



**ANIPPAC**

Asociación Nacional de Industriales del  
Presfuerzo y la Prefabricación A.C

# GUÍA BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*) PARA SISTEMAS PREFABRICADOS DE CONCRETO

COMITÉ DE APLICACIONES TECNOLÓGICAS, ANIPPAC.



Live Aqua Beach Resort Riviera Maya  
Imágenes por cortesía de PREDECON.



# **GUÍA BIM (*BUILDING INFORMATION MODERNING*) PARA SISTEMAS PREFABRICADOS DE CONCRETO**

**COMITÉ DE APLICACIONES  
TECNOLÓGICAS, ANIPPAC.**





---

# Índice

1. Conceptos básicos de BIM	9
1.1. ¿Qué es un BEP?	10
1.2. Metodología y procesos	11
2. Conceptos BIM	13
2.1. Niveles de Madurez BIM	14
2.2. Niveles de información BIM	15
2.3. Nueva terminología	31
3. Software BIM	33
3.1. Generalidades	33
3.2. <i>Software</i> de diseño	33
3.2.1. Archicad	33
3.2.2. Autodesk Revit	33
3.2.3. Aecosim de Bentley	34
3.2.3. Allplan	34
3.2.4. Trimble sketchup Pro	34
3.2.5. Navisworks de Autodesk,	34
3.2.6. Edificius	35
3.3. Prefabricados Tekla	35
3.4. Construcción	36
4. Plataformas de objetos BIM	39
4.1. Ciudad anippac ( <i>web page</i> )	39
4.2. Bimobject	39
4.3. Bimetica [+]	39
5. Estrategia BIM para los prefabricadores	41
5.1 El salto a BIM	41
5.2 Desarrollo de objetos BIM	41
5.3 Entrada del prefabricador al proyecto	42
5.4 BIM como elemento de diferenciación	42
6. Colaboración	45
7. Alineación con estrategia	47
7.1 ISO 19650	47
7.1.1. Partes involucradas en ISO 19650	48
7.1.2. Componentes principales de la ISO 19650	48

## Índice

7.2. Información	49
7.3. Requerimientos de la información	49
7.3.1. Definición de los requisitos de información y modelos de información resultantes	50
7.3.2. Requisitos de información de la organización (OIR)	50
7.3.3. Requisitos de información del activo (AIR)	50
7.3.4. Requisitos de información de proyecto (PIR)	51
7.3.5. Requisitos intercambio de información (EIR)	51
7.3.6. Modelo de información de activo (AIM)	51
7.3.7. Modelo de información del proyecto (PIM)	51
7.4. El ciclo de desarrollo de la información	51
7.5. Alineamiento con el ciclo de vida del activo	52
7.5.1. Configuración de los requisitos de información y planificación del desarrollo de información	52
7.6. Funciones de la gestión de información de proyectos y activos	54
7.7. Aptitud y capacidad del equipo de desarrollo	55
7.8. Trabajo colaborativo basado en contenedores de información	55
7.8.1. Planificación del desarrollo de la información	55
7.8.2. Gestión de la producción colaborativa de información	55
7.8.3. Solución de entorno común de datos (CDE) y flujo de trabajo	56
7.9. Proceso de gestión de la información durante la fase de desarrollo	58
7.10. Administración de la información	60
7.10.1. Matriz de responsabilidades	60
7.10.2. Estrategia de federación y estructura de distribución de los modelos.	61
7.10.3. Requerimientos de intercambio de información del contratante	61
7.11 <i>BIM Project Execution Guide – Penn State University</i>	62
7.12. ¿Qué información está incluida en un plan de ejecución BIM?	63
8. Estableciendo las metas de modelado del proyecto	65
8.1. Selección de uso del modelo	66
9. Diseño del proceso de ejecución BIM	69
10. Definición de los intercambios de información	73
11. Definición de infraestructura de apoyo	77
12 Recomendaciones y conclusiones	79
Referencias	81







## Modele, Fabrique y Monte cualquier Estructura de concreto de manera más rápida y con mejor calidad

Trabajar con los modelos construibles de Tekla, reduce las costosas sorpresas generadas por re-trabajos al permitirnos detectar los errores antes del proceso de fabricación o construcción. La optimización de sus procesos significa que sus proyectos serán más rentables. Tekla Structures es un poderoso software BIM para la industria del concreto prefabricado.

El software Tekla de modelado de información (BIM) agrega grandes beneficios a las etapas de diseño, fabricación y montaje. Permite una fácil generación de cuantificación para presupuestos más precisos. Con nuestras herramientas intuitivas se puede modelar cualquier tipo de estructura considerando el más alto nivel de detalle y nos permite utilizar la información contenida dentro del modelo inteligente para planear, controlar la producción, coordinar el diseño, producción y programación de obra. También podrá transferir la información para obtener un flujo de trabajo más eficiente, libre de errores y con menos desperdicios.

### CON TEKLA USTED PUEDE

- Controlar todo el proceso y asegurar los avances de acuerdo a la programación.
- Generar presupuestos más precisos.
- Evitar errores de detallado y fabricación, minimizar la necesidad de reproceso.
- Coordinar fácilmente cambios en el proyecto.
- Integrar con maquinaria de fabricación y transferir datos de fabricación de manera eficiente.
- Planear y coordinar los proyectos.
- Comunicar de forma clara por medio del modelo.





---

# Capítulo 1

## CONCEPTOS BÁSICOS DE BIM

### ¿Qué es BIM?

Las siglas BIM significan *Building Information Modeling*, es decir, el modelado de información en construcción. Es un proceso para el desarrollo y gestión de datos en construcción durante su ciclo de vida. El *National BIM Standards*, NBIMS, define el concepto como: "... representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación.

BIM es un recurso de conocimiento compartido para la información sobre una instalación que forma una base confiable para las decisiones durante su ciclo de vida; definido como existente desde la concepción más temprana hasta la demolición. Una premisa básica de BIM es la colaboración de diferentes partes interesadas en diferentes fases del ciclo de vida de una instalación para insertar, extraer, actualizar o modificar información en el BIM para apoyar y reflejar los roles de ese interesado".

Esta definición del BIM ha sido una de las más referenciadas por otros autores que se han basado en la misma para trabajos de investigación posteriores. La Universidad de Pensilvania en su guía partiendo de esta premisa nos introduce cómo se incrementa la calidad de diseño, la eficiencia de campo y la innovación. Estos incrementos produciéndose mediante análisis más efectivos, cronogramas e involucración con aplicaciones digitales. BIM se puede integrar en las diferentes fases de un proyecto, pudiendo disminuir costes y tiempos.

Por otro lado, NBIMS en, con respecto a la información, expone la importancia de los requisitos

comerciales en cuanto a los intercambios. La información debe ser compartida, con modelos interoperables e intercambios basados en estándares abiertos.

La debemos describir como transparente, accesible y actualizada. BIM según renueva las estrategias en la industria, utilizando simulaciones que validan el diseño como preámbulo a la construcción del proyecto. Con ello quiere centrarnos en los datos, dejando atrás la posición "documento". Es decir, evolucionar mediante "un modelo digitalizado". Mediante diferente *software* nos centraremos en la relevancia de los datos, consiguiendo así la premisa anterior acerca de la información.

Para el comité BIM en España el BIM tiene entre sus pilares el trabajo colaborativo.

Con esta metodología se podrán gestionar diversos proyectos por maquetas digitales. Describe las maquetas digitales como bases de datos, útiles durante el ciclo de vida de lo desarrollado. Una característica de BIM según es la eficiencia en la construcción, permitiendo que los costes sean menores, y declara que: "La metodología BIM está suponiendo una verdadera revolución tecnológica para la cadena de producción y gestión de la edificación y las infraestructuras".

Para comprender la metodología BIM debemos entender la finalidad de la misma, es decir, los usos BIM y objetivos. En este caso nos hemos basado en dos documentos de la Universidad de Pensilvania. Esto se debe a que en su Guía para BEP,

relaciona los usos con el ciclo de vida de un proyecto. En cambio, en su documento Usos y Objetivos BIM, desarrolla una clasificación más amplia y por lo tanto comprensible. Se define un Uso de BIM como:

“...un método de aplicación de *Building Information Modeling* durante el ciclo de vida de una instalación para alcanzar uno o más objetivos específicos.”

Mediante la definición anterior, podemos encontrar éstos usos para el ciclo de vida de un proyecto a continuación. Son 25 usos, separados en primarios y secundarios.

En la fase de planificación, podemos observar cinco usos principales: Modelado de condiciones existentes, estimación de costes, planificación del tiempo, programación y análisis del emplazamiento. Todos estos comenzarán al inicio del proyecto pero continuaran en fases consecutivas.

A continuación, encontramos tan solo tres principales: revisión del diseño, validación del mismo y análisis energético (debido a la importancia de la sostenibilidad de los proyectos). En un segundo plano podemos observar usos secundarios, siendo estos análisis estructurales, mecánicos, etc. Dentro del ciclo de vida, en la fase de construcción se dan usos relacionados con el 3D, coordinación, control y planificación.

Por último en la fase de operación o mantenimiento como usos principales se clasifican en el registro del modelo, programación de mantenimiento y análisis del sistema.

También incluye el plan para emergencias o la gestión de activos.

### Orígenes del BIM

BIM no es un concepto nuevo, ni mucho menos. Aunque es cierto que los avances tecnológicos, tanto en *hardware* como en *software*, y la posibilidad de colaboración que ofrece *internet* de alta velocidad, han elevado a un nuevo nivel el concepto de BIM (no olvidemos que hablamos de un método de trabajo colaborativo), también es cierto que el concepto de Modelo Virtual de Información tiene ya un largo recorrido.

En 1975 (hace más de 40 años), el padre del BIM, Chuck Eastman, hablaba en su artículo *The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design* sobre BDS (*Building Description System*), que consistía en un Sistema de Descripción del Edificio, basado en 3 tipos de descripciones para cada “Elemento” (un elemento podía ser un elemento constructivo, pero también, por ejemplo, un espacio). Los tres tipos de descripciones eran: Forma (Topología + Geometría), Lista de Propiedades y Localización. Como vemos, ya estaban asociadas la forma y la información en el Modelo, concepto básico en la acepción actual de Modelo BIM.

El término *Building Model* (en el sentido que le damos hoy), fue empleado por primera vez por Robert Aish en un artículo en 1986: “*Building Modeling: The Key to Integrated Construction CAD*”, *CIB 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings*, 7-9 July.

Finalmente, el término *Building Information Modeling* apareció por primera vez en un artículo de G.A. van Nederveen y F.P. Tolman, en diciembre de 1992 (¡Hace 25 años!). “*Automation in Construction*”.

De todas formas, no es hasta 10 años después cuando el término BIM empezó a popularizarse. Jerry Laiserin contribuyó de forma notable a esta popularización, que se originó a partir de un *White Paper* titulado “*Building Information Modeling*”, publicado por Autodesk en 2002.

Paulatinamente, el resto de los desarrolladores de *software*, como Bentley (cuya terminología iba más en la línea del *Integrated Project Modeling*) o Graphisoft (con su *Virtual Building*), empezaron a adoptar el término *Building Information Modeling*.

### 1.1.- ¿QUÉ ES UN BEP?

Las siglas BEP se refieren a *BIM Execution Plan* o Plan de Ejecución BIM. Todas las guías BIM, contemplan este concepto debido a la necesidad del mismo para el desarrollo de un proyecto. La Universidad de Pensilvania define un BEP como:

“Un plan de ejecución de proyecto BIM (en lo sucesivo, el “Plan BIM”) describe la visión general junto con los detalles de implementación para que el equipo siga a lo largo del proyecto. El Plan BIM debe desarrollarse en las primeras etapas de un proyecto;

## Capítulo 1 Conceptos Básicos de Bim

continuamente desarrollado a medida que se agregan participantes adicionales al proyecto; y monitoreado, actualizado y revisado según sea necesario a lo largo de la fase de implementación del proyecto.

Un Plan de Ejecución BIM de un proyecto debe contener partes de información imprescindibles de manera general. A continuación en la Fig. 2.3 enumera en sentido horario el orden de las tareas a definir, es decir, “el flujo de operaciones”.



Fig. 2.3 Flujo de operaciones.

Por otro lado, la Universidad de Pensilvania establece sobre el BEP que:

“El plan debe definir el alcance de la implementación BIM en el proyecto, identificar el flujo del proceso para las tareas BIM, definir los intercambios de información entre las partes y describir el proyecto requerido y la infraestructura de la compañía necesaria para respaldar la implementación”.

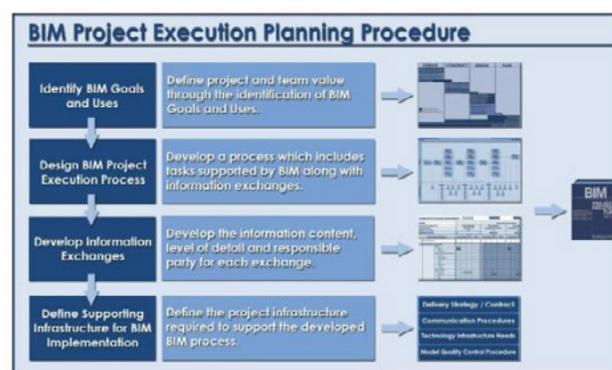
De esta definición establece la necesidad de desarrollar un procedimiento:

1. Identificación de los usos y objetivos BIM.
2. Diseñar el proceso de implementación mediante mapas de trabajo.

3. Desarrollar los intercambios de información, definiendo también los niveles de detalle del proyecto.
4. Definir la infraestructura necesaria para el proceso de implementación BIM.

Este procedimiento, se muestra a continuación mediante la siguiente imagen.

### 1.2.- METODOLOGÍA Y PROCESOS



Para poder alcanzar los objetivos enumerados anteriormente, debemos crear un procedimiento adecuado. Este proceso lo podemos contemplar como unos sub-procesos que abarcan una documentación, un desarrollo y la realización de un caso práctico. En lo referente a los apartados:

1. **METODOLOGÍA BIM:** Realizar una recopilación de información ya que será necesaria aclarar y describir, partiendo de diferentes fuentes, los conceptos BIM (*Building Information Model*) y BEP (*BIM Execution Plan*) siguiendo un criterio, para facilitar la introducción del lector en la materia de estudio.
2. **ACTUALIDAD BIM:** Investigar acerca de los últimos avances en esta metodología a nivel global y nacional, recopilando y clasificando según una temática una serie de artículos.
3. **GUÍAS EXISTENTES EN EL MERCADO:** Analizar las diferentes guías. Para ello se tienen en cuenta sus estructuras, cómo están organizadas y la relevancia de la que dotan a los contenidos. Posteriormente en los diferentes apartados desarrollados de la Guía habrá una necesidad de realizar cuadros comparativos entre las mismas, haciendo del análisis en parte una comparación.

4. DESARROLLO DE LA GUÍA: Crear una propuesta de Guía y los puntos donde se quiere enfatizar en concreto en esta Guía. Como se ha expuesto en el objetivo, la creación de esta guía es demasiado amplia. Por ello, tras el presente lineamiento se deberá continuar con el desarrollo en otros puntos de la guía.

### Libro de Estilo (LdE)

El Libro de Estilo es un documento corporativo que define una serie de criterios relativos a la organización y al proyecto. Estos criterios pueden ser Generales, Orgánicos, de Entorno, Funcionales, de Comunicación, de Publicación o de cualquier otro tipo que consideremos oportuno.

Podríamos decir que el *Libro de Estilo* es un manual que nos dice cómo tenemos que hacer las cosas, son los estándares de la organización, que se adaptan a su vez a cada proyecto concreto.

El *Libro de Estilo*, nos permite crear nuestras Plantillas (*Templates* en inglés) de proyecto. Cuando modelamos siguiendo los criterios establecidos en el *Libro de Estilo*, estamos generando una Plantilla, que nos servirá de base para futuros proyectos. Esto es una parte fundamental de la metodología BIM,

el ahorro de tiempo y la mejora de la calidad en los proyectos son altísimos si trabajamos apoyándonos en un buen *Libro de Estilo* y en una buena Plantilla de Proyecto.

Es importante destacar que el *Libro de Estilo* recoge las normativas aplicables en cada caso. Por ejemplo, si hay una normativa que regula cómo nombrar los espacios, el *Libro de Estilo* tiene que incorporarla y nombrar los espacios con base en esa normativa. Es como el nivel más bajo, el que está en contacto directo con el Modelo BIM, pero que incorpora y debe ser coherente con toda la normativa vinculante de niveles superiores.

Cada empresa prefabricadora tiene (o debería tener) su propio Libro de Estilo. Puede haber criterios generales de la organización que sean comunes para todos los proyectos (como el logo de la empresa, o el procedimiento de publicación de planos) pero habrá otros que serán exclusivos de cada proyecto (como la ubicación, por ejemplo).

Es una tarea de cada empresa prefabricadora, a partir de sus propios criterios y de su *know-how*, elaborar un buen *Libro de Estilo*, que sirva como guía para la realización de proyectos, y como base para la creación de Plantillas de Proyecto BIM.

# Capítulo 2

## CONCEPTOS BIM

Uno de los mayores desafíos que presenta la industria de la construcción, es la falta de información de calidad, coordinada y oportuna de tal manera que pueda ser reunida y gestionada para planificar y administrar proyectos. Bajo el paradigma tradicional, un proyecto se subdivide en proyectos independientes para cada disciplina y contratista, siendo diseñados, planeados y ejecutados mediante una combinación de planos y documentación para expresar información acerca de un plan de construcción de manera fragmentada, es decir, que cada contratista desarrolla sus proyectos independientemente, dando pie a que existan errores (como pasar tubería por donde pasa un sistema de trabes, perforando o teniendo que cambiar trayectorias) que se manifiestan en las etapas de fabricación y ejecución, donde pueden llegar a tener impactos muy fuertes en plazos y costos.

*Building Information Modeling* (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centrar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.

BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en planos, ya que incorpora la información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costos (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose

a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costes de operación.

De esta manera, BIM actúa como una base de datos centralizada de todos los elementos que forman un proyecto de construcción. Esto permite que el modelo permanezca consistente, confiable y coordinado durante todo el proceso, de tal manera que todos los involucrados puedan trabajar en un entorno colaborativo y se pueda tener un historial de las decisiones tomadas, información de materiales y servicios realizados de acuerdo a conformidad legal.

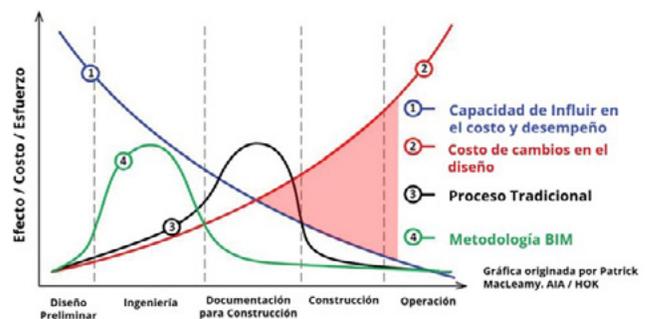


Figura 1. Curvas de esfuerzo del proceso constructivo.

Los objetos que forman un modelo BIM, son inteligentes, tienen geometría y almacenan información útil a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Si cualquier elemento es cambiado, el *Software* BIM actualiza el modelo para reflejar dicho cambio. Esto permite que el modelo permanezca consistente, confiable y coordinado durante todo el proceso, de tal

## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

manera que todos los involucrados puedan trabajar en un entorno colaborativo.

Esta información en un modelo BIM es compartida a través de un espacio mutuamente accesible en línea, conocido como “Common Data Environment (CDE)” o “Entorno Común de Datos” (ECD), donde se almacena, administra y disemina documentación, el modelo gráfico e información no gráfica del proyecto de manera segura, y a la que tienen acceso todos los miembros del proyecto. Al tener esta fuente única de información se evitan los duplicados y errores en proyecto por falta de información.

La propiedad de la información en un ECD se mantiene con el autor de esa información, de tal manera que los modelos individuales producidos por equipos distintos no interactúan, tienen una autoría clara y se mantienen separados, queriendo decir que las responsabilidades de los autores no cambian al tener sus modelos incorporados a un ECD y a un modelo federado.

### 2.1. NIVELES DE MADUREZ BIM.

Los niveles de madurez BIM surgen en el contexto de la estrategia de implantación BIM de Reino Unido, que es uno de los líderes mundiales a nivel de implantación BIM. La iniciativa, promovida desde el gobierno, pretende renovar por completo el modelo productivo del sector de la construcción en el país, y establece la necesidad de evolucionar hacia modelos más eficientes e integrados.

Fruto de esta estrategia, se genera el concepto de Niveles de Madurez BIM, que describe los distintos niveles que hay entre el modelo tradicional y un modelo “ideal” totalmente colaborativo e integrado.

