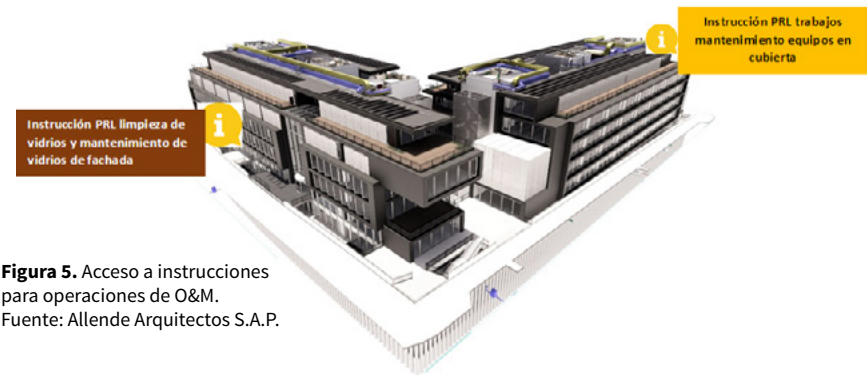


ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Si en el activo construido se realiza una actividad empresarial, se deberá garantizar que esta se lleva a cabo en las debidas condiciones de seguridad y salud. El modelo BIM permite disponer de datos digitalizados a partir de los cuales se puede elaborar un gemelo digital descriptivo en 3D para la fase de operación y mantenimiento. Es posible utilizar este modelo como modelo de gestión del activo o *Facility Management* en el que se podrán realizar, entre otras, las siguientes actuaciones:

- **Mejorar la planificación de las medidas preventivas** que se requieren para los trabajos de operación y mantenimiento.
- **Gestionar digitalmente las inspecciones**, quedando registradas en el propio modelo.
- **Comprobación de condiciones de trabajo**, como pueden ser el acceso a los diferentes puestos de trabajo y la identificación de falta de protecciones frente a caída de altura.
- **Verificación y gestión de las medidas de actuación en caso de emergencia**: comprobación de la correcta dotación de medios de extinción, automatización del análisis de las rutas de emergencias en función de la ocupación, etc.
- **Transmisión de información preventiva**, pudiendo navegar en 3D por un activo/ gemelo digital y vincular instrucciones o procedimientos de trabajo que muestren cómo realizar las operaciones de manera segura.



ETAPA DE REHABILITACIÓN Y CAMBIO DE USO

A lo largo del ciclo de vida de una construcción es muy probable que esta se vea sometida a trabajos de rehabilitación o de modificación para habilitar nuevos usos. Para que se lleven a cabo de forma segura será necesario conocer los riesgos del emplazamiento, los riesgos generados por la concurrencia y los de la actuación que se pretende llevar a cabo.

Partiendo de un modelo con información de las características del activo es factible conocer las condiciones de este que resulten relevantes para la ejecución de los trabajos. La posibilidad de visualizar y de simular determinadas actuaciones aporta numerosas ventajas en seguridad y salud como:

- **Identificación de las condiciones de peligro**: se pueden realizar mediciones y establecer distancias de seguridad a instalaciones existentes.
- **Planificación de los trabajos** a través de la información gráfica de las distintas actuaciones que componen una tarea.

ETAPA DE DEMOLICIÓN

Para planificar adecuadamente la demolición de una obra civil o de una edificación es fundamental disponer de información acerca de su estado y sus características, así como de su entorno. Esta se puede obtener a partir de un modelo de Operación y Mantenimiento o de la digitalización del activo que se quiere demoler.

A continuación, se exponen algunas de las oportunidades de BIM identificadas en la etapa de demolición, además de las mencionadas en etapas anteriores:

- **Posibilidad de analizar previamente el estado de las instalaciones y sus características**, así como determinar los servicios e instalaciones afectadas en cada fase de la demolición.
- **Valoración preventiva de los posibles métodos de demolición**.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Activo**. Edificación, instalación, planta o infraestructura una vez construida.
- **BEP**. Plan de ejecución BIM. Documento en el que se definen las bases, reglas y normas internas de un proyecto que se va a desarrollar con BIM, para que todas las personas implicadas realicen un trabajo coordinado y coherente.
- **BIM** (*Building Information Modeling*). Conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar en una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual.
- **CDE**. Entorno Común de Datos. Espacio digital común y compartido al que podrán acceder los diferentes agentes intervinientes en las diferentes etapas del proyecto BIM.
- **Ciclo de vida**. Conjunto de etapas por las que atraviesa una edificación o infraestructura, desde la idea y definición de sus requerimientos hasta el fin de su uso.
- **EIR**. Requerimientos de Intercambio de Información. Cláusulas precontractuales que definen la información a entregar y las normas y procesos que deberían aplicar al equipo redactor y/o contratista como parte del proceso de entrega de un proyecto en metodología BIM.
- **Gemelo digital**. Representación virtual de un producto o activo real que permite simular el comportamiento de éste. Dichos gemelos pueden evolucionar desde niveles “descriptivos”, en los que el gemelo reproduce visualmente el activo y la información vinculada al mismo, hasta niveles “informativos” o “integrados”, en los que con la aplicación de sensores y tecnología IoT (internet de las cosas) se logra la conexión y sincronización entre el sistema real y el gemelo digital.
- **Modelo BIM**. Modelo tridimensional con información vinculada que va evolucionando en las diferentes etapas del ciclo de vida del activo.
- **Modelo FM** (*Facility Management*). Evolución del modelo BIM orientado a la fase de operación, explotación y mantenimiento del activo.

