

MANUAL DEL ESTÁNDAR BIM DE
EMACSA 
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE CÓRDOBA S.A.

Versión 01.01. Noviembre de 2024

ÍNDICE DE CONTENIDOS

MANUAL DEL ESTÁNDAR BIM DE EMACSA v01.01

Rafael F. Marín Mangas

Noviembre 2024

1. INTRODUCCIÓN.....	4	4.1.3 Levantamiento digital de activos e infraestructuras construidas.....	9
1.1 OBJETIVO DEL MANUAL BIM.....	4	4.2 ACTUALIZACIÓN DEL PEB.....	9
1.2 ALCANCE DEL MANUAL BIM.....	4	4.3 ENTREGABLES PARCIALES.....	9
1.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL MANUAL BIM.....	4	4.4 ENTREGA DEFINITIVA.....	9
1.3.1 Incorporación gradual de BIM en la contratación pública. Plan BIM de la AGE.....	4	4.4.1 Entrega y revisión de modelos BIM.....	9
1.4 OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN DE BIM EN ACTUACIONES DE EMACSA.....	4	4.4.2 Versión final del PEB.....	9
1.5 EL PROCESO BIM EN ACTUACIONES DE EMACSA.....	4	5. REQUISITOS TECNOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO DE LAS ACTUACIONES.....	9
2. ETAPA I: DEFINICIÓN DE LA ACTUACIÓN, LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN.....	5	5.1 PROGRAMAS INFORMÁTICOS.....	9
2.1 DEFINICIÓN DE LA ACTUACIÓN.....	5	5.2 ENTORNO COMÚN DE DATOS (ECD).....	10
2.2 LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN.....	5	5.3 ESTRUCTURACIÓN DEL CDE. ESPACIOS DE TRABAJO.....	10
3. ETAPA II: LANZAMIENTO DEL PROYECTO, REDACCIÓN Y APROBACIÓN DEL PEB.....	5	5.3.1 Estado “Trabajo en curso”.....	10
3.1 REUNIÓN DE LANZAMIENTO BIM.....	5	5.3.2 Estado “Compartido”.....	10
3.2 DEFINICIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES. ROLES BIM.....	5	5.3.3 Estado “Publicado”.....	10
3.2.1 Responsable de la actuación por parte de EMACSA.....	6	5.3.4 Estado “Archivado”.....	10
3.2.2 Responsable BIM de EMACSA.....	6	5.4 ORGANIZACIÓN DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO DEL ECD.....	11
3.2.3 Responsable del contrato por parte del adjudicatario.....	6	5.5 BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE LA SOLUCIÓN ECD.....	12
3.2.4 Responsable BIM del adjudicatario.....	6	6. CONTENEDORES DE INFORMACIÓN Y ENTREGABLES.....	12
3.2.5 Coordinador BIM de disciplina.....	6	6.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	12
3.2.6 Modelador(es) BIM.....	7	6.2 GESTIÓN DE LOS ENTREGABLES.....	12
3.3 VALIDACIÓN DE LOS OBJETIVOS, ACCIONES Y ENTREGABLES BIM.....	7	6.3 ENTREGABLES GENERADOS EN LAS ACTUACIONES.....	13
3.4 ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN DE LOS MODELOS.....	7	6.3.1 Modelos BIM (IFC y nativos).....	13
3.5 DEFINICIÓN DEL ENTORNO COLABORATIVO.....	7	6.3.2 Modelos 3D complementarios.....	13
3.6 REDACCIÓN Y APROBACIÓN DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB).....	8	6.3.3 PEB Y Documento de Requisitos de Información de la actuación (DRI).....	13
3.6.1 Contenido del PEB.....	8	6.3.4 Tablas de propiedades personalizadas de los activos.....	13
3.6.2 Validación y aprobación del PEB.....	8	6.3.5 Planos.....	13
4. ETAPA III: EJECUCIÓN DEL CONTRATO.....	8	6.3.6 Otros entregables basados en modelos BIM.....	13
4.1 EJECUCIÓN Y DESARROLLO BIM DE LA ACTUACIÓN.....	8	6.3.7 Informes de avance parcial.....	13
4.1.1 Fase de redacción del proyecto.....	9	7. REQUISITOS DE LOS MODELOS BIM DESARROLLADOS DURANTE LAS ACTUACIONES.....	13
4.1.2 Fase de ejecución de obras.....	9	7.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	13
		7.2 ORGANIZACIÓN DE LOS MODELOS BIM.....	13
		7.2.1 Modelos básicos por disciplina.....	13
		7.2.2 Subdivisión de las disciplinas.....	14
		7.3 PROTOCOLO DE NOMENCLATURA.....	14
		7.4 PRINCIPIOS GENERALES DE MODELADO BIM.....	14
		7.4.1 Consideraciones generales.....	14

- 7.4.2 Posición, orientación y coordenadas de referencia14
- 7.4.3 Integridad espacial.....15
- 7.4.4 Integridad dimensional15
- 7.4.5 Criterios generales de modelado15
- 7.5 NIVEL DE DEFINICIÓN DE LOS MODELOS BIM 16
- 7.6 NIVEL DE DESARROLLO DE OBJETOS BIM 16
 - 7.6.1 Nivel de detalle geométrico de objetos16
 - 7.6.2 Nivel de información de objetos.....16
- 7.7 PROCESOS, SUBPROCESOS Y SISTEMAS BIM EN LAS ACTUACIONES DE EMACSA 17
- 7.8 ESPECIFICACIONES DE LOS MODELOS BIM EN FORMATO IFC 17
 - 7.8.1 Requisitos generales17
 - 7.8.2 Especificaciones de formato.....17
 - 7.8.3 Árbol IFC. Propiedades IFC de Proyecto, Sitio/Propiedad, Edificio y Nivel/Planta.....17
 - 7.8.4 Diccionario de equivalencia de Entidades IFC18
 - 7.8.5 Sistema de clasificación de objetos del sector del agua: *AeasBIMClass.v01*19
 - 7.8.6 Listado de propiedades personalizadas para las Entidades IFC del sector del agua19
 - 7.8.7 Conjuntos personalizados de propiedades de las Entidades IFC del sector del agua20
 - 7.8.8 Sistema de clasificación general de objetos *GuBIMClass*.....20
- 8. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD.....20
 - 8.1 ASEGURAMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DE LA ACTUACIÓN 20
 - 8.2 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD..... 20
 - 8.2.1 CONTROL DE CALIDAD DEL MODELO20
 - 8.2.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS.....21
- 9. RELACIÓN DE ANEXOS AL MANUAL.....21
- 10.REFERENCIAS.....22

CONTROL DE REVISIONES

MANUAL DEL ESTÁNDAR BIM DE EMACSA v01.01

El Manual BIM de EMACSA podrá ser objeto de revisiones mayores (relativas a cambios en su articulado) y/o menores (cuando se modifiquen los anexos que lo acompañan).

Las revisiones mayores se registran en los dos primeros dígitos del identificador de versión (ID versión) y las menores en los dos siguientes.

ID VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
01.00	19/01/2024	Versión inicial del Manual
01.01	25/11/2024	Se incluye nota informativa uso de Anexos y se corrigen erratas en la relación de los mismos
-	-	-

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO DEL MANUAL BIM

El Manual BIM de la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A. establece las directrices generales a las que deberán ajustarse las actuaciones contratadas por EMACSA en el ámbito de la ingeniería y de la construcción para las cuales se determine la aplicación de la metodología BIM.

Pretende estandarizar la información contenida en los modelos y asegurar el intercambio y la interoperabilidad de la información generada y entregada a EMACSA. El Manual ayudará a los consultores a producir modelos BIM consistentes con el formato, la apariencia y el contenido estándar de la empresa.

1.2 ALCANCE DEL MANUAL BIM

Este documento recoge los principales objetivos y los requisitos a considerar en el desarrollo BIM de activos e infraestructuras de saneamiento o abastecimiento de agua. No obstante, el Plan de Ejecución BIM (PEB) podrá determinar de manera pormenorizada cómo lograr los anteriores en cada actuación concreta.

Ninguno de estos documentos sustituirá la efectiva comunicación entre las partes intervinientes y EMACSA. Se recomienda encarecidamente consultar a la persona responsable BIM de EMACSA siempre que surja alguna cuestión o se requiera alguna aclaración o directriz este Manual o el PEB.

1.3 ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL MANUAL BIM

El Manual BIM se aplicará en todas las fases del ciclo de vida de los activos e infraestructuras de saneamiento o abastecimiento de agua propiedad de o gestionados por EMACSA (EDAR, EBAR, ETAP, depósitos, etc.) para los cuales así lo determine su Pliego de Prescripciones Técnicas, a los que acompañará, sin importar su tamaño, extensión o su presupuesto de ejecución material.

1.3.1 Incorporación gradual de BIM en la contratación pública. Plan BIM de la AGE

El *Plan BIM en la contratación pública* tiene naturaleza de instrucción interna obligatoria para los órganos de contratación de la Administración General del Estado y sus organismos dependientes, y naturaleza de recomendación para los órganos de contratación del resto de entidades del sector público estatal.

Umbral del valor estimado del contrato	Fecha de solicitud obligatoria			
	1 Abril 2024	1 Octubre 2025	1 Octubre 2027	1 Abril 2030
Igual o superior a 5.538.000 €*	Nivel inicial	Nivel medio	Nivel avanzado	Nivel integrado
Inferior a 5.538.000 €* e igual o superior a 2.000.000 €	Nivel recomendado inicial	Nivel inicial	Nivel medio	Nivel avanzado

* Cuantía actualizada aplicable a partir del 1 de enero de 2024.

Fig. 01. Calendario de incorporación gradual de BIM en la contratación pública de la AGE

1.4 OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN DE BIM EN ACTUACIONES DE EMACSA

Basados en los objetivos y usos BIM de la *BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0* de la Universidad de Pensilvania y en el *Manual BIM de la Agencia Catalana del Agua*, los objetivos transversales generales que EMACSA pretende alcanzar mediante la aplicación de BIM al desarrollo, ejecución y gestión de las actuaciones sobre sus activos son:

1. Generar la visualización de la información 2D y 3D relativa a los activos y a las actuaciones
2. Facilitar la interpretación, la coordinación espacial y el cumplimiento funcional de la actuación
3. Mejorar la comunicación entre los agentes implicados en la actuación
4. Permitir la correcta transferencia de información entre fases de la actuación
5. Disponer de información estructurada que facilite la toma de decisiones
6. Estimar y controlar el presupuesto de las actuaciones a lo largo del ciclo de vida del activo
7. Garantizar la adecuada ejecución del activo
8. Incorporar criterios de sostenibilidad a lo largo de la vida útil del activo
9. Controlar la seguridad y salud durante la ejecución de las obras y la prevención de riesgos laborales en fase de operación y mantenimiento

Los objetivos, las acciones que cabe desarrollar y los entregables específicos de cada actuación dependerán de sus características generales, así como de la fase y marco contractual en que se desarrollen y deberán ser reflejados en el Plan de Ejecución BIM, según su orden de prioridad.

En el *ANEXO 01 Objetivos, acciones, usos y entregables BIM* se recoge la definición detallada de estos objetivos específicos, acciones, usos y entregables BIM para los tipos de actuaciones principales, así como la descripción de los usos básicos aplicables a los modelos BIM generados.

1.5 EL PROCESO BIM EN ACTUACIONES DE EMACSA

Se fundamenta en la generación del modelo virtual tridimensional basado en objetos de un activo, con el objetivo de optimizar su definición, gestionar y simular su construcción, así como la posterior operación y mantenimiento, previamente a su ejecución real o evolucionando en paralelo.

El Manual describe el proceso al que debe ceñirse toda actuación a fin de conseguir una correcta aplicación de la metodología BIM en el desarrollo de modelos tanto para la redacción de proyectos como para la ejecución de obras y sus contratos asociados.

El modelo de proceso BIM en EMACSA, organización sujeta a la *Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público*, se estructura en tres etapas:

- **Etapa I:** licitación, adjudicación y firma del contrato.
- **Etapa II:** desarrollo del PEB y aprobación de este por las partes.
- **Etapa III:** desarrollo del contrato.