Esto queda perfectamente explicado en el gráfico de Mark Bew y Mervyn Richards.

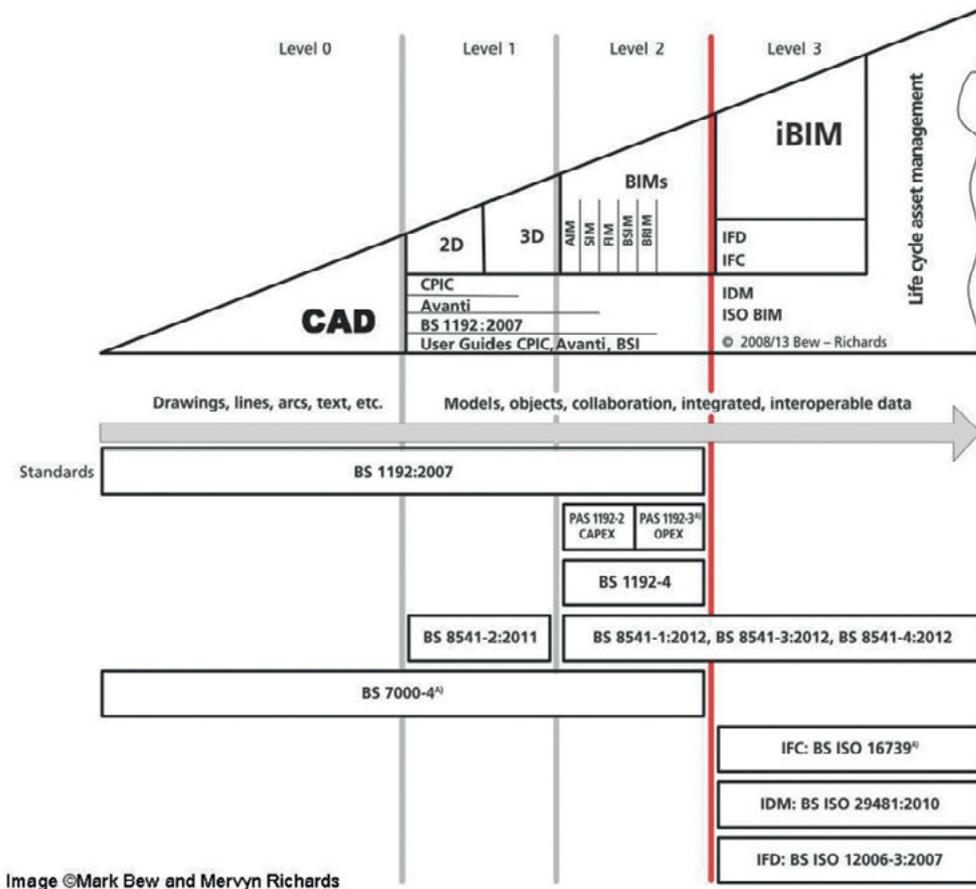


Figura 2. Gráfico de Mark Bew y Mervyn Richards.

**Nivel 0.** Es la etapa inicial, no hay colaboración. Se trabaja exclusivamente con CAD (Dibujos, líneas, arcos, texto, etc.). La normativa reguladora, BS 1192:2007 y BS 7000-4, se seguirá aplicando en niveles posteriores. En esta normativa, ya se contempla el concepto de CDE (*Common Data Environment*) como repositorio de datos común, creado para mantener la información de forma estructurada y accesible para los distintos agentes, de forma controlada.

**Nivel 1.** Se trabaja con modelos 2D y 3D. La información sigue estando estructurada y contenida en el CDE, normalmente gestionado por el contratista. Pero aún no existe colaboración, cada agente publica y mantiene en su propia información en el CDE.

**Nivel 2.** Aparece la colaboración. Todos los agentes emplean modelos 3D, aunque no tienen por qué trabajar en un único modelo compartido. La colaboración se pone de manifiesto en la forma de compartir la información entre los agentes, este es el aspecto esencial del Nivel 2. La información de diseño se comparte mediante un formato de archivo común, que permite a cualquiera de los agentes combinar los datos de ese archivo con los suyos propios para crear lo que se conoce como un Modelo BIM Federado, y llevar a cabo las validaciones oportunas. Los formatos de intercambio comunes son por ejemplo el IFC o COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*). Aunque COBie no es un formato propiamente dicho. COBie es una especificación desarrollada por Bill East, del *United States Army Corps of Engineers* que se emplea para transmitir la información requerida para el FM (*Facility Management*) o gestión del activo. Habitualmente nos encontramos la información de COBie en el formato de una hoja de Excel, generada a partir de una MVD (*COBie Model View Definition*) de un IFC.

**Nivel 3.** Representa la total colaboración entre disciplinas. Lo que implicaría trabajar sobre un único modelo. Sería un modelo totalmente integrado y se trabajaría con los IFC, IFD, IDM y con normas ISO redactadas para ello. Cabe decir que el nivel 3 no se ha alcanzado aún y que, aunque tiene marcada su estrategia, está todavía pendiente de definir.

### 2.2. NIVELES DE INFORMACIÓN BIM

Desde su diseño hasta su operación, el comportamiento de un objeto BIM debe adaptarse al nivel de desarrollo del modelo digital del proyecto, permitiendo especificar y articular con un alto grado de claridad el contenido y la confiabilidad de los Modelos de Información de Construcción en las distintas etapas de diseño y construcción.

Por ello, cada elemento es un objeto BIM que expone la información y calidad de detalle de un elemento representado geoméricamente, en sus distintos procesos modelados. La información y la calidad se modifican a medida que el modelo digital avanza.

#### LOD 100

Los elementos LOD 100 no son representaciones geométricas, son elementos o símbolos que muestran la existencia de un componente pero no su forma, tamaño o ubicación precisa. Cualquier información derivada de los elementos LOD 100 debe considerarse aproximada.

#### LOD 200

El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto genérico con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo. Se pueden utilizar como volúmenes para la reserva de espacio del modelo. Cualquier información derivada de elementos LOD 200 debe ser considerada aproximada.

#### LOD 300

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

La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal como se diseñó se pueden medir directamente desde el modelo sin hacer referencia a información no modelada, como

notas o reclamos de dimensiones. Se definen las coordenadas del proyecto y los elementos son ubicados de forma precisa con respecto al origen del proyecto.

### LOD 350

El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación, orientación e interfaces con otros sistemas de construcción. También se puede adjuntar información no gráfica al Modelo.

Se modelan las partes necesarias para la coordinación del elemento con elementos cercanos o adjuntos. Estas partes incluirán elementos tales como soportes y elementos adyacentes de distintas disciplinas que colaboren en el mismo proyecto. La cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación del elemento tal como fue diseñado se puede medir directamente desde el modelo sin hacer referencia a información no modelada, como notas o llamadas de dimensión.

### LOD 400

El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto específico en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación con detalles, fabricación, montaje e información de instalación. La información no gráfica también puede adjuntarse al elemento modelo.

Un elemento LOD 400 está modelado con suficiente detalle y precisión para la fabricación de los componentes representados, así mismo el modelo debe contener la información de tornillería, soldadura, acero de refuerzo y cortes necesarios.

El modelo debe contener toda la información necesaria para poder fabricar y montar la estructura y que éste pueda ser compartido para manufactura electrónica como archivos CNC, BVBS, PXML o distintos formatos que faciliten la interoperabilidad con *Software MIS* o Maquinaria de Fabricación.

### LOD 450

Adicional a LOD 400, se agregan al modelo los elementos necesarios para su correcta ejecución en obra, como lo son andamios, grúas, cimbras, soportes u objetos para facilitar el montaje y construcción.

### LOD 500

El elemento modelo es una representación verificada en el campo en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación. También se puede adjuntar información no gráfica a los Elementos del Modelo.

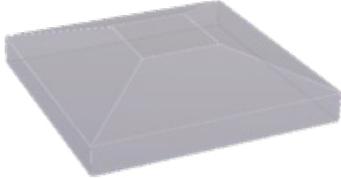
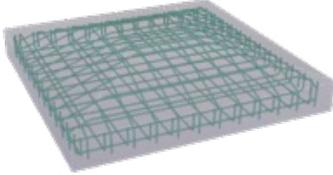
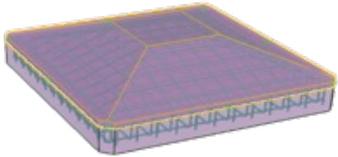
El modelo LOD 400 + Verificación en campo ya sea de puntos de trazo por alguna estación total robótica o escaneo láser de nube de puntos; dicha información debe coincidir en ubicación y orientación de ambas geometrías.

Dado que el LOD 500 se relaciona con la verificación de campo, esta especificación no lo define ni ilustra.

A continuación, incluimos las principales categorías de LOD para distintos tipos de elementos utilizados en la industria del prefabricado:

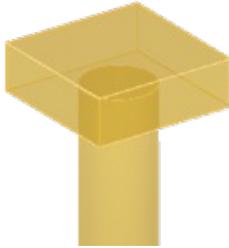
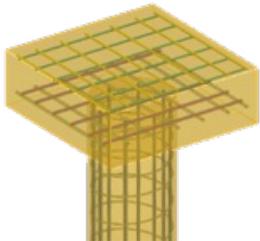
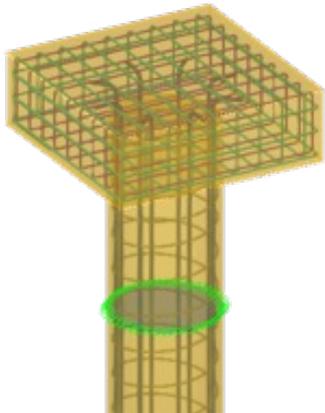
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### CIMENTACIONES SUPERFICIALES – ZAPATAS Y DADOS

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	El elemento es únicamente una representación conceptual previa al diseño estructural. Cumple con ubicación aproximada, sin embargo es utilizado para modelos conceptuales y genéricos.	
200	Adicional a LOD 100: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones y formas aproximadas a las requeridas</li> <li>• Ejes preliminares</li> <li>• Ubicación aproximada</li> </ul>	
300	El elemento debe estar modelado para el tamaño y tamaño específico de la cimentación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones pendientes de superficie o depresiones de nivel</li> <li>• Ubicación correcta</li> <li>• Coordenadas del proyecto</li> <li>• Orientación correcta</li> <li>• Dimensiones externas del elemento</li> <li>• Nombre del elemento</li> <li>• Aperturas principales como elevadores y otros huecos</li> </ul>	
350	Adicional a LOD 300: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelado de Refuerzo</li> <li>• Juntas de colados y secuencias para identificar traslapes de varilla</li> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Embebidos y Anclajes</li> <li>• Preparaciones para elementos como MEP</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Refuerzos por cortante</li> </ul> Nota: Se recomienda no trabajar LOD 350 en <i>Software</i> no estructural o de fabricación, es recomendable enviar modelo LOD 300 directamente hacia <i>Software</i> de Fabricación.	
400	El elemento debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganchos, traslapes, coples, y todo elemento que influya en el habilitado y colado de la estructura principal así como escala 1:1</li> <li>• El modelo debe tener la información necesaria para hacer el habilitado de varilla ya sea por medios manuales o enviada a maquinaria</li> <li>• Cada elemento debe tener asignada una marca de habilitado y colado</li> </ul>	

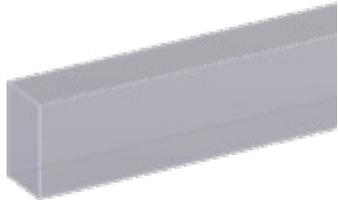
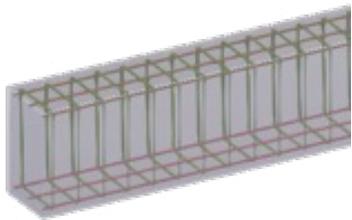
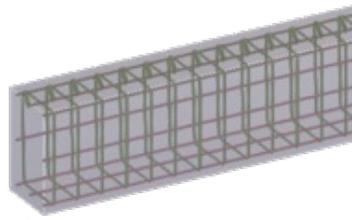
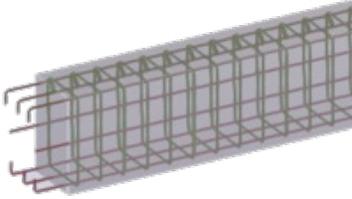
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### CIMENTACIONES PROFUNDAS – PILOTES

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para cimentaciones pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como el piso arquitectónico, o volúmenes que indiquen la profundidad del suelo de apoyo. O bien, objetos esquemáticos que puedan ser distinguibles por su material, dimensiones y ubicaciones.	
200	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones y formas aproximadas</li> <li>• Ejes de replanteo de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad de apoyo supuesta de acuerdo al estudio de suelos</li> <li>• Altura del fuste-inicio del pilote</li> <li>• Dimensiones del pilote</li> </ul>	
350	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura del fuste-inicio del pilote y profundidad de apoyo según las recomendaciones de los ingenieros según las condiciones del sitio</li> <li>• Preparaciones y anclajes en caso de ocurrir</li> </ul>	
400	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad de apoyo</li> <li>• Ubicación de traslapes</li> <li>• Acero de refuerzo, incluyendo ganchos y traslapes</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Espaciadores de armado para acero longitudinal</li> <li>• Espaciadores de armaduras para la base</li> <li>• Juntas de concreto</li> <li>• Marcas de Ensamble o Marcas de Unidad de Colado</li> </ul>	

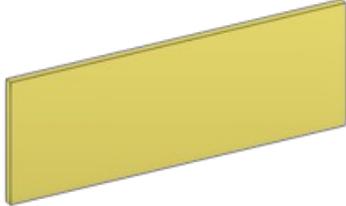
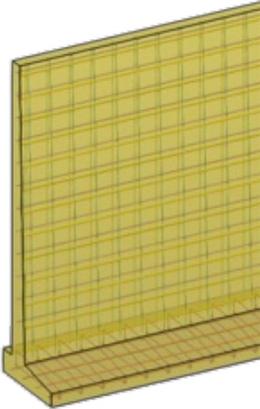
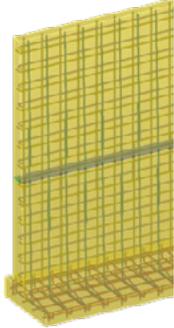
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### TRABES DE CIMENTACIÓN

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para cimentaciones pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como el piso arquitectónico, o volúmenes que indiquen la profundidad del suelo de apoyo. O bien, objetos esquemáticos que puedan ser distinguibles por su material, dimensiones y ubicaciones.	
200	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones y formas aproximadaes</li> <li>• Ejes de replanteo de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones finalizadas, geometría y orientación</li> <li>• Pendientes</li> </ul> La información no gráfica asociada con el objeto incluirá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la compresión</li> <li>• Resistencia del acero de refuerzo</li> </ul>	
350	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de colado y secuencias necesarias para identificar el traslape de armaduras</li> <li>• Acero de refuerzo, incluyendo ganchos</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Espaciadores de armaduras para armaduras longitudinales</li> <li>• Espaciadores de armaduras para la base</li> <li>• La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento</li> </ul>	
400	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalle de los componentes post-tensados</li> </ul>	

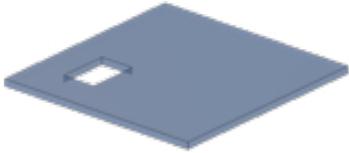
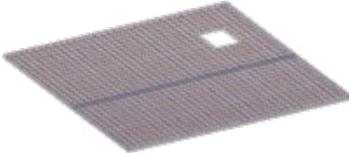
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### MUROS PERIMETRALES / MUROS DE CONTENCIÓN

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Masa sólida representando el volumen total del edificio, o muros esquemáticos sin necesidad de indicar tipo o material</li> </ul>	
200	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas y formas aproximadas del cerramiento perimetral</li> <li>Ejes de replanteo de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas y geometría general de todo el elemento perimetral</li> <li>Pendientes</li> <li>Dimensiones de muros</li> </ul> <p>La información no gráfica asociada con el objeto incluirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión del concreto</li> <li>Resistencia del acero de refuerzo</li> </ul>	
350	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chaflanes</li> <li>Pasos</li> <li>Juntas de colado</li> <li>Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> <li>Todo apuntalamiento permanente</li> <li>Terminaciones interiores y aislamientos</li> <li>Juntas de dilatación</li> <li>Insertos expuestos o preparaciones de acero</li> </ul> <p>La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento</p>	
400	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Refuerzos, incluyendo ganchos y traslapes longitudinales</li> <li>Pasadores</li> <li>Chaflanes</li> <li>Terminación</li> <li>Indicación de ubicación para muros</li> <li>Impermeabilización</li> </ul>	

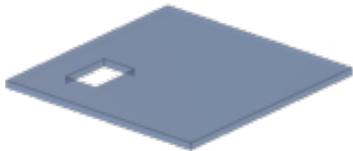
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### LOSAS DE CIMENTACIÓN

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para las losas de cimentación pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como el piso arquitectónico, o volúmenes que indiquen la profundidad del suelo de apoyo.	
200	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemento genérico de espesor aproximado</li> <li>• Ejes de replanteo de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas generales, espesor y geometría</li> <li>• Depresiones de losa</li> <li>• Bordes de losa</li> <li>• Pendientes</li> <li>• Cintas de sellado impermeable</li> </ul> La información no gráfica asociada con el objeto incluirá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la compresión</li> <li>• Resistencia del acero de refuerzo</li> <li>• Pasos de losa</li> <li>• La información de ensamble requerida para la construcción, estará presente en las propiedades del elemento</li> </ul>	
350	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasos para encamisados</li> <li>• Juntas de colado</li> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Cintas de sellado impermeable</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> <li>• Anclajes</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Cables de post-tensado en caso de ser requerido</li> <li>• La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento</li> </ul>	
400	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones exactas y de forma con armaduras de refuerzo completamente modelada</li> <li>• Todos los elementos de post-tensado</li> <li>• Todas las juntas</li> <li>• Impermeabilización</li> <li>• Terminación</li> </ul>	

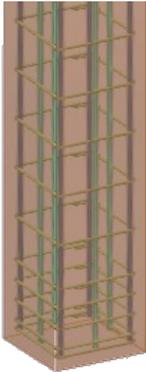
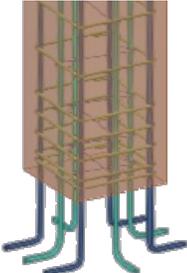
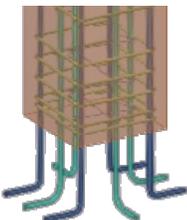
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### LOSAS DE CONCRETO COLADO EN SITIO

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	El elemento es únicamente una representación conceptual previa al diseño estructural. Cumple con ubicación aproximada, sin embargo, es utilizado para modelos conceptuales y genéricos.	
200	Adicional a LOD 100: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones y formas aproximadas a las requeridas</li> <li>• Ejes preliminares</li> <li>• Ubicación aproximada</li> </ul>	
300	El elemento debe estar modelado para el tamaño específico de la losa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones</li> <li>• Pendientes de superficie o depresiones de nivel</li> <li>• Ubicación correcta</li> <li>• Coordenadas del proyecto</li> <li>• Orientación correcta</li> <li>• Dimensiones externas del elemento</li> <li>• Nombre del elemento</li> <li>• Aperturas principales</li> </ul>	
350	Adicional a LOD 300: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelado de Refuerzo</li> <li>• Juntas de colados y secuencias para identificar traslapes de varilla</li> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Embebidos y Anclajes</li> <li>• Preparaciones para elementos como MEP</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Refuerzos por cortante</li> </ul> <p>Nota: Se recomienda no trabajar LOD 350 en <i>Software</i> no estructural o de fabricación, es recomendable enviar modelo LOD 300 directamente hacia <i>Software</i> de Fabricación.</p>	
400	El elemento debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganchos, traslapes, coples, y todo elemento que influya en el habilitado y colado de la estructura principal así como escala 1:1</li> <li>• El modelo debe tener la información necesaria para hacer el habilitado de varilla ya sea por medios manuales o enviada a maquinaria</li> <li>• Cada elemento debe tener asignada una marca de habilitado y colado</li> </ul>	

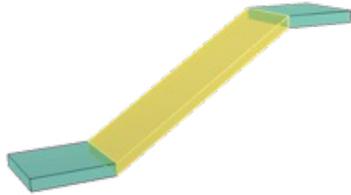
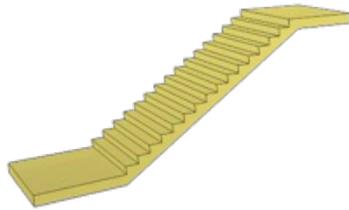
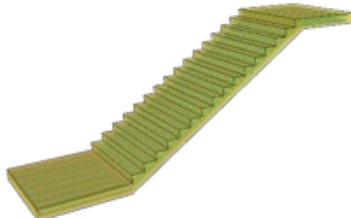
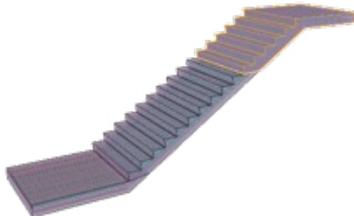
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### COLUMNAS Y TRABES DE CONCRETO COLADO EN SITIO

