

ASISTENCIA TÉCNICA TRANSVERSAL, IMPLANTACIÓN BIM Y CAPACITACIÓN PARA GENERACIÓN DE GEMELO DIGITAL DEL METROPOLITANO DE GRANADA Y TRAMBAHÍA CONECTADO CON OTRAS PLATAFORMAS EXPLOTACIÓN

Expediente: TAA-4102/OATO

MANUAL GEMELO DIGITAL BIM DE LA AOPJA



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

CONTROL DE DOCUMENTACIÓN				
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REDACTADO	APROBADO
01SHARE	12/06/2025	Intercambio v1	JGM	
02SHARE	17/06/2025	Intercambio v2.	JGM	
03SHARE	30/06/2025	Intercambio v3. Objetivos y usos BIM	JGM	
04SHARE	03/07/2025	Intercambio v4. Usos y fichas usos BIM	JGM	
05SHARE	28/07/2025	Intercambio v5. Modelo de Información	JGM	
06SHARE	20/03/2026	Intercambio v6	RAC	
07SHARE	16/04/2026	Intercambio v7	RAC	

1	PROLOGO	9
2	BIM Y GEMELO DIGITAL. LA EVOLUCIÓN NATURAL	10
2.1	DEFINICIÓN DE BIM	10
2.2	DEFINICIÓN DE GEMELO DIGITAL	11
2.3	VISIÓN DE LA AGENCIA	11
3	ANTECEDENTES	13
3.1	REFERENCIAS NACIONALES	13
3.1.1	Plan BIM en la Contratación Pública	14
3.1.2	Plan de Infraestructuras del Transporte y la Movilidad de Andalucía	14
3.1.3	Plan Andaluz de Acción por el Clima	14
3.1.4	Pacto Verde Europeo y Estrategias Nacionales Asociadas	15
3.1.5	Plan de Movilidad Sostenible del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	15
3.2	REFERENCIAS INTERNACIONALES	15
3.2.1	ISO EN ISO 19650: Gestión de la información con BIM	15
3.2.2	BuildingSmart International: Formatos abiertos y openBIM	16
3.2.3	EU BIM Task Group: Directrices para la administración pública	17
3.2.4	Normalización y estandarización del Gemelo Digital BIM	17
4	BIM HUMANISTA	19
4.1	PROCESO DE DIGITALIZACIÓN Y LAS PERSONAS	19
4.2	AGENTES INVOLUCRADOS	19
5	DIGITALIZACIÓN E INNOVACIÓN	24
5.1	OBJETIVOS	25
5.2	HACIA EL OPEN BIM Y LA INTEROPERABILIDAD	26
5.3	HACIA EL GEMELO DIGITAL BIM	27
5.4	INNOVACIÓN PERMANENTE DE LA AGENCIA	30
6	IMPLEMENTACIÓN DIGITAL EN CONTRATOS	31
6.1	OBJETIVO DE LA AGENCIA	32
6.2	EQUIPOS DE TRABAJO. GRUPO MOTOR BIM	33
6.3	HOJA DE RUTA	35
6.3.1	Ámbito de aplicación en la contratación	36
6.3.2	Marco temporal de aplicación	37
6.3.3	Niveles de aplicación	38
6.3.4	Elección de los niveles de aplicación	40
6.3.5	Niveles y la Agencia	40
6.4	TIPOLOGIAS DE CONTRATO IMPLICADOS	44
7	APLICACIÓN DEL MANUAL	46
7.1	GUÍAS DIGITALES	47
7.1.1	Guía de Contratación	48
7.1.2	Guía de Información y Control de Calidad	49
7.1.3	Guía de Colaboración	50
7.1.4	Guía de Modelo de Información	51
7.1.5	Guía de Digitalización y Gemelo Digital BIM	52
7.2	ACTIVIDADES DE LA FASE DE DESARROLLO	53
7.2.1	Evaluación de necesidades	54
7.2.2	Petición de ofertas	54
7.2.3	Presentación de ofertas	55

7.2.4	Contratación.....	55
7.2.5	Movilización.....	56
7.2.6	Producción colaborativa.....	56
7.2.7	Entrega del modelo de información	56
7.2.8	Fin de la fase de desarrollo	57
8	GUÍA DE CONTRATACIÓN.....	58
8.1	OBJETIVO Y ALCANCE	58
8.2	PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN	58
8.3	ESTÁNDARES DE CONTRATACIÓN	59
8.3.1	Requisitos de información de la organización. OIR	59
8.3.2	Requisitos de información del proyecto. PIR	59
8.3.3	Requisitos de información de los activos. AIR	60
8.3.4	Requisitos de intercambio de información. EIR	60
8.3.5	Plan de Ejecución BIM. PEB	61
9	GUÍA DE INFORMACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL ENTORNO DIGITAL Y ENTREGABLES	63
9.1	OBJETIVO Y ALCANCE	64
9.2	MAQUETA DE PRUEBA	66
9.3	PRODUCCIÓN COLABORATIVA E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN	67
9.3.1	CC del Plan de Ejecución BIM (PEB).....	67
9.3.2	CC de modelos de información	69
9.3.3	CC de intercambio de información	70
9.4	ENTREGA DE INFORMACIÓN.....	70
9.5	CIERRE DE EJECUCIÓN.....	70
10	GUÍA DE COLABORACIÓN	72
10.1	OBJETIVO Y ALCANCE	73
10.2	REPOSITORIO COMÚN DE INFORMACIÓN.....	74
10.2.1	Concepto de Entorno Común de Datos.....	74
10.2.2	Principios del CDE de la Agencia.....	74
10.2.3	Estados de información	75
10.2.4	Flujos de aprobación entre estados	76
10.2.5	Intercambio y entrega de información	77
10.2.6	Roles en la gestión de estados	78
10.2.7	Aplicación del CDE en las etapas de la UNE-EN ISO 19650	79
10.2.8	Estructura de carpetas	80
10.2.9	Codificación de archivos y contenedores de información.....	80
10.2.10	Gestión de versiones	81
10.2.11	Derechos de acceso y permisos.....	81
10.2.12	Estrategia dual de repositorio.....	82
10.3	COMUNICACIÓN DIGITAL	83
10.3.1	Principios de comunicación digital.....	84
10.3.2	Canales de comunicación.....	84
10.3.3	Protocolo general de comunicación.....	85
10.4	REUNIONES DIGITALES	85
10.4.1	Tipologías de reuniones según etapa	85
10.4.2	Actas de reuniones digitales.....	87
10.4.3	Soporte tecnológico para reuniones basadas en modelos.....	87
10.5	INFRAESTRUCTURA DIGITAL	88
10.5.1	Conectividad y acceso	88
10.5.2	Seguridad de la información.....	88

10.5.3	Copias de seguridad y recuperación.....	89
10.5.4	Requisitos para la transición entre entornos	89
11	GUÍA DE MODELO DE INFORMACIÓN	89
11.1	ALCANCE Y OBJETIVO DE LA GUÍA	90
11.2	OBJETIVOS BIM	91
11.2.1	Definición de Objetivo BIM.....	91
11.2.2	Objetivos BIM Organizacionales.....	91
11.2.3	Listado de Objetivos BIM	93
11.3	USOS BIM.....	97
11.3.1	Definición de uso BIM.....	97
11.3.2	Listado de usos BIM	98
11.3.3	Usos BIM y el ciclo de vida.....	102
11.4	MODELO BIM Y ADECUACIÓN AL CICLO DE VIDA	103
11.4.1	PIM. Condiciones e infraestructuras existentes. MEA	105
11.4.2	PIM. Estudio previo y/o de alternativas. MDE/MPR	106
11.4.3	PIM. Proyecto básico o de trazado. MDE/MPR.....	107
11.4.4	PIM. Inicio de actividad. MDE/MPR	107
11.4.5	PIM. Avance de diseño y coordinación. MDE/MPR	107
11.4.6	PIM. Proyecto constructivo. MDE/MPR	108
11.4.7	PIM. Inicio de obra. MOM00.....	109
11.4.8	PIM. Seguimiento de obra. MOM01.....	109
11.4.9	PIM. As Built. MOT	110
11.4.10	AIM. Modelo de mantenimiento-explotación. MMA	110
11.4.11	PIM. Fin de vida del activo. MDE	111
11.5	DIVISIÓN Y FEDERACIÓN	111
11.6	JERARQUÍA DE MODELOS.....	112
11.6.1	Por ciclo de vida del activo.....	112
11.6.2	Por ubicación.....	113
11.6.3	Por unidad funcional	113
11.6.4	Por disciplina	114
11.6.5	Por subdivisión	115
11.6.6	Codificación interna de modelos BIM	116
11.7	GEOLOCALIZACIÓN Y REFERENCIAS.....	116
11.7.1	Sistema de coordenadas.....	117
11.7.2	Norte geográfico y puntos de referencia	117
11.7.3	Niveles, ejes y rejillas	118
11.7.4	Unidades y tolerancias.....	118
11.7.5	Plantillas y referencias	119
11.8	ELEMENTOS.....	119
11.8.1	Nivel de información necesaria. LOIN	120
11.8.2	Nivel de detalle gráfico	120
11.8.3	Nivel de desarrollo de la información. Set de propiedades	123
11.8.4	Sistemas de clasificación de elementos	124
11.9	IFC Y LA INTEROPERABILIDAD.....	125
12	GUÍA DE DIGITALIZACIÓN Y GEMELO DIGITAL BIM	126
12.1	OBJETO Y ALCANCE	126
12.2	PROCESO DE DIGITALIZACIÓN	126
12.3	OBTENCIÓN DE GEMELO DIGITAL.....	127
12.4	MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN.....	130
13	ROLES Y RESPONSABLES	133

13.1	ROLES BIM EN LA AGENCIA	133
13.1.1	Responsable del contrato.....	133
13.1.2	Responsable BIM del contrato	134
13.2	ROLES BIM EN TERCEROS	135
13.2.1	Fase de proyecto	135
13.2.2	Fase de obra	136
13.3	ROLES ASOCIADOS AL GEMELO DIGITAL.....	138
13.4	SOLVENCIAS RECOMENDADAS EN CONTRATOS	140
14	ENTREGABLES DIGITALES.....	140
14.1	DEFINICIÓN Y REQUISITOS.....	140
14.2	ESTRATEGIA Y VINCULADOS.....	142
14.3	TIPOLOGIAS DE ENTREGABLES.....	142
14.3.1	Entregables en formato abierto	142
14.3.2	<i>Entregables en formato nativo</i>	143
14.4	LISTADO DE ENTREGABLES	143
15	SOFTWARE Y HARDWARE	147
15.1	SOFTWARE BIM	147
15.2	VINCULACIÓN A OPENBIM	148
15.3	RECOMENDACIONES DE HARDWARE	148
16	EPILOGO.....	150
17	REFERENCIAS.....	152
17.1	REFERENCIAS NORMATIVAS NACIONALES	152
17.2	REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES Y DE NORMALIZACIÓN BIM.....	152
17.3	REFERENCIAS EUROPEAS E INTERNACIONALES PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	152
17.4	REFERENCIAS SOBRE GEMELO DIGITAL	152
18	ANEJOS.....	154
18.1	GLOSARIO DE TÉRMINOS	154
18.2	EVALUACIÓN EQUIPO BIM	154
18.3	LECCIONES APRENDIDAS	154
18.4	MATRIZ RESPONSABILIDADES	154
18.5	MATRIZ RIESGOS.....	154
18.6	MOVILIZACIÓN	154
18.7	OIR. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	154
18.8	AIR. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL ACTIVO	154
18.9	PIR. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	154
18.10	EIR PROYECTOS. REQUERIMIENTOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EN FASE DE PROYECTO	154
18.11	EIR OBRA. REQUERIMIENTOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EN FASE DE OBRA	154
18.12	PEB. PLAN DE EJECUCIÓN BIM.....	154
18.13	MIDP (PLAN MAESTRO DE ENTREGA DE INFORMACIÓN) / TIDP (PLAN DE ENTREGA DE INFORMACIÓN DE TAREAS).....	154
18.14	CONTROL DE CALIDAD. PEB	154
18.15	CONTROL DE CALIDAD. MODELOS	154
18.16	CONTROL DE CALIDAD. INTERCAMBIO & ENTREGA.....	154
18.17	COLABORACIÓN. GUIA DE CDE	154
18.18	FICHAS DE USOS BIM.....	154
18.19	SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN	154

18.20 LOIN. SETS DE PROPIEDADES.....	154
18.21 IFC. BUENAS PRACTICAS	154
18.22 ESPECIFICACIONES PARA NUBES DE PUNTOS.....	154

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1.- Dimensiones del BIM. Referencia: Plan BIM España.....	10
Figura 2. - Relación entre partes interesadas	20
Figura 3 - Relación entre agentes. Referencia: "Introducción a la serie EN-ISO EN ISO 19650". BuildingSmart Spain.....	21
Figura 4.- Interfaces entre las partes y los equipos. Referencia: "Parte 2: Fase de desarrollo de los activos". UNE ISO EN ISO 19650 – 2.....	21
Figura 5.- Jerarquía de las agrupaciones en la Agencia	33
Figura 6.- Grupo Motor BIM.....	35
Figura 7.- Hoja de Ruta.....	36
Figura 8.- Umbrales e hitos temporales. Plan BIM España.	37
Figura 9.- Indicadores y niveles. Plan BIM España.	39
Figura 10.- Indicadores. Plan BIM España.....	40
Figura 11.- Indicadores – Nivel medio. Plan BIM España.	40
Figura 12.- Indicadores – Nivel Avanzado. Plan BIM España.	42
Figura 13.- Indicadores – Nivel Integrado. Plan BIM España.....	43
Figura 14.- Etapas de desarrollo de información en fase de desarrollo. Origen: UNE-EN ISO 19650	46
Figura 15.- Guías Digitales. Manual Gemelo Digital BIM	48
Figura 16.- Jerarquía de Requisitos de Información. Origen: NTP ISO 19650	49
Figura 17.- Actividades de la gestión de la información VS partes involucradas	50
Figura 18.- Etapas del Flujo de Información.....	51
Figura 19.- Ejemplo Modelo BIM. Origen: AOPJA.....	52
Figura 20.- Proceso de gestión. Etapas.....	53
Figura 21.- Diagrama de aplicación de requerimientos según ISO 19650	58
Figura 22.- Etapas de desarrollo de la ISO19650	63
Figura 23.- Agrupaciones de etapas de desarrollo de la ISO19650 para la Agencia	64
Figura 24.- Desarrollo conceptual de información	65
Imagen 25. Proceso de validación de los modelos	69
Figura 26.- Origen: esBIM	97
Figura 27.- Estructura del Modelo de Información BIM.....	103
Figura 28.- Estructura del Modelo de Información BIM.....	108
Figura 29.- Estructura de división de modelos de Información BIM.....	112
Figura 30.- Clasificación por funciones.....	125
Figura 31.- Solvencia recomendada en contratos.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales normar y proyectos.....	17
Tabla 2. Aplicación del CDE en las etapas de la UNE-EN ISO 19650-2	79
Tabla 3. Objetivos Digitales Específicos.....	96
Tabla 4. Usos BIM de la Agencia	101
Tabla 5. Usos BIM de la Agencia	102
Tabla 6. Tabla de modelos y codificación conforme a RIH	104
Tabla 7. Tabla de modelos y codificación conforme a ciclo de vida para la Agencia.....	105
Tabla 8. Tabla de modelos y codificación conforme a ubicación	113
Tabla 9. Tabla de modelos y codificación conforme a ubicación	114
Tabla 10. Tabla de modelos y codificación conforme a disciplinas	115
Tabla 11. Tabla de modelos y codificación conforme a ubicación	115
Tabla 12. Tabla de unidades de aplicación de la Agencia.....	119
Tabla 13. Tabla de definición de LOD de la Agencia.....	121
Tabla 14. Tabla de definición de LOD por ciclo de vida del activo.....	122
Tabla 15. Entregables en formato abierto	143
Tabla 16. Entregables según la fase del ciclo de vida del activo	146

1 PROLOGO

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA), apoyada y liderada desde la Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda de la Junta de Andalucía, se encuentra inmersa en un proceso transformador hacia una gestión pública más digital, eficiente y sostenible. Este camino responde a los retos contemporáneos de la administración de infraestructuras y se alinea con los principios de innovación, interoperabilidad y transparencia que definen la acción del Gobierno de Andalucía.

Desde los inicios, la incorporación de la metodología BIM (Building Information Modeling) se ha convertido en el eje vertebrador de esta transformación. Desde 2019, la Agencia ha incluido progresivamente exigencias BIM en sus licitaciones de proyectos y obras públicas, desarrollando un ecosistema documental propio y capacitando a su personal técnico. En el siguiente escalón de la transformación digital aparece el Gemelo Digital BIM, hito que corona una implementación plena e integral. Esta apuesta estratégica se recoge en el marco del Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA 2030), y se fortalece mediante la implementación del Plan de Acción BIM-Gemelo Digital BIM, diseñado para lograr una digitalización total y operativa de sus contratos y activos.

La adopción de BIM por parte de la Agencia se articula en torno a los estándares de la serie UNE-EN ISO EN ISO 19650, que establecen los principios de gestión colaborativa de la información a lo largo del ciclo de vida de los activos. Esta normalización no solo aporta rigor técnico, sino que garantiza la interoperabilidad y la calidad de la información, favoreciendo la toma de decisiones fundamentadas, la trazabilidad documental y la eficiencia de los procesos contractuales.

A nivel nacional, el impulso normativo del Plan BIM en la Contratación Pública, aprobado por el Consejo de Ministros en junio de 2023, refuerza la obligatoriedad progresiva de esta metodología en las licitaciones públicas. Este plan establece cinco niveles BIM, desde el nivel “preBIM” hasta el nivel “integrado”, así como umbrales de aplicación y un calendario obligatorio que afecta a todas las entidades de la Administración General del Estado y que actúa como referencia recomendada para el resto del sector público.

El presente Manual Gemelo Digital BIM constituye un instrumento fundamental para consolidar esta evolución digital y principalmente abordar el Gemelo Digital como reto final. Recoge la experiencia acumulada por la Agencia, establece criterios y procedimientos homogéneos para el uso de BIM, e integra las directrices del Plan BIM España y las recomendaciones internacionales aportadas desde la EN ISO 19650. Asimismo, marca el camino hacia el desarrollo del Gemelo Digital BIM, una réplica virtual dinámica y conectada de los activos gestionados por la Agencia, que facilitará su mantenimiento predictivo, su explotación eficiente y su integración con otros sistemas territoriales y urbanos.

La Junta de Andalucía, a través de la AOPJA, reafirma con este documento su liderazgo en la modernización de la contratación pública y su apuesta por una infraestructura pública inteligente, resiliente y centrada en las personas – *BIM HUMANISTA*. El Manual se dirige a todos los agentes que participan en la creación y gestión de infraestructuras —tanto internos como externos— y aspira a ser una referencia útil, práctica y viva para la transformación digital del sector público en Andalucía.

2 BIM Y GEMELO DIGITAL. LA EVOLUCIÓN NATURAL

La transformación digital de la Agencia (AOPJA) se fundamenta en la adopción de metodologías que permitan una gestión más eficiente, colaborativa y basada en datos de sus infraestructuras, tanto digitales como construidas.

Entre estas herramientas, destacan por encima de todo el Building Information Modeling (BIM) y el Gemelo Digital. En el actual desarrollo de la tecnología asociada a la obra civil, constituyen los pilares de una nueva forma de planificar, diseñar, construir, operar y mantener los activos públicos, siendo obligatoria la evolución de uno hacia el otro conforme el avance del ciclo de vida del activo.

Ambas metodologías permiten evolucionar desde un modelo de trabajo fragmentado y documental, hacia un entorno digital estructurado, interoperable y centrado en el ciclo de vida de los activos. Mientras que BIM establece la base metodológica para la gestión digital de la información, el Gemelo Digital representa su evolución operativa, permitiendo la integración de datos en tiempo real para la toma de decisiones estratégicas y tácticas.

A continuación, se ofrecen las definiciones de ambos conceptos, que sustentan el marco metodológico del presente Manual, y finalmente, se aporta la visión estratégica de la Agencia y su concepto de *Gemelo Digital BIM*.

2.1 DEFINICIÓN DE BIM

A continuación, traemos las definiciones aportadas por las dos referencias que se utilizarán habitualmente dentro de este Manual para definiciones, taxonomía, o terminología digital.

Según la norma UNE-EN ISO EN ISO 19650-1, BIM se define como:

"El uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones".

En el contexto de la contratación pública, el Plan BIM España lo define como:

"Una forma de trabajo basada en la colaboración entre los agentes que intervienen en los contratos del sector público, apoyada en modelos digitales y entornos de datos comunes, que permite gestionar la información durante todo el ciclo de vida del activo".



Figura 1.- Dimensiones del BIM. Referencia: Plan BIM España

Aportado por el "Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo" del EUBIM Task Group:

"BIM es un modelo digital de construcción y de operación y mantenimiento de activos. Aúna tecnología, mejoras en los procesos e información digital con el fin de mejorar radicalmente los resultados de los

clientes y de los proyectos, así como la explotación de los activos. BIM es un factor estratégico para mejorar la adopción de decisiones relativas tanto a los edificios como a las infraestructuras públicas a lo largo de todo su ciclo de vida. Se aplica a nuevos proyectos de construcción fundamentalmente, BIM apoya la renovación, reforma y mantenimiento del entorno construido, lo que representa la mayor parte del sector"

BIM no es simplemente una herramienta de modelado en 3D. Es una metodología que implica la estructuración de la información, el uso de estándares abiertos (como IFC), y la creación de un entorno colaborativo que permita mejorar la trazabilidad, la eficiencia y la sostenibilidad de las infraestructuras públicas.

2.2 DEFINICIÓN DE GEMELO DIGITAL

El Gemelo Digital (Digital Twin) es la evolución natural del enfoque BIM hacia un entorno operativo dinámico. En el contexto de la AOPJA, y desde su referencia "Planificación Estratégica de Gemelo Digital BIM de la AOPJA", se define cómo:

"Una réplica digital conectada y actualizada de una infraestructura física, que integra información BIM, GIS, sensores IoT y datos operacionales, para ofrecer una representación precisa y actualizada del activo en tiempo real".

Su objetivo es mejorar la toma de decisiones operativas y estratégicas, facilitar el mantenimiento predictivo, optimizar recursos, reducir riesgos y maximizar el valor de los activos públicos.

Un Gemelo Digital puede llegar a permitir simular escenarios, visualizar el comportamiento futuro de una infraestructura, y conectar modelos digitales con sistemas de gestión y plataformas de análisis, convirtiéndose en una herramienta clave para la gestión integral del territorio y los servicios públicos.

2.3 VISIÓN DE LA AGENCIA

La Agencia contempla la vinculación BIM & Gemelo Digital como el estadio avanzado de su estrategia de digitalización. Es decir, lo que se ha bautizado como *GEMELO DIGITAL BIM*, la suma de potencialidades de ambos sistemas, procesos herramientas y tecnologías al servicio del desarrollo de los activos de la Agencia en cualquiera de sus fases.

Cuando estemos hablando de diseño y obra, el empleo fundamental será el basado en metodología BIM, desplegando modelos de información (PIM) y repositorio de información (CDE) para desarrollo de diseño y construcción, de tal forma que por un lado se cumplan las funciones principales de BIM en proyecto y obra y por otro lado se vaya "allanando" el camino del Gemelo Digital. Los requisitos BIM en estas fases ya estarán observando la necesidad de mantenimiento y la explotación generando modelos que tengan una fácil adecuación desde diseño y desde As built, es decir, la adecuación a un modelo de mantenimiento (AIM).

Cuando estemos hablando de mantenimiento y explotación, el modelo BIM (AIM) quedará absorbido por un concepto muy superior, el Gemelo Digital, de ahí su taxonomía, *Gemelo Digital BIM* ya que procederá del histórico desarrollado durante las fases anteriores, y dotado de todo lo necesario para dar el apoyo al gemelo. Esta fase ya se apoyará en una plataforma multi capacidad, que sea capaz de acoger toda la tipología de información proveniente de todas las plataformas conectadas (BIM, GIS,

GMAO, sensórica, IoT, etc) y proporcione una capacidad de análisis y un consumo de información que apoye de forma antes no vista la gestión de activos de la Agencia.

Para más información respecto a Gemelo Digital BIM de la AOPJA, ver el apartado "[Guía de Digitalización y Gemelo digital](#)".

