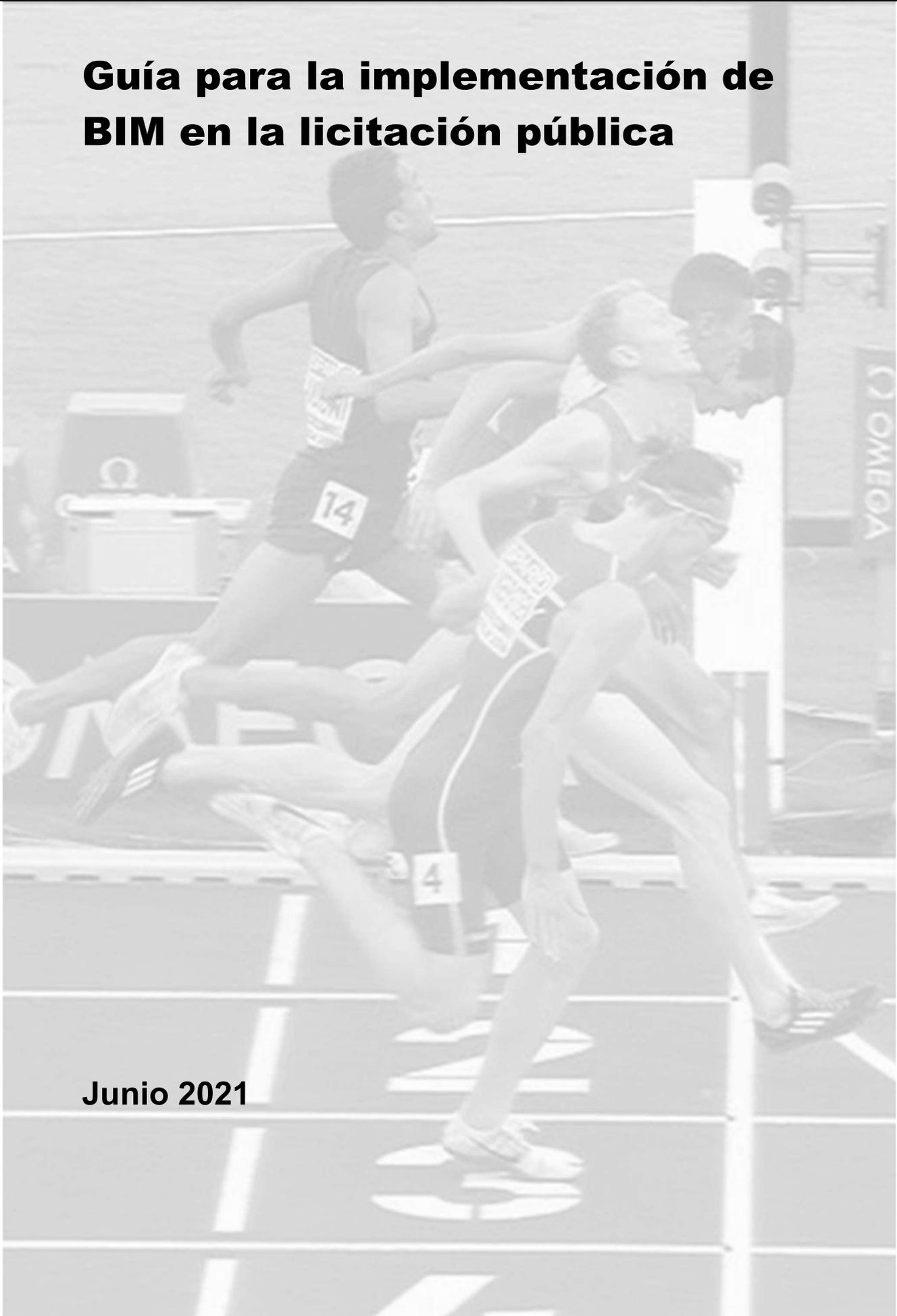


Guía para la implementación de BIM en la licitación pública

Junio 2021



Página en blanco

Comisión Construimos el Futuro

Este documento ha sido elaborado en el seno de la **Comisión Construimos el Futuro (CCF)** del ITEC a partir del trabajo que ha realizado un equipo redactor y las contribuciones de las entidades de la CCF a través de sus grupos de trabajo.

Equipo redactor:

Eloi Coloma
Joan Marc Garcés
Eva Roense

Coordinación
Ferran Bermejo

Agradecimientos:

Daniel García
Natalia Gómez
Sergio Muñoz



Título: “Guía para la implementación de BIM en la licitación pública”

Editado en junio de 2021
Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña ITEC
Wellington 19 – E508018 Barcelona
www.itec.cat

página en blanco

Índice

La Comisión Construimos el Futuro	7
El origen	7
El objetivo	7
Los miembros de la CCF	7
Presentación de la guía	11
Interpretación de la guía en relación con la ISO 19650	13
1 Objetivos, estructura y referencias	15
1.1 Objetivos	15
1.2 Estructura	15
1.3 Referencias	16
2 Definición de los propósitos y de los objetivos	17
2.1 Visión General	17
2.2 Propósitos y objetivos	18
3 Definición de Entregables	19
3.1 Estructura documental del Modelo de Información	19
3.1.1 Formato de los contenedores de información	20
3.2 Especificación de los entregables extraídos de BIM	21
3.3 Especificación de los Modelos BIM	22
3.3.1 Sistemas de Coordinadas	22
3.3.2 Unidades	23
3.3.3 Clasificación de los elementos	23
3.3.4 Nomenclaturas	24
3.3.5 Criterios de modelado	25
3.3.6 Alcance del modelado geométrico	25
3.3.7 Alcance del Modelado no Geométrico	27
4 Definición de los Procesos	29
4.1 Usos de BIM	30
4.2 Protocolos	32
4.2.1 Protocolo de licitación del diseño	32
4.2.2 Protocolo de inicio	33
4.2.3 Protocolo de coordinación	34
4.2.4 Protocolo de diseño	36

4.2.5	Protocolo de licitación de la obra	37
4.2.6	Protocolo de pre-construcción	38
4.2.7	Protocolo de ejecución de la obra	39
4.2.8	Protocolo de entrega de la obra	39
4.2.9	Protocolo de licitación de operación y mantenimiento	40
4.2.10	Protocolo de operación y mantenimiento	40
4.3	Entorno Común de Datos	41
4.3.1	Áreas del ECD	42
4.4	Procesos de Control de Calidad	43
4.5	Protocolo de seguridad	44
5	Definición de los recursos	44
5.1	Recursos tecnológicos	44
5.2	Recursos humanos	45
6	Aspectos legales	48
7	Buenas prácticas	50
8	Anejo gráfico	53

La Comisión Construimos el Futuro

El origen

El Consejo Asesor del Patronato del ITeC creó a principios de 2015 la Comisión Construimos el Futuro para debatir sobre el futuro del sector de la Construcción y analizar el uso de las tecnologías y metodologías BIM, LEAN, e IPD (*Integrated Project Delivery*) entre otros temas. La comisión nace a propuesta del Colegio de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de la Edificación de Barcelona, como resultado del primer *European BIM Summit* celebrado en febrero de ese mismo año. Las conclusiones del congreso fueron recopiladas en el primer manifiesto en favor de BIM en el estado español, que ponía en evidencia la necesidad de modernización del sector de la Construcción.

En aquel manifiesto, el Gobierno de la Generalitat de Catalunya y el Ayuntamiento de Barcelona proponían un reto:

“Crear un Grupo de Trabajo BIM que ayude a implementar la cultura, valores, métodos de trabajo, tecnologías digitales y electrónicas para capacitar la industria, la administración pública, los centros de investigación, los colectivos profesionales y el mundo académico.”

Desde entonces la Comisión Construimos el Futuro ha orientado sus actividades en esta dirección.

El objetivo

La Comisión Construimos el Futuro (CCF), fue creada por el Consejo asesor del ITeC con la idea de disponer de un foro de debate abierto a todos los agentes del sector donde fuera posible analizar la innovación y las tendencias de futuro del sector de la Construcción, más allá de los aspectos coyunturales que determinan el día a día de su actividad.

Entre las muy diversas áreas de debate que podían ser objetivo de trabajo de la CCF, se consideró que la evolución de los procesos con los que opera el sector, sobre todo basándose en la incorporación de las nuevas tecnologías y procesos como el BIM, era el primer ámbito que debía tratar. En el apartado 3 (Nuevos procesos para una nueva Construcción) se profundiza sobre esta idea.

El ITeC, como entidad transversal del sector, actúa como dinamizador y coordinador de la CCF.

Los miembros de la CCF

Los miembros de la CCF son entidades públicas y privadas que, o bien forman parte del Patronato de la Fundación ITeC, o bien son aceptadas por el mismo Patronato previa solicitud. La participación en la CCF es voluntaria y sin contraprestación económica, con el requisito de participar activamente en los grupos de trabajo que se organizan, aportando las personas más apropiadas en relación con los temas que se tratan.

Las entidades:

- Agència de l'Habitatge de Catalunya
- Ajuntament de Barcelona
- Àrea Metropolitana de Barcelona – AMB
- Associació Catalana de Municipis i Comarques - ACM
- Associació de Consultors d'Estructures – ACE
- Associació de Consultors d'Instal·lacions – ACI
- Associació d'Empreses d'Enginyeria i Consultoria Independent de Catalunya – ASINCA
- Associació de Promotors i Constructors d'Edificis de Catalunya – APCE
- Barcelona Infraestructures Municipals SA – BIMSA
- Building Smart Spanish Chapter
- Cambra d'Empreses de Serveis Professionals a la Construcció
- Cambra Oficial de Contractistes d'Obres de Catalunya
- Col·legi d'Aparelladors, Arquitectes Tècnics i Enginyers de l'Edificació de Barcelona
- Col·legi d'Arquitectes de Catalunya
- Col·legi d'Economistes de Catalunya
- Col·legi d'Enginyeria Geomàtica i Topogràfica de Catalunya
- Col·legi d'Enginyers Agrònoms de Catalunya
- Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Catalunya
- Col·legi d'Enginyers de Forests
- Col·legi d'Enginyers Graduats i Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona
- Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya
- Col·legi d'Enginyers Tècnics Agrícoles i Forestals de Catalunya
- Col·legi d'Enginyers Tècnics d'Obres Públiques de Catalunya
- Confederació Espanyola d'Associacions de Fabricants de Productes de la Construcció – CEPCO
- Consell de Col·legis d'Aparelladors, Arquitectes Tècnics i Enginyers de l'Edificació de Catalunya
- Delegació del Govern de l'Estat – Àrea de Foment
- Diputació de Barcelona
- Diputació de Girona
- Diputació de Lleida
- El Consorci de la Zona Franca de Barcelona
- Eurecat – Centre Tecnològic
- Federació Catalana de la Indústria, el Comerç i els Serveis de la Construcció – FECOCAT
- Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya – FGC
- Fira de Barcelona. Barcelona Building Construmat
- Forestal Catalana SA
- Fundació Laboral de la Construcció. Catalunya
- Generalitat de Catalunya – Departament d'Afers Exteriors, Relacions Institucionals i Transparència
- Generalitat de Catalunya – Departament d'Empresa i Coneixement
- Generalitat de Catalunya – Departament de Governació, Administracions Públiques i Habitatge
- Generalitat de Catalunya – Departament de Territori i Sostenibilitat

Comisión Construimos el Futuro

- Generalitat de Catalunya – Departament de la Vicepresidència i d’Economia i Hisenda
- Gremi d’Àrids de Catalunya
- Gremi de Constructores d’Obres de Barcelona i Comarques
- Infraestructures de la Generalitat de Catalunya SAU
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya – ICGC
- Institut Català d’Energia – ICAEN
- Institut Català del Sòl – INCASÒL
- Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya – ITeC
- Port de Barcelona
- Unió d’Empresaris de la Construcció de Girona
- Universitat Politècnica de Catalunya – UPC

Miembros a título personal

- Josep Benedito Rovira
- Eloi Coloma Pico
- Lluís Xavier Comerón Graupera
- Ignasi Pérez Arnal
- Víctor Roig Segura

El grupo de entidades que forman parte de la CCF es abierto para permitir la incorporación de nuevos miembros interesados en participar de los trabajos.

Página en blanco

Presentación de la guía

La Comisión Construimos el Futuro¹ (CCF) publicó en junio de 2017 un documento titulado “Introducción de procesos colaborativos en la Construcción - 88 pasos hacia el BIM”, que definía un camino de transición del sector haciéndolo evolucionar hacia una forma de trabajo mucho más sostenible, con mayor eficiencia técnica, económica, y utilizando las mejores capacidades de los equipos de trabajo involucrados en la creación de nuevos activos.

En el tiempo transcurrido, tanto las entidades que forman parte de la CCF como otras, han hecho una evolución significativa realizando acciones diversas relacionadas con las que se definían en aquel documento. En conjunto han permitido progresar en la consolidación de las nuevas formas de trabajo, muy exigentes en algunas áreas y no siempre aplicables con facilidad debido al marco normativo, las inercias propias del sector y, por qué no decirlo, a las reticencias de algunos agentes del sector.

Alinear a todos los agentes en la transformación del sector ha sido desde su origen, uno de los objetivos de la CCF. Es un ejercicio laborioso por la diversidad de situaciones, formas de trabajo y capacidades de cada una de las entidades. Aun así, mantener de forma sostenida en el tiempo un diálogo entre las más de 50 entidades públicas y privadas a partir de los grupos de trabajo de la CCF, facilita el conocimiento mutuo y el acuerdo en la producción de documentos como el que sigue a esta presentación.

En efecto, entre las acciones que proponía el documento de 2017, una de las más esperadas era la que hacía referencia a disponer de un documento que orientara los procesos de licitación pública en el momento de incorporar la metodología BIM. Este es justamente el origen de esta “Guía para la implementación de BIM en la licitación pública”.

Como es habitual, las grandes entidades del país disponen de medios suficientes para adquirir el conocimiento y organizar su funcionamiento para hacer licitaciones basadas en las nuevas metodologías. Pero las entidades de menor dimensión necesitan de instrumentos que las acompañen en este camino, aprovechando las experiencias y conocimientos de aquellos que ya han llevado a la práctica las nuevas formas de trabajo.

Esta es la finalidad de esta guía. No todo lo que es necesario conocer forma parte de su contenido. Pero sí que se ha incluido lo que se considera imprescindible. Sobre todo, para no caer en simplificaciones o banalizaciones que llevan al desencanto en vez de obtener los máximos beneficios de la transformación propuesta.

Los nuevos procesos que están definiendo una nueva construcción Incorporando el BIM, el LEAN, el trabajo colaborativo, exigen transformaciones del marco legislativo que regula la actividad del sector. Son cambios que requieren de maduración y preparación de todos los agentes, y de voluntad del legislador en avanzar de forma decidida hacia este nuevo marco de trabajo. La guía pretende hacer viable la implementación de BIM en el actual marco de trabajo y de relación entre los agentes, aunque es deseable una transformación más profunda para extraer el máximo provecho.

