



*Curso: Introducción BIM. Bloque 3: Aplicaciones BIM. Conferencia 3.1*

# BIM para infraestructuras y facility management

## LECTURA

### **Autor(es)/Organización(es):**

Roderic Molina (GISIG) [r.molina@gisig.it](mailto:r.molina@gisig.it)

### **Licencia**



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

### **Versión**

Versión: 2.0

Fecha: mayo de 2025

### **Los resultados del aprendizaje**

Al final de esta conferencia, se espera que el alumno sea capaz de

- Comprender los principios fundamentales y beneficios de BIM en el contexto de infraestructuras y facility management.
- Describir la aplicación de BIM en diversos proyectos de infraestructura y ingeniería civil.
- Comprender los beneficios de utilizar datos SIG en proyectos de infraestructura BIM.
- Identificar y evaluar diferentes soluciones técnicas a utilizar en proyectos de infraestructura BIM.
- Identificar y evaluar la efectividad de la implementación de BIM en diferentes tareas y prácticas de facility management.

## **Resumen**

Esta lectura introduce el uso de BIM en infraestructuras y facility management. Explica los principios fundamentales de la aplicación de BIM en proyectos de ingeniería civil, el uso combinado de datos GIS, ejemplos de aplicaciones y soluciones técnicas disponibles. La segunda parte se centra en la implementación de BIM en la gestión de instalaciones, abarcando aplicaciones como gestión de espacios, gestión de activos, planificación de mantenimiento, eficiencia energética, seguridad y más.

## **Competencias esperadas al acceder a la lectura.**

No se requieren requisitos previos específicos.

## **Carga de trabajo esperada**

28 diapositivas con contenido de aprendizaje del curso, 4 horas.

## **Descargo de responsabilidad**

*Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser considerados responsables de ellos.*

## Contenido de la conferencia:

¿Qué es BIM para infraestructuras? .....	4
¿Por qué utilizar BIM en infraestructuras? .....	5
Los principales componentes de BIM para infraestructuras .....	7
Planificación y entrega de un proyecto de infraestructura BIM .....	9
El papel de BIM en proyectos de infraestructura .....	10
Áreas de aplicación .....	11
Ejemplos de uso .....	12
Datos y normas: ISO 19650 .....	15
Datos y estándares: OpenBIM y el formato IFC .....	16
Políticas y mandatos .....	19
Uso de SIG en proyectos de infraestructura BIM .....	22
Herramientas y tecnología .....	25
¿Qué es BIM para la gestión de instalaciones? .....	31
Usos de BIM para la gestión de instalaciones .....	33
BIM para la gestión y optimización del espacio .....	34
BIM para gestión de activos e inventario .....	35
BIM para la planificación y programación del mantenimiento .....	36
BIM y sostenibilidad de la construcción .....	37
BIM para el uso eficiente de la energía .....	38
BIM para la seguridad y la protección .....	40
BIM para estimación de costes y presupuestación .....	41
COBie: interoperabilidad BIM para la gestión de instalaciones .....	43
Lecturas adicionales y referencias .....	45

## ¿Qué es BIM para infraestructuras?

### BIM para infraestructuras



### ¿Qué es BIM para infraestructuras?

BIM para infraestructuras implica el desarrollo de modelos digitales en 3D que contienen toda la información esencial necesaria para hacer más eficientes los proyectos de infraestructuras.

En la actualidad, BIM se reconoce como una herramienta indispensable para acometer proyectos de infraestructuras complejos, incluidos los relacionados con los llamados "recursos horizontales" (como puentes, **autopistas, túneles, líneas ferroviarias, redes de servicios, etc.**).



5

El modelado de información de construcción (BIM) para infraestructura es una representación digital de las características físicas y funcionales de un activo de infraestructura a lo largo de su ciclo de vida.

Para proyectos de infraestructura, la fortaleza de BIM radica en visualizar diseños complejos, coordinar diversas disciplinas de ingeniería, mejorar la constructibilidad y respaldar la operación y el mantenimiento a largo plazo del activo.

BIM para infraestructuras es un proceso colaborativo que involucra a todos los actores del proyecto de infraestructura, desde el diseño y construcción hasta la operación y mantenimiento.

La adopción de BIM para proyectos de infraestructura está aumentando rápidamente. Muchas administraciones públicas han exigido el uso de BIM para proyectos, lo que ha llevado a un aumento significativo de su uso en diversos sectores de infraestructura, incluidos caminos, autopistas, puentes, túneles, sistemas de agua y aguas residuales e infraestructura energética.

A medida que la tecnología madure y se vuelva más asequible, podemos esperar una adopción aún más amplia de BIM para proyectos de infraestructura en el futuro.

## ¿Por qué utilizar BIM en infraestructuras?

### BIM para infraestructuras



### ¿Por qué utilizar BIM para infraestructuras?

*¿Sigues pensando que BIM es una metodología destinada exclusivamente al diseño de edificios?*

Building Information Modeling también ofrece un enorme potencial en los sectores de infraestructura e ingeniería civil. BIM para infraestructuras es un enfoque inteligente para el diseño de infraestructuras que está revolucionando el sector de la construcción.



Ayuda a mejorar la coordinación, visualización y simulación de la infraestructura, lo que conduce a una mejor toma de decisiones, una reducción de errores y una mayor colaboración entre las partes interesadas a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura.

6

Los propietarios de infraestructuras civiles, incluidas las agencias gubernamentales, hacen cada vez más obligatorio el uso de BIM para acceder a estas ventajas. Para ello, los profesionales se están dando cuenta de la necesidad de adoptar BIM para seguir siendo competitivos y asegurar nuevos proyectos.

Existen muchos beneficios generales al utilizar BIM para proyectos de infraestructura, que incluyen:

- **Diseño y planificación mejorados:** BIM permite a los ingenieros crear modelos más precisos y detallados de proyectos de infraestructura, lo que puede ayudar a identificar y resolver problemas potenciales en las primeras etapas de la fase de diseño.
- **Colaboración mejorada:** BIM se puede utilizar para compartir información entre diferentes partes interesadas en el proyecto de infraestructura, lo que puede mejorar la colaboración y la comunicación. Esto puede ayudar a identificar y resolver problemas de forma más rápida y eficiente.
- **Costos reducidos:** BIM puede ayudar a reducir costos mejorando la eficiencia y eliminando el retrabajo. También puede ayudar a tomar mejores decisiones sobre materiales y equipos, lo que puede reducir aún más los costos.
- **Seguridad mejorada:** BIM se puede utilizar para identificar y evaluar los riesgos de seguridad en las primeras etapas del proyecto, lo que puede ayudar a prevenir accidentes.
- **Reducción del impacto ambiental:** BIM puede ayudar a reducir el impacto ambiental de los proyectos de infraestructura optimizando el uso de materiales y energía.

Los ingenieros civiles pueden aprovechar los beneficios de BIM en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto de infraestructura.

Explotando el potencial de BIM es posible:

- **Capture las condiciones existentes del sitio:** el uso de BIM ayuda a los ingenieros civiles a crear modelos 3D inteligentes a gran escala que describen las características del área de intervención. Estos modelos pueden agregar una gran cantidad de datos, incluidos datos de captura de la realidad (utilizando diversas tecnologías como escaneo láser, fotogrametría o procesamiento de nubes de puntos), datos CAD 2D, datos ráster y datos del Sistema de Información Geográfica (SIG). La recopilación de estos datos mejora la precisión del modelo y permite iniciar el proyecto de infraestructura de manera más eficiente.
- **Conceptualizar la idea del proyecto:** el modelado BIM permite producir rápidamente varios modelos conceptuales de la infraestructura y evaluar diferentes escenarios ya en la fase preliminar que ayudan a elegir la mejor alternativa de diseño.
- **Desarrollar fases de diseño posteriores:** el enfoque basado en datos típico de BIM ayuda a los diseñadores de obras civiles a desarrollar las fases de diseño más avanzadas. Permite tener bajo control todos los aspectos relacionados con la seguridad, tiempos, costes, organización de la obra, operaciones de mantenimiento, etc.
- **Realizar análisis y simulaciones:** BIM proporciona soluciones avanzadas para realizar cualquier tipo de simulación sobre modelos de infraestructura (como análisis dinámicos, simulación de inundaciones, simulación de tráfico, etc.). Esto permite a los equipos de diseño tomar decisiones más informadas.
- **Detectar conflictos:** BIM Clash Detección es un proceso que identifica y resuelve posibles conflictos entre diferentes elementos del modelo como paredes, vigas, columnas y sistemas MEP (mecánicos, eléctricos y de plomería). Los procesos de detección de conflictos BIM ayudan a acelerar los proyectos de infraestructura y eliminar errores potenciales al identificar conflictos durante la propia fase de diseño.
- **Delinear el cronograma:** BIM puede combinar modelos de infraestructura 3D con datos de cronograma. Esto le permite crear cronogramas de construcción visuales inteligentes que ayudan a los ingenieros civiles a mejorar la planificación.



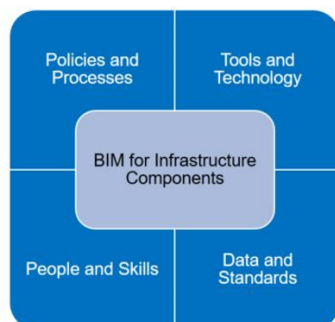
## Los principales componentes del BIM para infraestructuras

### BIM para infraestructuras



Co-funded by  
the European Union

### Los principales componentes de BIM para infraestructuras



Para implantar con éxito BIM para infraestructuras, estos elementos deben ser funcionales dentro de la organización que desarrolla el proyecto:

**Políticas y procesos:** El lanzamiento de BIM para infraestructuras requiere conocimiento de la legislación, un alto nivel de colaboración y procesos bien planificados.

**Personas y competencias:** El proyecto requiere un equipo de profesionales con las habilidades y la experiencia adecuadas. También es importante contar con las personas adecuadas en puestos de liderazgo.

**Datos y normas:** Se debe dar mayor importancia a los formatos de datos estandarizados y a los protocolos de intercambio para mejorar la colaboración, la calidad del diseño y la eficiencia del proyecto

**Herramientas y tecnología:** Utilizar las herramientas y sistemas tecnológicos adecuados para cada proyecto específico es esencial.

7

En el ámbito del BIM para infraestructuras se implementan políticas, procesos y habilidades para gestionar eficazmente los datos utilizando diversas herramientas y sistemas.

#### Políticas y procesos

La tarea de lanzar BIM para infraestructura es un esfuerzo importante. Quienes participen en un proyecto BIM para infraestructura deben conocer la legislación, los procedimientos estándar y las actividades vigentes. Con un número cada vez mayor de marcos legales que implican el uso de BIM, las administraciones y agencias públicas desempeñan un papel crucial a la hora de determinar qué y cómo se deben modelar los datos, cuándo se deben actualizar o mejorar los datos y quién debe ser propietario. Las políticas que promueven la colaboración a través de la tecnología ayudan a reducir la pérdida y la supervisión de datos. Los procesos bien planificados que guían los entregables BIM a través del desarrollo, el control de calidad y la aprobación antes de la entrega son esenciales para el éxito de un proyecto.