3 ANTECEDENTES

La transformación digital en la gestión pública de infraestructuras ha evolucionado en la última década desde iniciativas aisladas hacia estrategias consolidadas de modernización organizativa y tecnológica.

En este proceso, la adopción de metodologías como BIM (Building Information Modeling) y la proyección hacia el Gemelo Digital representan un cambio de paradigma para el sector público.

A nivel internacional, y hace más de una década, la Directiva 2014/24/UE ya instaba a los Estados miembros a promover la digitalización en la contratación pública de infraestructuras. Desde entonces, países como Reino Unido, Finlandia, Noruega o Singapur han liderado esta transformación mediante políticas nacionales de implantación de BIM.

España ha seguido esta línea con un marco normativo y estratégico en expansión, destacando el Real Decreto 1515/2018, la creación de la Comisión Interministerial BIM y la reciente aprobación del Plan BIM en la Contratación Pública en 2023, que establece una hoja de ruta obligatoria y gradual para la aplicación de BIM en el sector público estatal.

En el ámbito andaluz, la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) junto con la Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda, se han consolidado como pioneras en la adopción de BIM dentro del sector público autonómico. Desde 2016, la Agencia ha desarrollado un proceso progresivo de integración de esta metodología, comenzando con proyectos piloto, formación interna y normalización documental, hasta llegar a su aplicación sistemática en licitaciones desde 2019.

Este avance ha estado acompañado por la definición de estándares propios aislados (como el EIR y el PEB), la creación de un Entorno Común de Datos (CDE), y la alineación con los principios de la norma UNE-EN ISO 19650 para garantizar interoperabilidad, trazabilidad y calidad en la gestión de la información.

En 2023, la AOPJA dio un paso clave con la formulación de su estrategia “De los Modelos BIM al Gemelo Digital”, sentando las bases para una gestión predictiva y en tiempo real de sus infraestructuras. Esta visión integradora, basada en la convergencia de datos BIM, GIS e IoT, alinea a la Agencia con las tendencias internacionales en materia de ciudades inteligentes, sostenibilidad y digitalización del territorio

El presente compendio de documentación, Manual de Gemelo Digital BIM, persigue el objetivo de aunar todos los esfuerzos anteriores, para alimentar y terminar de generar una visión completa y práctica para la aplicación procedimentada y estandarizada del BIM y el Gemelo Digital.

3.1 REFERENCIAS NACIONALES

La transformación digital de la Agencia no se desarrolla en el vacío, sino que se enmarca en un sólido conjunto de políticas, planes y estrategias impulsadas tanto a nivel autonómico como nacional.

Estas estrategias más globales reflejan una apuesta institucional por la modernización de la gestión pública, la sostenibilidad ambiental y la eficiencia en el uso de los recursos públicos. En este contexto,

la incorporación de BIM y el desarrollo del Gemelo Digital se convierten en instrumentos clave para cumplir con los objetivos definidos por estos marcos estratégicos.

A continuación, se resumen los principales referentes normativos y programáticos que guían y refuerzan la estrategia digital de la Agencia, asegurando un camino con criterio y reformador de las organizaciones públicas:

3.1.1 Plan BIM en la Contratación Pública

Aprobado por el Consejo de Ministros el 27 de junio de 2023, este plan establece la implantación progresiva y obligatoria de la metodología BIM en los contratos públicos del Estado. Su enfoque no se limita a la fase de diseño y construcción, sino que promueve una gestión integral del ciclo de vida de los activos, desde la planificación hasta la operación y mantenimiento.

El [Plan](#) identifica el uso de BIM como una herramienta clave para la eficiencia del gasto público, la mejora en la toma de decisiones, y la sostenibilidad, destacando la importancia de conectar los modelos digitales con los sistemas de gestión de activos y de operación. Esta perspectiva potencia la evolución hacia el Gemelo Digital, al sentar las bases para un entorno digital interoperable que integre datos en tiempo real para la gestión predictiva de infraestructuras públicas.

La Agencia se alinea con este marco estatal mediante la aplicación de BIM en licitaciones y contratos de mantenimiento, y el desarrollo de Gemelos Digitales conectados a plataformas de explotación como SCADA, sistemas GIS y sensores IoT, tal como recoge su estrategia documental.

3.1.2 Plan de Infraestructuras del Transporte y la Movilidad de Andalucía

El [PITMA](#) define las prioridades de infraestructura y movilidad de la Junta de Andalucía, integrando sostenibilidad, digitalización y resiliencia como ejes estratégicos. La Línea Estratégica 3: Innovación Tecnológica promueve explícitamente el uso de BIM y tecnologías emergentes para la planificación, operación y mantenimiento de infraestructuras.

La Agencia ha asumido estos objetivos como propios, desarrollando una estrategia de Implantación BIM, cuya piedra angular es el presente Manual de Gemelo Digital BIM, y el propio concepto de Gemelo Digital BIM que se integra con los sistemas de gestión de activos del PITMA.

3.1.3 Plan Andaluz de Acción por el Clima

Este [plan](#), adoptado por la Junta de Andalucía en línea con la Agenda 2030, refuerza el compromiso institucional con la lucha contra el cambio climático. Su implementación implica la reducción de emisiones, el control del consumo energético y la adaptación de las infraestructuras al cambio climático.

La estrategia digital de la Agencia incorpora estas directrices a través de herramientas como la calculadora de sostenibilidad integrada en el CDE y la conexión de modelos BIM con sensores IoT, posibilitando una gestión energética en tiempo real dentro del Gemelo Digital BIM. Es decir, la implementación del Gemelo Digital BIM y la gestión BIM de contratos acercará lo máximo posible la sostenibilidad a la gestión de las infraestructuras mediante la incorporación de herramientas digitales.

3.1.4 Pacto Verde Europeo y Estrategias Nacionales Asociadas

El [Pacto Verde Europeo](#) establece la neutralidad climática de la UE en 2050 como objetivo prioritario. En este contexto, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y la Estrategia Española de Economía Circular promueven la eficiencia en la gestión de recursos y la digitalización como medio para reducir el impacto ambiental.

La Agencia adopta estos principios integrando módulos 4D y 5D en el Gemelo Digital, lo que permite simular escenarios operativos y ambientales, optimizar consumos y anticipar necesidades de mantenimiento con un enfoque predictivo y sostenible, ahondando de nuevo en los mismos conceptos de apoyo a la sostenibilidad mediante la incorporación de herramientas digitales a los procesos de diseño, construcción, mantenimiento y explotación.

3.1.5 Plan de Movilidad Sostenible del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Este [plan](#) impulsa una visión integral de la movilidad, centrada en la accesibilidad, la sostenibilidad y la eficiencia energética. Contempla el uso de tecnologías digitales como BIM para mejorar la planificación de infraestructuras y la toma de decisiones basada en datos.

La Agencia incorpora esta visión mediante la integración de BIM y Gemelo Digital BIM en sus modelos de movilidad, alineándose con las políticas nacionales de transporte inteligente y resiliente.

3.2 REFERENCIAS INTERNACIONALES

La estrategia de digitalización de infraestructuras públicas no puede entenderse sin su anclaje en los marcos normativos y metodológicos internacionales. La Agencia ha asumido como propios los estándares globales más avanzados en gestión de la información, interoperabilidad y sostenibilidad, en especial aquellos promovidos por organismos de normalización y redes públicas europeas.

Estos marcos constituyen una guía lógica para garantizar la coherencia técnica, la compatibilidad de sistemas y la proyección internacional de los modelos digitales de infraestructura de la Agencia.

3.2.1 ISO EN ISO 19650: Gestión de la información con BIM

La serie UNE-EN ISO 19650 constituye el marco normativo internacional para la gestión de la información en entornos colaborativos BIM, siendo adoptada por la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) como estándar de referencia para su estrategia digital.

Esta norma aporta una estructura coherente, trazable y escalable para la producción, intercambio y uso de información digital a lo largo del ciclo de vida de los activos, desde su planificación hasta su operación y mantenimiento.

La EN ISO 19650 se basa en los principios de trabajo colaborativo, coordinación estructurada de la información y responsabilidades claramente asignadas a los distintos agentes involucrados. Esta norma resulta especialmente valiosa en el contexto de la administración pública, ya que permite alinear procesos internos, mejorar la trazabilidad documental y optimizar la toma de decisiones mediante el uso de datos fiables.

La serie EN ISO 19650 está compuesta por varias partes interrelacionadas, cada una enfocada en una etapa específica del ciclo de vida del activo o en aspectos complementarios clave:

1. EN ISO 19650-1: Conceptos y principios: Establece los fundamentos teóricos y terminológicos de la gestión de la información. Define los tipos de requisitos (OIR, AIR, PIR, EIR), los modelos de información (PIM y AIM), y describe cómo se estructura el proceso colaborativo. Sirve de base para todas las partes posteriores.
2. EN ISO 19650-2: Fase de desarrollo del activo: Describe el flujo de trabajo para la planificación, producción y entrega de la información en proyectos de construcción. Define los roles principales (parte contratante, parte contratada principal y partes contratadas), el Plan de Ejecución BIM (PEB) y el uso del Entorno Común de Datos (CDE).
3. EN ISO 19650-3: Fase de operación del activo: Se centra en la gestión de la información una vez el activo entra en uso. Aborda cómo mantener actualizado el Modelo de Información del Activo (AIM) y cómo alimentar sistemas de mantenimiento o explotación con información fiable y estructurada.
4. EN ISO 19650-4: Intercambio de información (en desarrollo): Establece principios para estructurar los requisitos de información y asegurar entregas eficientes entre agentes, minimizando malentendidos y redundancias.
5. EN ISO 19650-5: Gestión de la seguridad de la información: Aborda las consideraciones necesarias para proteger la información sensible en entornos colaborativos, especialmente relevante en infraestructuras críticas o servicios esenciales.

La alineación de la Agencia con esta normativa proporcionará:

- Una base sólida para la licitación y ejecución de contratos con requisitos digitales, alineada con el Plan BIM España.
- Un mayor control y calidad de la información generada en proyectos de infraestructuras y en su intercambio.
- Un marco claro para la transición hacia el Gemelo Digital BIM, apoyando la interoperabilidad entre modelos BIM, plataformas GIS, sensores IoT y sistemas de explotación.

Esta norma, junto a otras de la familia como ISO 16739 (IFC) o ISO 29481 (IDM), que deberán ser tratadas en un futuro próximo, permitirán a la Agencia estructurar su ecosistema digital de forma integrada, escalable y conforme a las mejores prácticas internacionales.

3.2.2 BuildingSmart International: Formatos abiertos y openBIM

BuildingSmart es la organización global que lidera el desarrollo de estándares abiertos para BIM. Entre sus principales aportaciones destaca el desarrollo del formato IFC (Industry Foundation Classes), adoptado como norma ISO 16739, que garantiza la interoperabilidad entre plataformas de software BIM.

Además, promueve otros estándares como BCF (BIM Collaboration Format) para la comunicación de incidencias, COBie para la gestión de activos, y actualmente, el IDS (especificación de entrega de información) para la auditoria estandarizada de modelos en IFC, entre otros muchos.

Un valor añadido especialmente relevante para la Agencia es la existencia del Capítulo Español de BuildingSmart ([BuildingSmart Spain](#)), que impulsa activamente la adopción de openBIM en nuestro país.

Este capítulo colabora con administraciones públicas y empresas para adaptar y difundir buenas prácticas, desarrollar guías técnicas, y promover el uso de estándares abiertos en todo el ciclo de vida de los proyectos. Su labor contribuye a una implantación coherente y eficiente de BIM en contextos como el de la Agencia, asegurando la alineación con el ecosistema tecnológico nacional e internacional.

Durante el desarrollo del Manual de Gemelo Digital BIM se harán llamadas y referencias, e incluso, se utilizarán formatos y procedimientos definidos inicialmente por la Building Smart en apoyo de la implementación en la Agencia, previa particularización a nuestra organización.

3.2.3 EU BIM Task Group: Directrices para la administración pública

El [EU BIM Task Group](#), promovido por la Comisión Europea, agrupa a representantes de las administraciones públicas europeas para fomentar una adopción coherente del BIM en la contratación pública. Su "[Manual para la introducción del BIM en el sector público europeo](#)" (2016) establece recomendaciones clave para la gobernanza, capacitación, interoperabilidad y madurez digital.

La Agencia se alinea con estas recomendaciones mediante la progresiva institucionalización del BIM en sus procedimientos administrativos, su incorporación en los pliegos técnicos y la definición de roles y responsabilidades específicas, como el Responsable BIM del contrato.

3.2.4 Normalización y estandarización del Gemelo Digital BIM

La normalización del gemelo digital, y de aplicación al Gemelo Digital BIM de la Agencia, se encuentra actualmente en un proceso de consolidación normativa a nivel internacional y europeo. Si bien ya existen normas formalmente publicadas que proporcionan un principio de marco conceptual y operativo sólido, otras se encuentran en fase de desarrollo o validación como proyectos normativos. Este contexto dinámico exige y exigirá una vigilancia normativa activa por parte de la Agencia para garantizar una alineación continua con los estándares emergentes y asegurar la interoperabilidad técnica y semántica de sus infraestructuras digitales.

A continuación, y para una primera vinculación sencilla, se presenta una síntesis de las principales normas y proyectos normativos aplicables:

Norma	Estado	Aplicación principal
UNE-CEN/TR 18077:2024	Publicada (Informe Técnico)	Casos de uso prácticos en el entorno construido
ISO/IEC 30173:2023	Publicada	Terminología y conceptos base de Gemelo Digital
DIN EN 18162:2025-05	Publicada	Marco técnico y definiciones aplicadas al entorno construido
PNE-prEN 18162	En desarrollo	Marco técnico y definiciones aplicadas al entorno construido

Tabla 1. Principales normas y proyectos

UNE-CEN/TR 18077:2024 – Modelado de la información de construcción. Gemelos digitales aplicados al entorno construido. Casos de uso



UNE-CEN/TR 18077:2024 (Ratificada)
 Modelado de la información de construcción. Gemelos digitales aplicados al entorno construido. Casos de uso (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en diciembre de 2024.)
 Building Information Modelling - Digital twins applied to the built environment - Use cases (Endorsed by Asociación Española de Normalización in December of 2024.)
 Modélisation des informations de la construction. Jumeaux numériques appliqués à l'environnement bâti - Cas d'usage (Entérinée par l'Association Espagnole de Normalisation en décembre 2024.)

Este informe técnico recopila y analiza casos de uso reales de Gemelos Digitales en infraestructura pública, lo que ha permitido comenzar a asentar el concepto de gemelo digital sobre casos reales.

A la Agencia le ha servido para contrastar su estrategia con experiencias consolidadas, identificar buenas prácticas y afinar su marco operativo.

ISO/IEC 30173:2023 – Digital twin: Concepts and terminology

Norma internacional creada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Define los fundamentos conceptuales del Gemelo Digital, proporcionando una taxonomía normalizada que incluye entidades físicas y digitales, mecanismos de vinculación y estructuras de participación de los agentes.

DIN EN 18162:2025-02 – Building information modelling. Digital twins applied to the built environment. Concept and definitions.



DIN EN 18162:2025-02
 Building Information Modelling (BIM) - Digital twins applied to the built environment - Concept and definitions. German and English version. prEN 18162:2025 / Note: Date of issue 2025-01-17
 Modélisation des informations de la construction - Digital twins appliqués à l'environnement de construction - Cadre et définitions. Version allemande et anglaise prEN 18162:2025 / Attention: Date de parution 2025-01-17
 Building Information Modelling - Digitale Zwillinge in der bebauten Umwelt - Struktur und Definitionen: Deutsche und Englische Fassung prEN 18162:2025 / Achtung: Erscheinungsdatum 2025-01-17

La norma DIN EN 18162:2025-02 es un proyecto de norma centrado en el Modelado de Información de la Construcción (BIM) y los gemelos digitales, aplicados específicamente al entorno construido, que abarca conceptos y definiciones. Su objetivo es aclarar el uso de los gemelos digitales en el contexto de BIM, en particular su integración en el ciclo de vida de los edificios y las infraestructuras. La norma se encuentra recientemente publicada a inicios de 2025.

La publicación se basa en experiencias prácticas recogidas en diversos casos de uso y en la norma ISO/IEC 30173:2023 —relativo a conceptos y terminología de Gemelo Digital— garantizando así coherencia semántica y operativa (las anteriormente descritas). El objetivo es configurar un ecosistema de Gemelos Digitales que permita maximizar el valor de los datos para el bien público, promoviendo la interoperabilidad efectiva de sistemas y actores en la gestión de infraestructuras públicas y privadas.

Ofrece a organismos como la AOPJA un referente técnico para incorporar el control de calidad y la precisión en los modelos operacionales, alineados con las mejores prácticas europeas y la evolución normativa en curso.

PNE-prEN 18162 – Draft European Norm for Digital Twins in Built Environment



PNE-prEN 18162
 Modelado de la información de construcción (BIM). Gemelos digitales aplicados al entorno construido. Conceptos y definiciones.
 Building Information Modelling (BIM) - Digital twins applied to the built environment - Concept and definitions
 Modélisation des informations de la construction (BIM) - Jumeaux numériques en environnement bâti - Concept et définitions

Este proyecto normativo, aún en fase de adopción, extiende los principios de DIN EN 18162, proponiendo un marco de trabajo integral que conecta el ciclo de vida del activo con la evolución digital del entorno operativo. Para la AOPJA, su seguimiento activo asegura la anticipación a futuros requerimientos normativos y la participación en la vanguardia de la estandarización europea.

En el contexto de Agencia, la suma de normativa ha permitido establecer el marco terminológico correcto y dotar a la estrategia de Gemelo Digital BIM de taxonomía adecuada.

Expediente	TAA-4102/OATO	18 de 154
Actividad	Manual Gemelo Digital BIM	
Título del documento	MANUAL GEMELO DIGITAL BIM AOPJA	

4 BIM HUMANISTA

La estrategia de transformación digital de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) se construye sobre un enfoque inequívocamente humanista. En esta visión, el avance hacia modelos y el gemelo digital no es un fin en sí mismo, sino un medio para mejorar la forma en que las personas trabajan, colaboran y generan valor en el sector público andaluz.

El despliegue de tecnologías como BIM o el Gemelo Digital se articula como una oportunidad para fortalecer las capacidades del personal técnico, fomentar una cultura organizativa abierta al cambio y democratizar el acceso a herramientas digitales entre todos los actores implicados en la gestión de infraestructuras públicas.

4.1 PROCESO DE DIGITALIZACIÓN Y LAS PERSONAS

Toda transformación digital significativa es, ante todo, un proceso humano. Si bien la tecnología ofrece nuevas posibilidades, son las personas quienes le dan sentido y valor. La digitalización no sustituye el juicio profesional, ni elimina el conocimiento experto acumulado a lo largo de años. Por el contrario, lo amplifica, lo conecta y lo hace más accesible.

En este contexto, la Agencia reconoce que la resistencia al cambio es natural, pero también que puede ser superada mediante una combinación de formación, participación y liderazgo empático. Como cualquier metodología, Gemelo Digital BIM, solo cobra verdadero sentido si quienes lo utilizan comprenden su propósito, dominan su uso y lo integran como parte de su metodología diaria mediante la puesta en práctica colaborativa y el apoyo organizacional constante.

La fórmula adoptada por la Agencia —(Procesos + Tecnología) × Personas— refleja esta convicción: el capital humano no es un elemento más de la transformación, sino su multiplicador. La clave no está únicamente en tener mejores herramientas, sino en contar con equipos preparados, motivados y conscientes del impacto de su trabajo en la calidad del servicio público.

Por ello, se promueve una cultura de aprendizaje continuo, la creación de entornos colaborativos, la escucha activa de los equipos técnicos y la eliminación de barreras de entrada. La digitalización, bien entendida, no se impone, se comparte; no amenaza, acompaña; no reemplaza, transforma.

4.2 AGENTES INVOLUCRADOS

Continuando con la conexión con las personas, en este subapartado de BIM humanista, se marca uno de los primeros acercamientos del Manual con la serie UNE-EN ISO 19650, adoptada como marco de referencia para la elaboración de procedimientos relativos a la gestión de la información en entornos digitales, especialmente en contratos de diseño y construcción.

La correcta identificación de los agentes que intervienen en los procesos de contratación y ejecución de contratos con metodología BIM resulta esencial para el posterior desarrollo de guías de contratación, estructuras de responsabilidades y definición de requisitos de información.

Es importante comenzar estableciendo una distinción clara y conceptual fundamental entre agentes y roles:

- **Agentes:** Según ISO 19605 son “*persona, organización o unidad de la organización involucrada en un proceso de construcción*”. Son las partes o entidades que participan normalmente de forma contractualmente en el proyecto. Por tanto, tienen alguna responsabilidad legal, funcional o técnica, y son los sujetos sobre los que se asignan actividades, requisitos y/o entregables. Son personas físicas o jurídicas que forman parte del ecosistema del proyecto.
- **Roles:** son funciones o actividades específicas que pueden ser desempeñadas por uno o varios agentes. No son exclusivos ni permanentes, y su distribución puede variar en función de la naturaleza del proyecto o la fase del contrato.

Dicho esto, en este apartado se describen los agentes tal como los define la EN ISO 19650, ya que los roles serán definidos y desarrollados en el apartado “[Roles y responsabilidades BIM](#)”.

Los principales agentes definidos por la norma son:

- **Parte contratante (Appointing Party):** También llamada parte que designa. Es la entidad promotora o cliente del proyecto, quien define los objetivos del activo, los requisitos de información y los procesos contractuales. En el caso de la AOPJA, corresponde a la propia Agencia como ente licitador y gestor del ciclo de vida del activo.
- **Parte contratada principal (Lead Appointed Party):** También llamada parte designada principal. Proveedor de información relacionada con obras, bienes o servicios. Es el agente que asume la coordinación general de la producción de información por parte del equipo adjudicatario. Coincide con el contratista principal.
- **Parte contratada (Appointed Parties):** También llamada parte designada. Son las personas o entidades que forman parte del equipo del agente principal, con responsabilidades en la creación, desarrollo o revisión de la información. Pueden ser subcontratistas, o proveedores.



Figura 2. - Relación entre partes interesadas

Como inicio a este proceso de alineación con la EN ISO 19650, se aporta la siguiente figura la cual establece a través de los procesos de contratación o acuerdo y dentro de la fase de desarrollo las conexiones entre los agentes habituales en el contexto nacional, y por tanto, de la Agencia.

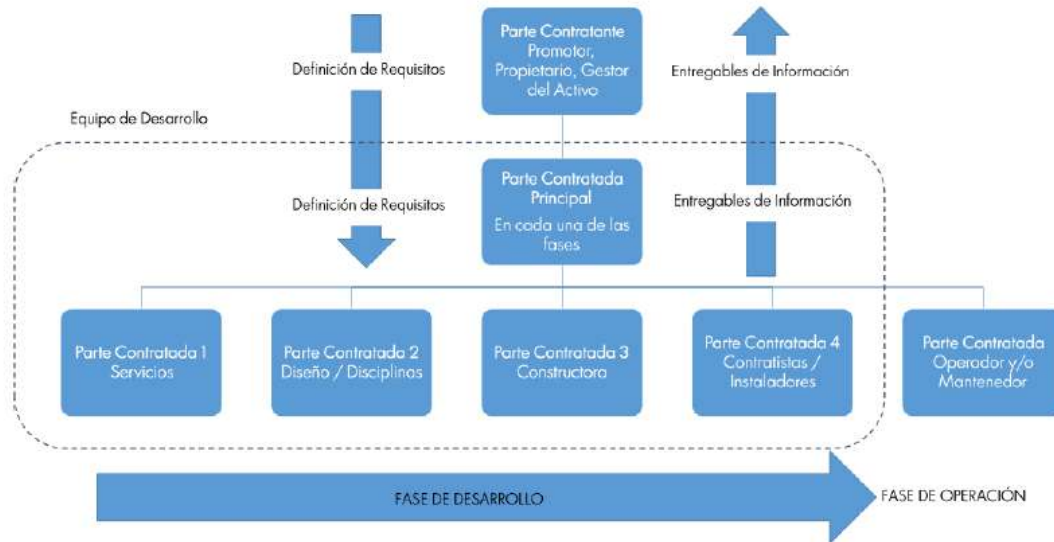


Figura 3 - Relación entre agentes. Referencia: "Introducción a la serie EN-ISO EN ISO 19650". BuildingSmart Spain

La figura mostrada a continuación, recogida en la norma UNE-EN ISO 19650-2, representa la estructura funcional y contractual de los agentes implicados en la gestión colaborativa de la información durante la fase de desarrollo de un activo (diseño y construcción).