		Actividades ejecutadas en el contrato						
		Etapa I	Etapa II	Etapa III				
Inicio de la actuación		Definición de la actuación, licitación y contratación del adjudicatario	Redacción y aprobación del PEB	Producción colaborativa y entrega de información	Fin de la actuación			
	Fases	1. Definición de la actuación Requisitos de la actuación Establecimiento de objetivos BIM	Fases	3. Reunión de lanzamiento Validación de los objetivos Estructura de la información Desarrollo del PEB			Fases	5. Ejecución de la actuación Desarrollo del contrato Aplicación de usos BIM Generación de entregables
		2. Contratación Licitación de la actuación Adjudicación del contrato		4. Entrega y aprobación inicial PEB Verificación de la información Aprobación por parte de EMACSA				6. Entrega final Verificación de la información Aprobación final por todos los agentes
			PEB modelo	PEB inicial			Entregables definitivos	
Mejora del modelo BIM por el equipo de producción de cada contrato								
Fase de desarrollo							Sig. fase	

Fig. 02. Estructura en etapas del proceso BIM. Fuente: Manual BIM de l'Agència Catalana de l'Aigua

2. ETAPA I: DEFINICIÓN DE LA ACTUACIÓN, LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN

2.1 DEFINICIÓN DE LA ACTUACIÓN

Con carácter previo a la publicación de la licitación EMACSA definirá los objetivos BIM del proyecto, con sus requisitos asociados, de entre los enumerados en el punto 1.4 *Objetivos de la aplicación BIM* y definidos, asimismo, en el ANEXO 01. *Objetivos, acciones, usos y entregables BIM* de este Manual.

En caso de que debido a la naturaleza y características de la actuación se considere necesario establecer otros nuevos o matizar los existentes, EMACSA los reflejará en la documentación contractual.

2.2 LICITACIÓN Y CONTRATACIÓN

Los requisitos y objetivos BIM previamente definidos formarán parte de la documentación de las licitaciones, integrándose en sus respectivos Pliegos de Prescripciones Técnicas.

Al presentar sus ofertas, las empresas licitadoras se comprometen implícitamente a observar los objetivos definidos, a desarrollar el Plan de Ejecución BIM (PEB) y los modelos BIM conforme a lo establecido en este Manual, así como a contar con los medios técnicos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para tal fin, lo que rubricarán a la firma del contrato.

Asimismo, el adjudicatario deberá consignar a un responsable BIM del contrato que ejercerá las funciones de interlocutor válido por parte de aquel con la persona responsable BIM de EMACSA.

3. ETAPA II: LANZAMIENTO DEL PROYECTO, REDACCIÓN Y APROBACIÓN DEL PEB

Una vez adjudicado y formalizado el contrato y previamente a su ejecución deberán ejecutarse las actividades que se recogen en los siguientes epígrafes, las cuales definirán las bases para la redacción del Plan de Ejecución BIM (PEB) por parte del contratista adjudicatario.

3.1 REUNIÓN DE LANZAMIENTO BIM

La persona responsable BIM de EMACSA convocará la *reunión de lanzamiento BIM*, que podrá integrarse en la de lanzamiento del contrato, donde expondrá los aspectos fundamentales de la aplicación de la metodología BIM a la actuación con el objetivo de alcanzar una comprensión compartida de:

- Los objetivos BIM que se pretenden alcanzar para el contrato.
- Los usos BIM necesarios para conseguir dichos objetivos BIM.
- El reparto de roles y responsabilidades necesarios para el adecuado desarrollo de la actuación.
- Los entregables esperados.
- El software que se utilizará, asociado a los usos previstos.
- El entorno colaborativo establecido por EMACSA que permitirá coordinar, compartir y facilitar el acceso a la información a todas las partes interesadas.
- Las especificaciones que deberán cumplir los modelos y los requisitos de información necesarios de acuerdo con las singularidades de la actuación.
- La plantilla del Plan de Ejecución BIM (PEB).
- Los hitos principales de la actuación.

En esta reunión, las partes interesadas podrán plantear sus propias propuestas, razonablemente justificadas, que podrán ser atendidas en la medida en que la persona responsable BIM de EMACSA las considere adecuadas para el mejor desarrollo del contrato.

Al cierre de la reunión, se deberá acordar la fecha de entrega del PEB inicial por parte del adjudicatario del contrato.

La persona responsable BIM de EMACSA levantará acta de los acuerdos y decisiones adoptados en la reunión de lanzamiento de la cual extenderá copia a cada una de las partes interesadas.

En el plazo que transcurra entre la reunión de lanzamiento y la entrega del PEB podrán fijarse, a propuesta de la persona responsable BIM del adjudicatario, tantas reuniones entre las partes resulten precisas para la definición precisa de dicho documento.

3.2 DEFINICIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES. ROLES BIM

El trabajo bajo metodología BIM requiere de una precisa de definición de roles, asignando funciones específicas a personas que cuenten con habilidad o conocimientos suficientes para su desempeño.

La relación de roles BIM podrá adecuarse a las características específicas del proyecto, tratándose de adoptar siempre la configuración más eficiente. En ocasiones, una misma persona podrá asumir más de una función. En otras, debido al alto nivel de especialización requerido, una determinada función solo podrá llevarse a cabo por un especialista en un determinado campo.

La persona responsable BIM del adjudicatario establecerá tanto los roles BIM como su relación de dependencia y el flujo de información que se seguirá entre ellos, acordando los procesos de gestión, definición, producción y/o transferencia de información relacionada con la elaboración de los modelos y

de sus entregables, tanto desde el punto de vista de las pautas de trabajo como de la documentación y entregables de referencia.

Los roles BIM, sus funciones y responsabilidades asociadas, así como la asignación de aquellos a personas concretas quedarán reflejados en el PEB, junto con los datos de contacto de cada uno de aquellos.

En general, los contratos licitados por EMACSA deberán contar con los siguientes roles BIM:

3.2.1 Responsable de la actuación por parte de EMACSA

Es la persona responsable de la gestión del contrato por parte de EMACSA. Sus funciones son:

- Vela por el cumplimiento de los compromisos contractuales por parte del adjudicatario y da seguimiento a las tareas desarrolladas por aquel.
- Valida algunos entregables BIM, en colaboración con la persona responsable BIM de EMACSA.

3.2.2 Responsable BIM de EMACSA

Es la persona responsable de establecer los requisitos BIM de EMACSA y de asegurar su cumplimiento por parte de los adjudicatarios. Debe llevar a cabo las siguientes funciones:

- Realiza el seguimiento de los aspectos técnicos del desarrollo de los modelos BIM y de su contenido, procediendo a su auditoría y validación.
- Vela por que los adjudicatarios cumplan con los requisitos BIM.
- Es el máximo responsable de que los entregables BIM de los contratistas cumplan con los requisitos de información de EMACSA establecidos en este Manual.
- Interpreta y aclara el contenido de este Manual, en caso de que las partes intervinientes planteen dudas o la necesidad de recibir alguna aclaración.
- Con el fin de asegurar lo anterior, podrá prestar asistencia técnica a los contratistas dentro de sus posibilidades y capacidades BIM, si aquellos así lo requieren.

En el caso de actuaciones que tengan por objeto el levantamiento y modelado BIM de infraestructuras y activos construidos, el responsable BIM de EMACSA podrá ejercer asimismo el rol de responsable de la actuación por parte de aquella.

3.2.3 Responsable del contrato por parte del adjudicatario

Es la persona que representa de manera formal a la empresa adjudicataria encargada de los trabajos.

Se responsabiliza, junto con el resto de su equipo, de las tareas de aprobación y de verificación que realicen los responsables BIM.

3.2.4 Responsable BIM del adjudicatario

Es quien realizará las funciones de interlocución ante los representantes de EMACSA en todos los aspectos relacionados con el proceso BIM, siendo responsable de las actividades basadas en modelos BIM en cada fase del contrato.

Deberá contar con los conocimientos técnicos y de gestión adecuados a los objetivos y a la complejidad del contrato. Sus funciones, como mínimo, serán las siguientes:

3.2.4.1 En contratos de levantamiento digital de activos construidos

- o Desarrollar el PEB y ajustarse a sus especificaciones durante el desarrollo del contrato.
- o Ejecutar los modelos BIM con el nivel de definición establecido en este Manual.
- o Atender a las indicaciones proporcionadas por el responsable BIM de EMACSA en lo referente a la calidad de los modelos y de la información contenida en ellos.
- o Entregar la información en los formatos prescritos.

3.2.4.2 En contratos de redacción de proyectos y ejecución de obras

- o Desarrollar el PEB, asegurar su cumplimiento y actualizarlo cuando resulte preciso.
- o Garantizar la aplicación y el cumplimiento del Manual BIM durante la duración del contrato.
- o Gestionar y mantener la creación de los contenidos BIM del contrato.
- o Coordinar y dirigir las reuniones con los representantes BIM de los agentes participantes.
- o Garantizar la idoneidad de del entorno tecnológico implementado, incluyendo la prescripción de los programas, de la maquinaria y de la red estructurada.
- o Gestionar los procesos de coordinación y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de los conflictos detectados.
- o Garantizar la exportación y extracción de datos de los modelos actualizados, de acuerdo con los requisitos de cada uso BIM específico.
- o Asegurar que las transferencias de información y los entregables se realizan en los formatos prescritos.

3.2.4.3 En contratos de dirección de obras

- o Participar en el desarrollo y validación/aprobación del PEB, así como en su actualización.
- o Verificar el cumplimiento del PEB aprobado.
- o Verificar la aplicación y el cumplimiento del Manual BIM en el contrato.
- o Participar en las reuniones con los representantes BIM de los agentes.
- o Verificar los procesos de coordinación y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de conflictos detectados.
- o Verificar y validar las transferencias de información y los entregables.

Estas funciones podrán ser asumidas por la persona responsable del contrato por parte del adjudicatario, previa acreditación de las competencias BIM necesarias, y en todo caso en aquellos contratos que tengan por objeto la digitalización de infraestructuras y activos ya construidos.

3.2.5 Coordinador BIM de disciplina

Persona responsable BIM de su disciplina, deberá tener experiencia BIM en dicha disciplina u oficio y en la coordinación de su equipo con el resto en un entorno colaborativo de trabajo.

Sus funciones mínimas son:

- Gestionar la generación del modelo relacionado con su disciplina técnica.
- Solucionar los problemas de su equipo relacionados con los aspectos BIM del contrato.
- Asesorar al equipo en el uso de las herramientas BIM necesarias.
- Crear el contenido BIM específico de su disciplina.
- Exportar el modelo de disciplina, de acuerdo con los requisitos establecidos, para su coordinación o integración con los del resto de disciplinas.
- Realizar el control de calidad y la resolución de las colisiones específicas de su disciplina, así como asistir a las reuniones de coordinación que se celebren al efecto.
- Elaborar los entregables propios de su disciplina de acuerdo con los formatos prescritos.

Estas funciones podrán ser asumidas por los responsables de disciplina del contrato, acreditando las competencias BIM necesarias.

3.2.6 Modelador(es) BIM

Son los responsables de la generación de los modelos BIM conforme a los criterios recogidos en el PEB.

Sus funciones serán, como mínimo, las siguientes:

- Generar, empleando herramientas informáticas de modelado BIM, aquellos modelos o partes de estos que sean su responsabilidad.
- Proporcionar información a los responsables y modeladores de su disciplina y del resto.
- Exportar el modelo 2D.
- Creación de visualizaciones en 3D.
- Coordinar constantemente y con precisión su trabajo con el resto del equipo y agentes intervinientes.

3.3 VALIDACIÓN DE LOS OBJETIVOS, ACCIONES Y ENTREGABLES BIM

La persona responsable BIM por parte del adjudicatario, en atención a las determinaciones del *ANEXO 01. Objetivos, acciones, usos y entregables BIM*, deberá:

- Validar los objetivos y acciones BIM específicas para la actuación, teniendo en cuenta su tipología y sus características. Los adjudicatarios podrán proponer otros objetivos y/o acciones BIM que quieran conseguir o aplicar.
- Especificar los entregables requeridos y esperados para cada acción BIM.
- Especificar los usos de los modelos que se aplicarán para la realización de los entregables.
- Fechar los hitos principales de entrega de acuerdo con la planificación general de la actuación.

El resultado de este trabajo se reflejará en la tabla del mencionado *ANEXO 01. Objetivos, acciones, usos y entregables BIM* y se hará constar en el BEP, adquiriendo carácter contractual.