#### Personas y habilidades

En los proyectos de infraestructura intervienen diversos perfiles como especialistas BIM, modeladores, analistas, coordinadores BIM y gestores BIM, cada uno con sus responsabilidades y requisitos específicos. Para implementar con éxito BIM para infraestructura, es crucial desarrollar iniciativas de capacitación integrales que proporcionen recursos relevantes y mejoren las habilidades necesarias. El enfoque de la capacitación no solo debe centrarse en el uso de software propietario sino también en el uso de estándares abiertos para el modelado, la organización y el intercambio de datos. La capacitación debe personalizarse para adaptarse a tipos de proyectos específicos, sus casos de uso asociados y las necesidades y procesos comerciales. El desarrollo de sólidas habilidades de gestión de proyectos también es esencial, ya que BIM

para infraestructura requiere una comunicación y colaboración efectiva entre las distintas partes interesadas.

### **Datos y estándares**

El uso de BIM para infraestructura es un proceso rico en datos que se basa en formatos de datos estandarizados y protocolos de intercambio para garantizar la interoperabilidad entre sistemas y organizaciones. Al utilizar formatos de datos estandarizados y protocolos de intercambio, las organizaciones pueden mejorar la colaboración, la calidad del diseño y la eficiencia del proyecto. GIS y BIM suelen combinarse en proyectos de infraestructura para crear una representación más completa y precisa del proyecto. Por lo tanto, crear conciencia sobre el uso de datos SIG en BIM para proyectos de infraestructura es fundamental.

### **Herramientas y tecnología**

Los requisitos técnicos para un BIM exitoso para un proyecto de infraestructura varían según el proyecto específico y sus objetivos. Las sólidas plataformas de modelado y los entornos colaborativos proporcionarán capacidades avanzadas para la gestión de datos, la comunicación y la coordinación de proyectos. Al seleccionar las herramientas y tecnologías adecuadas, las organizaciones pueden mejorar la colaboración, la calidad del diseño, la eficiencia del proyecto y la rentabilidad.



## Planificación y entrega de un proyecto de infraestructura BIM.

### BIM para infraestructuras



### Planificación y ejecución de un proyecto de infraestructura BIM

La planificación y entrega de un proyecto de infraestructura BIM implica un enfoque integral que abarca varias etapas, desde la planificación inicial y la preparación hasta la ejecución y la entrega final.

Los pasos clave a seguir incluyen:

- Desarrollar un plan de formación y competencias y proporcionar formación BIM a todas las partes interesadas del proyecto.
- Seleccionar la metodología BIM adecuada que se alinee con las metas y objetivos del proyecto (los proyectos de infraestructura suelen utilizar BIM Nivel 3 o 4)
- Desarrollar e implementar procesos y estándares BIM estandarizados para garantizar la coherencia y la eficiencia en todo el equipo del proyecto.
- Identifique y adquiera software y hardware BIM en función de los requisitos del proyecto y la experiencia del equipo. Tenga en cuenta factores como la compatibilidad, la escalabilidad y las necesidades de formación.
- Establezca una infraestructura de gestión de datos segura y escalable para almacenar, acceder y compartir modelos y datos BIM.
- Documente y mantenga los datos BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

8

Para implementar BIM de manera efectiva, es fundamental crear un **plan de ejecución del proyecto**. Para proyectos más pequeños, un plan de este tipo podría resultar sencillo. En un proyecto grande con muchas partes interesadas, puede ser necesario un plan muy detallado para mantener a todos apuntando en la misma dirección.

Empiece por establecer los estándares y la tecnología necesarios para empezar. La adopción de estándares y obligaciones de datos de activos puede resultar desalentadora tanto para los proveedores inexpertos como para los más capacitados. Por ello, capacita a tu equipo con formación y objetivos alcanzables. Luego, desarrolle flujos de trabajo de coordinación y gestión. Finalmente, asegúrese de capturar y compartir el conocimiento adquirido en el proyecto.

**metodología BIM adecuada:** los proyectos de infraestructura grandes y complejos suelen utilizar BIM Nivel 3 o 4. BIM Nivel 3 va más allá al incorporar programación 4D (visualización del proyecto basada en el tiempo) y estimación de costos 5D. BIM Nivel 4 es el nivel más avanzado de BIM e integra BIM con otras tecnologías, como la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR).

Tenga en cuenta las necesidades de **software y hardware**: considere la tecnología que le permita mover la información del proyecto desde la planificación hasta el diseño preliminar, desde el diseño detallado hasta la construcción sin necesidad de volver a trabajar.

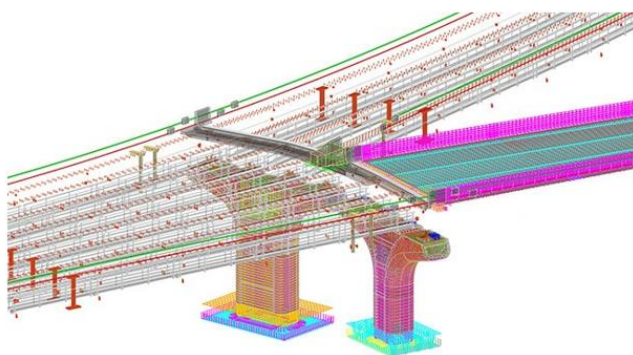
Es muy recomendable seguir la familia de **estándares ISO 19650** para la gestión de la información al utilizar BIM, ya que esto simplifica los procesos y garantiza la aplicación de las mejores prácticas acordadas.

## El papel de BIM en proyectos de infraestructura

### BIM para infraestructuras



### El papel del BIM en los proyectos de infraestructuras



El modelado digital de infraestructuras es muy intrincado y detallado.

BIM se utiliza para crear un modelo digital integrado de la infraestructura, que contiene la información geométrica y los datos relevantes necesarios para respaldar las actividades de diseño.

También permite visualizar lo que hay que construir dentro de un entorno virtual simulado y la creación de un "gemelo digital" para monitoreo y análisis en tiempo real.

Todo esto ayuda a los profesionales de la industria a obtener una comprensión completa y compartida del proyecto.

Comparado con el diseño de edificios, el modelado digital de infraestructuras es mucho más detallado y complejo ya que implica una serie de problemas relacionados:

- La gran extensión y características de la zona de intervención.
- La gestión de datos relativos al territorio.
- Los activos de infraestructura son muy complejos y están interconectados. Se debe evaluar la interferencia con las estructuras existentes y el entorno circundante.
- La colaboración entre los numerosos sujetos implicados en el diseño.
- La verificación y validación de modelos para garantizar que sean precisos y fiables.
- La gran cantidad de datos que implican y la necesidad de compartirlos en las diferentes fases de trabajo.

En tal contexto, BIM representa la única herramienta capaz de superar eficazmente esta complejidad. De hecho, permite crear no solo un modelo digital integrado de la infraestructura que contiene las características físicas y funcionales del activo a lo largo de su ciclo de vida, sino también un " **gemelo digital** " que puede actualizarse continuamente con datos en tiempo real de sensores y otros. fuentes.

El gemelo digital representa una representación precisa y actualizada del activo físico, que permite monitorear el estado del activo, identificar problemas potenciales y optimizar su desempeño.

Todo ello ayuda a los profesionales de la industria a obtener una comprensión completa y compartida del proyecto, identificar posibles problemas con antelación y resolver errores con la máxima eficiencia y productividad.

## Áreas de aplicación

### BIM para infraestructuras



### Áreas de aplicación



BIM se utiliza en infraestructuras para la planificación, el diseño, la construcción, la operación, el mantenimiento, la sostenibilidad y la gestión de costes.

BIM se utiliza para mejorar la comunicación y la colaboración entre las partes interesadas

Crea modelos detallados, planifica la construcción y genera estimaciones de costos.

También crea gemelos digitales para la gestión de activos y evalúa aspectos de sostenibilidad.

Para infraestructuras existentes en las que la información documentada del edificio está desactualizada o no está disponible, es la forma ideal de desarrollar una documentación precisa del proyecto existente.

10

BIM se puede utilizar para una amplia variedad de aplicaciones en el sector de infraestructura. Estas son algunas de las áreas clave donde se utiliza BIM:

- **Diseño e ingeniería:** BIM se puede utilizar para crear modelos muy detallados y precisos de proyectos de infraestructura, lo que puede ayudar a mejorar el proceso de diseño e ingeniería. Los modelos BIM se pueden utilizar para identificar y resolver problemas potenciales en las primeras etapas de la fase de diseño, lo que puede ahorrar tiempo y dinero en el proyecto.
- **Construcción:** Los modelos BIM se pueden utilizar para crear modelos 4D del proyecto, lo que puede ayudar a visualizar el cronograma del proyecto e identificar posibles conflictos. Los modelos BIM también se pueden utilizar para generar planos detallados del sitio y dibujos conforme a obra.
- **Colaboración:** BIM es clave para mejorar la comunicación, garantizar el cumplimiento normativo y promover la participación pública en proyectos de infraestructura.
- **Operación y Mantenimiento:** BIM se puede utilizar para monitorear y gestionar los activos a lo largo de su ciclo de vida. Los gemelos digitales se pueden utilizar para rastrear en tiempo real el estado de los activos, identificar problemas potenciales y programar actividades de mantenimiento.
- **Sostenibilidad:** BIM se puede utilizar para evaluar la sostenibilidad de proyectos de infraestructura. Un ejemplo es el uso de BIM para calcular el consumo energético de activos de infraestructura.
- **Gestión de costos:** los modelos BIM se pueden utilizar para generar estimaciones de costos detalladas, lo que puede ayudar a identificar y evitar sobrecostos. BIM también se puede utilizar para realizar un seguimiento del costo del proyecto durante la construcción y para generar informes de costos.

- **Escanear a BIM:** para infraestructuras existentes, como edificios de fábricas, donde la información documentada está desactualizada o no está disponible, BIM es la forma ideal de desarrollar documentación precisa del proyecto existente.

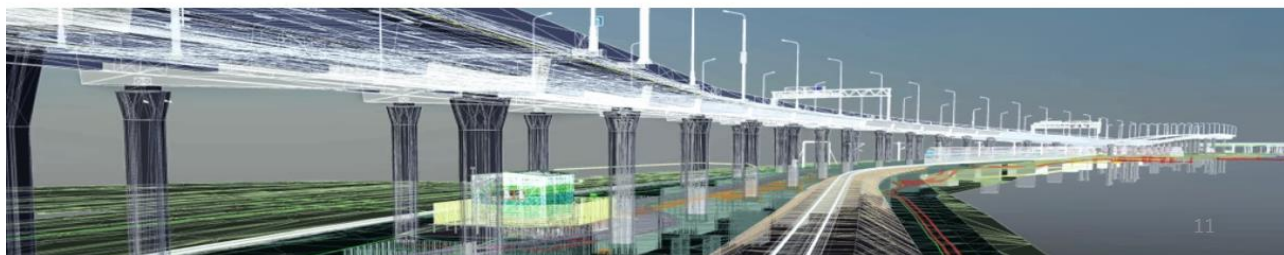
## Ejemplos de uso

### BIM para infraestructuras



### Ejemplos de uso

- Proyectos de transporte como carreteras, ferrocarriles, autopistas, estaciones de metro, aceras, broadways, vías fluviales, etc.
- Estructuras horizontales, como puentes, túneles y presas.
- Apoyo en el desarrollo del suelo y Modelado de Información Paisajística (LIM).
- Estructuras cívicas como centros comerciales, estadios, parques, piscinas, centros comerciales, etc.
- Proyectos complejos como estructuras offshore, plantas de purificación, redes de servicios, aeropuertos, hospitales, centrales eléctricas e instalaciones de energías renovables.