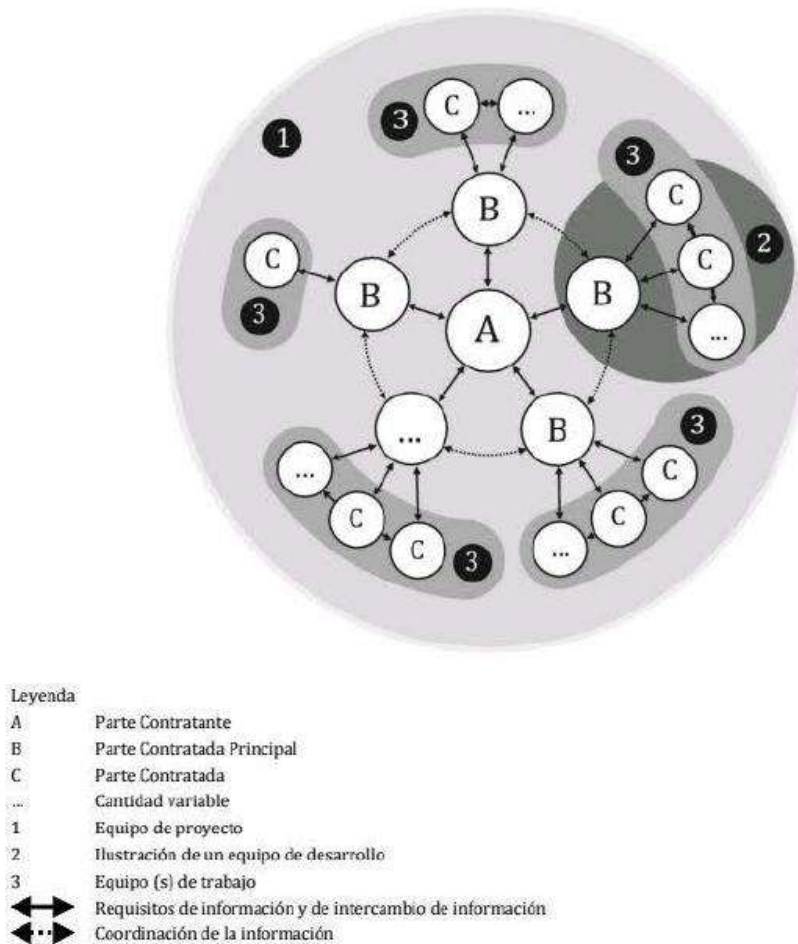


Figura 4.- Interfaces entre las partes y los equipos. Referencia: "Parte 2: Fase de desarrollo de los activos". UNE ISO EN ISO 19650 – 2.

Por agentes, aparecen los ya definidos parte contratante, parte contratada principal y partes contratadas.

La parte contratante, representada en el centro con la letra A, es la entidad promotora del proyecto, en nuestro caso, la Agencia. Entre otras cosas, establece los requisitos de Información, contrata a las partes contratadas principales, debería ser responsable de definir el Entorno Común de Datos (si tiene suficiente madurez BIM) y emite las necesidades del proyecto y supervisa el cumplimiento de los objetivos y requerimiento.

La parte contratada principal, representada como letras B, son los agentes que asumen un contrato directo con la Parte Contratante. Pueden ser contratistas generales, asistencias técnicas o UTEs. Tienen la responsabilidad de coordinar los flujos de información, aplicar el Plan de Ejecución BIM, gestionar al resto de agentes bajo su responsabilidad y asegurar el cumplimiento último de los requerimientos.

La parte contratada, representados como letras C, son subcontratistas, técnicos especialistas o colaboradores y asesores que colaboran bajo la coordinación del agente B. Producen información específica y entregables definidos por contrato, y participan en la producción colaborativa de los modelos y documentos.

Por estructuras y agrupaciones funcionales, la UNE ISO 19650 distingue tres niveles de agrupación para representar las relaciones de colaboración y flujo de información en la fase de desarrollo:

Equipo de Proyecto (1) Es la agrupación más amplia, compuesta por la Parte Contratante y todos los agentes contratados principales (B). Se constituye a través de contratos formales y define el marco general de cumplimiento del proyecto. Dentro de este equipo se alinean los entregables globales y los hitos de información del proyecto.

Equipo de Desarrollo (2) Subconjunto liderado por un B, que coordina a varias partes contratadas (C). Es responsable del desarrollo de un paquete de trabajo o disciplina concreta (por ejemplo, estructuras, instalaciones, topografía...). Este grupo produce el Modelo de Información del Proyecto ([PIM](#)) vinculado a su alcance.

Equipos de Trabajo (3) Son agrupaciones operativas de responsables, técnicos, modeladores, proyectistas o especialistas que trabajan colaborativamente dentro de un mismo equipo de desarrollo. Cada grupo está enfocado en un conjunto de tareas o entregables específicos y produce información dentro del Entorno Común de Datos ([CDE](#)).

Por flujos conceptuales de información y coordinación:

Las flechas punteadas dobles representan los requisitos de información e intercambio que se transmiten desde la Parte Contratante hacia los demás agentes.

Las flechas no punteadas dobles simbolizan la coordinación de la información, especialmente entre los equipos de trabajo y sus coordinadores, esencial para consolidar modelos federados y entregar paquetes de información coherentes.

Estas representaciones permiten ir adquiriendo una imagen general de cómo se articula una estructura BIM conforme a la norma UNE ISO 19650, con énfasis en la descentralización de tareas, la estandarización de la información y las responsabilidades y la necesidad de herramientas colaborativas y digitales para asegurar una correcta gobernanza del dato.

La identificación clara y anticipada de estos agentes permite garantizar una gestión ordenada, auditable y colaborativa de la información en los contratos públicos. A medida que el Manual avance, esta estructura será utilizada como base especialmente para los capítulos dedicados a la guía de contratación y a la guía de control de la información.

5 DIGITALIZACIÓN E INNOVACIÓN

El despliegue del *Plan de Infraestructuras, Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA2030)* ha dado el pistoletazo de salida, a nivel organizacional, a una nueva etapa donde la digitalización y la innovación son pilares fundamentales de la obra pública en el corto, medio y largo plazo.

La Agencia, que ya ha recorrido un camino bien encaminado en este ámbito, se une clara e inequívocamente a esta nueva perspectiva. La digitalización y la innovación en las infraestructuras y su gestión constituyen un paso clave para mejorar la eficiencia, reducir el consumo energético y contribuir activamente a la sostenibilidad ambiental.

La Agencia ya ha adoptado la digitalización y la innovación en su sentido más práctico como ejes estratégicos para transformar la gestión de las infraestructuras públicas, desarrollando este conjunto de normativas sobre Gemelo Digital BIM, así como poniéndolos en práctica en diversos contratos.

No se conciben como ejes aislados de un área o departamento de I+D+i, sino como herramientas integradas que permiten alcanzar una administración más eficiente, transparente y basada en datos, a lo largo de todo el ciclo de vida del activo y la gestión de contratos.

En paralelo, a nivel estatal nos encontramos en una coyuntura decisiva, marcada por la aprobación del *Plan BIM en la Contratación Pública del Gobierno de España (junio de 2023)*. Este plan establece un marco normativo y temporal para la incorporación progresiva de la metodología BIM, señalando la necesidad de liderar la implantación de enfoques tecnológicos avanzados en la gestión de infraestructuras públicas antes de 2030.

Esta transformación solo es posible si a la digitalización se le suma la innovación tecnológica a través de las personas. El vertiginoso avance de nuevas tecnologías como la sensórica, el IoT, la inteligencia artificial, los entornos comunes de datos (CDE), la realidad extendida (VR/AR) o los sistemas geoespaciales (GIS) ofrece una oportunidad sin precedentes para rediseñar los procesos administrativos, constructivos y operativos aplicables a los activos públicos.

La Agencia reconoce esta coyuntura como una ventana de oportunidad para evolucionar hacia modelos basados en la información digital en fases de proyecto y obra —a través de la metodología BIM—, así como hacia modelos de gestión predictiva e integrada de los activos construidos, habilitados por el Gemelo Digital BIM.

Así, la suma de digitalización e innovación tecnológica permite a la Agencia transitar hacia un modelo de gestión avanzada, basado en el concepto de Gemelo Digital BIM: un ecosistema inteligente y conectado que refuerza la eficiencia, mejora la resiliencia y eleva los estándares de calidad de las infraestructuras en Andalucía. Esta evolución abarca desde la contratación y ejecución de obras con requerimientos BIM, hasta el mantenimiento y explotación de los activos mediante tecnologías de gemelo digital.

Esta visión no solo moderniza herramientas, sino que transforma metodologías y culturas organizativas, consolidando a la AOPJA como un referente nacional en la digitalización del sector público.

5.1 OBJETIVOS

La Agencia ha definido una serie de objetivos estratégicos en el ámbito de la digitalización y la innovación tecnológica, alineados con el Plan Nacional BIM, el PITMA 2030 y los principios de sostenibilidad, interoperabilidad y gestión inteligente. Estos objetivos, reflejados en su estrategia institucional, quedan recogidos a continuación en apoyo a la organización y para su más amplia difusión:

1. Digitalización integral del ciclo de vida de las infraestructuras: Implementar BIM en todas las fases, desde la planificación hasta la operación y mantenimiento, garantizando una trazabilidad completa y una gestión basada en datos.
2. Desarrollo del Gemelo Digital BIM como plataforma central: Crear un sistema dinámico y actualizado que integre los modelos BIM con sistemas GIS, SCADA, GMAO y sensorica IoT, proporcionando una visión global y en tiempo real del estado y comportamiento de los activos.
3. Gestión predictiva y automatizada de los activos: Emplear analítica avanzada, inteligencia artificial y sensorización para anticipar necesidades de mantenimiento y optimizar la explotación de infraestructuras críticas.
4. Fomento de la sostenibilidad y la eficiencia energética: Aplicar tecnologías digitales para evaluar el impacto ambiental, reducir emisiones, fomentar la economía circular y garantizar un uso responsable de los recursos en todo el ciclo de vida de los activos.
5. Fortalecimiento de la interoperabilidad y estandarización: Utilizar formatos abiertos (IFC, BCF, OpenGIS) y alinearse con la norma UNE-EN ISO 19650 para asegurar la coherencia, integridad y reutilización de la información entre agentes y sistemas.
6. Desarrollo de una infraestructura digital 4.0: Consolidar un entorno tecnológico interoperable que permita la automatización de procesos de contratación, seguimiento de obras, evaluación de proyectos y control de calidad en tiempo real.
7. Impulso a la innovación permanente y abierta y a la colaboración público-privada: Establecer redes de trabajo con universidades, centros de I+D y empresas tecnológicas, facilitando la transferencia de conocimiento y el desarrollo conjunto de soluciones innovadoras.
8. Fomento de una cultura digital inclusiva y participativa: Capacitar al personal técnico y promover la implicación activa de todos los actores del ecosistema de infraestructuras, asegurando una adopción justa y humanista de la digitalización.

De todo lo anterior, se quiere poner énfasis en tres de los conceptos fundamentales para hacerlo realidad y de forma alineada con el resto de las organizaciones públicas: la interoperabilidad basada en open BIM, el enfoque hacia el gemelo digital BIM, y el no abandono de la innovación tras superar retos "actuales".

5.2 HACIA EL OPEN BIM Y LA INTEROPERABILIDAD

La interoperabilidad, entendida como la capacidad de los sistemas y agentes para intercambiar y utilizar información de forma coherente y eficiente, constituye uno de los principios fundamentales de la estrategia digital de la Agencia.

El enfoque abierto Open File, y especialmente el Open BIM, respaldado por buildingSMART International, promueve el uso de estándares abiertos, como IFC, BCF, IDS, etc, para garantizar la neutralidad tecnológica, la accesibilidad a la información de forma atemporal y no condicionada, y la independencia respecto a plataformas propietarias. La Agencia se suma de forma rotunda a este objetivo y lo promulga y potenciará por medio de requerimientos en contratos.

Este principio es también uno de los ejes vertebradores del Plan BIM en la Contratación Pública de España. El Plan establece como criterio general el uso de estándares abiertos para evitar barreras a la competencia, garantizar la durabilidad de los datos, y facilitar el acceso de pequeñas y medianas empresas a los contratos públicos desde las etapas de baja madurez BIM.

La Agencia adopta esta visión abierta y colaborativa como uno de sus ejes de aplicación a la generación de requisitos contractuales, como se puede observar en la [Guía de Contratación](#).

Planificación y Diseño. Desde las fases iniciales, los proyectos deben ser desarrollados con modelos BIM (PIM de proyecto) federados y estructurados en formatos abiertos (IFC), y gestionados en entornos de datos comunes (CDE) que garantizan el acceso, trazabilidad y colaboración entre disciplinas. Esta interoperabilidad permite entre otras cosas la validación automática de requisitos normativos (IDS), la integración con sistemas GIS y bases de datos territoriales, y la preparación del modelo para su futura evolución como Gemelo Digital BIM.

Ejecución de Obra. Durante la ejecución, los modelos BIM se actualizan en tiempo real e incorporan datos 4D (tiempo) y 5D (costes). La interoperabilidad permite la conexión de estos modelos con plataformas de control de calidad, seguimiento de obra, gestión documental y supervisión técnica, incluso cuando estas provienen de distintos proveedores si nos remitimos a un formato abierto como IFC y una comunicación de incidencias basada en BCF (aplicando plataformas de coordinación digital). Además, se podrá habilitar la incorporación de datos de sensorica y de control de ejecución, sentando las bases para un Gemelo Digital BIM enriquecido.

Entrega y Puesta en Servicio. En la fase de entrega, el modelo BIM se transforma en el Modelo de Información del Activo (AIM). Esta transición exige que los datos sean interoperables y compatibles con plataformas de mantenimiento (GMAO), inventarios o sistemas de gestión para la generación completa del Gemelo Digital BIM por medio de la introducción de información de una gran cantidad de bases de datos. La integración se realiza sin pérdida de información y con trazabilidad documental completa, permitiendo una puesta en servicio ordenada y digitalmente asistida.

Explotación y Mantenimiento. Durante la vida útil del activo, el enfoque Open BIM permite que el Gemelo Digital BIM actúe como núcleo operativo. Se conectan sistemas GMAO, SCADA, GIS, IoT y plataformas de análisis predictivo que proporcionan visibilidad en tiempo real sobre el comportamiento

y estado de las infraestructuras. Esta interoperabilidad facilita el mantenimiento preventivo y predictivo, la optimización energética, y el cumplimiento de indicadores de sostenibilidad y calidad de servicio.

Renovación, rehabilitación o fin de ciclo. En las fases finales del ciclo de vida, la interoperabilidad garantiza que toda la información histórica y estructurada esté disponible para procesos de ampliación, rehabilitación o desmantelamiento del activo, hecho absolutamente fundamental para mejorar diseños, construcciones y operaciones del activo en cada una de las pasadas de renovación del ciclo de vida de los activos de la Agencia.

Este modelo abierto de entrega e intercambio de información, respaldado por los estándares internacionales promovidos por buildingSMART y recogido como directriz en el Plan BIM nacional, garantiza que la gestión de infraestructuras en la Agencia sea conectada, eficiente y sostenible.

5.3 HACIA EL GEMELO DIGITAL BIM

El Gemelo Digital BIM, tal como se ha definido en el apartado 2.2 y se ha contextualizado en la visión de la Agencia (apartado 2.3), representa el estadio más avanzado de la estrategia de digitalización de la AOPJA. Si la metodología BIM aporta la base estructurada de información digital sobre los activos, y la interoperabilidad abierta descrita en el apartado anterior garantiza que esa información fluya de forma coherente entre sistemas y agentes, el Gemelo Digital BIM constituye el destino natural hacia el que converge toda esa información: un ecosistema inteligente y conectado que integra datos de múltiples fuentes y plataformas para ofrecer una visión dinámica, actualizada y accionable del activo a lo largo de todo su ciclo de vida.

El concepto de Gemelo Digital BIM trasciende la mera acumulación de modelos de información. Implica la convergencia de múltiples tecnologías y sistemas de información en una plataforma común capaz de representar no solo la geometría y los atributos del activo, sino también su comportamiento operativo en tiempo real. Esta convergencia permite evolucionar desde un modelo digital estático, centrado en las fases de diseño y construcción, hacia un modelo vivo y conectado que acompaña al activo durante su explotación, mantenimiento y eventual renovación. Es, en definitiva, la materialización del principio que vertebra este Manual: gestionar la información de forma continua, trazable e interoperable desde la concepción del activo hasta su renovación o desmantelamiento, maximizando el valor público de las infraestructuras gestionadas por la Agencia.

A diferencia de la metodología BIM, cuyo marco normativo se encuentra consolidado en torno a la serie ISO 19650 y sus transposiciones nacionales, el Gemelo Digital aplicado al entorno construido se encuentra en una fase activa de normalización y estandarización. En el ámbito europeo, el informe técnico UNE-CEN/TR 18077 sobre digitalización del entorno construido y la norma UNE EN 18162 sobre gemelos digitales del entorno construido constituyen los primeros hitos normativos que definirán progresivamente los requisitos, la terminología y los marcos de referencia para la implantación de gemelos digitales en infraestructuras. Recientemente, se acaba de publicar el primer estándar europeo UNE EN 18162:2026 sobre gemelos digitales en el entorno construido. La nueva norma define conceptos, términos y principios fundamentales para establecer un lenguaje común europeo sobre gemelos digitales en el sector de la edificación y las infraestructuras. Se trata de la primera parte de

una futura serie normativa que busca estructurar el ecosistema de gemelos digitales en el entorno construido y facilitar su adopción a gran escala en Europa.

Paralelamente, iniciativas como el proyecto SPHERE, la estrategia Destination Earth (DestinE) de la Comisión Europea y la plataforma buildingdigitaltwin.org evidencian la consolidación de una hoja de ruta europea hacia la estandarización y la adopción generalizada de los gemelos digitales.

En el contexto nacional, el Plan BIM en la Contratación Pública de España, si bien centrado actualmente en la implantación progresiva de la metodología BIM, contempla un horizonte de madurez digital que conecta de forma natural con el desarrollo de gemelos digitales para la gestión del patrimonio público. Esta convergencia entre BIM y Gemelo Digital, cada vez más explícita en los organismos de normalización y en las hojas de ruta europeas, confirma que la apuesta por el Gemelo Digital BIM no es una aspiración aislada, sino la dirección hacia la que avanza el sector de la gestión de infraestructuras a nivel internacional.

La Agencia asume este horizonte como propio y lo integra en el núcleo de su planificación estratégica. En su documento de referencia, la Estrategia de Gemelo Digital BIM de la AOPJA, se define el concepto de Gemelo Digital BIM como la integración de las capacidades BIM con las de los sistemas GIS, IoT, SCADA, GMAO y de analítica de datos, conformando una plataforma unificada al servicio de la gestión integral de los activos de la Agencia en cualquiera de sus fases. No se trata, por tanto, de una simple extensión tecnológica, sino de una visión integradora que vincula la información generada en proyecto y obra con la explotación y el mantenimiento de las infraestructuras.

Esta visión se materializa en el segundo de los objetivos estratégicos definidos por la Agencia (apartado 5.1): el desarrollo del Gemelo Digital BIM como plataforma central, capaz de ofrecer una representación dinámica y actualizada del estado y comportamiento de los activos. Desde una posición proactiva ante el avance normativo y tecnológico descrito anteriormente, la Agencia se compromete a garantizar que sus desarrollos actuales (modelos de información, entornos de datos comunes, protocolos de entrega) se diseñen desde el principio con la vocación de alimentar y dar soporte a este ecosistema digital integrado.

Antes de abordar el detalle de las distintas fases, es importante entender que el Gemelo Digital BIM no se genera en un único momento, sino que se construye de forma progresiva a lo largo de todo el ciclo de vida del activo.

Cada etapa aporta información y valor al modelo, permitiendo que el dato evolucione de manera continua, trazable e interoperable desde el diseño hasta la explotación. Esta visión integrada garantiza la coherencia de la información y su aprovechamiento en la gestión operativa.

A continuación, se describe el papel de cada fase del ciclo de vida en la consolidación del Gemelo Digital BIM:

1. Planificación y Diseño: El modelo de información del proyecto (PIM) constituye la primera semilla del Gemelo Digital BIM. Desde las fases iniciales, los requisitos de información de la Agencia (OIR, PIR, EIR) incorporan la visión de explotación futura del activo, de modo que los modelos generados en proyecto no solo respondan a las necesidades de diseño y contratación, sino que preparen la

información para su posterior migración al entorno de explotación. Esta anticipación permite que el dato nazca estructurado, clasificado y orientado hacia su reutilización en fases posteriores, allanando desde el primer momento el camino hacia el Gemelo Digital.

2. **Ejecución de Obra:** Durante la construcción, el modelo de información se enriquece progresivamente con datos de ejecución (planificación temporal (4D), control de costes (5D)) y con la captura de la realidad construida mediante técnicas como las nubes de puntos y el levantamiento as-built. Este enriquecimiento continuo transforma el modelo de proyecto en un reflejo cada vez más fiel de la infraestructura real, incorporando información que no existía en la fase de diseño. El modelo de obra actúa, así como puente entre el PIM de proyecto y el futuro Modelo de Información del Activo (AIM), acumulando el conocimiento constructivo que alimentará el Gemelo Digital BIM.
3. **Entrega y Puesta en Servicio:** La fase de entrega representa el momento crítico de transición del Modelo de Información del Proyecto (PIM) al Modelo de Información del Activo (AIM). En esta etapa se produce la migración formal de los datos desde el entorno de desarrollo al entorno de explotación, integrando la información acumulada durante el diseño y la construcción con las bases de datos necesarias para la operación del activo (inventarios, sistemas de mantenimiento, plataformas de gestión). Esta transición, ejecutada con trazabilidad completa y sin pérdida de información, constituye el paso fundacional del Gemelo Digital BIM como entidad operativa.
4. **Explotación y Mantenimiento:** Es en esta fase donde el Gemelo Digital BIM alcanza su máxima expresión como plataforma operativa central. El modelo de información del activo (AIM), alimentado por las fases anteriores, se integra con sistemas GIS, sensórica IoT, plataformas SCADA y herramientas de gestión de mantenimiento (GMAO), conformando un ecosistema digital capaz de representar en tiempo real el estado y comportamiento de la infraestructura. Esta integración habilita la gestión predictiva del mantenimiento, la optimización de recursos, la evaluación continua de indicadores de servicio y la toma de decisiones fundamentada en datos, superando los modelos de gestión reactiva tradicionales.
5. **Renovación, rehabilitación o fin de ciclo:** El Gemelo Digital BIM actúa como repositorio histórico integral del activo, acumulando toda la información generada a lo largo de su vida útil. Cuando la infraestructura afronta procesos de ampliación, rehabilitación o desmantelamiento, este acervo digital permite tomar decisiones informadas, comparar escenarios y retroalimentar nuevos ciclos de diseño y construcción con el conocimiento adquirido. De este modo, el Gemelo Digital BIM cierra y reinicia el ciclo de vida del activo como un proceso continuo de mejora basado en la información.

Este enfoque progresivo (desde la semilla digital en el proyecto hasta la plataforma operativa en la explotación) confirma el Gemelo Digital BIM como el destino natural de la estrategia de digitalización de la Agencia. Su desarrollo no concluye con la implantación tecnológica, sino que exige una actitud de innovación permanente y adaptación continua, como se abordará en el apartado siguiente. Los aspectos operativos y técnicos para la materialización del Gemelo Digital BIM se desarrollan en detalle en la Guía de Digitalización y Gemelo Digital BIM (capítulo 12) de este Manual.

5.4 INNOVACIÓN PERMANENTE DE LA AGENCIA

La adopción de la metodología BIM y el desarrollo del Gemelo Digital BIM no constituyen un destino final, sino el inicio de un proceso de transformación continua. Como se ha señalado en los objetivos estratégicos de este capítulo (apartado 5.1), la Agencia asume el compromiso explícito de no abandonar la innovación una vez superados los retos actuales de implantación. La digitalización de las infraestructuras públicas se produce en un contexto tecnológico en constante evolución, donde las soluciones de hoy pueden quedar superadas en un plazo breve. Por ello, la innovación permanente no se concibe como una función delegada en un área específica, sino como una actitud transversal que debe impregnar todos los procesos, equipos y fases del ciclo de vida del activo.