Esta guía empieza a implementar criterios establecidos para la serie de normas ISO 19650. Considerando el nivel de madurez BIM del sector en general, se ha realizado una primera aproximación, que deberá intensificarse en el futuro con una guía de licitación perfectamente alineada con la normalización internacional

¹ <https://itec.es/servicios/bim/comision-construimos-el-futuro/>

Esperamos que, en ese sentido, la guía sea útil y que a partir de su lectura y aplicación se puedan recopilar nuevas experiencias y sugerencias que la pueden perfeccionar en futuras versiones.

Interpretación de la guía en relación con la ISO 19650

En este documento se utiliza indistintamente el léxico de las normas de la serie ISO 19650 y el que se utiliza en la práctica habitual en el contexto de las licitaciones públicas. No se ha querido aplicar la terminología ISO de forma exclusiva debido a su reciente aparición en escena y a que el sector está muy acostumbrado a utilizar unos términos específicos desde hace muchos años.

Por ejemplo, en un proceso de licitación reconocemos siempre dos actores fundamentales: el licitador y el licitante. En términos de la ISO 19650 el licitador se denomina “adjudicador”, y el licitante “adjudicatario”. A partir de aquí el adjudicatario puede recibir distintos nombres como: proveedor, proyectista, contratista,...etc., en función de su papel o función en el proceso.

La tabla que sigue pretende aclarar esta correspondencia terminológica:

Terminología tradicional	Terminología ISO 19650
Cliente / Parte Contratante / Licitador	Adjudicador
Parte contratada / Proveedor Proyectista principal (en fase de diseño) Contratista principal (en fase de construcción) Facility Manager / Mantenedor (en fase de operación)	Adjudicatario principal
Proveedor / Parte subcontratada Equipo de disciplina en fase de diseño (estructuras, instalaciones) Subcontratistas en fase de construcción (divisiones, electricidad,...)	Adjudicatario

Según la ISO 19650, un adjudicatario principal puede convertirse también en adjudicador. Por ejemplo, cuando un Arquitecto al que se ha encargado un proyecto, subcontrata el cálculo de la estructura.

Desde una perspectiva tradicional y muy arraigada, lo que hoy en día denominamos “Proyecto” es un conjunto de documentos que nos permiten construir un edificio o infraestructura. Son los planos, memorias, presupuesto, pliegos de condiciones, estudio e seguridad y salud,...etc. En el nuevo marco de trabajo digital basado en BIM el proyecto pasa a ser el “Modelo de Información”, y los distintos documentos son los “Contenedores de información”.

En la tabla que sigue se muestra esta correspondencia:

Terminología tradicional	Terminología ISO 19650
Proyecto	Modelo de información
Planos Memoria Presupuesto Pliegos de condiciones Estudio de seguridad y salud Modelos BIM (pueden sustituir algunos de los anteriores)	Contenedores de información

Como se puede ver, al final de la tabla aparecen los modelos BIM, que son también un contenedor de información. Con el paso del tiempo, estos modelos BIM pueden ir sustituyendo algunos documentos anteriores ya que su información quedará incorporada en ellos.

Otro cambio que aparece es el relacionado con las fases del ciclo de vida. Hasta ahora, lo que hemos denominado “proyecto” cubría la fase de diseño (básico+ejecutivo) y la construcción. Ahora, al considerar

también la fase de Operación y Mantenimiento, surge la necesidad de incorporar información de utilidad en un modelo de información propio de esta fase.

Por este motivo, a lo que hemos llamado “Modelo de información” ahora le añadimos un apellido asociado a la fase en la se va a utilizar este modelo. De este modo tenemos: el Modelo de información de diseño, el Modelo de información de construcción, o el Modelo de información de operación.

En esta guía se utilizan repetidamente estos conceptos.

1 Objetivos, estructura y referencias

1.1 Objetivos

La Guía de licitación pública se centra fundamentalmente en los siguientes objetivos:

- Ayudar al licitador a elaborar pliegos de licitación con requisitos BIM que le permitan alcanzar sus expectativas.
- Promover buenas prácticas en los procesos de licitación y en la definición de los requisitos de los entregables resultantes de la prestación del servicio.

Esta guía descarta la opción de proveer al lector de una plantilla que permita su uso directo. Lo que pretende es ayudar a entender cómo hay que componer un documento de licitación conociendo el contenido y las consecuencias que implica cada una de sus partes.

1.2 Estructura

Este documento se estructura en 6 apartados:

- Definición de los Propósitos y de los Objetivos. **Por qué y Para qué** se quiere implementar BIM.
- Definición de los Entregables. **Qué** se quiere obtener de BIM.
- Definición de los Procesos. **Cómo** se quiere utilizar BIM y **Quien** ha de actuar en cada caso.
- Definición de los Recursos. **Con Qué se quiere** implementar BIM. Esto incluye el grado de capacitación mínima de los agentes que participan en los procesos BIM.
- Aspectos legales a considerar.
- Buenas prácticas al implementar BIM en una licitación.

Los cuatro primeros puntos cubren los aspectos que el licitador² debe definir en cualquier encargo donde quiera implementar BIM. Vincular propósitos, objetivos, entregables y procesos, ayudará al proveedor³ a saber qué se espera de él, tanto en relación con el producto final como con el proceso a seguir para su entrega.

Los dos últimos puntos tratan temas transversales que es necesario que el licitador tenga en consideración cuando traslada a sus proveedores requisitos relativos a BIM.

² La figura del Licitador corresponde a la denominada como "Adjudicador" en la UNE EN ISO 19650

³ La figura del Proveedor corresponde a la denominada como "Adjudicatario" a la UNE EN ISO 19650

1.3 Referencias

Esta guía toma como referencia distintos documentos publicados en el ámbito local y aprovecha la experiencia en procesos de licitación y prestación de servicios de sus autores. Algunas de las referencias utilizadas son las siguientes:

1. **Guía BIM**. Infraestructures.cat. Agosto 2019. <http://bit.ly/GuiaManualcat>
2. **Manual BIM**. Infraestructures.cat. Agosto 2019. <http://bit.ly/GuiaManualcat>
3. **Guía BIM**. Generalitat de Catalunya. Junio 2019. <http://bit.ly/GuiaManualGenCat>
4. **Manual BIM**. Generalitat de Catalunya. Junio 2019. <http://bit.ly/GuiaManualGenCat>
5. Serie **UNE-EN ISO 19650** normas 1, 2 y 3 CTN 41/SC 13. Julio 2019. <http://bit.ly/ISO19650-1>,
<http://bit.ly/ISO19650-2>, <https://bit.ly/ISO19650-3>
6. **Estándar eCOB®**. ITeC. Julio 2020. <http://bit.ly/eCOBItec>
7. **Sistema de clasificación GuBIMclass**. Grup d'usuaris BIM de Catalunya. Julio 2017.
<http://bit.ly/GuBIMClass>
8. **Requeriments per a nous equipaments**. Direcció de Logística i Manteniment de l'Ajuntament de Barcelona. Julio 2018.
9. **Guía de Requisitos BIM**. AMB. Marzo 2019. <http://bit.ly/GuiaBIMAMB>
10. **Plan de Ejecución de BIM del proyecto de la nueva nave de brigadas municipales del Ayuntamiento de Sant Boi de Llobregat**. Julio 2019. <http://bit.ly/PEBBrigadesSantBoi>
11. **Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector**. European BIM Forum. Juny 2017. <http://bit.ly/HandbookEuBIM>
12. **Libro Blanco sobre la Definición Estratégica de Implementación de BIM en la Generalitat de Catalunya**. Generalitat de Catalunya. Diciembre 2018. <http://bit.ly/LlibreBlancGenCat>
13. **Guía BIM del Sistema Portuario de Titularidad Estatal**. Puertos del Estado. Junio 2019
14. **Informe para la implantación de la metodología BIM en la contratación de obras y edificios**. Generalitat de Catalunya. Febrero 2017. <http://bit.ly/InformelImplantacioBIM>
15. **Documentos publicados por la Comisión es.BIM**: Junio 2019. <https://bit.ly/DocsEsBIM>

2 Definición de los propósitos y de los objetivos

Lo primero que debemos saber en el momento de plantearnos la implementación de bien un encargo es **PORQUÉ** y **PARA QUÉ** queremos utilizar BIM. Es decir, cuáles son los propósitos que lo motivan, y cuáles son los objetivos que queremos alcanzar. Esto es importante porque hay muchas maneras de implementar BIM, y se puede hacer a niveles muy distintos y, tanto el licitador como el proveedor, necesitarán tener esta información cuando deban tomar decisiones sobre la metodología a utilizar en cada encargo y las especificaciones de los entregables a obtener.

2.1 Visión General

Para poder transmitir la visión general que se tiene del por qué se ha decidido pedir BIM, es conveniente desarrollar un texto breve que lo explique. Esto permitirá que el licitador piense sobre el sentido que realmente tiene implementar BIM en sus actuaciones, con independencia de las motivaciones que puedan tener otras organizaciones públicas o privadas.

Por ejemplo, Infraestructures.cat publica en su Guía BIM (1):

“Infraestructuras de la Generalitat de Catalunya en adelante (infraestructuras.cat), ha decidido implementar la metodología BIM con la finalidad de mejorar los procesos de gestión de diseño, construcción y operación de sus contratos de edificación o infraestructura (en adelante, equipamiento). Asimismo, como resultado de la implementación. Infraestructuras.cat entregará instalaciones de mejor calidad a sus clientes finales, incluyendo la información generada durante el proceso constructivo de forma estructurada y precisa, con el formato adecuado para ser utilizada en la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso con mayores garantías. Asimismo, esta información se podrá utilizar en la fase de mantenimiento y operación, reduciendo los costes de gestión de información redundante y/o inadecuada.”

La Dirección de Logística y Mantenimiento del Ayuntamiento de Barcelona (8), por su parte, afirma que:

“El Ayuntamiento de Barcelona ha decidido impulsar el desarrollo de proyectos BIM para las intervenciones de obra nueva, rehabilitación, y/o reforma que se lleven a cabo sobre equipamientos que deban ser gestionados por cualquier ámbito o distrito, en última instancia. Esta apuesta se hace pensando en la búsqueda de una mejor gestión del ciclo de vida de los edificios, tanto por lo que se refiere a su fase de diseño y construcción, como en su explotación.”

2.2 Propósitos y objetivos

Por otra parte, una vez hecha esta introducción, hay que definir con mayor detalle los objetivos concretos que se persiguen con el uso de BIM. Recomendamos hacer un cuadro como el que se muestra a continuación donde se describen, por un lado, los propósitos que se persiguen y por otro, los objetivos que permiten dar satisfacción a estos propósitos. Los **Propósitos** son una forma de concretar más el enfoque general de la implantación de BIM descrita anteriormente. Mientras que los **Objetivos** son finalidades concretas, es decir, ambos describen el **Porqué** y el **Para qué** queremos implantar BIM en los encargos que licitamos. También es conveniente indicar en **qué fase**, (diseño, construcción, operación y mantenimiento) se persigue la consecución de estos objetivos y **con qué prioridad**. La fase se especifica porque no siempre se quieren conseguir los mismos objetivos en todas las fases, y la prioridad para indicar a los proveedores el orden en el que se deben conseguir los objetivos.

PROPÓSITO	CODIGO	OBJETIVO	FASE y PRIORIDAD		
			Diseño	Const.	Oper.
Mejorar la comunicación entre los agentes que intervienen en las actuaciones gracias a una visión compartida de la información.	3.1	Coordinar la distribución de la gestión de la información entre los agentes de la actuación.	1	2	1
	3.2	Mejorar la trazabilidad de la gestión de cambios.	2	1	2
	3.3	Seguimiento del desarrollo de la actuación	2	1	0

Ejemplo de fragmento de tabla de Propósitos y Objetivos.

En el manual BIM de la Generalitat de Catalunya, (4) vemos un ejemplo. No obstante, en este caso, se denomina "Objetivo general" a lo que en esta guía llamamos "Propósito", y "Acción BIM", a lo que aquí denominamos "Objetivo".

1. Generar la visualització de la informació		
Descripció	Núm	Proposta d'Acció de BIM
Visualitzar la representació de l'actuació per facilitar la interpretació, comprensió i comunicació de l'actuació per part dels agents que hi participen	1.1	Generar plànols més coherents
	1.2	Analitzar els punts crítics de l'actuació
	1.3	Estudiar el procés constructiu alhora que la definició de l'actuació

Fragmento de tabla de Propósitos y Objetivos del Manual BIM de la Generalitat de Catalunya.

En este manual, la Generalitat de Catalunya enumera todos los propósitos y objetivos BIM de sus actuaciones, de manera que puede escoger para cada encargo que realiza los más convenientes de un listado normalizado que ha desarrollado previamente.

3 Definición de Entregables

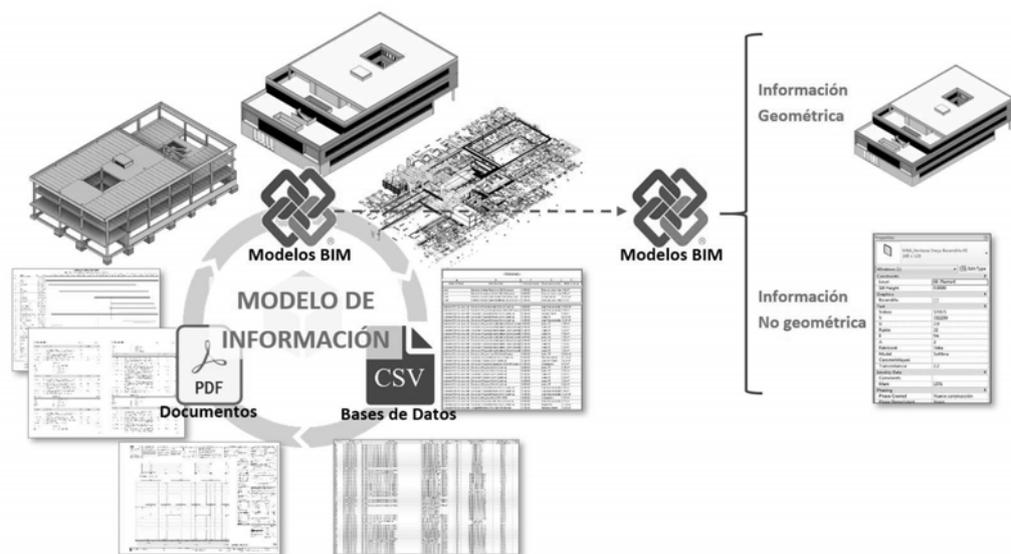
Una vez sabemos cuál es el propósito de implementar BIM y cuáles son los objetivos específicos, deberíamos especificar **Qué** es lo que queremos obtener. Para hacerlo, primero especificaremos los entregables concretos que han de resultar del proceso donde se implementa BIM, y luego las especificaciones del modelo de información creado.