CONCLUSIONES

- **Es un método colaborativo, lo que permite tener en consideración todos los condicionantes.**
- **Se trabaja en un único modelo BIM.**
- **Aunque las oportunidades de BIM pueden extenderse a lo largo del ciclo de vida de la edificación o infraestructura, es en la etapa de diseño en la que deben concentrarse esfuerzos para mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.**
- **La visualización en 3D facilita la identificación de las condiciones de peligro y la toma de decisiones más eficaces.**
- **Permite la creación de un sistema virtual de control de las condiciones de trabajo, con registros en el centro de trabajo asociados al modelo.**

Para más información:



Autor: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Elena Limón García,
Diego García Páramo,
Manuel Ángel Peiteado Peiteado,
Blanca Vázquez Izquierdo.

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías (CNNT) – INSST

NIPO (en línea): 118-25-008-0



F. 135. 1. 25



INTRODUCCIÓN

BIM (*Building Information Modeling*) es una **metodología de trabajo colaborativa** para la gestión de proyectos de edificación u obra civil a través de un modelo digital. Este modelo conforma una **gran base de datos** que permite administrar, entre otros, los elementos que forman parte de la edificación o de la infraestructura a lo largo de su **ciclo de vida**.

Los principales atributos inherentes a BIM son:

- Es una metodología de trabajo, no el uso de un software determinado.
- Su configuración se basa en aprovechar el potencial de las actuaciones desarrolladas en las fases iniciales de concepción del futuro proyecto.
- Promueve la participación temprana de los diferentes agentes intervinientes en las distintas fases del ciclo de vida de la futura construcción.
- Se articula alrededor de un modelo digital sobre el que se va integrando una gran base de datos de la construcción.
- Aporta un enfoque de ciclo de vida evolutivo.
- La información puede actualizarse de manera automática en la nube.

BIM posibilita, antes de iniciar las obras, simular no solo el diseño, sino también el proceso de construcción, detectar problemas e incoherencias y subsanarlas antes de que se produzcan realmente durante la ejecución. Asimismo, desde un enfoque preventivo, puede contribuir a solventar las barreras más frecuentes para integrar la prevención en la construcción, lo que permite, **desde la fase de diseño, eliminar o reducir los riesgos presentes durante la ejecución de una obra** y durante su posterior utilización y mantenimiento.

Oportunidades que ofrece la metodología BIM para mejorar la integración de la PRL

Favorece la puesta en común de información y la coordinación entre los diferentes agentes intervinientes.	Facilita el proceso de integración de la PRL en el proyecto para una construcción y mantenimiento más seguros.	Hace posible contar con un “gemelo digital” que potencia la capacidad de análisis.
Concentra buena parte de las actuaciones en la fase de diseño.	Permite detectar problemas y subsanarlos durante el diseño.	Ofrece la posibilidad de mejorar la calidad del estudio de seguridad y salud.

Etapas del ciclo de vida de un activo



Figura 1. Etapas utilizadas para el análisis de oportunidades preventivas de la metodología BIM a lo largo del ciclo de vida de un activo. Fuente: Metodología BIM: Oportunidades para integrar la PRL a lo largo del ciclo de vida de una construcción.

ETAPA DE DISEÑO

Concepción y programación inicial

Para lograr una adecuada integración de la prevención en un proyecto BIM es indispensable considerar, desde el inicio, las necesidades preventivas de los agentes intervinientes en las diferentes fases del activo. Para ello, estas necesidades se deben **incluir en el EIR** (*Exchange Information Requirements*), documento elaborado por el cliente en el que se definen, entre otros, la información a entregar y las normas y procesos que deberían aplicar el equipo redactor y/o contratista, **y concretar en el BEP** (*BIM Execution Plan*), documento en el que se regula la creación y mantenimiento del modelo por parte de todos los agentes, para asegurar el cumplimiento **de los requisitos y actuaciones preventivas necesarias**.

Elaboración del proyecto de obra: actuaciones del proyectista

En la fase de diseño la capacidad de influencia para mejorar la seguridad y salud laboral asociada a la ejecución y a las actuaciones posteriores es máxima. **Integrar la prevención en el proyecto es clave para eliminar riesgos y reducir los que no se puedan evitar**. Las medidas que se adopten en esta etapa repercutirán en las condiciones de trabajo de las posteriores etapas de la obra.