Esta convicción se alinea con el espíritu que vertebra todo el capítulo 5: si la interoperabilidad abierta (apartado 5.2) y el Gemelo Digital BIM (apartado 5.3) establecen respectivamente el canal y el destino de la información digital, la innovación permanente es el motor que garantiza que ambos sigan evolucionando al ritmo de las necesidades de la Agencia y del avance del sector.

En este contexto, la Agencia mantiene una actitud de vigilancia tecnológica activa sobre las tecnologías emergentes con potencial de aplicación en la gestión de infraestructuras públicas. La inteligencia artificial aplicada a la analítica predictiva, la sensorización avanzada para la monitorización en tiempo real, la realidad aumentada y virtual como herramientas de visualización, formación y validación de diseño, o el análisis de datos masivos para la optimización de recursos son ámbitos que la Agencia se compromete a evaluar e incorporar de forma progresiva, a medida que su madurez tecnológica y las condiciones del mercado lo permitan.

No obstante, esta apertura tecnológica no es un fin en sí misma. Como se establece en el capítulo dedicado al BIM Humanista (capítulo 4), toda incorporación tecnológica debe estar al servicio de las personas y de los procesos, no al revés. La innovación que la Agencia promueve es aquella que amplifica las capacidades del personal técnico, mejora la calidad del servicio público y genera valor real en la gestión de los activos, evitando la adopción acrítica de soluciones que no respondan a necesidades operativas concretas.

La innovación permanente no se genera en aislamiento. La Agencia apuesta por un modelo de innovación abierta, sustentado en la colaboración con universidades, centros de investigación y desarrollo, empresas tecnológicas y otras administraciones públicas. Esta red de conocimiento compartido permite acelerar la incorporación de avances, contrastar experiencias y generar soluciones adaptadas a las particularidades de la gestión de infraestructuras de transporte público. En coherencia con el objetivo estratégico séptimo (apartado 5.1), la Agencia facilita activamente la transferencia de conocimiento y el desarrollo conjunto de soluciones innovadoras con el ecosistema profesional y académico.

Asimismo, la contratación pública se concibe como una palanca efectiva para impulsar la innovación en el sector. Mediante la incorporación de criterios de mejora tecnológica y metodológica en los pliegos de licitación, la Agencia estimula a las empresas colaboradoras a proponer soluciones que aporten valor añadido a la gestión del ciclo de vida de los activos. La Agencia, en tanto que organismo público, asume además el compromiso de trabajar en abierto: compartir el conocimiento adquirido, las metodologías

desarrolladas y las lecciones aprendidas, posicionándose como referente y contribuyendo a elevar la madurez digital del conjunto del sector.

Para que la innovación permanente sea efectiva, debe sustentarse en una cultura organizativa que la haga posible. Como se desarrolla en el capítulo 4, la Agencia promueve una cultura digital inclusiva y participativa, donde la formación continua, la escucha activa de los equipos técnicos y la eliminación de barreras de entrada son condiciones necesarias para que la innovación se integre de forma natural en el trabajo diario. En el plano operativo, esto se traduce en mecanismos concretos: la sistematización de lecciones aprendidas en cada proyecto, la revisión periódica del presente Manual y sus guías anejas para incorporar los avances del sector, y la actualización de los estándares y protocolos a medida que evolucionen los marcos normativos de referencia.

Con esta sección se cierra el capítulo dedicado a la Digitalización e Innovación de la Agencia, cuya visión se articula sobre tres pilares complementarios: la interoperabilidad abierta como canal de intercambio (apartado 5.2), el Gemelo Digital BIM como destino de la información (apartado 5.3) y la innovación permanente como motor de evolución continua. Estos tres ejes, alineados con el PITMA 2030 y el Plan BIM en la Contratación Pública de España, configuran el marco estratégico desde el cual la Agencia desarrollará las guías, protocolos y especificaciones que componen el resto del presente Manual.

6 IMPLEMENTACIÓN DIGITAL EN CONTRATOS

Desde el año 2016, la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía ha impulsado de manera decidida la incorporación progresiva de la metodología BIM en sus dinámicas operativas. Este compromiso se ha materializado mediante una doble estrategia: por un lado, mediante la experiencia adquirida a través de la supervisión y seguimiento de proyectos y obras apoyados en modelos digitales; y por otro, mediante el refuerzo de las capacidades internas del personal técnico, a través de procesos de formación continuada en un entorno técnico y tecnológico adecuado.

Cabe destacar que el objetivo no ha sido convertir al personal técnico en especialistas en herramientas de modelado, sino integrar el uso de modelos de información como soporte instrumental en el desempeño de sus funciones habituales de gestión.

El proceso de implantación se está caracterizando por una evolución gradual de la madurez BIM en los trabajos desarrollados, sustentada en los siguientes pilares:

1. Definición de un plan estratégico, un plan de acción y una implementación en contratos: Generando una estrategia con un criterio bien definido y adecuado a la Agencia.
2. Aplicación real: Recogiendo la experiencia en los primeros proyectos y obras desarrollados bajo metodología BIM años atrás.
3. Generación de estándares propios y particularizados: En base a los objetivos buscados y a las primeras experiencias de aplicación, se han desarrollado ya varios estándares de aplicación de la metodología BIM en contratos, que están siendo utilizados en los proyectos antes

mencionados y en la actualidad. Acción que prosigue con la redacción de este Manual de Gemelo Digital BIM.

4. Capacitación de equipo: Formar al equipo en gestión bajo metodología BIM está siendo uno de los pilares fundamentales de la digitalización, y seguirá siéndolo, junto con la divulgación.
5. Escarlar la implementación BIM: uniformizar estrategia en base a un Manual (este documento) que recoja la experiencia acumulada en los proyectos y obras realizados y escalar al concepto de Gemelo Digital BIM para realizar una implementación digital integral.
6. Realización práctica de dicha escalada digital: se están desarrollando los proyectos de elaboración de los primeros gemelos digitales BIM reales, como son el caso del Metro de Granada y el Tranbahía de Cádiz.

6.1 OBJETIVO DE LA AGENCIA

El objetivo fundamental de la implementación de la Estrategia Gemelo Digital BIM en la Agencia es la transformación digital integral de la organización, incorporando progresivamente el uso de modelos de información como herramienta de gestión en todas las fases del ciclo de vida de los activos y el Gemelo Digital BIM especialmente en el mantenimiento y la explotación. Esta transformación no solo persigue la modernización tecnológica, sino también una mejora sustancial en la eficiencia, transparencia y sostenibilidad de los procesos vinculados a la planificación, ejecución y mantenimiento de infraestructuras públicas.

En este sentido, se establecen como objetivos principales:

- digitalizar y estructurar la información de los activos de forma interoperable y reutilizable
- garantizar la trazabilidad y la calidad de la información a lo largo de toda la cadena de valor de los proyectos
- facilitar la toma de decisiones estratégicas a través de entornos de datos comunes que permitan el análisis, la simulación y la monitorización del comportamiento de las infraestructuras.

Estos objetivos se concretan en acciones principales:

- Estandarización documental y adaptación normativa.
- Impulso de la formación interna.
- Integración del Gemelo Digital BIM en las infraestructuras de la Agencia proporcionalmente al ciclo de vida, es decir, con la integración total del Gemelo Digital BIM para el mantenimiento y la explotación.

Además, la estrategia contempla la evolución hacia un modelo organizativo basado en la gobernanza digital de los activos, donde la información no sea un producto residual del proceso, sino un recurso central para la gestión pública. De este modo, el Gemelo Digital BIM se posiciona como una palanca de innovación administrativa y técnica, alineada con las directrices nacionales y europeas sobre digitalización y sostenibilidad en la obra pública.

6.2 EQUIPOS DE TRABAJO. GRUPO MOTOR BIM

Asociado a cualquier actividad de implementación debe crearse un grupo de trabajo, principalmente compuesto por agentes expertos de la organización, que aúnen experiencia dilatada en el sector, en la organización y ánimo de emprendimiento.

En el caso de la Agencia, de forma estratégica y desde 2016, se creó el "Grupo Motor BIM" compuesto por un conjunto de técnicos con iniciativa respecto a la metodología BIM y la digitalización. Sus primeros trabajos estuvieron vinculados a potenciar la formación de técnicos, la divulgación y la generación de casos de éxito y proyectos piloto.

Posteriormente, y en apoyo a la integralidad de la estrategia BIM dentro de la organización, este equipo ha sido incluido dentro del "Comité de Calidad de la Agencia", cuyo objetivo final no deja de ser la mejora continua de la calidad en los procesos y productos de la Agencia por medio de la normalización.

Hasta la fecha de publicación de este Manual, el *Grupo Motor BIM*, ha realizado las funciones típicas de una BMO (oficina de gestión BIM) en la implementación, siendo el órgano rector en cuanto a:

- Definiendo la estrategia BIM y de Gemelo Digital BIM
- Alineándose con la normativa ISO19650 y Plan BIM de la Contratación.
- Liderando los procesos de formación y capacitación de los técnicos de la organización.
- Fomentando la divulgación de casos de éxito y avances de la implantación.
- Auditando el avance de cada una de las líneas de actuación de la implantación.

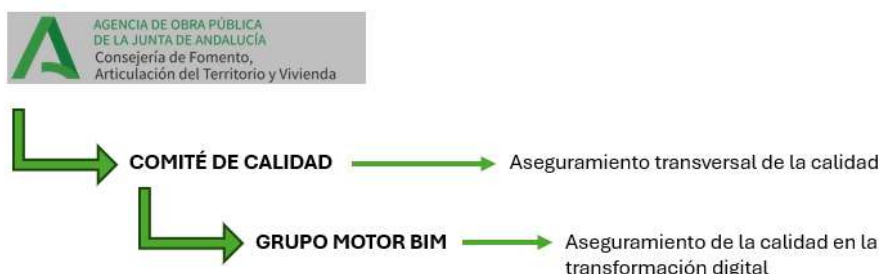


Figura 5.- Jerarquía de las agrupaciones en la Agencia

A partir de la publicación de este Manual, y dando continuidad al grupo, quedan definidas oficialmente las labores y responsabilidades del *Grupo Motor BIM* de la Agencia:

1. Tratar estratégicamente, y a nivel organizacional, la aplicación de la metodología Gemelo Digital BIM en todo el ciclo de vida.
2. Potenciar el uso de este Manual en todas las fases del ciclo de vida.
3. Revisar y promover actualizaciones y mejoras de este Manual conforme al avance de la técnica y la tecnología.
4. Brindar soporte a los responsables de los contratos.

5. Apoyar estandarizaciones de cualquier tipo recurriendo al apoyo del Comité de Calidad de la Agencia.
6. Liderar la estrategia de Gemelo Digital BIM.
7. Liderar la alineación con la UNE EN ISO 19650.
8. Promover la formación en BIM y transformación digital de la Agencia.
9. Generar periódicamente informes de avance de la transformación digital en la Agencia.
10. Asistir a las jornadas, cursos o exposiciones que aseguren estar a la vanguardia del Estado del Arte
11. Promover la entrada de nuevos perfiles tecnológicos en apoyo del Gemelo Digital BIM.
12. Coordinar los cambios de tecnologías, priorizando siempre los formatos abiertos en todas sus extensiones.

La continuidad del Grupo Motor BIM se hace fundamental para maximizar los beneficios a corto plazo de la implementación BIM y a medio y largo plazo del Gemelo Digital BIM.

Se deberá velar desde la Agencia y especialmente desde el Comité de Calidad que en todo momento los componentes de dicho grupo tengan la capacitación y formación adecuada en función del rol a desempeñar en el grupo, que haya participantes de todas las áreas incluidas en la implantación y de todas las fases del ciclo de vida.

El Grupo Motor BIM deberá tener siempre y al menos, representación de:

- Responsables de diseño y proyecto.
- Responsables de construcción.
- Responsables de mantenimiento y explotación.
- Responsables de IT (CDE & plataformas).
- Responsables de IT (Software & hardware).
- Responsable de calidad (ISO19650 & ISO9001 etc)



Figura 6.- Grupo Motor BIM

Y en su estructura siempre deberá existir un *coordinador general* o responsable que será quien velará por la consecución de los objetivos y quien dará reporte al Comité de Calidad y a la Dirección de la Agencia.

6.3 HOJA DE RUTA

El desarrollo de la implementación BIM y el Gemelo Digital BIM, tanto a ni nivel organizacional como en contratos, por parte de la Agencia, comienza hace varios años, y ha ido dando pasos firmes que han posicionado la organización en la vanguardia del sector. Estos pasos no se detienen con la publicación de este Manual ni el desarrollo de los primeros gemelos digitales BIM, si no que continuará evolucionando con un horizonte, 2030.

A continuación, se describe de forma gráfica la evolución y propósitos futuros:



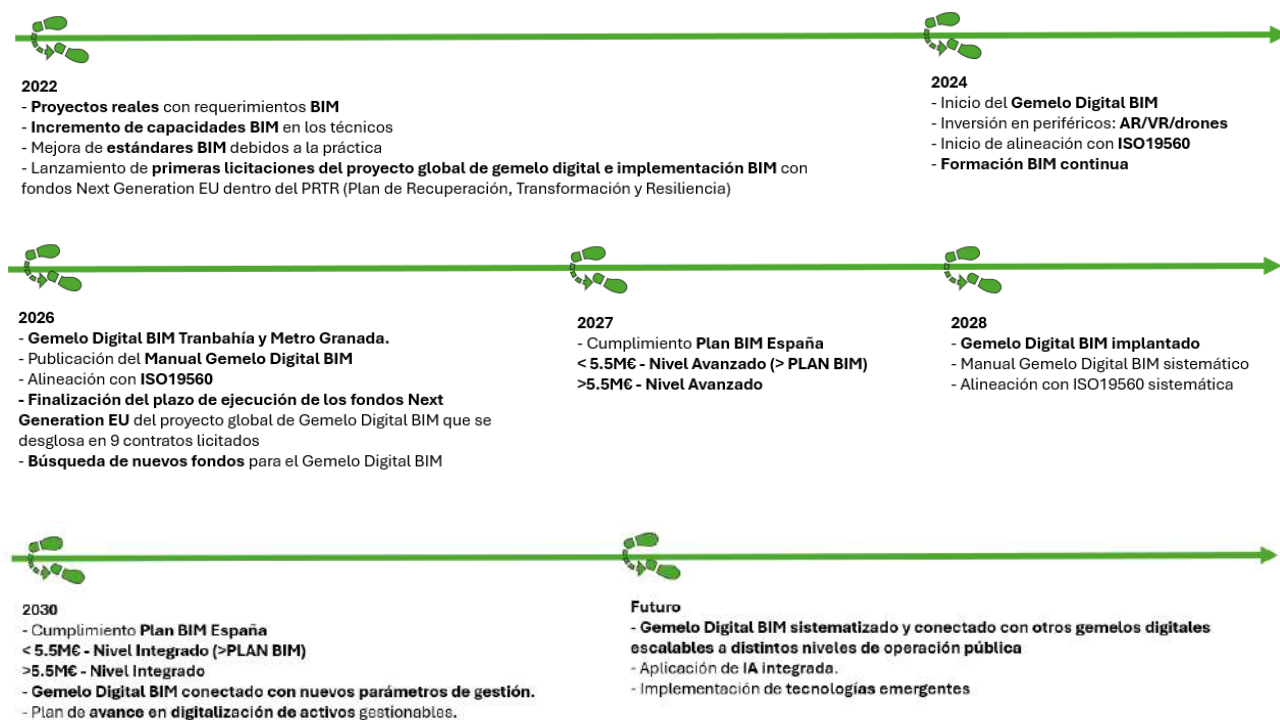


Figura 7.- Hoja de Ruta

La hoja de ruta de la implementación BIM y extensible al Gemelo Digital BIM en la agencia, queda referenciada al cumplimiento del Plan BIM España. Aun siendo notorio que la Agencia no pertenece al ámbito de las empresas del Grupo MITMA, como organización pública autonómica y de referencia ha decidido que sea uno de sus objetivos organizacionales el cumplimiento de dicho Plan y además, siempre con el objetivo de ir por delante de los niveles exigidos.

6.3.1 Ámbito de aplicación en la contratación

Siguiendo estrictamente lo publicado en el Plan BIM de la Contratación Pública, en su apartado "4.1.- Ámbito objetivo de aplicación":

"Lo dispuesto en este apartado 4 del Plan BIM se aplicará a los siguientes contratos del sector público:

- a. *Contratos de obras.*
- b. *Contratos de concesión de obras.*
- c. *Contratos de concesión de servicios, cuando comprendan la ejecución de obras.*
- d. *Contratos de servicios vinculados a los contratos de obra o concesión de obras, tales como servicios de dirección facultativa, asistencia técnica a la dirección de obra, asistencia técnica para la vigilancia, control y coordinación de seguridad y salud.*
- e. *Contratos de servicios previos a la licitación de contratos de obra o concesión de obras, tales como servicios de redacción de proyectos.*
- f. *Contratos mixtos que combinen elementos de los contratos mencionados en las letras anteriores.*

- g. *Contratos basados en acuerdos marcos o en sistemas dinámicos de adquisición, cuya tipología se corresponda con los mencionados en las letras anteriores.*
- h. *Concursos de proyectos organizados en el marco de un procedimiento de adjudicación de un contrato de servicios, en los que eventualmente se podrán conceder premios o pagos; o concursos de proyectos con premios o pagos a los participantes.*

BIM se solicitará en dichos contratos cuando se rijan por cualquiera de estas leyes:

- *Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.*
- *Real Decreto-ley 3/2020, de 4 de febrero, en lo relativo a la contratación por entidades que operan en los sectores del agua, la energía, los transportes y los servicios postales.*
- *Ley 24/2011, de 1 de agosto, de contratos del sector público en los ámbitos de la defensa y de la seguridad"*

Por tanto, deja completamente claro que cualquier contrato asociado al ciclo de vida de una infraestructura deberá cumplir los requisitos del Plan, especialmente los contratos de redacción de proyecto, todos los contratos relacionados con la ejecución de obras, y el mantenimiento y explotación de estas.

6.3.2 Marco temporal de aplicación

De nuevo, haciendo referencia al Plan BIM España en su apartado "4.3.- Objetivo del Plan: Marco temporal y umbrales de aplicación" exponemos los umbrales de valor estimado y los hitos temporales asociados al cumplimiento de los niveles exigidos:

UMBRALES VALOR ESTIMADO	FECHA DE SOLICITUD OBLIGATORIA			
	1 ABRIL 2024	1 OCTUBRE 2025	1 OCTUBRE 2027	1 ABRIL 2030
IGUAL O SUPERIOR A 5.382.000€	NIVEL INICIAL	NIVEL MEDIO	NIVEL AVANZADO	NIVEL INTEGRADO
INFERIOR A 5.382.000€ E IGUAL O SUPERIOR A 2.000.000€	NIVEL RECOMENDADO INICIAL	NIVEL INICIAL	NIVEL MEDIO	NIVEL AVANZADO

Figura 8.- Umbrales e hitos temporales. Plan BIM España.

Para la observación estricta de los umbrales del valor estimado, se puede consultar el punto 4.3 del Plan BIM España.

Como primera disposición a cumplir por parte de la Agencia está el acogerse al umbral de cumplimiento superior, para mantenerse y fomentar en todo momento la vanguardia tecnológica y la estandarización de requisitos en los contratos, sin depender del valor de la inversión.

Aunque posteriormente se procede a definir los niveles necesarios a cumplir y su particularización a la Agencia, es vital entender en la coyuntura de implementación en la que nos encontramos que la única forma real de incluir metodologías digitales en los contratos es incorporando requerimientos en las

licitaciones de estos, siempre cuidando no entrar en contradicción con la actual Ley de Contratos, y además incluyendo en las licitaciones:

- Criterios de solvencia técnica.
- Criterios de adjudicación relacionados, como criterios de solvencia económica asociados.
- Condiciones especiales de ejecución.
- U otras consideraciones que tras ser tratadas en la mesa de contratación sea adecuadas a fomentar la entrada de BIM y Gemelo Digital BIM.

6.3.3 Niveles de aplicación

Como ya se observa en la tabla de umbrales, el Plan define varios niveles de madurez BIM que están gobernados por cuatro categorías: estrategia, procesos, soporte tecnológico y personas.

Los niveles definidos son: Previo (NO BIM), inicial, medio, avanzado e integrado.

A continuación, se aporta el resumen ofrecido al respecto de los niveles BIM en el documento "Resumen Ejecutivo. Plan BIM en la Contratación Pública". Para más información respecto a la caracterización de los niveles de madurez BIM del Plan se puede consultar el punto "4.9.- Niveles BIM" del Plan BIM en la Contratación Pública".

DEFINICIÓN DE NIVELES BIM

REQUISITOS MÍNIMOS











DE ESTRATEGIA	DE PROCESOS			DE TECNOLOGÍA		DE PERSONAS	
 Estrategia	 Procedimientos de trabajo requeridos en el contrato	 Coordinación entre partes	 Información del contrato	 Entorno Común de datos (CDE)	 Formatos de archivos	 Capacitación órgano de contratación	 Capacitación licitante
Sin estrategia para el uso de BIM en contratos.	No se requieren procedimientos para la gestión de la información del contrato.	Reuniones presenciales, virtuales y correos electrónicos.	Información gráfica, como planos CAD, no vinculada automáticamente a datos contenidos en otros archivos. No se utilizan modelos BIM.	Sin repositorios comunes para la gestión de la información del contrato.	Sin estándares.	No se requiere personal con conocimientos de BIM.	No se requiere personal con experiencia en contratos con requisitos BIM.
Proyectos piloto o licitaciones aisladas con BIM.	Basados en sistemas de gestión de calidad (UNE-EN ISO 9000 o equivalente).	No se requiere que sea a través del CDE.	Planos CAD y modelos BIM para usos de obtención de planos y coordinación 3D.	Repositorio común con control de acceso. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario.	Al menos una persona tiene formación BIM y actúa como responsable BIM del contrato.	Se requiere medios humanos con experiencia en contratos con requisitos BIM.
Plan de uso BIM para fases de diseño y obra.	Basados en sistemas de gestión de calidad (UNE-EN ISO 9000 o equivalente). + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos.	Se realiza a través del CDE.	Modelos BIM para usos de obtención de planos, coordinación 3D y mediciones. Se puede producir alguna información o plano CAD no obtenida del modelo.	Repositorio común con control de acceso. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas. + Flujos de trabajo y estados de la información definidos, en línea con UNE-EN-ISO 19650.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario.	Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM. Se define un responsable BIM del contrato.	Se requiere medios humanos con experiencia en contratos con requisitos BIM
Plan de uso BIM para todo el ciclo de vida y multidepartamental.	Basados en sistemas de organización y digitalización de la información (UNE-EN ISO 19650 o equivalente). + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos.	Se realiza a través del CDE, con simulaciones y validaciones.	Modelos BIM para usos de obtención de planos, coordinación 3D, mediciones, mantenimiento o conservación y explotación y gestión de activos. Se gestionan y emplean librerías de objetos BIM. Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo.	Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 19650 con distintas funcionalidades. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Para comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, formato BCF o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario.	Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM conforme a UNE-EN ISO 19650 + Experiencia previa en contratos gestionados con BIM. Se define un responsable BIM del contrato.	Se requiere medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM.
Procedimiento sistemático de integración de procesos innovadores para la gestión de contratos.	Procedimientos certificados bajo UNE-EN ISO 19650 o equivalente. + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos + Manual de entrega de la información basado en UNE-EN ISO 29481 o equivalente.	Se requiere que sea únicamente a través del CDE, con simulaciones y validaciones.	Modelos BIM para cualquier uso. Se gestionan y emplean librerías de objetos BIM. Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo.	Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 19650 con distintas funcionalidades. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas. + Acceso de datos a través de servicios web	Siempre formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Para comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, formato BCF o equivalente.	+ Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM conforme a UNE-EN ISO 19650. + Experiencia previa en contratos gestionados con BIM. Se define responsable BIM del contrato con 3 años de experiencia gestionando contratos con BIM.	Se requiere medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM con al menos 3 años y se valorará la implantación de UNE-EN ISO 19650 y su uso en contratos.

Figura 9.- Indicadores y niveles. Plan BIM España.