Algunos ejemplos de proyectos de infraestructura que utilizan BIM incluyen:

**Transporte:** Carreteras, autopistas, estaciones de metro, aceras, vías públicas, vías fluviales y muchos otros proyectos de transporte. BIM ayuda a evitar conflictos con las instalaciones existentes como tuberías de gas, líneas de agua, electricidad, etc. BIM ayuda con la toma de decisiones efectiva sobre geometrías, cálculos de cantidades, recursos, configuraciones de carriles, análisis de desmonte y terraplén, nivelación y análisis del sitio, y muchos aspectos más. Además, BIM proporciona una plataforma común para que todas las partes involucradas compartan cada fase del proyecto y resuelvan cualquier conflicto antes de la construcción real de la obra.

**Ferrocarriles:** BIM está ampliamente adoptado en el sector ferroviario. Ingenieros y planificadores ferroviarios se utiliza para crear un modelo 3D detallado de toda la infraestructura ferroviaria, incluidas vías, estaciones, puentes, túneles y otros componentes. El software BIM puede identificar choques o conflictos en el diseño temprano en la fase de planificación. Esto ayuda a prevenir problemas que podrían provocar costosas demoras y revisiones en la construcción.

**Desarrollo de terrenos:** Los proyectos de desarrollo de terrenos implican el modelado de superficies topográficas, edificios, muros de contención, caminos, áreas de estacionamiento, elementos paisajísticos, etc. Todos estos elementos se pueden agregar dentro de un único modelo BIM con el objetivo de ayudar a

las autoridades competentes a obtener un conocimiento más profundo del proyecto, y así facilitar la emisión de permisos y autorizaciones. En este contexto, el Modelado de Información del Paisaje (LIM) es una nueva tendencia en proyectos espaciales que utiliza tecnología BIM. Los elementos urbanísticos se consideran tan esenciales como los objetos de construcción. Además, los datos SIG se pueden utilizar para modelar áreas más grandes combinando datos de modelos SIG y BIM.

**Estructuras cívicas:** BIM es esencial para soportar geometrías complejas como centros comerciales, estadios, parques, piscinas, centros comerciales y otras instalaciones que involucran inter e interdisciplinas. BIM puede sincronizar los componentes arquitectónicos, estructurales y MEP (mecánicos, eléctricos y de plomería) para obtener un modelo sin conflictos para cualquier estructura cívica.

**Estructuras marinas:** Las instalaciones flotantes, las plataformas petrolíferas, los puertos portuarios, las ataguías, el tendido de tuberías y otros proyectos marinos son estructuras especialmente complejas y que se caracterizan por su tamaño considerable. La adopción de la tecnología BIM ayuda a organizar todas las fases de diseño, construcción, operación y desmantelamiento de estas obras. También permite resolver todos los problemas relacionados con la seguridad y la accesibilidad.

**Túneles:** El proceso de diseño y construcción de túneles y galerías implica riesgos considerables debido a la alta complejidad de estas obras. El uso de BIM proporciona una representación 3D realista de los componentes involucrados en la construcción de estas estructuras, lo que permite detectar y mitigar inconsistencias incluso antes de que comiencen las excavaciones. Los planos y modelos construidos ayudan a los operadores y administradores de túneles a operar, mantener, reparar y renovar de manera eficiente.

**Puentes y presas:** el diseño de estructuras horizontales, como puentes y presas, involucra numerosas disciplinas de ingeniería. Los modelos BIM son capaces de integrar y coordinar todos los servicios y elementos que entran en juego en la construcción de estas obras, incluyendo estructuras de soporte, sistemas de energía e iluminación, tuberías y servicios subterráneos, gestión de aguas residuales, sistemas de transporte por carretera y ferrocarril, etc.

Además de los ejemplos recién descritos, BIM también proporciona una contribución esencial en el diseño de **plantas depuradoras**, instalaciones de tratamiento **de agua y aguas residuales**, **redes de servicios** (tanto aéreas como subterráneas), **aeropuertos**, **hospitales**, **centrales eléctricas** e **instalaciones de energías renovables** y estructuras complejas de todos los tipos.

Los gemelos digitales basados en BIM se pueden utilizar para una variedad de aplicaciones en infraestructura, que incluyen:

- **Puentes y túneles:** los gemelos digitales se pueden utilizar para monitorear la integridad estructural de puentes y túneles e identificar posibles grietas o corrosión.
- **Sistemas de agua y aguas residuales:** los gemelos digitales se pueden utilizar para monitorear el flujo de agua y aguas residuales en los sistemas e identificar fugas u obstrucciones.
- **Infraestructura energética:** Los gemelos digitales se pueden utilizar para monitorear el desempeño de plantas de energía, líneas de transmisión e instalaciones de energía renovable.



- **Sistemas de transporte:** los gemelos digitales se pueden utilizar para monitorear el flujo de tráfico e identificar áreas de congestión. Esta información se puede utilizar para mejorar la gestión del tráfico y reducir la congestión.

## Datos y estándares: ISO 19650

### BIM para infraestructuras



### Datos y normas: ISO 19650

**ISO 19650** es una norma internacional que proporciona un marco para la gestión de la información en el entorno construido, incluido BIM.

Define los roles y responsabilidades de las diferentes partes interesadas en el proceso de construcción y proporciona pautas para la creación, el intercambio y la compartición de datos BIM.

Cuando se aplica a proyectos de infraestructura, la norma ISO 19650 garantiza que BIM se utilice de manera efectiva para administrar y mantener los activos de infraestructura, mejorando la eficiencia y reduciendo los costos a lo largo del ciclo de vida del activo.



12

ISO significa Organización Internacional de Normalización y es una organización dedicada al desarrollo de estándares internacionales.

**ISO 19650** es un conjunto de estándares reconocido mundialmente diseñado para facilitar la organización y gestión de datos creados durante proyectos de construcción. La serie de normas ISO 19650 son las normas de gestión de información/BIM más completas disponibles en el mundo en la actualidad.

Con la adopción de ISO 19650 en varios países (a nivel gubernamental), ISO 19650 se está convirtiendo en el estándar BIM global.

ISO 19650 es particularmente relevante para BIM para infraestructuras, ya que proporciona un enfoque estandarizado para la creación, intercambio y uso de datos BIM en proyectos complejos. Se recomienda encarecidamente seguir la familia de normas ISO 19650 para la gestión de la información cuando se utiliza BIM para simplificar las cosas y aplicar buenas prácticas acordadas.

**Anexo Nacional** ISO 19650 es un documento de apéndice para que cualquier país agregue sus requisitos locales/específicos para la implementación de los estándares en su región.



## Datos y estándares: OpenBIM y el formato IFC

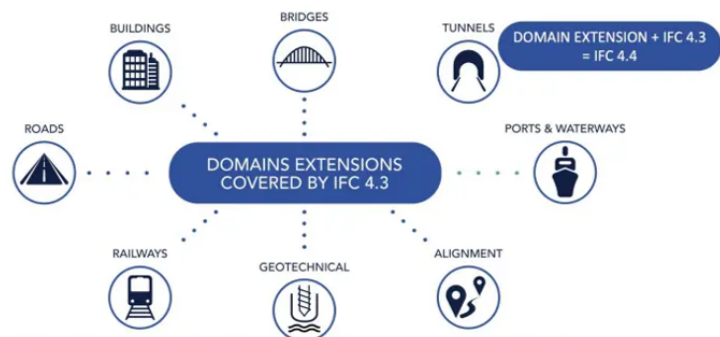
### BIM para infraestructuras



### Datos y estándares: OpenBIM y el formato IFC

**OpenBIM** es un enfoque colaborativo y estándares asociados que facilitan la creación, el intercambio y la compartición de datos relacionados con BIM.

**IFC** es el estándar openBIM más común y es un modelo de datos para el entorno construido gestionado y mantenido por **buildingSMART**.



El formato IFC proporciona un lenguaje común para que las aplicaciones de software BIM compartan datos, lo que garantiza la interoperabilidad entre diferentes plataformas y proveedores.

13

No existe una solución universal para implementar BIM que pueda aplicarse a cada proyecto o tipo de activo, pero los estándares abiertos ofrecen la oportunidad de especificar formatos de transferencia neutrales, así como requisitos de formato de intercambio.

En este sentido, **OpenBIM** es un protocolo colaborativo y estándares asociados que facilitan la creación, intercambio y compartición de datos relacionados con BIM. Promueve la interoperabilidad y la estandarización entre varias aplicaciones de software BIM.

Cada vez más, los mandatos gubernamentales para la ejecución de proyectos requieren que openBIM mejore la interoperabilidad de los proyectos de infraestructura. OpenBIM sirve como un facilitador crucial para proyectos de infraestructura, donde los sistemas complejos e interconectados requieren un enfoque integral e interoperable para el modelado y la gestión de datos. Al adoptar los estándares OpenBIM, las partes interesadas en la infraestructura pueden colaborar, intercambiar datos y tomar decisiones informadas de manera efectiva durante las distintas fases del proyecto.

### ¿Por qué es importante openBIM?

- OpenBIM admite un flujo de trabajo abierto y transparente, lo que permite a los miembros del proyecto participar independientemente de las herramientas de software que utilicen.
- OpenBIM crea un lenguaje común para procesos ampliamente referenciados, lo que permite a la industria y al gobierno adquirir proyectos con un compromiso comercial transparente, una evaluación de servicios comparable y una calidad de datos asegurada.
- OpenBIM proporciona datos duraderos del proyecto para su uso durante todo el ciclo de vida de los activos, evitando la entrada múltiple de los mismos datos y los errores consiguientes.

- Los proveedores de software (plataforma) pequeños y grandes pueden participar y competir en las mejores soluciones independientes del sistema.

En OpenBIM, se puede utilizar una combinación de estándares de intercambio y modelado de datos abiertos, incluidos, por ejemplo: IFC, LandXML, TransXML, InfraGML, CityGML, JSON y RDF. El uso de dichos estándares garantiza que los datos creados durante estas fases proporcionen contenido interoperable y tecnológicamente neutral para los modelos de información.

### IFC en proyectos de infraestructura

En 1994, se formó un consorcio de 12 empresas (la Alianza Internacional para la Interoperabilidad o IAI) para desarrollar un formato para compartir software. Dos años más tarde se lanzó la primera versión del formato Industry Foundation Class (IFC). El nuevo formato tenía que ser abierto y neutral y el compromiso colectivo era desarrollar software que fuera compatible con IFC. Desde 2005, el IAI se estableció como una organización sin fines de lucro con el nombre **buildingSMART**, activa en todo el mundo con varios capítulos nacionales.

El propio BuildingSMART dio vida al enfoque OpenBIM. El objetivo es promover un método de trabajo basado en el uso de formatos neutros, en primer lugar, IFC, pero también XML, BCF, COBie, etc. BuildingSMART también colabora con el **OGC** (Open GeoSpatial Consortium) para definir puntos de contacto entre BIM y mundos SIG.