A continuación, se exponen algunas de las actuaciones que debe llevar a cabo quien proyecte la obra y en qué medida BIM puede mejorar la integración de aspectos preventivos:

1. Recopilación de información relevante para la PRL en un Entorno Común de Datos (CDE)

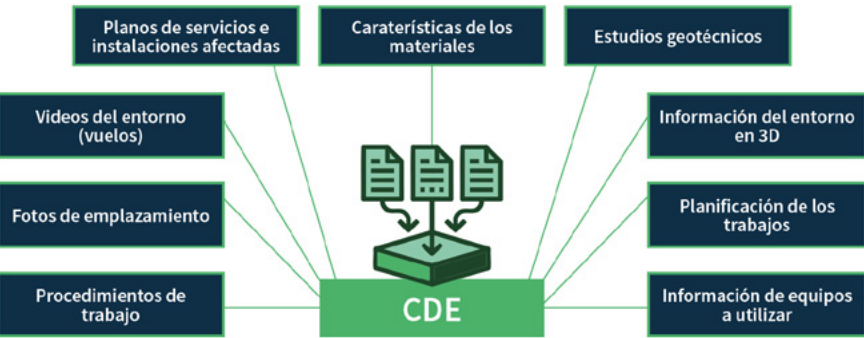


Figura 2. Información relevante para la PRL en un CDE. Fuente: elaboración propia.

2. Análisis preventivo de las alternativas de diseño para eliminar riesgos y, cuando no sea posible, reducir y mejorar el control de los riesgos residuales (aquellos que no han podido eliminarse mediante una solución de diseño)

Un aspecto clave para la integración de la prevención en el proceso de diseño consiste en valorar las implicaciones a nivel preventivo de las alternativas constructivas existentes aplicando la jerarquía de controles.

Este proceso se puede agilizar mediante la utilización de simulaciones constructivas a partir del modelo BIM de manera que se visualicen las condiciones de trabajo derivadas de cada una de las alternativas constructivas.



Figura 3. Jerarquía de controles: prioridades de actuación preventiva en la toma de decisiones en la etapa de diseño. Fuente: NTP 1126.

3. Definición de la solución de diseño y traslado de información

Una vez se incluye en el modelo BIM la **información relativa a la prevención de riesgos laborales**, esta se podrá vincular a los diferentes elementos del activo de tal manera que **estará disponible para la ejecución de la obra y para las posteriores etapas de operación y mantenimiento, rehabilitación y, en su caso, demolición**.

ETAPA DE PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA OBRA

Las características de una obra van cambiando a medida que avanza su ejecución. Por consiguiente, las condiciones de trabajo serán distintas en cada etapa de la misma. Es imprescindible que la planificación se adapte a la realidad de la obra y que se tengan en consideración los riesgos del entorno y los derivados de la concurrencia. Como resultado de este proceso, se establecerán procedimientos de trabajo, integrando las medidas preventivas. Quienes los vayan a llevar a cabo contarán con la formación, la información y los recursos materiales (equipos de trabajo y protecciones) necesarios para ello.

Durante la ejecución, se realizará un seguimiento para comprobar que se desarrolla conforme a lo planificado. Si surgen circunstancias imprevistas, no se improvisará. Se modificará la planificación contemplando dicha circunstancia.

A continuación, se indican algunas de las oportunidades de BIM detectadas para la PRL:

- **Identificación y clasificación temprana de condiciones de peligro.** El modelo BIM ofrece la posibilidad de introducir una serie de alertas con la identificación temprana de las condiciones de peligro susceptibles de generar riesgos a lo largo de la ejecución de la obra, como son la presencia de materiales nocivos, líneas eléctricas enterradas, etc.

- **Análisis preventivo de procesos constructivos** como, por ejemplo, el estudio de las diferentes posiciones de una grúa para el montaje de una estructura, pudiendo seleccionar el tipo y la ubicación más adecuada para los trabajos.

- **Detección de posibles interferencias** entre equipos **o incompatibilidades entre actividades** como pueden ser los trabajos en caliente en la proximidad de productos inflamables.

- **Planificación de las distintas fases de la obra incorporando la variable tiempo**, es decir, en modelos BIM 4D. Esta dimensión permite simular las secuencias de ejecución de los trabajos y avance de las obras.

- Uso de BIM para la **formación del personal** ajustada a la realidad de la obra en cada momento.

- **Ejecución y control** continuo a través de, por ejemplo, inspecciones periódicas de las condiciones de trabajo sobre el modelo 4D, registrando los resultados obtenidos en el propio modelo BIM.

- **Transmisión de información** gracias a su carácter colaborativo y trabajo en un único modelo BIM.



Figura 4. Secuencias temporales de trabajos de canalización con tuberías. Fuente: www.freeform4d.co.uk