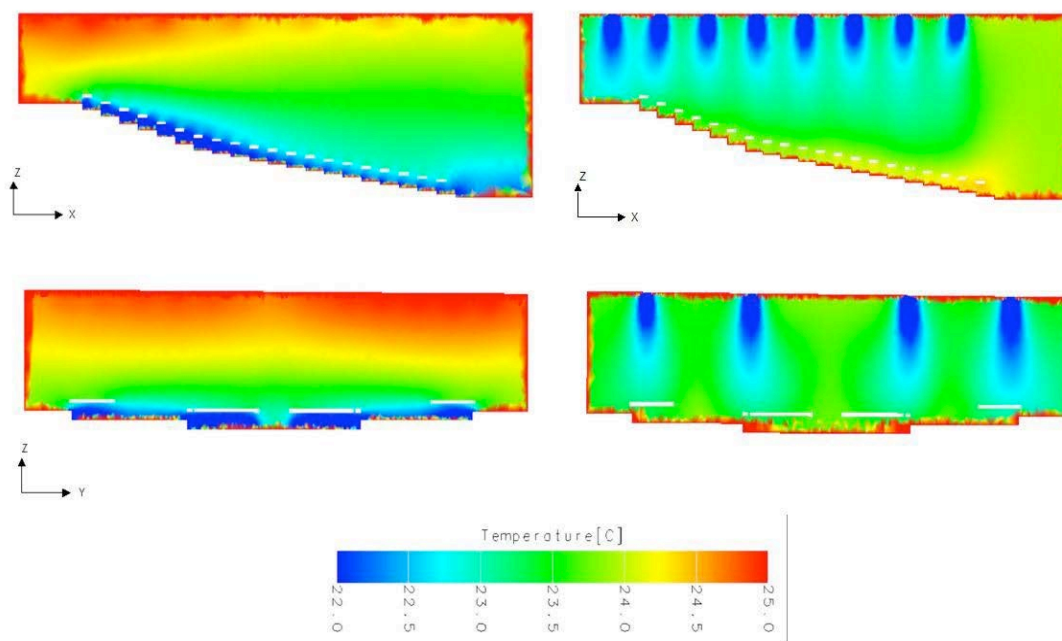


Figura 9.2.2: Distribución de la temperatura en un auditorio comparando dos formas diferentes de distribución del aire (ventilación por desplazamiento/ventilación mixta).

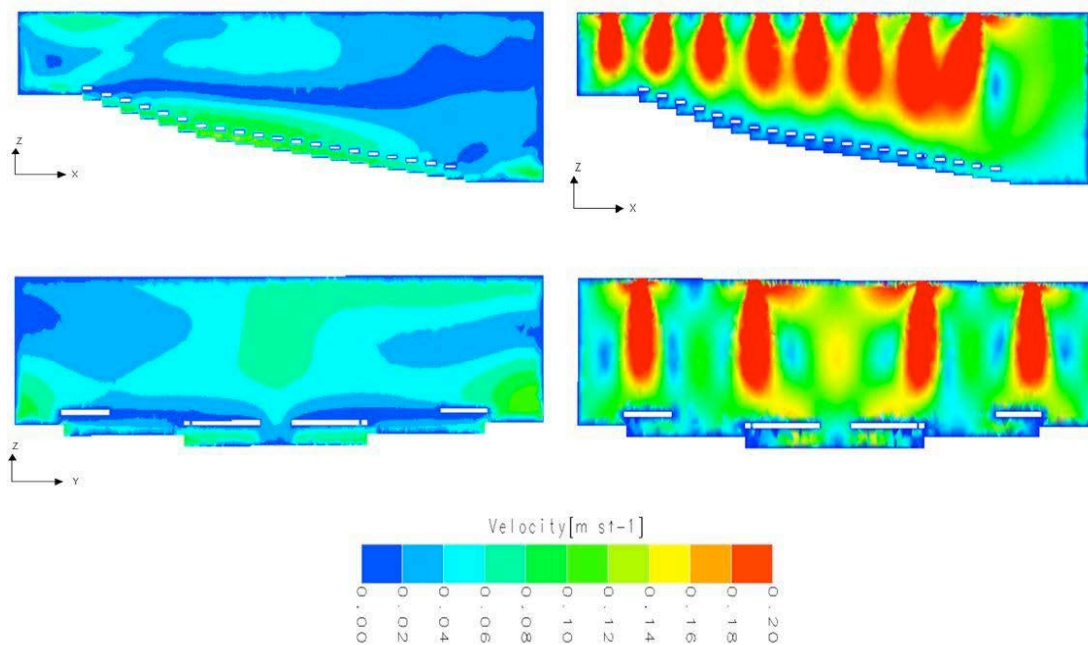


Figura 9.2.3: Velocidad del aire usando dos formas diferentes de distribución del aire (ventilación por desplazamiento/ventilación mixta).



Capítulo 3.2 Referencias a la lista de asignación de tareas (Ámbito de trabajo, diseño-MEP):

D 0 Diseño preliminar, tareas discrecionales:

Artículo D 2.11, l Cálculo de Dinámica de Fluidos (CFD), nivel c (MEP)

E Desarrollo del diseño, tareas discrecionales:

Artículo D 3.7, Cálculo de Dinámica de Fluidos (CFD), nivel c (MEP)

Ficha de información del proyecto:

Artículo 2.4.5 Condición / aire interior, nivel c

9.2.3. Análisis de la vida útil y coste de las instalaciones

Normalmente, las decisiones más importantes relativas a la habitabilidad de la vivienda, la adaptabilidad o la eficiencia energética se toman durante la fase de diseño preliminar o de proyecto. Es entonces cuando se determina el tamaño del edificio, la forma, la distribución de los espacios, las decisiones estructurales más importantes y el nivel de calidad de las condiciones interiores.

En etapas posteriores del diseño, las decisiones tomadas en la fase de diseño del proyecto limitan las posibilidades de solución si se comparan, por ejemplo, con las soluciones de los sistemas MEP.