IFC es el estándar OpenBIM más común y es un modelo de datos para el entorno construido gestionado y mantenido por buildingSMART y su comunidad. IFC también es un estándar internacional abierto (ISO 16739-1:2018) y promueve una funcionalidad neutral o independiente del proveedor y utilizable en una amplia gama de dispositivos de hardware, plataformas de software e interfaces para muchos casos de uso diferentes.

Mientras la IFC intenta describir todo el entorno construido, existen limitaciones comprensibles en la cobertura, particularmente para la infraestructura. En este sentido, recientemente se presentó el nuevo estándar **IFC 4.3**, diseñado específicamente para simplificar el intercambio de modelos de infraestructura e introducir una clasificación más específica de los elementos que componen estos proyectos. IFC 4.3 representa un avance innegable en la industria AEC, ya que trae una serie de modificaciones y mejoras clave que tienen un impacto significativo en los proyectos de infraestructura.

Al adoptar IFC, resulta factible extender todos los beneficios de OpenBIM a lo que se conoce como "*recursos horizontales*". Por lo tanto, la utilización del formato IFC es fundamental en proyectos de infraestructura, ya que facilita el intercambio de datos, la colaboración y la toma de decisiones bien informadas durante todo el ciclo de vida del proyecto.



## Políticas y mandatos

### BIM para infraestructuras



### Policies and mandates

La UE ha emitido varias políticas y directrices para promover el uso de BIM en proyectos de infraestructura. La más relevante es la **Directiva 2014/24/UE** sobre contratación pública:

Esta directiva anima a los Estados miembros a tener en cuenta el BIM a la hora de evaluar las ofertas de contratos públicos para el diseño, la construcción o la renovación de proyectos de infraestructura, como carreteras, ferrocarriles y puentes.

**Políticas y mandatos nacionales de BIM** Además de la directiva de la UE, muchos estados miembros de la UE han implementado sus propias políticas y mandatos BIM. Estos mandatos varían en alcance y rigurosidad, pero todos reflejan el creciente reconocimiento de los beneficios de BIM.



14

Hoy en día, muchos contratos de ingeniería civil exigen el uso de BIM, la adopción de estándares y obligaciones de datos de activos. Los gobiernos y los compradores públicos de Europa y de todo el mundo reconocen el valor de BIM y están tomando medidas proactivas para fomentar el uso de BIM en sus sectores de construcción y en la entrega y operaciones de activos públicos.

En 2014, la **Unión Europea** emitió una recomendación (Directiva 2014/24/UE sobre contratación pública) de que los estados miembros deberían utilizar BIM para ejecutar proyectos públicos. La recomendación de la UE no es obligatoria, pero se espera que anime a los estados miembros a adoptar BIM utilizando estándares comunes (como ISO 19650) y métodos operativos (como OpenBIM).

Otras políticas y directrices para promover el uso de BIM en proyectos de infraestructura incluyen:

- Plan móvil de 2016 para la normalización de las TIC: este plan describe los esfuerzos continuos de la UE para promover y estandarizar el uso de BIM en el sector de la construcción.
- Informe del grupo de trabajo BIM de 2017: este informe proporciona recomendaciones sobre cómo acelerar la adopción de BIM en la UE.

Muchos estados miembros ya han emitido sus propios mandatos BIM; los siguientes son algunos ejemplos relevantes.

- En **Italia**, BIM es hoy una realidad consolidada gracias a la introducción y continua actualización regulatoria y legislativa. 2019 fue un año decisivo para la afirmación del BIM con un Decreto Ministerial que exigía, de forma obligatoria, el uso de BIM en obras de importe igual o superior a 100 millones de euros. Sin embargo, a partir del 1 de enero de 2022, el uso de metodologías BIM pasa a ser obligatorio para obras públicas con un valor igual o superior a 15 millones de euros.

- En 2017, el **gobierno francés** ordenó el uso de BIM en todos los proyectos de infraestructura importantes. El mandato se aplica a proyectos con un presupuesto superior a 100 millones de euros.
- Los **Países Bajos** tienen un mandato BIM voluntario para proyectos públicos. El mandato fomenta el uso de BIM para todos los proyectos de más de 15 millones de euros de valor y proporciona orientación sobre cómo implementar BIM.
- **Noruega** ha sido pionera en la implementación de BIM para proyectos de infraestructura. La Administración de Carreteras Públicas de Noruega (NPRA) ha sido una firme defensora de BIM y, desde 2014, ha desarrollado varias políticas y mandatos para fomentar su uso.
- **Alemania** no tiene un mandato BIM a nivel nacional, pero varios estados federales han implementado sus propios mandatos. Por ejemplo, el estado federado de Baden-Württemberg exige el uso de BIM para todos los proyectos públicos de más de 10 millones de euros de valor.
- En **España**, el gobierno ha tomado varias medidas para promover la adopción de BIM en proyectos de infraestructura. En 2018, el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Movilidad (Mitma) publicó la "Estrategia BIM para Proyectos de Infraestructura" que describe la visión del gobierno para la adopción de BIM en el sector. Varias agencias del sector público en España han exigido el uso de BIM para proyectos de infraestructura. Por ejemplo, ADIF exige BIM para todos los nuevos proyectos ferroviarios con un presupuesto de más de 25 millones de euros. La DGT exige BIM para todos los proyectos de carreteras nuevas con un presupuesto superior a 50 millones de euros.
- **Croacia** ha estado implementando gradualmente BIM para proyectos de infraestructura durante la última década. Las políticas, los mandatos y las inversiones en capacitación y apoyo del Ministerio de Construcción y Planificación Física (MCPF) de Croacia están ayudando a impulsar la adopción de BIM. En 2019, el ministerio ordenó el uso de BIM para todos los proyectos de carreteras nuevas con un presupuesto de más de 50 millones de HRK. El mandato se implementó gradualmente durante un período de tres años, y todos los proyectos de carreteras nuevos requerirían BIM para 2021.

Además de los mandatos BIM, muchos países europeos también han publicado **directrices BIM** para proyectos públicos. Estas directrices proporcionan recomendaciones sobre cómo utilizar BIM en proyectos públicos.

- **Suecia:** El gobierno sueco ha publicado directrices BIM para proyectos públicos. Las directrices cubren una amplia gama de temas, incluida la gestión de datos, la colaboración y la formación. BIM se ha convertido ahora en parte de la cultura sueca y la Administración de Transporte de Suecia lo exige para determinados proyectos de infraestructura.
- **Dinamarca:** el gobierno danés ha publicado directrices BIM para proyectos públicos. Las pautas se basan en el estándar BIM Nivel 2 y brindan recomendaciones sobre cómo utilizar BIM para diferentes tipos de proyectos.
- **Finlandia:** El gobierno finlandés ha publicado directrices BIM para proyectos públicos. Las directrices se basan en el Manual BIM publicado por BuildingSMART International.





## Uso de SIG en proyectos de infraestructura BIM

### BIM para infraestructuras



### Uso de GIS en proyectos de infraestructura BIM

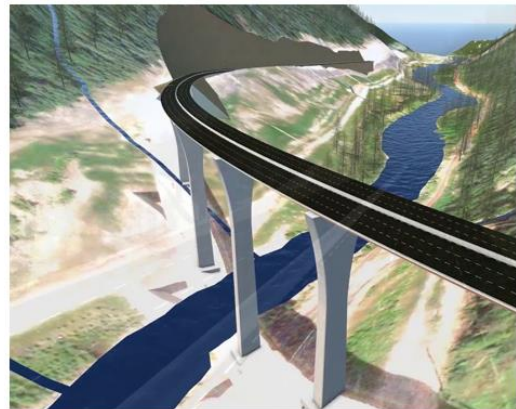
Los GIS pueden desempeñar un papel crucial en los proyectos de infraestructura BIM, proporcionando una comprensión integral del entorno físico.

**La integración de GIS proporciona una serie de ventajas:**

- ✓ Visualización mejorada del sitio del proyecto
- ✓ Mejora de la planificación y el diseño del sitio en función del uso de la tierra y los aspectos ambientales.
- ✓ Prevenir conflictos entre los elementos de la infraestructura y otras estructuras.
- ✓ Optimización de costes y eficiencia de proyectos

**Ejemplos de uso de datos GIS**

- ✓ Diseño de carreteras y puentes
- ✓ Diseño ferroviario
- ✓ Diseño de redes subterráneas



15

La integración entre BIM y GIS tiene como objetivo apoyar la planificación, diseño, construcción y gestión de obras, considerando el territorio, los ecosistemas y los recursos naturales a mejorar o proteger.

El software y los datos SIG pueden desempeñar un papel crucial en los proyectos de infraestructura BIM, proporcionando una comprensión integral y actualizada del entorno físico y apoyando la toma de decisiones informadas durante todo el ciclo de vida del proyecto. Gracias a las bases de datos GIS y al uso de aplicaciones BIM adecuadas, es posible reconstruir modelos tridimensionales y realistas del territorio, superponer datos de planificación y ambientales, topografía, líneas de servicios públicos y otros datos geoespaciales y, sobre estos datos, diseñar BIM. infraestructuras.

La disponibilidad cada vez mayor de datos geoespaciales en línea con licencia abierta permite la reconstrucción de modelos 3D realistas de ciudades y territorios y facilita la integración de estos datos en proyectos de infraestructura como carreteras y ferrocarriles.

Al integrar SIG en los flujos de trabajo BIM, introducimos el concepto de " **Geodigital Twin** ", que va más allá de la simple creación de gemelos digitales de un proyecto para abarcar todo el contexto territorial. El Gemelo Geodigital puede resultar increíblemente útil para el enfoque de Construcción Sostenible e Infraestructura Verde, integrando las dimensiones territorial, climática, social y económica de la sostenibilidad con los procesos de diseño BIM tradicionales.

La construcción sustentable y la infraestructura sustentable representan dos caras de la misma moneda, cuyo objetivo es crear un entorno construido más sustentable. Tanto BIM como GIS desempeñan papeles cruciales en la promoción de estos enfoques, de una manera que minimice el impacto ambiental, conserve los recursos y promueva un futuro más sostenible.



Los gemelos digitales geoespaciales pueden resultar extremadamente útiles en la gestión de activos de infraestructura, como carreteras y puentes. Otro campo en el que la incorporación de datos SIG se vuelve fundamental es el de la gestión sostenible de obras de construcción, donde el proceso de información BIM se integra con el potencial del análisis SIG para el seguimiento ambiental.