3.4 ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN DE LOS MODELOS

De conformidad con los objetivos y las características de la actuación, así como la fase y el tipo de contrato, la persona responsable BIM del adjudicatario definirá en detalle la estructura de la información de los modelos con los siguientes pasos:

1. Validar y enumerar el listado de modelos que cabe utilizar durante el desarrollo de la actuación, a partir de los tipos de modelo definidos por EMACSA en el apartado *7.3.1 Modelos y disciplinas* de este Manual.
2. Definir los responsables de la generación y gestión de la información de cada modelo, especialmente en los casos de redacción de proyectos donde participen más de una empresa o equipo de disciplina, o en obras en las que concurren más de un contratista o subcontratista que desarrollen modelos BIM.
3. Establecer los objetos que se incluirán en cada uno de los modelos, clasificados conforme al Sistema de Clasificación BIM de Aeas (AeasBIMClass.v01) o GuBIMClass v.1.2, según proceda, y las pautas generales de contenidos y niveles de definición establecidos en el apartado *7.5 Nivel de definición de los modelos BIM* de este manual.
4. Validar las propiedades de las que quepa informar los modelos, objetos y/o activos de la actuación, de acuerdo con el *Anexo 09. Conjuntos de propiedades IFC personalizadas en las actuaciones de EMACSA* y fijar, en su caso, las propiedades adicionales que sean necesarias para la aplicación de los usos BIM definidos.
5. Acordar la configuración de los modelos BIM en cuanto a coordenadas, referencias, procesos y subprocesos que se habrán de emplear.
6. Acordar el protocolo de nomenclatura que defina las normas de denominación y de codificación de las propiedades de los objetos del modelo BIM para garantizar la correcta comunicación entre los agentes y facilitar la gestión de los modelos y de los entregables de la actuación.
7. Acordar los criterios que se han de aplicar para el aseguramiento de la calidad de los modelos BIM generados durante la actuación.

3.5 DEFINICIÓN DEL ENTORNO COLABORATIVO

EMACSA pondrá a disposición de los equipos de cada actuación una plataforma tecnológica para el almacenaje e intercambio de información, o Entorno Común de Datos (ECD), a fin de dar soporte en la producción colaborativa de los modelos y el intercambio de información, de acuerdo con el apartado *5.2 Entorno Común de Datos*.

Una vez celebrada la reunión de lanzamiento BIM, los informáticos de EMACSA darán acceso y asignarán los perfiles de usuario. El adjudicatario podrá proponer mejoras operativas que permitan facilitar los trabajos e incrementar la eficiencia, que deberán ser aprobadas expresamente por la persona responsable BIM de EMACSA.

El equipo BIM del adjudicatario, con su responsable a la cabeza, deberá:

- Verificar que tiene acceso y puede visualizar toda la estructura de carpetas y archivos, según los roles asignados para la actuación.

- Seguir los procedimientos establecidos en este Manual y en el BEP y compartir con regularidad los modelos de información generados entre todos los agentes que intervienen en el desarrollo de la información.
- Acordar los procedimientos y términos para la revisión previa de los entregables parciales o finales y la necesidad de mantener reuniones de coordinación.

En caso de que se plantee necesaria la migración a un nuevo ECD, el adjudicatario pondrá los medios necesarios para dar soporte a la migración, tanto si se produce en el plazo de ejecución del contrato como en el periodo de garantía de los trabajos.

3.6 REDACCIÓN Y APROBACIÓN DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB)

La redacción inicial del PEB partirá de los objetivos y usos BIM establecidos en el contrato, correspondiendo al responsable BIM del adjudicatario. Recogerá las conclusiones de la reunión de inicio de la actuación, así como los demás aspectos tratados y las determinaciones que se vayan adoptando fruto de las actividades propias de esta Etapa II.

Se adaptará a la plantilla facilitada por EMACSA, respetando y cumpliendo todos los apartados referenciados y sus anexos. Se podrá completar incluyendo nuevos apartados en caso de que el redactor lo considere necesario si bien cualquier modificación sobre lo establecido en la plantilla del PEB deberá ser aprobada por la persona responsable BIM de EMACSA.

Esta etapa finaliza con la aprobación inicial por parte de EMACSA del PEB propuesto por el adjudicatario, previa verificación del cumplimiento de las especificaciones contenidas en el presente Manual.

No obstante, PEB experimentará una lógica evolución durante el desarrollo del contrato y deberá ir actualizándose por las partes implicadas hasta su versión final que será entregada junto con la entrega final del modelo o modelos BIM propios de la actuación.

3.6.1 Contenido del PEB

En cuanto a su contenido, el PEB correspondiente deberá recoger, como mínimo:

1. **Objetivo, alcance y control de revisiones del PEB:** que recogerán las principales características del Plan de Ejecución BIM como documento de aplicación al desarrollo de la actuación, con especial atención al registro de revisiones, de carácter mayor y menor, de las que este es objeto.
2. **Identificación de la actuación:** descripción y características de la actuación sobre la cual se aplicará la metodología de trabajo BIM, así como la previsión de hitos
3. **Objetivos, acciones, usos y entregables:** los objetivos específicos que se establecen para la actuación, la definición de las acciones y de los usos del modelo para conseguirlos, así como los entregables que se han de producir al efecto y las fechas o periodicidad de entrega, de conformidad con el *ANEXO 01. Objetivos, acciones, usos y entregables BIM* de este Manual.
4. **Agentes:** una enumeración de los que se consideren necesarios para el desarrollo de la actuación, con la correspondiente asignación de funciones y responsabilidades (roles BIM).

5. **Características de la información:** definición de la estructura de la información BIM, detallando los modelos y objetos que se deben generar a lo largo de la actuación y las propiedades que deberán contener, así como el/los programas informáticos que se utilizarán para ello y su versión utilizada.
6. **Trabajo colaborativo:** las pautas para trabajar en un entorno colaborativo que permita almacenar y compartir la información generada durante todo el proceso, así como las características tanto del espacio físico como de la plataforma tecnológica que facilite la colaboración entre los agentes (ECD), con indicación de la estructura de carpetas y subcarpetas que se crearán en aquel.
7. **Herramientas (software):** se consensuarán, en función de los objetivos, acciones, usos y entregables BIM del contrato, las herramientas de software para dar respuesta a aquellos, así como su versión. En todo caso deberán ser compatibles con IFC4.
8. **Aseguramiento y control de calidad:** el proceso de aseguramiento y de control de la calidad que se seguirá durante toda la duración del desarrollo del contrato.
9. **Entregables:** el PEB deberá datar una serie de hitos mínimos que ocurrirán en el transcurso de la ejecución de la actuación, los cuales quedan definidos en el apartado *4.1 Ejecución y desarrollo BIM de la actuación*.

3.6.2 Validación y aprobación del PEB

Una vez redactado, el PEB se presentará para su validación por parte de la persona responsable BIM de EMACSA, de acuerdo con los términos fijados en las bases BIM de la actuación:

- **En fase de proyecto o en contratos de levantamiento digital de activos:** se presentará al técnico responsable de EMACSA, a partir del estudio de alternativas.
- **En fase de obra:** se presentará al responsable de la Dirección Facultativa, y una vez validado por este, al técnico responsable de EMACSA, durante el primer mes de la reunión de lanzamiento BIM y/o el acta de replanteo de las obras.

4. ETAPA III: EJECUCIÓN DEL CONTRATO

Supone el inicio y el desarrollo de las actuaciones licitadas, implicando las entregas parciales previstas en el PEB y, por último, la entrega final de la información correspondiente a la totalidad de la actuación.

4.1 EJECUCIÓN Y DESARROLLO BIM DE LA ACTUACIÓN

El desarrollo de la actuación permitirá ir validando la aplicación de los usos BIM. Con este fin, además, se celebrarán las reuniones de seguimiento y coordinación BIM que se estimen convenientes

Con el objetivo de dar seguimiento y supervisión a la elaboración de la documentación asociada a la actuación, se planteará una serie de hitos BIM mínimos que, sin ser un listado limitativo, se incluirán en el PEB en las que se producirán entregas parciales de dicha documentación.

En función de la fase o del tipo de contrato que se desarrolle, se deberá prestar especial atención a una serie de aspectos clave los cuales se definen a continuación.

4.1.1 Fase de redacción del proyecto

- Presentación y aprobación del PEB, una vez se disponga del Estudio de alternativas validado que concreta el emplazamiento y tratamiento de los activos.
- Desarrollo del modelo o de los modelos BIM provisionales, liberados periódicamente para su control y revisión por parte de EMACSA.
- Entrega final del modelo BIM revisado definitivo, cuyo cumplimiento de los requisitos establecidos en el DRIA de EMACSA será verificada por la persona responsable BIM de EMACSA, junto con la demás documentación requerida.
- Entrega de la documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos BIM de la actuación por parte del redactor del proyecto.

4.1.2 Fase de ejecución de obras

- Presentación y aprobación del PEB para fase de obra.
- Adaptación o generación del modelo BIM *"as built"* de obra civil.
- Adaptación o generación del modelo BIM *"as built"* de las distintas disciplinas, según la estructura y criterios definidos en el presente Manual BIM.
- Verificación in situ de los modelos BIM de obra ejecutada, por parte de la persona responsable del adjudicatario, de los técnicos de EMACSA y de su persona responsable BIM.
- Entrega final de los modelos BIM y de los entregables asociados, que deberán cumplir los requisitos BIM establecidos en el PEB y serán validados por la dirección de obra, así como informe de cumplimiento de la metodología BIM en la ejecución por parte de la dirección de obra.

4.1.3 Levantamiento digital de activos e infraestructuras construidas

- Presentación y aprobación del PEB.
- Desarrollo del modelo o de los modelos BIM provisionales, liberados periódicamente para su control y revisión por parte de EMACSA.
- Entrega final del modelo BIM revisado definitivo, cuyo cumplimiento de los requisitos establecidos en el Manual BIM de EMACSA y el PEB de la actuación será verificada por la persona responsable BIM de EMACSA.
- Entrega de la documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos BIM de la actuación por parte del redactor del proyecto.

4.2 ACTUALIZACIÓN DEL PEB

El PEB se actualizará, como mínimo, en cada cambio de fase o contrato que se produzca durante el desarrollo de la actuación o cuando así se requiera durante el desarrollo del proyecto y de la obra. De esta función se encargará el responsable BIM del adjudicatario.

Las actualizaciones del PEB serán acordadas entre todos los agentes implicados y habrán de contar con la aprobación de la persona responsable del equipo de la actuación y la posterior verificación y aprobación de la persona responsable BIM de EMACSA.

4.3 ENTREGABLES PARCIALES

El responsable del equipo de la actuación velará por que los entregables parciales recogidos en el PEB se presenten en los términos previstos, de acuerdo con los objetivos y usos BIM definidos para la actuación en cuestión.

Las entregas parciales se acompañarán con el informe de avance detallado en el punto *6.3.7 Informes de avance parcial*.

4.4 ENTREGA DEFINITIVA

4.4.1 Entrega y revisión de modelos BIM

Una vez entregado el documento completo correspondiente al proyecto constructivo, al proyecto de obra ejecutada o al levantamiento digital de activos EMACSA dispondrá del plazo correspondiente para realizar las revisiones finales y, en su caso, su posterior corrección por parte del adjudicatario.

Desde el momento en que el adjudicatario reciba la aprobación por parte de EMACSA, procederá a realizar la entrega definitiva. La persona responsable transferirá toda la información relacionada con el PEB, junto el resto de los documentos para el cumplimiento contractual, a la carpeta de entrega definida por EMACSA en el Entorno Común de Datos.

Los archivos se estructurarán siguiendo estrictamente la estructura de carpetas indicada en el documento de Normas de redacción de proyectos y solo se comprimirán cuando resulte imprescindible.

4.4.2 Versión final del PEB

Los modelos finales entregados irán acompañados de la versión final del PEB, que recogerá la información necesaria para garantizar el cumplimiento de los requisitos BIM de la actuación y para facilitar la correcta comprensión, análisis, gestión y utilización del modelo BIM entregado a los agentes de fases posteriores.

El PEB definitivo deberá recibir la aprobación de la persona responsable BIM de EMACSA.

5. REQUISITOS TECNOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO DE LAS ACTUACIONES

5.1 PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Al comienzo del contrato, los agentes intervinientes consensuarán las soluciones de software necesarios para poder aplicar los usos BIM a fin de conseguir los objetivos establecidos y así generar los entregables requeridos contractualmente. El ecosistema de soluciones escogido quedará consignado en el PEB.

En general, se prevé el uso de software para generación de modelos de obra no lineal (edificación) y lineal (conducciones), según el tipo de actuación, de coordinación y detección de interferencias, de extracción de presupuestos, de programación de obra y de visores IFC, entre otros.