Con frecuencia, las decisiones relativas, por ejemplo, al consumo energético y a las características de la eficiencia ecológica se basan en suposiciones, valoraciones empíricas y valores estadísticos. En muchos casos, estas cifras no tienen una relación directa con la construcción planificada ni con sus características específicas.

Cuando los bocetos dibujados por el arquitecto se comparan, en la etapa de diseño más temprana, mediante cálculos fiables, de ciclos de vida, tanto el diseño como la ejecución pueden orientarse hacia soluciones que presenten más ventajas en cuanto al ciclo de vida del edificio que cuando se presenta el caso.

En el diseño del ciclo de vida, el edificio se modela basándose en los bocetos del proyecto o de los bocetos de la fase de diseño. La primeras estimaciones del consumo de energía calorífica y eléctrica se calculan siguiendo el programa espacial del edificio y la información relativa a la duración estimada para el uso. Las simulaciones de energía y las de confort se utilizan para comparar las diferentes formas de los edificios, los efectos del tamaño de las ventanas y las soluciones que se usan para las ventanas, los niveles de calidad del aire interior, etc.



Las simulaciones del consumo de energía y de las condiciones del aire en espacios interiores que tienen en consideración las características específicas del edificio, desempeñan un papel fundamental en los estudios del ciclo de vida.

Los costes energéticos derivados de un edificio diseñado y ejecutado para ser económico y ecológico son óptimos, y el aire interior cumple con las necesidades del edificio.

Cuando los costes del ciclo de vida se analizan de manera profunda y en la fase temprana del diseño, la comparación de la calidad del aire interior y los costes – obtenidos a través de diferentes soluciones de sistemas – durante el ciclo de vida del edificio, pueden presentarse para ayudar en la toma de decisiones.

Por regla general, las comparaciones se plantean en las siguientes sub-áreas:

- el tamaño y las propiedades de las ventanas, protecciones solares
- soluciones estructurales alternativas, espesor de los aislamientos
- una solución que en principio afecta a la ventilación y a la refrigeración (basada en flujos de aire; vigas frías, ventilosconvectores, etc.)
- solución de ventilación para la recuperación de calor (qué método de recuperación es seleccionado)
- soluciones para ventilación dirigida (ventilación dirigida por presencia o por dióxido de carbono según necesidad, etc.)
- soluciones de iluminación (dispositivos de iluminación, tipos de bombilla, dirección según necesidades, etc.)
- aprovechamiento de la luz natural para la iluminación
- realización de conversiones flexibles por medio de diferentes soluciones estructurales y MEP

Con frecuencia, se considera una parte delimitada del sistema para establecer una comparación entre diferentes alternativas, o se observa en el edificio el efecto de cierta solución constructiva (por ejemplo, muros exteriores, ventanas) a partir del ciclo de vida completo del edificio.

Capítulo 3.3 Las referencias a la lista de asignación de tarea (Ámbito de trabajo, MEP-diseño):

E Desarrollo del diseño, tareas discrecionales:

Artículo E 3.9, Contabilidad de costes del ciclo de vida



Ficha de información del proyecto:

Artículo 2.4.8 Costes del ciclo de vida (LCC)

9.2.4. Análisis del impacto ambiental

El impacto ambiental se analiza en base a los elementos BIM del modelo arquitectónico y al sistema BIM del MEP. El análisis de los impactos ambientales se puede utilizar para evaluar el consumo de energía, el consumo de la "materia prima"(materiales de construcción), las emisiones de la construcción y la vida útil de los elementos constructivos. Los resultados obtenidos mostrarán las características de la solución del diseño. La cantidad de información contenida en el MEP y los elementos constructivos BIM pueden ser utilizados para este análisis.

Dado que el consumo de energía del edificio es aproximadamente el 80% de la totalidad del impacto ambiental, incluso la simulación de energía, por sí sola, a menudo es suficiente para representar el impacto ambiental. Cabe señalar sin embargo, que a medida que la energía del consumo disminuye, la importancia relativa de los impactos ambientales ligados a los sistemas estructurales y MEP aumentará en consecuencia.

Capítulo 3.4 referencias a la lista de asignación de tareas (Alcance de los trabajos, diseño-MEP):

E Desarrollo del diseño, tareas discrecionales:

Artículo E 3.10, Impactos ambientales

Ficha de información del proyecto:

Artículo 2.4.10 Impactos ambientales (LCA)

9.2.5. Técnicas de visualización de imágenes

La combinación del diseñador MEP (MEP BIMs) con el arquitecto o el diseñador estructural BIM permite estimar cómo los dispositivos MEP (mezcladores, tomas de corriente, interruptores, radiadores, equipos terminales de ventilación, aparatos de alumbrado , etc) se ajustan a la arquitectura del edificio en proyectos en los que esto es de gran importancia.

El examen puede llevarse a cabo a través de imágenes o animaciones. También se puede realizar utilizando un software de visualización de modelo combinado bien diseñado, el cual en parte, tenga en cuenta los materiales de la obra.



En escenarios de laboratorio y de hospital en particular, las técnicas de visualización de imágenes hacen que la colocación y apariencia de los equipos de MEP sean fáciles de observar y comprender para el usuario.

El propósito de las imágenes técnicas de visualización no es examinar la iluminación o utilizar los colores en un espacio, sino resaltar los detalles técnicos.

La distribución de las tareas de visualización entre el arquitecto y el diseñador MEP, y la exactitud de los datos de origen necesarios para ello, deben ser establecidas en los acuerdos previos de diseño (del modelo BIM).



Figura 9.2.4: Imagen de visualización de un espacio de laboratorio (proyecto de remodelación)





Figura 9.2.5: Imagen de visualización de los sistemas de tuberías en aseo

Capítulo 3.5 Las referencias a la lista de asignación de tarea (Ámbito de trabajo, diseño-MEP):

Ficha de información del proyecto:

Artículo 2.4.1 Visualización de materiales definidos por el diseñador.