La integración de BIM y GIS crea una representación holística del sitio del proyecto de infraestructura, lo que facilita una variedad de beneficios:

- **Visualización mejorada:** la integración GIS y BIM permite la creación de visualizaciones 3D que combinan el contexto físico del sitio del proyecto con el modelo BIM. Esta visualización inmersiva permite a las partes interesadas comprender mejor el proyecto, visualizar conflictos potenciales e identificar oportunidades de optimización.
- **Planificación y diseño de sitios mejorados:** los datos SIG pueden informar las decisiones de planificación y diseño de sitios, asegurando que los proyectos de infraestructura estén alineados con el uso de la tierra, las limitaciones ambientales y las redes de transporte existentes. Por ejemplo, los datos SIG pueden ayudar a identificar áreas con alto contenido de humedad del suelo, zonas potenciales de deslizamientos de tierra o proximidad a áreas protegidas, que pueden influir en el diseño de los cimientos y los métodos de construcción.
- **Detección y coordinación de choques:** los datos SIG se pueden utilizar para detectar y prevenir choques entre elementos de infraestructura y servicios subterráneos existentes u otras estructuras. Esta capacidad de detección de conflictos puede reducir significativamente el riesgo de costosas re trabajos y retrasos durante la construcción.
- **Optimización de costos y eficiencia del proyecto:** al integrar datos GIS con modelos BIM, los equipos de proyecto pueden identificar oportunidades potenciales de ahorro de costos, como reutilizar líneas de servicios públicos existentes o modificar parámetros de diseño para evitar conflictos. Esto puede optimizar los flujos de trabajo de los proyectos y conducir a una entrega de proyectos más eficiente.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de cómo se utilizan los datos SIG en proyectos de infraestructura BIM:

- **Diseño de carreteras y puentes:** los datos GIS, incluida la topografía, el uso del suelo y las redes de carreteras existentes, se pueden utilizar para optimizar el trazado de las carreteras, minimizar los impactos ambientales y garantizar el cumplimiento de las normativas. Para el diseño de puentes, los datos SIG pueden ayudar a identificar ubicaciones adecuadas para los cimientos de puentes, evaluar los espacios libres de los puentes y considerar posibles riesgos de socavación.
- **Diseño ferroviario:** los datos GIS, incluidas las características del terreno, las líneas ferroviarias existentes y las limitaciones ambientales, se pueden utilizarse para optimizar las alineaciones ferroviarias, identificar ubicaciones adecuadas para túneles y puentes y garantizar el cumplimiento de los estándares ferroviarios.
- **Diseño de redes subterráneas:** los datos GIS, incluidas líneas de servicios públicos, estructuras subterráneas e información geotécnica se pueden utilizar para planificar y diseñar redes

subterráneas como sistemas de alcantarillado, tuberías de agua y cables de telecomunicaciones. Esta integración ayuda a evitar conflictos entre la infraestructura subterránea y otras estructuras.

- **Gestión de activos:** los datos GIS se pueden utilizar para almacenar y gestionar información sobre los activos de infraestructura existentes, incluida su ubicación, condición e historial de mantenimiento. Estos datos se pueden utilizar para desarrollar planes eficaces de gestión de activos, priorizar las actividades de mantenimiento e identificar riesgos potenciales para la integridad de la infraestructura.

## Herramientas y tecnología

### BIM para infraestructuras



### Herramientas y tecnología

#### Tipos de software BIM en proyectos de infraestructuras

**Software de modelado BIM:** crea modelos 3D detallados de proyectos de infraestructura como carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles, edificios y servicios públicos.

**Software de visualización BIM:** Para generar representaciones 3D realistas de proyectos de infraestructura, permitiendo a las partes interesadas visualizar el proyecto en su contexto.

**Software de colaboración BIM:** Permite a las partes interesadas del proyecto compartir y colaborar en modelos, dibujos, documentos y otros datos. Un entorno común de datos (CDE) es una herramienta crucial para la implementación de BIM en proyectos de infraestructura

#### Soluciones más populares

**Autodesk Civil 3D** es uno de los programas BIM más populares que da soporte a los diseñadores de infraestructuras

**Autodesk InfraWorks** se puede utilizar para visualizar y analizar proyectos de infraestructura en el contexto de su entorno. Puede integrar sin problemas datos geoespaciales.

**Autodesk Revit** es el software de modelado BIM de construcción más popular del mundo.

16

### ¿Qué software BIM utilizar en proyectos de infraestructura?

BIM no es sólo software, es un proceso, pero, por supuesto, necesitarás software para crear los modelos que impulsan el proceso BIM. Podemos utilizar una gran cantidad de herramientas; sin embargo, esto crea su propio conjunto de complicaciones ya que la tecnología cambia tan rápidamente que puede resultar difícil mantenerse al día y decidir qué es lo más apropiado utilizar.

A continuación, se muestran algunas de las numerosas herramientas BIM disponibles para proyectos de infraestructura. Creemos que hemos enumerado las más esenciales, aunque las herramientas específicas utilizadas pueden variar según el tipo de proyecto, las preferencias del equipo del proyecto y los requisitos del proyecto.

El software BIM ofrece una amplia gama de funcionalidades para soportar las diferentes etapas de un proyecto de infraestructura. Por tanto, la lista de herramientas de software está dividida por los principales tipos de software BIM.

#### software de modelado BIM

Este tipo de software se centra en la creación de modelos 3D detallados de proyectos de infraestructura como carreteras, ferrocarriles, puentes, túneles, edificios y servicios públicos.

Autodesk es ampliamente reconocido como el líder en software en BIM. Ofrecen un conjunto completo de soluciones BIM comerciales para proyectos de infraestructura, que abarcan todo el ciclo de vida del proyecto, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y el mantenimiento. Las soluciones clave de Autodesk para el modelado BIM en proyectos de infraestructura incluyen:

Autodesk
<b>Revit</b> es un software BIM popular que se utiliza para modelar y diseñar una amplia variedad de proyectos de infraestructura, incluidos edificios, puentes, carreteras y túneles. Revit se aplica principalmente en proyectos de infraestructura para modelar estructuras viales como puentes, pasarelas, pasos inferiores, alcantarillas, túneles y muros de contención.
<b>Civil 3D</b> es un potente software de ingeniería civil que proporciona herramientas para diseñar, modelar y analizar proyectos de infraestructura, incluidos caminos, puentes, tuberías y servicios públicos. Hoy en día, Civil 3D es el software de creación orientado a BIM más utilizado y eficaz para el modelado de una infraestructura de transporte.
<b>InfraObras</b> se centra en el modelado y visualización de infraestructura. Es un software de simulación y modelado de ciudades en 3D que se puede utilizar para visualizar y analizar proyectos de infraestructura en el contexto de su entorno. Este software específico funciona muy bien con datos SIG, ya que puede integrar perfectamente datos geoespaciales en diseños y modelar las condiciones existentes que representan el sitio de construcción real.

Vale la pena señalar que Autodesk se ha asociado con profesionales de buildingSMART International y AEC para respaldar openBIM. Por ejemplo, ahora puede utilizar IFC 4.3 para la versión Civil 3D 2024 para mejorar la interoperabilidad de equipos de proyectos multidisciplinarios.

El software Trimble BIM (también conocido como productos de software Tekla de Trimble) es un conjunto completo de herramientas que ayuda a arquitectos, ingenieros y contratistas a diseñar, construir y gestionar edificios y proyectos de infraestructura.

Trimble
<b>Tekla Structures</b> es un potente software BIM estructural, especializado en ingeniería estructural, particularmente para diseñar y detallar estructuras complejas de acero y hormigón. Proporciona herramientas para crear modelos 3D detallados, analizar el rendimiento estructural y generar documentación de fabricación y montaje.
<b>Trimble Novapoint</b> es el software BIM más popular en Escandinavia para infraestructuras. Permite a los ingenieros civiles crear modelos 3D complejos de carreteras, vías férreas, redes de alcantarillado, túneles o puentes.

Graphisoft es otra importante marca de software que ofrece un conjunto completo de herramientas BIM para colaboración, análisis y visualización. Graphisoft es miembro de la buildingSMART Alliance y una de las empresas que iniciaron OpenBIM.

Graphisoft
<b>ArchiCAD</b> es una suite de diseño completa con dibujo, visualización y otras funciones de modelado de información de construcción en 2D y 3D para arquitectos, diseñadores y planificadores. Cabe mencionar

que el primer software BIM fue Archicad. ArchiCAD se utiliza principalmente para el diseño arquitectónico. Si bien ofrece algunas funciones para proyectos de infraestructura, no está diseñado específicamente para este propósito y existen otras opciones de software BIM que son más adecuadas para el modelado y diseño de infraestructura.

El software Bentley BIM incluye una variedad de herramientas para crear, editar y analizar modelos BIM.

Bentley
<b>MicroStation</b> es un software de diseño asistido por computadora (CAD) (se puede comparar con Autodesk AutoCAD) para crear dibujos precisos en 2D y 3D para proyectos de infraestructura. Es muy adecuado para el modelado de infraestructura. Genera objetos y elementos de gráficos vectoriales 2D/3D e incluye funciones BIM. Es conocido por sus poderosas capacidades de modelado 3D, integración de datos geoespaciales y herramientas de análisis. MicroStation se utiliza a menudo para proyectos que requieren un alto nivel de precisión y detalle.
<b>OpenRoads ConceptStation</b> es un software de diseño conceptual de redes de carreteras que permite a los usuarios crear modelos 3D de carreteras, puentes y otras infraestructuras de transporte de forma rápida y eficiente.
<b>OpenBuildings</b> es un software BIM para ingenieros civiles que se puede utilizar para múltiples aplicaciones: diseño arquitectónico, mecánico, estructural y de sistemas eléctricos, documentación de construcción y visualización.

Otros productos de software relevantes utilizados para proyectos de infraestructura BIM son:

- **Vectorworks:** Es un software BIM que se puede utilizar para proyectos de infraestructura. Ofrece una variedad de herramientas para crear y administrar modelos 3D de elementos de infraestructura e incluye una calculadora de ingeniería civil incorporada que se puede utilizar para realizar cálculos para proyectos de infraestructura.
- **Rhino:** se utiliza principalmente para modelado y diseño 3D, y puede usarse para una variedad de aplicaciones, incluidos proyectos de infraestructura. Sin embargo, no está diseñado específicamente para BIM de infraestructura y no se utiliza tan ampliamente como otras opciones de software.
- **SierraSoft Roads:** Es un software BIM para el diseño de carreteras y autopistas. Las funciones BIM de SierraSoft Roads permiten producir, modificar, compartir y analizar modelos de información vial.
- **Allplan Engineering:** un software BIM popular entre los ingenieros civiles que ofrece una amplia gama de herramientas para diseñar y gestionar proyectos y estimar costes.

### Software de visualización BIM

Este tipo de software puede generar representaciones 3D realistas de proyectos de infraestructura, lo que permite a las partes interesadas visualizar el proyecto en su contexto y tomar decisiones informadas. La mayoría de estas herramientas son de uso gratuito pero tienen funciones limitadas. El mundo del software BIM está intrínsecamente ligado al software propietario. Existe una gran cantidad de visores gratuitos, algunos de los cuales son gratuitos aunque desarrollados por empresas comerciales.

Una selección de productos de software relevantes utilizados para visualizar proyectos de infraestructura BIM son:

- **Autodesk Viewer:** un software BIM de navegador gratuito para ver modelos 3D.
- **Autodesk Navisworks:** Da la posibilidad de ver el modelo desde diferentes perspectivas.
- **Trimble Connect:** ofrece una variedad de funciones para la coordinación del diseño, la gestión de proyectos y también la visualización BIM.
- **ACCA usBIM:** Aplicación para visualizar online modelos BIM de gran tamaño. ACCA usBIM es una plataforma basada en la nube formada por un conjunto de herramientas que ofrece una versión gratuita que incluye la posibilidad de crear y gestionar modelos BIM (con algunas limitaciones) y publicar y compartir modelos BIM en formato IFC.
- **Bentley Viewer:** una aplicación de escritorio gratuita con una variedad de funciones para ver el modelo geométrico.