En todo caso, el software de modelado BIM deberá garantizar la exportación y utilización del formato de intercambio interoperable IFC en la versión vigente en el momento del comienzo del contrato.

5.2 ENTORNO COMÚN DE DATOS (ECD)

La ISO 19650 define el Entorno Común de Datos (ECD) como una fuente de información acordada cualquier proyecto o activo para recopilar, gestionar y difundir cada contenedor de información a través de un proceso gestionado. En el concepto de ECD cabe distinguir:

- **Flujo de trabajo ECD:** describe los procesos que se utilizarán para el almacenamiento, aprobación, compartición y gestión de la información producida.
- **Solución de ECD:** proporciona la tecnología para dar soporte a los mencionados procesos.

Los datos del proyecto BIM (modelos BIM, planos, documentos, etc.) se alojarán en dicha plataforma de colaboración que permitirá el desarrollo de procesos BIM entre los diferentes actores y favorece su colaboración.

EMACSA proporcionará la plataforma tecnológica que se utilizará como ECD en sus actuaciones. Este ECD cumplirá las funciones de repositorio general y será la base del sistema de gestión e intercambio de toda la información durante todo el desarrollo de la actuación.

En el caso de que EMACSA no facilite el Entorno Común de Datos (ECD) por el motivo que sea, deberá ser el adjudicatario el que ponga los medios tecnológicos necesarios y garantice los flujos de gestión definidos.

En caso de que surja la necesidad de migrar a un ECD diferente, como podría ser una solución corporativa de EMACSA, el adjudicatario pondrá los medios para dar soporte a la migración, tanto si esta se da en el plazo de ejecución del contrato como en el período de garantía de los trabajos.

5.3 ESTRUCTURACIÓN DEL CDE. ESPACIOS DE TRABAJO

De acuerdo con el esquema de la serie normativa ISO 19650, los archivos (contenedores de información) se comparten, exclusivamente a través del ECD, en función del estado de desarrollo en el que se encuentran en cada momento, de este modo se definen cuatro estados o áreas de trabajo en aquel:

5.3.1 Estado "Trabajo en curso"

El estado "Trabajo en curso" se usa para la información que se está desarrollando por el equipo de trabajo. Los contenedores de información con este estado no deberían ser visibles ni accesibles para otros equipos de trabajo.

En las actuaciones de EMACSA el espacio "Trabajo en curso" se será responsabilidad y propiedad de cada uno de los equipos de desarrollo del proyecto o actuación, por lo que la información contenida en ellos no aparecerá en el ECD de la actuación.

5.3.2 Estado "Compartido"

El propósito del estado "Compartido" es permitir el desarrollo colaborativo del modelo de información dentro de un mismo equipo de desarrollo.

Los contenedores de información con el estado compartido deberán poder consultarse por todas las partes intervinientes (incluidos otros equipos) con el fin de coordinar su propia información. Estos contenedores de información deberían ser visibles y accesibles, pero no editables. Si se requiere la edición, se debería devolver el contenedor de información al estado "Trabajo en curso" para que su autor pueda editarlo y enviarlo nuevamente.

Previa autorización por parte de la persona responsable BIM de equipo y/o del adjudicatario, este estado se usará también para los contenedores de información que se compartan con EMACSA y se encuentren pendientes de autorización.

5.3.3 Estado "Publicado"

El estado "Publicado" se utiliza para información que ha sido autorizada para su uso por las personas responsables del contrato de EMACSA, por ejemplo, en la construcción de un nuevo proyecto o en la operación de un activo.

El Modelo de información final de un proyecto (PIM) o de un activo durante su operación (AIM) solo contendrá información en el estado "Publicado" o "Archivado".

El responsable BIM de EMACSA, previa consulta al responsable del contrato por parte de aquella será el único rol con autorización para transferir información a este espacio de trabajo.

5.3.4 Estado "Archivado"

El estado "Archivado" se utiliza para mantener un registro de todos los contenedores de información que se han compartido y publicado durante el proceso de gestión de la información, así como para realizar un seguimiento de su desarrollo.

Un contenedor de información al que se hace referencia en el estado "Archivado" que estaba anteriormente en el estado "Publicado" representa información que puede haberse utilizado para un trabajo de diseño, de construcción o de gestión de activos.

El responsable BIM de EMACSA, previa consulta al responsable del contrato por parte de aquella será el único agente con autorización para transferir información a este espacio de trabajo.

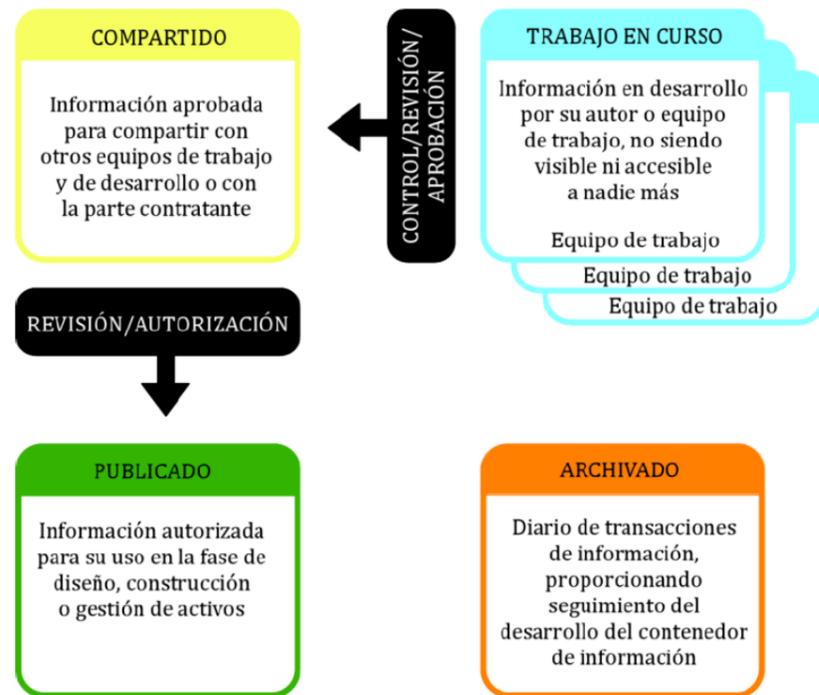


Fig. 03. Concepto de Entorno Común de Datos (ECD) según ISO 1950

Como se muestra en el esquema superior, la transición desde un estado a otro estará, en todo caso, sujeta a procesos de supervisión y autorización por parte de la persona responsable correspondiente, ya sea del propio equipo de desarrollo, del de la actuación, o de la persona responsable BIM de EMACSA, según proceda en cada caso.

El responsable BIM de EMACSA confeccionará y generará, al comienzo de cada actuación, esta estructura principal de carpetas. Para ello, el servicio de informática de EMACSA deberá concederle permiso de edición total a este nivel.

5.4 ORGANIZACIÓN DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO DEL ECD

En el interior de las carpetas correspondientes a los espacios de trabajo definidos por la ISO 19650, bien el responsable BIM del adjudicatario o bien los responsables BIM de cada equipo de desarrollo generarán tantas subcarpetas específicas sea necesario.

En el PEB inicial quedarán definidos los criterios de esta estructura de carpetas si bien en general, se propone la siguiente subdivisión:

- **Fecha de entrega:** en formato AAAA-MM-DD (año, mes, día)
- **Acrónimo del nombre del equipo de desarrollo o empresa subcontratista:** en mayúsculas, que contendrá el informe de avance y las siguientes carpetas:
 - o **MOD:** modelos BIM en formato IFC y nativo.
 - o **PLA:** en formato DWG o PDF.

- o **INF:** informe de avances.
- o **...:** otros contenedores de información no estructurada tales como memorias, presupuestos, listados, tablas, etc.

NOMBRE DE LA CARPETA		DESCRIPCIÓN	
ESTADO DE TRABAJO "COMPARTIDO"			
Espacio donde las partes que intervienen comparten la información desarrollada			
AAAA-MM-DD		Fecha de subida de la carpeta al ECD (creada por el responsable BIM de EMACSA para cada entrega periódica)	
	ACRO	Acrónimo del agente interviniente o parte que comparte la información. Existirá una carpeta por cada agente interviniente, en caso de que sean varios	
		MOD	Modelos BIM actualizados por la parte interviniente (tanto nativos como en formato de interoperabilidad)
		PLA	Planos BIM actualizados por la parte interviniente
		INF	Informe de avance y modificaciones de la parte interviniente
	...	Cuantas otras carpetas sean necesarias, denominadas de acuerdo con el Protocolo de nomenclatura del Manual	
ESTADO DE TRABAJO "PUBLICADO"			
Espacio donde la persona responsable BIM de EMACSA publica la información aprobada tras un proceso de validación. En ejecución, se considera válida para construir.			
BIM		Contenedores de información relacionados con la aplicación de la metodología BIM en la actuación	
	MOD	Modelos BIM de la actuación	
	NTV	Modelos BIM en formato nativo	
	IFC	Modelos BIM en formato OpenBIM (IFC)	
	PLA	Planos de la actuación derivados, o no, de los modelos BIM. Se incluirá listado de planos, con su estado de desarrollo y/o aprobación, en su caso	
	...	Cualquier otro tipo de contenedores de información derivados	
INC		Información contractual de la actuación	

...	Cuantas otras carpetas sean necesarias para alojar adecuadamente la información derivada de la actuación
ESTADO DE TRABAJO "ARCHIVADO"	
Espacio donde se almacenarán aquellas versiones de los contenedores de información que hayan sido reemplazadas por otras más recientes.	
ARCHIVO COMPARTIDO	Con la misma organización que el estado de trabajo "Compartido", almacena aquellas versiones reemplazadas de esta información
ARCHIVO PUBLICADO	Con la misma organización que el estado de trabajo "Publicado", almacena aquellas versiones reemplazadas de esta información

El responsable BIM del adjudicatario podrá proponer, de manera consensuada con los diferentes equipos de trabajo, una organización alternativa. Dicha organización deberá ser aprobada por la persona responsable BIM de EMACSA.

Los contenedores de información almacenados en el ECD deberán respetar el protocolo de nomenclatura del *Anexo 02. Protocolo de nomenclatura en las actuaciones de EMACSA*.

5.5 BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE LA SOLUCIÓN ECD

Al tratarse de una solución tecnológica, el ECD no cuenta con capacidad o rendimiento ilimitado, por lo tanto, los usuarios deberán hacer un uso responsable de él.

Con el objetivo de garantizar el uso a todos los agentes con un rendimiento y eficiencia adecuados durante el desarrollo de la actuación, los ficheros generados deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Deben ser optimizados en la medida de lo posible para reducir el uso innecesario de memoria, como por ejemplo purgando los modelos o eliminando contenido de trabajo y no utilizados.
- Cada contenedor individual de información (p. e., los modelos BIM individuales de disciplina) deberán tener un tamaño de archivo que permita su ágil gestión (no más de 250 MB).

6. CONTENEDORES DE INFORMACIÓN Y ENTREGABLES

La serie ISO 19650, *Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM*, define un contenedor de información como un conjunto de información persistente y recuperable desde un archivo, sistema o aplicación de almacenamiento jerarquizado, que puede considerarse:

- **Estructurada:** modelos geométricos, programaciones y bases de datos.
- **No estructurada:** documentación, videoclips y grabaciones de audio.

El modelo de información de un proyecto o activo construido se configura, por tanto, como el conjunto de contenedores de información estructurada o no estructurada que lo definen y caracterizan.

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

En todos los contratos en los que se requiera la aplicación de la metodología BIM los contenidos de un proyecto desarrollado para EMACSA (modelos BIM y los objetos que los componen, así como el resto de los documentos o archivos) se elaborarán de acuerdo con las normas de redacción de proyectos de EMACSA, en su caso, y las directrices del presente Manual y de sus anexos.

Las subsiguientes entregas de modelos BIM, objetos, documentos y archivos deberán mantener la coherencia en su denominación respecto a la primera versión a fin de facilitar la comparación y validación entre las sucesivas versiones.

EMACSA contempla la posibilidad de modificar las especificaciones definidas en este Manual, pero deberán contar tanto con su aprobación como con la del resto de agentes intervinientes en el contrato.