9.2.6. Cálculo de iluminación y visualización

El cálculo de iluminación se utiliza para calcular y representar de forma numérica la luminosidad proporcionada por los dispositivos de iluminación en la habitación/espacio y el índice de deslumbramiento (reflexión) en dicho espacio y en las diversas superficies del mismo. El arquitecto BIM y el diseñador del sistema eléctrico BIM realizarán el cálculo de iluminación, si el software tiene esta capacidad para ello.

Puesto que un objetivo específico es, a menudo, estudiar las condiciones de iluminación en lugares tales como una superficie del escritorio, la arquitectura BIM debe contener también los muebles del espacio para hacer posible el cálculo. El cálculo se puede realizar en un espacio muestra o en todos los espacios necesarios.

El cálculo de iluminación requiere un esfuerzo considerablemente menor que la simulación de la iluminación, pero los resultados obtenidos son menos ilustrativos.



La visualización de iluminación se utiliza para ilustrar los efectos de la iluminación producida por los dispositivos seleccionados sobre (el carácter) de los interiores y la iluminación del espacio.

Además, puede llevarse a cabo un estudio aproximado de los efectos de la luz del día y el deslumbramiento (reflexión).

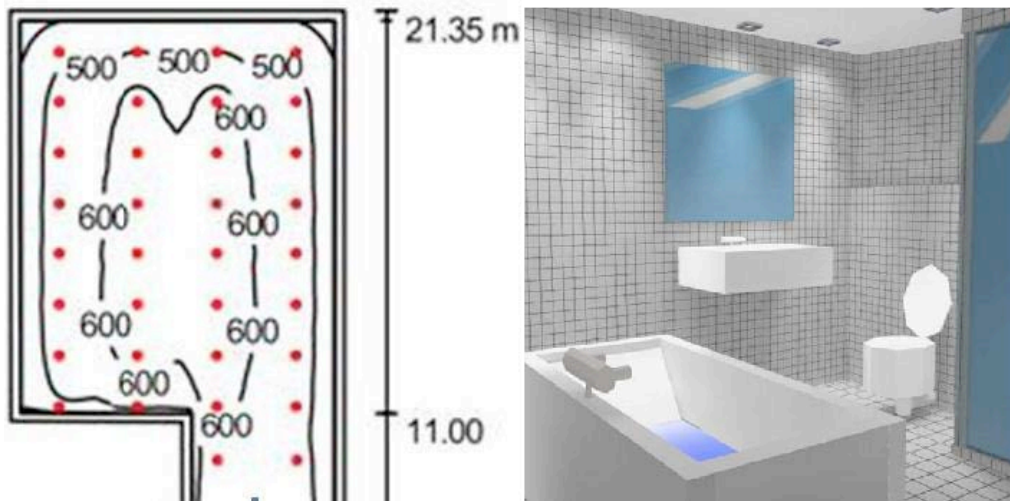


Figura 9.2.6: Cálculo de iluminación y visualización

Capítulo 3.6 Las referencias a la lista de asignación de tarea (Ámbito de trabajo, diseño-MEP):

D 0 Diseño preliminar, tareas básicas:

Artículo D 3.8, Cálculo lumínico.

D 0 Diseño preliminar, tareas discrecionales:

Artículo D 2.13, Visualización de la iluminación.

E Desarrollo del diseño, tareas discrecionales:

Artículo D 3.6, Cálculo lumínico

Ficha de información del proyecto:

Artículo 2.4.6 Iluminación, niveles a y b

9.2.7. Simulación de iluminación

El software usado para hacer simulaciones debe ser capaz de calcular la iluminación real con diferentes puntos de luz y calcular la reflexión de la luz en las diferentes superficies de los materiales.

La información respecto a la superficie de los materiales y sus características de reflexión, y los elementos que nos encontramos en el entorno, como pueden ser columnas o mobiliario, nos ayudan para realizar la simulación. Las visualizaciones fotorrealistas resultantes se asemejan a las imágenes fotográficas y representan condiciones reales bastante cercanas a la realidad, visualizando los diferente niveles de iluminación en cada una de las superficies de la sala. Algunos programas informáticos, permiten examinar los problemas ergonómicos causados alterando el brillo y el deslumbramiento.



Figura 9.2.7: Iluminación natural de un espacio de oficinas. Los LUX calculados se representan numéricamente.

El modelo BIM de arquitectura junto con el diseño eléctrico se utiliza para la simulación de la iluminación. Cuando la intención es examinar el aspecto final o las condiciones de iluminación en un espacio de trabajo, por ejemplo, el modelo arquitectónico debe incluir los muebles en el espacio. Para lograr una simulación de iluminación lo más cercana a la realidad, a menudo es necesario modificar o rehacer el modelo 3D del espacio o el edificio, para corresponder con los requisitos de los programas de simulación. Sin embargo, la persona que lleve a cabo la simulación necesitará tanto los modelos de diseño eléctrico como los de arquitectura y deberá conceptualizar los contenidos del espacio.

La simulación de iluminación se hace habitualmente combinando espacios simples con la iluminación de las fachadas.