Selección de software BIM para visualización de la información incluida en archivos IFC (objetos 3D y vista tabular de la información)

- **BIM Vision:** un visor de modelos BIM gratuito que admite el formato IFC. Es una herramienta liviana y fácil de usar que se puede utilizar para ver, analizar y medir modelos BIM.
- **Solibri Anywhere:** un programa de escritorio gratuito de Nemetschek. El programa admite la vista previa de archivos IFC.
- **Areddo:** Un visor BIM gratuito para IFC y nubes de puntos. Es una herramienta liviana y fácil de usar que se puede utilizar para ver, explorar y analizar modelos BIM.
- **BIMCollab Zoom :** un software gratuito de la empresa KUBUS.
- **Dalux Viewer :** un programa gratuito que admite la visualización de archivos IFC.

En cuanto al software BIM OpenSource, hay varias opciones disponibles. Sin embargo, el uso de estas herramientas en BIM para infraestructuras es muy limitado. Algunas de las opciones más populares incluyen:

- **FreeCAD:** un software de modelado 3D paramétrico gratuito y de código abierto que se puede utilizar para diversos fines, incluido BIM.
- **BlenderBIM:** una extensión de código abierto para el popular software de modelado 3D Blender que agrega funcionalidad BIM.
- **IfcOpenShell:** una biblioteca C++ gratuita y de código abierto para leer, escribir y manipular archivos IFC.

Cada vez más ingenieros buscan formas de aprovechar las nuevas tecnologías para mejorar sus flujos de trabajo y mejorar la productividad. En este sentido el uso de **la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada** es cada vez más común para la visualización de estructuras ferroviarias, autovías y puentes. Esta tecnología no sólo nos permite mover el objeto diseñado de una pantalla plana a un entorno más "inmersivo", sino que también mejora el proceso de toma de decisiones a la hora de elegir las soluciones de diseño.

### Software de colaboración BIM

Este software permite a las partes interesadas del proyecto compartir, revisar y modificar modelos BIM en tiempo real. Un aspecto crítico para lograr un proyecto BIM exitoso es garantizar una gestión eficaz de la información. El uso del llamado entorno de datos común (CDE) es un proceso para garantizar que la información se prepare, se controle la calidad, se emita y se utilice de forma controlada y coherente. En el contexto de BIM para proyectos de infraestructura, el CDE (especialmente las soluciones basadas en la

nube) desempeña un papel crucial a la hora de agilizar la colaboración, mejorar la coordinación del proyecto y mejorar los resultados del proyecto.

Ejemplos de software relevante para CDE en BIM para proyectos de infraestructura incluyen:

- **Autodesk BIM 360:** un entorno de datos común avanzado basado en la nube de Autodesk. Proporciona una ubicación centralizada para almacenar, administrar y compartir información de proyectos para proyectos de infraestructura.
- **Autodesk Navisworks:** también ofrece algunas funciones de colaboración, como herramientas de marcado y anotación. Sin embargo, no tiene tantas funciones como las plataformas de colaboración dedicadas.
- **Autodesk BIM Collaborate:** una plataforma de colaboración BIM basada en la nube que ayuda a los equipos a trabajar juntos de manera más efectiva durante todo el ciclo de vida del proyecto. Proporciona una plataforma centralizada para almacenar, compartir y gestionar datos BIM, así como herramientas para la colaboración, la detección de conflictos y la gestión de problemas. Autodesk BIM Collaborate y Autodesk Navisworks se suelen utilizar para diferentes etapas del proceso de construcción.
- **Trimble Viewpoint:** una solución de gestión de información y documentos basada en la nube para compartir, controlar y colaborar en la información del proyecto con equipos de proyecto dispersos.
- **Trimble Connect:** una plataforma de colaboración BIM basada en la nube que permite a las partes interesadas del proyecto compartir y acceder a modelos BIM, dibujos y otros datos del proyecto en tiempo real.
- **BIMcollab:** una plataforma de colaboración basada en la nube que permite a las partes interesadas del proyecto compartir, revisar y comentar modelos BIM en tiempo real.
- **Bentley ProjectWise:** un software de colaboración de proyectos que ayuda a los equipos de proyecto a gestionar, compartir y distribuir contenido y revisión de proyectos de ingeniería en una única plataforma.
- **Asite:** un CDE basado en la nube que ayuda a los equipos de proyectos de construcción a colaborar, gestionar y compartir información.
- **BIMServer:** una plataforma de código abierto basada en la nube para gestionar y compartir modelos de información de construcción (BIM). Es una opción popular para proyectos de infraestructura porque ofrece varias características diseñadas específicamente para este tipo de trabajo.
- **usBIM:** Completo sistema de gestión BIM para la digitalización de construcciones e infraestructuras en un flujo de trabajo sencillo, seguro y compartido

### **Adopción de software BIM: variaciones globales**

La adopción y el uso del software BIM varían significativamente entre los diferentes países. Esto puede atribuirse a varios factores, incluidas las tendencias del mercado, los requisitos reglamentarios, la infraestructura educativa y los factores culturales.

La adopción de BIM es muy alta en América del Norte, con más del 80% de los proyectos que utilizan BIM de alguna manera. Esto se debe a varios factores, incluida la madurez de la industria de la construcción, las políticas gubernamentales y la disponibilidad de capacitación y educación en BIM.

La adopción de BIM también es alta en Europa, con más del 60% de los proyectos que utilizan BIM de alguna manera. Las políticas gubernamentales en muchos países europeos han fomentado la adopción de BIM y existe una red creciente de proveedores de educación y capacitación en BIM.



No existe un único software BIM dominante en todas las regiones. Sin embargo, Autodesk Revit es el software BIM más utilizado en Norteamérica, Europa y Latinoamérica. El software de Bentley también es una opción popular en estas regiones, especialmente para proyectos de infraestructura. Graphisoft Archicad es otro software BIM popular, especialmente en Europa y Asia. Tekla Structures es un software BIM especializado para ingeniería estructural y se utiliza comúnmente en Europa y Asia para edificios de gran altura y proyectos de infraestructura.

### Integración BIM y GIS

La colaboración entre Autodesk, líder en el sector BIM, y Esri, líder en soluciones geoespaciales, ha mejorado cada vez más la interoperabilidad entre los diferentes software involucrados en el proceso de diseño.

Hasta la fecha, el principal software SIG de Esri, **ArcGIS Pro**, permite la lectura directa de Autodesk Revit, Civil 3D dwg y el formato de intercambio IFC BIM. Además, se ha añadido la posibilidad de conectarse con BIM360 y Autodesk Construction Cloud, para añadir contexto geográfico a los modelos almacenados en la Nube. Entonces es posible publicar modelos de Revit e IFC también dentro de la nube de Esri ArcGIS Online. La herramienta **ArcGIS GeoBIM** app, disponible en ArcGIS Online, se propone como un "puente" entre el entorno SIG y el mundo BIM.

Puede encontrar más información sobre la integración BIM y GIS en el curso dedicado de BIRGIT "Integración BIM-GIS".

## ¿Qué es BIM para la gestión de instalaciones?

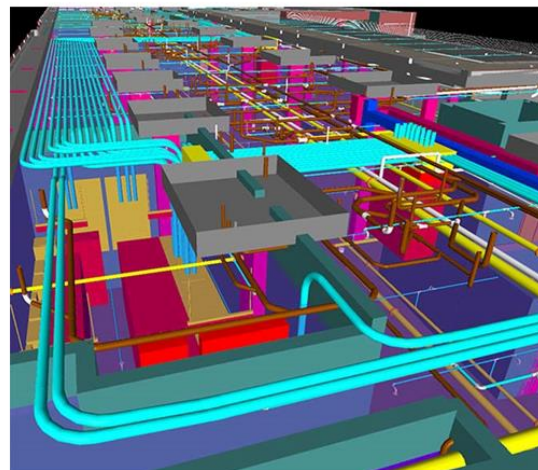
### BIM para la gestión de instalaciones



#### ¿Qué es BIM para la gestión de instalaciones?

BIM para la gestión de instalaciones (o FM) es un proceso que utiliza una representación digital de un edificio y sus sistemas para **mejorar la eficiencia y eficacia de las operaciones de gestión de instalaciones**.

En el contexto de la gestión de instalaciones, BIM se puede utilizar para gestionar y mantener la instalación a lo largo de su ciclo de vida, incluidas tareas como **la planificación del espacio, la gestión de activos, la programación del mantenimiento y el análisis energético**. Ayuda a mejorar la eficiencia, la colaboración y la toma de decisiones en los procesos de gestión de instalaciones.



17

La gestión de instalaciones (FM) implica la operación y el mantenimiento de la infraestructura y los servicios de un edificio.

BIM ha transformado la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Otro gran potencial de BIM es proporcionar información precisa, oportuna y relevante no sólo durante el diseño y la construcción de un solo edificio o infraestructura, sino también durante todo el **ciclo de vida** de las instalaciones.

Una dimensión BIM se refiere a los diferentes niveles de información o integración de datos dentro de un modelo BIM. Cada dimensión añade una capa de complejidad y detalle al proceso de modelado. Estas dimensiones mejoran el modelo BIM y lo hacen más útil durante todo el ciclo de vida de una estructura.

Entre las "dimensiones" de BIM, **7D BIM** aborda todos los aspectos de la gestión de instalaciones y se ocupa de la gestión y mantenimiento de los activos existentes a través de acciones que garantizan la calidad de los servicios y la seguridad de los usuarios y trabajadores.

BIM es una tecnología transformadora en el campo de la gestión de instalaciones, que ofrece una representación digital completa y detallada de los atributos físicos y funcionales de una instalación. Esta representación digital sirve como un depósito centralizado de información, lo que permite a los administradores de instalaciones planificar, monitorear y mantener sus activos de manera efectiva durante todo su ciclo de vida. BIM para la gestión de instalaciones, también llamado "**BIM de ciclo de vida**", se puede utilizar para la gestión eficiente de las instalaciones, la planificación del mantenimiento y la utilización del espacio.

La gestión de instalaciones abarca múltiples disciplinas con el objetivo de garantizar una funcionalidad óptima del entorno construido, integrando personas, lugares, procesos y tecnología. Abarca todo, desde el mantenimiento y la limpieza, pasando por la gestión inmobiliaria y financiera. La variedad de estos servicios pone de relieve la complejidad del argumento. Además, existe una importante necesidad económica y medioambiental de mejorar la gestión de las instalaciones nuevas y existentes de manera eficiente, y BIM puede resultar extremadamente beneficioso en este sentido.

### **Beneficios de BIM para la gestión de instalaciones**

**La colaboración** es un componente clave de un flujo de trabajo BIM. Para los administradores de instalaciones, esto significa que pueden intercambiar información con personas clave involucradas en las fases de diseño y construcción para comprender mejor el ciclo de vida del edificio. Además, los administradores de instalaciones también pueden participar durante la fase de diseño para garantizar que la instalación sea rentable y cumpla con los objetivos diarios de los administradores de instalaciones.

Cuando el modelo de la instalación se actualiza periódicamente, los equipos de mantenimiento pueden acceder a datos importantes sobre el rendimiento y el estado de los activos del edificio. Por ejemplo, un usuario puede examinar el modelo 3D de una unidad HVAC para obtener detalles sobre el rendimiento, los programas de mantenimiento e información del fabricante. Con estos datos se pueden crear planes de mantenimiento preventivo de la unidad.