Según la ISO 19650 (5), un modelo de información es un conjunto formado por contenedores de información estructurada (modelos BIM y otras bases de datos) e información no estructurada (documentos, imágenes, videoclips, etc.), que facilita la toma de decisiones. Por tanto, BIM como metodología, gestiona información almacenada tanto en modelos BIM como en documentos de todo tipo, entre los que hay los tradicionales planos y textos. Obviamente, el contenido de estos documentos debe ser coherente con lo que contienen los modelos bien.

Por otra parte, en función del alcance de los entregables que se quieren obtener y de los usos BIM definidos, las especificaciones de los modelos BIM serán distintas. Especialmente para lo relacionado con el nivel de detalle geométrico y la cantidad de información incrustada en los modelos.

3.1 Estructura documental del Modelo de Información

Como se ha comentado, la ISO 19650 (5), define un modelo de información como un conjunto de contenedores de información estructurada y no estructurada.



Composición de un Modelo de Información de un activo.

BM consiste en gestionar no sólo modelos BIM, sino también el resto de información asociada al proyecto durante todo su ciclo de vida. Por tanto, es necesario especificar cuál debe ser la estructura documental del modelo de información que se utilizará durante el encargo. Normalmente se estructura en función de disciplinas o agentes que intervienen en el mismo para identificarlos fácilmente.

Corresponde al licitador establecer la composición del modelo de información. En casos puntuales puede dejar que los proveedores lo propongan.

Por ejemplo, el Ayuntamiento de Sant Boi de Llobregat, establece esta estructura para el modelo de información del proyecto “Nueva Nave para las Brigadas Municipales” (10), a la entrega final del proyecto ejecutivo:

<p>01-ARQ: Modelo y Documentos de Arquitectura</p> <p>01.01- Modelos BIM</p> <p>01.02- Documentos</p> <p>02-EST: Modelo y Documentos de Estructuras</p> <p>03-INS: Modelo y Documentos de Instalaciones</p> <p>04-EFI: Modelo y Documentos del Proyecto de Eficiencia Energética</p> <p>05-LIC: Documentos de la Licencia de actividades</p> <p>06-COS: Documentos de Mediciones y Presupuestos</p> <p>07-SEG: Documentos del Estudio de Seguridad y Salud</p> <p>08-ANN: Memoria de Residuos, Plan de Control de Calidad, Planificación y Pliego de condiciones</p> <p>09-PEB: Plan de Ejecución de BIM</p>

Ejemplo de estructura documental de un Modelo de Información

Como se puede ver, la estructura del Modelo de información acostumbra a mostrar una subdivisión por disciplinas en la fase de redacción de proyecto y de operación y mantenimiento. En cambio, durante la fase de construcción, el Modelo de información se suele estructurar por los lotes de contratación.

3.1.1 Formato de los contenedores de información

En los pliegos de licitación, se debe especificar el formato de modelos BIM, las bases de datos y documentos que componen los modelos de información. Se recomienda utilizar formatos abiertos para todas las entregas de información y así garantizar que todos los agentes podrán acceder a la información compartida durante el encargo y a lo largo de todo el ciclo de vida del activo. De forma complementaria, se pueden solicitar los archivos en formato propietario, aunque se recomienda que, en caso de hacerlo, se compense económicamente al proveedor, ya que estos suelen contener información más allá del alcance del contrato propiamente dicho (por ejemplo, librerías de objetos y materiales estándares internos etc.).

CONTENEDOR	FORMATO RECOMENDADO
Modelo BIM	- IFC - Propietario
Documentos de texto	- PDF - ODT - Propietario
Documentos de tabla	- PDF - ODS - Propietario
Documentos de presentación	- PDF - ODP - Propietario

Tabla resumen de los formatos abiertos más comunes para diferentes tipos de archivos.

3.2 Especificación de los entregables extraídos de BIM

Para definir los entregables que se quieren obtener de BIM, se parte de los objetivos BIM anteriores. Por tanto, hay que plantearse que es lo que necesitamos de BIM para alcanzar los Objetivos. Por esta razón puede ser útil el listado de entregables desarrollados por la Generalitat de Catalunya (4) en función de sus propios objetivos, ampliándola y/o modificándolo cuando sea preciso. A continuación, se muestra un ejemplo extraído de este documento donde se especifican los entregables correspondientes a determinados objetivos, y en el que se ha añadido una columna que permite priorizarlos.

PROPÓSITO		Mejorar la comunicación entre los agentes que intervienen en las actuaciones gracias a una visión compartida de la información.		
OBJETIVO		ENTREGABLE		PR.
3.1	Coordinar la distribución de la gestión de información entre los agentes de la actuación	3.1.1	Tabla relacionando los responsables, modelo, objetos y características de forma particularizada	1
		3.1.2	Tabla relacionando los responsables, modelo, objetos y características	0
		3.1.3	Modelo particularizado de los subsistemas de la actuación, segregados y/o combinados por disciplinas	1
3.2	Mejorar la trazabilidad de la gestión de cambios	3.2.1	Vistas de elementos afectados por el cambio	1
		3.2.2	Listado de elementos afectados por el cambio	0
		3.2.3	Registro de las vistas relacionadas con los cambios	0
3.3	Seguimiento del desarrollo de la actuación	3.3.1	Tabla detallando los objetos modelados y las características informadas	1
		3.3.2	Registro de planos extraídos del modelo	1
		3.3.3	Visualización del proceso de información de las características de los elementos constructivos de la actuación	2

Ejemplo parcial de tabla de propósitos, objetivos y entregables, del Manual BIM de la Generalitat de Catalunya (4).

3.3 Especificación de los Modelos BIM

Dado que los entregables definidos anteriormente se obtendrán de los modelos BIM desarrollados en el encargo, es preciso especificar sus características, especialmente si consideramos que los modelos BIM son un entregable en sí mismos.

3.3.1 Sistemas de Coordenadas

El Modelo de información de un encargo suele estar compuesto por más de un modelo BIM. En fase de redacción de proyecto, cada modelo acostumbra a representar una disciplina (por ejemplo, arquitectura, estructura, instalaciones, obra civil, urbanización, etc.). En fase de construcción los modelos representan el trabajo a realizar por los diferentes subcontratistas que intervienen en la obra. Para que el modelo de información pueda ser revisado en su totalidad, es necesario coordinar todas sus partes. La coordinación de modelos BIM es conocida bajo la denominación de “federación de modelos”.

Para ello es necesario establecer un mismo sistema de coordenadas para todos los modelos, y un objeto de referencia que permita comprobar que los modelos encajan. A menudo se establece un sistema de coordenadas local con su origen situado cerca del ámbito de la actuación, y en él se dispone un objeto, como por ejemplo un tetraedro, pirámide o similar, orientado de tal manera que sus lados marquen las direcciones de los ejes, X, Y, Z. La ubicación de este marcador se documenta en un plano de emplazamiento para que todos los agentes que han de crear modelos lo tengan en cuenta y alineen los sistemas de coordenadas de sus modelos a esta referencia. Después, los modelos son geo-referenciados, utilizando el mismo cuadrante UTM (en Cataluña, el 31T). Esto permite federar los modelos utilizando los sistemas de coordenadas locales o geo-referenciados y disponer de un marcador que permite verificar que todos los modelos están correctamente posicionados entre ellos

No todas las herramientas BIM permiten trabajar con modelos geo-referenciados. Por ello, es importante disponer de un sistema que permita coordinar los utilizando sistemas de coordenadas locales.

El sistema de coordenadas local y geo-referenciados se documenta en el PEB.

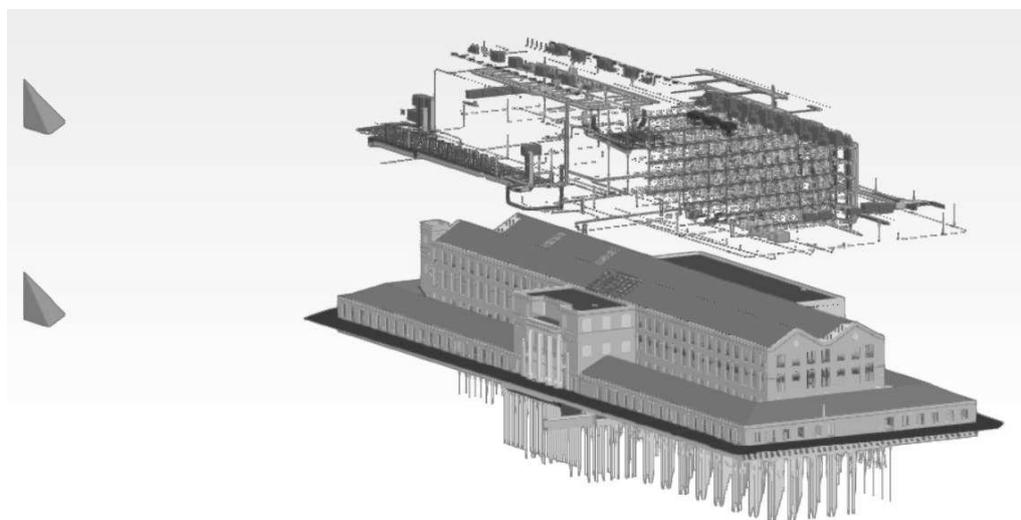


Imagen de tres modelos (arquitectura, instalaciones y estructura) que describen un edificio.

Como se puede ver, los tres modelos comparten una misma referencia y orientación (la pirámide de la izquierda) aunque en este caso se ha desplazado temporalmente el modelo de instalaciones en sentido vertical para una mejor observación.

3.3.2 Unidades

Por la misma razón que en el caso anterior, es necesario establecer un acuerdo sobre el sistema de unidades que se utilizará no sólo para los modelos BIM, que suele ser en metros, sino también para el resto de información, como por ejemplo las cargas admisibles, las superficies, etc. En ese sentido, el estándar eCOB® (6) puede ser una buena referencia para establecer estos acuerdos.

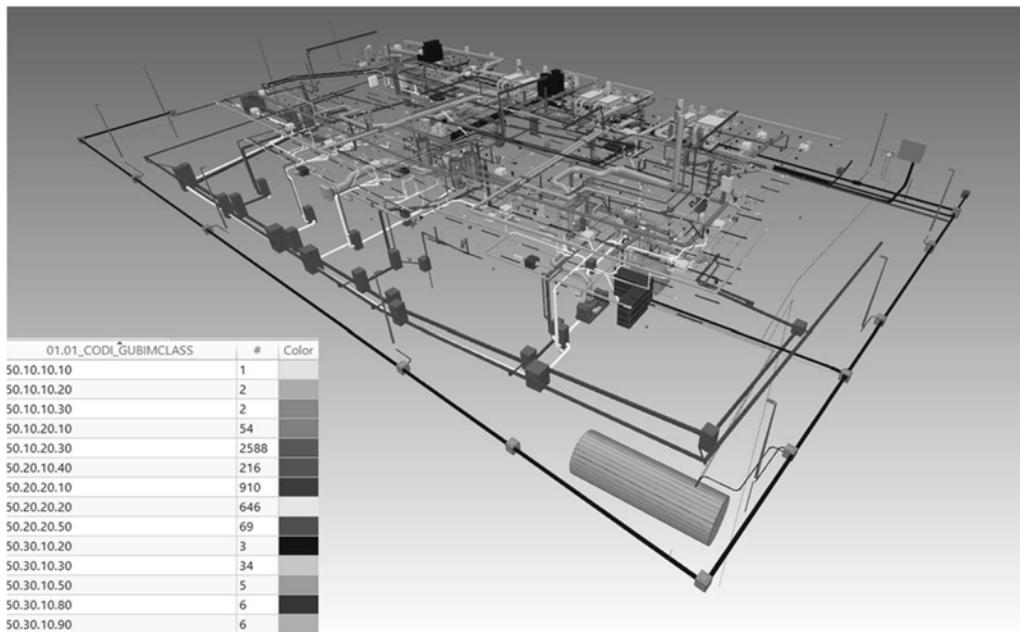
3.3.3 Clasificación de los elementos

Para facilitar que los diferentes agentes que intervienen en el ciclo de vida del activo puedan analizar los modelos que los representan, resulta imprescindible clasificar los objetos que los componen, utilizando un sistema de clasificación.

En Cataluña se extiende el uso del sistema de clasificación GuBIMclass (7), que actualmente cubre sistemas constructivos de edificación, y que próximamente cubrirá también los de obra civil. Este sistema de clasificación es plenamente accesible desde su web. <https://gubimclass.org/es/>

Además, utilizar un sistema de clasificación permitirá documentar otros aspectos del modelado, como el alcance del modelado geométrico y del no geométrico (ver puntos 3.3.6 y 3.3.7 de esta guía

Por otra parte, es posible utilizar diversos sistemas de clasificación. Se podría dar el caso de utilizar GuBIMclass en una fase de Desarrollo de proyecto y otro específico para operación y mantenimiento, que servirá para que los agentes que intervienen en esta fase puedan procesar el contenido de los modelos de una forma más adecuado a sus tareas.



Modelo coloreado según el código de clasificación GuBIMClass que se ha asignado a sus elementos.

3.3.4 Nomenclaturas

Como parte de las especificaciones de los modelos de información, es necesario definir sus criterios de nomenclatura. Siempre que se pueda, conviene adoptar un estándar existente lo más general posible, evitando así la proliferación de estándares de cada cliente o adjudicatario. En ese sentido, la utilización de un estándar general como eCOB®, con un amplio apoyo de agentes importantes del sector, es de gran interés, y contribuye a unificar la forma de trabajo. En el pliego de licitación habrá que incorporar la referencia al estándar que se quiera utilizar.

Aun así, si un cliente quiere utilizar un estándar interno, lo puede hacer y así indicarlo en los pliegos de condiciones. Podría incluso permitir que el adjudicatario utilizara un estándar propio. Pero hay que considerar que, a largo plazo, esto le complicará la gestión y la explotación de datos de un conjunto de proyectos desarrollados bajo distintos criterios.

Estos son los temas básicos para los que hay que establecer un criterio de nomenclatura

- Archivos y Directorios/Carpetas.
- Plantas y Ejes.

- Disciplinas.
- Modelos.
- Zonas.
- Tipos Constructivos (Tipos IFC).
- Conjuntos de Propiedades, y Propiedades.

Como referencia se pueden consultar los manuales de la Generalitat de Cataluña y de infraestructuras. Cat, el estándar eCOB®, la guía de la AMB, el PEB del equipamiento de San Boi de Llobregat y la guía de Puertos del Estado. (referencias 4, 3, 6, 9, 10 y 13 respectivamente).

3.3.5 Criterios de modelado

Como parte de las especificaciones del alcance del modelado, es necesario comunicar determinados criterios de modelado geométrico, como por ejemplo, el de separar elementos de acabado de los de soporte, separar los elementos por plantas, utilizar categorías constructivas, adecuadas, etc. ⁴

También se pueden indicar criterios de federación de los modelos BIM, es decir, en qué partes se subdividirá el proyecto y cómo encajarán los modelos que las representan.