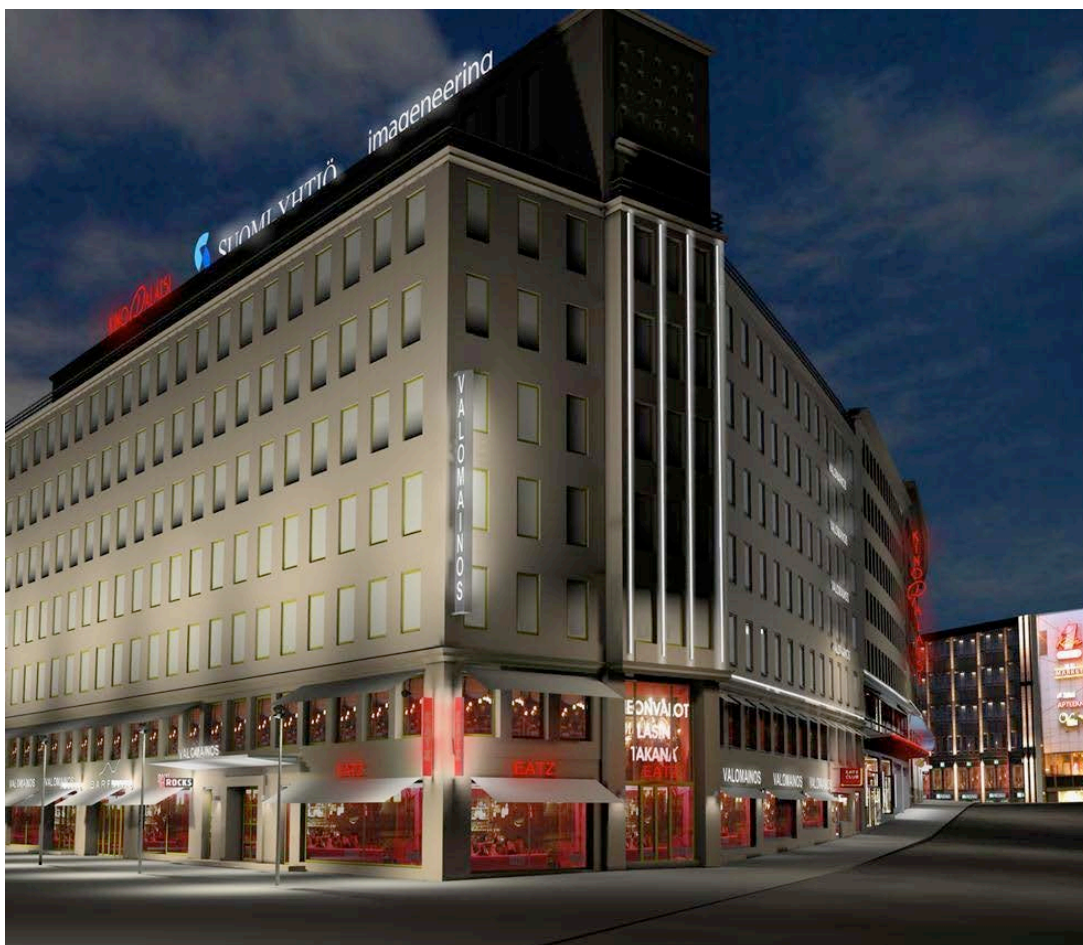


Figura 9.2.8: Simulación del alumbrado de una fachada.

La simulación también se puede utilizar para examinar el comportamiento de la luz del día en diferentes espacios.



Figura 9.2.9: Comparativa de un espacio con luz artificial y luz natural.



La simulación de iluminación con el modelo también se puede utilizar para crear animaciones, cuando sea necesario.

La calidad de la simulación, la exactitud de los datos de origen necesarios, y la distribución de tareas entre el arquitecto, el diseñador de la iluminación y el autor de la simulación debe ser acordado en los contratos de diseño.

Capítulo 3.7 Las referencias a la lista de asignación de tarea (Ámbito de trabajo, MEP-diseño):

D 0 Diseño preliminar, tareas básicas:

Artículo D 2.14, Visualización de la iluminación, nivel c

E Desarrollo del diseño, tareas discrecionales:

Artículo D 3.6, Visualización de la iluminación, nivel c

Ficha de información del proyecto:

Artículo 2.4.6 Iluminación, nivel c

9.2.8. Análisis de sistemas de instalaciones

Realizar las instalaciones en BIM puede ser utilizado para la realización de análisis de las funciones de muchos sistemas diferentes, por regla general, esto se puede hacer directamente mediante el uso de software de modelado de las instalaciones. Para ello, el modelo debe contener los suficientes datos para describir las diferentes redes de tuberías y conductos, o las conexiones eléctricas.

Los análisis de las instalaciones pueden ser utilizados para verificar el funcionamiento económico de los sistemas, a través de su ciclo de vida antes de la etapa de construcción, y la realización de los valores de cálculo de conformidad con requisitos del modelo.

Un modelo BIM de instalaciones que calcula correctamente el caudal y la presión establece las condiciones necesarias para el control de los sistemas. El control apropiado de los sistemas permite que los requisitos técnicos (cantidad de aire, refrigeración y calefacción de capacidad, etc.) sea el conforme los parámetros establecidos la normativa que aplique.

El análisis las instalaciones se presenta en la Serie 4 en "Diseño de Instalaciones".



9.2.9. Análisis y presentación de resultados

Todos los datos de origen deben proceder de la misma versión de diseño, y cualquier conflicto en ellos deben haber sido verificado y resuelto. Los datos de origen necesarios, se comprueban antes de comenzar la simulación y la fuente de datos o valores por defecto utilizados, estarán documentados para asegurar que estén contrastados cuando se examinen los resultados. Además, todos los resultados de los análisis deben estar referenciados al conjunto de archivos que se utilizó, porque aislados o conectados con otro material, no nos proporcionan información precisa referida al diseño.

Los resultados deben ser adaptados para que puedan ser entendidos tanto por personas que no tienen muchos conocimientos de instalaciones como por el constructor o instalador.

La cantidad de resultados deberá limitarse a los estrictamente a los necesarios. Al presentar los resultados del análisis, utilizaremos los datos para realizar tablas y diagramas, en caso de que el software no realice visualizaciones directas.

Los modelos que forman la base para el análisis también se pueden utilizar en la visualización de los resultados. Estos se pueden utilizar para visualizar los resultados de la simulación de las condiciones ambientales. Por ejemplo, espacios que no cumplen la normativa pueden ser de color rojo. Los colores también se pueden utilizar para simular elementos constructivos que los resultados de los análisis indican que son críticos.