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	<p>Los supuestos para componentes estructurales pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como el piso arquitectónico, o volúmenes que indiquen la profundidad asumida por los mismos componentes. O bien, objetos esquemáticos que puedan ser distinguibles por su material, dimensiones y ubicaciones.</p>	
200	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones y formas aproximadas</li> <li>• Ejes de replanteo de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones específicas de los principales elementos estructurales verticales y horizontales, modelados de acuerdo al sistema de coordenadas global.</li> </ul> <p>La información no gráfica asociada con el objeto incluirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales estructurales definidos</li> <li>• Detalles de unión</li> <li>• Acabados y terminaciones</li> <li>• Resistencia a la compresión y tracción</li> <li>• Resistencia del acero de refuerzo</li> </ul> <p>La información de ensamble requerida para la construcción, estará presente en las propiedades del elemento.</p>	
350	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevaciones y ubicaciones reales de las uniones de los elementos</li> <li>• Correcta orientación</li> <li>• Estructura de refuerzo</li> <li>• Preparaciones y anclajes en caso de ser necesarios</li> </ul> <p>La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento.</p>	
400	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones exactas y forma con armaduras de refuerzo completamente modelada</li> <li>• Todos los elementos de Post-tensado</li> <li>• Todas las juntas</li> <li>• Impermeabilización</li> <li>• Terminación</li> </ul>	

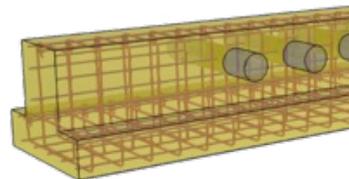
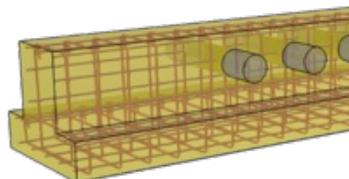
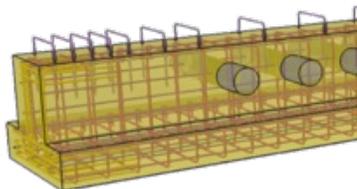
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### COLUMNAS Y TRABES DE CONCRETO COLADO EN SITIO

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para sistemas de rampas y escaleras pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como un elemento espacial, masa o un modelo esquemático que indique las dimensiones aproximadas del objeto.	
200	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones y formas aproximadas</li> <li>• Ejes de replanteo de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul> <p>El objeto genérico con huellas y contrahuellas simples tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones en planta, (largo y ancho)</li> <li>• Dimensiones verticales (niveles)</li> </ul>	
300	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño específico de los principales elementos estructurales horizontales, modelados de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> <li>• Características del concreto definido por las especificaciones.</li> <li>• Pendientes</li> </ul> <p>La información no gráfica asociada con el objeto incluirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios técnicos definidos</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Detalles típicos</li> <li>• Resistencia de las barras de refuerzo</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> </ul> <p>La información de ensamble requerida para la construcción, estará presente en las propiedades del elemento.</p>	
350	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pases para encamisados</li> <li>• Espacios técnicos definidos</li> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> </ul> <p>La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento.</p>	
400	<p>El objeto tendrá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones exactas y forma con armaduras de refuerzo completamente modelada</li> <li>• Todos los elementos de post-tensado</li> <li>• Todas las juntas</li> <li>• Impermeabilización</li> <li>• Terminación</li> </ul>	

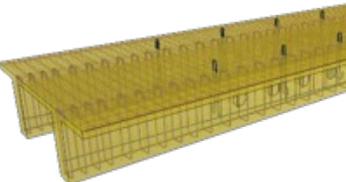
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### TRABES T INVERTIDAS DE CONCRETO PREFABRICADO 1

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para elementos estructurales pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como el piso arquitectónico, o volúmenes que indiquen la profundidad asumida por los mismos componentes. O bien, objetos esquemáticos que puedan ser distinguibles por su material, dimensiones y ubicaciones.	
200	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones aproximadas</li> <li>• Ubicación de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño y ubicación específico de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> <li>• Tipo de concreto</li> <li>• Superficies inclinadas definidas</li> </ul> La información no gráfica asociada con el objeto - incluirá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasos para instalaciones</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Detalles típicos</li> <li>• Resistencia del acero de refuerzo</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> </ul> La información de ensamble requerida para la construcción, estará presente en las propiedades del elemento.	
350	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> <li>• Preparaciones de acero</li> <li>• Cables de post-tensado en caso de ser requerido</li> </ul> La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento.	
400	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero de refuerzo incluyendo ganchos y traslapes longitudinales</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Acabado</li> <li>• Dispositivo de izamiento</li> <li>• Anclajes</li> </ul>	

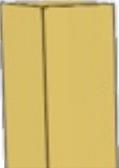
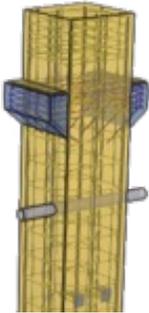
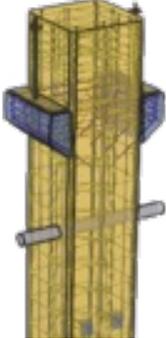
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### TRABES DOBLE T DE CONCRETO PREFABRICADO

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para elementos estructurales pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como el piso arquitectónico, o volúmenes que indiquen la profundidad asumida por los mismos componentes. O bien, objetos esquemáticos que puedan ser distinguibles por su material, dimensiones y ubicaciones.	
200	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones aproximadas</li> <li>• Ubicación de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño y ubicación específico de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> <li>• Tipo de concreto</li> <li>• Superficies inclinadas definidas</li> </ul> La información no gráfica asociada con el objeto incluirá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pases para instalaciones</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Detalles típicos</li> <li>• Resistencia del acero de refuerzo</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> </ul> La información de ensamble requerida para la construcción, estará presente en las propiedades del elemento.	
350	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> <li>• Barras de anclaje</li> <li>• Cables de post-tensado en caso de ser requerido</li> </ul> La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento.	
400	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero de refuerzo incluyendo ganchos y traslapes longitudinales</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Terminación</li> <li>• Dispositivo de izamiento</li> <li>• Anclajes</li> </ul>	

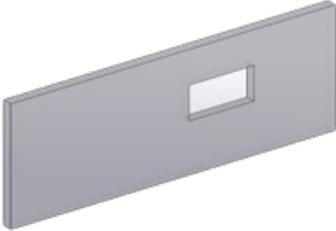
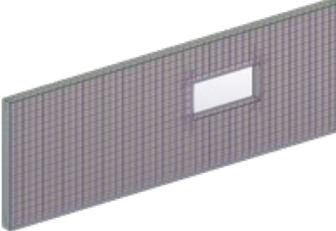
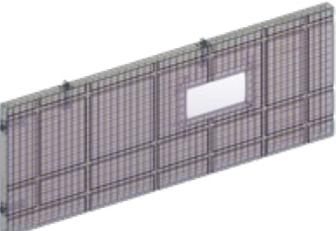
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### COLUMNAS DE CONCRETO PREFABRICADO

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para elementos estructurales pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como el piso arquitectónico, o volúmenes que indiquen la profundidad asumida por los mismos componentes. O bien, objetos esquemáticos que puedan ser distinguibles por su material, dimensiones y ubicaciones.	
200	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones aproximadas</li> <li>• Ubicación de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño y ubicación específico de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> <li>• Tipo de concreto</li> <li>• Superficies inclinadas definidas</li> </ul> La información no gráfica asociada con el objeto incluirá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pases para instalaciones</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Detalles típicos</li> <li>• Resistencia del acero de refuerzo</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> </ul>	
350	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> <li>• Barras de anclaje</li> <li>• Cables de post-tensado en caso de ser requerido</li> </ul> La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento.	
400	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero de refuerzo incluyendo ganchos y empalmes longitudinales</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Terminación</li> <li>• Dispositivo de izamiento</li> <li>• Anclajes</li> </ul>	

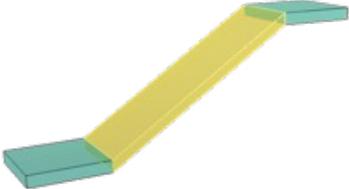
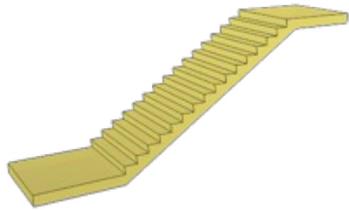
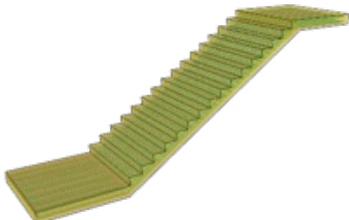
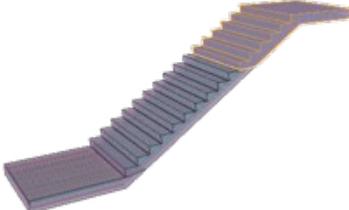
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### MUROS DE CONCRETO PREFABRICADO

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para elementos estructurales pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como el piso arquitectónico, o volúmenes que indiquen la profundidad asumida por los mismos componentes. O bien, objetos esquemáticos que puedan ser distinguibles por su material, dimensiones y ubicaciones.	
200	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones aproximadas</li> <li>• Ubicación de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño y ubicación específico de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> <li>• Tipo de concreto</li> <li>• Superficies inclinadas definidas</li> </ul> <p>La información no gráfica asociada con el objeto incluirá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pases para instalaciones</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Detalles típicos</li> <li>• Resistencia de acero de refuerzo</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> </ul> <p>La información de ensamble requerida para la construcción, estará presente en las propiedades del elemento</p>	
350	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> <li>• Barras de anclaje</li> <li>• Cables de post-tensado en caso de ser requerido</li> </ul> <p>La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento.</p>	
400	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero de refuerzo incluyendo ganchos y traslapes longitudinales</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Terminación</li> <li>• Dispositivos de izamiento</li> <li>• Anclajes</li> </ul>	

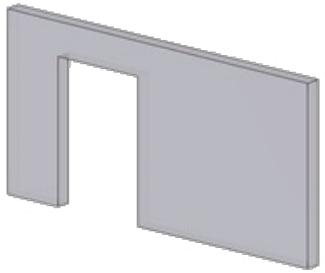
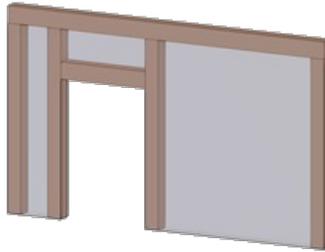
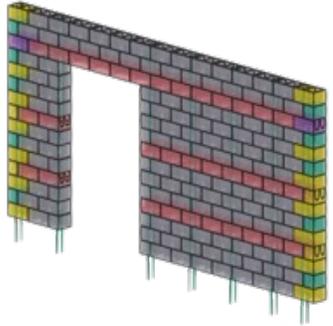
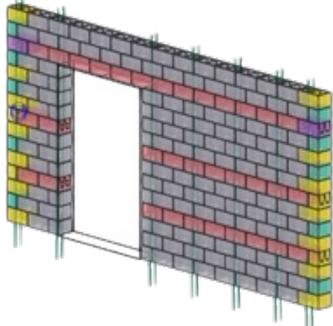
## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### ESCALERAS DE CONCRETO PREFABRICADO

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	Los supuestos para sistemas de rampas y escaleras pueden estar incluidos en otros objetos del modelo, como un elemento espacial, masa o un modelo esquemático sin distinción de tipo, material o ubicación.	
200	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones aproximadas</li> <li>• Ubicación de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> </ul>	
300	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño y ubicación específico de acuerdo al sistema de coordenadas global</li> <li>• Tipo de concreto</li> <li>• Superficies inclinadas definidas</li> </ul> La información no gráfica asociada con el objeto incluirá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pases para instalaciones</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Detalles típicos</li> <li>• Resistencia de las barras de refuerzo</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> </ul> La información de ensamble requerida para la construcción, estará presente en las propiedades del elemento.	
350	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juntas de expansión</li> <li>• Refuerzos y cualquier elemento embebido en caso de ser necesario</li> <li>• Barras de anclaje</li> <li>• Cables de Post-tensado en caso de ser requerido</li> </ul> La información de ensamble requerida en la fase de OyM estará presente en las propiedades del elemento.	
400	El objeto tendrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barras de refuerzos incluyendo ganchos y empalmes longitudinales</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Chaflanes</li> <li>• Terminación</li> <li>• Dispositivos de izamiento</li> <li>• Anclajes</li> </ul>	

## Capítulo 2 Conceptos Básicos de BIM

### MUROS DE CONCRETO PREFABRICADO

LOD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN DE REFERENCIA
100	El elemento es únicamente una representación conceptual previa al diseño estructural. Cumple con ubicación aproximada, sin embargo, es utilizado para modelos conceptuales y genéricos.	
200	Adicional a LOD 100: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones y formas aproximadas a las requeridas</li> <li>• Ejes preliminares</li> <li>• Ubicación aproximada</li> <li>• Tipo de sistema estructural de Concreto</li> </ul>	
300	El elemento debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementación de muro</li> <li>• Material</li> <li>• Ubicación correcta</li> <li>• Coordenadas del proyecto</li> <li>• Orientación correcta</li> <li>• Nombre del elemento</li> </ul>	
350	Adicional a LOD 300: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos Modelados en cualquier interfaz con los muros, o aperturas en el muro</li> <li>• Cualquier región que impacte la coordinación con otras disciplinas como, pero sin limitarse a: Dalas, Castillos, refuerzo, zonas con concreto</li> </ul> <p>Nota: Se recomienda no trabajar LOD 350 en <i>Software</i> no estructural o de fabricación, es recomendable enviar modelo LOD 300 directamente hacia <i>Software</i> de Fabricación.</p>	
400	Adicional a LOD 350 el elemento debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero de Refuerzo</li> <li>• Conexiones</li> <li>• Trabes de liga</li> <li>• Número de fabricación de miembros en el sistema</li> <li>• Cualquier elemento necesario para una instalación completa</li> </ul>	

### 2.3 NUEVA TERMINOLOGÍA

Desde su diseño hasta su operación, el comportamiento de un objeto BIM debe adaptarse al nivel de desarrollo del modelo digital del proyecto, permitiendo especificar y articular con un alto grado de claridad el contenido y la confiabilidad de los Modelos de Información de Construcción en las distintas etapas de diseño y construcción. Por ejemplo:

**Matriz de Responsabilidades:** Organigrama que describe la participación de varias funciones, en la ejecución de tareas o en la provisión de entregables.

**Espacio:** Extensión tridimensional limitada definida física o teóricamente.

**Agente:** Persona, organización o unidad de la organización involucrada en un proceso de construcción.

**Adjudicación:** Instrucción acordada para el suministro de información relacionada con obras, bienes o servicios.

**Adjudicatario:** Proveedor de información relacionada con obras, bienes o servicios.

**Adjudicador:** Receptor de información.

**Cliente:** Responsable de iniciar un proyecto y aprobar sus instrucciones.

**Equipo de desarrollo:** Adjudicatario principal y sus adjudicatarios.

**Equipo de trabajo:** Conjunto de individuos organizados para realizar una tarea específica.

**Activo:** Elemento, cosa o entidad que tiene un valor potencial o real para una organización.

**Ciclo de vida:** Vida del activo desde la definición de sus requisitos hasta la finalización de su uso, que abarca su concepción, desarrollo/producción, operación, mantenimiento y disposición.

**Fase de desarrollo:** Parte del ciclo de vida durante el cual se diseña, construye y pone en servicio un activo.

**Fase de operación:** Parte del ciclo de vida durante el cual se utiliza, opera y mantiene un activo.

**Evento desencadenante:** Evento planificado o no planificado que cambia un activo o su estado durante su ciclo de vida, lo que provoca un intercambio de información.

**Federación:** Creación de un modelo de información compuesto de contenedores de información independientes.

**Contenedor de información:** Conjunto de información persistente y recuperable desde un archivo, sistema o aplicación de almacenamiento jerarquizado.

**Código de estado:** Metadato que describe la idoneidad del contenido de un contenedor de información.

**Nivel de información necesario:** Marco que define el alcance y la granularidad de la información.



---

# Capítulo 3

## SOFTWARE BIM

### 3.1 GENERALIDADES

En la implementación de la Metodología BIM, el *software* se convierte en una herramienta poderosa para poder aplicar la metodología de revisión y cruce de información que se estará revisando.

Como herramienta de *software*, se tiene varias opciones y actualmente se está desarrollando cada uno de los *softwares* y estos tienen características diferentes y es posible que haya que trabajar con más de un tipo de *software*, dependiendo de las especificaciones y necesidades. A pesar de todas las diferencias, todos utilizan normalmente IFC como lenguaje común.

No podemos describir aquí todas las herramientas BIM existentes, pero sí que se puede afirmar que de forma general todos los *softwares* de diseño y construcción se están adaptando a la metodología BIM. El principal desafío actual para los desarrolladores de *software* es garantizar la interoperabilidad de las aplicaciones de *software* para poder aprovechar todo el potencial que ofrece BIM.

BIM, *Building Information Modeling* o Modelado de la Información para la Edificación es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de proyectos de construcción –obras de edificación y civil–. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, al incorporar información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

### 3.2. SOFTWARE DE DISEÑO

#### 3.2.1. ARCHICAD

Fue la primera aplicación comercial de arquitectura BIM orientada al objeto y es la única aplicación BIM que se puede utilizar en MAC y Windows.

#### 3.2.2. AUTODESK REVIT

El *software* de arquitectura Autodesk REVIT es un sistema de documentación y diseño de edificios completo y específico para el sector que soporta todas las fases, desde el diseño y los estudios de concepto hasta los planos detallados de la estructura, documentación y cronogramas.

Actualmente emitió una actualización del sistema con el punto de “PRECAST” que es un módulo de familias que se generan como prefabricados, pero no está todavía con diseño paramétrico, que facilitaría la creación de familias.

Así, entre los *softwares* BIM, destaca Autodesk Revit®. Autodesk te plantea tres variantes del programa, *Revit Architecture*, *Revit Structure* y *Revit MEP*, con los que trata de ayudarte a desarrollar tus trabajos tanto si eres arquitecto, montador, diseñador o ingeniero, o visto de otro modo, como se decía en el párrafo anterior, te permite desarrollar tu proyecto en un equipo multidisciplinario.

Revit® es un programa de diseño, no de cálculo. Con él puedes obtener de un modo ágil y en un entorno coordinado la documentación de tu proyecto: planimetría, detalles constructivos, medición

–a través de un *software* complementario–, diseño de la estructura, trazado de las distintas instalaciones, e incluso imágenes finales o *renders* de gran calidad.

### 3.2.3. AECOSIM DE BENTLEY

Completamente integrado e interdisciplinarios, permite a arquitectos, ingenieros estructurales, ingenieros civiles, ingenieros electrónicos, fabricantes de máquinas, expertos en energía, planificadores de terreno y otros expertos, diseñar, analizar, construir y administrar los más diversos edificios.

AECOSim es un *software* de modelado BIM con el que puedes diseñar, analizar, documentar y visualizar edificios de cualquier tamaño, forma y complejidad. Te permite comunicarte eficientemente con el propósito de diseño y superar los obstáculos entre las disciplinas de la construcción y los equipos distribuidos geográficamente. *Open Building Designer* impulsa el BIM para que puedas ejecutar edificios de alto rendimiento más rápido y con más confianza en tus diseños, flujos de trabajos, herramientas y entregables.

Con este *software* BIM vas a ver aumentada la colaboración entre los diferentes agentes con una serie de herramientas y flujos de trabajo compartidos. Además, vas a poder integrar la información en múltiples formatos y trabajar fácilmente en proyectos de cualquier tamaño. También, vas a poder modelar con total libertad, desde edificios sencillos hasta construcciones con formas y diseños muy complejos.

### 3.2.3. ALLPLAN

Es otro de los *softwares* más utilizados para el diseño, tanto para arquitectura como para edificios.

*Allplan* es un *software* BIM de diseño paramétrico, tanto para arquitectura como para ingeniería, desarrollado por la empresa con el mismo nombre del grupo Nemetschek. Una de las principales ventajas de Allplan es que puedes realizar un modelo 3D con el concepto del diseño del proyecto mediante multi-archivo (metarchivo).