6.3.4 Elección de los niveles de aplicación

Tomado con gusto respecto a las definiciones, tipos de contratos, umbrales y niveles de madurez BIM definidos por el Plan BIM de la Contratación Pública, la Agencia declara:

- Que hasta el momento de publicación de este documento (2026), cree firmemente gracias a los avances y pasos dados desde el comienzo de la implementación y con su definición de criterios de contratación y apoyo a la gestión BIM de contratos, encontrarse al menos en un nivel de madurez global, es decir, de aplicación sistemática en contratos, "medio".
- Que gracias y con la publicación de este documento de Manual de Gemelo Digital (2026), más la elaboración de los primeros Gemelos Digitales BIM, el nivel de madurez global de la aplicación a los contratos se eleva a "avanzado", yendo un año por delante del Plan BIM España.
- Que gracias a la finalización esperada de los Gemelos Digitales BIM de Metro de Granada y Tranbahía de Cádiz, y a la aplicación sistematizada de este Manual a partir de su publicación, se garantizará el nivel de madurez "integrado" para 2030.

6.3.5 Niveles y la Agencia

A continuación, se desgana en función de los 8 indicadores del Plan BIM España el estado de la Agencia: previo a la publicación del Manual, tras la publicación del Manual y en el horizonte 2023 cuando la aplicación del Manual sea sistemática y los primeros Gemelos Digitales BIM estén asentados.

DE ESTRATEGIA		DE PROCESOS		DE TECNOLOGÍA		DE PERSONAS	
							
Estrategia	Procedimientos de trabajo requeridos en el contrato	Coordinación entre partes	Información del contrato	Entorno Común de datos (CDE)	Formatos de archivos	Capacitación órgano de contratación	Capacitación licitante

Figura 10.- Indicadores. Plan BIM España.

Nivel Medio. Previo a la publicación del Manual

Conforme a plan BIM:


 <p>3 MEDIO</p>	Plan de uso BIM para fases de diseño y obra.	Basados en sistemas de gestión de calidad (UNE-EN ISO 9000 o equivalente). + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos.	Se realiza a través del CDE.	Modelos BIM para usos de obtención de planos, coordinación 3D y mediciones. Se puede producir alguna información o plano CAD no obtenida del modelo.	Repositorio común con control de acceso. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas. + Fichas de trabajo y estados de la información definidos, en línea con UNE-EN-ISO 19650.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 15739 o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario.	Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM. Se define un responsable BIM del contrato.	Se requiere medios humanos con experiencia en contratos con requisitos BIM
--	--	--	------------------------------	---	---	--	---	--

Figura 11.- Indicadores – Nivel medio. Plan BIM España.

Estado y propósito de la Agencia:

Estrategia

Necesidad de "plan de uso BIM para fases de diseño y obra". La Agencia gracias a la estandarización y publicación de requisitos BIM tipo de diseño y obra y de procedimientos de gestión BIM, tiene superado este indicador.

Procesos. Procedimientos de trabajo requeridos en el contrato

Necesidad de “procesos basados en sistemas de gestión de calidad (UNE-EN ISO 9000 o equivalente) + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos”. La Agencia está certificada en ISO 9001 y antes de la publicación de este Manual ya tenía publicados estándares BIM necesarios para la gestión del diseño y la obra bajo metodología BIM.

Procesos. Coordinación entre las partes

Necesidad de “estar basada en CDE”. Un de los logros de la Agencia previo a la publicación de este Manual es empleo sistemático de CDE propio en todos los contratos con requisitos BIM, basado en la solución comercial de Trimble Connect.

Procesos. Información de contrato

Necesidad de “Modelos BIM para usos de obtención de planos, coordinación 3D y mediciones. Se puede producir alguna información o plano CAD no obtenida del modelo”. Basado en la tipología de requisitos impuestos por la Agencia previos a este Manual en sus documentos estándar de EIR se cumple la necesidad.

Tecnología. Entorno común de datos

Necesidad de “Repositorio común con control de acceso + reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas + flujos de trabajo y estados de la información definidos, en línea con UNE-EN-ISO 19650”. La agencia como se ha comentado ya tiene actualmente implantado CDE propio con la solución comercial de Trimble Connect, cumpliendo con las exigencias del Plan.

Tecnología. Formatos de archivos

Necesidad de “formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario”. Conforme a los requerimientos publicados por la Agencia para diseño y obra, hay obligatoriedad de formatos interoperables, siguiendo la estrategia necesaria para organizaciones públicas.

Personas. Capacitación del órgano de contratación

Necesidad de que “todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM. Se define un responsable BIM del contrato”. La Agencia en su labor de formación está capacitando desde hace años a todos los técnicos en BIM para poder cumplir con este objetivo, siendo el responsable del contrato a la vez responsable BIM.

Personas. Capacitación licitante

Necesidad “se requiere medios humanos con experiencia en contratos con requisitos BIM”. Desde el inicio en la inclusión de requerimientos BIM en contratos, la Agencia ha exigido a su vez medios humanos con experiencia BIM en contratos similares.

Nivel Avanzado. Tras publicación de Manual

4 AVANZADO	Plan de uso BIM para todo el ciclo de vida y multidepartamental.	Basados en sistemas de organización y digitalización de la información (UNE-EN ISO 19650 o equivalente). + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos.	Se realiza a través del CDE, con simulaciones y validaciones.	Modelos BIM para usos de obtención de planos, coordinación 3D, mediciones, mantenimiento o conservación y explotación y gestión de activos. Se gestionan y emplean librerías de objetos BIM. Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo.	Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 19650 con distintas funcionalidades. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM IFC según UNE-EN ISO 19739 o equivalente. Para comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, formato BCF o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario.	Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM conforme a UNE-EN ISO 19650 + Experiencia previa en contratos gestionados con BIM. Se define un responsable BIM del contrato.	Se requiere medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM.
----------------------	--	--	---	---	---	---	---	--

Figura 12.- Indicadores – Nivel Avanzado. Plan BIM España.

Estado y propósito de la Agencia:

Estrategia

Necesidad de “plan de uso BIM para todo el ciclo de vida y multidepartamental”. Con la publicación de este Manual y los gemelos digitales BIM mencionados se consigue proyectar la estrategia al ciclo de vida completo.

Procesos. Procedimientos de trabajo requeridos en el contrato

Necesidad de “Procesos basados en sistemas de organización y digitalización de la información (UNE-EN ISO 19650 o equivalente) + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos. La Agencia con la publicación de este Manual de Gemelo Digital BIM previo al hito temporal marcado cubre el doble objetivo de tener referencia documental y la de alinearse con la UNE ISO 19650, de la que el Manual y sus Guías Prácticas están completamente impregnada.

Procesos. Coordinación entre las partes

Necesidad de “realizar a través del CDE, con simulaciones y validaciones”. Es parte principal de este Manual la vinculación por un lado a: uso BIM de coordinación 3D basados en plataforma de colaboración del CDE y por otro lado la vinculación a UNE ISO 19650 para la gestión procedimentada de la validación del intercambio y entrega de información y por tanto del control de calidad de la coordinación 3D, especialmente en diseño y ejecución de obra.

Procesos. Información de contrato

Necesidad de “Modelos BIM para usos de obtención de planos, coordinación 3D, mediciones, mantenimiento o conservación y explotación y gestión de activos. Se gestionan y emplean librerías de objetos BIM. Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo”. Conforme a la publicación de este Manual, y su definición de usos BIM y su obligatoriedad, la primera parte de esta necesidad queda cubierta. La librería de objetos sí es un déficit no cubierto aún con la publicación del Manual y la elaboración de Gemelos Digitales BIM, y que quedará cubierta conforme a la actualización de este Manual ya prevista para antes de 2030, donde uno de los saltos en la implementación será abordar dicha biblioteca para la sistematización de los modelos BIM ya sea creando biblioteca propia o estudiando una posible vinculación con biblioteca existente a nivel autonómico o nacional.

Tecnología. Entorno común de datos

Necesidad de “Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 19650 con distintas funcionalidades + reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas”. Con la publicación del Manual y específicamente su estrategia de colaboración conseguiremos definitivamente un CDE alineado y procedimentado conforme a UNE ISO 19650.

Tecnología. Formatos de archivos

Necesidad de "Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Para comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, formato BCF o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario".

Personas. Capacitación del órgano de contratación

Necesidad de que "todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM conforme a UNE-EN ISO 19650 + experiencia previa en contratos gestionados con BIM. Se define un responsable BIM del contrato". Tras la publicación este hito estará cubierto ya que asociado al contrato de implementación gemelo digital se ha desarrollado un amplio plan de formación integrando especialmente UNE ISO 19650, a la vez que BIM y digitalización. Además, los técnicos que ya en el nivel anterior estaban tomando experiencia, llegados a este momento atesoran experiencia previa acreditada.

Personas. Capacitación licitante

Necesidad "se requiere medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM". Desde la estrategia de contratación de este Manual se incluye la necesidad de esta ratio conforme a su nivel y de forma obligatoria al estar reglado por el Manual y sus requerimientos digitales tipo.

Nivel Integrado. Limite 2030


	Procedimiento sistemático de integración de procesos innovadores para la gestión de contratos.	Procedimientos certificados bajo UNE-EN ISO19650 o equivalente. + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos + Manual de entrega de la información basado en UNE-EN ISO 29481 o equivalente.	Se requiere que sea Únicamente a través del CDE, con simulaciones y validaciones.	Modelos BIM para cualquier uso. Se gestionan y amplían librerías de objetos BIM. Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo.	Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 19650 con distintas funcionalidades. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas. + Acceso de datos a través de servicios web	Siempre formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Para comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, formato BCF o equivalente.	+ Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM conforme a UNE-EN ISO 19650. + Experiencia previa en contratos gestionados con BIM. Se define responsable BIM del contrato con 3 años de experiencia gestionando contratos con BIM.	Se requiere medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM con al menos 3 años y se valorará la implantación de UNE-EN ISO 19650 y su uso en contratos.
	+							

Figura 13.- Indicadores – Nivel Integrado. Plan BIM España.

Estado y propósito de la Agencia:

Estrategia

Necesidad de "procedimiento sistemático de integración de procesos innovadores para la gestión de contratos". Con la puesta en práctica sistemática del Manual, especialmente en sus estrategias de contratación y de digitalización y Gemelo Digital BIM se cumplirán estas necesidades desde el corto plazo y con seguridad para 2030.

Procesos. Procedimientos de trabajo requeridos en el contrato

Necesidad de "Procedimientos certificados bajo UNE-EN ISO19650 o equivalente + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos + Manual de entrega de la información basado en UNE-EN ISO 29481 o equivalente". Como parte de la evolución en la implementación de Gemelo Digital BIM de la Agencia se encuentran los objetivos del nivel integrado en estrategia. El siguiente paso a este Manual será la certificación en UNE ISO 19560, y una actualización de este Manual antes de 2030 para la incorporación del Manual de Entrega de Información Digital, dando un poco de tiempo a la maduración de esta norma ISO.

Procesos. Coordinación entre las partes

Necesidad de “se requiere que sea únicamente a través del CDE, con simulaciones y validaciones. Es de aplicación lo descrito en el nivel “avanzado”, ya que desde dicho nivel se da por obligatorio la realización de la coordinación por medio de la plataforma de colaboración del propio CDE.

Procesos. Información de contrato

Necesidad de “Modelos BIM para cualquier uso. Se gestionan y emplean librerías de objetos BIM. Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo”. Para el hito temporal del 2030 es absolutamente esperable la aplicación masiva y sistemática de usos BIM en los contratos conforme al Manual de Gemelo Digital y tener definida y en uso una biblioteca de elementos propia de la Agencia.

Tecnología. Entorno común de datos

Necesidad de “Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 19650 con distintas funcionalidades + reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas + acceso de datos a través de servicios web”. Llegados a esta etapa de la implementación, la Agencia no solo tendrá CDE, sino que estará conectado con las plataformas de gestión de los Gemelos Digitales.

Tecnología. Formatos de archivos

Necesidad de “Siempre formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Para comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, formato BCF o equivalente”. El incremento de nivel respecto al “avanzado” es el nivel de recurrencia, en este caso, “siempre”. Para la Agencia este nivel “integrado” quedará cumplido desde el hito anterior gracias a la estrategia de contratación de este Manual ya que crea obligatoriedad en todos los contratos.

Personas. Capacitación del órgano de contratación

Necesidad “todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM conforme a UNE-EN ISO 19650 + experiencia previa en contratos gestionados con BIM. Se define responsable BIM del contrato con 3 años de experiencia gestionando contratos con BIM”. Este hito estará plenamente logrado ya desde el nivel “avanzado”, ya que la formación y experiencia necesaria ha sido superada.

Personas. Capacitación licitante

Necesidad “se requiere medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM con al menos 3 años y se valorará la implantación de UNE-EN ISO 19650 y su uso en contratos”. Con la publicación de este Manual y de los requerimientos digitales asociados a su estrategia de contratación ya se abre la posibilidad de requerir implementación certificada de UNE EN ISO 19650, quedando a criterio del responsable. También queda definido que, para el umbral del 2030, será requisito al menos valorable con puntuación.

6.4 TIPOLOGIAS DE CONTRATO IMPLICADOS

Siguiendo todo lo desarrollado anteriormente sobre implementación BIM y de Gemelo Digital BIM en contratos, a continuación, se listan las tipologías de contratos que quedarán adheridas al cumplimiento de este Manual:

- Contratos de servicios de Redacción de Proyectos Constructivos y de Ejecución (PPR0).

- Contratos de Obras de Proyectos Constructivos y de Ejecución (OEJ0).
- Contratos de Operación y Mantenimiento de Metros y Tranvías (CSV0).

Y, en cualquier caso, siempre se valorará la inclusión de requisitos digitales conforme a guía de contratación de este Manual a cualquier contrato de infraestructura de la Agencia en el que su aplicación conlleve ahorro, beneficio o valor añadido tanto al desarrollo como al producto final, y de forma obligatoria a cualquier contrato que termine vertiendo información al Gemelo Digital BIM de la infraestructura.

7 APLICACIÓN DEL MANUAL

El presente Manual de Gemelo Digital BIM de la Agencia está dividido en tres grandes grupos:

- Memoria del Manual de Gemelo Digital BIM
- Anejos al Manual de Gemelo Digital BIM
- Guías Prácticas asociadas al Manual del Gemelo Digital BIM.

Cada una de estas partes del Manual tiene uno o varios objetivos en el apoyo a los técnicos vinculados a los contratos de infraestructuras de la Agencia.

Memoria del Manual de Gemelo Digital BIM

Su objetivo fundamental es aportar conocimiento respecto a BIM y Gemelo Digital BIM. También se tratarán entre otras: temáticas de alineación con la UNE ISO 19650, temáticas de digitalización de activos o de procesos de innovación asociados a las infraestructuras.

Esta memoria es el cuerpo principal y vertebrador de la documentación asociada a la implementación del Gemelo Digital BIM. Está dirigida a la descripción y desarrollo de las estrategias fundamentales para la aplicación de BIM, digitalización y Gemelo Digital BIM.

Cualquier técnico que comience su andadura en materia de BIM, Gemelo Digital BIM o digitalización debería leer este documento antes de comenzar con la utilización de material práctico o de procedimiento contenido en el Manual.

Guías Prácticas asociadas al Manual de Gemelo Digital BIM

Son un total de tres guías prácticas para la ayuda al desarrollo de contratos de diseño, ejecución de obra y mantenimiento y explotación bajo requerimientos digitales.

Su objetivo es proporcionar procedimiento y estandarización en la aplicación del BIM y Gemelo Digital BIM en los contratos, dependiendo de su naturaleza. El procedimiento está basado en la aplicación de las actividades de la fase de desarrollo definidas en la EN ISO 19650, como se describe en la imagen siguiente:



Figura 14.- Etapas de desarrollo de información en fase de desarrollo. Origen: UNE-EN ISO 19650

En cada una de las guías prácticas se pasará de forma metódica pero siempre práctica y en apoyo de los técnicos por cada una de las actividades, aportando conocimiento, práctica y procedimiento a cada una.

Estas Guías Prácticas deberían ser de obligada lectura tras la memoria del Manual, especialmente, con respecto a la tipología de contratos sobre los que verse nuestro trabajo. Tras adquirir conocimiento con la memoria de Manual, adquirimos procedimiento con la lectura y referencia de las Guías Prácticas.

Anejos al Manual de Gemelo Digital BIM

Son el conjunto de documentos que aportan material gráfico y didáctico para la aplicación práctica de las guías contenidas en la memoria del Manual y de forma procedimentada según las Guías Prácticas asociadas al Manual.

Los Anejos al Manual deberían ser tratados tras los dos bloques anteriores, ya que su lectura independiente de conocimientos previos no es totalmente esclarecedora.

Aunque en los siguientes puntos se entrará a definir las actividades de la fase de desarrollo conforme UNE ISO 19650 y las estrategias fundamentales sobre BIM y Gemelo Digital BIM, a continuación terminamos de definir el proceso de empleo lógico de la documentación del Manual de Gemelo Digital BIM:

Previa a la entrada a la realización de labores digitales en un contrato de cualquier tipología de infraestructuras de la AOPJA se deberá:

1. Adquirir conocimiento sobre BIM y Gemelo Digital BIM. Para ello, aparte de toda la capacitación y formación posible, se debe recurrir a la Memoria del Manual del Gemelo Digital BIM.
2. Aplicar metodologías digitales en la gestión de contratos. Para ello, se debería recurrir a la Guías Prácticas del Manual donde se definen y desarrollan todos los procedimientos asociados a la información digital necesarios asociados a cada etapa de contrato (necesidades, licitación, contratación, desarrollo y finalización), pudiendo crear una planificación de tareas asociada a cada fase.
3. Aplicar los procedimientos al día a día. Para ello, y tras consulta en las Guías Prácticas se podrá ir extrayendo y utilizando cada uno de los Anejos al Manual conforme a su llamada y referencia.

7.1 GUÍAS DIGITALES

El enfoque asociado a las guías lo que aportará es conocimiento en cada una de ellas, es decir, los más avanzados en el conocimiento podrán emplear directamente las Guías de Trabajo y los Anejos prácticos de este Manual sin tener que volver a pasar por el aprendizaje de las guías.

Los más incipientes tendrán el apoyo del conocimiento desarrollado en la estrategias y por tanto, cuando comiencen a desarrollar procesos digitales emplearán la totalidad de la documentación.

Cada una de las guías nos aportan conocimientos teóricos sobre BIM y Gemelo Digital BIM, así como de UNE ISO 19650, en caso de que esté íntimamente ligada en ese aspecto o área de conocimiento. Las guías plasmadas en este Manual son las siguientes:

1. Guía de Contratación.
2. Guía de Información y Control de Calidad.
3. Guía de Colaboración.
4. Guía de Modelo de Información.
5. Guía de Digitalización y Gemelo Digital BIM



Figura 15.- Guías Digitales. Manual Gemelo Digital BIM

Las guías junto con una breve descripción son las siguientes:

7.1.1 Guía de Contratación.

La guía de contratación de la Agencia tiene como objetivo la plena integración de requerimientos digitales en los pliegos de licitación para la gestión y producción de los contratos adheridos a este Manual.

Esta guía está dirigida no a la definición de los requisitos, si no a como requerirlos de forma ordenada y estandarizada, y como generar la estructura de requerimientos dentro de la Agencia.

La Agencia ya ha dado grandes avances al respecto definiendo requisitos tipo para el diseño y la ejecución de obra, esta guía centralizará estos requisitos, dará actualización respecto a nuevas necesidades y estandarizará su aplicación basándose y alineándose con la UNE ISO 19650.

Como ya se menciona anteriormente, esta guía es la primera que tiene una vinculación muy estrecha con la UNE ISO 19650, ya que en la normativa define las tipologías de requisitos, la jerarquía de requisitos y los engloba por estándares: OIR – Requisitos de Información Organizacional; AIR –

Requisitos de Información de los Activos; PIR – Requisitos de Información del Proyecto; EIR – Requisitos de Intercambio de información.



Figura 16.- Jerarquía de Requisitos de Información. Origen: NTP ISO 19650

Tanto en la memoria como en los anejos de la guía se definirán y particularizarán estos estándares, se apoyará en la definición de solvencias, así como en la respuesta procedimentada a los requerimientos por terceros.

7.1.2 Guía de Información y Control de Calidad.

Esta guía tiene como objetivo estandarizar los procesos asociados a la gestión y auditoría de la información de cualquier naturaleza digital.

Desde esta guía se brindará conocimiento a la aplicación de la gestión y el control de calidad de la información digital basada en la UNE ISO – 19650. Junto con la guía de contratación y la de colaboración son las más íntimamente relacionadas con la normativa.

La aplicación de modelos de información no puede ser completa si no se hace una gestión colaborativa basada en CDE y procedimientos aplicados sobre este y un control de calidad de la información introducida. Se hace necesario un marco de trabajo específico que cumplirá sus requerimientos sobre el tratamiento de la información digital, la relación entre agentes y el entorno tecnológico implementado.

Esta guía, aunque quedará siempre bajo el paraguas de la gestión de proyecto tradicional, ya que está última es la que debe gobernar el total de las actividades de los contratos, con la incorporación de la UNE ISO ISO19650 a los procesos, se hace completamente necesaria la adopción de una estrategia estandarizada para la gestión y el control de calidad de la información en todas las fases de las inversiones en infraestructuras.

Esta guía aportara todo lo necesario para su cumplimiento durante las fases de desarrollo, es decir, desde el arranque del contrato, pasando por la producción colaborativa de la información, su intercambio, entrega y la finalización de los trabajos de forma procedimentada.

Esta guía abarcará especialmente:

1. En la fase de arranque de los contratos con el desarrollo, revisión y aprobación del Plan de Ejecución BIM, la implementación del CDE, y la planificación de actividades y entregables. Etapa 5 - Movilización según UNE ISO 19650.
2. En la fase productiva con la gestión y control de calidad de los productos digitales, su correcto intercambio y entrega de información. Etapa 6 – Producción Colaborativa de la Información y Etapa 7 – Entrega de Información según UNE ISO 19650.
3. En la fase final definiendo buenas prácticas para el cierre de contrato asociado a la generación de archivo y lecciones aprendidas de forma estandarizada. Etapa 8 – Cierre de proyecto de UNE ISO 19650.

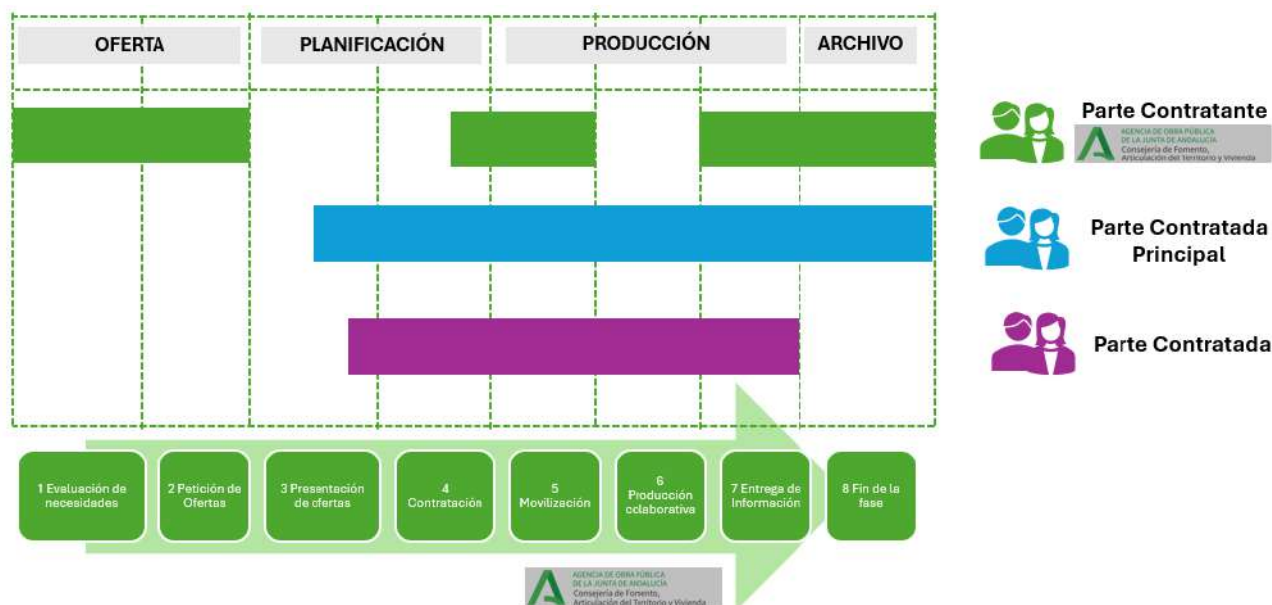


Figura 17.- Actividades de la gestión de la información VS partes involucradas

7.1.3 Guía de Colaboración

La guía tiene como objetivo el empleo estandarizado de un entorno común de datos para la gestión y almacenaje de la información digital de cualquier naturaleza. Para ello se definirán desde el CDE de la Agencia, sus estados de información, su forma de uso y todos los procedimientos necesarios para su empleo procedimentado. También será objetivo de esta guía el empleo de buenas prácticas en la comunicación dentro de los contratos basado en herramientas digitales.