Al realizar el primer análisis, es recomendable que se presenten diferentes opciones para facilitar la futura toma de decisiones respecto al diseño. Cuando se elige una alternativa entre muchas, esta se debe ir puliendo hasta que nos aseguremos su óptimo funcionamiento, y así podamos seguir con el proceso de diseño.

La visualización de los resultados de los análisis es importante porque ayudan a todos los proyectistas participantes a entender más rápido los resultados de los análisis.



Glosario de Términos

TERMINO		DESCRIPCION
Agentes interesados o intervinientes	Stakeholders	Conjunto de personas que intervienen o tienen intereses en cualquier parte del proceso de edificación.
AIA (American Institute of Architects)	AIA (American Institute of Architects)	American Institute of Architects. Asociación de arquitectos de los estados Unidos. Su gran aportación al BIM reside en la definición de los niveles de desarrollo (LOD) para sistematizar y unificar el grado de fiabilidad de la información contenida en un modelo BIM
Alcance	Scope	Ámbito o propósito para el que se desarrolla un producto o servicio. En el caso de un modelo BIM la definición del alcance será determinante para establecer que nivel de desarrollo debe adoptarse.
Análisis	Analysis	Control o comprobación que extrae información compleja o resultados del modelo BIM y la confronta con requisitos concretos. El resultado no suele ser binario (sí/no) sino un cierto orden de magnitud del problema.
Análisis de Ciclo de vida (LCA)	Life Cycle Analysis	Metodología para evaluar los impactos acumulados, básicamente de emisiones, que puede generar un determinado objeto a lo largo de todas las etapas de su existencia (génesis, fabricación, distribución, uso y desecho)
Análisis energético	Energy analysis	Control o comprobación de las prestaciones en materia de consumo de energía del modelo del edificio.
Aseguramiento de calidad	QA, Quality Assurance	Conjunto de medidas y actuaciones que se aplican a un proceso para comprobar la fiabilidad y corrección de los resultados.
Auditoría	Audit	Control de un trabajo realizado por una persona distinta a la que lo ha realizado y sin responsabilidad en el proceso (independencia). Normalmente esta persona que realiza el control (auditor) está especialmente cualificada y entrenada para realizarlo. Si la persona que realiza el control pertenece a la organización, se trata de una auditoría interna, y si pertenece a una organización distinta, habitualmente especializada en realizar este tipo de trabajos, se trata de una auditoría externa.
Bases de proyecto	Project requirements	Conjunto de reglas o requisitos establecidos al



inicio del proyecto y que deben ser conocidas y tenidas en cuenta por todos los miembros del equipo. Establecen y regulan quién debe hacer qué, cuándo tiene que hacerlo y hasta qué nivel de desarrollo.

BIM	BIM	Forma de trabajo en el que mediante herramientas informáticas se elabora un modelo de un edificio al que se incorpora información relevante para el diseño, construcción o mantenimiento del mismo. Se trabaja con elementos constructivos que tienen una función y un significado y a los que se puede añadir más información.
BIM Forum	BIM Forum	Asociación de varias entidades estadounidenses (AGC, AIA,...) para facilitar y acelerar el uso del BIM.
BIM Manager o coordinador BIM	BIM Manager	Persona de la organización del proyecto encargada de que el modelo combinado de todas las disciplinas sea coherente y se ajuste a las reglas o normas aplicables.
BSA Building Smart Alliance	BSA Building Smart Alliance	Asociación internacional sin ánimo de lucro que pretende mejorar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM y de modelos de negocio orientados a la colaboración para alcanzar nuevos niveles en reducción de costes y plazos de ejecución.
CAD Diseño asistido por ordenador.	CAD Computer Aided design	Diseño asistido por ordenador. Herramienta informática que facilita la elaboración de diseños y planos por ordenador, sustituyendo a las herramientas clásicas de dibujo como el tablero, la escuadra o el compás. Las entidades que manejan estas aplicaciones son de tipo geométrico, con pocas o ninguna posibilidades de añadir más información.
Cálculo de Dinámica de Fluidos	CFD Computational Fluid Dynamics	Simulación en ordenador del comportamiento de fluidos mediante métodos numéricos y algoritmos al interactuar con superficies complejas.
Capa (de un fichero CAD)	Layer	Sistema de clasificación de objetos habitual de los programas de CAD. Es un sistema manual (no automático) y por tanto arbitrario.
Categoría (de objeto)	Cathegory	Clasificación o agrupación de objetos dentro de un modelo BIM en función de su tipología constructiva o finalidad. En general, las aplicaciones BIM contemplan dos grandes categorías: de modelo y de anotación.



Categorías de anotación o referencia	Annotation cathegories	Categoría que engloba objetos que no forman parte real del edificio pero que sirven para su definición, por ejemplo cotas, niveles, ejes o áreas.
Categorías de modelo	Model Cathegory	Categoría que engloba objetos reales del modelo del edificio, que forman parte de su geometría, por ejemplo: muros, cubiertas, suelos, puertas o ventanas
COBIM	COBIM	Conjunto de documentos sobre requisitos comunes BIM elaborado en Finlandia y que sirve de base para el UBIM Español.
Condiciones interiores (ambientales)	Indoor conditions	Conjunto de parámetros que definen un determinado ambiente interior de un espacio, tales como temperatura, humedad relativa, iluminación, nivel de ruido, velocidad del aire y similares.
Contratación	Agreement	Acuerdo entre dos partes para que una realice un determinado trabajo para la otra a cambio de dinero u otra compensación.
Contratista (principal)	Main Contractor	Persona o empresa que ha sido contratada directamente o en un primer nivel para realizar un trabajo u obra, y que dispone de los medios propios y/o ajenos suficientes como para poder desempeñar la tarea encomendada.
Control	Control	Acto de verificar que los resultados de una tarea cumplen con los requisitos exigidos de cualquier clase.
Coordinación (de diseño)	coordination	Acción de comprobar que el trabajo desarrollado por distintos miembros del equipo es coherente entre si y con las normas del proyecto.
Deficiencia	Shortcoming	Aspecto de un trabajo que no cumple con los requisitos establecidos.
Detección de colisiones	Clash detection	Procedimiento que consiste en localizar las interferencias que se producen entre los objetos de un modelo o al superponer los modelos de varias disciplinas en un único modelo combinado.
Disciplina	Discipline	Cada una de las grandes materias en las que se pueden agrupar los objetos que forman parte del BIM en función de su función principal. Las principales son: Arquitectura, Estructura y MEP.
Documentos contractuales	Contract documents	Conjunto de documentos que forman parte de la contratación y que establecen las características del trabajo realizado y la contraprestación recibida.
Ejemplar	element	Cada uno de los objetos concretos que pueden formar parte de un modelo BIM. Por ejemplo, cada una de las puertas simples que puede haber en un modelo.