El nivel de detalle de los elementos constructivos varía según la escala y el tipo de diseño. Las propie-

dades de los elementos simulan el funcionamiento del edificio y te ofrecen información sobre los espacios (superficies, usos, etc.) así como las cotas, los dibujos, las diferentes anotaciones, los cuadros de superficies, etc, están dinámicamente vinculados al modelo. Cualquier cambio que realices se verá reflejado en todos los elementos, porque están interconectados.

### 3.2.4. TRIMBLE SKETCHUP PRO

Sirve para elaborar rápidamente modelos 3D precisos para realizar un seguimiento del producto y promocionarlo, estimaciones provisionales, detalles geométricos, logística de obra y colocación de andamios, validación de diseño y construcción, planificación de desarrollo y análisis de ejes visuales. Permite la colaboración y la comunicación entre diferentes implicados en el proyecto.

Trimble anunció recientemente la primera integración entre el *SketchUp*, un *software* para modelado 3D, con el *software* *Trimble Field Link layout*, para uso en campo. Con esta integración, los archivos y formatos del *SketchUp* podrán ser utilizados en el *software*, siendo por lo tanto compatible con los modelos y formatos Tekla, Autodesk y ahora con el *SketchUp*. Con esto, Trimble presenta más opciones al ofrecer soluciones *Building Information Modeling* (BIM) en campo.

*SketchUp Pro* es utilizado por arquitectos, ingenieros y constructores en diversas áreas para crear fácilmente modelos 3D para visualizar proyectos de construcción residenciales y comerciales.

El *software* *Field Link Layout* forma parte de las soluciones de construcción de Trimble y les permite a los usuarios localizar y plotear puntos de campo a partir de modelos 2 y 3D. Con la opción de poder importar del *SketchUp*, el *Trimble Field Link* ahora les permite a los contratantes llevar sus modelos 3D *SketchUp Pro* para una rápida verificación y pruebas al local y poder validar el proyecto propuesto

### 3.2.5. NAVISWORKS DE AUTODESK,

Es una herramienta de gestión de proyectos o modelos 3D. Y A360 es el *software* de colaboración de

proyectos para ver, compartir, revisar y buscar datos en la nube, también de Autodesk.

Navisworks, un *software* BIM de Autodesk, representa una de las mejores herramientas del grupo de visualizadores 3D. Navisworks permite abrir y combinar la mayor parte de los formatos de archivo de diseño 3D en un único modelo –sin deterioro del rendimiento en grandes proyectos–, navegar por ellos, generar animaciones y representaciones fotorrealistas, comprobar interferencias, hacer una planificación de obra (BIM 4D), etcétera.

Así, el uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión de este y reduciendo los costes de operación.

### 3.2.6. EDIFICIUS

*Edificus* es un *software* de arquitectura que te permite desarrollar proyectos detallados y presentaciones, además de controlar tiempos y costes, y claro, también colaborar a lo largo de todo el proceso BIM.

Con *Edificus* vas a poder hacer el modelo BIM de arquitectura (y estructuras) e interiorismo, instalaciones y urbanización vinculada, con, además, un motor integrado de renderizado a tiempo real.

Con *Edificus* puedes gestionar múltiples aspectos y problemas de un proyecto, tanto durante la fase de diseño como de ejecución:

Diseño arquitectónico 2D y 3D: Pre-construye (primero virtualmente) y construye después.

Diseño de interiores: Amuebla y decora tu proyecto con miles de objetos de la extensa librería online de ACCA Software.

*Edificus* LAND: Es un *plugin* o complemento para el diseño de jardines y paisajismo. Puedes modelar el terreno, así como definir la urbanización vinculada.

*Edificus* MEP: Es una extensión que te permite integrar el modelado BIM de instalaciones mecánicas, sanitarias y eléctricas.

BIM 4D GANTT: Con BIM 4D GANTT –también integrado en *Edificus*– puedes gestionar la variable “tiempo” de un proyecto.

BIM 5D: *Edificus* dispone de un complemento 5D –también integrado– que te permite definir los costes y compartir la información de carácter económico con todos los agentes involucrados.

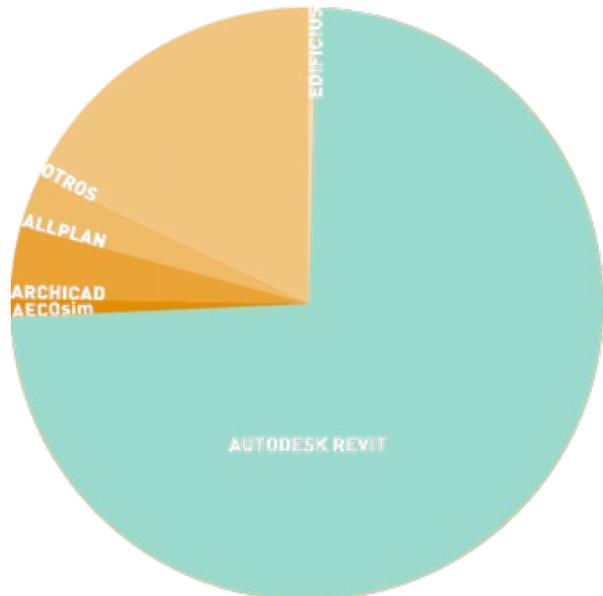


Figura 1. La encuesta de la Comisión BIM del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España:

Revit Architecture, Structure y MEP, de Autodesk (Uso: 73,8%; Búsquedas:9.900)

ArchiCAD, de Graphisoft (Uso: 3,8%; Búsquedas: 1.900)

Allplan, de Nemetschek (Uso:2,9%; Búsquedas:720)

AECOsim, de Bentley Architecture (Uso: 1.1%; Búsquedas: 140)

Edificius, de ACCA software (Uso: 0,4%; Búsquedas: 320)

### 3.3. PREFABRICADOS TEKLA

*Tekla Structures*: es un programa de diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por computadora en 3D para el diseño, detallado, despiece, fabricación y montaje de todo tipo de estructuras para la construcción. Desarrollado por la empresa Trimble.

Trimble Inc. es una compañía de tecnología de *software* como servicio (SaaS) basada en Sunnyvale, California. Presta servicios a industrias globales en

agricultura, edificación y construcción, geoespaciales, recursos naturales y servicios públicos, gobiernos, transporte y otros. Trimble también realiza el desarrollo de *hardware* de receptores del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), telémetros láser, vehículos aéreos no tripulados (UAV), sistemas de navegación inercial y herramientas de procesamiento de *software*. La empresa fue fundada en noviembre de 1978.

*Tekla Structures* interactúa con los *softwares* líderes de diseño y análisis de la industria y hace posible la coordinación entre arquitectos, consultores y contratistas. Trimble Connect ofrece una herramienta profesional gratuita y de pago para la colaboración en la construcción. Sus beneficios principales son:

**Constructibilidad:** Creación de modelos construibles LOD 500 y modelado de todos los materiales.

**Colaboración abierta:** Trabaja de manera conjunta con todos los integrantes e involucrados en el proyecto, utiliza información real del modelo para la fabricación y construcción, enlaza con la arquitectura, MEP y *softwares* de diseño a través de IFC.

**Software local:** Disponible en 17 idiomas, soporte local en español y acceso al centro de soporte y aprendizaje online 24/7.

Con *TEKLA STRUCTURES* para hormigón prefabricado se pueden elaborar y administrar modelos estructurales 3D precisos, detallados y aptos para la ejecución, independientemente de los materiales o la complejidad técnica de la estructura. Los modelos *TEKLA* se pueden utilizar para el proceso completo de construcción, desde la concepción hasta la fabricación, la instalación y la gestión de la construcción.

Es seguramente la herramienta más avanzada para las empresas que fabrican elementos prefabricados de hormigón para estructuras, que ofrece una serie de ventajas probadas como:

- Disminución de plazos: defina rápidamente el proyecto y simule diferentes soluciones con sus costes asociados.

- Disminución de errores: reduzca a 0 las no conformidades y/o piezas con incoherencias lo cual obtendrá un proyecto 100% correcto tanto en su fabricación y montaje.
- Modelo exacto: permitiendo definir al detalle la estructura con sus propios moldes incluyendo, uniones, armados, anclajes, acabados... Sin importar el tamaño del proyecto.
- Documentación del proyecto: generación automática de planos, plantillas, codificación de piezas, transporte y logística...
- Multiusuario: trabaje simultáneamente en el mismo proyecto sin importar su complejidad y desde cualquier ubicación geográfica.
- Conexión gratuita: con cualquier *software* o máquina CNC y posibilidad de programar sobre la API de *Tekla Structures*.

En Trimble y con Tekla, no creen que una solución de software o sistema integrado pueda cumplir con todos los requisitos de la industria de la construcción. Por el contrario, creen en un entorno mixto de sistemas específicos para cada uno de los propósitos que se comunican de manera efectiva utilizando modelos de información, procesos y métodos comúnmente acordados y terminología compartida. Esto significa que tienen un enfoque abierto para construir modelos de información.

Actualmente, utilizar el formato de archivo IFC (*Industry Foundation Classes*) ofrece la opción más viable para BIM abierto todos los días. A través de IFC, Tekla se vincula con AEC, MEP y cada vez más con el *software* de diseño de plantas. Desde Tekla trabajan junto con otras organizaciones de la industria de la construcción en la buildingSMART para lograr un correcto flujo de trabajo.

### 3.4. CONSTRUCCIÓN

Con VICO OFFICE, los contratistas generales pueden combinar los BIM de Revit, Tekla, ArchiCAD, CAD-Duct, etc. Se puede coordinar, planificar y calcular el «modelo completo» (independientemente del nivel de desarrollo).

Las herramientas BIM se pueden complementar con tecnologías para el registro de datos de ejecución de la obra («*as built*»), que recojan información completa y precisa sobre la ejecución de la obra, contribuyendo a la integración de BIM y la gestión de edificios. Existen esencialmente dos ejemplos de tecnologías de este tipo: Fotogrametría/Videogrametría, que es una tecnología basada en imágenes, que requiere la toma de imágenes/videos y su transformación en nubes de puntos a través de un cálculo 3D de superficies con la ayuda de un reconocimiento de objetos soportado por ordenador, como *Structure from Motion*. Y la tecnología de escáner láser 3D, basada en áreas que mide las coordenadas 3D del objeto/escena objetivo y genera a partir de ellas una nube de puntos 3D.

Vico Office es un *software* de gestión de mediciones, estudio de costes, planificación de obra y presupuestos de Construsoft. Este *software* es compatible con las herramientas BIM (tecnología BIM) más importantes del mercado: Autodesk Revit, Tekla Structures, ArchiCAD, Trimble, Bentley. Por supuesto, también puedes hacer uso del formato IFC)

Las características principales de este *software* son las siguientes:

**Control de documentos:** Vico Office te permite tener un control total sobre modelos y documentos. Puedes comprobar todas las revisiones y cambios, así como detectar los cambios tanto en los modelos 3D como en planos 2D.

**Revisiones automáticas:** Si actualizas alguno de los modelos, Vico Office reajusta tu presupuesto y planificación de forma automática.

**Constructibilidad:** Comprueba colisiones y conflictos entre los diferentes modelos.

**Mediciones y costes:** Podrás obtener tanto las mediciones como costes de cualquier modelo 3D.

**Planificación:** Planifica tu obra con la herramienta *schedule planner*.



---

# Capítulo 4

## PLATAFORMAS DE OBJETOS BIM

Es esencial apuntar la importancia que están adquiriendo las plataformas BIM de objetos de construcción, que presentan un número creciente de archivos digitales de productos y sistemas de construcción, tanto de fabricantes con productos específicos como de productos genéricos. Cabe destacar la iniciativa llevada a cabo por ANDECE colaborando con algunas de estas plataformas para presentar una galería de productos prefabricados de hormigón representativos, con el objetivo de enseñar a las empresas asociadas el camino a emprender en esta evolución digital hacia la metodología BIM.

Estas plataformas equivalen a buscadores de productos de construcción, donde parecen todos aquellos productos de empresas que tienen objetos BIM con información geométrica y de otras características.

### 4.1. CIUDAD ANIPPAC (WEB PAGE)

De origen mexicano, es la hoja web que tiene la mayor parte de secciones prefabricadas que se usan en México por los diferentes prefabricadores y se relaciona con los prefabricadores que tienen dichos moldes.

En esta “Ciudad ANIPPAC” se manejan por tipo de edificación o infraestructura donde han sido ocupados en México,

### 4.2. BIMOBJECT

De origen sueco, es seguramente el sistema de gestión de contenido digital más importante y de mayor crecimiento para objetos BIM. Sus soluciones únicas para fabricantes permiten el desarrollo, alojamiento en internet, mantenimiento y publicación de las representaciones digitales de los productos fabricados en forma de objetos BIM. Existen varias aplicaciones para descargar y utilizar objetos de la biblioteca con software tales como SketchUp, Revit o ArchiCAD.

### 4.3. BIMETICA [+]

De origen español, la base de datos continúa creciendo gracias a la colaboración activa de diferentes fabricantes y asociaciones empresariales, que añaden nuevos productos y actualizan los datos continuamente. Gracias a ello, cualquier usuario puede acceder gratuitamente a la información de los productos y descargar los objetos BIM como familias Revit, objetos Archicad, archivos IFC, archivos AECOsim, archivos CAD 2D/3D, especificaciones técnicas, etc. con información detallada que puede integrarse directamente en el proyecto.



# Capítulo 5

## ESTRATEGIA BIM PARA LOS PREFABRICADORES

### 5.1 EL SALTO A BIM

Dentro de la industria de la construcción, podemos ver que la adopción de BIM ha sido mayor en distintas latitudes y nichos dentro de la construcción, entre otras cosas, por una mayor adopción de las nuevas tecnologías y de la facilidad de crear, clasificar y transmitir información del proyecto, así como un mayor control de tiempos, recursos y un mejor aprovechamiento del personal capacitado, puesto que BIM al combinarse con otras metodologías de administración de proyectos, ofrece una mayor eficiencia, transparencia, control y una mejor toma de decisiones durante el ciclo de vida del proyecto, por lo que se ha visto que muchos contratistas lo han implementado y que cada vez más legislaturas han visto el valor de homogeneizar y normalizar el uso de la metodología.

En el caso particular de las prefabricadoras, podemos notar que nuestro proceso, al ser realizado en una planta, puede ser automatizado en gran parte de sus etapas, es más amigable con el medio ambiente, con menores desperdicios y que al ser hecho fuera de obra en el ambiente controlado de nuestra planta, es mucho más amigable para la adopción de nuevas tecnologías que agreguen valor a nuestros procesos de concurso, detallado, manufactura y montaje.

También dentro del proceso de prefabricado, se requiere un diseño y detallado mucho más preciso, así como también una colaboración muy cercana con diseñadores y con otras disciplinas del proyecto al tener que una indefinición o error de proyecto cuestan más al ser detectadas en taller o en montaje.

### 5.2 DESARROLLO DE OBJETOS BIM

Para las empresas dedicadas a realizar prefabricados pretensados, postensados o reforzados, tanto estructurales como arquitectónicos es importante definir la cantidad de información que sus objetos BIM proporcionan a sus promotores y asociados; la clasificación será en dos grupos:

- Prefabricadoras que solo desean proporcionar sus objetos BIM como un medio para integrarlos a soluciones de promotores y asociados.
- Prefabricadoras que además de proporcionar sus objetos BIM, ofrecen soluciones o colaboran en el diseño de los proyectos de sus promotores y asociados; en ocasiones incluso se realiza el servicio de transporte y montaje.

Para ambos casos, la empresa debe decidir si el desarrollo de su catálogo de objetos BIM se llevará a cabo por personal propio (departamento técnico, dibujantes, similares) o si se prefiere que el trabajo lo realice una entidad especializada externa:

- Para empresas que ofrecen prefabricados para requerimientos específicos dentro de un proyecto, donde el grado de estandarización de sus productos es alto, lo recomendable podría ser optar por un ente externo, ahorrando en costos (capacitación de personal, adquisición de licencias de *software*) que podrían no ser amortizados.
- Para empresas que ofrecen prefabricados que se adaptan a los requerimientos variados dentro de un proyecto, con soluciones estandarizadas,

específicas y adaptables conforme al proyecto lo requiera, lo recomendable podría ser optar por la capacitación de personal propio en el manejo de herramientas de modelado BIM y generar una biblioteca propia, adaptable y creciente con el tiempo.

De tal modo y a manera de ejemplo podríamos esperar que una empresa dedicada a la prefabricación de elementos estructurales específicos para entrepisos (losas, viguetas, bovedilla) optase por realizar su catálogo por medio de un ente externo, y por el contrario una empresa dedicada a la prefabricación de elementos estructurales (columnas, travesaños, travesaños de rigidez, losas) o de fachadas arquitectónicas donde las secciones, formas, texturas, relieves; son variados y dependientes del proyecto optara por capacitar personal propio y adquirir las herramientas necesarias para realizar su catálogo y ampliarlo cuando así lo requiera.

En el caso, donde el desarrollo se lleve a cabo con personal y recursos propios, es importante haya una evaluación externa que verifique la calidad de la información de los modelos BIM. En este sentido, los propios programas de objetos BIM cuentan con este servicio siempre y cuando los objetos realizados se realicen en dicho programa. Así mismo puede ser necesario recurrir al apoyo externo de estudios de arquitectura, consultores de ingeniería, con los que la empresa tenga cierta afinidad, para verificar la calidad de la información que se quiere proporcionar y comprobar su aplicabilidad.

En el caso, donde el desarrollo se lleve a cabo por un ente externo es fundamental que la empresa se asegure contractualmente que es la propietaria de los objetos BIM desarrollados, una vez que el trabajo haya finalizado.

### 5.3 ENTRADA DEL PREFABRICADOR AL PROYECTO

Una de las principales diferencias de los sistemas estructurales con elementos de concreto prefabricado contra otros sistemas estructurales (dados sus procesos de fabricación industrial), es la importancia de definir en su totalidad y de forma precisa las características y propiedades geométricas de las secciones, las características y propiedades mecáni-

cas de los materiales y demás aspectos técnicos que los conforman en lo individual, hasta alcanzar la integración del sistema estructural completo, garantizando una mayor calidad y que lo proyectado sea construible. Siguiendo este enfoque, el prefabricador debe ser una figura importante y requerida en el proceso de conceptualización del proyecto, sea de edificación, de infraestructura u otro.

Con la implantación de sistemas BIM es factible que sea necesario que el prefabricador participe en etapas más tempranas del proyecto, siendo este el factor diferencial que se debe aprovechar para aumentar la demanda de los sistemas de concreto prefabricado.

### 5.4 BIM COMO ELEMENTO DE DIFERENCIACIÓN

Conforme vaya creciendo la utilización de sistemas BIM en la conceptualización y ejecución de proyectos de edificación, de infraestructura u otros, se buscará optimizar tiempos y procesos en la construcción fomentando así una mayor industrialización, de tal modo que es factible esperar que la demanda de soluciones estructurales con elementos de concreto prefabricado sea mayor, sobre todo los que presenten una mayor estandarización en sus procesos industriales, contra otros sistemas estructurales alternativos. Este aspecto se debe aprovechar para promocionar y propiciar que los proyectos se conceptualicen con elementos de concreto prefabricado.

Además, el uso de *software* por parte del prefabricador en las etapas de diseño, permite realizar un despiece, cuantificar, generar planillas de fabricación (planos y similares) de cada elemento individual, esto aunado a un proceso controlado y eficaz de ejecución, ofrecerá una mayor calidad del sistema prefabricado de concreto contra la construcción tradicional colada en sitio tendiente a sufrir cambios durante su ejecución.

También se debe hacer notar que los sistemas estructurales prefabricados deben quedar fijados al proyecto en etapas tempranas, reduciendo la presencia de sistemas tradicionales y fomentando el uso de sistemas industrializados, transformando esto en una ventaja.

## Capítulo 5 Estrategia BIM para los Prefabricadores

Todos estos son argumentos que el prefabricador debe hacer valer ante el resto de agentes, para que la productividad y eficiencia del sistema, garantías que ofrecen los sistemas de concreto prefabricado contra otras soluciones estructurales sean los puntos de inflexión en la decisión de la solución a utilizar en los proyectos.