Aportará a la Agencia la capacidad de gestionar el intercambio digital de información, la colaboración y comunicación entre agentes dentro del proceso lógico de los contratos, mejorándolos con la aplicación de metodologías colaborativas. Dentro de esta guía se aportará todo lo necesario para la aplicación de entornos colaborativos.



Figura 18.- Etapas del Flujo de Información

Esta guía es otra de las tres, junto con la contratación y la gestión de la información, completamente alineada con los prefectos de la UNE ISO 19650, y por tanto, quedará alineada con la normativa por medio del empleo de sus bases teóricas en el empleo de los flujos de información, la aplicación sistemática de procedimientos de intercambio y entrega de información y por supuesto, los procesos de control de calidad de cada uno de estos procesos.

7.1.4 Guía de Modelo de Información

El objetivo principal, como no podría ser de otra forma para la estrategia “fundamental” de implementación BIM, es definir todos los requisitos que deben cumplir los modelos BIM de la Agencia para poder ser clasificados como tal.

Es decir, un modelo BIM puede estar bien, pero no ser el necesario para la Agencia. Los modelos que se obtendrán con la aplicación de los requisitos definidos en esta guía, plasmados en la guía de contratación, posteriormente producidos, gestionados y auditados conforme a la guía de gestión de la información, y centralizados mediante la guía de colaboración, deben llevar a la obtención de modelos digitales con el sello AOPJA, claramente identificables debido a la estandarización que lograremos gracias a la aplicación del Manual de Gemelo Digital.

En esta guía se definirán los conceptos más ampliamente conocidos como objetivos y usos BIM, tipologías y división de modelos, georreferenciación, elementos modelables, niveles de desarrollo necesario, sistemas de clasificación, etc.

Al igual que en el caso de la guía de contratación la Agencia ya ha recorrido un amplio camino en todos estos requisitos, habiendo publicado amplia documentación al respecto. Por tanto, el primer objetivo será centralizar toda esta información en el Manual, posteriormente actualizar lo que sea necesario y finalmente aportar nuevos requisitos ya no solo de modelo BIM, si no de su vinculación al Gemelo Digital BIM.

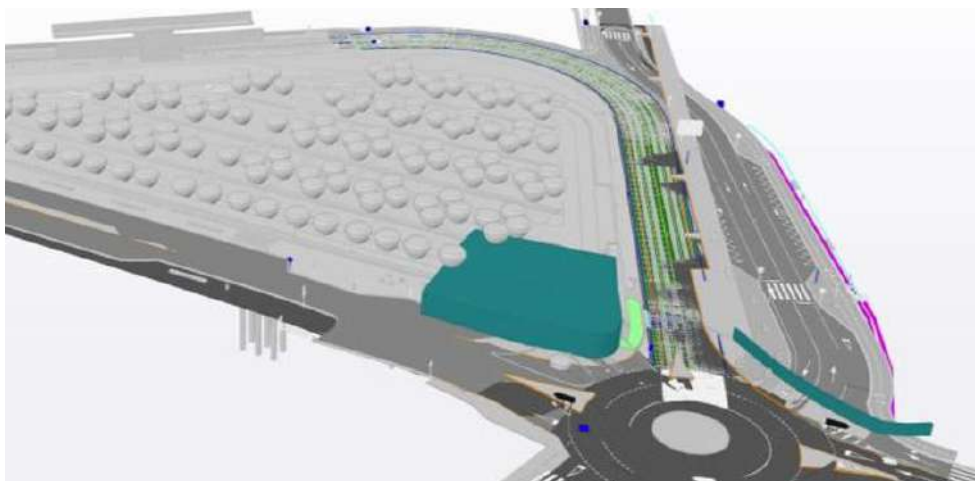


Figura 19.- Ejemplo Modelo BIM. Origen: AOPJA

Define los objetivos, usos de aplicación y requisitos de los modelos de información para poder llegar a cumplir con los objetivos digitales de los contratos. Se busca la total coordinación y coherencia de los modelos de información de la Agencia, sin depender de su tipología tecnológica, mediante la alineación en la ejecución de modelos BIM dentro de ciclo de vida de los activos. Para ello se definirán los requisitos de los modelos de información conforme a las necesidades y requerimientos de la Agencia. Esta guía debe llevar a la generación de modelos de información homogéneos y estandarizados.

7.1.5 Guía de Digitalización y Gemelo Digital BIM

El objetivo de la guía más novedosa e innovadora de todas es justamente ese, apoyar el proceso de innovación y digitalización en el que la Agencia se ha embarcado para potenciar el óptimo empleo de sus recursos y sus activos.

Esta guía va dirigida a:

- Garantizar un proceso integral de digitalización de los procesos internos de la Agencia, y en lo posible, de los agentes privados de su entorno.
- Apoyar mediante procedimientos consolidados (BIM y Gemelo Digital BIM) la digitalización de los activos nuevos de la Agencia.
- Apoyar mediante la definición de estrategias particulares la digitalización de activos existentes.
- Apoyar el empleo de Gemelo Digital BIM y el tránsito lógico y obligatorio de información (migración) del modelo BIM al Gemelo Digital BIM conforme evoluciona cada uno de los activos de la Agencia.

Por tanto, abarcará un abanico de conceptos y procesos desde la definición de distintos procesos de digitalización de activos; la definición de nuevos perfiles digitales, sobre todo asociados al Gemelo Digital BIM; la generación de requisitos para nubes de puntos, AR/VR, y gemelos digitales BIM; o la entrada a conceptos y aplicación de inteligencia artificial en apoyo a procesos.

7.2 ACTIVIDADES DE LA FASE DE DESARROLLO

La UNE EN ISO 19650 en su parte 2 establece los principios y requisitos para la gestión de la información durante la fase de desarrollo de un contrato en un entorno basado en la metodología digital. El proceso de gestión de la información definido sigue una estructura secuencial y colaborativa, con roles, flujos de trabajo y entregables claramente definidos.

A continuación, se procede a dar una primera aproximación a dichas etapas ya que son las que regirán el esquema de trabajo de las Guías Prácticas y además, gobernarán por medio de alguna de ellas la guía de información y el control de calidad.

Las actividades definidas en la UNE EN ISO 19650 son:



Figura 20.- Proceso de gestión. Etapas

1. Evaluación de Necesidades – De aplicación directa a la Agencia (parte contratante).
2. Petición de Ofertas - De aplicación directa a la Agencia (parte contratante).
3. Presentación de Ofertas – De aplicación directa a la Agencia (parte contratante) y a terceros (parte contratada principal).
4. Contratación - De aplicación directa a la Agencia (parte contratante) y a terceros (parte contratada principal).
5. Movilización - De aplicación indirecta por parte de la Agencia. De aplicación directa a terceros como imposición contractual a ser llevada a cabo por la parte contratada, y gestionada y supervisada por la Agencia para su cumplimiento
6. Producción Colaborativa - De aplicación indirecta por parte de la Agencia. De aplicación directa a terceros como imposición contractual a ser llevada a cabo por la parte contratada, y gestionada y supervisada por la Agencia para su cumplimiento
7. Entrega de Modelo - De aplicación indirecta por parte de la Agencia. De aplicación directa a terceros como imposición contractual a ser llevada a cabo por la parte contratada, y gestionada y supervisada por la Agencia para su cumplimiento
8. Fin de Fase – De aplicación indirecta por parte de la Agencia. De aplicación directa a terceros como imposición contractual a ser llevada a cabo por la parte contratada, y gestionada y supervisada por la Agencia para su cumplimiento.

7.2.1 Evaluación de necesidades

En la “Evaluación de necesidades” se deberán designar los requisitos de información organizacional de la AOPJA, lo que podemos englobar dentro de la definición de la estrategia de la oferta y que podemos subdividir en las siguientes actividades:

1. Designar responsables de la oferta. Conforme a las indicaciones de las personas de referencia de la AOPJA.
2. Establecer los requisitos de la información del proyecto. Conforme a los objetivos marcados en el OIR y las directrices a seguir en el PIR.
3. Establecer los hitos de entrega de la información del proyecto. Conforme a la experiencia de los responsables designados.
4. Establecer la norma de información del proyecto. Conforme a las directrices del PIR.
5. Establecer los métodos y procedimientos para la producción de la información. Conforme a las directrices del PIR.
6. Establecer la información de referencia del proyecto y los recursos compartidos. Conforme a experiencias previas consultadas al Responsable BIM.
7. Establecer el Entorno Común de Datos (CDE) para el desarrollo del proyecto. Conforme a las directrices aportadas en el PIR.
8. Establecer el protocolo de intercambio de información. Conforme a las directrices aportadas en el PIR.

7.2.2 Petición de ofertas

La “Petición de ofertas” se desarrolla una vez terminada la evaluación de necesidades. Luego de haber consolidado el OIR y PIR, la parte contratante (AOPJA) deberá tener definido el alcance de la fase o etapa del proyecto en la que se utilice la digitalización, brindando la información de referencia para el desarrollo de los EIR. Esta actividad está compuesta por cuatro subactividades, las cuales se presentan a continuación.

1. Establecer los requisitos de intercambio de información de la parte contratante (AOPJA). Conforme a la estrategia definida anteriormente, redacción del EIR y coordinación con Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
2. Reunir la información de referencia y los recursos compartidos. Conforme a lo estipulado con el Responsable BIM en la fase anterior, proceder a su recapitulación para su puesta en común.
3. Establecer los requisitos de presentación de ofertas y los criterios de evaluación. Conforme a la elaboración del EIR, aportar a la documentación de la oferta plantilla de Plan de Ejecución BIM (PEB) precontractual estandarizado y aportar los criterios de evaluación.

4. Recopilar la información relativa a la presentación de ofertas. Recapitular todo lo anterior mediante el uso de CDE interno de la AOPJA.

7.2.3 Presentación de ofertas

La "Presentación de Ofertas" es la actividad a desarrollar por los ofertantes, estos en materia de digitalización deberán aportar respuesta al EIR mediante el PEB precontractual (Pre-PEB) de la oferta.

1. Designación de responsables de la gestión de la información. El licitador nombra a las personas encargadas de gestionar la información en su organización o subcontrata esta función.
2. Establecer el Plan de Ejecución BIM (precontractual). Se define cómo se gestionará la información, la estrategia de entrega, software/hardware, estructura organizativa, etc.
3. Evaluación de aptitudes y capacidades por parte de cada equipo de trabajo. Se analiza si los equipos tienen los conocimientos, experiencia y recursos técnicos necesarios.
4. Resumen de capacidades del equipo de desarrollo. La parte contratada principal reúne las evaluaciones individuales para ofrecer una visión global.
5. Plan de movilización. Se detalla cómo se organizarán y prepararán los equipos, tecnologías y procesos una vez adjudicado el contrato.
6. Cuadro de riesgos. Identificación de riesgos relacionados con la entrega de información y cómo se gestionarán.
7. Recopilar la información para la oferta. Reunión de toda la documentación anterior para presentarla en la licitación.

7.2.4 Contratación

La "Contratación" una vez terminada la "Presentación de Ofertas" aportará la parte contratada principal tras la valoración de las ofertas.

1. Confirmar el Plan de Ejecución BIM: Se revisa y actualiza el plan propuesto por el equipo de desarrollo.
2. Establecer la matriz detallada de responsabilidades: Se asigna quién produce qué información, cuándo y para quién.
3. Definir los requisitos de intercambio de información de la parte contratada principal: La parte contratada principal impone sus propias necesidades de información a los equipos subcontratados.
4. Establecer los TIDP (Plan de Entrega de Información de Tareas): Cada equipo de trabajo define su propio cronograma de entregables.
5. Consolidar el MIDP (Plan Maestro de Entrega de Información): Se integra la planificación de todos los TIDP en un plan maestro de entregables.

6. Completar los documentos de contratación (parte contratada principal): Se incluyen el PEB, MIDP, protocolo de información, etc.
7. Completar los documentos de contratación (partes contratadas): Se formalizan los acuerdos con subcontratistas, incluyendo los requisitos anteriores adaptados.

7.2.5 Movilización

La “Movilización” forma parte de una etapa de la parte contratada principal antes de iniciar la producción de la información.

1. Movilizar recursos. Confirmar la disponibilidad de los recursos humanos y formarlos sobre el alcance del proyecto y los requisitos de información.
2. Movilizar la tecnología de la información. Adquirir, configurar y probar el software, hardware y sistemas TI. Configurar el Entorno Común de Datos (CDE) y su conectividad.
3. Probar métodos y procedimientos. Verificar y documentar los procedimientos de producción de información. Asegurar que la estructura de contenedores es viable y comunicarla a los equipos de trabajo.

7.2.6 Producción colaborativa

En la “Producción colaborativa de la información” se genera y coordinan la información entre equipos de desarrollo.

1. Comprobar la disponibilidad de la información de referencia y recursos compartidos. Asegurar acceso a lo necesario desde el CDE.
2. Producir información. Crear la información siguiendo la norma del proyecto y evitar redundancias o excesos de detalle.
3. Control de calidad. Verificar formalmente la conformidad del contenedor de información.
4. Revisión y aprobación del intercambio. Validar si la información cumple los requisitos y está lista para compartirse.
5. Revisión del modelo de información. Coordinar y revisar la información generada como conjunto (modelo federado) para garantizar su coherencia.

7.2.7 Entrega del modelo de información

La “Entrega del modelo de información” es un proceso para validar y transferir el modelo de información y sus entregables a la parte contratada.

1. Presentar el modelo para autorización. Cada equipo entrega a la parte contratada principal su información.
2. Revisión y autorización. La parte contratada principal evalúa el modelo de información de la parte contratada y, si cumple los requisitos de información, lo aprueba.

3. Presentar al parte contratante. El modelo autorizado se transfiere formalmente al parte contratante.
4. Revisión y aceptación. La parte contratante revisa el modelo recibido y, si es adecuado según los requisitos de información, lo acepta.

7.2.8 Fin de la fase de desarrollo

La "Entrega del modelo de información" es un proceso para validar y transferir el modelo de información y sus entregables a la parte contratada.

1. Presentar el modelo para autorización. Cada equipo entrega a la parte contratada principal su información.
2. Revisión y autorización. La parte contratada principal evalúa el modelo de información de la parte contratada y, si cumple los requisitos de información, lo aprueba.
3. Presentar al parte contratante. El modelo autorizado se transfiere formalmente al parte contratante.
4. Revisión y aceptación. La parte contratante revisa el modelo recibido y, si es adecuado según los requisitos de información, lo acepta.

En la guía de información y control de calidad se aportará especial desarrollo a las fases de contratación, movilización, producción colaborativa y entrega de información que son las que afectan a la gestión de contratos.

En las Guías Prácticas se pasará por cada una de las etapas, se desarrollarán actividades dentro de cada una, se aportarán procedimientos para llevarlas a cabo, referencias al Manual para adquirir conocimiento y referencia a los Anejos para su desarrollo práctico.

8 GUÍA DE CONTRATACIÓN

8.1 OBJETIVO Y ALCANCE

8.2 PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN

La estrategia es sencilla, requerir de forma sistemática y estandarizada el uso de modelos de información, repositorio de datos comunes en los proyectos y aportar herramientas a todos los agentes involucrados para llevarla a cabo.

La estrategia de contratación de la AOPJA debe estar basada en la inclusión y particularización de los formatos suministrados para el seguimiento del ciclo de los requisitos de la información:

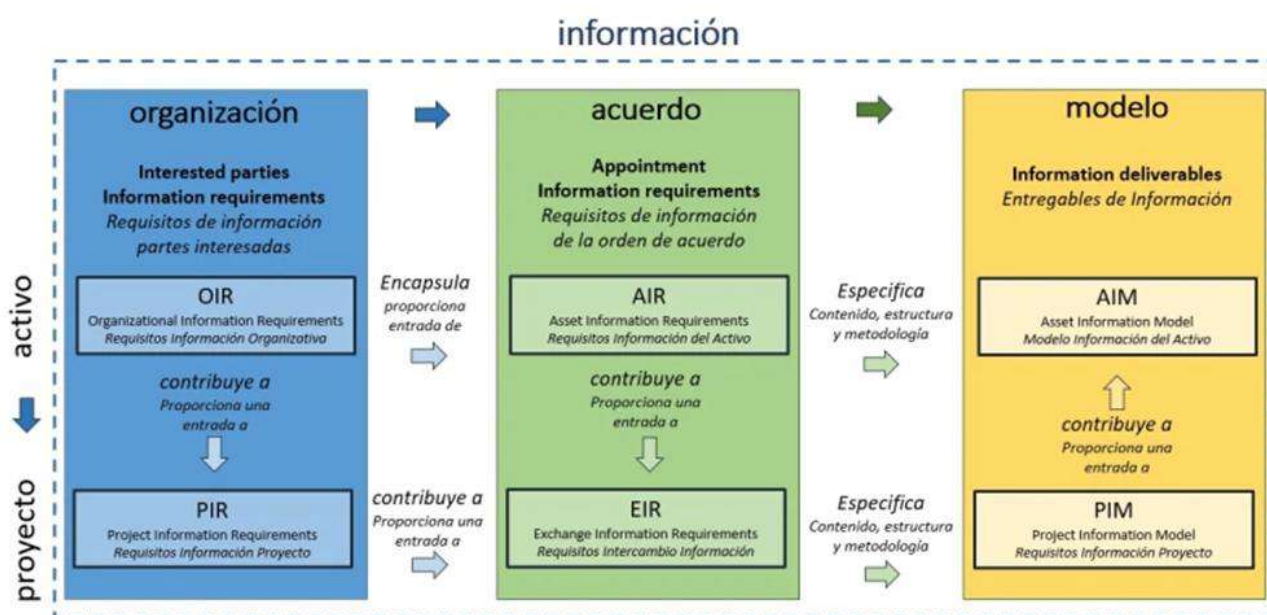


Figura 21.- Diagrama de aplicación de requerimientos según ISO 19650

Estas plantillas han sido particularizadas para la AOPJA dentro de este Manual y aportadas como anejos:

- Definición de la estrategia digital individual de cada contrato en función de parámetros estandarizados aplicando las plantillas adjuntas en los anejos: OIR, PIR, y AIR. Estas plantillas y sus guías de llenado deberán ser manejadas por el responsable de la oferta para la aproximación a la estrategia de requisitos fundamentales.
- Definición de requerimientos claros y estandarizados dentro de los pliegos de los contratos con respecto a los modelos de información, su uso y el CDE. En este caso será de aplicación la plantilla contenida en el anejo: EIR, como apoyo a la generación de documentación de la oferta.
- Definición del procedimiento de respuesta de los ofertantes para la inclusión de los requerimientos de digitalización. Para ello se aporta la plantilla de Pre Plan de Ejecución BIM de contestación de los ofertantes contenida en el anejo PrePEB que permitirá la estandarización en la respuesta y su valoración.

8.3 ESTÁNDARES DE CONTRATACIÓN

8.3.1 Requisitos de información de la organización. OIR

El OIR (Organizational Information Requirements) corresponde a los requisitos de información vinculados a los objetivos institucionales de la AOPJA. Definen la información necesaria para dar respuesta a los objetivos estratégicos de alto nivel establecidos por la parte contratante.

El OIR constituye la base sobre la cual se estructuran el resto de los requisitos de información y es formulado por la parte contratante durante la fase de evaluación estratégica inicial. Estos requisitos se derivan de diversos factores, entre ellos el plan vigente de implementación, el proceso de transformación digital, el soporte a la operación y gestión de los activos, así como las exigencias regulatorias.

Para la definición del OIR se consideran los siguientes aspectos:

- Definición de los objetivos y líneas estratégicas asociadas a la adopción de la digitalización.
- Identificación de políticas institucionales y marcos de referencia aplicables.
- Determinación de las directrices que orientan la elaboración de los PIR, alineadas con los objetivos e indicadores estratégicos de alto nivel.
- Asignación de responsabilidades en materia de gestión de la información.
- Implementación de procesos de gestión del cambio basados en la mejora continua y en la recopilación de lecciones aprendidas, con el propósito de mantener actualizado el OIR y asegurar que refleje las necesidades reales de la AOPJA.

En consecuencia, para definir la estrategia de requisitos BIM de cualquier contrato, independientemente del mecanismo o marco normativo aplicable, deberá considerarse lo establecido en el OIR contenido en el Anejo 18.7. OIR.

8.3.2 Requisitos de información del proyecto. PIR

El PIR (Project Information Requirements) define los requisitos de información del proyecto que determinan la información necesaria para alcanzar o dar respuesta a los objetivos estratégicos de alto nivel definidos por la parte contratante.

El PIR es desarrollado por la parte contratante durante la fase de evaluación de necesidades y especifican la información requerida para cumplir los objetivos organizacionales vinculados a un contrato determinado (proyecto), en cualquiera de sus etapas, desde la Formulación y Evaluación hasta la Ejecución. Asimismo, establecen los requisitos específicos aplicables a cada designación asociada al contrato o a cada hito de entrega de información, proporcionando los datos necesarios para respaldar los puntos clave de decisión de la parte que designa en relación con los requerimientos establecidos.

Para la elaboración del PIR deberán considerarse, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Definir el alcance y los objetivos de la inversión.
- Identificar la información de referencia vinculada al proyecto.

- Determinar un plan de trabajo que contemple los hitos de entrega de información y los responsables de su gestión.
- Establecer los requisitos de información propios de la inversión.

El PIR de la AOPJA deberá aplicarse conforme a las directrices establecidas para la selección de metodologías, definición del CDE y determinación de perfiles a implementar en cada contrato.

Una vez disponible la plantilla estándar, esta deberá ser completada por el responsable de la oferta, en coherencia con los objetivos definidos en los OIR y con las directrices recogidas en el propio PIR. En caso de dudas sobre su aplicación, deberá convocarse una reunión de definición estratégica con el responsable BIM de la AOPJA o de la unidad correspondiente.

En consecuencia, para definir la estrategia de requisitos BIM de cualquier contrato, independientemente del mecanismo o marco normativo aplicable, deberá considerarse lo establecido en el PIR contenido en el Anejo 18.9. PIR. Dicho documento deberá ser cumplimentado por el responsable de la oferta y posteriormente revisado y aprobado por el Responsable BIM competente.

8.3.3 Requisitos de información de los activos. AIR

El AIR (Asset Information Requirements) son los requisitos de información vinculados a la correcta operación y mantenimiento de un activo a lo largo de su vida útil. Es definido por la parte contratante durante la fase de evaluación de necesidades y deben contemplar aspectos de carácter técnico, de gestión y contractuales relacionados con la generación de la información del activo.

En el ámbito técnico, el AIR determina la información necesaria sobre los activos para dar cumplimiento al OIR. En cuanto a los aspectos de gestión y contractuales, deben establecer el estándar de información aplicable, así como los métodos y procedimientos que serán implementados por el equipo responsable del mantenimiento o la explotación.

Para la elaboración de los AIR deberán considerarse, al menos, los siguientes aspectos:

- Identificación de los activos asociados a los requisitos de información.
- Definición de información estructurada que permita facilitar acciones correctivas durante todo el ciclo de la inversión.
- Determinación de los requisitos de información vinculados al mantenimiento, sostenibilidad y operación del activo.
- Definición del propósito de los estándares de información, de los métodos de producción y de los procedimientos aplicables al desarrollo de la inversión.

En el Anejo 18.8. AIR se incluye una plantilla adaptada que servirá como referencia para su elaboración y aplicación.

8.3.4 Requisitos de intercambio de información. EIR

El EIR (Exchange Information Requirements) marca los requisitos de intercambio de información asociados a un contrato específico. Son elaborados por la parte contratante, la AOPJA, a través del responsable de la oferta durante la fase de solicitud de propuestas, y describen las condiciones de

gestión, producción e intercambio de información correspondientes a una fase o etapa determinada de la inversión.