Encargo	Commission, commissioning	Acto por el que se encarga a alguien la puesta en marcha de un proyecto, normalmente a través de un contrato.
Escaneado	Scanning	Levantamiento o toma de datos de un objeto o edificio real realizado con un escáner láser, habitualmente en forma de nube de puntos.
Espacio	space	Área o volumen abierto o cerrado, delimitado por cualquier elemento.
Estado de Mediciones	Bill of Quantities	Conjunto de las mediciones de todas las unidades de obra que integran un proyecto.
Extracción	Take-Off	Obtención de datos de un modelo.
Extracción de Mediciones	Quantity Take-Off	Obtención de datos de mediciones de un modelo.
Familia (de objeto)	Family	Grupo de objetos pertenecientes a una misma categoría que contiene unas reglas paramétricas de generación para obtener modelos geométricos análogos. Por ejemplo, puerta simple.
Formato nativo	Source format, native format	Formato original de los ficheros de trabajo de una determinada aplicación informática, y que no suele servir para intercambiar información con aplicaciones distintas.
Guía	Guideline	Documento de ayuda para realizar una determinada tarea.
Guía de Modelado BIM	BIM Specification	Documento escrito en el que se definen las bases, reglas y normas para desarrollar modelos BIM
Herramienta BIM original	BIM authoring tool	Aplicación software utilizada para construir el modelo BIM original o inicial. Debe elegirse cuidadosamente qué aplicación utilizar en función de la finalidad de uso que se pretende, de la disponibilidad, de las que ya manejen el resto de miembros del equipo,... pues aunque existe la posibilidad de leer y escribir en formatos distintos del original o nativo de la aplicación, pueden producirse en ese proceso de conversión errores.
Identificador único global (GUID)	Global Unique Identifier	Número único que identifica a un determinado objeto en una aplicación software. En un modelo BIM, cada objeto tiene su GUID.
IFC	IFC	Industry Foundation Classes. Formato de fichero estándar elaborado por la BSA (BuildingSmart Alliance) para facilitar el intercambio de información entre aplicaciones informáticas en un flujo de trabajo BIM.



Información de producto	Product data	Información detallada de un producto o equipo suministrado en una obra. Se incorpora en los niveles LOD 400 y LOD 500 del modelo BIM.
Instalaciones	Building Services	Conjunto de elementos y sistemas que se incorporan a un edificio para acondicionarlo de cara a un uso concreto. Suelen modelarse en un modelo BIM de instalaciones (MEP Model)
Instalaciones ocultas	Concealed installations, hidden installations	Instalaciones o sistemas que en el estado final de la construcción estarán empotradas dentro de otro elemento constructivo y no van a quedar visibles ni registrables de ninguna forma cuando el edificio esté terminado. Suelen documentarse en el modelo BIM "As built" con nivel LOD 500.
Levantamiento	On site survey	Toma de datos dimensionales de la realidad de un edificio o terreno existentes. Es la base para elaborar el modelo BIM de estado actual.
Liberación o publicación del modelo	release, delivery	Acto o momento en que se entrega un modelo BIM a otra persona con cualquier propósito.
Licitación	Tender	Procedimiento para solicitar ofertas y seleccionar la más adecuada conforme a los criterios establecidos. En un proceso BIM, para que un modelo BIM sea válido para obtener ofertas debería estar desarrollado hasta nivel LOD 400.
Lista de chequeo	Chek-list	Control o comprobación que se lleva a cabo de forma sistemática, comprobando en un momento dado parámetros o variables sencillos que pueden contrastarse frente a unos requisitos concretos. Habitualmente el resultado de este tipo de control es si/no.
LOD 100	LOD 100	Nivel de desarrollo más bajo del modelo BIM, propio de fases iniciales como estudios previos o anteproyecto, de cara a valorar alternativas formales, espaciales o de otro tipo. El alcance o fiabilidad del modelo se limita a la volumetría exterior más básica.
LOD 200	LOD 200	Nivel de desarrollo del modelo BIM en el que queda definida la volumetría básica exterior e interior del edificio y sus usos. Se pueden extraer y verificar parámetros urbanísticos, superficies útiles y construidas. Este nivel es el que se suele adoptar para realizar en España el proyecto básico. La posición de los objetos arquitectónicos suele quedar definida, pero no sus dimensiones, que en esta fase suelen ser aproximadas.