---

# Capítulo 6

## COLABORACIÓN

En la actualidad, la colaboración es de vital importancia dentro de los proyectos en construcción, y en especial en la industria del prefabricado. Dentro de todo el ciclo de vida de un proyecto necesitamos trabajar en conjunto entre distintos equipos, ya sea dentro de una misma empresa como, por ejemplo, entre los departamentos de ingeniería y de fabricación y montaje, o entre distintas empresas en aras de poder culminar distintas etapas del proyecto que van desde el diseño, hasta la fabricación, montaje, procura y operación de los elementos que componen al proyecto. Para esto, es vital que las personas indicadas puedan contar con la información adecuada en el momento preciso para poder realizar una mejor toma de decisiones, y para poder conectar procesos y equipos a través de dicha información que fluye en el proyecto contando con fuentes homogéneas de dicha información para evitar errores. A continuación, se abordarán estrategias en documentos como la norma ISO 19650 y el plan de Ejecución BIM de la Universidad de Penn State, para que siguiendo sus recomendaciones podamos tener prácticas homogeneizadas que aseguren a través de su cumplimiento que el desarrollo de nuestros proyectos será el adecuado y que se alienarán procesos, personas y recursos para tener flujos óptimos dentro de nuestros proyectos.



# Capítulo 7

## ALINEACIÓN CON ESTRATEGIA MIC GOBIERNO FEDERAL

La estrategia MIC del gobierno federal ha sido planteada de acuerdo a las normas ISO 19650, así como a la guía *BIM Project Execution Planning Guide* de la Universidad de Pennsylvania, que serán abarcadas en esta normativa. Al día de hoy existen 5 tomos de ISO 19650 que son los siguientes:

- Conceptos y Principios
- Fase de entrega de los activos
- Fase operacional de los activos
- Intercambios de Información
- Administración de la información con enfoque en la seguridad

Si existieran nuevas publicaciones relacionadas con la norma, o si hay algún ajuste para adaptarse a las nuevas tendencias y tecnologías aplicables a la construcción, también deberán ser evaluadas por nuestro comité para ser integradas y continuar nuestro alineamiento con las normativas internacionales y nacionales.

Cada proyecto dependerá de los alcances de BIM dentro del proyecto para definir las jerarquías de intercambio de información, ya que no será lo mismo si se requiere solamente BIM para el proyecto, que si se requiere sólo para operación o para ambas fases.

### 7.1 ISO 19650

La serie EN ISO 19650, "Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM", es un conjunto de normas internacionales que definen el marco, los principios, y los requisitos, para la adquisición, uso y gestión de

la información en proyectos y activos, tanto de edificación como de ingeniería civil, a lo largo de todo el ciclo de vida de los mismos, y está destinada principalmente a:

- Los agentes participantes en las fases de diseño, construcción y puesta en servicio de activos construidos.
- Los agentes que desarrollan actividades relacionadas con la gestión de activos, incluidas la operación y el mantenimiento.

Una adecuada aplicación de la serie EN-ISO 19650 tiene como resultado:

- Unificar y soportar el uso de BIM
- Definición clara de información que necesita el dueño del Proyecto, así como de los métodos, proceso, plazos y protocolos de desarrollo y verificación de esta información.
- Que la cantidad y calidad de la información desarrollada es suficiente para satisfacer las necesidades definidas.
- Transferencias eficientes y efectivas de información entre los distintos agentes que participan en cada parte del ciclo de vida del proyecto, especialmente entre la fase de desarrollo y la de operación.
- Los procesos y procedimientos pueden ser alineados a gran escala en toda la industria.

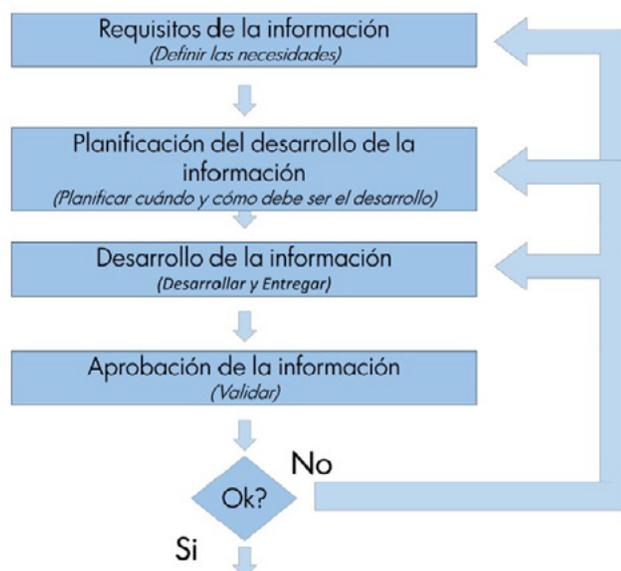


Figura 1 Esquema general del desarrollo de la información según EN-ISO 1950-1

### 7.1.1. PARTES INVOLUCRADAS EN ISO 19650

Los principales actores dentro de la norma son tres:

- Adjudicador, que es la organización que lidera el proyecto o la gestión del activo. Típicamente son los clientes del proyecto, que también pueden ser los dueños. Las principales actividades que tiene son establecer los requerimientos de información del proyecto, los hitos de entrega y los estándares de información; así como identificar procedimientos para la producción de información, incluyendo su generación, entrega y manejo seguro; también se encarga de identificar la información existente y/o los recursos que son relevantes para los equipos de entrega; así como establecer los protocolos de información del proyecto para su incorporación, así como establecer un entorno de datos común para una producción de información colaborativa.
- Adjudicatario Principal, que es la parte responsable de coordinar los intercambios de información entre equipos de trabajo o entre el equipo de entrega y los adjudicatarios. Tienen como parte de sus responsabilidades establecer el plan de ejecución BIM; resumir las capacidades del equipo de entrega para producir y administrar información; establecer el plan de movilización

del equipo de entrega, pensando acerca de los enfoques, responsabilidades y tiempos del equipo; así como crear un registro de riesgos para enfrentar los riesgos asociados con la entrega de información a tiempo.

- Adjudicatarios, son cualquier parte que genere información acerca del proyecto, por ejemplo un contratista, subcontratista, proveedor, consultor, etc. Las principales actividades en las que se involucran son la capacidad de administrar información, la capacidad de producir información y la definición de suficiencia de Tecnologías de la Información para su alcance del proyecto.

Existen un equipo de proyecto, un equipo de entrega y un equipo de tareas. Cada uno de estos equipos se compone por personal de cada uno de los tres actores principales del proyecto.

Vale la pena señalar que nosotros como prefabricadores, casi siempre estaremos como adjudicatarios, teniendo como alcance entregar los sistemas estructurales de nuestro proyecto, por lo que, aunque la labor más fuerte de gestión de la información la hacen el Adjudicatario Principal y el Adjudicador, es de vital importancia que nosotros tengamos conciencia de todo el proceso para entender dónde y de qué manera entramos para la generación de información.

### 7.1.2. COMPONENTES PRINCIPALES DE LA ISO 19650

#### BIM (*Building Information Models*)

Como ya hemos abordado conceptos básicos sobre qué es BIM y sus ventajas, nos enfocaremos en el hecho de crear BIM de acuerdo a esta norma de manera usual permite mejores conexiones entre la información, así como mejora la toma de decisiones y el conocimiento general del proyecto.

#### CDE (*Common Data Environment*)

Su propósito es administrar los contenedores de información en el CDE. Estos contenedores son típicamente archivos o subdirectorios y pueden estar estructurados o no estructurados.

## Capítulo 7 Alineación con Estrategia MIC Gobierno Federal

Los contenedores estructurados de información incluyen objetos como modelos geométricos, cronogramas y bases de datos.

Los contenedores no estructurados incluyen objetos como documentación, videos y grabaciones de sonido.

### 7.2. INFORMACIÓN

La información se refiere a todos los aspectos que ayudan a definir un activo específico en un proyecto físico. Es la información la que define su tamaño y requerimientos de desempeño.

Sin esta información, un proyecto no puede empezar.

Se debe cuidar la calidad de la información definiendo los formatos de entrega, la estructura de la información del modelo, los medios de estructuración y clasificación de la información y nombres de atributos para los metadatos.

### 7.3. REQUERIMIENTOS DE LA INFORMACIÓN

Los requisitos para la administración de la información de la serie de Normas ISO 19650 se basan en el adjudicador, adjudicatario principal y los adjudicatarios que trabajan colaborativamente. (Tabla. 1).

PERSPECTIVA	PROPÓSITO	EJEMPLO DE ENTREGABLES
Perspectiva del propietario del activo	Establecer y mantener el propósito del activo o proyecto. Para tomar las decisiones estratégicas empresariales	Plan de Negocio Evaluación de la cartera de activos estratégicos Análisis del coste del ciclo de vida.
Perspectiva del usuario activo	Para identificar los requisitos reales del usuario y asegurar que el activo tenga la calidad y capacidad adecuada	Documentación del proyecto AIM PIM Documentación de producto
Perspectiva del desarrollo del proyecto o de la gestión del activo	Planificar y organizar el trabajo, movilizar los recursos adecuados, coordinar y controlar el desarrollo.	Planes, por ejemplo, Planes de Ejecución BIM Organigramas Definición de funciones
Perspectiva de la Sociedad	Asegurar que el interés de la comunidad se tiene en cuenta a lo largo del ciclo de vida del activo (planificación, desarrollo y operación)	Decisiones políticas Planeas de área Permiso de obra, concesiones
NOTA: Los ejemplos de entregables son relevantes desde el punto de vista de cada perspectiva y no indican la propiedad de los entregables o quien hace el trabajo de producirlos.		

Tabla 1

La administración de la información no es únicamente la producción y entrega de información, pero está estrechamente vinculada a ellos. Es un proceso que aplica al ciclo de vida completo del proyecto.

No está asignado a una parte principalmente, sino que es una responsabilidad que está asociada al adjudicador, el adjudicatario principal y los adjudicatarios que trabajan colaborativamente.

La administración de la información involucra revisar y filtrar información conforme el proyecto se va desarrollando.

En el proceso de administración de la información, se deben tener en cuenta las diferentes perspectivas de gestión de la información y deben incorporarse en la especificación de requisitos de información; en la planificación del desarrollo de información; y en el desarrollo de la información. Las perspectivas de gestión de la información se recomienda sean descritas de acuerdo a la tabla de la parte inferior, aunque pueden definirse caso por caso e incluirse otras en caso que sea necesario.

**7.3.1. DEFINICIÓN DE LOS REQUISITOS DE INFORMACIÓN Y MODELOS DE INFORMACIÓN RESULTANTES**

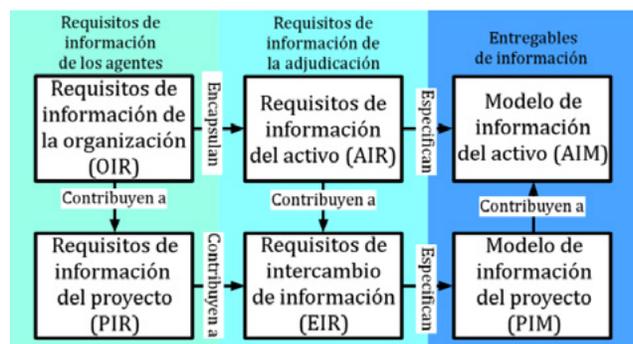
El adjudicador debe comprender qué información se requiere con respecto a sus activos o proyectos para respaldar sus objetivos, que pueden proceder de su propia organización o de agentes externos. El adjudicador debe ser capaz de presentarlos a otras organizaciones y/o individuos que sean necesarios para definir los alcances de su trabajo.

Los adjudicatarios, incluyendo el adjudicatario principal, pueden agregar sus propios requisitos de información complementando a los que reciben. Algunos requisitos del adjudicatario principal se pueden transmitir a sus propios adjudicatarios, cuando el intercambio de información es necesario dentro del equipo de desarrollo, pero no necesariamente con el adjudicador.

El adjudicador debe indicar sus objetivos para requerir entregables de información, incluyendo los aspectos del activo que se pretenden gestionar. Dichos objetivos pueden incluir:

- Registro de Activos
- Apoyo para el cumplimiento y responsabilidades reglamentarias
- Gestión de Riesgos
- Soporte para cuestiones empresariales
- Gestión de la capacidad y el uso
- Gestión de la seguridad y vigilancia
- Apoyo para la renovación
- Impactos previstos y reales
- Operaciones
- Mantenimiento y reparación
- Sustitución
- Demolición y eliminación

Para mayor claridad, los tipos de requisitos de información y de modelos de información se muestran en la siguiente figura y serán explicados a continuación.



**7.3.2. REQUISITOS DE INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN (OIR)**

Los OIR contienen la información necesaria para responder a los objetivos estratégicos del adjudicador. Dichos requisitos pueden manifestarse a partir de factores como:

- Operación Estratégica Empresarial
- Gestión de Activos Estratégica
- Obligaciones Regulatorias
- Desarrollo de políticas
- Planificación de Cartera

**7.3.3. REQUISITOS DE INFORMACIÓN DEL ACTIVO (AIR)**

Los AIR fijan los aspectos de gestión, comerciales y técnicos de la producción de información de los activos.

Los aspectos de gestión y comerciales deberían incluir el estándar de información, y también los métodos y procedimientos de producción que implementará el equipo de desarrollo.

Las características técnicas de los AIR especifican la información detallada necesaria para dar respuesta a los OIR relacionados con los activos. Dichos requisitos deben expresarse para que puedan ser incorporados en las adjudicaciones para sustentar la toma de decisiones de la organización sobre la gestión de activos.

Se deben preparar un conjunto de AIR para cada evento desencadenante durante la operación del activo.

Si hay una cadena de suministro, los AIR recibidos por un adjudicatario principal pueden subdividirse y transmitirse a sus propios adjudicatarios, y también pueden enriquecerse con los requisitos de información del adjudicatario principal.

Los AIR de las adjudicaciones de gestión de activos deben formar un conjunto de requisitos de información, suficientes para satisfacer los OIR de los activos.

### **7.3.4. REQUISITOS DE INFORMACIÓN DE PROYECTO (PIR)**

Los PIR especifican la información necesaria para informar o lograr, los objetivos estratégicos del adjudicador en relación con un proyecto en particular. Dichos PIR pueden ser identificados tanto en el proceso de gestión del proyecto como en el proceso de gestión de activos.

Se deben desarrollar requisitos de información para todos los puntos clave de decisión del adjudicador durante el proyecto.

### **7.3.5. REQUISITOS INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN (EIR)**

Contienen los aspectos de gestión, comerciales y técnicos de la producción de información del proyecto. Dichos aspectos deben incluir el estándar de información y los procedimientos de producción que el equipo de desarrollo implementará.

Los aspectos técnicos de los EIR deben especificar la información necesaria para cumplir los PIR. Dichos EIR deben alinearse con los eventos desencadenantes que representan la finalización total o parcial de los hitos del proyecto.

Los EIR recibidos por un adjudicatario principal pueden subdividirse y transmitirse en cualquiera de sus propias adjudicaciones a lo largo de la cadena de suministro. Los EIR recibidos por los adjudicatarios, pueden enriquecerse con sus propios EIR.

### **7.3.6. MODELO DE INFORMACIÓN DE ACTIVO (AIM)**

El AIM soporta los procesos de gestión de activos, estratégicos y diarios definidos por el adjudicador. También puede proporcionar información al inicio del proceso de desarrollo del proyecto. Puede contener cualquier tipo de información que el adjudicador quiera administrar de forma sistemática y le sea de valor.

### **7.3.7. MODELO DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO (PIM)**

EL PIM soporta el desarrollo del proyecto y contribuye al AIM para facilitar la gestión de los activos. El PIM debe almacenarse con fines de archivo a largo plazo y auditoría.

## **7.4. EL CICLO DE DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN**

De acuerdo a la norma, se deben seguir cuatro principios generales para la definición y desarrollo de la información de proyectos y activos:

1. La información es necesaria para la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida del activo.
2. La información se especifica de forma progresiva a partir de los requisitos definidos por el adjudicador y el desarrollo de la información se planifica y desarrolla progresivamente por los equipos de desarrollo.
3. Cuando un equipo de desarrollo tiene más de un agente, los requisitos de información deben transmitirse al agente más relevante.

- 4. Es necesario coordinar y compartir información a través de un CDE utilizando estándares abiertos siempre y cuando sea posible.

### 7.5. ALINEAMIENTO CON EL CICLO DE VIDA DEL ACTIVO

El AIM y el PIM son producidos a lo largo del ciclo de vida de la información y son utilizados durante el ciclo de vida de los activos para tomar decisiones con respecto a los activos y proyectos.

Los siguientes principios fundamentales son importantes para la gestión de información de activos:

- El Adjudicador relaciona la gestión de activos con el logro de sus objetivos empresariales a través de políticas, estrategias y planes de la gestión de activos.
- Que la información de los activos sea apropiada y oportuna.
- El liderazgo en relación a la gestión de la información de los activos viene del propietario.
- Debe ser encauzada hacia el usuario final.
- Se utiliza un ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar para desarrollar la información de activos o proyectos.
- El compromiso de las personas y el fomento de un comportamiento adecuados son imperativos.

- Se deben compartir las lecciones aprendidas y debe haber una visión de mejora continua.

#### 7.5.1. CONFIGURACIÓN DE LOS REQUISITOS DE INFORMACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE INFORMACIÓN

El adjudicador define a través de los requisitos de información, toda la información de activos y proyectos que se proporcionará durante el ciclo de vida de los activos. Luego, el adjudicatario principal debe responder a cada requisito, que será revisado por el adjudicador antes de la adjudicación. La respuesta a los requisitos de información es desarrollada por cada adjudicatario principal e integrada en la planeación para la de gestión de activos o desarrollo de proyectos. Luego la información es gestionada y entregada por cada adjudicatario principal y se acepta por la parte que especificó los requisitos, como se muestra en la figura 3.

A continuación veremos algunas características clave que pueden tener los requisitos de información:

**El equipo de desarrollo proporciona información para las decisiones del propietario/cliente.** El adjudicador define las situaciones o momentos en los que debe tomar decisiones clave y establecer la información que necesitan del equipo de desarrollo para tomar cada decisión.

**Verificación y validación de la información al inicio y al final de las etapas de proyecto.** Es esencial acordar y documentar los procedimientos de aprobación

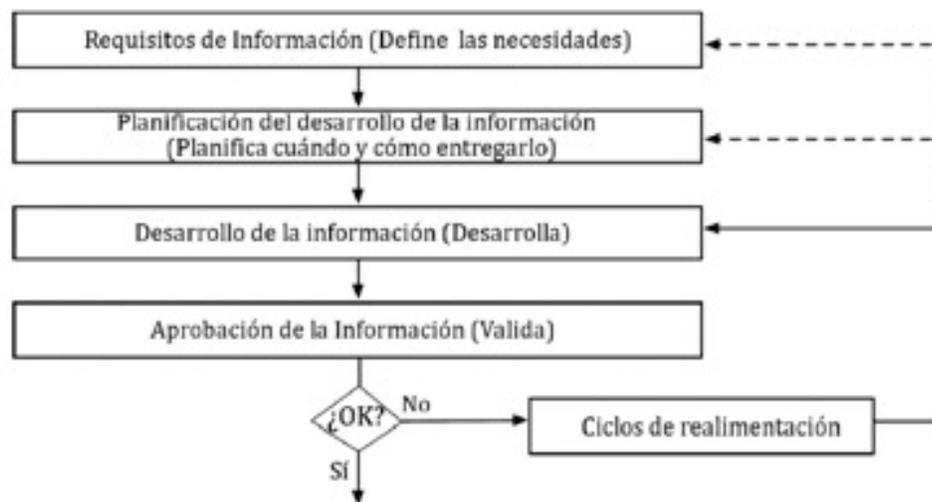


Figura 3. Definición y planeación genéricas para el desarrollo/producción de información, de ISO-19650-1.

y aceptación antes de que se realice cualquier intercambio de información. Se debe realizar una segunda verificación de la información al empezar una etapa del proyecto donde haya un cambio de adjudicatario entre una etapa y la siguiente, para poder utilizar la información recibida y en caso de retraso.

La información se obtiene de todo el equipo de desarrollo. Cada adjudicatario principal puede delegar total o parcialmente los requisitos de información recibidos de su adjudicador y puede agregar sus propios requisitos de información. El rol de cada adjudicatario principal debe definirse en los programas de desarrollo, para satisfacer el AIR o EIR. La información se recopila por cada adjudicatario principal de su equipo de desarrollo y se entrega al adjudicador, con revisión y posible reenvío. (Figura 5)

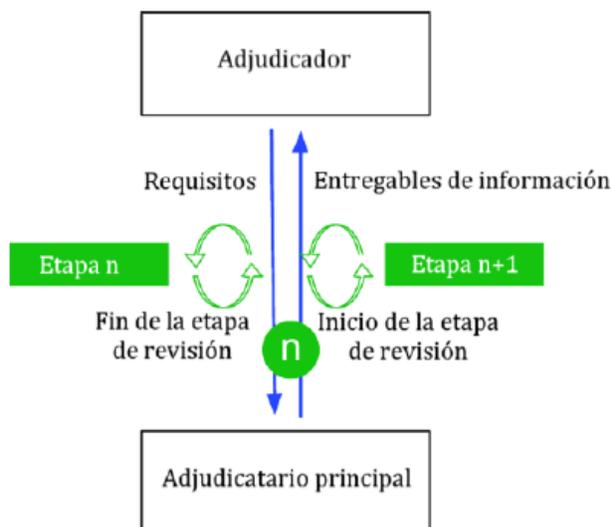


Figura 4. Verificación de la información durante el intercambio de información, de ISO-19650-1.