El modelo 3D de la instalación también permite a los técnicos conocer completamente la ubicación exacta de los activos, lo que les permite localizar el problema y solucionarlo rápidamente. Y, cada vez que hay un cambio en la ubicación de los activos, la información se actualiza para cada parte interesada, lo que garantiza una única fuente de verdad para todos.

Un modelo BIM también facilita la utilización eficaz del espacio, ya que a los administradores de las instalaciones les resulta más fácil visualizar el edificio y el espacio disponible dentro de la envolvente. Con acceso a información precisa sobre el diseño, los administradores de instalaciones pueden optimizar la asignación de activos, optimizar las rutas de evacuación, identificar puntos de seguridad débiles y garantizar la facilidad de acceso, la seguridad y la comodidad de los ocupantes.

El ahorro de energía es una de las prioridades críticas para la mayoría de los edificios comerciales. Esto es especialmente cierto en el caso de los edificios ecológicos desarrollados para reducir el impacto ambiental. BIM ofrece acceso a datos sobre el consumo de energía, ofreciendo a los administradores de instalaciones la oportunidad de analizar y comparar diferentes alternativas energéticas para cumplir los objetivos energéticos.

BIM es igualmente útil para instalaciones existentes construidas sin un modelo digital informativo. Es posible generar un modelo BIM integrado de la instalación existente utilizando una técnica de escaneo láser junto con los planos de diseño originales. Los administradores de instalaciones pueden utilizar este modelo 3D para sugerir oportunidades de modernización para optimizar el edificio y mejorar la eficiencia operativa y el ahorro de energía.

## Usos de BIM para la gestión de instalaciones

### BIM para la gestión de instalaciones



### Usos de BIM para la gestión de instalaciones

Los gestores de instalaciones están encontrando valor en una **serie de áreas** de las operaciones de construcción que se benefician de la mejora de los datos BIM.

Las aplicaciones BIM en la gestión de instalaciones incluyen:

- Gestión del espacio
- Gestión de activos
- Planificación del mantenimiento
- Gestión de la energía
- Seguridad y protección
- Estimación de costes y presupuestación
- Sostenibilidad de la construcción



18

## BIM para la gestión y optimización del espacio

### BIM para la gestión de instalaciones



### BIM para la gestión y optimización del espacio

Los modelos BIM proporcionan visualizaciones en 3D de los espacios, lo que permite a los administradores de instalaciones optimizar la utilización del espacio, identificar áreas infrautilizadas y planificar futuras expansiones.

Este enfoque garantiza que la asignación de espacio se alinee con las necesidades de la organización y maximice la eficiencia de la utilización.



Al comprender los detalles de cómo se utiliza el espacio, los profesionales de las instalaciones pueden reducir la desocupación y, en última instancia, lograr importantes reducciones en los gastos inmobiliarios. La información de habitaciones y áreas en los modelos BIM es la base para una buena gestión del espacio.

19

## BIM para gestión de activos e inventario

### BIM para la gestión de instalaciones



### BIM para la gestión de activos y el inventario

La gestión de activos BIM es la gestión estratégica de un activo a través de BIM.

BIM se puede utilizar para crear un inventario completo de activos digitales para una instalación. Este inventario puede incluir información sobre la **ubicación, el estado, las especificaciones y el historial de mantenimiento** de cada activo.

Esta información se puede utilizar para realizar un seguimiento del ciclo de vida de los activos, identificar áreas de mantenimiento y planificar el reemplazo de activos.

20

BIM Asset Management es la gestión y mantenimiento de un activo realizado de forma estratégica y ventajosa mediante la aplicación de BIM. Esta fase del ciclo de vida de un activo es aquella en la que el activo es utilizado por el usuario final y al mismo tiempo debe ser gestionado y mantenido. La gestión de un activo abordado con el apoyo de la tecnología BIM representa un servicio fundamental para los facility managers y tiene varios beneficios:

- Facilita la organización y gestión de los distintos componentes del activo: ingeniería estructural, arquitectónica, de planta, etc.
- Permite al operador de Facility Management simplificar operaciones rutinarias como levantamientos, recopilación de información, producción de documentos, datos de actividades de mantenimiento, etc.
- Permite un conocimiento más fiable y detallado de la consistencia real del artefacto.

El desafío clave al desarrollar un programa de mantenimiento es ingresar la información de productos y activos requerida para el mantenimiento preventivo. La información sobre los equipos de construcción almacenada en modelos BIM puede eliminar meses de esfuerzo para completar con precisión los sistemas de mantenimiento. Por BIM Asset Data entendemos toda la información que concierne a la fase de gestión y mantenimiento del activo, y que enriquece los activos de información del modelo BIM. El modelo BIM se convertirá así en un **AIM, Modelo de Información de Activos**.

**BIM Asset Tagging** significa literalmente etiquetar el modelo y consiste en actualizar la información del modelo con datos de gestión. El equipo del proyecto puede agregar **COBie** (explicado en la diapositiva 26) u otros datos al modelo relacionados, por ejemplo, con identidad patrimonial, números de serie, información



del fabricante, garantías y vidas útiles estimadas. Esta información permite a los equipos de Facility Management (FM) utilizar el modelo para obtener información de mantenimiento.

## BIM para la planificación y programación del mantenimiento

### BIM para la gestión de instalaciones

### BIM para la planificación y programación del mantenimiento

BIM se puede utilizar para automatizar la creación de programas de mantenimiento preventivo basados en el estado y el uso de los activos. Esto puede ayudar a prevenir averías, prolongar la vida útil de los activos y reducir los costes de mantenimiento.



21

S

BIM se puede utilizar para automatizar la creación de programas **de mantenimiento preventivo** basados en la condición y el uso de los activos. Esto puede ayudar a prevenir averías, prolongar la vida útil de los activos y reducir los costes de mantenimiento.

El desafío clave en el desarrollo de un programa de mantenimiento es ingresar al producto y al activo. Información necesaria para el mantenimiento preventivo. información sobre la construcción Los equipos almacenados en modelos BIM pueden eliminar meses de esfuerzo para completar con precisión sistemas de mantenimiento.

BIM se puede utilizar para analizar patrones de datos de activos e identificar problemas potenciales antes de que provoquen averías o fallos. Esto puede ayudar a los administradores de instalaciones a abordar problemas de manera proactiva, minimizar las interrupciones y reducir los costos de reparación inesperados.



## BIM y sostenibilidad de la construcción

### BIM para la gestión de instalaciones



### BIM y sostenibilidad de la construcción

6D BIM integra los datos ambientales en el modelo. Se basa en todas las demás dimensiones para ayudar a optimizar el rendimiento ambiental del edificio. Tiene en cuenta todo el ciclo de vida del edificio e incluye datos como el consumo de energía y el impacto medioambiental.

Es esencial durante la etapa de diseño y planificación, ya que ayuda a los equipos a evaluar diferentes opciones de diseño e identificar el enfoque más sostenible.

También entra en juego durante las operaciones y el mantenimiento, ayudando a los equipos a gestionar los sistemas energéticos.



22

**6D BIM** va más allá del enfoque convencional que se centra únicamente en los costos iniciales del proyecto, sino que ayuda a estimar el costo total de operación de un activo para cumplir con ciertos criterios de sostenibilidad y eficiencia.

A menudo, en la construcción, la sostenibilidad sólo se asocia con las necesidades energéticas de un edificio: una intervención en un edificio sólo se define como sostenible cuando conduce a un ahorro de energía. Sin embargo, la sostenibilidad es multifacética y se refiere al logro de un equilibrio sostenible entre los requisitos económicos, ambientales y sociales.

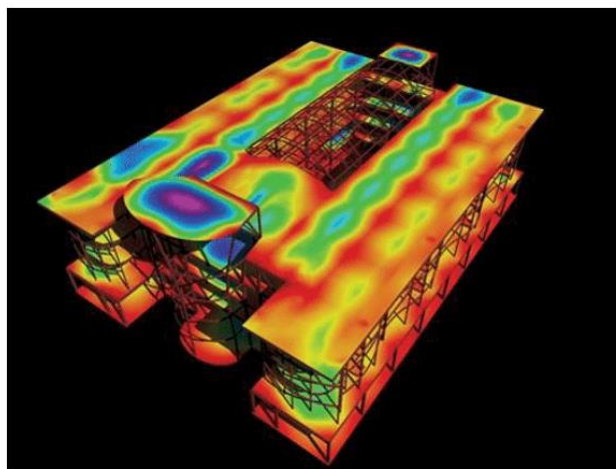
BIM puede proporcionar el marco para reunir todos estos aspectos ofreciendo la posibilidad de gestionar un sistema de información complejo de forma integrada, en referencia a los distintos sistemas tecnológicos, los componentes del edificio y las diferentes fases de su ciclo de vida.

De hecho, 6D BIM también entra en juego durante **las operaciones y el mantenimiento**; agiliza la gestión de activos al incluir información detallada sobre los componentes del edificio, como la vida útil esperada, los programas de mantenimiento y los costos de reemplazo. Esto, a su vez, ayuda a los equipos a gestionar los sistemas energéticos que pueden afectar la huella ambiental del edificio.

Es importante resaltar que existe la necesidad de brindar capacitación integral a los futuros profesionales para capacitarlos para utilizar BIM de manera efectiva para identificar e implementar soluciones energéticamente eficientes durante todo el ciclo de vida del edificio.

## BIM para el uso eficiente de la energía

### BIM para la gestión de instalaciones



### BIM para un uso eficiente de la energía

BIM se puede utilizar para simular el rendimiento energético de una instalación, identificando áreas de mejora y ahorros potenciales de energía.

Este análisis puede guiar la optimización de los sistemas HVAC, los controles de iluminación y otros equipos que consumen energía, lo que conduce a reducciones significativas de costos y beneficios ambientales.

23

Uno de los aspectos más importantes del modelado BIM 6D es el **modelo energético del edificio**, con el que se pueden estudiar posibles alternativas para mejorar la eficiencia energética, el confort y el bienestar de los usuarios e incluir otras formas de energía más eficientes y sostenibles.

De hecho, BIM se puede utilizar para analizar y comparar diferentes alternativas energéticas, ayudando a los administradores de instalaciones a reducir significativamente el impacto ambiental y los costos operativos. Al evaluar los costos y ahorros asociados con diversas mejoras de edificios y modernizaciones de sistemas, los administradores de instalaciones pueden optimizar el rendimiento del edificio a lo largo de su vida útil.

Si bien BIM ha demostrado ser eficaz para optimizar las soluciones de construcción y lograr ahorros de energía, existe la necesidad de una mayor interoperabilidad entre BIM y las herramientas de análisis energético. Además, una mayor integración con otras tecnologías, como los SIG, mejoraría aún más los beneficios de BIM para la eficiencia energética.

Para gestionar el modelado 6D se necesita un software específico que permita crear un modelo tridimensional del edificio e insertar objetos paramétricos con datos e información relativa al rendimiento energético de cada elemento. Todos estos aspectos convergen en un único modelo BIM que simula el comportamiento real de todo el activo físico. Este modelo también es conocido por BEM (Building Energy Modeling).