LOD 300	LOD 300	Nivel de desarrollo del modelo BIM en el que la disciplina arquitectónica del edificio queda completamente definida. Las dimensiones y posición de cada objeto arquitectónico son ya las definitivas. Pueden extraerse mediciones precisas.
LOD 400	LOD 400	Nivel de desarrollo en el que se incorpora información adicional de otras disciplinas sobre la arquitectónica, como instalaciones, estructuras, materiales, coordinación y similares. Este nivel correspondería al proyecto de ejecución, todo el proyecto queda definido, y serviría para obtener ofertas de constructores e industriales de cara a la construcción.
LOD 500	LOD 500	Nivel de desarrollo del modelo BIM que se obtiene una vez construido el edificio y que recoge todos los cambios y modificaciones que se han ejecutado realmente en obra sobre el nivel LOD 400. Sirve para gestionar el edificio y documentar operaciones de mantenimiento
Mediciones	Quantities	Cantidades de cada una de las unidades de obra que existen en un proyecto.
Memoria del Proyecto	Building Specification	Documento escrito en el que se describen y justifican las características principales de un edificio. Forma parte del proyecto junto a los planos, los pliegos de condiciones, las mediciones y el presupuesto.
Modelado	Modelling	Acción de construir o generar un modelo tridimensional de un objeto. Suelen utilizarse herramientas de software llamadas modeladores.
Modelado BIM.	BIM Modelling	Acción de construir o generar un modelo tridimensional de un edificio, añadiendo además de la geometría más información, mediante el uso de herramientas software adecuadas.
Modelo	Model	Representación geométrica tridimensional de un objeto. Esta representación suele hacerse de forma virtual mediante ordenadores y software adecuado. Si esta representación es física, el modelo es una maqueta.
Modelo BIM	BIM Model	Modelo virtual de un edificio realizado por ordenador que además de las 3D geométricas incorpora más información, como materiales, costes, tiempos, energía encerrada... relevantes para la toma de decisiones durante el proyecto o la explotación de un edificio.
Modelo BIM "As Built"	As built BIM model	Nivel de desarrollo del modelo BIM establecido en el COBIM Finlandés, aproximadamente equivalente al nivel LOD 500 del AIA (definición completa del edificio construido), que incorpora las modificaciones sobre el proyecto que se han



ejecutado en la obra.

Modelo BIM constructivo	BIM detailed model	Nivel de desarrollo del modelo BIM establecido en el COBIM Finlandés, aproximadamente equivalente al nivel LOD 300 del AIA (definición arquitectónica completa y precisa)
Modelo BIM de mantenimiento	operation BIM Model	Modelo BIM que representa un edificio construido y que se utiliza para operaciones de mantenimiento y gestión.
Modelo BIM espacial	BIM Spatial model	Nivel de desarrollo del modelo BIM establecido en el COBIM Finlandés, aproximadamente equivalente al nivel LOD 200 del AIA (volumetría básica del edificio, espacios)
Modelo combinado o fusionado o de coordinación	Combined or merged model	Modelo único que se obtiene por la superposición de los modelos de arquitectura, estructuras e instalaciones.
Modelo de arquitectura	Architectural model	Parte del modelo BIM desarrollada por el arquitecto y que sirve de base para todo el proyecto.
Modelo de emplazamiento	Site model	Representación geométrica tridimensional del emplazamiento de un edificio. Debe incluir topografía, linderos, hitos, edificios cercanos...
Modelo de estado actual o de inventario	Inventory model	Modelo BIM que representa un edificio construido en un momento dado.
Modelo de estructura	structural model	Parte del modelo BIM que comprende el modelo detallado de la estructura del edificio.
Modelo de instalaciones, sistemas o modelo MEP	MEP Model, Systems model	Parte del modelo BIM que comprende el modelo detallado de las instalaciones del edificio.
Modelo de trabajo	Work model	Modelo que no ha alcanzado el grado de madurez o desarrollo necesario para ser liberado o publicado.
Nivel de desarrollo (LOD)	level of development	Nivel acordado hasta el que debe desarrollarse un modelo BIM en función de la fase del trabajo contratada. Pretende establecer el requisito de contenido a nivel de modelado e información que debe alcanzar el modelo o la fiabilidad de la información. Se creó hacia 2008 por el AIA y ha sido adoptado por el BIM Forum.



Niveles de suelos	floor level	Plantas o divisiones horizontales que se colocan verticalmente en un modelo de un edificio para organizar los distintos elementos.
Nube de puntos	Point cloud	Resultado de una toma de datos de un edificio u otro objeto consistente en un conjunto de puntos en el espacio que reflejan su superficie.
Órdenes de cambio	change orders	Modificaciones sobre el proyecto original que se realizan durante la ejecución de la obra. Deben implementarse en el modelo BIM "As built" de la obra y verificar que alcance y consecuencias tienen sobre el resto del proyecto.
Parametrización	parameterization	Acción de asignar parámetros o variables a distintas familias o tipos para poder controlar sus propiedades. Mediante la parametrización, es posible crear elementos en el modelo BIM aplicando reglas y formulas, lo que automatiza, acelera y simplifica el proceso.
Parámetro	parameter	Variable que permite controlar propiedades o dimensiones de objetos.
Parámetro de ejemplar	element parameter, object parameter	Variable que actúa sobre un objeto concreto independientemente del resto.
Parámetro de tipo	type parameter	Variable que actúa sobre todos los objetos de un mismo tipo que existan en el modelo.
Plan de ejecución BIM	BIM Execution Plan (BEP)	Documento en el que se definen las bases, reglas y normas internas de un proyecto que se va a desarrollar con BIM, para que todos los implicados hagan un trabajo coordinado y coherente.
Plan de seguridad	Safety planning	Documento que planifica y describe las medidas de seguridad que se adoptarán durante la ejecución de la construcción. En fase de proyecto suele ser un documento que se llama Estudio de Seguridad y Salud y que evalúa los riesgos de las actividades previstas y recoge medidas genéricas, mientras que en obra es un documento más preciso, llamado Plan de Seguridad y Salud, redactado por el contratista, y que refleja las medidas específicas de cada trabajo con los medios reales que se dispondrán en obra.
Plano de alzado	elevation drawing	Representación 2D parcial de un edificio, que se obtiene al proyectarlo sobre un plano vertical exterior. Se utiliza para representar las fachadas.
Plano de cubiertas	roof drawing	Representación 2D parcial de un edificio, que se obtiene al proyectarlo sobre un plano horizontal superior o más elevado.