6.2 GESTIÓN DE LOS ENTREGABLES

A continuación, se detalla el proceso que se debe seguir para establecer, gestionar y transferir los entregables necesarios para el correcto desarrollo de la actuación:

- Teniendo en cuenta los objetivos establecidos para la actuación y reflejados en el PEB, el responsable del equipo de actuación detallará los diferentes tipos de entregables acordados con cada uno de los agentes que intervendrán en el desarrollo de la actuación.
- Previamente a cualquier entrega, el responsable del equipo de la actuación hará una autoevaluación de aseguramiento de la calidad, de acuerdo con los requisitos recogidos en el PEB de la actuación.
- Las entregas de modelos BIM se producirán, como mínimo, cuando acabe cada una de las subfases de la actuación teniendo en cuenta tanto su tipo y características como las del contrato.
- Todos los modelos BIM se deberán facilitar en formato nativo y en formato abierto IFC, de acuerdo con las pautas establecidas en este Manual.
- Para mantener coherencia a lo largo de todo el proceso, los entregables BIM deberán tener continuidad respecto a los entregables anteriores, es decir, se elaborarán de manera acumulativa, para permitir su comprobación y validación.
- En el PEB de la actuación se especificarán los hitos de las entregas parciales que se deberán cumplir a fin de garantizar la correcta aplicación de la metodología BIM durante todo el desarrollo de la actuación.
- Cada responsable de equipo designado asumirá el compromiso de suministrar los diferentes datos de los modelos de información compartidos, en el formato y con la frecuencia establecida, y resolverá cualquier inconsistencia detectada en las tareas de coordinación, revisión y aprobación.
- Todos los agentes de la actuación se comprometerán a utilizar la información compartida de los modelos de información basados en objetos y a asumir las responsabilidades derivadas del uso posterior de esta información.

- Los entregables finales de la actuación se deberán almacenar en las subcarpetas correspondientes del espacio "Publicado" del ECD para que la persona responsable BIM de EMACSA pueda realizar su recepción final.

6.3 ENTREGABLES GENERADOS EN LAS ACTUACIONES

Para dar soporte a la aplicación de la metodología BIM durante el desarrollo de la actuación, el responsable del equipo establecerá en el PEB, en función de las características del contrato, los entregables que se deberán generar de entre los siguientes tipos de contenedores de información:

6.3.1 Modelos BIM (IFC y nativos)

Se entregarán todos aquellos modelos BIM que se utilicen para la definición de la solución del proyecto, el análisis de propuestas, las tareas de coordinación y/o la generación de los entregables referenciados en el PEB en formato IFC y nativo, así como el modelo federado, en su caso.

6.3.2 Modelos 3D complementarios

También se entregarán todos aquellos modelos en tres dimensiones adicionales (en formato vectorial, nube de puntos o datos ráster) que se utilizan como base, referencia o vínculo con el resto de los modelos BIM de la actuación.

6.3.3 PEB Y Documento de Requisitos de Información de la actuación (DRI)

Se realizará una nueva entrega del PEB actualizado siempre que sufra una modificación y al final de la actuación en su versión definitiva, así como los DRI correspondientes a cada uno de los modelos entregados.

6.3.4 Tablas de propiedades personalizadas de los activos

A solicitud de EMACSA y, en todo caso, en la entrega final se extraerán las tablas de activos, con sus propiedades y valores correspondientes, de los modelos BIM generados conforme a los requisitos de información establecidos en el punto 7.2 *Especificaciones de los modelos BIM en formato IFC*.

6.3.5 Planos

Los planos actualizados, fundamentales en el desarrollo de cualquier actuación, serán extraídos principalmente desde los modelos BIM en los formatos habituales (pdf, dwg) indexados de acuerdo con el protocolo de nomenclatura establecido.

6.3.6 Otros entregables basados en modelos BIM

Asimismo, se entregarán el resto de entregables basados en el modelo BIM, como planos, tablas, listas, informes, etc., de acuerdo con los objetivos y acciones BIM recogidos en el PEB de la actuación.

6.3.7 Informes de avance parcial

Cualquier entrega parcial por parte de algún equipo de desarrollo deberá ir acompañado con un breve informe lo suficientemente descriptivo acerca de los avances y/o modificaciones efectuadas sobre los modelos, que permita a la persona responsable BIM de EMACSA el control de su progreso.

7. REQUISITOS DE LOS MODELOS BIM DESARROLLADOS DURANTE LAS ACTUACIONES

7.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Todo modelo BIM que deba ser transferido por algún equipo a EMACSA o a otros agentes intervinientes se realizará tanto en formato abierto IFC, para auditoría y comprobación de EMACSA, como en formato nativo a fin de facilitar las labores de coordinación y desarrollo de la actuación.

Para realizar las mencionadas labores de auditoría de modelos y de comprobación EMACSA empleará la herramienta de visualización gratuita BIMvision <https://bimvision.eu/es/>.

7.2 ORGANIZACIÓN DE LOS MODELOS BIM

Las estrategias de federación y las estructuras de distribución de los contenedores de información son conceptos clave para la gestión de modelos de información en BIM según *ISO 19650*, lo cual:

- Permite que diferentes equipos trabajen en distintas partes del modelo de información simultáneamente sin introducir problemas de coordinación, por ejemplo, colisiones espaciales o incompatibilidades funcionales.
- Apoya la seguridad de la información.
- Facilita la transmisión de la información al reducir el tamaño de los contenedores de información individuales, los cuales no deberán superar los 250 MB en ningún caso.

Los modelos BIM a entregar serán de las siguientes clases:

- **De disciplina:** contienen la geometría de los objetos de los que es responsable.
- **Federados:** resultado de la combinación de modelos de disciplina.

En actuaciones con características singulares se podrán complementar o adaptar los modelos mínimos establecidos en este Manual, si bien su organización deberá quedar definida en el PEB de esta y contar con la aprobación previa de la persona responsable BIM de EMACSA.

7.2.1 Modelos básicos por disciplina

La organización básica de modelos BIM para las actuaciones de EMACSA seguirá el siguiente esquema:

Para Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales (EBAR) y Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP), en general:

- **Modelo de obra civil (CIV)**
- **Modelo de instalaciones (INS)**

- **Modelo de urbanización (URB)**

7.2.2 Subdivisión de las disciplinas

Asimismo, los modelos básicos podrán subdividirse tanto como sea necesario de acuerdo con las disciplinas definidas a continuación, conforme a lo que quedará establecido en el PEB.

Una organización básica que podría darse como ejemplo sería la que sigue:

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Disciplina
CIV			Obra civil
	ARQ		Arquitectura y distribución interior
	EST		Estructuras
INS			Instalaciones
	HID		Instalación hidráulica
		CPR	Conducciones de proceso
		EEM	Equipamiento electromecánico
	ELC		Instalación eléctrica, de control y de comunicaciones
	ICO		Instalaciones complementarias
URB			Urbanización
	TOP		Topografía
	PSJ		Paisajismo y jardinería
	VAC		Viales y acceso

En el ANEXO 02. *Protocolo de nomenclatura en las actuaciones de EMACSA* se especifican las disciplinas y subdisciplinas que se establecen para aquellas.

7.3 PROTOCOLO DE NOMENCLATURA

La denominación de archivos, modelos, objetos y sus propiedades en las actuaciones de EMACSA se definirá de acuerdo con el ANEXO 02. *Protocolo de nomenclatura en las actuaciones de EMACSA*, de manera que se garantice una comprensión compartida de los requisitos establecidos y de los entregables de información a transferir entre los agentes que intervienen en dichas actuaciones.

El protocolo de nomenclatura consta de dos partes diferenciadas:

- **Normas de codificación:** se señalan los criterios generales que deberán cumplir los nombres de los contenedores de información, así como el conjunto de campos propuesto para componerlos,

detallando su definición, el criterio para su correcta codificación, además de la lista de códigos aplicables a cada campo.

- **Normas de denominación:** establecen los criterios que se aplican para la denominación de los modelos y de sus componentes principales, así como de los filtros y/o estructura de espacios de trabajo donde almacenar la información.

Para lo no definido en el mencionado Anexo, se tomarán los criterios especificados en la revisión vigente del *Manual de Nomenclatura de Documentos al utilizar BIM* editado por *buildingSMART Spain*.

7.4 PRINCIPIOS GENERALES DE MODELADO BIM

Con el fin de garantizar la correcta transferencia de los modelos generados en cada fase de una actuación, se recogen los siguientes principios generales de modelado:

7.4.1 Consideraciones generales

1. Los modelos de información seguirán la estructura jerárquica del Esquema IFC, estableciendo los niveles correspondientes en función de su tipología.
2. Cada objeto y/o activo deberá tener su identificación, geometría y localización de acuerdo con las pautas establecidas en el DRIC de la actuación.
3. Los datos de las propiedades introducidas en los modelos BIM serán veraces y precisos y corresponderán a los de los objetos prescritos o efectivamente construidos.
4. Los modelos en Estado "Compartido" o "Publicado" en el ECD no podrán alojar objetos que no sean los que conforme el propio edificio o la infraestructura del objeto de la actuación.
5. En cualquier modelo o entregable BIM en formato IFC en el área publicada no se podrán duplicar objetos que representen el mismo elemento construido o en la misma ubicación, si bien esta regla se considera solo una recomendación para los modelos en formato nativo.
6. Los planos 2D requeridos en el PEB se generarán dentro del entorno de modelado a fin de garantizar su precisión y coordinación si bien, en caso de ser necesario, se podrán generar planos de detalle, esquemas, etc. fuera del entorno de modelado.
7. Todas las rutas de enlace a otros documentos incluidos en los modelos BIM entregados a EMACSA deberán ser válidas, contrastadas y accesibles.
8. Si los agentes que intervienen en el desarrollo de la actuación acuerdan introducir otras prestaciones adicionales de los objetos en el modelo BIM, cabrá proponerlas en el DRIC, siguiendo las pautas establecidas en el Manual, y contar con la aprobación de la persona responsable de la actuación.

7.4.2 Posición, orientación y coordenadas de referencia

En relación con la posición y orientación del proyecto, los modelos BIM, archivos relacionados (CAD, nubes de puntos o cualquier otro formato de representación gráfica) y todos los entregables generados a partir de estos deberán cumplir las condiciones siguientes:

- **Coordenadas comunes y cota de elevación:** los modelos deberán compartir las mismas coordenadas, definidas al inicio del contrato y situarse a la cota definida.
- **Sistema de coordenadas:** referenciarse al sistema de coordenadas EPSG:25830 (ETRS89 / UTM 30N).
- **Puntos de referencia:** contar con unos puntos de referencia de base, definidos en el contrato o especificados en el PEB, que sea fácilmente identificables dentro de las representaciones gráficas del proyecto. Estos puntos de referencia se mostrarán en forma de dos o tres elementos predefinidos (hitos virtuales) situados según los ejes ortogonales de referencia.

La inexactitud geográfica y la ausencia de coordinación en el posicionamiento de los modelos es un error habitual en la práctica BIM. El responsable BIM del adjudicatario deberá asegurarse al comienzo de la actuación de la compatibilidad posicional y geográfica de los modelos de todos los equipos de desarrollo. El empleo de cartografía catastral puede resultar de ayuda en esta labor.

7.4.3 Integridad espacial

Todos los objetos BIM deberán ser situados con precisión y referenciarlos correctamente a los niveles a los que pertenezcan siguiendo su lógica constructiva y funcional.

Los niveles (*IfcBuildingStorey*) y/o ejes de referencia (*IfcGrid*) que, en su caso, se empleen deberán de ser los mismos entre los diferentes modelos, con las mismas cotas y denominaciones para facilitar la gestión de los modelos federados.

7.4.3.1 Entidades del tipo edificación

Los niveles de los distintos modelos de una actuación deberán coincidir con referencias reales en la dimensión z de cada una de las diferentes entidades que componen el equipamiento en cuestión, referenciadas a su cota 0 (por ejemplo, a nivel superior de losa de cimentación en caso de un depósito o a cota de pavimento terminado en el caso de una zona administrativa).

Por ejemplo, cada entidad de una EBAR deberá contar con su propio nivel de referencia, siempre que sea posible, con el fin de representar espacialmente esta entidad dentro de la estructura de IFC, respetando el criterio organizativo y de nomenclatura que se muestra en la imagen siguiente:

Activo	Tipo	Tipo / Elemento	Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>	Proyecto	AEAS-SCO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sitio	Sant Llorenç d'Hortons	Municipio de la comarc...
<input checked="" type="checkbox"/>	Edificio	EBAR	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Cota 188.00 - Pozo de bombeo	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Cota 188.50 - Pozo de gruesos	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Cota 189.20 - Camara de reparto	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Cota 189.70 - Desbaste	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Cota 192.00 - Acceso EBAR	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel del edificio	Cota 195.20 - Cubierta EBAR	

Fig. 04. Estructura IFC con niveles (*IfcBuildingStorey*) que representan las entidades de la infraestructura

En caso de coincidencia de cota z entre dos entidades se deberán crear igualmente dos niveles distintos de modo que, una vez exportado a formato IFC, el modelo mantenga la organización descrita.