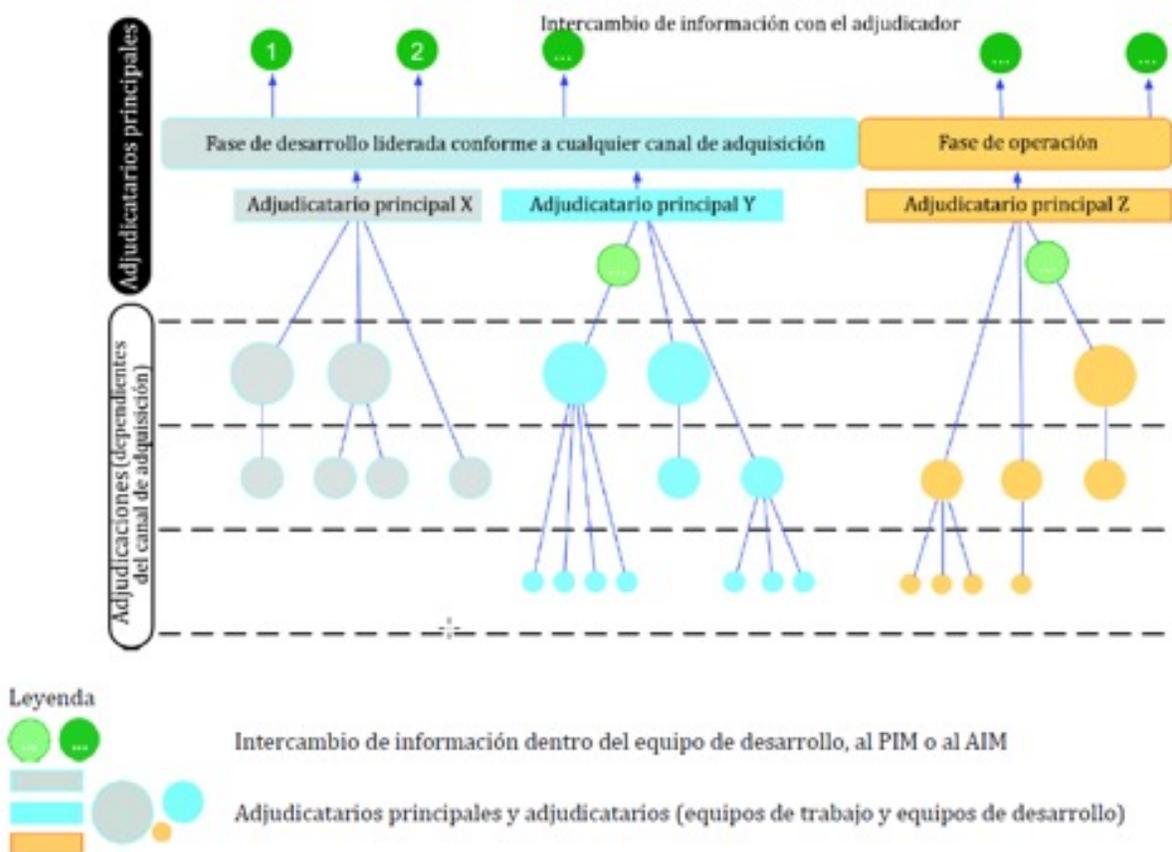


Figura 5. Ejemplo de Información suministrada por equipos completos de desarrollo, de ISO-19650-1.

Abajo encontrará un ejemplo de cascada de requisitos y el desarrollo de información, tomando en cuenta las etapas de proyecto, los puntos clave de decisión y el intercambio de información.

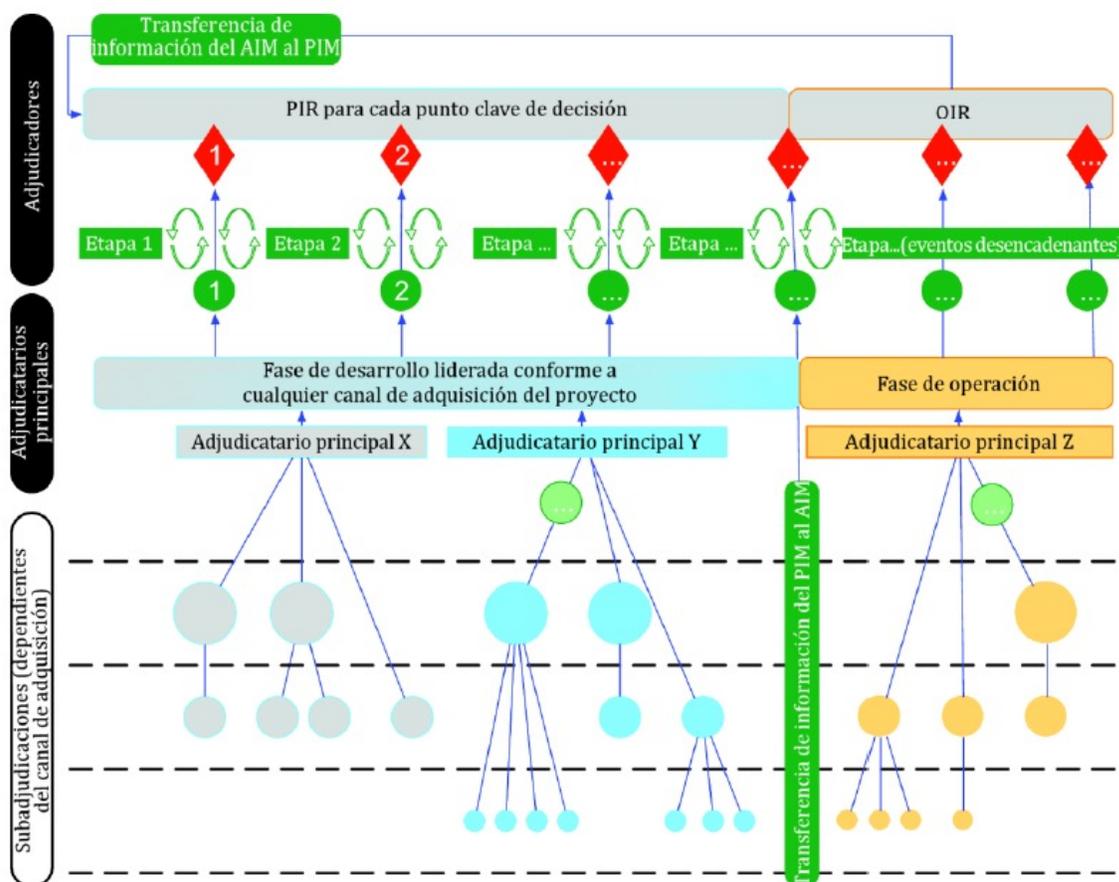


Figura: Ilustración del proceso de gestión de información, de ISO-19650-1.

### 7.6. FUNCIONES DE LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE PROYECTOS Y ACTIVOS

Las funciones de gestión de la información no deben referirse a las responsabilidades de diseño y tampoco se deben confundir con funciones con atribuciones profesionales.

En las actividades complejas de gestión de activos o desarrollo de proyectos, se puede definir una función específica de gestión de procesos de la información para apoyar el trabajo entre el equipo y la colaboración.

**Funciones de la gestión de la información de activos:** La gestión de la información de activos puede asignarse a una o más personas de equipo del ad-

judicador. La gestión de la información de activos implica liderazgo para validar la información recibida por cada adjudicatario y en su autorización para incluirlo en el AIM. Esta función debe ser asignada en la etapa más temprana de la gestión de activos.

**Funciones de la gestión de la información de proyectos:** El adjudicador asigna la responsabilidad del desarrollo de la información a los adjudicatarios principales. La asignación de estas responsabilidades debe ser específica del proyecto y debe documentarse en los documentos de adjudicación.

**Funciones de la gestión de información de tareas:** La gestión de la información a nivel de equipo de trabajo se ocupa de la información asociada con la tarea y de la coordinación de la información.

### 7.7. APTITUD Y CAPACIDAD DEL EQUIPO DE DESARROLLO

El adjudicador evaluará las aptitudes y capacidad del equipo de desarrollo para cumplir con los requisitos de información. La aptitud tiene que ver con el desempeño de una actividad determinada. La capacidad hace referencia a poder terminar una actividad en el tiempo requerido.

Para la evaluación de las aptitudes y capacidades del equipo de desarrollo se deben incluir por lo menos los siguientes factores:

- El compromiso de cumplir con la normativa y los requisitos de información.
- La capacidad del equipo de desarrollo para trabajar de manera colaborativa y su experiencia en el trabajo colaborativo basado en contenedores de información.
- Acceso y experiencia en las Tecnologías de la Información especificadas dentro de los requisitos de información
- Número de personas con experiencia y equipadas adecuadamente dentro del equipo.

### 7.8. TRABAJO COLABORATIVO BASADO EN CONTENEDORES DE INFORMACIÓN

Los principios del trabajo colaborativo basado en contenedores de información son los siguientes:

- a. Los autores generan información sujeta a acuerdos de propiedad intelectual, y solo obtienen información de terceros como referencia, federación o intercambio directo de información.
- b. La provisión de requisitos de información claramente definidos a nivel estratégico por las partes interesadas, y a nivel detallado por el adjudicador.
- c. Revisión del enfoque propuesto, aptitud y capacidad de cada equipo de desarrollo.
- d. Provisión de un CDE para almacenar y administrar la información compartida.

e. Modelos de información que se desarrollarán usando tecnologías acordes a la ISO 19650.

f. Los procesos relacionados con la seguridad de la información que deben implementarse durante toda la vida útil del activo.

#### 7.8.1. PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN

Los programas de desarrollo de la información deben generarse en respuesta a los requisitos de información establecidos por el adjudicador y deben reflejar el alcance de la adjudicación durante el ciclo de vida de los activos, indicando:

- Cómo cumplirá la información con los requisitos establecidos en el AIR o EIR
- Cuándo se entregará la información
- Cómo se va a entregar la información
- Cómo se coordinará la información
- Qué información se va a desarrollar
- Quién será el responsable de desarrollarla
- Quién será el destinatario de la información.

La información será entregada a través de intercambios de información predefinidos.

El calendario de cada entrega de información debe incluirse en cada programa, con referencia a los programas de gestión de proyectos y activos.

Se recomienda generar una matriz de responsabilidades como parte del proceso de planificación de desarrollo de información con uno o más niveles de detalle.

Definición de la estrategia de federación y estructura de distribución de los contenedores de información:

Su objetivo es facilitar la planificación del desarrollo de información para el nivel apropiado de requisito de información. Se debe explicar cómo va a dividir el modelo de información en diversos conjuntos de contenedores de información. Dicha asignación se puede realizar visualizando el modelo de información a través de las vistas espacial, funcional o geométrica.

La estrategia de la federación y la estructura de distribución de los contenedores de información deben actualizarse a medida que se designan nuevos equipos de trabajo.

Se recomienda que la estrategia de la federación y la distribución de contenedores de información sea comunicada a todas las organizaciones involucradas en actividades de proyectos.

### 7.8.2. GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN COLABORATIVA DE INFORMACIÓN

Se debe implantar un CDE con un flujo de trabajo que permita acceder a la información por parte de quienes lo requieren para realizar sus funciones. El CDE y el flujo de trabajo habilitan el desarrollo de un modelo de información federado, que agrupa los modelos de información de diferentes adjudicatarios, equipos de desarrollo o equipos de trabajo.

Los problemas que puedan surgir en el modelo federado deben evitarse durante la producción de información, y no después de la entrega de información. Pueden existir problemas espaciales, como choques interdisciplinarios o funcionales como materiales incompatibles. Los problemas de coordinación espacial pueden ser definidos como graves, moderados o temporales según cada situación.

#### Nivel de Información Necesario:

Indica la determinación apropiada de calidad, cantidad y regularidad de la información de cada entregable.

Los niveles de información necesarios deben ser determinados por la cantidad mínima de información necesaria para satisfacer cada requisito que sea relevante. Cualquier cosa adicional a este mínimo es considerada superflua.

La granularidad de la información alfanumérica se debe considerar tan o más importante que la información geométrica provista.

#### Calidad de la Información

La información administrada en un CDE debe ser comprensible para todos, por lo tanto es necesario

acordar formatos de información, formatos de entrega, la estructura del modelo de información, los medios para estructurar y clasificar la información y los nombres de los atributos para los metadatos.

### 7.8.3. SOLUCIÓN DE ENTORNO COMÚN DE DATOS (CDE) Y FLUJO DE TRABAJO

Para poder trabajar de forma colaborativa es necesario disponer de un Entorno Común de Datos (CDE) y un flujo de trabajo para gestionar la información durante la gestión de activos y el desarrollo de proyectos. El CDE es la fuente acordada de información para cada activo o proyecto, para reunir, gestionar y repartir cada contenedor de información a través de un procedimiento establecido.

Esta colaboración puede llevarse a cabo en una solución tecnológica o herramienta que al menos permita:

- Gestión del estado de la información.
- Clasificación de los contenedores de información.
- Control de versiones.
- Control de acceso a la información.

Estas soluciones permiten el uso de Metadatos como medio para organizar la información y facilitar procesos de filtrado o búsqueda.

En la actualidad existe una gran variedad de herramientas que permiten desarrollar un proyecto BIM de forma colaborativa.

Un modelo federado es la combinación de todas las diferentes disciplinas en un modelo de coordinación. No existe algo como un modelo federado "LOD 400". El modelo eléctrico puede ser LOD 300, el mecánico 350, el estructural y el HVAC pueden ser 400. Cada uno de ellos está en una progresión distinta de modelado.

LODs diferentes necesitan ser alcanzados para una disciplina particular antes que el modelo pueda ser construido en campo. Por ejemplo, LOD 300 para el eléctrico es aceptable para construcción, ya que muchas de las partes pueden ser compradas. Para estructura, LOD 400 debe ser alcanzado para evitar

## Capítulo 7 Alineación con Estrategia MIC Gobierno Federal

sobrecostos y retrabajos en planta o en campo. Cada nivel de progresión lleva más tiempo y agrega más costo al proyecto.

La información administrada en el CDE debe ser comprensible para todas las partes, por lo que se necesita llegar a un acuerdo en:

- Formatos de Información
- Formatos de Entrega
- Estructura del Modelo de Información
- Medios para estructurar y clasificar la información
- Nombres de atributos para Metadata.

Durante la fase de desarrollo, la solución de CDE y el flujo de trabajo deben ser compatibles con los procesos de gestión de la información expuestos anteriormente.

Se recomienda que la revisión de cada contenedor de información se realice en el CDE cuando se encuentre en uno de los siguientes 3 estados:

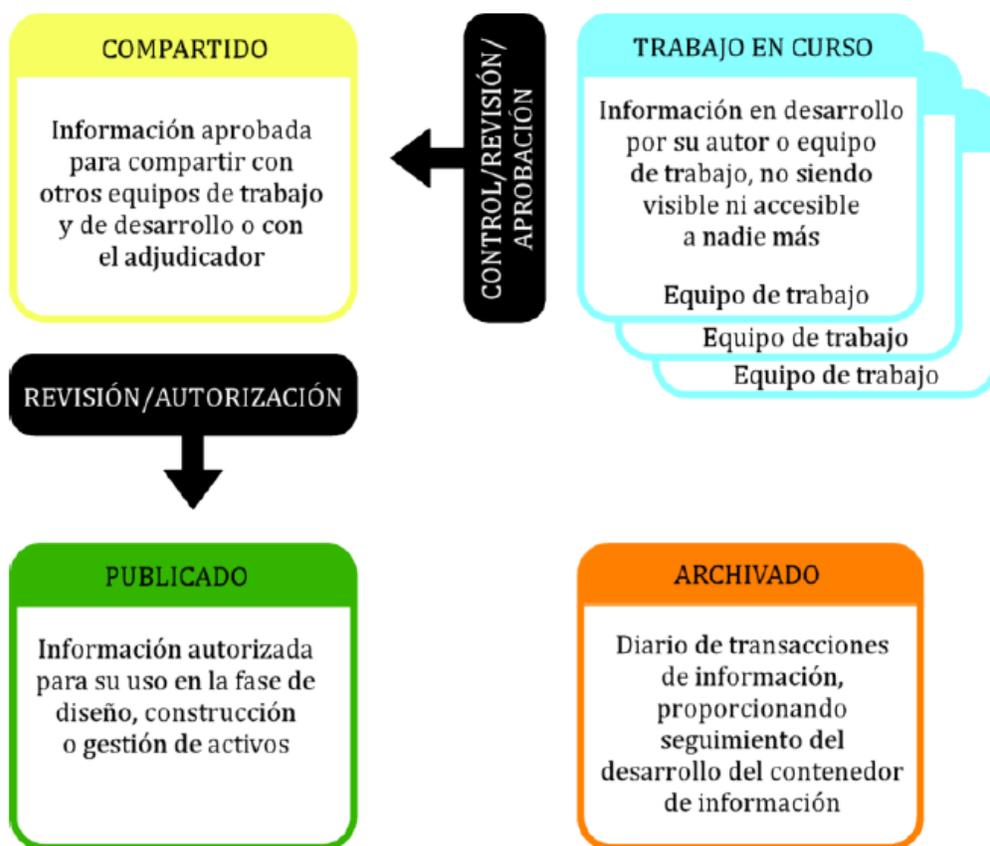
- Trabajo en curso (WIP)
- Compartido
- Publicado

También se debe definir un estado “archivado” que genere un registro de todas las transacciones de contenedores de información y que pueda servir en caso de auditoría.

Al final de un proyecto se recomienda transferir los contenedores de información para la gestión de activos, del PIM al AIM. Todos los contenedores de información restantes, incluyendo también los que se encuentren en estado “Archivado”, se conservarán para futuras consultas o con fines de aprendizaje. La escala de tiempo de su conservación debe definirse en el EIR.

Cada contenedor de información administrado en el CDE debe contener metadatos que incluyan:

- Un Código de Revisión
- Un Código de Estado



El CDE puede incluir una función de administración de base de datos para administrar los atributos y metadatos del contenedor de información, y una función para emitir alertas de actualización a los miembros del equipo.

Las ventajas de adoptar un CDE y un flujo de trabajo son:

- La responsabilidad de la información dentro de cada contenedor de información es de la organización o equipo que la produjo, y solo ellos están autorizados a modificarla.
- Reducen el tiempo y el costo de producir información coordinada.
- Existe un registro completo de la producción de información que puede usarse durante y después de cada actividad de desarrollo de proyectos y gestión de activos.

### Estados de contenedor de información:

Estado de "Trabajo en Curso": Se usa para la información que se está desarrollando por el equipo de trabajo. Dichos contenedores no serán visibles para otros equipos de trabajo.

Estado "Compartido". Permite el desarrollo colaborativo del modelo de información dentro del equipo de desarrollo. Estos contenedores de información deben consultarse por todos los adjudicatarios apropiados para coordinar con su propia información. Estos contenedores deben ser visibles, pero no editables. En caso que se requiera su edición, se debe regresar el contenedor de información al estado "Trabajo en curso" para que su autor lo edite y envíe nuevamente.

El Estado Publicado. Se utiliza para información que ha sido autorizada para su uso. El PIM al final de un proyecto o el AIM durante la operación de activos solo contienen información en estado "Publicado" o "Archivado".

El Estado Archivado. Se usa para mantener un registro de todos los contenedores de información que se han compartido y publicado durante el proceso de

gestión de la información, y para dar seguimiento de su desarrollo.

### 7.9. PROCESO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DURANTE LA FASE DE DESARROLLO

Existen ocho etapas o actividades durante la fase de desarrollo de activos de acuerdo a la norma:

1. Evaluación de Necesidades
2. Petición de Ofertas
3. Presentación de Ofertas
4. Adjudicación
5. Movilización
6. Producción Colaborativa de Información
7. Entrega de Modelo de Información
8. Fin de la Fase de Desarrollo

A continuación se enlistan los distintos alcances dentro de las actividades de la fase de desarrollo de los activos.

### Evaluación de Necesidades

- Establecer los requisitos de información del proyecto.
- Establecer los hitos de entrega de la información del proyecto.
- Establecer la norma de información del proyecto.
- Establecer los métodos y procedimientos de producción de información del proyecto.
- Establecer la información de referencia del proyecto y los recursos compartidos
- Establecer el entorno común de datos del proyecto
- Establecer el protocolo de intercambio de información del proyecto

### Petición de Ofertas:

- Definir los requisitos del intercambio de información del adjudicador

## Capítulo 7 Alineación con Estrategia MIC Gobierno Federal

- Reunir la información de referencia y los recursos compartidos.
- Establecer los requisitos de presentación de ofertas y los criterios de evaluación
- Recopilar la información relativa a la licitación.
- Establecer el programa general de desarrollo de la información.
- Completar los documentos de adjudicación del adjudicatario principal.
- Completar los documentos de adjudicación del adjudicatario.