3.3.6 Alcance del modelado geométrico

BIM se basa en la creación de modelos, una parte de los cuales son representaciones geométricas 3D de los elementos constructivos que componen el activo a lo largo de su ciclo de vida. Estas representaciones pueden tener un nivel de detalle muy distinto según el uso al que estén destinadas. Así, un cerramiento de cartón yeso puede ser representado como un simple prisma, o bien con todos los componentes modelados por separado: las placas, la perfilería, el aislamiento, y hasta la tornillería si fuera preciso).

Dado que los recursos necesarios para modelar y gestionar la información aumentan cuanto más detalle geométrico tiene esta representación, es necesario establecer qué nivel de detalle se solicita para cada fase del encargo y que se debe o no se debe modelar en función de los entregables que se espere obtener.

Para decidir el alcance de modelado geométrico se puede utilizar una escala como la siguiente:

⁴ En aquest sentit, pot servir de referència les observacions que es fan en l'Annex 9 de la Guia de Requisits BIM de la AMB (9).

Nivel	Nivel de Detalle Geométrico	Escala Planos 2D	Fase Típica
-	Los componentes o sistemas quedan fuera del alcance de proyecto.	No aplica	No aplica
0	Los componentes o sistemas no se representan como objeto tridimensional	Todas	Todas
1	Los componentes o sistemas se representan en los modelos de forma conceptual a través de su envolvente	1>200	Anteproyecto
2	Los componentes o sistemas se representan tridimensionalmente con cantidades, medidas, forma, ubicación y orientación aproximadas.	1:200 - 1:100	Proyecto Básico
3	Los componentes o sistemas se representan tridimensionalmente con cantidades, medidas, forma, ubicación y orientación precisas.	1:100 - 1:50	Proyecto Ejecutivo
4	Los componentes o sistemas se representan tridimensionalmente con cantidades, medidas, forma, ubicación y orientación precisas. Con detalle suficiente para ser fabricados.	1:50 - 1:10	Proyecto Constructivo Planos de obra As built
De 1 a 4	Las necesidades de gestión de la información en esta fase pueden requerir niveles de detalle distintos de los de las fases anteriores.	Todas	Operación y Mantenimiento

Tabla de niveles de detalle geométrico basada en la que aparece en el Manual BIM de la Generalitat de Catalunya (4).

Como se puede ver, cada nivel de detalle suele ser apropiado para extraer documentación gráfica 2D a una determinada escala. Por otra parte, dado que un mayor nivel de detalle implica un mayor grado de definición del sistema constructivo que representa el objeto, existe una correspondencia entre el nivel de detalle y la fase del ciclo de vida del activo.

No obstante, hay que tener en cuenta que no todos los objetos de un mismo modelo deben tener necesariamente el mismo nivel de detalle, ya que dependerá de las necesidades de representación gráfica y de gestión de la información en cada momento. Un ejemplo claro de esto son los modelos para operación y mantenimiento, donde dependiendo de la situación podrán contener objetos con un gran nivel de detalle y otros muy esquemáticos.

Para documentar el alcance del modelado geométrico se suele utilizar una tabla que relaciona el nivel gráfico deseado en función de la clasificación de objetos de los modelos, en la que, aparte del nivel de detalle geométrico, se especifica el modelo donde se incluirá cada una de las categorías de objetos que se representarán.

Comisión Construimos el Futuro

A continuación, se muestra un ejemplo de una tabla de alcance de modelado utilizando el sistema de clasificación GuBIMclass (7):

CAP	SUB	ELEMENTOS DEL MODELO	MODELO	NDG
20	EST	Sistema estructural	EST	
20	10	<i>Cimentaciones y contención de tierras</i>	EST	3
20	20	<i>Estructura</i>	EST	3
30	ENV	Sistemas de cerramiento y acabados exteriores	ARC	
30	10	<i>Envolvente vertical</i>	ARC	3
30	20	<i>Envolvente horizontal superior</i>	ARC	3
30	30	<i>Envolvente horizontal inferior</i>	ARC	3
30	40	<i>Escaleras y rampas exteriores</i>	ARC	3
40	COM	Sistemas de compartimentación y acabados interiores	ARC	
40	10	<i>Compartimentación y acabados interiores verticales</i>	ARC	3
40	20	<i>Compartimentación y acabados interiores horizontales</i>	ARC	3
40	30	<i>Escaleras y rampas interiores</i>	ARC	3
40	40	<i>Elementos especiales de acabados interiores</i>	ARC	0
50	INS	Sistemas de acondicionamiento, instalaciones y servicios	INS	
50	10	<i>Agua sanitaria (Fontanería)</i>	INS	3
50	20	<i>Evacuación de agua</i>	INS	3
50	30	<i>Instalaciones térmicas y de ventilación</i>	INS	2
50	40	<i>Suministro de combustible</i>	INS	-
50	50	<i>Protección contra incendios</i>	INS	2
50	60	<i>Instalaciones eléctricas</i>	INS	1
50	70	<i>Telecomunicaciones y audiovisuales</i>	INS	1
50	80	<i>Seguridad y anti - intrusión</i>	INS	0
50	90	<i>Instalaciones especiales</i>	INS	-
50	80	<i>Otros elementos de instalación</i>	INS	-
60	EQU	Equipamiento y mobiliario	MOB	2

Fragmento de la codificación GuBIMclass 1.2 (7) que muestra los dos primeros niveles de clasificación.

3.3.7 Alcance del Modelado no Geométrico

Una vez definido el alcance del modelado geométrico, es necesario definir qué información se debe incluir en los distintos objetos de los modelos BIM, es lo que denominamos Modelado no geométrico. Es importante especificar sólo la información que hay que compartir entre los agentes que participan del encargo o bien, aquella que forma parte de los entregables finales. No son necesarios los datos que

utilizan de forma particular cada uno de los agentes. Esto optimiza el intercambio de información, evitando compartir datos innecesarios y manteniendo la atención en lo realmente importante.

Por otra parte, conviene agrupar la información bajo los denominados **Conjuntos de Propiedades o Psets** (abreviatura de Property Sets). Así, los datos quedan ordenados y es más fácil localizarlos y listarlos.

El estándar eCOB® (6) define para cada elemento constructivo los conjuntos de propiedades y las propiedades que forman parte de cada conjunto o Pset, de manera que la estructura de la información queda claramente organizada y localizable para todos los agentes que participan en alguna de las fases del ciclo de vida. Sigue un ejemplo parcial sobre el modo en que el estándar eCOB® documenta los datos de se deben incluir en los modelos:

Grupo de propiedades	Propiedad_cas	Property_en	Formato datos	Unidades	Contenido_cas
Ifc_Export	IfcExportAs	IfcExportAs	Text	n/a	Clase Ifc que corresponde al objeto BIM.
	IfcExportType	IfcExportType	Text	n/a	Tipo Ifc que corresponde al objeto BIM. Propiedad opcional hasta que se definen tipos para todas las clases IFC.
Pset_RoofCommon	ElementoExterior	IsExternal	Boolean	n/a	Indica si el elemento está diseñado para ser utilizado en el exterior o no.
	Estado	Status	Text	n/a	Estado del elemento en la fase de proyecto definido como Nuevo, Preexistente, A Derribar, Temporal (como una estructura de soporte).
	IndiceGlobalRedAcustica_(dBA)	AcousticRating_(dBA)	Number/Text	dBA	RA índice global de reducción acústica ponderado A. Valor según proyecto que depende de la solución adoptada en el soporte resistente y los acabados interiores de la cubierta. Puede definirse en base a una solución del Catálogo del CTE.
	Referencia	Reference	Text	n/a	Identificador del tipo de elemento.
	ResistenciaFuego	FireRating	Text	n/a	Clasificación de resistencia al fuego del elemento constructivo según la norma europea UNE-EN 13501-2. Valor según proyecto a especificar por el proyectista conforme a las prestaciones exigidas al elemento y la acreditación documental de los productos componentes del elemento.
	TransmitanciaTermica_(W/(m2*K))	ThermalTransmittance_(W/(m2*K))	Number/Text	W/(m2*K)	La comprobación de las prestaciones de los productos de construcción se realiza mediante la acreditación documental que acompañe los componentes del elemento BIM.
Ecob_PSet_RoofProperties	AbsorcionAcustica	SoundAbsorption	Number/Text	n/a	Transmitancia térmica UH. Valor según proyecto calculado para el conjunto de capas que componen el elemento BIM a partir de las características de sus materiales BIM o definido en base a una solución del Catálogo del CTE.
	CapaImpermeabilizacion	WaterproofingLayer	Yes/No	n/a	Coefficiente de absorción acústica media, alfa m, del acabado interior de la cubierta, adimensional.
	Espesor_(mm)	Thickness_(mm)	Text	n/a	Indica si el elemento contiene capa de impermeabilización.
	GradoImpermeabilidad	ImpermeabilityDegree	Boolean	n/a	Espesor o grosor de un elemento o sistema constructivo completo.
	IndiceGlobalRedAcusticaTr_(dBA)	AcousticRatingTr_(dBA)	Number/Text	dBA	Indica si se alcanzan o no las condiciones del apartado 2.4.2 y 2.4.3 del DB-HS del CTE.
					RA,tr Índice global de reducción acústica ponderado A para ruido de automóviles. Valor según proyecto que depende de la solución adoptada en el soporte resistente y los acabados de la cubierta. Puede definirse en base a una solución del Catálogo del CTE.

4.1 Usos de BIM

Según la Guía BIM de la Generalitat de Catalunya (3):

“Un uso de modelo BIM se define como una actividad basada en un modelo BIM, entre todas aquellas que son necesarias para la ejecución completa de una actuación, que añade valor a su desarrollo y que permite alcanzar alguno de los objetivos previamente establecidos”

Existen listas de usos como la tabla que aparece en el Manual BIM de la Generalitat de Catalunya (4).

	ÚS	DEFINICIÓ
BÀSIC	Disseny Gràfic 3D	Generació de model virtual definint les característiques geomètriques i els paràmetres adequats per a la funcionalitat de l'actuació, complint les condicions de satisfacció establertes pel client
1	Disseny de detall 3D	Ús del model per a la generació, anàlisi i extracció dels detalls 2D-3D i tota la seva informació, incloent vistes híbrides 2D-3D amb anotacions (llegendes)
2	Visualització 3D	Ús del model generat amb el propòsit de comunicar les qualitats visuals, espacials o funcionals a través de vistes 2D-3D, renders, passejos virtuals, escenografies i holografies
3	Planejament urbanístic	Ús del model per analitzar els compliment dels requisits urbanístics del client
4	Programa Funcional	Ús del model per analitzar els compliment dels requisits espacials del client
5	Documentació 2D	Ús del model per extreure Plànols 2D de models BIM rics en informació. La Documentació 2D inclou normalment plantes, seccions, alçats i detalls 2D.
6	Coordinació 3D	Ús del model per a coordinar la ubicació dels elements tenint en compte els seus requisits espacials, tan funcionals com a normatius i d'accessibilitat per al seu manteniment posterior
7	Gestió de col·lisions	Ús del model per a coordinar diferents disciplines i identificar i/o resoldre possibles col·lisions entre elements virtuals abans de realitzar la construcció real o fabricació
8	Quantificació	Ús del model per calcular la quantitat d'elements i materials que hi ha en un edifici o zona concreta del mateix
9	Selecció i especificació	Ús del model per identificar, seleccionar, especificar o prescriure elements/materials
10	Anàlisi de Constructibilitat	Ús del model per visualitzar i revisar els processos i mètodes constructius amb el propòsit d'identificar obstacles potencials, defectes de disseny, retards de programa o sobre costos
11	Anàlisi d'Operacions de Construcció	Ús de models digitals per visualitzar i analitzar el procés de construcció: distribució de lots, planificació basada en zones, vinculació d'activitats de construcció amb components del model i recursos, etc.
12	Gestió de registres	Ús del model per registrar, consultar o comprovar documents/informació associada a espais o components del model
13	Representació en bases de geoinformació	Ús del model per a representar i detectar canvis en el territori i actualitzar les bases de geoinformació

Tabla de descripción de los usos del Manual BIM de la Generalitat de Catalunya (4).

Comisión Construimos el Futuro

También se utilizan a veces, las definiciones de usos BIM desarrolladas por la Universidad de Pensilvania, que pueden encontrarse en la web https://www.bim.psu.edu/bim_uses/ o las de BIMe Initiative <https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/211in-Model-Uses-Table.pdf>. Definir los Usos permitirá concretar de qué forma se quieren obtener los entregables definidos anteriormente. Como consecuencia, los usos BIM quedaran relacionados con los objetivos tal y como se observa en la siguiente tabla:

PROPÓSITO		Mejorar la comunicación entre los agentes que intervienen en las actuaciones gracia a una visión compartida de la información			
OBJETIVO		ENTREGABLE		USO BIM	
3.1	Coordinar la distribución de la gestión de información entre los agentes de la actuación	3.1.1	Tabla relacionando los responsables, modelo, objetos y características de forma particularizada	9	Selección y especificación
		3.1.2	Tabla relacionando los responsables, modelo, objetos y características	9	Selección y especificación
		3.1.3	Modelo particularizado de los subsistemas de la actuación, segregados y/o combinados por disciplinas	0	Modelado básico
3.2	Mejorar la trazabilidad de la gestión de cambios	3.2.1	Vista de elementos afectados por el cambio	5	Documentación 2D
		3.2.2	Listado de elementos afectados por el cambio	9	Selección y especificación
		3.2.3	Registro de las vistas relacionadas con los cambios	13	Gestión de registros
3.3	Seguimiento del Desarrollo de la actuación	3.3.1	Tabla detallando los objetos modelados y las características informadas	9	Selección y especificación
		3.3.2	Registro de planos extraídos del modelo	13	Gestión de registros
		3.3.3	Visualización del proceso de información de las características de los elementos constructivos de la actuación	2	Visualización 3D

Ejemplo de tabla de propósitos, objetivos, entregables y usos BIM.

Como se puede ver, con un mismo uso se puede obtener diversos entregables.

Durante el proceso de redacción del Plan de Ejecución BIM, se podrá solicitar a los proveedores que especifiquen exactamente como desarrollaran cada Uso BIM para tener documentada la forma en la que se han obtenido los entregables.

4.2 Protocolos

Uno de los aspectos más importantes a definir son los protocolos que se deberán seguir para que se pueda implementar BIM correctamente en cada fase de proyecto. En esta guía entendemos como protocolo la descripción de una secuencia detallada de un proceso. Cada fase del proyecto tiene su propio protocolo, así como uno específico para el inicio de cada una de estas fases. Existe también un protocolo de coordinación que se aplica a todas las fases del proyecto.