Plano de detalle	detail drawing	Representación 2D parcial de un edificio, que puede ser en planta o sección, y que normalmente se ocupa de una parte pequeña y compleja, ampliando la escala de su representación para describirla con mayor precisión.
Plano de planta	plan drawing	Representación 2D parcial de un edificio, que se obtiene al cortarlo por un plano horizontal. Se utiliza para documentar las dimensiones XY del edificio y de su distribución y los distintos elementos constructivos que lo componen.
Plano de sección	section drawing	Representación 2D parcial de un edificio, que se obtiene al cortarlo por un plano vertical. Se utiliza para documentar las alturas (Z) interiores y exteriores de un edificio y su distribución interior vertical.
Plano o dibujo	drawing, shop drawing	Representación 2D parcial de un edificio, que puede ser obtenida desde el modelo BIM. Es la forma clásica de documentar gráficamente la obra porque se puede reflejar sobre soporte físico (papel).
Procedimiento	procedure	Conjunto documentado de tareas que se desarrollan en un determinado orden y de una determinada forma, susceptible de ser repetido múltiples veces para obtener resultados similares.
Programación de la construcción	Construction schedule	Documento que planifica en el tiempo la ejecución de las distintas partes de la obra. En un modelo BIM es posible asignar un parámetro fecha a cada elemento u objeto del mismo, de forma que es posible simular el estado que tendría la construcción en una fecha dada si se ha seguido lo planificado.
Promotor, cliente	Client, Owner	Persona física o jurídica pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.
Proyectista o diseñador	Designer	Persona encargada de elaborar un proyecto o una parte del mismo.
Proyectista o diseñador principal	Chief Designer	Persona que lidera el diseño o proyecto del edificio cuando en el mismo intervienen varios diseñadores y/o proyectistas.
Render	Render	Visualización o simulación por ordenador del aspecto final que tendrá el edificio, con texturas de materiales, luces y sombras. Puede ser render estático (un fotograma), o imagen en movimiento, con recorrido fijo o interactivo.



Requisitos (del edificio)	requirements	Conjunto de prestaciones y necesidades que debe satisfacer el edificio y que condicionan las soluciones elegidas. Suelen partir del lugar (emplazamiento, topografía, clima, normas urbanísticas...) y del uso (presupuesto, necesidades espaciales, seguridad de uso, preferencias del usuario...). Deben documentarse y ser conocidos por todos los miembros del equipo de proyecto.
Restricción	constraint	En un modelo BIM, limitación o bloqueo sobre un objeto, habitualmente sobre sus dimensiones o su posición relativa respecto a otro objeto.
Reunión	Meeting	Acto en el que concurren simultáneamente varias personas para tratar un asunto común. Tradicionalmente las reuniones han sido presenciales, pero el avance de la informática permite llevar a cabo en la actualidad reuniones virtuales, en las que los participantes (alguno o incluso todos) no se encuentran físicamente en el lugar de la reunión.
Reunión inicial del proyecto	Kick-off meeting	Reunión que se realiza al inicio del proyecto para sentar las bases principales de actuación para iniciar el trabajo en la buena dirección. En el ámbito de un proyecto BIM en colaboración, es prácticamente imprescindible mantener este tipo de reuniones para que todos los interesados puedan desempeñar su trabajo de forma coordinada y coherente con el resto del equipo. En esta reunión, el BIM manager suele definir el Plan de Ejecución BIM (BEP, BIM Execution Plan).
Sistema de coordenadas	Coordinate system	Determinación del origen de coordenadas y direcciones de las orientaciones (Norte, XYZ...) que se adoptan para que todos los modelos implicados en un proceso BIM sean coherentes. Se establece inicialmente en el BEP.
Sistema de unidades	Unit system	Unidades que se adoptan en un proceso BIM para que todos los modelos sean coherentes. Se establecen inicialmente en el BEP.
Solicitud de información complementaria	RFI request for information	Incidencia que se produce durante la presentación de una oferta o la ejecución de un trabajo, por la que un contratista solicita más información a causa de que la disponible inicialmente en el proyecto era confusa, insuficiente o ambigua. Puede suponer una pérdida importante de tiempo, ya que en muchos casos su aparición se produce justo en el momento en el que debería ejecutarse o presupuestarse una partida. Hay estudios que consideran que el buen uso del BIM consigue reducir las RFI en aproximadamente un 60% sobre un proyecto similar desarrollado de forma convencional.



Subcontratista	subcontractor	Persona o empresa a la que un contratista principal deriva parte de un trabajo contratado inicialmente, y que no tiene relación contractual directa con el promotor. Los subcontratistas pueden aparecer en cualquier fase o momento del trabajo, también durante el proyecto, por ejemplo en el caso de que el proyectista o diseñador principal decida subcontratar determinados trabajos, por ejemplo el modelado y el cálculo de determinadas estructuras o instalaciones...
Supervisión	supervision	Control de un trabajo que lleva a cabo un superior jerárquico (responsable) de la persona que lo ha realizado. En el caso de un proyecto desarrollado con BIM, el trabajo de un modelador sería supervisado por el de el diseñador en primera instancia y por el BIM manager después.
Técnico a cargo de las mediciones	Quantity Surveyor	Persona encargada de obtener mediciones del proyecto.
Tipo (de objeto)	Type	Subconjunto de objetos de un modelo BIM pertenecientes a una misma familia y que comparten parámetros. Por ejemplo puerta simple de 80 cm de hoja.
UBIM	UBIM	Iniciativa nacida en 2013 en España para elaborar unos documentos guía para facilitar la implantación y el uso del BIM en España.
Unidad de obra	Unit cost	Parte de un edificio que se mide y valora de forma independiente al resto. En el ámbito de un proyecto desarrollado con BIM, suele coincidir con los tipos de cada categoría.
Validación (del modelo BIM)	Validation	Acto en el que se dan por buenas las soluciones reflejadas en el modelo BIM.