### Presentación de Ofertas:

- Designación de los responsables de la función de gestión de la información.
- Establecer el plan de ejecución BIM del equipo de desarrollo.
- Evaluar las aptitudes y capacidades del equipo de trabajo.
- Establecer las aptitudes y capacidades del equipo de desarrollo.
- Establecer el plan de desarrollo del equipo de desarrollo.
- Establecer el plan de movilización del equipo de desarrollo.
- Establecer el cuadro de riesgos del equipo de desarrollo.
- Recopilar la información de la oferta del equipo de desarrollo.

### Adjudicación:

- Confirmar el plan de ejecución BIM del equipo de desarrollo.
- Establecer la matriz detallada de responsabilidades del equipo de desarrollo.
- Establecer los requisitos del intercambio de información del adjudicatario principal.
- Establecer los programas de desarrollo de información de una tarea.

### Movilización:

- Movilizar recursos.
- Movilizar tecnología de la información.
- Probar los métodos y procedimientos de producción de información del proyecto.

### Producción colaborativa de la información:

- Comprobar la disponibilidad de la información de referencia y de recursos compartidos.
- Producir Información.
- Realizar un control de calidad.
- Revisar y aprobar el intercambio de Información.
- Revisar el modelo de Información.

### Entrega del modelo de información:

- Presentar al adjudicatario principal el modelo de información para su autorización.
- Revisar y autorizar el modelo de información.
- Presentar al adjudicador el modelo de información para su autorización.
- Revisar y aceptar el modelo de información.

### Fin de la fase de desarrollo:

- Archivar el modelo de información del proyecto.
- Recoger las lecciones aprendidas para futuros proyectos.

ANEXO II – DIAGRAMA DE SUBACTIVIDADES DE LA FASE DE DESARROLLO



En la figura, encontrará un diagrama de sub-actividades de la fase de desarrollo. Créditos a *BuildingSMART Spain*

7.10. ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Estrategias para cumplir con los requisitos de información y planificación del desarrollo de información

El adjudicador debe definir la información de activos y proyectos que se proporcionará durante el ciclo de vida de los activos.

7.10.1, MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

Una matriz de responsabilidades se genera como parte de la planificación de entrega de la información con uno o más niveles de detalle. Los ejes de la matriz de responsabilidades deben:

- Identificar funciones de gestión de la información.
- Identificar tareas de gestión de la información, o entregables de información.

Dentro de la etapa de desarrollo, el adjudicatario deberá mejorar la matriz de responsabilidades de alto nivel, que identifica:

- Qué información se producirá.
  - Cuándo y con quién se va a intercambiar la información.
  - Qué equipo de trabajo es responsable de producir dicha información.
- Para esto se deben considerar:
- Los hitos de entrega de información.
  - La matriz de responsabilidades de alto nivel.
  - Los métodos de producción de información del proyecto.
  - Los elementos de la estructura de distribución de los contenedores de información asignados a cada equipo de trabajo.
  - Las dependencias del proceso de producción de la información.

### 7.10.2. ESTRATEGIA DE FEDERACIÓN Y ESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS MODELOS.

Dicha estrategia facilita la planificación del desarrollo de información por equipos de trabajo para el nivel apropiado de requisitos de información.

La federación y distribución de los contenedores de información se deben utilizar para:

- Permitir que diferentes equipos trabajen en diferentes partes del modelo de información simultáneamente sin tener problemas de coordinación.
- Apoyar la seguridad de la información.
- Facilitar la transmisión de la información.

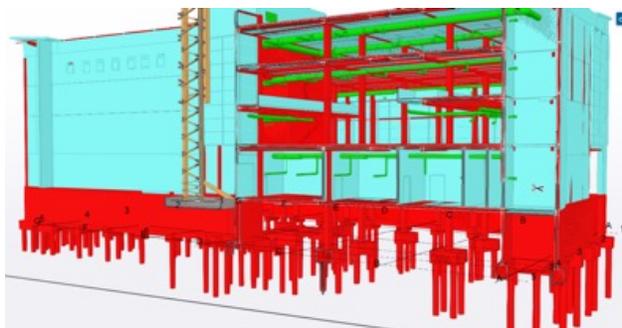
También nos puede servir para ayudar a definir el alcance de los equipos de trabajo.

#### Trabajo Simultáneo

La estrategia de federación definirá los límites espaciales de cada equipo de trabajo donde pueden ubicar sus sistemas, componentes o elementos constructivos.

Para un activo lineal, como un túnel ferroviario, la estrategia de federación se puede definir mediante una sección transversal dimensionada del túnel.

Para un activo como un edificio, la estrategia de federación se puede definir a través de un conjunto de espacios anidados.



Leyenda:

Azul: Arquitectura

Rojo: Estructura

Verde: Sistemas Mecánicos, eléctricos y de Fontanería

Ilustración de estrategia de federación espacial en un proyecto de edificación.

#### Seguridad de la Información

Para garantizar la seguridad de la información, los contenedores deben separarse de acuerdo con los permisos de acceso a la información.

Definiendo qué partes serán autorizadas al público en general, como por ejemplo contenedores relacionados con localización geográfica, rutas de acceso vehicular, etc.

Se puede definir el diseño general e información de construcción, como planos de planta, espacios adyacentes, tratamientos de calentamiento y ventilación y se define qué partes pueden tener acceso a ellas.

Por último, se puede definir quiénes están autorizados a acceder información específica de seguridad como contenedores relacionados con sistemas de control, sistemas de bloqueo, procedimientos de evacuación y contenedores de procedimientos.

#### Transmisión de la Información

Para que la estrategia de federación facilite la transmisión de contenedores de información dentro de un equipo de desarrollo o hacia/desde un adjudicatario, es necesario considerar el tamaño máximo que se puede usar para la carga y descarga con la infraestructura de Tecnología de la Información especificada, por ejemplo, 250 MB. En este ejemplo, el modelo de información debe subdividirse para que ningún contenedor de información exceda los 250 MB.

### 7.10.3. REQUERIMIENTOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE

Al contratar equipos, se recomienda que el contratante establezca un programa claro de requisitos de información como si se tratara de una adjudicación oficial.

En este punto, el contratante debe:

Definir cada requisito de información teniendo en cuenta:

## Capítulo 7 Alineación con Estrategia MIC Gobierno Federal

- Establecer el nivel de información necesario para cumplir cada uno de los requisitos de información.
- Definir criterios de aceptación para cada requisito de información.
- Establecer las fechas a cumplir para cada requisito basados en los hitos de entrega de información del proyecto.
- Establecer la información de apoyo que el contratante pueda necesitar para comprender o evaluar plenamente.

Establecer los programas de desarrollo de información de una tarea (TIDP)

Cada equipo de trabajo debe considerar:

- Los hitos de entregas de información del proyecto.
- Las responsabilidades del equipo de trabajo dentro de la matriz de responsabilidades.
- Los plazos que el equipo de trabajo necesita para producir información.

El TIDP debe contener y enumerar para cada contenedor de información, el nombre y la función, las dependencias, el nivel de información necesario,

tiempo estimado de producción, el autor de la información y los hitos de entrega de la información.

### 7.11 BIM PROJECT EXECUTION GUIDE – PENN STATE UNIVERSITY

Para integrar la metodología BIM en el proceso de entrega del proyecto, es importante para el equipo desarrollar un Plan de Ejecución BIM detallado para la implementación BIM. Dicho Plan de Ejecución BIM, esboza la visión general así como detalles de implementación para que sean seguidos por el equipo durante el proyecto.

Desarrollando un Plan BIM se pueden alcanzar los siguientes objetivos:

- Todos los involucrados entenderán claramente y comunicarán las metas estratégicas para implementar BIM en el proyecto.
- Las organizaciones entenderán sus roles y responsabilidades en la implementación.
- El equipo podrá diseñar un proceso de ejecución indicado.
- El plan delimitará recursos adicionales, entrenamientos, u otras competencias necesarias para implementar BIM de manera adecuada.

Programa de desarrollo de información de una tarea (Task Information Delivery Plan, TIDP)

Programa de desarrollo de información de una tarea

Para cada una de las tareas

Identificador de Archivo							Título de modelo/Dibujo	Fechas de Entrega				
Proyecto	Autor	Volumen	Nivel	Tipo archivo	Disciplina	Número		Hito 1	Hito 2	Hito 3	Hito 4	Etc.

Ejemplo del TIDP, Créditos a BuildingSMART Spain

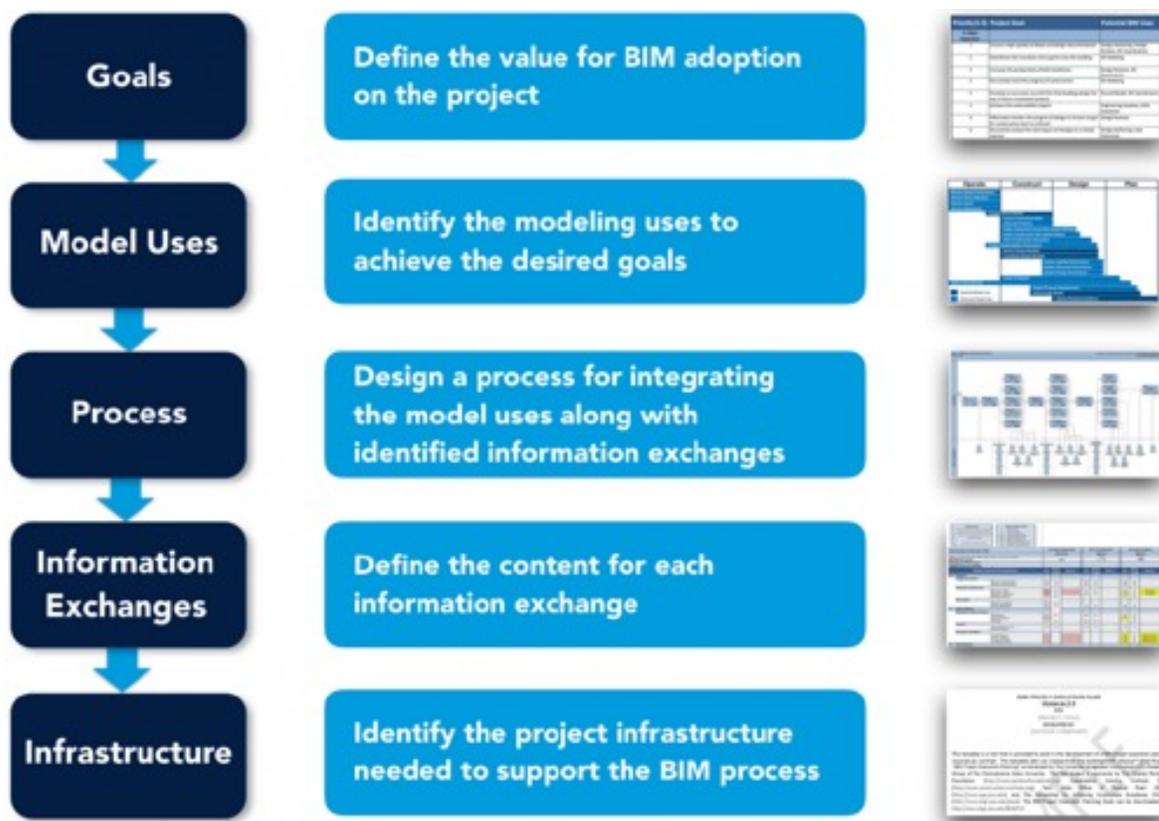
5. El plan proveerá un punto de referencia para describir el proceso de futuros participantes que se unirán al proyecto.
6. Las divisiones de compras serán capaces de definir el lenguaje del contrato para asegurar que todos los participantes del proyecto cumplirán sus obligaciones.
7. El plan base proveerá una meta para medir el progreso a lo largo del proyecto.

De acuerdo a la guía de la universidad de Penn State, podemos definir un procedimiento de cinco pasos para desarrollar un Plan BIM detallado. Los cinco pasos consisten en identificar las metas BIM apropiadas y usos en el proyecto, diseñar el proceso de ejecución BIM, definir los entregables BIM e identificar la infraestructura necesaria para implementar el plan BIM exitosamente.

### 7.12. ¿QUÉ INFORMACIÓN ESTÁ INCLUIDA EN UN PLAN DE EJECUCIÓN BIM?

El plan BIM debe contener los siguientes puntos:

- **Información general del Plan de Ejecución BIM:** Documenta la razón para crear el Plan de Ejecución BIM.
- **Información de Proyecto:** El plan debe incluir información crítica del proyecto, por ejemplo números de proyecto, localización, descripción y fechas críticas de programación para futuras referencias.
- **Contactos Clave del Proyecto:** El plan BIM debe incluir información de contacto para personal clave del mismo.
- **Metas del Proyecto/Objetivos BIM:** Esta sección debe documentar el valor estratégico y usos



Procedimiento de Plan de Ejecución BIM, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide* de Penn State University.

específicos del BIM en el proyecto de acuerdo a la definición del equipo de proyecto.

- **Roles Organizacionales y requerimiento de Personal:** Una de las tareas primarias es definir a los coordinadores de los procesos de planeación y ejecución BIM a través de las distintas etapas del proyecto.
- **Proceso de Diseño BIM:** Debe ilustrar el proceso de ejecución a través del uso de mapas de procesos.
- **Intercambios de Información BIM:** Los elementos del modelo y el nivel de detalle requerido para implementar cada uso BIM debe ser claramente definido en los requerimientos de intercambio de información.
- **BIM y requerimientos de información de instalaciones:** Los requerimientos BIM del dueño deben ser documentados y entendidos.
- **Procedimientos de colaboración:** El equipo debe desarrollar sus procedimientos electrónicos y de colaboración de actividades.
- **Procedimientos de Control de Calidad en Modelos:** Un procedimiento para asegurar que los participantes reúnen los requerimientos definidos que deben ser monitoreados a lo largo del proyecto.
- **Necesidades de Infraestructura:** Se deben definir el *hardware*, *software* e infraestructura de red requeridas para ejecutar el plan deben ser definidos.
- **Estructura de Modelos:** El equipo debe definir y documentar la estructura de modelos, estructura de nombres de archivos, sistemas coordinados y estándares de modelado.
- **Entregables de Proyectos:** El equipo debe documentar los entregables requeridos por el dueño.
- **Estrategia de Entrega/Contratos:** Debe definir la estrategia de entrega que será utilizada en el proyecto. Dicha estrategia, impactará la implementación y el lenguaje que debe ser incorporado en los contratos para tener una implementación BIM Exitosa.

# Capítulo 8

## ESTABLECIENDO LAS METAS DE MODELADO DEL PROYECTO

El primer paso para desarrollar el Plan de Ejecución BIM es identificar las razones principales sobre “por qué” BIM puede mejorar el proceso general de entrega y operación del proyecto.

Las metas deben ser específicas al proyecto, medibles, y deben ser pensadas para mejorar el éxito en todo el ciclo de vida del proyecto. Una categoría de metas puede referirse a desempeño general del proyecto, por ejemplo la reducción de la duración del cronograma, reducción del costo del proyecto o me-

jorar la calidad general del mismo. Algunos ejemplos de metas de calidad pueden incluir el desarrollo de un diseño energético más eficiente, creando diseños instalados de más alta calidad a través de la coordinación 3D de los sistemas.

Otras metas pueden referirse a la eficiencia de tareas específicas, como por ejemplo desarrollar estimaciones a través de reportes automáticos, o la reducción del tiempo para introducir información en el sistema de mantenimiento.

Priority (1-3)	Project Goal	Potential BIM Uses
1= Most Important		
1	Ensure a high quality of design and design documentation	Design Authoring, Design Reviews, 3D Coordination
1	Coordinate the transition of occupants into the building	4D Modeling
2	Increase the productivity of field installation	Design Reviews, 3D Coordination
2	Accurately track the progress of construction	4D Modeling
2	Develop an accurate record of the final building design for use in future renovation projects	Record Model, 3D Coordination
1	Achieve the sustainability targets	Engineering Analysis, LEED Evaluation
3	Effectively monitor the progress of design to ensure target for construction start is achieved	Design Reviews
3	Accurately review the cost impact of changes in a timely manner	Design Authoring, Cost Estimation

Ejemplo de Metas en Proyectos, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide* de Penn State University.

## Capítulo 8 Estableciendo las Metas de Modelado del Proyecto

Vale la pena señalar que algunas metas pueden referirse a usuarios específicos, mientras otras no.

### 8.1. SELECCIÓN DE USO DEL MODELO

De acuerdo a la guía de Penn State, han sido identificados 21 usos de modelo organizados por fase de proyecto. Pueden haber muchos más usos potenciales del modelo, por lo que los equipos de trabajo no deben limitarse a esta lista de usos.

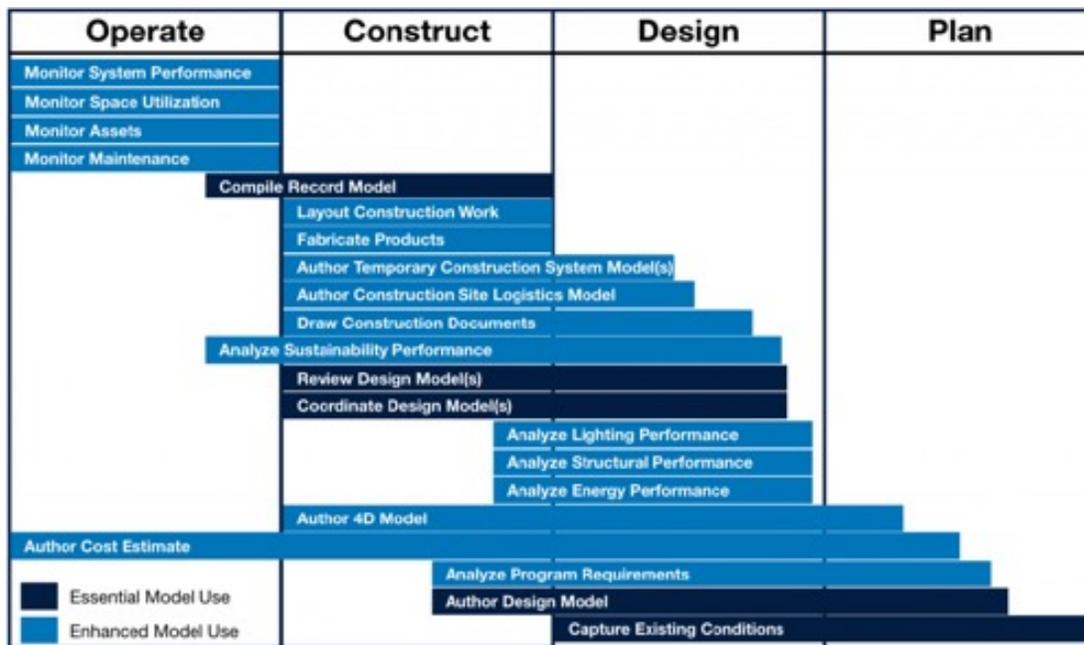
1. Monitoreo de Desempeño de Sistema
2. Monitoreo de Uso de Espacio
3. Monitoreo de Activos
4. Monitoreo de Mantenimiento
5. Compilación de registros de Modelo
6. Trabajo de Trazo en Construcción.
7. Fabricación de Productos
8. Modelo de Sistemas temporales de Construcción
9. Modelo autoría de logística de Construcción
10. Creación de Documentación de Construcción
11. Análisis de desempeño sustentable
12. Revisión de Modelos de Diseño
13. Coordinación de Modelos de Diseño
14. Análisis de Desempeño de Iluminación
15. Análisis de Desempeño Estructural
16. Análisis de Desempeño Energético
17. Autoría de Modelo 4D
18. Autoría de Estimados de Costos

19. Analizar Requerimientos de Programa
20. Autoría del Modelo de Diseño
21. Captura de Condiciones Existentes

Existen usos de modelo que se han identificado como “Usos de Modelo Esenciales” (En Azul), y el equipo debería considerar fuertemente su implementación, mientras que los otros pueden tener usos bastante específicos.

Un concepto clave del procedimiento de planeación es identificar los usos apropiados del modelo empezando por los potenciales usos finales de la información en el mismo. Para lograr esto, el equipo de proyecto debe considerar las fases posteriores de proyecto para entender qué información será valiosa en esa etapa. De esta manera, pueden regresar a todas las fases del proyecto, empezando por Operación, Construcción, Diseño y por último Planeación. Identificando estos usos de Modelo primero, el equipo puede identificar la información del proyecto reusable.