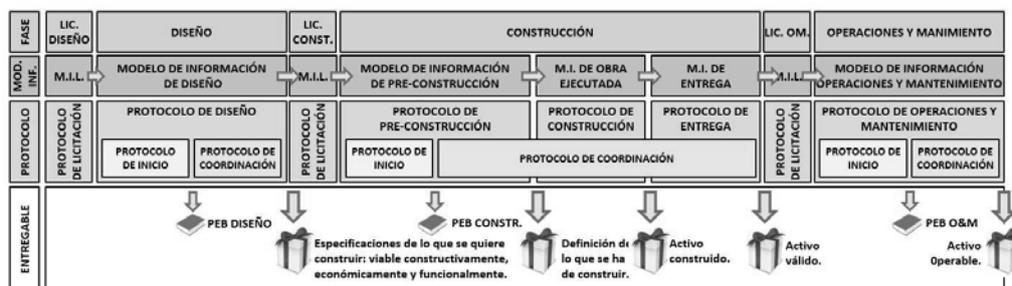


Gráfico de los diferentes protocolos que se utilizan para implementar BIM durante el ciclo de vida de un proyecto.

(Este gráfico puede verse de forma ampliada en el Anejo gráfico)

4.2.1 Protocolo de licitación del diseño

Durante la licitación de la redacción de proyecto, el licitador incluirá las cláusulas relativas al BIM en los Pliegos de prescripciones técnicas y en los Pliegos de cláusulas administrativas

En el caso de tratarse de un encargo de redacción de proyecto, será necesario que el Pliego de prescripciones técnicas incluya los detalles relativos a los protocolos de Inicio, de Coordinación, y de Diseño.

En cambio, si se trata de un encargo de proyecto y obra, se deberá influir también el de Pre-Construcción, el de Ejecución de Obra y el de entrega del Activo.

Por último, si se trata de un encargo que cubre también la operación y mantenimiento del activo, se incluirá el Protocolo de Operación y Mantenimiento.

Es importante remarcar que, con independencia del modo de contratación escogido, es conveniente incentivar una perspectiva de ciclo de vida que promueva la participación en la fase de diseño de los agentes que intervendrán en la obra y, especialmente en la operación y mantenimiento del futuro activo. En ese sentido, es interesante implementar contratos colaborativos o fórmulas mixtas que permitan, por

ejemplo, la participación de los contratistas o subcontratistas como consultores en la fase de diseño, sin que esto implique que deban adjudicarse la obra. Otra posibilidad es la de desarrollar un proyecto básico pre ejecutivo con un equipo de proyectistas y luego licitar el proyecto ejecutivo y la obra a un contratista general. En cualquier caso, la clave es intentar aglutinar el máximo de intereses y conocimiento posible en la toma de decisiones que más tarde impactarán en fases posteriores.

Conviene también ser consecuente con la idea de que implementar BIM implica invertir algo más en la fase de diseño, con la finalidad de conseguir un proyecto con menos riesgos y más adecuado a las necesidades del cliente.

Conviene remarcar que los requisitos vendrán no solo del promotor, sino de todas las partes interesadas en recibir un activo adecuado a sus expectativas. Por ello, se recomienda proveer la licitación del presupuesto y de los plazos adecuados, y limitar tanto la baja máxima que los licitantes pueden ofrecer, como el impacto que la oferta económica tiene en la adjudicación⁶. De hecho, como idea general, se trata de transferir una pequeña parte de tiempo y recursos de la fase de ejecución de obra a la de diseño.

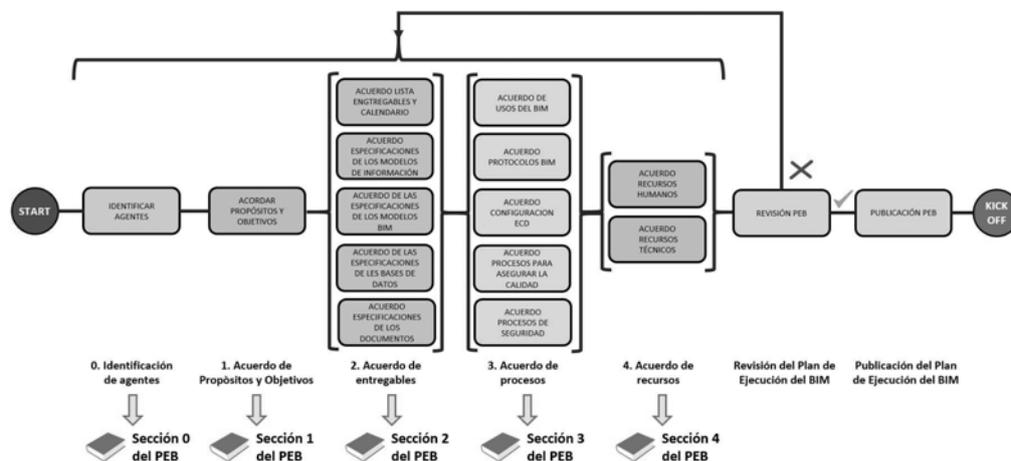
Finalmente, se deberá pedir al adjudicatario que explicita el compromiso de ejecución de los requisitos de los Pliegos de cláusulas administrativas, poniendo en evidencia su responsabilidad en la disponibilidad de conocimientos, medios técnicos y recursos humanos para el correcto desarrollo de los trabajos.

4.2.2 Protocolo de inicio

El **Protocolo de inicio** describe todo lo que es necesario llevar a cabo cuando empieza a cada una de las fases del encargo. Trabajar en BIM implica una alta dosis de coordinación entre las partes y esto requiere de una planificación previa. Un protocolo de inicio estándar podría ser como el que aparece representado en este punto.

Como puede verse, el proceso implica a todas las partes y finaliza en la redacción del **Plan de Ejecución BIM** (PEB), que generalmente va a cargo del adjudicatario principal del encargo. Este documento, de carácter contractual, describe los acuerdos finales a los cuales han llegado las partes a partir de lo que el Licitador ha establecido en sus pliegos y las modificaciones y/o ampliaciones que hayan podido hacer los adjudicatarios. Por ello, es recomendable incluir una plantilla para la redacción del PEB en pliegos de contratación y que esta tenga una estructura equivalente a la estructura de capítulos de esta guía.

⁶ Un buen ejemplo de esto fue la licitación de la redacción del proyecto del nuevo Archivo Ciudad de Barcelona por valor de 2,5 millones de euros, en el que la oferta económica suponía un 10% de los puntos totales y la máxima baja admitida en relación con el presupuesto original era de un 10%.



Ejemplo de Protocolo de Inicio
(Este gráfico puede verse de forma ampliada en el Anejo gráfico)

En cualquier caso, hay que entender que este proceso de planificación y acuerdo previo no debería implicar un cambio en el alcance de las tareas descritas en los pliegos de contratación, sino una optimización y concreción del mismo.

El PEB, una vez aprobado por las partes, adquiere un valor contractual⁷.

4.2.3 Protocolo de coordinación

El **Protocolo de coordinación** describe la forma en la que los agentes participantes en un encargo se coordinan entre ellos. Normalmente se establece un procedimiento cíclico semanal o quincenal en el que los proveedores han de compartir información, revisarla, documentar las incidencias que localicen y planificar la siguiente iteración del proceso. Todo ello utilizando el Entorno Común de Datos que se comentará más adelante.

Especificar un Protocolo de coordinación es importante porque asegura que las partes se coordinaran mínimamente entre ellas y de este modo se podrá hacer un seguimiento del avance del encargo, ya que lo harán sobre un entorno al que el licitador tendrá acceso. Si no se especifica este protocolo en los Pliegos de licitación, es muy probable que los proveedores se limiten a representar el objeto de su encargo a través de modelos BIM sin utilizarlos para mejorar la calidad de su trabajo.

⁷ En este enlace se encuentra el PEB del proyecto de la nueva Nave de Brigadas Municipales de Sant Boi de Llobregat (10) <http://bit.ly/PEBBrigadesSantBoi>

Comisión Construimos el Futuro

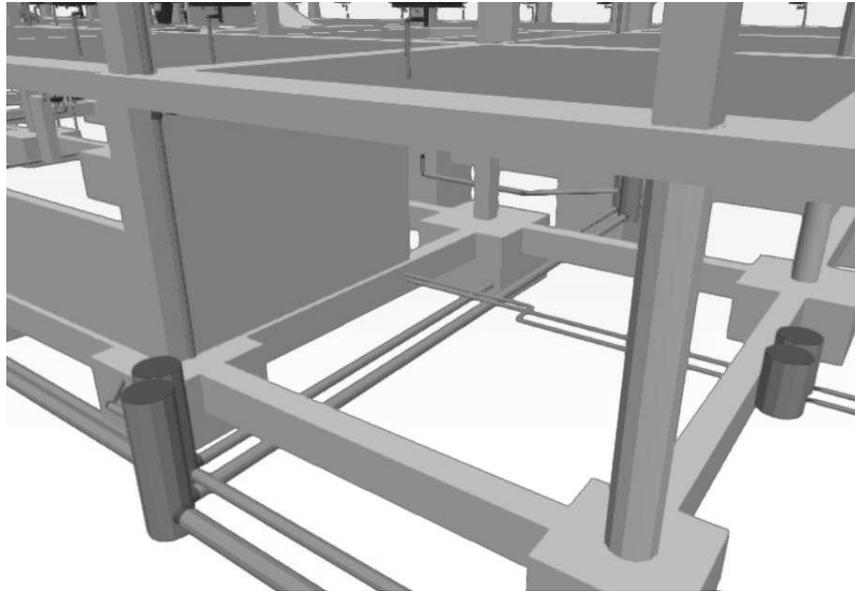
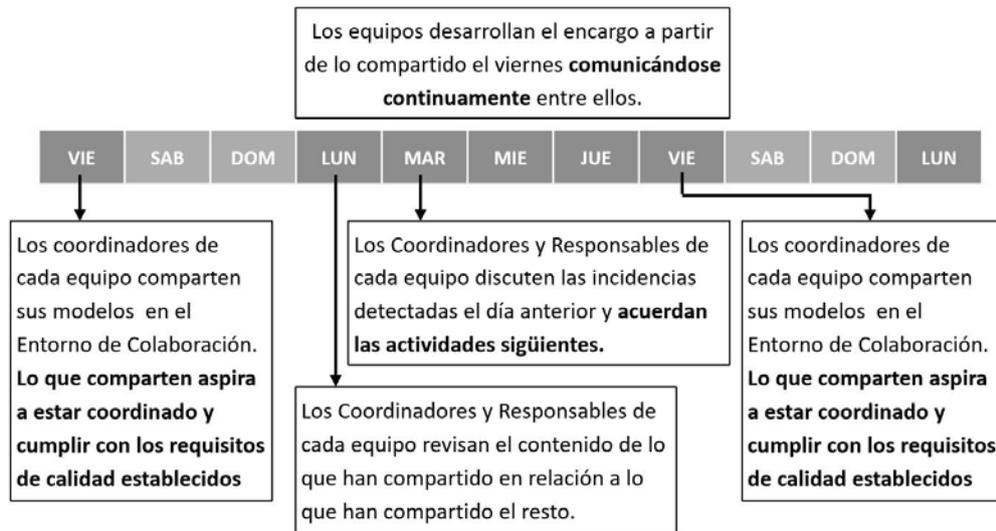


Imagen de un proyecto BIM sin especificar Protocolo de Coordinación

En un proyecto como el de la imagen anterior, sin protocolo de coordinación, la consecuencia fue que los modelos entregados sufrían muchos problemas de coordinación entre instalaciones de saneamiento y la estructura porque los equipos desarrolladores de estas disciplinas no se coordinaron.

Este es un ejemplo de un protocolo de coordinación:



Los viernes los adjudicatarios del encargo comparten sus modelos BIM y cualquier documentación susceptible de ser coordinada en un repositorio accesible para todas las partes (el Entorno Común de Datos o ECD al que haremos referencia posteriormente). El lunes, los coordinadores de cada equipo

revisan su desarrollo en relación con lo que han desarrollado el resto de los equipos, publicando las incidencias detectadas en el ECD. El martes, los coordinadores de cada equipo acuerdan que es lo que hay que desarrollar en el ciclo considerando las incidencias detectadas. A partir de ese momento cada equipo sigue trabajando según lo acordado hasta el siguiente punto de compartición de información.

Hay que considerar que no todas las revisiones serán del mismo tipo y alcance. Por ejemplo, se puede permitir que los proveedores se coordinen de forma más o menos informal durante unas semanas y, una vez al mes, realizar una sesión de revisión conjunta en la que el licitador participe. Por otra parte, el procedimiento de planificación de la siguiente iteración no tiene por qué comportar una reunión presencial, ya que los ECD disponen de sistemas de comunicación donde todo queda registrado y es sencillo seguir el hilo de las conversaciones entre las partes.

4.2.4 Protocolo de diseño

Una vez adjudicada la redacción del proyecto y antes de empezar las actividades propias de esta fase, los adjudicatarios y el cliente deberán seguir Protocolo de inicio para poder acordar los contenidos del Plan de Ejecución BIM. Hay que recordar que estos acuerdos no deberían implicar un aumento en el alcance de las tareas a realizar, sino una optimización y concreción de las mismas. Este documento recogerá los requisitos de los Pliegos de prescripciones técnicas, así como las aportaciones que puedan realizar los agentes implicados en el encargo. Por ello es importante no empezar a trabajar antes de haber completado el Plan de Ejecución BIM, con la excepción de otras tareas preparatorias propias de esta fase.

El coordinador BIM de esta fase (ver punto 5.2) será el responsable de redactar este documento con la participación del resto de implicados.

Una vez redactado el PEB, los adjudicatarios desarrollarán el encargo siguiendo el Protocolo de coordinación. El cliente participará en las sesiones de revisión acordadas en el PEB. Esto debe permitir el desarrollo incremental del encargo, recogiendo las consideraciones (*feedback*) del cliente antes de la entrega final de cada fase. Es importante que el cliente, o sus representantes, tomen decisiones que permitan avanzar en el encargo y que los adjudicatarios sean capaces de desarrollarlo de tal forma que permita al cliente validar las decisiones que se vayan tomando.

También es importante que todos los proveedores del encargo participen de forma proactiva en el mismo, aportando su conocimiento desde fases iniciales del proyecto y sin esperar que el resto de los adjudicatarios haya terminado su parte del desarrollo. Por ejemplo, los responsables de las instalaciones podrán aportar las dimensiones de las salas técnicas de acuerdo con el programa funcional desarrollado por el arquitecto, y éste deberá tenerlas en cuenta y situarlas tan pronto como sea posible con su ayuda.

Durante esta fase, en las Sesiones de Revisión se verificará el grado de cumplimiento de los objetivos marcados en el PEB a través de sus correspondientes entregables (ver apartado 3). En cualquier caso, el objetivo general de esta fase será la entrega de un proyecto viable desde los puntos de vista: funcional, económico y constructivo.

Durante la ejecución del encargo, los proveedores desarrollarán y mantendrán actualizado el **Modelo de Información del Proyecto** en el Entorno Común de Datos (ver punto 4.3). A su finalización, los adjudicatarios depositarán la versión final del encargo en el área Compartida (ver punto 4.3.1) para que el cliente pueda validar la conformidad de su contenido y traspasarlo al área Pública del ECD.

4.2.5 Protocolo de licitación de la obra

Una vez finalizado el encargo de diseño, se procederá a licitar la obra. Tal como se ha expuesto en el punto 4.2.1, el licitador incluirá las cláusulas relativas al BIM en los Pliegos de prescripciones técnicas y los Pliegos de cláusulas administrativas.