Si alguna entidad, como por ejemplo la zona administrativa, se compone de varios niveles se crearán tantos como sea necesario para definir correctamente dicha entidad.

7.4.3.2 Entidades del tipo redes y urbanización

Los elementos correspondientes a tuberías y a elementos de urbanización podrán ser referenciados a un nivel general a cota cero o a una cota representativa.

7.4.4 Integridad dimensional

A fin de garantizar que los modelos se hagan con las dimensiones adecuadas para el diseño, análisis y construcción y que cualquier agente pueda extraer datos fiables de los formatos de intercambio (IFC) en las mismas unidades en todos los modelos, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- **Escala:** real, es decir, 1:1.
- **Sistema métrico:** tanto para exportaciones a formato IFC como a otros formatos para coordinación, las características geométricas de los objetos se mostrarán en las siguientes unidades:
 - o Dimensiones: metros.
 - o Áreas: metros cuadrados.
 - o Volúmenes: metros cúbicos.
- **Integridad dimensional:** los objetos BIM modelados o esbozados deberán respetar las dimensiones reales de los elementos que representen, es decir, no se permite ajustar ni redondear manualmente o sustituir valores para corregir las inexactitudes de su modelado.

7.4.5 Criterios generales de modelado

1. Salvo que el programa de modelado BIM no lo permita, los objetos se crearán utilizando las herramientas apropiadas para el propósito para el cual se generen, teniendo en cuenta los usos BIM que se aplicarán en el desarrollo de la actuación. En cualquier caso, deberán exportarse a formato IFC en la entidad correspondiente.
2. Los objetos tendrán el nivel de detalle adecuado según los usos que se apliquen, que será coherente con las especificaciones recogidas en el PEB.
3. No se podrán modelar de manera conjunta objetos que se requieran de manera separada con fines de gestión de activos en la lista de objetos del PEB de la actuación.
4. Los objetos se conformarán aplicando criterios constructivos, de acuerdo con la fase de desarrollo y el nivel de detalle geométrico del modelo. Por ejemplo, para un decantador se modelarán de manera independiente las losas de cimentación y los muros de hormigón.
5. Siempre que sea posible, los criterios de modelado de los objetos garantizarán la exportación a la tipología adecuada de entidades IFC, conservando tanto sus características geométricas y de representación como de recuento de cantidades definidas en el esquema IFC.

6. Se recomienda definir en el PEB aquellos objetos de los que se deberá modelar en 3D sus tolerancias y/o espacios reservados para garantizar el acceso a elementos que requieran mantenimiento.
7. Cuando se necesite modificar objetos generados en fases anteriores, se evitará, siempre que sea posible, eliminarlos y volverlos a crear de nuevo, de manera que se mantengan los identificadores únicos globales (*IfcGUID*).
8. Se tendrá especial cuidado con los proyectos de bibliotecas de catálogos de fabricantes o procedentes de repositorios en línea, procurando que tengan el nivel de desarrollo esperado y limpiando aquellas propiedades innecesarias, para evitar sobrecargas de tamaño en los modelos.

7.5 NIVEL DE DEFINICIÓN DE LOS MODELOS BIM

Este Manual entiende por “Nivel de definición” de un modelo el conjunto de especificaciones de desarrollo de cada uno de sus objetos. Esta información debe permitir que los modelos BIM generados cubran los requisitos de información de la actuación y obtener los entregables asociados a los objetivos BIM definidos.

En el *ANEXO 03 Nivel de definición de los modelos BIM*, se especifican los niveles de definición generales y mínimos de los modelos BIM para las actuaciones de EMACSA teniendo en cuenta el tipo de obra, de infraestructura y la fase de actuación. En el PEB se podrán concretar aquellos contenidos mínimos y adaptarlos a las disciplinas de cada proyecto.

El nivel de definición del modelo BIM quedará establecido para cada actuación y se fijará teniendo en cuenta sus características, los objetos que la componen, la fase de desarrollo y el tipo de contrato.

El nivel de definición de los modelos se podrá modificar durante el desarrollo de la actuación, siempre que se haga de forma consensuada entre todos los agentes que intervienen en la actuación y cuente con la validación de EMACSA.

7.6 NIVEL DE DESARROLLO DE OBJETOS BIM

En las actuaciones BIM de EMACSA el “Nivel de desarrollo” de un objeto se establece mediante la combinación de su:

- **Nivel de detalle geométrico:** definición de las características geométricas que permiten su adecuada y precisa representación gráfica.
- **Nivel de información:** propiedades del objeto necesarias para poder desarrollar las acciones basadas en el modelo y obtener los entregables acordados en el PEB correspondiente.

El responsable del equipo de la actuación concretará en el PEB el nivel de desarrollo de los objetos de los modelos de la actuación, a partir de los mínimos exigidos y de acuerdo con las pautas siguientes:

7.6.1 Nivel de detalle geométrico de objetos

Para este EMACSA tomará como referencia la guía *Level of Development (LOD) Specification for Building Information Models*, de BIM Forum, que define el nivel de granularidad geométrica de los objetos que conforman los modelos BIM.

Su última versión definitiva disponible a la fecha de la redacción del presente Manual BIM es la de diciembre de 2021 y su Parte I se adjunta como *Anexo 04 Guía LOD BIM Forum 2021*.

Dicha especificación establece, para una gran cantidad de tipos de objetos, cinco niveles de granularidad de menor a mayor detalle: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350 y LOD 400 que, en términos generales, podrían definirse de la siguiente manera:

- **LOD 100:** geometría básica con dimensiones aproximadas para diseño conceptual.
- **LOD 200:** geometría precisa con componentes genéricos para diseño esquemático.
- **LOD 300:** geometría detallada con componentes específicos para diseño de desarrollo.
- **LOD 350:** geometría coordinada para proyecto de ejecución.
- **LOD 400:** nivel de fabricación con medidas precisas para construcción y fabricación.



Fig. 05. Ilustración de la Guía de Especificación LOD de BIM Forum

El PEB inicial, sujeto a aprobación por parte de la persona responsable BIM de EMACSA, establecerá el nivel de detalle geométrico mínimo que debe alcanzar cada tipo de objeto para poder responder a los objetivos previstos para la actuación mediante la utilización de la tabla de objetos del *ANEXO 05. Nivel de detalle geométrico de objetos BIM*.

Para ello, al inicio de cada fase de la actuación, los responsables de cada disciplina, lote y/u oficio prepararán las tablas de especificación del nivel de detalle geométrico donde establecerán, para cada objeto dentro de su alcance, el nivel de detalle geométrico de aplicación para la generación del modelo BIM tomando como base la clasificación de objetos *AeasBIMClass.v01*.

No obstante, los equipos mecánicos o instrumentación que haya que eliminar o desmontar en actuaciones de remodelación y/o ampliación se podrán modelar con un nivel de detalle inferior.

7.6.2 Nivel de información de objetos

El nivel de información de los objetos en las actuaciones de EMACSA es único y se fija conforme a lo establecido en el punto 7.8.7. *Conjuntos personalizados de propiedades de las Entidades IFC del sector del agua*, sin perjuicio de que los objetos en los formatos nativos puedan contener mayor cantidad de propiedades o parámetros, que no deberán ser exportados a formato OpenBIM.

No obstante, al inicio de cualquier actuación de EMACSA, la persona responsable del equipo de la actuación podrá presentar una propuesta de las propiedades adicionales que cabría definir para cumplir los objetivos de la actuación.

7.7 PROCESOS, SUBPROCESOS Y SISTEMAS BIM EN LAS ACTUACIONES DE EMACSA

De manera especial en fase de operación y mantenimiento de los activos, pero también durante su ejecución, resulta fundamental poder identificar de manera inequívoca los diferentes procesos, subprocesos y sistemas que componen los activos e infraestructuras de la gestión del ciclo del agua gestionados por o propiedad de EMACSA.

Dicha identificación se debe producir desde dos perspectivas diferentes teniendo en cuenta, por un lado, su adecuada clasificación (lo que se tratará en el punto 7.8.5 Sistema de clasificación de objetos del sector del agua: *AeasBIMClass.v01*), así como su identificación visual.

Basada en *AeasBIMClass.v01*, el presente Manual establece, en su Anexo 06. *Procesos, subprocesos y sistemas en las actuaciones BIM de EMACSA*, el código de colores que deberá emplearse, el cual se estructura en función de los 3 tipos principales de plantas (Potabilizadora o ETAP, Desaladora o IDAM/IDAS y Depuradora o EDAR) así como las estaciones de bombeo, depósitos, tanques de tormentas y aliviaderos y otras categorías que pueden ser comunes a todas ellas (dosificación de reactivos y líneas de servicios y sistemas generales).

SISTEMAS, SUBSISTEMAS Y PROCESOS					
Nivel	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ACRÓNIMO	NOMENCLATURA	COLOR RGB
1	AP.01.00.00.00.00	ETAP (Estación de Tratamiento de Agua Potable)	ETAP	ETAP.EstacionTratamiento	0 0 255
2	AP.01.01.00.00.00	ETAP-Captación	PPCA	PPCA.Captacion	255 0 0
3	AP.01.01.01.00.00	ETAP-Obra de toma	POBT	POBT.ObraToma	153 0 0
3	AP.01.01.02.00.00	ETAP-Bombeo de agua bruta ETAP	PBAB	PBAB.BombeoAguaBruta	204 0 0
2	AP.01.02.00.00.00	ETAP-Pretratamiento	PPPR	PPPR.Pretratamiento	255 102 0
3	AP.01.02.01.00.00	ETAP-Desbaste	PDES	PDES.Desbaste	255 124 128
3	AP.01.02.02.00.00	ETAP-Desarenado / Desengrasado	PDDE	PDDE.DesarenadoDesengrasado	214 0 147
3	AP.01.02.03.00.00	ETAP-Aireación (Stripping)	PAST	PAST.Aireacion	204 51 153
2	AP.01.03.00.00.00	ETAP-Deposito de agua bruta	PPDE	PPDE.DepositoAguaBruta	153 102 51

Fig. 06. Fragmento de la Tabla 06.1 del Anexo 06: Procesos, subprocesos y sistemas BIM

Se sugiere el empleo de la propiedad IFC *IfcSingleMaterialOverride* aplicada a los objetos que conforman los diferentes sistemas en caso de experimentar problemas para la correcta exportación de su apariencia gráfica desde la plataforma nativa de modelado a formato OpenBIM.

7.8 ESPECIFICACIONES DE LOS MODELOS BIM EN FORMATO IFC

Un modelo IFC es el resultado de la exportación del modelo BIM de la actuación en este formato de interoperabilidad que recoge la totalidad de los objetos en uno o más archivos, manteniendo las características de los objetos y las relaciones entre ellos.

EMACSA solicita modelos en formato abierto IFC para garantizar la transferencia de información estructurada a lo largo del ciclo de vida de la actuación entre los agentes y partes interesadas que intervienen en la actuación y asegurar la interoperabilidad entre las diferentes aplicaciones informáticas.

Las operaciones de auditoría y comprobación que EMACSA efectúe para comprobar la calidad del desarrollo BIM de la actuación serán ejecutadas sobre los modelos IFC.

7.8.1 Requisitos generales

El responsable de equipo de la actuación deberá garantizar que los modelos IFC contienen la información adecuada de acuerdo con las especificaciones recogidas en este Manual y en el PEB de la actuación.

Se deberán seguir las especificaciones de IFC vigentes según la documentación técnica de *buildingSmart*, y en concreto, las que se detallan a continuación.

7.8.2 Especificaciones de formato

El modelo IFC se deberá entregar según el esquema IFC vigente, que a la fecha de la redacción de este Manual es la *versión 4.0 - Addendum 2 - Technical Corrigendum 1*, y sus correspondientes vistas de definición de modelo, según corresponda, es decir:

- Architectural Reference Exchange
- MEP Reference Exchange
- Structural Reference Exchange

https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/

No obstante, el PEB recogerá la versión de IFC requerida en cada actuación.

7.8.3 Árbol IFC. Propiedades IFC de Proyecto, Sitio/Propiedad, Edificio y Nivel/Planta

Los archivos IFC crean un modelo de construcción basado en una estructura predefinida que genera el modelo de manera lógica. Cuando se guarda, el formato de archivo IFC ordena las unidades IFC de manera jerárquica en función de su tipo, tal y como se muestra a continuación.