En cuanto a su contenido, los EIR deben contemplar:

- Aspectos de gestión y producción, incluyendo el estándar de información aplicable y las actividades de producción que desarrollará el equipo ejecutor.
- Aspectos técnicos, que definan los alcances y condiciones que deberán considerarse para el desarrollo, estructuración e intercambio de los modelos de información.

El EIR es específico para cada designación vinculada a una fase o etapa en la que se empleen modelos de información y deben mantener coherencia con los requisitos previamente establecidos en los OIR, AIR y PIR.

A partir de los objetivos de gestión de la información definidos en el EIR se determinarán los usos BIM aplicables al desarrollo de los modelos de información. Asimismo, estos criterios servirán de base para establecer el Nivel de Información Necesaria (LOIN), garantizando el cumplimiento de los requisitos de la fase o etapa correspondiente, así como las condiciones para la correcta producción e intercambio de información, incluyendo el uso obligatorio del Entorno Común de Datos (CDE) en el contrato.

La plantilla de EIR incorporada en este documento deberá ser completada y ajustada por el responsable de la oferta para su integración en la documentación contractual, en coordinación con pliegos de contratación

En consecuencia, para la definición de los requisitos BIM de cualquier contrato, independientemente del mecanismo o marco normativo aplicable, deberá considerarse lo establecido en la plantilla de EIR contenida en el Anejo 18.10. EIR de proyecto y Anejo 18.11. EIR de obra. Este deberá ser cumplimentado por el Responsable BIM de la oferta.

8.3.5 Plan de Ejecución BIM. PEB

El Plan de Ejecución BIM es el documento que establece la metodología de trabajo, los procesos, las especificaciones técnicas, los roles, las responsabilidades y los entregables que permiten dar cumplimiento a los requisitos de información definidos para las distintas fases del ciclo de contratación en proyectos desarrollados mediante modelos de información.

Este documento debe presentarse tanto en la etapa de Presentación de Ofertas como en la Designación. La diferencia radica en que, durante la primera, forma parte integrante de la propuesta técnica del postor (Pre-PEB), mientras que en la segunda se consolida como instrumento operativo dentro de las actividades iniciales del contrato (PEB).

Durante la fase de presentación de ofertas, el Plan de Ejecución BIM se integra en la estrategia de contratación y, por tanto, se encuentra dentro del alcance del presente documento.

En consecuencia, para completar la documentación que conforma la oferta en cualquier contrato de la AOPJA, independientemente del mecanismo contractual o marco normativo aplicable, deberá incluirse el Plan de Ejecución BIM debidamente actualizado conforme a los EIR y de acuerdo con lo establecido en el Anejo 18.12. PEB. Este documento deberá ser revisado y aprobado por el Responsable BIM correspondiente.

Una vez formalizada la Designación, será responsabilidad de la parte contratada principal desarrollar y ajustar el Plan de Ejecución BIM (PEB) como parte de las actividades iniciales del contrato. Esta obligación se encuentra alineada con la estrategia de gestión de la información, la cual desarrolla con mayor detalle los lineamientos aplicables para su implementación durante la ejecución de la inversión.

9 GUÍA DE INFORMACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL ENTORNO DIGITAL Y ENTREGABLES

Todas las guías definidas en este Manual requieren una gestión rigurosa y estandarizada de la información, y especialmente la BIM o digital. Para que el potencial de BIM se materialice de forma efectiva, es imprescindible implementar una guía de gestión de la información clara y basada en estándares, así como un sistema de control de calidad específico para el entorno digital y sus entregables.

Por descontado, la gestión de la información digital estará siempre subordinada a las buenas prácticas en gestión integral de proyectos. En el caso de la Agencia, por medio de la coordinación con todos sus estándares actuales plasmados en su Plan de Calidad.

A su vez, el control de calidad en entornos digitales, también quedaran subordinados a los estándares de control de calidad implantados en la Agencia gracias a su certificación en ISO9001.

Todos los procedimientos y estándares que se definen en esta guía aportan la adecuación a los medios digitales que desarrolla el empleo de BIM y Gemelo Digital BIM y por tanto no anulan, si no que complementan los procesos de gestión y control de calidad actuales de la Agencia.

La norma UNE-EN ISO 19650, en sus distintas partes, establecerá el marco de referencia para el desarrollo de todas las actividades, procedimientos y documentos que se comparten en esta guía de gestión de información y control de calidad.



Figura 22.- Etapas de desarrollo de la ISO19650

Se definirán o se hará referencia a procedimientos y documentación tipo claves como los requisitos de información, los planes de ejecución BIM (PEB), los programas de entrega de información (MIDP y TIDP), el uso de entornos comunes de datos (CDE) y el empleo estandarizado de controles de calidad tanto internos como por parte de la Agencia para la aprobación de documentación. La suma de todo lo anterior conformará una estructura de trabajo colaborativo que permitirá gestionar eficazmente la producción, intercambio y validación de los modelos de información y sus entregables asociados.

El enfoque de la guía de gestión de información y control de calidad será:

- Alineación constante con procesos actuales de la Agencia, ISO9001.
- Alienación constante con ISO19650, y su definición de etapas de desarrollo de la información.
- Conexión con las Guías Prácticas de desarrollo de proyectos, obras y mantenimiento.

9.1 OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo de esta guía es establecer un marco estructurado y estandarizado para la gestión de la información y el control de calidad en entornos BIM, aplicable a todas las fases del ciclo de vida de los activos gestionados por la Agencia.

La finalidad es aumentar las garantías de que la información digital generada, intercambiada y entregada durante los contratos cumpla con los requisitos definidos, asegurando su consistencia, trazabilidad y utilidad dentro del entorno BIM y del entorno de gemelo digital BIM.

Los objetivos específicos son:

- Definir un proceso homogéneo y reproducible para la planificación, producción, validación e intercambio de información basada en modelos BIM.
- Definir estándares de documentación y control de calidad para apoyar el procedimiento.

El proceso será definido durante el cuerpo de la guía contenido en esta memoria; los estándares y plantillas quedarán definidos como anejos al Manual.

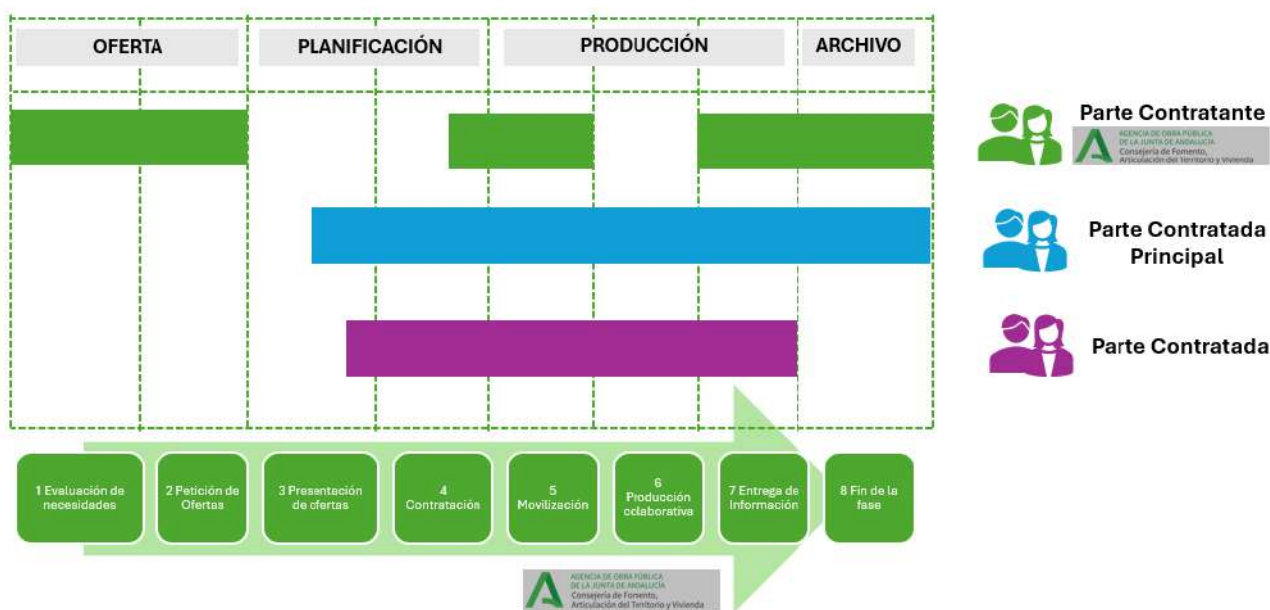


Figura 23.- Agrupaciones de etapas de desarrollo de la ISO19650 para la Agencia

Esta guía se deberá aplicar a todos los contratos, actuaciones y fases en las que la Agencia defina requisitos digitales, sean contratos de redacción, ejecución, seguimiento, conservación o explotación de infraestructuras. Su grado de aplicación dependerá del nivel de implementación BIM requerido en cada caso.

En particular, y caso de duda, el alcance queda definido de la siguiente manera:

- A cualquier proyecto o contrato sin requisitos BIM, no se aplica esta estrategia.
- A cualquier contrato con uso de CDE pero sin modelos BIM, se podrá aplicar parcialmente esta estrategia en lo relativo al control del entorno de datos comunes.

- A cualquier contrato con uso de CDE y modelos BIM, se aplicará la totalidad de esta estrategia, incluyendo planificación, gestión y control de calidad de la información digital.

Para el desarrollo de la estrategia de gestión de información y control de calidad en entornos digitales será completamente necesario el conocimiento adquirido en el resto de las guías, ya que no se repetirán conceptos, si no que se hará referencia a dichas estrategias.

A continuación, se aporta un desarrollo gráfico en el que se define:

- En la primera columna, las etapas de la gestión de información conforme a su definición en la ISO19560 para cualquier proceso de desarrollo. Se han agrupado en 4 paquetes generales en apoyo a su asimilación: fase de oferta, planificación, producción y archivo de contrato. Dentro de cada agrupación se desarrollan las ocho etapas de la ISO19650. Este esquema conceptual vertebrará la estrategia.
- La segunda columna indica los documentos o funciones fundamentales de aplicación a cada agrupación. En el desarrollo de la estrategia serán descritos y todos los que sean estandarizables, quedarán plasmados como anejos de esta estrategia para su aplicación práctica a los contratos.
- En la tercera columna se definen los procesos de control de calidad BIM a aplicar para cada agrupación de fase. Todos ellos además de descritos quedarán como anejos a la estrategia para su aplicación práctica en los contratos.

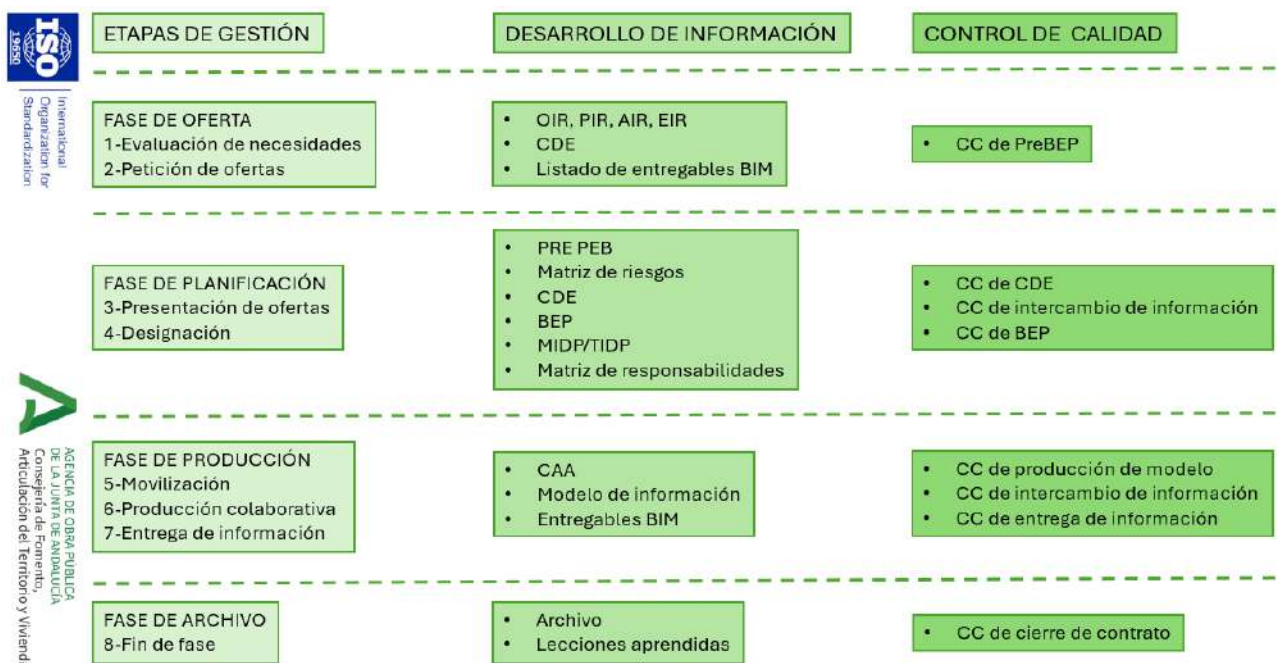


Figura 24.- Desarrollo conceptual de información

A continuación, se desarrolla la estrategia de gestión de información y control de calidad en entornos digitales conforme al desarrollo en el tiempo de las actividades referenciándose a la producción colaborativa e intercambio de información.

9.2 MAQUETA DE PRUEBA

La maqueta de prueba BIM constituye un elemento clave dentro del proceso de aseguramiento de la calidad y validación de la estrategia BIM definida para el contrato. Su finalidad es verificar, en un entorno controlado y simplificado, la capacidad real de los equipos de desarrollo para cumplir con los requisitos establecidos por la Agencia, así como la correcta implementación de los procedimientos definidos en el Plan de Ejecución BIM (PEB) o en el Pre-PEB en fase de licitación.

En coherencia con el enfoque metodológico de la AOPJA y los principios de la UNE-EN ISO 19650, la maqueta de prueba no debe entenderse como un ejercicio de modelado complejo, sino como un mecanismo de validación temprana de procesos, interoperabilidad y estructuración de la información, asegurando que el flujo de datos y la lógica de trabajo son adecuados antes del desarrollo completo del modelo.

De acuerdo con las prescripciones técnicas definidas para la maqueta de prueba BIM, esta deberá permitir verificar, al menos, los siguientes aspectos fundamentales:

- La correcta georreferenciación y posicionamiento espacial de los modelos.
- La adecuada federación de modelos, especialmente en entornos con múltiples softwares de autoría.
- La correcta exportación a formato IFC, incluyendo tanto la geometría como la información asociada (sets de propiedades).
- La validación de los flujos de trabajo en el Entorno Común de Datos (CDE).

La maqueta de prueba se construirá a partir de modelos simplificados en formato IFC, generados por cada disciplina y, en su caso, por cada software de autoría utilizado. Cada modelo deberá contener, como mínimo, un objeto representativo que permita comprobar:

- La coherencia geométrica del modelo exportado.
- La correcta estructuración de la información conforme a los requisitos definidos (LOIN, sets de propiedades, clasificación).
- La adecuación al esquema de exportación IFC establecido en el contrato.

Estos modelos individuales serán posteriormente federados en un modelo conjunto, que permitirá verificar la coordinación espacial, la interoperabilidad entre herramientas y la integridad del proceso de agregación de información.

Asimismo, la maqueta deberá cargarse íntegramente en el CDE del contrato, permitiendo validar los flujos de trabajo definidos (estados de la información, revisiones, aprobaciones, etc.), en línea con las guías de colaboración y gestión de la información establecidas por la Agencia.

Desde el punto de vista estratégico, la maqueta de prueba se configura como un mecanismo de control alineado con el enfoque de “digitalización basada en datos” promovido por la AOPJA, permitiendo:

- Reducir riesgos en fases posteriores del proyecto.
- Detectar desviaciones en los procesos antes de la producción masiva de información.
- Garantizar la interoperabilidad y calidad del dato desde el inicio.
- Facilitar la transición futura hacia el Gemelo Digital BIM, asegurando que los modelos generados son consistentes, estructurados y explotables.

9.3 PRODUCCIÓN COLABORATIVA E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Las actividades de esta fase se centran en la creación y verificación de la información necesaria para el proyecto, así como en su coordinación dentro del CDE:

1. Verificar la disponibilidad de la información de referencia y de los recursos compartidos.
2. Producir información.
3. Realizar una verificación del control de calidad.
4. Revisar y aprobar el intercambio de información.
5. Revisar el modelo de información.

Esta etapa integra la fase productiva y de coordinación de la información, resultando indispensable la revisión de los modelos de información que se generan en cada ciclo de coordinación.

La responsabilidad de ejecutar este proceso de control de calidad recae en la parte contratada principal, en cada iteración del proceso, quedando a criterio de la Agencia la solicitud de su trazabilidad. Asimismo, la Agencia llevará a cabo este control de calidad en cualquiera de las iteraciones asociadas al intercambio de información, en función de las necesidades del contrato.

9.3.1 CC del Plan de Ejecución BIM (PEB)

El Plan de Ejecución Digital (PEB) es un documento esencial para la gestión de la información en los contratos con requerimientos digitales que aplican la metodología basada en modelos de información. Debe estar alineado con las directrices del Plan BIM España, la UNE-EN ISO 19650 y este Manual BIM que forman parte de la estrategia de digitalización de la organización.

Sus objetivos principales son asegurar una planificación detallada y una gestión eficaz de la información durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto con implementación de modelos digitales, desde la concepción y diseño hasta la construcción.

El PEB tiene como finalidad estandarizar los procesos y protocolos de trabajo colaborativo entre los distintos actores del proyecto, facilitando la interoperabilidad de herramientas y promoviendo una toma de decisiones basada en datos fiables y accesibles.

Dentro del marco de estos requerimientos digitales, los objetivos principales del PEB se centran en:

- Definir roles y responsabilidades: clarificar las funciones de cada equipo o individuo en la gestión y uso de la información, evitando duplicidades y errores.
- Establecer procedimientos de intercambio de información: definir flujos de trabajo que aseguren un intercambio eficiente de datos, con información siempre actualizada y accesible a todas las partes interesadas.
- Determinar estándares y convenciones de modelado: garantizar que todos los modelos sigan un estándar común que facilite coherencia e integración en todas las fases del proyecto.
- Planificar el uso del Entorno Común de Datos (CDE): definir cómo se gestionará y estructurará la información en el CDE, asegurando centralización y accesibilidad.

El control de calidad del PEB es fundamental para verificar que el documento cumple con sus objetivos y está alineado con los requerimientos digitales de la Agencia. Este control revisa que todos los elementos del PEB estén definidos correctamente y ajustados a las mejores prácticas de gestión de la información.

La calidad del PEB se evalúa mediante verificaciones estandarizadas que se documentan en la plantilla de checklist del Anejo 18.14. CC del PEB, en la cual se repasan todas las actividades que debe contemplar el PEB, indicando si cumplen o no, y permitiendo la inclusión de comentarios. Esta plantilla, al igual que las demás incluidas, aporta uniformidad y facilita la automatización: una vez completada, basta con convertirla a PDF para utilizarla como Informe de Revisión.

Dentro de la estrategia de control de calidad del PEB, deberán auditarse las siguientes actividades al inicio del proyecto, sin exceder un mes desde su arranque:

- Reunión de lectura del PEB precontractual y aportación de comentarios para su desarrollo por parte de la parte contratada principal.
- Entrega de la propuesta de PEB por parte de la parte contratada principal.
- Revisión del PEB por parte de la Agencia con base en la plantilla estandarizada.
- Reunión de aprobación del PEB.

Este ciclo podrá repetirse en caso de no lograrse aprobación inicial, procurando no dilatar los plazos.

La plantilla de control de calidad, al igual que todas las de este Manual, es de uso propio de la Agencia, aunque la parte contratada principal y terceros podrá utilizarla para su control interno en caso de no contar con un procedimiento propio adaptado a sus necesidades.

9.3.2 CC de modelos de información

La fase de producción de la información se centra en la creación, gestión y entrega de los datos del proyecto mediante procesos estandarizados y colaborativos. Esta fase resulta clave para asegurar que toda la información generada sea precisa, coherente y esté alineada con los requisitos definidos en etapas previas.

El objetivo específico de esta fase es producir información coherente y estructurada, garantizando que sea precisa, completa y cumpla con las especificaciones técnicas y los estándares establecidos.

El control de calidad en esta fase es fundamental para verificar que los datos generados se ajusten a los estándares del proyecto y de la Agencia. Una evaluación continua permite detectar y corregir errores o desviaciones de manera temprana, asegurando que la información sea confiable y utilizable.

Para cumplir estos objetivos, el control de calidad debe incluir la revisión de la precisión y consistencia de los modelos digitales, validando que toda la información producida esté alineada con los requisitos del proyecto y con los estándares del Consorcio.

En apoyo a este proceso, se proporciona la plantilla de checklist del Anejo 18.15. Control de calidad de modelos, que recoge los aspectos necesarios para verificar que un modelo cumple con los estándares mínimos. Este anejo distingue entre:

- Modelos de estado actual o condiciones existentes.
- Modelos de diseño (PIM proyecto).
- Modelos de obra (PIM obra/as built).



Imagen 25. Proceso de validación de los modelos

Asimismo, incluye una plantilla específica para el control de calidad de las nubes de puntos (NdP), aplicable tanto a la obtención de datos de partida para el diseño como al control del avance de obra mediante captación de NdP.

Este estándar de control de calidad deberá realizarlo siempre obligatoriamente a la parte contratada principal, en cualquier intercambio o entrega de modelos de información, con el fin de dejar trazabilidad de su control de calidad interno obligatorio.

9.3.3 CC de intercambio de información

La actividad de intercambio de información en el contexto de la coordinación de proyectos basados en modelos digitales es un proceso clave que facilita la colaboración continua y la toma de decisiones informadas entre los distintos actores, dentro de la dinámica iterativa de coordinación del proyecto.

A diferencia de las fases de entrega oficial de información para aprobación, esta actividad se enfoca en el intercambio dinámico y fluido de datos durante la etapa de desarrollo y coordinación, permitiendo una sincronización efectiva entre las disciplinas involucradas. Su propósito principal es asegurar que todos los participantes trabajen siempre con la información más actualizada y precisa, evitando conflictos o malentendidos que puedan retrasar el avance del proyecto.

El objetivo específico del intercambio de información es lograr una sincronización continua de los modelos digitales, garantizando que los datos se compartan de forma periódica entre los equipos y que se mantenga una calidad mínima en los modelos que posibilite una coordinación eficaz.

Para apoyar este proceso, se elabora la plantilla de checklist del Anejo 18.16 Control de calidad Intercambio&Entrega, que recoge los aspectos necesarios para asegurar que cada intercambio cumpla con los estándares mínimos establecidos.

9.4 ENTREGA DE INFORMACIÓN

La fase de entrega de información para la aprobación de entregables constituye un momento crucial dentro del ciclo de vida de un proyecto. Su propósito es proporcionar la información y documentación necesarias para la revisión y validación formal de los entregables por parte de la Agencia.

El objetivo principal de esta fase es asegurar que todos los datos, modelos y documentos presentados cumplan con los requisitos específicos del intercambio y entrega de información.

Para respaldar este proceso, este Manual incorpora la plantilla de checklist del Anejo 18.16 Control de calidad Intercambio&Entrega, que permite verificar de forma sistemática que cada entrega cumple con los estándares mínimos establecidos.

9.5 CIERRE DE EJECUCIÓN

En la fase de cierre de la ejecución del proyecto, el control de calidad de la información adquiere un papel clave para garantizar que todos los modelos, documentos y datos digitales generados cumplen con los requisitos establecidos y son aptos para su archivo, explotación y uso futuro. De acuerdo con la UNE-EN ISO 19650, y en particular con la ISO 19650-3 para la fase de operación del activo, esta etapa se centra en la verificación final, validación y aprobación de la información antes de su aceptación formal por parte de la Agencia, asegurando su consistencia, completitud, trazabilidad y adecuación a los requisitos de información definidos.

El proceso de cierre incluye la comprobación del cumplimiento del Plan de Ejecución BIM, de los estándares definidos en este Manual, así como de los procedimientos de control de calidad aplicados durante la producción, el intercambio y la entrega de la información. Todo ello se integra y complementa con los sistemas de gestión y control de calidad existentes en la Agencia, alineados con la ISO 9001, asegurando que la información digital entregada constituye una base fiable para la operación, conservación, explotación y gestión del activo a lo largo de su ciclo de vida.