En el caso de tratarse de un encargo de Adjudicación de Obra, será necesario que el Pliego de prescripciones técnicas incluya los detalles relativos a los protocolos de Inicio, de Coordinación, de pre-Construcción, de Ejecución de Obra, y de Entrega del activo.

Por último, si se trata de un encargo que cubre también la operación y mantenimiento del inmueble, se deberá incluir el protocolo de Operación y Mantenimiento.

En todo caso, se recomienda que durante esta fase se cuente con la colaboración del operador del activo. Éste podrá ayudar a especificar las características del modelo de información que recibirá al final de la fase de ejecución de obra.

El licitador dará acceso al Modelo de información del proyecto desarrollado en la fase anterior, a los candidatos a la adjudicación exclusivamente en formato abierto. Esto evitará, cualquier tipo de discriminación en el proceso de elección del adjudicatario y, por otra parte, garantizará que la información que se comparte es la misma que se ha utilizado para validar el proyecto (recordemos que las revisiones del Protocolo de Coordinación se hacen siempre sobre formatos abiertos).

Una vez adjudicada la obra, el licitador podrá decidir si transfiere el Modelo de información del proyecto en formato propietario al adjudicatario, siempre y cuando lo haya adquirido como parte del encargo contratado anteriormente. En este sentido, hay que ser consciente que los modelos en formato propietario suelen contener información que va más allá del objetivo del contrato y que puede ser aprovechada por el futuro adjudicatario para su propio beneficio en otros encargos. Por tanto, se considera una buena práctica destinar una parte del presupuesto a cubrir los gastos relativos a esta transferencia.

Con esta información, los proveedores podrán analizar convenientemente el objetivo de su cargo y los riesgos que puede ocultar y así realizar la propuesta más apropiada según su criterio. Como en el caso anterior hay que priorizar la calidad frente al precio y evitar las bajas temerarias. Esto es así porque, si el proyecto ha sido desarrollado adecuadamente, habrá poco margen para los precios contradictorios y el contratista adjudicatario no podrá ejecutar la obra con un precio de partida por debajo del de mercado.

Finalmente, habrá que asegurar el adjudicatario seleccionado, tiene la capacidad adecuada para trabajar con BIM, por lo que se incluirán puntos relativos al compromiso de ejecución de los requisitos en los Pliegos de cláusulas administrativas.

4.2.6 Protocolo de pre-construcción

Una vez adjudicado el contrato de ejecución de la obra, el contratista tomará el Modelo de información del proyecto como referencia y desarrollará su propuesta de ejecución de la obra a partir de lo ofrecido en su licitación, dando paso al **Modelo de información de pre-construcción**.

Con el objetivo de desarrollar su propuesta, partirá del Modelo de información del proyecto modificándolo, si es necesario, para así reflejar la realidad de la obra. Como en el caso anterior, se ejecutará el protocolo de inicio para adoptar la estrategia, las especificaciones y la metodología de implementación de BIM en esta fase. Este acuerdo queda reflejado en el Plan de Ejecución BIM de esta fase.

A partir de este momento, cada subcontratista creará su Modelo de información de pre-construcción a partir de los modelos de proyecto coordinado por el contratista siguiendo el protocolo de coordinación. Los subcontratistas podrán optar por modificar los modelos del proyecto original o bien crearlos de nuevo según su criterio. En el caso que no estén capacitados para hacerlo, el contratista podrá optar por desarrollar el mismo el modelo del subcontratista en cuestión. En cualquier caso, lo más importante es que se reflejen los cambios que es necesario realizar respecto al proyecto licitado y se coordine digitalmente todo antes de construir.

Una vez aprobada su propuesta por parte de la dirección facultativa y el cliente, se podrá proceder a ejecutar las obras y las subcontratas podrán producir la documentación necesaria para realizarlas. El contratista, por su parte, podrá planificar la obra utilizando los modelos de información, si es que éste ha sido uno de los objetivos acordados en el PEB.

Durante la ejecución del encargo los proveedores desarrollarán y mantendrán actualizado el Modelo de información de pre-construcción en el Entorno Común de Datos (ver punto 4.3). A la finalización del encargo, los proveedores depositarán la versión final en el área Compartida (ver punto 4.3.1) para que el cliente y la dirección facultativa puedan validar la conformidad de su contenido y traspasarlo al área

Pública. A partir de este momento los subcontratistas quedan autorizados para ejecutar lo especificado en los modelos publicados.

4.2.7 Protocolo de ejecución de la obra

A partir de un Modelo de información de construcción aprobado en la fase anterior, los subcontratistas ejecutarán cada lote de obra siguiendo este modelo. El contratista será el responsable último de que lo que se ejecute se corresponda con el Modelo de información de construcción publicado. El director de ejecución verificará que eso es así comparando lo ejecutado con lo que muestran los modelos BIM.

A medida que se va ejecutando la obra, el Modelo de ejecución de pre-construcción pasará a ser el **Modelo de obra ejecutada**, ya que representará lo que se ha construido. Una buena práctica para incentivar esto es vincular la certificación de obra al contenido de los modelos de pre-construcción. Por tanto, en caso de cambios sobrevenidos durante la ejecución de la obra y aceptados por las partes, se deberá actualizar el modelo de pre-construcción.

Del mismo modo a medida que se ejecuta la obra el contratista recopilará la información requerida para la fase de operación y mantenimiento, la cual será facilitada por los subcontratistas a través de modelos de información que irán integrando en el Modelo de información de obra ejecutada

Como en el caso anterior, si alguno de los subcontratistas no es competente para incorporar esta información a sus modelos, será el contratista el que lo realizará para garantizar la entrega de un Modelo de información de obra ejecutada completo y en formato abierto.

4.2.8 Protocolo de entrega de la obra

A la finalización de la obra se procede a entregar el activo al cliente y realizar la puesta en marcha. Durante este proceso, el contratista depurará el Modelo de información de la obra ejecutada para que contenga solamente la información demandada por el Cliente en relación con la geometría y los datos, con la estructura acordada por contrato. Como resultado se obtendrá el Modelo de información de entrega.

La dirección facultativa, por su lado, deberá validar que su contenido es correcto. El objetivo es que este modelo de información sea óptimo para que el operador pueda incorporarlo a su sistema de gestión del activo durante la fase de operación y mantenimiento.

Es recomendable que durante esta fase ya se cuente con la colaboración del operador del activo, ya que de esta manera podrá comprobar si efectivamente es capaz de incorporar el Modelo de información de entrega a su sistema de gestión.

Durante la puesta en marcha se utilizará este modelo para verificar la correspondencia del inventario contratado con el entregado, así como lo que consta en el Modelo de información de entrega. Si se detectan disconformidades habrá que actualizar su contenido para que refleje fielmente la realidad.

4.2.9 Protocolo de licitación de operación y mantenimiento

En el caso de licitar la operación y mantenimiento del activo construido, el licitador incluirá las cláusulas relativas al BIM en los Pliegos de prescripciones técnicas y en los Pliegos de cláusulas administrativas (ver punto 4.2.1).

El licitador dará acceso al Modelo de información de entrega, desarrollado en la fase anterior, a los candidatos a la adjudicación exclusivamente en formato abierto. Esto evitará cualquier tipo de discriminación en el proceso de elección del adjudicatario y, por otro lado, garantizará que la información que se comparte es la misma que se ha utilizado para validar el proyecto (recordamos que las revisiones del Protocolo de coordinación se hacen siempre sobre formato abierto).

Adjudicada la obra, el licitador podrá decidir si transfiere el Modelo de información de la entrega en formato propietario al adjudicatario, siempre y cuando lo haya adquirido como parte del encargo contratado anteriormente. En este sentido, hay que ser consciente que los modelos en formato propietario suelen contener información que va más allá del objetivo del contrato y que puede ser aprovechada por el futuro adjudicatario para su propio beneficio en otros encargos. Por tanto, se considera una buena práctica destinar una parte del presupuesto a cubrir los gastos relativos a esta transferencia.

Con esta información, los licitadores podrán analizar convenientemente el objetivo de su cargo y los riesgos que puede ocultar y así realizar la propuesta más apropiada según su criterio. Como en el caso anterior hay que priorizar la calidad frente al precio y evitar las bajas temerarias. Esto es así porque, si el proyecto ha sido desarrollado adecuadamente, habrá poco margen para los precios contradictorios y el operador adjudicatario no podrá operar y mantener el activo con un precio de partida por debajo del de mercado.

Finalmente, habrá que asegurar el adjudicatario seleccionado, tiene la capacidad adecuada para trabajar con BIM, por lo que se incluirán puntos relativos al compromiso de ejecución de los requisitos en los Pliegos de cláusulas administrativas.

4.2.10 Protocolo de operación y mantenimiento

Para la fase de operación y mantenimiento el operador incorporará el Modelo de información del activo en su sistema de gestión de activos, generando el Modelo de operación y mantenimiento.

El uso de formatos abiertos para el modelo de Información del activo garantiza que el operador podrá modificar siempre la información y la geometría independientemente de la evolución que sigan las herramientas con las que se ha desarrollado, o el tiempo que haya transcurrido desde la finalización del proyecto hasta el momento en que surge la necesidad de realizar una intervención sobre un activo. Por otra parte, el uso de estos formatos permite que el operador genere sus modelos de operación y mantenimiento con las herramientas que le resulten más convenientes.

El operador actualizará el modelo de operación y mantenimiento cada vez que se produzca un cambio en el activo incluyendo las pequeñas reformas que se lleven a cabo. Por tanto, es necesario que los agentes que intervienen en esta fase sigan también el Protocolo de inicio y el de coordinación como si de un proyecto nuevo se tratara. Aun así, las acciones a realizar serán mucho más sencillas y espaciadas en el tiempo. No obstante, **el reto de esta fase es conseguir mantener el modelo de información actualizado durante todos los años en los que el activo este operativo, pues hay multitud de agentes que pueden realizar pequeños cambios en el mismo durante la fase de uso.**

Si es necesario realizar una reforma del activo, se iniciará el proceso desde el Protocolo de licitación de la redacción del proyecto dando a los licitadores las partes del modelo de información que se considere oportunas. Gracias a mantener una política basada en el uso de formatos abiertos, tanto los licitadores como el futuro adjudicatario del encargo podrán acceder a la información.

4.3 Entorno Común de Datos

El Entorno Común de Datos (ECD) es un espacio de trabajo donde todos los participantes del encargo, incluyendo el licitador, pueden compartir todo tipo de la información en desarrollo que está disponible en cada momento. Esto incluye:

- Modelos BIM.
- Otras bases de datos.
- Documentos como planos, memorias, tablas, etc. extraídas de modelos BIM o de otro tipo.
- Comunicaciones entre los agentes.
- Registro de incidencias detectadas a través de un gestor de Incidencias
- Planificación de tareas.

Por tanto, un ECD debe incluir un gestor documental, pero también ha de incluir otras funcionalidades como por ejemplo un gestor de incidencias y, preferiblemente, un visor de modelos BIM incorporado para poder acceder al estado actual del desarrollo del encargo de forma rápida y directa.

Este entorno puede estar formado por más de una herramienta informática. Por ejemplo, se puede emplear un gestor documental basado en un FTP, un sistema de mensajería basado en una herramienta específica de uso común, y un gestor de Incidencias con soporte para la visualización de modelos.

En cualquier caso, lo más importante es que todos los agentes tengan claro dónde deben almacenar la información que han de compartir y dónde la han de ir a buscar, especialmente para utilizarla en cada una de las revisiones establecidas en el Protocolo de Coordinación ya que es necesario que todas las partes revisen exactamente el mismo contenido.

4.3.1 Áreas del ECD

En los ECD se suelen distinguir 4 áreas distintas⁸:

- **En proceso.** Ubicación donde se depositan los modelos de información para la coordinación del trabajo realizado por los proveedores del encargo. El cliente no suele tener acceso y normalmente se utiliza un sistema de gestión documental sencillo y rápido de utilización, y un sistema de gestión de incidencias y de comunicación más informal.
- **Compartido.** Ubicación donde se depositan los modelos de información para la revisión por parte del cliente en hitos específicos. Tienen acceso tanto los proveedores como el cliente y se suelen emplear entornos más formales donde lo que se revisa y los resultados de revisión quedan registrados.
- **Publicado.** Se deposita la información aprobada por parte del cliente para que sea utilizada por terceras personas. También se puede almacenar información de referencia facilitada por el licitador, como por ejemplo normativas, o por parte del proveedor, como por ejemplo bibliotecas de objetos.
- **Archivado.** espacio gestionado por el cliente que recoge la información final de la actuación para su consulta posterior.

El ECD no se refiere a sistema interno que pueda tener cada equipo para compartir información entre sus miembros, sino a lo que han de compartir estos equipos con terceras personas. Lo más recomendable es que, al menos, las áreas Compartida, Publicada y Archivada sean gestionadas por el Licitador o Cliente mientras que el área en proceso se puede dejar en manos de los Proveedores.

⁸ En la UNE EN ISO 19650 constan estas áreas del ECD y se describe también la su funcionalidad

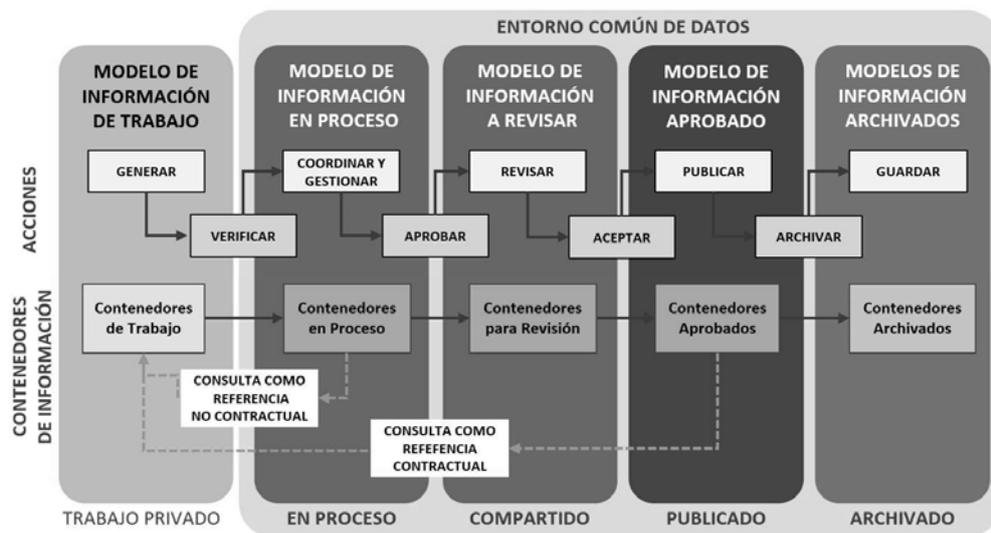


Gráfico de las diferentes áreas de un Entorno Común de Datos.