IFC TREE-VIEW: La estructura de árbol de IFC

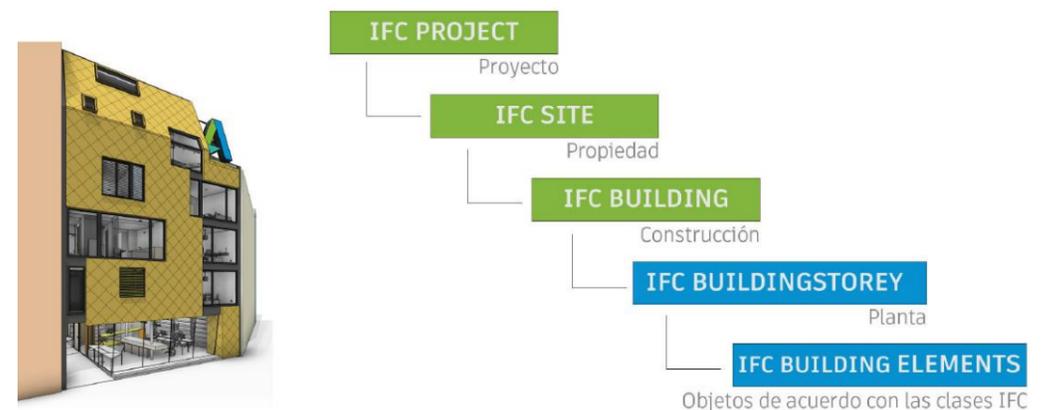


Fig. 07 Estructura de árbol de IFC. Manual de IFC para Revit. Autodesk

En las actuaciones de EMACSA que se desarrollen en BIM, las Entidades *Proyecto*, *Sitio*, *Edificio* y *Nivel* deberán albergar las siguientes propiedades contenidas como "Información de proyecto":

7.8.3.1 Propiedades IFC de Proyecto (IfcProject)

- **Name:** código de proyecto, proporcionado por EMACSA.
- **LongName:** nombre de proyecto, proporcionado por EMACSA.
- **Phase:** fase de proyecto (proyecto básico, de ejecución, construcción, recepción, etc.).

7.8.3.2 Propiedades IFC de Sitio/Propiedad (IfcSite)

- **SiteName:** municipio en el que se encuentra situada la actuación.
- **SiteDescription:** descripción del municipio, provincia y comunidad autónoma.

7.8.3.3 Propiedades IFC de Edificio (IfcBuilding)

- **BuildingName:** código del edificio, en su caso, o nombre del edificio si no existe código asignado.
- **BuildingLongName:** nombre del edificio.
- **Adress lines:** dirección postal del edificio.

7.8.3.4 Propiedades IFC de Nivel/Planta (IfcBuildingStorey)

- **IfcName:** cota sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) a la que se sitúa el nivel.
- **IfcLongName:** nombre del nivel en el proyecto.
- **IfcDescription:** opcional, para describir la función que desempeña el nivel en cuestión. Puede coincidir con *IfcLongName*.

7.8.4 Diccionario de equivalencia de Entidades IFC

7.8.4.1 Clases o Entidades IFC (IfcEntity)

Cada objeto contenido en un modelo BIM en formato IFC se encuentra caracterizado como un tipo de Entidad o Clase IFC, lo que permite mantener la coherencia entre modelos independientemente de la plataforma de empleada para desarrollarlos. De este modo, un tramo recto de tubería será, en cualquier modelo IFC, una entidad *IfcPipeSegment* sin importar si en la plataforma de modelado esta se denominaba tubería, pipe o cualquier otra denominación nativa.

El *Anexo 07. Diccionario de equivalencia de Entidades IFC* determina la Clase IFC a la que deberán exportarse los diferentes elementos que componen las actuaciones y, por tanto, los modelos BIM que se desarrollen consecuencia de estas.

Por lo inabordable que resultaría la tarea de establecer una definición IFC para cada elemento que eventualmente pueda formar parte de los modelos BIM, este Anexo se constituye como un documento en construcción que deberá ser actualizado progresivamente a través de sucesivas *revisiones menores* conforme surja la necesidad de traducción de distintas entidades IFC y se actualice la versión oficial del Esquema IFC vigente por *buildingSmart*.

Categoría	Elementos de la categoría	Clase IFC (IfcEntity)	Tipo IFC (IfcPredefinedType)	Def. usuario (IfcObjectType)
FONTANERÍA/SANEAMIENTO				
Tuberías	Tubería	IfcPipeSegment	RIGIDSEGMENT	N/A
Tuberías flexibles	Tubería flexible		FLEXIBLESEGMENT	
Uniones de tubería	Codo	IfcPipeFitting	BEND	N/A
	Te		JUNCTION	
	Cruz		JUNCTION	
	Transición		TRANSITION	
	Unión		CONNECTOR	
	Brida		CONNECTOR	
	Tapón		OBSTRUCTION	
Accesorios de tubería	Compuerta mural	IfcValve	REGULATING	N/A
	Válvula de compuerta		REGULATING	
	Válvula de bola		REGULATING	
	Llave de corte		ISOLATING	
	Caudalímetro	IfcFlowMeter	WATERMETER	N/A
	Medidor de ultrasonidos			
	Detector de flujo	IfcSensor	LEVELSENSOR	N/A
	Termómetro	IfcFlowInstrument	THERMOMETER	N/A
	Manómetro		PRESSUREGAUGE	
	Filtro partículas	IfcFilter	WATERFILTER	N/A
Rejas desbaste	IfcInterceptor	USERDEFINED	ROUGHING	

Fig. 08. Fragmento del diccionario de Entidades IFC de EMACSA para elementos hidráulicos

La persona responsable BIM del adjudicatario lo hará saber a EMACSA en caso de existir esta necesidad y su responsable BIM determinará, conforme al Esquema IFC vigente, la Entidad IFC a la que deberá ser exportado dicha entidad lo que quedará reflejado en el BEP y en futuras actualizaciones de este Manual y/o de su *Anexo 07. Diccionario de equivalencia de Entidades IFC*.

7.8.4.2 Tipo IFC (IfcPredefinedType)

La definición de tipo (*IfcPredefinedType*) de una Entidad IFC es un parámetro de texto que aporta información extra que permite caracterizar de manera más específica un determinado objeto. Los objetos presentes en los modelos BIM desarrollados para actuaciones de EMACSA deberán incorporar esta información en todos los casos, siguiendo este criterio:

- En caso de que el elemento se adapte a alguna de las definiciones de tipo enumeradas para la Entidad en el Esquema IFC vigente se deberá utilizar esta.
- Si, por el contrario, ninguna definición estándar se considera aplicable al elemento en concreto se optará por indicar el tipo IFC "USERDEFINED" y se procederá como se indica en el punto siguiente.
- Por lo general, el Tipo IFC de ninguna entidad deberá ser "NOTDEFINED".

7.5.2.25.1 Semantic definitions at the type

Type definition

This enumeration is used to identify the primary purpose of a pipe fitting. This is a very basic categorization mechanism to generically identify the pipe fitting type. Subcategories of pipe fittings are not enumerated.

HISTORY New enumeration in IFC2x2.

Enumeration definition

Constant	Description
BEND	A fitting with typically two ports used to change the direction of flow between connected elements.
CONNECTOR	Connector fitting, typically used to join two ports together within a flow distribution system (e.g., a coupling used to join two pipe segments).
ENTRY	Entry fitting, typically unconnected at one port and connected to a flow distribution system at the other (e.g., a breaching inlet).
EXIT	Exit fitting, typically unconnected at one port and connected to a flow distribution system at the other (e.g., a hose bibb).
JUNCTION	A fitting with typically more than two ports used to redistribute flow among the ports and/or to change the direction of flow between connected elements (e.g. tee, cross, wye, etc.).
OBSTRUCTION	A fitting with typically two ports used to obstruct or restrict flow between the connected elements (e.g., screen, perforated plate, etc.).
TRANSITION	A fitting with typically two ports having different shapes or sizes. Can also be used to change the direction of flow between connected elements.
USERDEFINED	User-defined fitting.
NOTDEFINED	Undefined fitting.

Fig. 09. Enumeración de las definiciones de tipo IFC para uniones de tubería (*IfcPipeFitting*)

7.8.4.3 Definición de usuario de tipo de objeto IFC (*IfcObjectType*)

En el caso de que ninguna de las definiciones de tipo estándar del Esquema IFC vigente caracterice adecuadamente un elemento y, por consiguiente, su tipo predefinido se haya establecido como "USERDEFINED", el responsable del equipo de desarrollo consensuará, en caso de no encontrarse definida en el diccionario de Entidades IFC de EMACSA, con su persona responsable BIM, la definición de usuario de tipo que deberá estar presente en el modelo IFC exportado.

Propiedades	Localización	Clasificación	Relaciones
	Tipo / Elemento	Valor	Unidad
Element Specific			
Guid		0\$LOapK7nDtB5mEQ_EgEm2	
IfcEntity		IfcPipeFitting	
Name		EMACSA-Válvula_TEST:EMACSA-Válvula_TEST:15899	
ObjectType		ROUGHING	
PredefinedType		USERDEFINED	
Tag		15899	

Fig. 10. Accesorio de tubería con definición de usuario de tipo de objeto

7.8.5 Sistema de clasificación de objetos del sector del agua: *AeasBIMClass.v01*

Todos los objetos presentes en los modelos BIM entregados a EMACSA deberán encontrarse debidamente clasificados atendiendo al sistema de clasificación BIM de la Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (Aeas), denominado *AeasBIMClass.v01*, adoptado como estándar del sector a nivel nacional. Tanto su manual como otra información asociada es accesible desde <https://www.aeas.es/component/content/article/61-manuales/manuales-y-guias-2023/320-manual-del-sistema-de-clasificacion-bim-de-aeas?Itemid=101>.

El uso de sistemas de clasificación responde a la necesidad de estructurar y caracterizar los datos que se producen, intercambian y utilizan para que todas las partes interesadas puedan localizarlos, entenderlos y organizarlos de manera única e inequívoca.

AeasBIMClass es un sistema de clasificación multitable, siguiendo el ejemplo de otras clasificaciones internacionales como *Omniclass* o *Uniclass*, así como las tablas propuestas por la norma *ISO 12006-2*:

TABLA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
OBJETOS	Clasificación por tipología de objetos (también conocida como "funcional" en otros sistemas de clasificación)	Tabla estándar para clasificar elementos BIM según el tipo de equipo y la función que desempeña
PROCESOS	Clasificación por procesos	Tabla estándar para clasificar elementos BIM según el proceso en el que interviene
MATERIALES DE TUBERÍAS	Clasificación por materiales	Tabla estándar para clasificar elementos BIM según el/los material/es que los conforman

En el caso de que previamente o durante el desarrollo de alguna actuación se considere necesaria la incorporación de algún elemento nuevo o una tabla de clasificación adicional se pondrá en conocimiento de la persona responsable BIM de EMACSA, que deberá dar su aprobación en todo caso a la incorporación, que quedará reflejada en el BEP.

Las tablas del sistema de clasificación *AeasBIMClass.v01* se recogen en el ANEXO 08. *Sistema de Clasificación AeasBIMClass v.01* del presente Manual.

7.8.6 Listado de propiedades personalizadas para las Entidades IFC del sector del agua

Las propiedades de una Entidad IFC alojan la información asociada a cada objeto que representa un elemento o equipo que responde, en el caso de las actuaciones de EMACSA, a los requerimientos de:

- **Área de Ingeniería y Mantenimiento:** para la redacción de este Manual han establecido aquellos parámetros de interés para proceder a la gestión, operación y mantenimiento de los activos de la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A.

- **Sistema de clasificación A easBIMClass.v01:** que determina las tablas de clasificación aplicables según el elemento de que se trate (función, proceso y material de tuberías).

Las propiedades definidas por EMACSA se encuentran, junto con su tipo de parámetro y descripción, en el *Anexo 09. Conjuntos de propiedades IFC personalizadas en las actuaciones de EMACSA*. No obstante, si durante el desarrollo de algún contrato EMACSA detectara necesaria la inclusión o la modificación de alguna de estas propiedades, el adjudicatario deberá atender a dicha necesidad.