Una vez que las metas son definidas, el equipo de proyecto debe identificar las tareas que el equipo quiere realizar usando BIM. Después, el equipo empezará con la fase de operación, e identificará el valor de cada uno de los Usos de Modelo, otorgándole una prioridad Alta, Media y Baja a cada uso. El equipo puede entonces proceder a cada fase del proyecto.



Usos comunes de modelo por fases de proyecto, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide* de Penn State University.

## Capítulo 8 Estableciendo las Metas de Modelado del Proyecto

A continuación, vemos una figura con un ejemplo de una Hoja de Selección de Uso de Modelos:

BM Use*	Value to Project	Responsible Party	Value to Resp Party	Capability Rating			Additional Resources / Competencies Required to Implement	Notes	Proceed with Use
				Scale 1-3 (1 = Low)					
	High / Med / Low		High / Med / Low	Resources	Competency	Experience			YES / NO / MAYBE
Record Modeling	HIGH	Contractor	MED	2	2	2	Requires training and software		YES
		Facility Manager	HIGH	1	2	1	Requires training and software		
		Designer	MED	3	3	3			
Cost Estimation	MED	Contractor	HIGH	2	1	1			NO
4D Modeling	HIGH	Contractor	HIGH	3	2	2	Need training on latest software Infrastructure needs	High value to owner due to phasing complications Use for Phasing & Construction	YES
3D Coordination (Construction)	HIGH	Contractor	HIGH	3	3	3			YES
		Subcontractors	HIGH	1	3	3	conversion to Digital Fab required	Modeling learning curve possible	
		Designer	MED	2	3	3			
Engineering Analysis	HIGH	MEP Engineer	HIGH	2	2	2			MAYBE
		Architect	MED	2	2	2			
Design Reviews	MED	Arch	LOW	1	2	1		Reviews to be from design model no additional detail required	NO
3D Coordination (Design)	HIGH	Architect	HIGH	2	2	2	Coordination software required	Contractor to facilitate Coord.	YES
		MEP Engineer	MED	2	2	1			
		Structural Engine	HIGH	2	2	1			
Design Authoring	HIGH	Architect	HIGH	3	3	3			YES
		MEP Engineer	MED	3	3	3			
		Structural Engine	HIGH	3	3	3			
		Civil Engineer	LOW	2	1	1	Large learning curve	Civil not required	
Programming	MED						Planning Phase Complete	NO	

\* Additional BM Uses as well as information on each Use can be found at <http://www.engr.psu.edu/ae/cic/bimex/>

Hoja de Cálculo de selección de usos de modelos, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide de Penn State University*.

Para completar la Hoja del Uso de Selección de Modelos, el equipo realizará los siguientes pasos:

1. Identificar los usos potenciales de Modelos.
2. Identificar a los involucrados responsables para cada uso potencial de Modelo.
3. Identificar las capacidades de cada involucrado para cada Uso de Modelo identificando en las siguientes categorías:
  - Recursos: Personal, Software, Entrenamiento en Software, Hardware, Soporte de TI.
- Competencia: ¿Los responsables tienen los conocimientos técnicos para implementar de manera exitosa los Usos de Modelo?
- Experiencia: ¿Los responsables han realizado usos de modelo en el pasado?
4. Identificar valores y riesgos adicionales con cada uso de modelo.
5. Determinar si implementar o no cada uso de modelo.



# Capítulo 9

## DISEÑO DEL PROCESO DE EJECUCIÓN BIM

El mapa de procesos permite al equipo entender el proceso general BIM, identificar los intercambios de información que serán realizados entre diversos equipos y definir claramente los procesos que se ejecutarán para los usos BIM identificados.

**Mapeo del Proceso de Ejecución de Proyecto.** Requiere que el equipo de proyecto primero desarrolle un mapa general que muestre cómo serán realizados los diferentes usos BIM. Luego, los mapas de Proceso BIM detallados son desarrollados para definir la implementación BIM específica a un mayor nivel de detalle.

### Nivel 1: Mapa General de BIM.

Este mapa muestra la relación de los usos de Modelo en el proyecto. Este mapa de proceso también contiene los intercambios de información de alto nivel que ocurren durante el ciclo de vida del proyecto.

### Nivel 2: Mapa de Usos de Procesos BIM detallado.

Estos mapas son creados por cada uso identificado BIM en el proyecto para identificar claramente la secuencia de los distintos procesos que serán realizados. Estos mapas también identifican a los equipos responsables de cada proceso, referenciar contenido de información y los intercambios de información que serán creados y compartidos en otros procesos.

Para crear un mapa general de BIM:

1. Ponga los usos potenciales de BIM en un Mapa General de BIM.

2. Ordene los usos de Modelos de acuerdo a la secuencia de proyecto en el Mapa General de BIM.
3. Identifique a los equipos responsables de cada proceso.
4. Determine los intercambios de información requeridos para implementar cada uso BIM.



Notación para un proceso en el mapa general de Procesos, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide* de Penn State University.

Para crear un Mapa de usos de Procesos BIM detallado se tienen que incluir tres categorías de información que están en la parte izquierda del mapa de proceso y los elementos están incluidos en las líneas horizontales. El mapa detallado incluye 3 categorías de información:

1. Información de Referencia: Fuentes de información requeridas para ejecutar un uso BIM.
2. Proceso: Una secuencia lógica de actividades que constituyen un uso BIM particular.
3. Intercambio de Información: Los entregables BIM de un proceso que pueden ser requeridos como recursos en procesos futuros.

## Capítulo 9 Diseño del Proceso de Ejecución BIM

Para crear un Mapa de Procesos Detallado, un equipo debe:

1) Descomponer el Uso BIM en un conjunto de procesos.

Los procesos nucleares del Uso BIM necesitan ser identificados. Estos son representados por un símbolo de una "Caja Rectangular". Estos son puestos en orden secuencial.

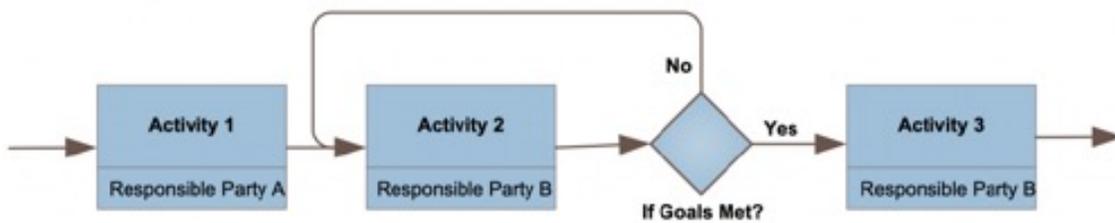
2) Definir la dependencia entre procesos:

El equipo de proyecto necesita identificar al predecesor y sucesor en cada proceso. En algunos casos puede ser posible que existan múltiples predecesores o sucesores. Estos procesos se conectan usando las líneas de "flujo de secuencia".

3) Desarrolle el Mapa de Procesos detallado con la siguiente información:

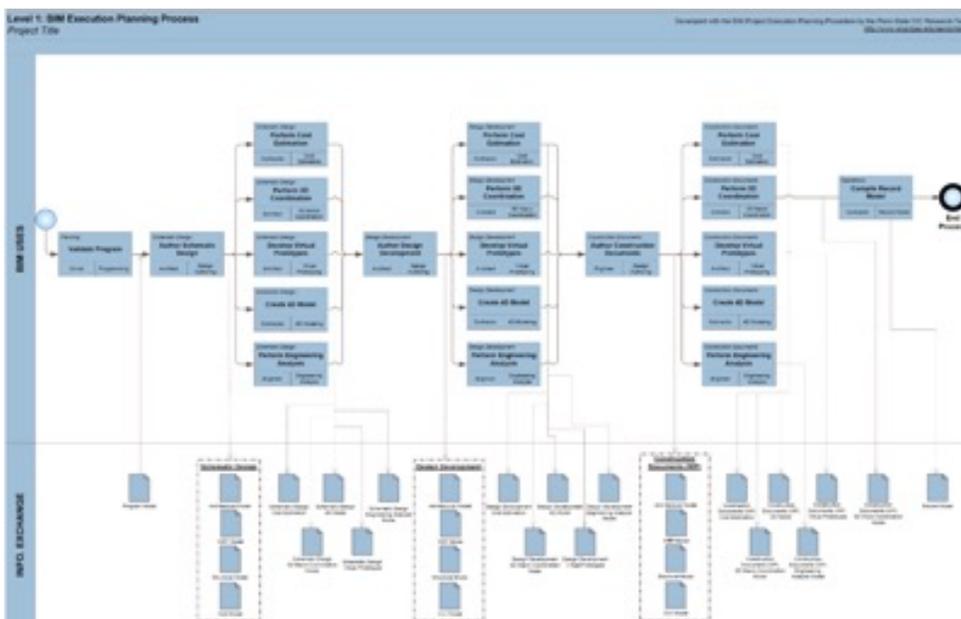
- a) Información de Referencia.
- b) Intercambios de Información.
- c) Equipo Responsable.

4) Agregar entradas de verificación de metas en puntos de decisión cruciales en los procesos:



Ejemplo de proceso de verificación de metas, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide* de Penn State University.

5) Documentar, revisar y refinar el proceso para uso posterior.



Ejemplo de mapa de procesos BIM detallado para modelado 4D, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide* de Penn State University.

Element	Description	Notation
<b>Event</b>	An Event is an occurrence in the course of a business process. Three types of Events exist, based on when they affect the flow: Start, Intermediate, and End.	
<b>Process</b>	A Process is represented by a rectangle and is a generic term for work or activity that entity performs.	
<b>Gateway</b>	A Gateway is used to control the divergence and convergence of Sequence Flow. A Gateway can also be seen as equivalent to a decision in conventional flowcharting.	
<b>Sequence Flow</b>	A Sequence Flow is used to show the order (predecessors and successors) that activities will be performed in a Process.	
<b>Association</b>	An Association is used to tie information and processes with Data Objects. An arrowhead on the Association indicates a direction of flow, when appropriate.	
<b>Pool</b>	A Pool acts as a graphical container for partitioning a set of activities from other Pools.	
<b>Lane</b>	A Lane is a sub-partition within a Pool and will extend the entire length of the Pool - either vertically or horizontally. Lanes are used to organize and categorize activities.	
<b>Data Object</b>	A Data Object is a mechanism to show how data is required or produced by activities. They are connected to the activities through Associations.	
<b>Group</b>	A group represents a category of information. This type of grouping does not affect the Sequence Flow of the activities within the group. The category name appears on the diagram as the group label. Groups can be used for documentation or analysis purposes.	

Símbolos usados para la representación de mapas de procesos, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide de Penn State University.*



# Capítulo 10

## DEFINICIÓN DE LOS INTERCAMBIOS DE INFORMACIÓN

Para definir dichos intercambios, el equipo necesita entender qué información se necesita para entregar cada uso BIM. Como ayuda en esta tarea, se ha diseñado una Hoja de Intercambio de Información. Esta hoja debe ser completada en las etapas tempranas de proyecto después de diseñar y mapear los procesos BIM.

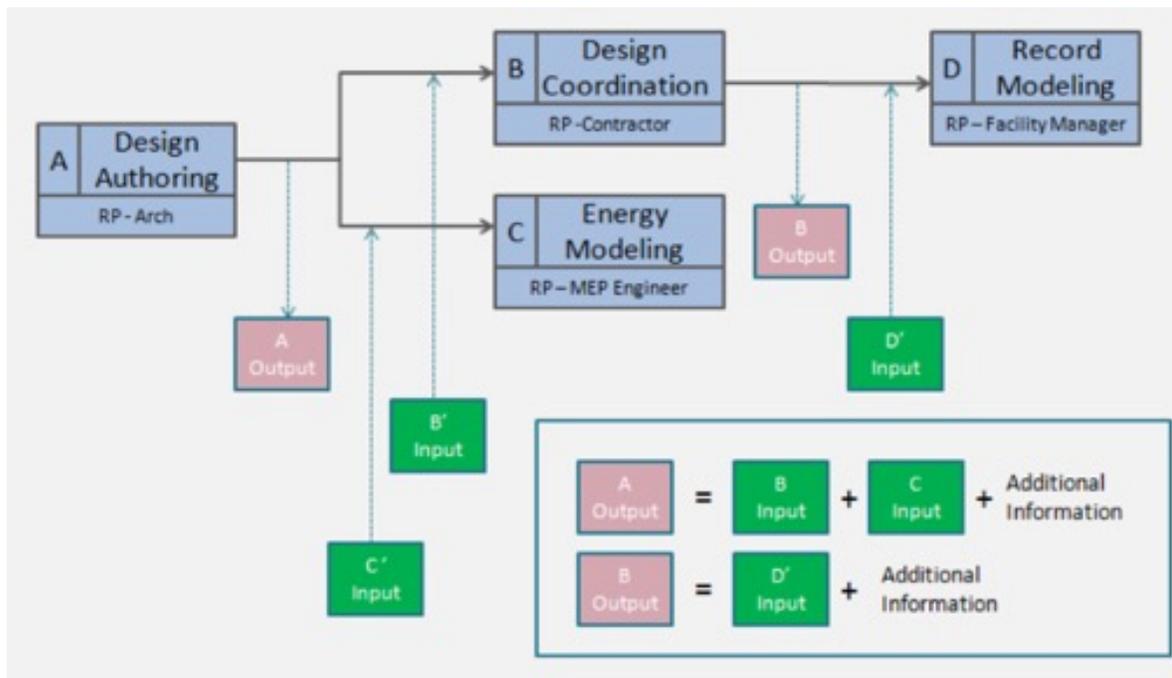
### 1. Obtener información a través del Proyecto:

Es importante definir solamente los componentes del modelo que son necesarios para implementar cada Uso BIM.

En este ejemplo, los usos BIM posteriores son afectados directamente por lo que es producido por el Uso anterior. En este caso, si la información requerida del modelo para implementar un uso BIM no tiene autoría de un miembro anterior, la información necesaria debe ser creada por el equipo responsable de ese uso.

### Hoja de Trabajo de Intercambio de Información:

Después del desarrollo del mapa de procesos, los intercambios de información entre los participantes del proyecto deben ser definidos. Los pasos a seguir serán los siguientes:



Ejemplo de flujos de información en un proceso de implementación BIM, créditos a BIM Project Execution Planning Guide de Penn State University.

## Capítulo 10 Definición de los Intercambios de Información

1. Identificar cada intercambio potencial de información desde el Mapa de Procesos de Nivel 1.
2. Estructura de desglose de los elementos. El equipo debe seleccionar una estructura de desglose del proyecto. Por ejemplo, se puede usar la estructura del CSI Uniformat II.
3. Identificar los requerimientos de información para cada intercambio. Se debe documentar el receptor del modelo, el tipo de archivo de modelo (enlistando las aplicaciones de software, así como la versión que se utilizará para manipular el modelo durante cada uso BIM por el receptor), Información (identificar sólo la información necesaria para la implementación BIM) y Notas (descripción adicional del elemento)
5. Comparación de Contenido de entrada contra contenido de salida:
 

Una vez que los requerimientos de información han sido definidos, es necesario que el equipo de proyecto discuta los elementos donde la información de Salida no corresponde a la Información de Entrada Solicitada. Cuando esto sucede, dos potenciales acciones correctivas pueden suceder:

  1. Requerimiento de Intercambio de Información de Salida (Revisar la información a un nivel mayor de exactitud y/o incluir información adicional) o
  2. Requerimiento de Intercambio de Información de Entrada (Revisar con el equipo responsable de tal manera que la información esté escrita por la organización utilizando el Uso BIM).

Information	
A	Accurate Size & Location, include materials and object parameters
B	General Size & Location, include parameter data
C	Schematic Size & Location

Nivel de detalle de información, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide de Penn State University*.

4. Asignar a los equipos responsables para la autoría de la información requerida. Cada elemento en un intercambio de información debe corresponder al equipo que puede producirlo con el nivel de eficiencia más alto.

Responsible Party	
ARCH	Architect
CON	Contractor
CE	Civil Engineer
FM	Facility Manager
MEP	MEP Engineer
SE	Structural Engineer
TC	Trade Contractors

Ejemplo de lista de equipos responsables potenciales, créditos a *BIM Project Execution Planning Guide de Penn State University*.

## Capítulo 10 Definición de los Intercambios de Información

Information Exchange Title	Design Authoring			3D Coordination			Energy Analysis		
	OUTPUT			INPUT			INPUT		
Time of Exchange (SD, DD, CD, Construction)				DD			DD		
Model Receiver	N/A			C, TC			MEP		
Receiver File Format									
Application & Version									
Model Element Breakdown	Info	Resp Party	Notes	Info	Resp Party	Notes	Info	Resp Party	Notes
<b>B SHELL</b>									
<b>Superstructure</b>									
Floor Construction	B	A		B	A		B	A	
Roof Construction	B	A		B	A		B	A	
<b>Exterior Enclosure</b>									
Exterior Walls	B	A		A	A		B	A	R Value
Exterior Windows	B	A		B	A		A	A	R Value
Exterior Doors	B	A					C	A	
<b>Roofing</b>									
Roof Coverings	B	A							
Roof Openings	B	A		A	A		B	A	
<b>C INTERIORS</b>									
<b>Interior Construction</b>									
Partitions	B	A		B	A		B	A	
Interior Doors							C	A	
Fittings	B	A		B	A			A	
<b>Stairs</b>									
Stair Construction	B	A		B	A		B	A	
Stair Finishes									
<b>Interior Finishes</b>									
Wall Finishes							B	A	Reflectance
Floor Finishes							B	A	Reflectance
Ceiling Finishes							B	A	Reflectance
<b>D SERVICES</b>									

Figure 4.2: Information Exchange Worksheet Example

- = Output Inadequacy (Revise Information) QR
- = Input Inadequacy (Revise Responsible Party)

Ejemplo de hoja de trabajo de Intercambio de Información, créditos a  
*BIM Project Execution Planning Guide de Penn State University.*



## DEFINICIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE APOYO

El último paso en el procedimiento de Plan de Ejecución BIM es identificar y definir la infraestructura de proyecto necesaria para implementar BIM de acuerdo a lo planeado. Hay catorce categorías para apoyar el proceso de ejecución BIM:

1. Vista general del Plan de Ejecución de Proyecto BIM.
2. Información de Proyecto, como el dueño del proyecto, Nombre de Proyecto, Localización y Dirección, Tipo de Contrato, resumen descriptivo del proyecto, Diseño de Procesos BIM, Cronograma de Proyecto / Fases / Hitos.
3. Contactos Clave del Proyecto.
4. Metas de Proyecto/Usos BIM.
5. Roles de Organización.
6. Diseño del Proceso BIM.
7. Intercambios de Información BIM.
8. BIM y requerimientos de Información de Instalaciones.
9. Procedimientos de Colaboración.
10. Control de Calidad, como revisiones visuales, revisiones de interferencia, revisión de estándares y validación de elementos.
11. Necesidades de Infraestructura Tecnológica.
12. Estructura de Modelo.
13. Entregables de Proyecto.
14. Estrategia de Entrega/Contrato.



---

# Capítulo 12

## RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

1. Cada proyecto necesita un campeón BIM.
2. El involucramiento del dueño es crítico durante todo el proyecto.
3. Es esencial que el equipo de proyecto tenga un entorno abierto de colaboración.
4. El Plan de ejecución BIM puede ser adaptado a distintas estructuras contractuales.
5. Hay un gran valor en la planeación temprana.
6. El Plan BIM debe ser tratado como un documento vivo. El plan BIM debe ser flexible y debe ser revisado y actualizado periódicamente.
7. Una vez que el plan inicial es desarrollado, debe ser revisado regularmente.
8. Los recursos apropiados deben estar disponibles para asegurar el éxito de la planeación.
9. Desarrollar un Plan de Ejecución BIM Organizacional antes de la concepción del proyecto puede reducir los tiempos de planeación.
10. El plan de Ejecución BIM puede ser adaptado para múltiples usos y situaciones más allá del alcance original del proyecto.



---

# Referencias

- Introducción a la serie EN-ISO 19650, BuildingSMART Spain
- Norma Española UNE-EN ISO 19650-1
- Norma Española UNE-EN ISO 19650-1
- Guía BIM para empresas de prefabricados de hormigón V.3 – AN-DECE, España.
- *Building Information Modeling Execution Planning Guide, Penn State*
- <https://www.buildingsmart.es/BIM/>
- [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common\\_data\\_environment\\_CDE](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Common_data_environment_CDE)
- <https://www.espacioBIM.com/mejor-master-BIM>
- <https://anippac.org.mx/productos/>





Agosto, 2022

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin autorización escrita del editor.

Diseño y Formación:  
Gra·fi·co  
[www.burakyasociados.com.mx](http://www.burakyasociados.com.mx)