4.4 Procesos de Control de Calidad

Para garantizar la calidad del producto final conviene implementar unos protocolos de control de calidad a cuatro niveles

- **Aseguramiento de la calidad.** Mecanismos que permiten evitar errores antes de que aparezcan, como por ejemplo el uso de plantillas, automatismos y recursos de coordinación adecuados. Los implementa cada uno de los proveedores.
- **Verificación de la calidad.** Procesos destinados a evaluar la calidad de los entregables antes de ser compartidos con el resto de los proveedores del servicio que se da al cliente. Los ejecuta cada uno de los proveedores implicados en un contrato
- **Aprobación de la calidad.** Procesos destinados a evaluar la calidad de los entregables antes de ser puestos a disposición del cliente. Los ejecuta el adjudicatario principal del contrato.
- **Aceptación de la calidad.** Procesos ejecutados por el cliente para comprobar que lo que se le ha entregado cuenta con la calidad requerida.

Se deberá especificar en qué consisten estos procesos de control de calidad en el PEB.

Como referencia, la guía BIM de la AMB (9) indica una serie de puntos que hay que tener en cuenta en cada entrega. También se habla de ello en el capítulo 7 del Manual BIM de la Generalitat de Catalunya (4).

1.00 General		
1.01	1	Tipus d'entrega i revisió (parcial o final)
1.02	1	Fase projecte (bàsic, executiu o as built)
1.03	1	L'estructuració de carpetes del directori i la seva nomenclatura és l'estipulat?
1.04	1	Nombre d'arxius en el que es divideix el model (disciplines)
1.05	1	Nomenclatura dels arxius
1.06	1	Tamany de l'arxiu/s
1.07	1	El conjunt de lliurables és correcte i està la totalitat. (Nombre arxius (editable, no editable, revisió, taules...)) seguint l'estructura següent:
1.08	1	01 Model Editable - RVT
1.09	1	02 Lliurable - IFC
1.10	1	03 Documentació Gràfica - PDF
1.11	1	04 Checking Models - BCP
1.12	1	05 Inventaris - XLS
1.13	1	06 Model Federat - NWD
1.14	1	07 Col·lisions i coordinació NWF
1.15	1	Control qualitat revisió
1.16	1	Software i versió
1.17	1	BEP. Cal realitzar una nova revisió del BEP
1.18		

Fragmento de la lista de puntos a verificar descritos en el anejo 18 de la guía BIM de la AMB (9).

4.5 Protocolo de seguridad

El Protocolo de Seguridad debe establecer los mecanismos y recomendaciones necesarias para evitar la pérdida o robo de información. También ha de dotar de seguridad las comunicaciones y entidades involucradas en el cargo. Como mínimo, el protocolo de seguridad debería garantizar lo siguiente:

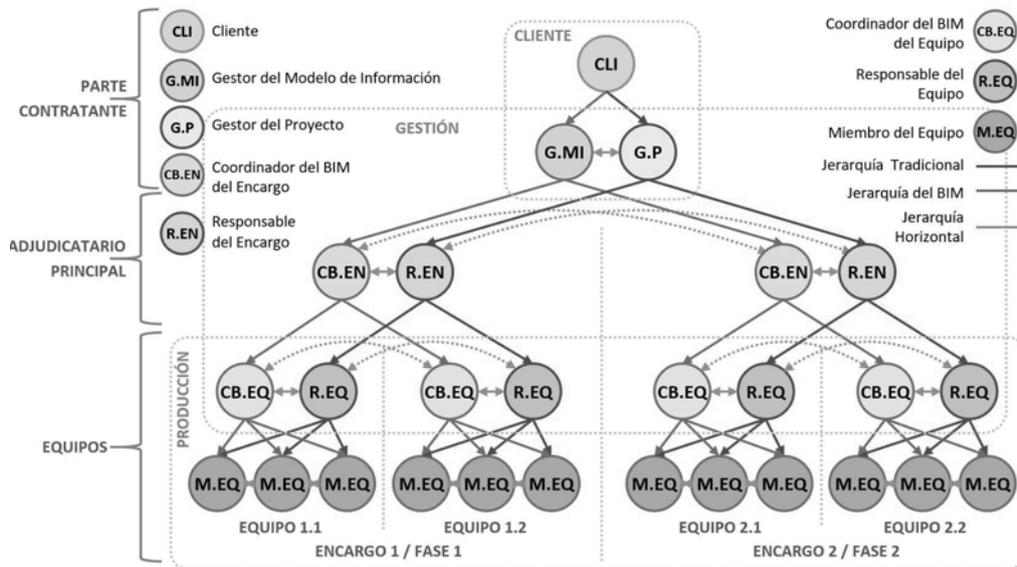
- Realización de copias de seguridad del trabajo desarrollado y entregado.
- Conservación de la confidencialidad de la información sensible.
- Cumplimiento de la ley de protección de datos.

5 Definición de los recursos

Finalmente, para poder desarrollar los procesos descritos hasta ahora es necesario especificar **con qué** se quiere implementar el BIM para poder obtener los entregables previstos y por tanto alcanzar los propósitos y objetivos planteados. Estos recursos se dividen en recursos tecnológicos y recursos humanos:

5.1 Recursos tecnológicos

Para llevar a cabo el encargo es necesario establecer cuáles son los recursos informáticos y programas adecuados para resolverlo. Para garantizarlo, el licitador puede solicitar a los proveedores información al respecto durante el proceso de licitación.



Organigrama general de BIM.

*Hay que considerar que una misma persona puede asumir diversos roles.
(En el Anejo gráfico final se puede encontrar esta imagen ampliada)*

Se subraya que cada responsabilidad implica una capacidad específica según el rol de BIM que desempeña.

Por tanto, es importante que el adjudicatario explicita su compromiso de ejecución de los requisitos en los Pliegos de cláusulas administrativas, poniendo en evidencia su responsabilidad en disponer de los conocimientos, medios técnicos y recursos humanos necesarios para el correcto desarrollo de los trabajos.

A continuación, se muestra una tabla resumen donde se describen las responsabilidades de cada uno de los agentes, así como las capacidades mínimas que comportan.

Comisión Construimos el Futuro

Responsabilidades	Capacidades	Ciente	Adjudicatari	o Principal	Equipos
Protocolo de licitación					
Establecer los requisitos del proyecto relacionados con el BIM.	Experiencia en trabajos de BIM a nivel de proyecto.				
Suministro y configuración de un entorno de datos común.	Capacidad de utilizar y facilitar un entorno colaborativo.				
Contratar los proveedores de manera responsable y de acuerdo con lo que se requiere en las especificaciones redactadas.	Capacidad de entender los modelos de negocio de los agentes involucrados en el proyecto desde el punto de vista del ciclo de vida.				
Evaluar los requisitos relacionados con el BIM del encargo	Capacidad de evaluar los requisitos relacionados con el BIM del encargo.				
Protocolo de inicio					
Definir los propósitos y objetivos del BIM.	Capacidad de entender lo que necesitamos del BIM.				
Identificar y definir los agentes, así como sus responsabilidades y capacidades.	Capacidad para contratar los proveedores de manera responsable y de acuerdo con lo que se requiere en las especificaciones.				
Acordar controles de calidad.	Capacidad de entender cómo y qué elementos deben revisarse.				
Configuración Entorno común de datos (ECD).	Conocimiento en la configuración y utilización del entorno común de datos				
Planificación de la fase.	Capacidad de participar activamente en cada fase, especialmente en la fase				
Elaboración del Plan de Ejecución del BIM.	Comprensión de la parte técnica de los procesos o protocolos.				
Protocolo de coordinación					
Compartir modelos de información.	Capacidad de utilizar entornos colaborativos.				
Comprobar la calidad de los modelos antes de compartirlos.	Hábito de autocontrol del cumplimiento de los requisitos (control de				
Federar los modelos compartidos para la revisión y preparación de Sesiones de Coordinación.	Capacidad de exportar modelos nativos en formato IFC y federarse en software adecuado para la revisión de su contenido.				
Buscar incidencias, documentarlas en el gestor de incidencias y analizarlas, agruparlas y priorizarlas.	Capacidad de visualizar, validar y analizar incidencias utilizando gestores de incidencias o programas específicos para documentarlas.				
Realizar el análisis de colisiones.	Capacidad para notificar y revisar incidencias así como priorizar, empaquetar y ordenarlas usando software para el control de calidad.				
Establecer las sesiones de coordinación.	Capacidad de liderazgo y organizativa para facilitar la cooperación entre todos los equipos.				
Protocolo de diseño					
Redactar el proyecto básico y ejecutivo.	Experiencia en redacción de proyecto básico y ejecutivo utilizando software				
Desarrollar modelos de información de acuerdo con el PEB y los requisitos del	Capacidad de modelar de acuerdo con el PEB y los requisitos del proyecto				
Verificar el logro de los propósitos y objetivos acordados en el PEB.	Capacidad de analizar que la documentación entregada sea de acuerdo con los requisitos del PEB.				
Compartir modelos de información en formato propietario y abierto, y entregarlos antes del paso de cambio.	Capacidad de utilizar ECD y también de exportar modelos nativos al formato IFC.				
Protocolo de pre-construcción					
Redactar el proyecto pre-constructivo.	Experiencia en redacción de proyectos pre-constructivos utilizando				
Modificar los modelos de información originales para tener modelos con validez para la construcción.	Capacidad de modelar según los requisitos de construcción y PEB acordados.				
Modificar el PEB si es necesario en esta fase con la autorización de la parte contratante.	Conocimiento amplio de los estándares BIM y protocolos BIM.				
Proporcionar modelos de información pre-constructivos en formato abierto y	Capacidad de utilizar ECD y también de exportar modelos nativos en				
Protocolo de ejecución de la obra					
Compilar los modelos de revisión para conformar el modelo de trabajo	Capacidad de federar modelos y revisar su información para validarlos.				
Actualizar los modelos de información con la información requerida in-situ.	Hábito de actualizar in situ los modelos y revisar el resto de disciplinas.				
Hacer algunas modificaciones a la PEB si es necesario en esta fase con la autorización de la parte contratante.	Conocimiento amplio de los estándares BIM y protocolos BIM.				
Aprobar los modelos de construcción.	Capacidad de revisar modelos de información y experiencia en				
Proporcionar un modelo de información de entrega en formato nativo y abierto.	Capacidad de utilizar ECD y también de exportar modelos nativos en formato IFC.				
Protocolo de entrega					
Comprobar la compatibilidad de los modelos As-built para la siguiente fase (O & M) y redefinir si hace falta.	La capacidad de revisar los modelos de información y comprobar que el LOD y el LOI de los modelos se ajustan a los requisitos de la PEB.				
Verificar la correspondencia del inventario contratado con el entregado.	Capacidad de extraer y gestionar información de los modelos.				
Proporcionar un modelo de información de entrega en formato abierto y nativo.	Posibilidad de utilizar ECD y también exportar modelos nativos en formato IFC.				
Protocolo de operaciones y mantenimiento					
Incorporar el modelo de información de entrega al sistema de gestión de activos para obtener el modelo de información de activos.	Capacidad de federar modelos y extraer información.				
Generar el modelo de operaciones y mantenimiento a partir del modelo de información de activos con las herramientas necesarias para la parte	Capacidad de modelar según los requisitos acordados del PEB y del Facility Manager.				
Actualizar el modelo de información de activos cada vez que haya un cambio en el activo gestionado.	Posibilidad de actualizar y modelar el modelo de información en formato nativo.				

Tabla de responsabilidades y capacidades de los agentes que intervienen en todo el ciclo de vida del Activo. (en Anejo final se encuentra esta tabla ampliada)

6 Aspectos legales

Tal como se indica en el *“Informe para la implantación de la metodología BIM en la contratación de obras y edificios”*⁹, de acuerdo con el marco legislativo vigente en materia de contratos del sector público, hay diversos artículos de la ley catalana 3/2007 y del texto refundido de la Ley de Contratos del Sector público (TRLCSF) que contemplan cláusulas que permiten incorporar requisitos relativos al BIM en los contratos de las administraciones públicas catalanas y de su sector público.

De hecho, en la Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014 sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE, La Unión Europea insta a sus estados miembros a considerar el uso de la tecnología para modernizar y mejorar los procesos de contratación pública y dar más importancia a la inversión que se debe hacer a lo largo de todo el ciclo de vida de una obra o activo. En este sentido, el Congreso de Diputados tramitó un proyecto de ley de transposición de las Directivas europeas 2014/24/UE y 2014/13/UE sobre contratación pública. Esta ley se completó con el Decreto-ley 3/2016, de 31 de mayo de 2016, de medidas urgentes de contratación pública, en virtud de las competencias que tiene atribuidas la Generalitat de Catalunya, introduciendo importantes novedades en la legislación existente citada anteriormente (Ley catalana 3/2007 y TRLCSF).

Es la transposición de esta normativa europea la que permite dar cobertura a la Directiva de la UE, que prevé que, en los contratos públicos de obra y en concursos de proyectos, **los estados miembros puedan exigir el uso de herramientas electrónicas específicas como herramientas de diseño electrónico de edificios o herramientas similares** o, en relación a las especificaciones técnicas, puede requerir un proceso o método específico de producción **incluyéndolo, según corresponda, en el Pliego de Cláusulas Administrativas o en el Pliego de Prescripciones Técnicas.**

Así lo entiende la Ley 9/2017, de 8 de noviembre de contratos del sector público, que lo incorpora en el apartado 6 de la disposición adicional decimoquinta, titulada *“Normas relativas a los medios de comunicación utilizables en los procedimientos que regula esta ley”* y que, además, también explicita que, cuando así se haga *“se ofrecerán medios de acceso alternativos según lo dispuesto en el apartado 7 de esta disposición adicional hasta el momento en que esta herramientas sean generalmente disponibles para los operadores económicos”*. De lo que se desprende la conveniencia de utilizar formatos abiertos y herramientas accesibles para garantizar este requisito.

Por tanto, sea por la inclusión en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares o bien, en el Pliego de Prescripciones Técnicas, **se entiende que la exigencia del uso de la metodología BIM en un contrato de diseño o construcción de obra se puede implementar sin necesidad de modificar el marco legislativo aplicable y sin que se pueda considerar discriminatoria.**

⁹ Informe realizado por el *Departament d’Afers i Relacions Institucionals i Exteriors i Transparència de la Generalitat de Catalunya*.

Comisión Construimos el Futuro

A partir de estas adaptaciones del marco legal, la Generalitat de Catalunya ha aprobado dos iniciativas que inciden en la exigencia de la metodología BIM en sus licitaciones:

- Acuerdo de Gobierno de 11 de diciembre de 2018. Fija la obligatoriedad de que todas las licitaciones de obras incluyan la utilización de la metodología BIM ya sea en obras de primer establecimiento, de rehabilitación, o restauración, que tengan un valor estimado superior al establecido en los contratos sujetos a regulación armonizada. También especifica que todas las licitaciones de contratos de servicios para la redacción de proyectos, si están vinculados con una obra definida en el punto anterior, deben incluir la utilización de la metodología BIM en las mismas condiciones.
- Acuerdo de Gobierno de 11 de junio de 2019. Determina como objetivo para 2020, que todos los contratos incorporen elementos de innovación en sus procesos de licitación, y para conseguirlo, la dirección general de Contratación Pública ha elaborado una *Guía para la compra pública de innovación (CPI)*, un documento que aporta pautas y recomendaciones orientadas a facilitar los organismos de contratación la tarea de incorporar la innovación en los procedimientos de licitación. Entre los contratos afectados se especifica *“el diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de edificios, mediante el uso de metodologías de colaboración como el BIM, el LEAN y otros, en los contratos de obras y de concesiones de obras”*. Se prevé una inversión de 20 millones de euros para dar cumplimiento a este acuerdo.