A la hora de proceder a su exportación a IFC, las propiedades aplicables a cada Entidad deberán quedar agrupadas en ellas conforme a la organización establecida en el mencionado *Anexo 09. Conjuntos de propiedades IFC personalizadas en las actuaciones de EMACSA*, tal y como se muestra en la imagen a continuación:

Propiedades	Localización	Clasificación	Relaciones
Tipo / Elemento	Valor	Unidad	
Element Specific			
Guid	0sjuFdx98NettFqwVtCHS		
IfcEntity	IfcPipeSegment		
Name	Tipos de tubería:Por defecto:13824		
ObjectType	Tipos de tubería:Por defecto		
PredefinedType	RIGIDSEGMENT		
Tag	13824		
Profile			
ProfileName	Por defecto		
AEAS Clasificación			
AEAS-Funcion-Acro	COTU		
AEAS-Funcion-Cod	AO.01.01.00.00.00		
AEAS-Funcion-Des	Conducción - Tubería		
AEAS-Proceso-Acro	PBOL		
AEAS-Proceso-Cod	AP.05.01.00.00.00		
AEAS-Proceso-Des	EBAR-Obra de llegada		
AEAS Datos Conducciones			
AEAS-Material-Acro	HORM		
AEAS-Material-Cod	AM.01.00.00.00.00		
AEAS-Material-Des	Hormigón		
Diametro	150 mmø		

Fig. 11. Ejemplo de propiedades IFC de clasificación agrupadas para una tubería en *BIMvision*

7.8.7 Conjuntos personalizados de propiedades de las Entidades IFC del sector del agua

Cada Clase o Entidad IFC, en función de sus características, clase o función tendrá asociadas, de entre las propiedades personalizadas definidas por EMACSA, un conjunto de ellas.

Es decir, no todas las propiedades definidas en el *Anexo 09. Conjuntos de propiedades IFC personalizadas en las actuaciones de EMACSA* aparecerán en todos los objetos de los modelos BIM, sino que variarán de unas entidades IFC a otras.

Dicho *Anexo 09* determina el conjunto de propiedades aplicables a cada Entidad IFC.

Para cumplir este requisito de información se recomienda tener en cuenta que:

- Por defecto, las propiedades sin valor o en blanco en la plataforma de modelado BIM no se exportan a los modelos IFC.
- Es posible generar un archivo de exportación de conjuntos de propiedades definidas por el usuario que asigne a cada entidad IFC aquellas requeridas por este Manual en función del objeto en la exportación desde la plataforma nativa.

7.8.8 Sistema de clasificación general de objetos *GuBIMClass*

Aquellos objetos que no se encuentren definidos como propios del sector del agua en el sistema de clasificación *A easBIMClass.v01* deberán clasificarse con el sistema *GuBIMClass v.1.2* de clasificación de elementos de construcción de acuerdo con su función principal dentro de un entorno BIM que contempla los elementos de construcción en el ámbito de la edificación (equipamientos, infraestructuras e instalaciones).

Se adjunta a este Manual el *Anexo 10. Sistema de clasificación BIM de elementos por función: GuBIMClass v.1.2* con la tabla de elementos en castellano para su consulta y referencia.

Asimismo, es posible descargar a la totalidad del contenido del sistema de clasificación desde el siguiente enlace de acceso público (al tratarse de una fuente externa no se garantiza su vigencia indefinida):

<https://drive.google.com/drive/folders/0B7O4FXOJCZyeei1RRnFpRTZNdTg?resourcekey=0-sbh6Z16hGYaAczCRAXcJbw>

No se establecen conjuntos personalizados de propiedades para los elementos que deban ser clasificados conforme a *GuBIMClass*.

8. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

La persona responsable de equipo de la actuación, antes de compartir los entregables con la persona responsable BIM de EMACSA, deberá garantizar que se han realizado las actuaciones siguientes:

8.1 ASEGURAMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DE LA ACTUACIÓN

A nivel de cumplimiento de requisitos de la actuación, la persona responsable de equipo de la actuación elaborará un informe en el cual, como mínimo, contemplará los puntos siguientes:

- La actualización final del PEB, que recopile las pautas utilizadas para generar los modelos finales a fin de garantizar su adecuada transferencia a los agentes de la siguiente fase del ciclo de vida.
- El control del cumplimiento de los requisitos BIM de la actuación.

8.2 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

8.2.1 CONTROL DE CALIDAD DEL MODELO

Para cada modelo BIM que se entregue a EMACSA la persona responsable de equipo de la actuación garantizará que se han realizado las siguientes comprobaciones:

- **Sistema de coordenadas:** los modelos emplean el sistema de coordenadas UTM, están situados en el punto de origen definido al inicio de la actuación y comparten los elementos de referencia. EMACSA comprobará este extremo mediante vinculación de los modelos entre sí y en su plataforma GIS.
- **Control cualitativo y cuantitativo:** los modelos contienen todos los objetos especificados en la lista de objetos recogidos en el PEB y están correctamente codificados con la clasificación de referencia, se detallan claramente los objetos adicionales justificando la necesidad de su incorporación y se eliminan todos aquellos elementos innecesarios, duplicados o desplazados.
- **Control dimensional:** se han revisado las dimensiones y los cálculos de superficies y volúmenes.
- **Datos:** la segregación de datos se ajusta a los requisitos del PEB de la actuación y a las especificaciones de este manual.
- **Coherencia entre modelos y planos:** los modelos 3D y los planos 2D son coherentes y se identifica claramente la información 2D extraída directamente desde el modelo BIM o realizada a partir de bases generadas desde estos.
- **Limpieza:** se han auditado, purgado y/o eliminado las referencias externas vinculadas no necesarias para la entrega del modelo, así como aquellos contenidos irrelevantes de los modelos, que no son o forman parte de un entregable.
- **Formato de archivos y nomenclatura:** el formato de los archivos y las convenciones de nomenclatura se ajustan a las especificaciones de este documento y se mantienen constantes durante la fase correspondiente de la vida útil de la actuación.
- **Entrega de modelos nativos:** los archivos del modelo nativo se entregan de manera que permiten la regeneración del modelo global cuando se considere oportuno, incluyendo cualquier otro dato asociado que resulte necesario.
- **Exportación IFC:** se verifica que la exportación del modelo de acuerdo con el estándar IFC es interoperable y que los parámetros del modelo están correctamente asignados de acuerdo con las especificaciones de este Manual y el PEB.

El responsable BIM de equipo de la actuación aprobará los procesos de aseguramiento y control de calidad de los modelos parciales y finales, de manera que puedan ser utilizados por el resto de los agentes de la actuación.

Asimismo, el responsable de equipo de la actuación realizará las verificaciones de aseguramiento de la calidad correspondientes a los modelos federados que conformen los entregables parciales y finales.

8.2.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS

Por otro lado, los responsables de cada modelo deberán comprobar que los datos que se incluyen en los modelos BIM cumplan las siguientes condiciones:

- **Conformidad:** los datos están asociados a los objetos que corresponden y los valores introducidos están de acuerdo con las características que los definen.

- **Precisión:** los valores de los datos se han introducido en los campos y los formatos previamente establecidos y no se duplican.
- **Validez:** los valores de los datos reflejan las características de los objetos reales o provienen de fuentes fiables.
- **Solidez:** los datos son consistentes cuando se relacionan entre ellos al ser utilizados en diferentes disciplinas o lotes.
- **Coherencia:** la relación entre los diferentes datos introducidos es correcta.
- **Disponibilidad:** los datos requeridos están disponibles cuando son necesarios.
- **Complejidad:** todos los datos necesarios están introducidos.
- **Transferencia:** los datos están en el formato adecuado para ser utilizados en todo el proceso.
- **Comprensión:** la denominación de los datos es clara, concreta e inteligible.

Cada responsable de modelo deberá proponer un sistema para verificar que los datos introducidos en los modelos de su responsabilidad cumplan los requisitos establecidos en este Manual antes de traspasarlos al área de trabajo compartido del CDE.

9. RELACIÓN DE ANEXOS AL MANUAL

El presente Manual BIM del estándar BIM de EMACSA se acompaña de una serie de Anexos que en algunos casos completan y desarrollan la información contenida en este y en otros proporcionan otra que puede ser directamente empleada en el desarrollo del Plan de Ejecución BIM (PEB) o de la información que se solicita como entregable.

Con la pretensión de facilitar la labor del contratista de las actuaciones BIM de EMACSA, **muchos de dichos Anexos se entregan en formato abierto o editable**. No obstante, **todos los agentes intervinientes**, y en especial los responsables del desarrollo de la información, **se comprometen a respetar la integridad de aquellos** y a no realizar ninguna modificación sobre los mismos.

EMACSA se reserva el derecho a no aceptar aquellos entregables que no se adapten a la versión del Manual BIM y de sus Anexos a la que haga referencia la licitación o el encargo en cuestión o se proporcione al inicio de los trabajos, en el caso de modificaciones menores del Manual.

1. Objetivos, acciones, usos y entregables BIM en las actuaciones de EMACSA

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX01 Objetivos, acciones, usos y entregables BIM*

Formato: Libro de Excel multitable

2. Protocolo de nomenclatura de los contenedores de información en las actuaciones de EMACSA

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX02 Protocolo de nomenclatura*

Formato: Documento de Word

3. Nivel de definición de los modelos BIM en las actuaciones de EMACSA

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX03 Nivel de definición de los modelos BIM*

Formato: Documento de Word

4. Especificación de Nivel de Desarrollo Geométrico (LOD) 2021 de BIM Forum

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX04 Guía LOD BIM Forum 2021*

Formato: Documento en formato PDF

5. Nivel de Detalle Geométrico de los objetos BIM en la actuación

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX05 Nivel de detalle geométrico de objetos BIM*

Formato: Libro de Excel monotabla

6. Procesos, subprocesos y sistemas en las actuaciones de EMACSA

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX06 Procesos, subprocesos y sistemas*

Formato: Libro de Excel multitabla

7. Diccionario de equivalencia de entidades IFC en las actuaciones de EMACSA

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX05 Diccionario de equivalencia de Entidades IFC*

Formato: Libro de Excel monotabla

8. Sistema de clasificación de objetos del sector del agua: A easBIMClass.v01

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX08 Sistema clasificación A easBIMClass v.01*

Formato: Libro de Excel multitabla (protegido)

9. Conjuntos de propiedades personalizadas de objetos IFC en las actuaciones de EMACSA

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX09 Propiedades IFC y conjuntos personalizados*

Formato: Libro de Excel multitabla

10. Sistema de clasificación BIM de elementos por función: GuBIMClass v.1.2

Nombre de archivo: *ManualBIM_EMACSA_ANX10 Sistema clasificación GuBIMClass v.1.2*

Formato: Libro de Excel monotabla

11. Plantilla de Plan de Ejecución BIM para actuaciones de EMACSA v.01.01

Nombre de archivo:

Formato: Documento de word

Versión corregida 2020

3. Manual BIM per a les actuacions de l'Agència Catalana de l'Aigua

Agència Catalana de l'Aigua. Generalitat de Catalunya

Versión 2. Diciembre de 2022

4. Manual. Sistema de clasificación BIM de A eas (A easBIMClass.v01)

Grupo Transversal I+D+i de AEAS - SUBGRUPO BIM. Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento

Octubre 2023

5. IFC Specifications Database: IFC4 ADD2 TC1

buildingSMART International

Octubre 2017

6. Level of Development (LOD) Specification for Building Information Models

BIM Forum

Diciembre 2021

7. eCOB. Estándar de creación de objetos BIM.

Versión 1_2021 (Basado en IFC4 Add2 TC1)

Instituto de Tecnología de la Construcción de Catalunya- ITeC

Noviembre 2021

8. BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0

Computer Integrated Construction Program, Penn Sate. University Park, PA, USA

2021

9. Manual BIM del Consorci Besòs-Tordera

Consorci Besòs-Tordera

10. Guía de apoyo. Roles en organizaciones y proyectos que utilizan BIM

buildingSMART Spain

2023

11. Guía Transversal para la elaboración del Plan de Ejecución BIM

es.BIM – Subgrupo de trabajo SG3.6

Versión 1.0 22/10/2018

12. Definición de Roles en procesos BIM

es.BIM – Grupo de trabajo 2: Personas. Subgrupo 2.3

Mayo 2017

10. REFERENCIAS

1. UNE-EN ISO 19650-1:2019

International Organization for Standardization

Versión corregida 2020

2. UNE-EN ISO 19650-2:2019

International Organization for Standardization

13. Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014

Gobierno de España

14. Manual de IFC para Revit. Instrucciones detalladas para gestionar archivos IFC

Autodesk

2018