Entre las herramientas de análisis energético, **EnergyPlus** es la más utilizada, seguida de EcoTect, Green Building Studio, IES-VE y de TerMus PLUS. Autodesk Revit se destaca como un centro central en la red de análisis energético BIM, conectándose perfectamente con las cuatro herramientas de análisis energético

más frecuentes e incluso con herramientas desarrolladas a medida. ArchiCAD, por otro lado, actualmente se integra con una sola herramienta de análisis energético, EnergyPlus.

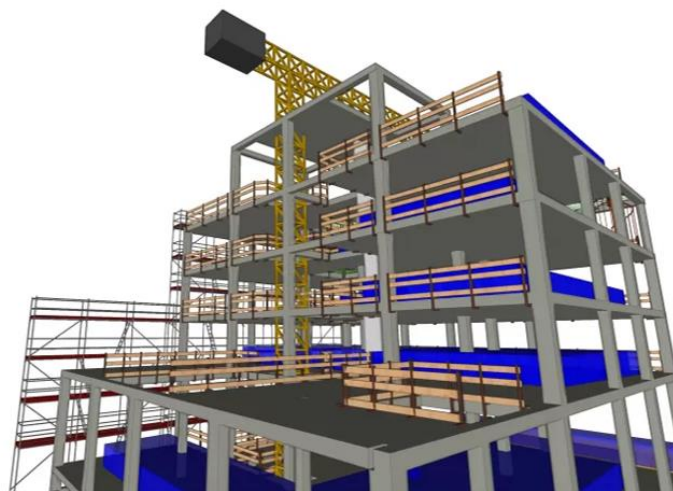
## BIM para la seguridad y la protección

### BIM para la gestión de instalaciones

### BIM para la seguridad y la protecc

BIM se puede utilizar para identificar posibles riesgos de seguridad, como pasillos obstruidos, equipos que funcionan mal o sistemas de seguridad contra incendios mal mantenidos.

Este enfoque proactivo ayuda a mejorar la seguridad de los ocupantes del edificio y a cumplir con las normas de seguridad.



24

S

El uso de BIM se extiende a la seguridad y protección, abarcando seguridad en la construcción, planificación de emergencias, diseño de seguridad, análisis de costos y operaciones en curso. **8D BIM** es la dimensión de BIM que añade información relativa a la seguridad durante la fase de diseño y ejecución de la obra.

BIM respalda la seguridad al ofrecer una representación digital integral de la infraestructura del edificio, incluidos los sistemas de seguridad contra incendios, salidas de emergencia y características de seguridad. También proporciona capacidades detalladas de programación y diseño, lo que permite la conceptualización, planificación, programación, estimación, coordinación, verificación y análisis de hipótesis.

Esto permite a los administradores de instalaciones acceder a información de seguridad crítica, realizar simulacros de seguridad virtuales y planificar la respuesta a emergencias de manera más efectiva. Además, BIM facilita la integración de **datos de sensores en tiempo real** para monitorear y gestionar los sistemas de seguridad, contribuyendo a la mitigación proactiva de riesgos y garantizando un entorno más seguro para los ocupantes.

En el contexto de la protección contra incendios, BIM ofrece visualizaciones claras y detalladas, lo que permite detalles precisos del diseño y ventajas prácticas para los diseños de seguridad contra incendios. También ayuda a detectar y resolver conflictos con los servicios MEP, ahorrando en última instancia tiempo en la integración de los servicios de seguridad contra incendios.

## BIM para estimación de costes y presupuestación

### BIM para la gestión de instalaciones



### BIM para la estimación de costes y la elaboración de presupuestos

BIM se puede utilizar para **generar estimaciones** de costos precisas y presupuestos para mantenimiento, reparaciones y actualizaciones, lo que proporciona una base confiable para la planificación financiera. Esta transparencia garantiza que los costos se administren de manera efectiva y estén alineados con los objetivos de la organización.

Estas son algunas de las formas en que se puede utilizar BIM para la estimación de costos y la elaboración de presupuestos:

- ✓ Genere cálculos de **cantidades precisos** para todos los materiales y componentes de un edificio. Esto puede ayudar a garantizar que las estimaciones se basen en datos reales, en lugar de conjeturas.
- ✓ Identifique conflictos entre diferentes oficios o sobreespecificación de materiales.
- ✓ Identificar oportunidades para reducir el uso de materiales o simplificar los métodos de construcción.
- ✓ Desarrollar estimaciones de costos del ciclo de vida de un edificio, que consideren los costos de operación, mantenimiento y eliminación..

25

Una de las ventajas de la metodología BIM es el ahorro de tiempo y costes, en cada etapa del ciclo de vida de un edificio o infraestructura (planificación, construcción, operación, mantenimiento y demolición). **5D BIM** es la dimensión de la aplicación de la metodología BIM que corresponde explícitamente a la estimación de costes.

Durante la fase de diseño y construcción, la estimación de costos basada en BIM ofrece una gran cantidad de ventajas, agilizando el proceso de preparación de la lista de cantidades (BOQ) para entregar estimaciones de costos precisas para los proyectos. Esta automatización permite a los equipos de proyectos identificar y mitigar proactivamente los riesgos de costos desde el principio, reduciendo significativamente la probabilidad de sobrecostos y salvaguardando la rentabilidad del proyecto. El modelo BIM permite la captura directa de cantidades del modelo 3D, lo que resulta en cálculos más precisos con menos errores y omisiones.

Pero la fase de gestión y mantenimiento de una obra se encuentra quizás entre las más onerosas en términos de tiempo y costes de todo el ciclo de vida de una obra. Los modelos BIM se pueden utilizar para realizar un seguimiento de las necesidades de mantenimiento, programar reparaciones y optimizar la asignación de recursos. BIM también puede incluir datos sobre la esperanza de vida y los costos de reemplazo.

Los equipos de proyecto requieren capacitación para utilizar BIM de manera efectiva para extraer datos de costos. En algunos casos, es necesaria la integración de BIM con otros sistemas de gestión de proyectos, como software de estimación y presupuestación. Los sistemas de estimación de costes basados en BIM

como **BIMestiMate** y **Navisworks Manage** pueden automatizar el proceso de valoración en cualquier etapa del proyecto. Además, herramientas de software como CostX, QuickBid Estimating, Bluebeam Revu y On-Screen Takeoff Pro también están diseñadas para crear y administrar BOQ y generar cálculos de cantidades a partir de modelos BIM.



## COBie: interoperabilidad BIM para la gestión de instalaciones

### BIM para la gestión de instalaciones



### COBie: Interoperabilidad BIM para la gestión de instalaciones

COBie permite integrar en el proceso BIM la información necesaria para la fase de gestión y mantenimiento de un edificio o infraestructura.

#### Características clave de COBie:

- Formato estandarizado para capturar y gestionar la información operativa y de mantenimiento
- Compatible con IFC, el formato de datos de modelo de información de construcción estándar de la industria
- Fácilmente editable en Microsoft Excel
- Facilita el intercambio de datos entre los equipos de construcción y gestión

COBie es desarrollado y mantenido por Building Smart Alliance y se está volviendo cada vez más popular debido a sus beneficios y su alineación con los estándares de la industria.

26

COBie, acrónimo de Construction Operations Building Information Exchange, es un **estándar de intercambio de datos** que permite integrar en el proceso BIM la información necesaria para la fase de gestión y mantenimiento de un edificio o infraestructura.

COBie fue desarrollado inicialmente por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. y actualmente está siendo desarrollado y mantenido por Building Smart Alliance, también responsable del desarrollo de IFC. Ha ganado popularidad en Europa y se utiliza en Estados Unidos desde hace varios años, con una adopción generalizada en el Reino Unido, donde ahora es obligatorio para todos los proyectos públicos.

Los datos COBie se utilizan normalmente para capturar información operativa y de mantenimiento sobre componentes de construcción. Luego, esta información se puede utilizar para diversos fines, como planificar y programar actividades de mantenimiento, realizar un seguimiento del estado de los activos y generar informes para los administradores de las instalaciones.

Si bien IFC es útil para crear e intercambiar modelos de información de construcción, COBie es más útil para capturar y gestionar información operativa y de mantenimiento. Sin embargo, existe cierta superposición entre los dos estándares y algunos datos de COBie se pueden exportar a IFC y viceversa. COBie también se puede definir como una **definición de vista de modelo (MVD)** IFC que selecciona solo la información necesaria para la gestión de instalaciones.

En el proceso constructivo tradicional, el medio de comunicación entre las fases de construcción y mantenimiento estaba representado por el papel. Utilizar COBie como vehículo de información entre la construcción y la gestión de una obra supone hacer interoperables los datos del Facility Management. De

hecho, esta norma reúne en una única estructura digital estandarizada toda la información útil en la fase de gestión y mantenimiento (fichas técnicas, garantías, manuales de uso y mantenimiento, etc.).

Los archivos COBie se producen en formato XML, un formato tabular simple editable a través de Microsoft Excel, lo que significa que es legible tanto por máquinas como por humanos y que no se requiere software especial.

La importancia de COBie está ligada a su capacidad para integrar datos e información multidisciplinarios y a menudo heterogéneos sobre Facility Management. Utilizar este formato significa garantizar el intercambio completo de toda la información útil para la gestión y el mantenimiento de la obra y garantizar correlaciones gracias a la estructuración estandarizada de la hoja de cálculo.

Cómo funciona COBie:

- Los datos BIM se exportan al formato COBie: la información sobre los componentes del edificio y sus atributos se extrae del modelo BIM y se almacena en archivos COBie.
- Los datos de COBie se utilizan para la gestión y el mantenimiento: los datos de COBie se utilizan para planificar y programar actividades de mantenimiento, realizar un seguimiento del estado de los activos y generar informes para los administradores de instalaciones.
- Los datos de COBie se integran con otros sistemas: los datos de COBie se pueden integrar con otros sistemas de gestión de edificios, como sistemas HVAC y sistemas de gestión de activos.
- COBie resulta particularmente importante en la evaluación de costos porque permite evaluar la efectividad de las inversiones destinadas a la gestión y mantenimiento de activos.

COBie se está volviendo más popular en Europa gracias a varias razones:

- **Mandatos gubernamentales:** los gobiernos europeos, como los del Reino Unido, los Países Bajos y Alemania, han ordenado o emitido directrices para el uso de COBie en proyectos públicos. Esto ha ayudado a aumentar el conocimiento de la norma y fomentar su adopción por parte de organizaciones del sector privado.
- **Ahorro de costos:** COBie puede ayudar a reducir costos mejorando la eficiencia y reduciendo el riesgo de errores.
- **Sostenibilidad:** COBie puede ayudar a mejorar la sostenibilidad de los edificios al facilitar el seguimiento y la gestión del consumo de energía y otros impactos ambientales.

## Lecturas adicionales y referencias

### ¿Qué es openBIM?

<https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>

### estándar CFI

- <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>
- <https://www.iso.org/standard/70303.html>

### ISO 19650

<https://www.iso.org/standard/68078.html>

### estándar COBie

[https://nationalbimstandard.org/files/COBie-v3-Standard\\_Executive-Summary\\_DRAFT061322.pdf](https://nationalbimstandard.org/files/COBie-v3-Standard_Executive-Summary_DRAFT061322.pdf)

### Manual del grupo de trabajo BIM de la UE 2017

<https://eubim.eu/handbook/>