Esta guía de licitación tiene como objetivo dar cumplimiento a estos acuerdos y a los mandatos fijados por el Gobierno de la Generalitat. Más allá de las dificultades que supone que la mayoría de los procedimientos administrativos de contratación de obras se configuren en fases secuenciales, donde los autores del proyecto y los que ejecutan la obra son actores distintos (hasta en los casos de proyecto y obra, donde los contratos de mantenimiento del edificio o de la obra tendrán también un adjudicatario distinto), la introducción en los pliegos de licitación particulares permite avanzar de manera inmediata e introducir la metodología BIM en el ámbito de la obra pública y privada. Esto se puede hacer a partir de tres posibilidades expuestas en el informe comentado al principio de este apartado:

- valorar el uso de la herramienta BIM como mejora adicional
- como criterio de adjudicación (criterio objetivo)
- como condición de ejecución del contrato

en función de las necesidades y en conexión con el objetivo del encargo.

En cuanto a la propiedad intelectual hay que recordar que la Ley de Propiedad Intelectual protege los proyectos, planos, maquetas y diseños de obras arquitectónicas en general, por tanto, esto incluiría los modelos de Información (que incluyen los modelos BIM) y de aquí viene la recomendación de transmitirlos solamente en formato abierto.

7 Buenas prácticas

Aunque parece existir un acuerdo general a nivel nacional y europeo sobre qué es el BIM, es cierto que en el momento de implementarlo en un proyecto a menudo aparecen dudas en relación con lo que es o no es lícito pedir a los proveedores de los distintos servicios, y cuál debe ser el comportamiento ético de los clientes.

Como conclusión de esta guía queremos recopilar una serie de buenas prácticas que o bien han sido publicadas en documentos de referencia como *Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector* (11), la propia ISO 1650 (5), o bien se derivan de conclusiones extraídas en congresos Internacionales como por ejemplo *los European BIM Summit*.

- El equipo técnico del licitador que supervise la ejecución del contrato debería tener unos conocimientos suficientes de BIM antes de pedir que sus proveedores lo implementen en el contrato. Esto es necesario para entender los procesos y especificaciones que se llevan a cabo y pueda opinar sobre los ajustes que se quiera hacer al respecto. De lo contrario los proveedores estarán formando al licitador y tendrán la impresión de que se les exige sin conocimiento de causa o sin finalidad alguna.
- Esto incluye la capacidad para revisar los entregables a través de modelos BIM evitando, tanto como sea posible, el uso de representaciones gráficas bidimensionales pues su elaboración supone un trabajo exclusivo que suele no aporta valor.
- Los archivos DWG son contenedores de información que pueden formar parte del Modelo de información, pero lo deben hacer de forma complementaria, no para duplicar lo que está explicado en los modelos.
- Es preciso que las licitaciones se basen en el intercambio de información entre agentes en formatos abiertos (imprescindible para los modelos BIM pero también extensible a otros tipos de documentación gráfica y no gráfica) como medida que ha de evitar restricciones en el acceso a la licitación en igualdad de oportunidades. También protege al licitador y a los posibles operadores o explotadores del peligro de obsolescencia de la información que comporta trabajar con formatos propietarios.
- En el caso de facilitar modelos con el propósito que los licitadores puedan analizar estudiar y valorar correctamente sus ofertas o posteriormente durante la ejecución del contrato, es importante establecer de manera clara quién tiene la autoría y la propiedad intelectual, con qué finalidades se pueden utilizar esos modelos y las responsabilidades de sus receptores.
- Es importante dar tiempo para el desarrollo del plan de ejecución BIM (PEB) del encargo y exigirlo como comprobante de la finalización del Protocolo de inicio. Al mismo tiempo habrá que requerir su actualización a medida que avance el contrato en aquellos casos en que surjan nuevas circunstancias de trabajo o se incorporen nuevos operadores al contrato.

Comisión Construimos el Futuro

- Para cualquier contrato, especialmente cuando los adjudicatarios desarrollen sus primeros encargos en metodología BIM para un Licitador, es importante que el Cliente haga un seguimiento preciso de cómo se están ejecutando el PEB y todos los protocolos que aseguran una correcta implementación de BIM, y no esperar que se obtenga el resultado final esperado sin un control periódico durante todo el proceso.
- Aunque el adjudicatario principal del contrato actúa como coordinador de BIM del encargo, hay que fiscalizar a todos los agentes que participan en el contrato, también a los colaboradores de adjudicatario principal.
- No se puede olvidar que la introducción de BIM como requerimiento en una licitación implica la obtención por parte del cliente de un proyecto/obra de mayor calidad y ejecutado con mayor eficiencia, lo cual también supone un esfuerzo adicional para los adjudicatarios. Este reconocimiento debe traducirse en una mayor inversión de tiempo (ajustándolo a plazos algo superiores a los actuales) y coste (honorarios y servicios), lo que posibilita evitar la adjudicación de contratos de construcción a la baja.
- Una buena práctica para evitar inconsistencias documentales y conseguir la fiabilidad de la información que ofrece el BIM, es establecer que los modelos tengan valor contractual por encima de otros documentos y, por tanto, sean el formato de referencia para el desarrollo y seguimiento del encargo.
- Recorrer al asesoramiento y la ayuda de consultores o colaboradores externos para supervisar la correcta ejecución de un contrato en BIM, es una buena opción en los estadios iniciales de implementación mientras el personal propio está también en proceso de capacitación. No obstante, una vez establecidos los protocolos y procesos de trabajo internos es necesario aplicarlos de la manera más autónoma posible para validarlos y ser capaces de actualizarlos en la medida que se avance en su aplicación y/o se detecten nuevas necesidades.

La aplicación de todas estas recomendaciones no exige cambios legislativos por lo que pueden aplicarse de forma inmediata.

Comisión Construimos el Futuro

Organigrama general de BIM. (del apartado 5.2)

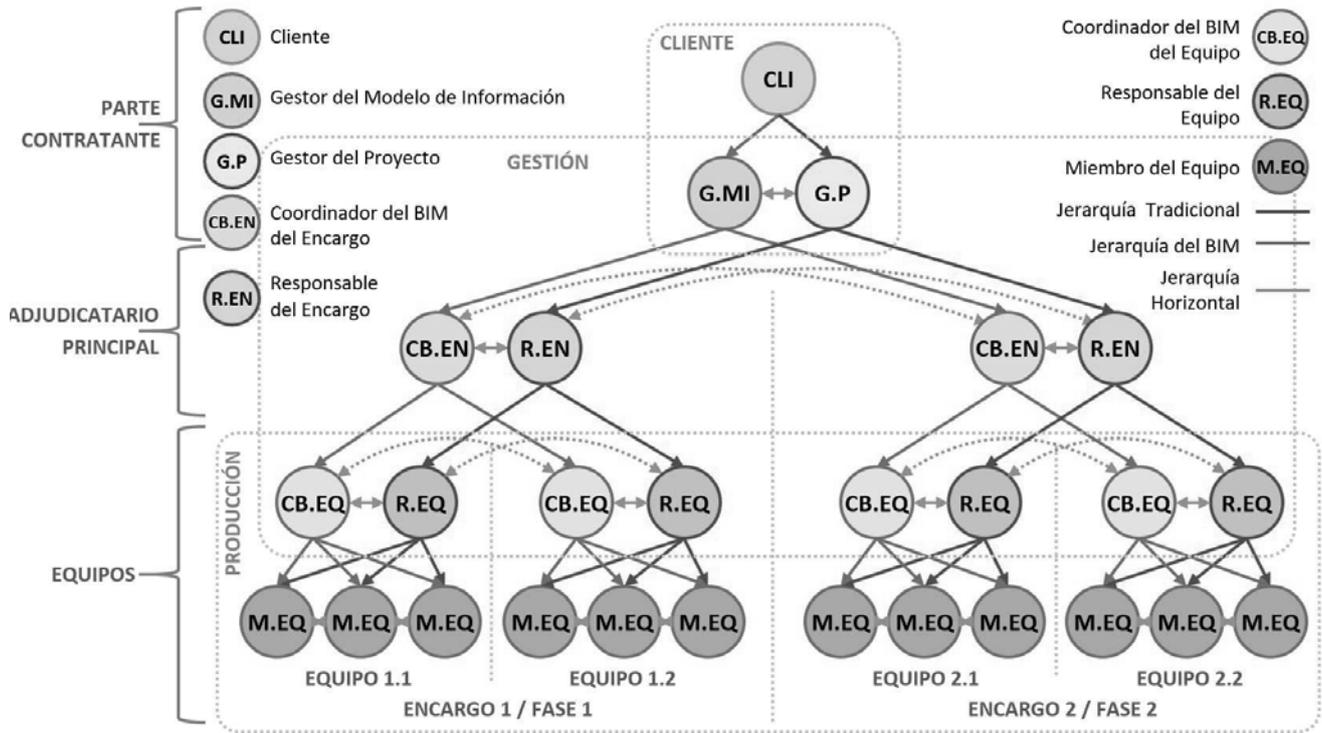


Tabla de responsabilidades y capacidades (del apartado 5.2)

Responsabilidades	Capacidades	Cliente	Adjudicatario Principal	Equipos
Protocolo de licitación				
Establecer los requisitos del proyecto relacionados con el BIM.	Experiencia en trabajos de BIM a nivel de proyecto.			
Suministro y configuración de un entorno de datos común.	Capacidad de utilizar y facilitar un entorno colaborativo.			
Contratar los proveedores de manera responsable y de acuerdo con lo que se requiere en las especificaciones redactadas.	Capacidad de entender los modelos de negocio de los agentes involucrados en el proyecto desde el punto de vista del ciclo de vida.			
Evaluar los requisitos relacionados con el BIM del encargo	Capacidad de evaluar los requisitos relacionados con el BIM del encargo.			
Protocolo de inicio				
Definir los propósitos y objetivos del BIM.	Capacidad de entender lo que necesitamos del BIM.			
Identificar y definir los agentes, así como sus responsabilidades y capacidades.	Capacidad para contratar los proveedores de manera responsable y de acuerdo con lo que se requiere en las especificaciones.			
Acordar controles de calidad.	Capacidad de entender cómo y qué elementos deben revisarse.			
Configuración Entorno común de datos (ECD).	Conocimiento en la configuración y utilización del entorno común de datos			
Planificación de la fase.	Capacidad de participar activamente en cada fase, especialmente en la fase			
Elaboración del Plan de Ejecución del BIM.	Comprensión de la parte técnica de los procesos o protocolos.			
Protocolo de coordinación				
Compartir modelos de información.	Capacidad de utilizar entornos colaborativos.			
Comprobar la calidad de los modelos antes de compartirlos.	Hábito de autocontrol del cumplimiento de los requisitos (control de			
Federar los modelos compartidos para la revisión y preparación de Sesiones de Coordinación.	Capacidad de exportar modelos nativos en formato IFC y federarse en software adecuado para la revisión de su contenido.			
Buscar incidencias, documentarlas en el gestor de incidencias y analizarlas, agruparlas y priorizarlas.	Capacidad de visualizar, validar y analizar incidencias utilizando gestores de incidencias o programas específicos para documentarlas.			
Realizar el análisis de colisiones.	Capacidad para notificar y revisar incidencias así como priorizar, empaquetar y ordenarlas usando software para el control de calidad.			
Establecer las sesiones de coordinación.	Capacidad de liderazgo y organizativa para facilitar la cooperación entre todos los equipos.			
Protocolo de diseño				
Redactar el proyecto básico y ejecutivo.	Experiencia en redacción de proyecto básico y ejecutivo utilizando software			
Desarrollar modelos de información de acuerdo con el PEB y los requisitos del	Capacidad de modelar de acuerdo con el PEB y los requisitos del proyecto			
Verificar el logro de los propósitos y objetivos acordados en el PEB.	Capacidad de analizar que la documentación entregada sea de acuerdo con los requisitos del PEB.			
Compartir modelos de información en formato propietario y abierto, y entregarlos antes del paso de cambio.	Capacidad de utilizar ECD y también de exportar modelos nativos al formato IFC.			
Protocolo de pre-construcción				
Redactar el proyecto pre-constructivo.	Experiencia en redacción de proyectos pre-constructivos utilizando			
Modificar los modelos de información originales para tener modelos con validez para la construcción.	Capacidad de modelar según los requisitos de construcción y PEB acordados.			
Modificar el PEB si es necesario en esta fase con la autorización de la parte contratante.	Conocimiento amplio de los estándares BIM y protocolos BIM.			
Proporcionar modelos de información pre-constructivos en formato abierto y	Capacidad de utilizar ECD y también de exportar modelos nativos en			
Protocolo de ejecución de la obra				
Compilar los modelos de revisión para conformar el modelo de trabajo	Capacidad de federar modelos y revisar su información para validarlos.			
Actualizar los modelos de información con la información requerida in-situ.	Hábito de actualizar in situ los modelos y revisar el resto de disciplinas.			
Hacer algunas modificaciones a la PEB si es necesario en esta fase con la autorización de la parte contratante.	Conocimiento amplio de los estándares BIM y protocolos BIM.			
Aprobar los modelos de construcción.	Capacidad de revisar modelos de información y experiencia en			
Proporcionar un modelo de información de entrega en formato nativo y abierto.	Capacidad de utilizar ECD y también de exportar modelos nativos en formato IFC.			
Protocolo de entrega				
Comprobar la compatibilidad de los modelos As-built para la siguiente fase (O & M) y redefinir si hace falta.	La capacidad de revisar los modelos de información y comprobar que el LOD y el LOI de los modelos se ajustan a los requisitos de la PEB.			
Verificar la correspondencia del inventario contratado con el entregado.	Capacidad de extraer y gestionar información de los modelos.			
Proporcionar un modelo de información de entrega en formato abierto y nativo.	Posibilidad de utilizar ECD y también exportar modelos nativos en formato IFC.			
Protocolo de operaciones y mantenimiento				
Incorporar el modelo de información de entrega al sistema de gestión de activos para obtener el modelo de información de activos.	Capacidad de federar modelos y extraer información.			
Generar el modelo de operaciones y mantenimiento a partir del modelo de información de activos con las herramientas necesarias para la parte	Capacidad de modelar según los requisitos acordados del PEB y del Facility Manager.			
Actualizar el modelo de información de activos cada vez que haya un cambio en el activo gestionado.	Posibilidad de actualizar y modelar el modelo de información en formato nativo.			