10 GUÍA DE COLABORACIÓN

Esta guía define la estrategia de colaboración digital de la Agencia en el marco del Manual de Gemelo Digital BIM, estableciendo los requisitos, procedimientos y buenas prácticas para el empleo estandarizado de un entorno común de datos (CDE), la comunicación digital entre agentes y la coordinación basada en modelos de información en los contratos de infraestructura.

La colaboración digital constituye un cambio profundo en la forma de trabajar entre los agentes que intervienen en los contratos de la Agencia. No se trata únicamente de la adopción de una plataforma tecnológica, sino de la implantación de un modelo de trabajo que garantice que toda la información (modelos, documentos, comunicaciones y decisiones) fluya de forma estructurada, trazable y accesible a través de un repositorio único y compartido. Este enfoque permite superar las limitaciones de los intercambios basados en documentos aislados y correos electrónicos, situando el entorno común de datos como columna vertebral de la gestión de la información en todas las fases del ciclo de vida del activo.

Esta guía es, junto con la Guía de Contratación (capítulo 8) y la Guía de Información y Control de Calidad (capítulo 9), una de las tres guías del Manual directamente alineadas con los preceptos de la UNE-EN ISO 19650. La norma establece el marco de referencia para la gestión colaborativa de la información mediante el uso de un CDE, la definición de estados de información, los flujos de intercambio y entrega, y los procesos de verificación, validación y autorización que aseguran la calidad de la información en cada transición. Todos los procedimientos y estándares definidos en esta guía se desarrollan conforme a dicho marco normativo.

La guía ha sido desarrollada en coordinación con el resto de las guías del Manual. En particular:

- Guía de Contratación (capítulo 8). Para que los requisitos de colaboración digital —uso del CDE, perfiles de acceso, protocolos de intercambio— queden correctamente definidos en los pliegos de contratación a través de los documentos de requisitos de información (OIR, PIR, EIR) y reflejados en el Plan de Ejecución BIM (PEB).
- Guía de Información y Control de Calidad (capítulo 9). Para conectar los flujos de intercambio y entrega de información definidos en esta guía con los procesos de control de calidad aplicables en cada etapa, asegurando que la información que transita por el CDE cumple con los estándares de la Agencia antes de cada cambio de estado.
- Guía de Modelo de Información (capítulo 11). Para garantizar la coherencia entre la estructura y codificación de los modelos de información y la organización del CDE, de modo que la nomenclatura de archivos, la división de modelos y los contenedores de información respondan a criterios compartidos.
- Guía de Digitalización y Gemelo Digital BIM (capítulo 12). Para definir la transición de la información desde el entorno de colaboración propio de las fases de desarrollo hacia el entorno de explotación y mantenimiento, donde la información publicada y archivada alimentará el Gemelo Digital BIM de la Agencia.

Asociados a esta guía se desarrollan los siguientes anejos de apoyo práctico:

- Anejo 18.17. Guía de CDE. Desarrolla la aplicación práctica de los principios y procedimientos definidos en esta guía sobre las herramientas concretas de CDE empleadas por la Agencia, incluyendo la configuración, administración y uso cotidiano del entorno.

10.1 OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo de esta guía es establecer un marco estructurado y estandarizado para la colaboración digital en los contratos de la Agencia, definiendo los procedimientos, roles y requisitos necesarios para el empleo eficaz de un entorno común de datos, la comunicación entre agentes y la coordinación basada en modelos de información.

La finalidad es garantizar que el intercambio, la entrega y el archivo de información digital se realicen de forma ordenada, trazable y segura en todas las fases del ciclo de vida de los activos, reduciendo los errores derivados de la dispersión de datos, la duplicación de información y la falta de procedimientos homogéneos, y asegurando que la Agencia disponga en todo momento de una fuente única de información fiable y actualizada.

Los objetivos específicos de esta guía son:

- Definir los principios y requisitos funcionales del entorno común de datos de la Agencia, incluyendo los estados de información, los flujos de aprobación y los derechos de acceso, conforme a la UNE-EN ISO 19650.
- Establecer los protocolos de comunicación digital entre los agentes que intervienen en los contratos, diferenciando los canales formales de intercambio a través del CDE de los canales complementarios.
- Definir las tipologías de reuniones digitales vinculadas a las etapas de gestión de la información, incluyendo su contenido mínimo, la generación de actas y la trazabilidad de acuerdos.
- Establecer los requisitos generales de infraestructura tecnológica necesarios para soportar la colaboración digital, incluyendo conectividad, seguridad y gestión de accesos.

Los procedimientos serán definidos en el cuerpo de esta guía; la aplicación práctica sobre herramientas concretas de CDE y los protocolos operativos de comunicación quedarán desarrollados en los anejos asociados (18.17).

Esta guía se deberá aplicar a todos los contratos, actuaciones y fases en las que la Agencia defina requisitos de colaboración digital, sean contratos de redacción, ejecución, seguimiento, conservación o explotación de infraestructuras. Su grado de aplicación dependerá del nivel de implementación digital requerido en cada caso, conforme a los criterios establecidos en el capítulo 6 de este Manual.

En particular, y en caso de duda, el alcance queda definido de la siguiente manera:

- A cualquier proyecto o contrato sin requisitos digitales, no se aplica esta guía.
- A cualquier contrato con uso de CDE pero sin modelos BIM, se aplicará parcialmente esta guía en lo relativo al repositorio común de información (sección 10.2), la comunicación digital (sección 10.3) y la infraestructura digital (sección 10.5).
- A cualquier contrato con uso de CDE y modelos BIM, se aplicará la totalidad de esta guía, incluyendo los procedimientos de coordinación basada en modelos, las reuniones digitales (sección 10.4) y todos los flujos de intercambio y entrega de información definidos.

Para el correcto desarrollo y aplicación de la estrategia de colaboración será necesario el conocimiento adquirido en el resto de las guías del Manual, ya que no se repetirán conceptos previamente definidos, sino que se hará referencia a las estrategias correspondientes.

10.2 REPOSITORIO COMÚN DE INFORMACIÓN

10.2.1 Concepto de Entorno Común de Datos

La UNE-EN ISO 19650 define el Entorno Común de Datos (CDE, por sus siglas en inglés: Common Data Environment) como la fuente de información acordada para cualquier proyecto o activo, utilizada para recopilar, gestionar y difundir cada contenedor de información a través de un proceso estructurado. Se entiende por contenedor de información, conforme a la norma, todo conjunto de información persistente y recuperable desde un archivo, sistema o aplicación de almacenamiento jerarquizado —ya sea un modelo BIM, un documento, un plano, un informe o cualquier otro soporte digital—. El CDE no es, por tanto, una herramienta concreta ni un repositorio genérico de archivos, sino un concepto normativo que integra tres dimensiones complementarias: una solución tecnológica que soporta el almacenamiento y la consulta de información, un conjunto de flujos de trabajo que gobiernan la creación, verificación, aprobación y distribución de esa información, y un marco de reglas que define quién puede acceder a qué información, en qué estado y en qué condiciones.

La Agencia adopta este concepto como pilar de su estrategia de colaboración digital. Todos los contratos con requisitos digitales deberán emplear un entorno común de datos que cumpla con los principios y requisitos funcionales definidos en esta guía, independientemente de la solución tecnológica concreta que lo implemente. Las particularidades de configuración y uso de las herramientas seleccionadas por la Agencia se desarrollan en el Anejo 18.17 (Guía de CDE).

10.2.2 Principios del CDE de la Agencia

El entorno común de datos de la Agencia se rige por los siguientes principios, derivados de la UNE-EN ISO 19650 y alineados con la estrategia de interoperabilidad abierta descrita en el apartado 5.2 de este Manual.

Es importante destacar que estos principios aplican a la estrategia dual de repositorio de AOPJA (CDE de desarrollo y CDE de explotación), detallada en la sección 10.2.12 de este Manual; y que el proceso de transmisión de información entre entornos se encuentra definido en el anejo 17 “Guía del CDE”:

- Fuente única de información. El CDE constituye el repositorio único y centralizado donde reside toda la información digital del contrato —modelos de información, documentos, planos, datos asociados y comunicaciones formales—. Cualquier información que no se encuentre registrada en el CDE no se considerará oficialmente intercambiada ni entregada. Este principio elimina la dispersión de datos entre sistemas desconectados y garantiza que todos los agentes trabajen siempre con la versión vigente de la información.
- Trazabilidad completa. Toda acción realizada sobre la información dentro del CDE —carga, modificación, cambio de estado, aprobación, rechazo, descarga— debe quedar registrada con indicación de la fecha, el agente responsable y la naturaleza de la acción. Este registro permite reconstruir el historial completo de cualquier contenedor de información a lo largo de la vida del contrato, constituyendo una evidencia objetiva del proceso de gestión.

- Accesibilidad controlada. La información alojada en el CDE debe ser accesible para todos los agentes autorizados en función de su rol y responsabilidad dentro del contrato, según la estructura de permisos y derechos de acceso que se define más adelante en esta sección. El acceso debe ser posible desde cualquier ubicación y dispositivo compatible, facilitando el trabajo distribuido sin comprometer la seguridad de la información.
- Neutralidad tecnológica e interoperabilidad. Conforme al enfoque de interoperabilidad abierta de la Agencia, el CDE deberá ser capaz de gestionar contenedores de información en formatos abiertos y estandarizados —en particular IFC, BCF e IDS para los modelos de información— sin imponer dependencia de un ecosistema propietario específico. Este principio asegura que la información pueda fluir entre plataformas y agentes de forma consistente, y que la Agencia mantenga el control sobre sus datos con independencia de las decisiones tecnológicas de terceros.
- Continuidad a lo largo del ciclo de vida. El CDE no es un recurso exclusivo de las fases de diseño y construcción. La estrategia de la Agencia contempla la continuidad del repositorio de información a lo largo de todo el ciclo de vida del activo, desde las fases de desarrollo hasta la explotación y el mantenimiento, donde la información publicada y archivada alimentará el Gemelo Digital BIM. La transición entre los entornos de desarrollo y de explotación se desarrolla en el apartado de estrategia dual de repositorio de esta misma sección.

10.2.3 Estados de información

La UNE-EN ISO 19650 define cuatro estados fundamentales en los que puede encontrarse cualquier contenedor de información dentro del CDE. Estos estados constituyen el mecanismo mediante el cual se gobierna la madurez, visibilidad y validez de la información a lo largo del proceso de gestión, y su correcta aplicación es condición necesaria para garantizar la trazabilidad y la calidad de los datos en los contratos de la Agencia.

Trabajo en curso (WIP). Corresponde a la información en fase de desarrollo por parte del equipo de trabajo que la produce. Los contenedores de información en este estado no son visibles ni accesibles para otros equipos de trabajo ni para la parte contratante; permanecen bajo el control exclusivo de su autor u organización productora. Este aislamiento es funcional, no estratégico: compartir información aún no verificada internamente con otros agentes generaría riesgo de descoordinación y decisiones basadas en datos incompletos. La gestión interna de la información en estado de trabajo en curso —revisiones internas, control de versiones preliminares, flujos de aprobación dentro del equipo— queda bajo la responsabilidad de cada parte contratada conforme a sus propios procedimientos.

Compartido (SHARED). La información pasa a este estado una vez que ha superado un proceso de verificación interna por parte de la organización productora, que confirma que el contenedor cumple con los estándares, métodos y procedimientos acordados en el Plan de Ejecución BIM. El propósito del estado compartido es permitir el avance de la información de forma colaborativa: los contenedores de información en este estado son visibles y consultables por todas las partes implicadas en el contrato, pero no editables. Si se requiere una modificación, el contenedor debe retornar al estado de trabajo en curso para que el autor lo actualice y lo comparta de nuevo. Este estado es también el punto de partida para los procesos de coordinación entre disciplinas y para la revisión por parte de la Agencia.

Publicado (PUBLISHED). Corresponde a la información que ha sido formalmente autorizada por la parte contratante tras un proceso de revisión y aceptación. La información publicada constituye la versión oficial y vigente del contenedor de información para los fines del contrato, y es la que debe emplearse como referencia para cualquier decisión, entrega o proceso posterior. La publicación implica que la información ha superado todos los controles de calidad definidos en la Guía de Información y Control de Calidad (capítulo 9) y cumple con los requisitos establecidos en los documentos de contratación.

Archivado (ARCHIVED). El estado archivado tiene como finalidad mantener un registro completo de todos los contenedores de información que han transitado por el CDE a lo largo del contrato. Este registro incluye todas las versiones publicadas, así como la trazabilidad de sus transiciones de estado, y constituye una fuente de información para auditorías, lecciones aprendidas y, en última instancia, para la alimentación del Modelo de Información del Activo (AIM) y del Gemelo Digital BIM de la Agencia. Todo contenedor de información, independientemente de su naturaleza, pasará a este estado al cierre del contrato.

No toda la información alojada en el CDE está sujeta a los flujos de aprobación entre estados. Determinados tipos de contenedores —como fotografías, datos de partida, fichas de elementos o documentación de referencia suministrada por la Agencia— se depositan directamente en la carpeta y estado que les corresponde con la codificación establecida, sin necesidad de transitar por el proceso de verificación, revisión y autorización descrito a continuación. La identificación de qué contenedores están sujetos a flujo y cuáles quedan exentos deberá quedar definida en el PEB de cada contrato.

10.2.4 Flujos de aprobación entre estados

Las transiciones entre estados no son automáticas. Cada cambio de estado está asociado a un proceso de control de calidad que asegura que la información cumple con los requisitos definidos antes de avanzar al siguiente nivel de visibilidad y validez. La UNE-EN ISO 19650 define dos procesos fundamentales de control:

Verificación y aprobación interna (WIP → SHARED). Antes de compartir cualquier contenedor de información, la parte contratada principal —o la parte contratada que lo produce— deberá verificar que cumple con el programa de desarrollo de información, con la codificación acordada, con los estándares de modelado y con los requisitos específicos del contrato. Este control de calidad interno es responsabilidad exclusiva de la organización productora y debe quedar documentado conforme a los procedimientos definidos en la Guía de Información y Control de Calidad (capítulo 9). Solo tras superar esta verificación, el contenedor podrá elevarse al estado compartido.

Revisión, autorización y aceptación (SHARED → PUBLISHED). Una vez que la información se encuentra en estado compartido, la Agencia —como parte contratante— o la parte contratada principal —según corresponda en la cadena de designación— llevará a cabo un proceso de revisión que incluye:

- Verificación de que el contenedor de información cumple con los requisitos de intercambio o entrega definidos en el EIR.
- Comprobación de la correcta codificación, ubicación en la estructura de carpetas y asignación de metadatos.

- Revisión técnica del contenido conforme a los criterios de calidad aplicables a la tipología del contenedor (modelo, documento, plano).
- Resolución de observaciones o rechazo con indicación de motivos, en cuyo caso el contenedor retorna al estado de trabajo en curso para su corrección.
- Autorización formal, que eleva el contenedor al estado publicado.

Los procedimientos detallados de control de calidad para cada tipo de contenedor y cada etapa del proceso se encuentran desarrollados en el capítulo 9 y en sus anejos asociados.

Archivo (PUBLISHED → ARCHIVED). La transición al estado archivado se produce de acuerdo con los procedimientos de cierre de fase o cierre de contrato definidos en la sección 9.4 de la Guía de Información y Control de Calidad. La Agencia será responsable de garantizar que toda la información publicada durante la vida del contrato quede correctamente archivada, versionada y accesible para su consulta futura.



Figura 26.- Etapas del Flujo de Información

10.2.5 Intercambio y entrega de información

Los flujos de aprobación descritos anteriormente se aplican en dos procesos diferenciados dentro de la gestión de la información en el CDE, conforme a la distinción establecida en la Guía de Información y Control de Calidad (capítulo 9, secciones 9.2 y 9.3):

Proceso de intercambio de información. Corresponde a la dinámica iterativa de coordinación durante la producción colaborativa (etapa 6 de la UNE-EN ISO 19650). En este proceso, los contenedores de información transitan periódicamente del estado de trabajo en curso al estado compartido para permitir la coordinación entre disciplinas, la revisión del modelo federado y la detección de interferencias. El intercambio es cíclico: tras cada ciclo de coordinación, los contenedores pueden retornar al estado de

trabajo en curso para su actualización antes de ser compartidos de nuevo. La frecuencia de estos ciclos se establecerá en el PEB y se alinearán con el calendario de reuniones periódicas de coordinación definido en la sección 10.4.

Proceso de entrega de información. Corresponde a la presentación formal de la información para su autorización y publicación en los hitos de entrega definidos en el MIDP (etapa 7 de la UNE-EN ISO 19650). A diferencia del intercambio, la entrega es un acto formal vinculado al cumplimiento de los requisitos contractuales, y su aprobación implica la transición del contenedor al estado publicado.

La Agencia establece tres niveles de flujo de aprobación que se aplican de forma diferenciada a los procesos de intercambio y de entrega:

- Validación del intercambio. Flujo asociado al proceso de intercambio periódico durante la producción colaborativa. La parte contratada principal presenta los contenedores de información en estado compartido; la Agencia —o el agente que esta designe— verifica el cumplimiento de los estándares mínimos de coordinación. Su aprobación confirma la validez de la información para la continuación del siguiente ciclo de coordinación. Su rechazo genera observaciones que deberán resolverse antes del siguiente intercambio.
- Validación del entregable. Flujo asociado al proceso de entrega formal en cada hito contractual. La parte contratada principal presenta los contenedores de información para su autorización. La Agencia realiza una revisión completa conforme a los checklists de control de calidad del capítulo 9, verificando el cumplimiento íntegro de los requisitos del EIR. Su aprobación eleva los contenedores al estado publicado.
- Conformidad del entregable. Flujo final de aceptación formal por parte de la Agencia, que cierra el hito de entrega. Verifica que todas las observaciones de la validación anterior han sido resueltas y otorga la aprobación definitiva. Su culminación habilita el paso al siguiente producto o, en el caso del último entregable, el cierre del contrato y el inicio del protocolo de archivo.

Los procedimientos específicos de cada nivel de flujo, incluyendo los agentes iniciadores, revisores y aprobadores, se detallan en el capítulo 9 y en el Anejo 18.17.

10.2.6 Roles en la gestión de estados

La responsabilidad sobre las transiciones de estado se distribuye conforme a la estructura de agentes definida en el capítulo 4.2 del Manual y en la UNE-EN ISO 19650:

- Parte contratada (equipo de trabajo). Produce la información y gestiona su evolución dentro del estado de trabajo en curso. Es responsable del control de calidad interno previo a la compartición.
- Parte contratada principal. Coordina la información de los distintos equipos de trabajo, verifica la coherencia del conjunto y gestiona la transición del estado de trabajo en curso al estado compartido. Es responsable de presentar la información a la parte contratante para su autorización.
- Parte contratante (la Agencia). Revisa la información compartida, autoriza su publicación y gestiona el archivo. Es la responsable última de la aceptación formal de la información y de su transición al entorno de explotación.

Estas responsabilidades deberán quedar reflejadas en el PEB de cada contrato, de acuerdo con lo establecido en la Guía de Contratación (capítulo 8).

10.2.7 Aplicación del CDE en las etapas de la UNE-EN ISO 19650

A modo de síntesis, la siguiente tabla resume el papel del CDE en cada una de las ocho etapas del proceso de gestión de la información definido por la UNE-EN ISO 19650-2, conectando la estrategia de colaboración con el resto de las guías del Manual:

Etapa	Denominación	Aplicación del CDE
1	Evaluación de necesidades	La Agencia implementa y configura el CDE del contrato conforme a los requisitos definidos en el OIR y el PIR, y establece el protocolo de intercambio de información.
2	Petición de ofertas	La Agencia emplea el CDE para gestionar y almacenar la información de referencia, los recursos compartidos y la documentación relativa a la licitación, incluido el EIR.
3	Presentación de ofertas	Los licitadores acceden a la información de referencia publicada en el CDE. La recepción y valoración de las ofertas puede canalizarse a través del CDE.
4	Contratación (designación)	La parte contratada principal confirma el PEB y define la estructura del CDE —carpetas, codificación, permisos, MIDP y TIDP— para su revisión y aprobación por la Agencia.
5	Movilización	La parte contratada principal configura y prueba el CDE del contrato conforme a los requisitos aprobados, verifica los flujos de aprobación y los permisos, y se celebra la reunión de arranque (kick-off BIM).
6	Producción colaborativa	El CDE soporta la producción, el intercambio periódico y la coordinación de la información. Los contenedores de información transitan entre los estados de trabajo en curso y compartido conforme a los ciclos de coordinación.
7	Entrega del modelo de información	La parte contratada principal presenta la información para su autorización y publicación. La Agencia revisa, acepta y eleva los contenedores al estado publicado a través del CDE.
8	Cierre de fase	Se archiva la información publicada, se documenta el cierre del contrato y, en su caso, se ejecuta la migración al entorno de explotación conforme a la estrategia dual de repositorio.

Tabla 2. Aplicación del CDE en las etapas de la UNE-EN ISO 19650-2

Las actividades detalladas de cada etapa se desarrollan en la sección 7.2 de este Manual y en las Guías Prácticas de desarrollo de contratos.

10.2.8 Estructura de carpetas

La organización interna del CDE debe responder a una estructura de carpetas estandarizada que permita a todos los agentes del contrato localizar, depositar y consultar la información de forma intuitiva y coherente. La estructura de carpetas constituye, junto con la codificación de archivos y la gestión de permisos, uno de los tres pilares organizativos del entorno común de datos.

La Agencia establece los siguientes criterios para la definición de la estructura de carpetas en el CDE:

- Organización por estados de información. El primer nivel de la estructura reflejará los estados de información definidos en esta guía —trabajo en curso, compartido, publicado y archivado—, de modo que la ubicación de cada contenedor de información dentro del CDE sea en sí misma un indicador de su nivel de madurez y validez. Este criterio es coherente con el flujo de trabajo de la UNE-EN ISO 19650 y facilita la aplicación de los permisos de acceso diferenciados por estado.
- Organización por fase del ciclo de vida. Dentro de cada estado, la estructura diferenciará las fases del ciclo de vida del activo —diseño, ejecución, mantenimiento y explotación— conforme a la tipología de contratos definida en el capítulo 6 de este Manual. Esta separación asegura que la información de cada fase permanezca identificable y recuperable con independencia de las transiciones entre contratos sucesivos sobre un mismo activo.
- Organización por disciplina y tipo de contenedor. En los niveles inferiores, la estructura se organizará por disciplinas técnicas y por tipología de contenedor de información —modelos de información, documentos técnicos, planos, informes, datos de partida, actas y comunicaciones—. Los criterios específicos de subdivisión por disciplina deberán ser coherentes con la división y federación de modelos definida en la Guía de Modelo de Información (capítulo 11, sección 11.5).

La estructura de carpetas concreta para cada tipología de contrato, incluyendo las plantillas y las convenciones de denominación de carpetas, se desarrolla en el Anejo 18.17. La parte contratada principal deberá proponer en el PEB la estructura de carpetas del contrato, que será revisada y aprobada por la Agencia durante la etapa de movilización.

10.2.9 Codificación de archivos y contenedores de información

Todo contenedor de información alojado en el CDE deberá estar codificado conforme a un convenio de nomenclatura estandarizado que permita su identificación unívoca. La codificación tiene como finalidad:

- Identificar de forma inmediata el origen, la disciplina, la fase, el tipo de contenido y la versión de cualquier archivo sin necesidad de abrirlo.
- Facilitar la búsqueda, el filtrado y la recuperación automatizada de información.
- Garantizar la trazabilidad del contenedor a lo largo de sus transiciones de estado y entre contratos sucesivos.

- Evitar la duplicación de archivos y las confusiones derivadas de denominaciones arbitrarias.

El convenio de nomenclatura de la Agencia se basará en los campos definidos por la UNE-EN ISO 19650 y por las recomendaciones de BuildingSMART para la codificación de contenedores de información: proyecto, fase, zona o ubicación, disciplina, tipo de contenedor, número secuencial y versión. La codificación de archivos deberá ser coherente con la codificación interna de modelos BIM definida en la sección 11.6.6 de la Guía de Modelo de Información, de modo que la nomenclatura del contenedor en el CDE y la identificación del modelo dentro de la estructura federada respondan a los mismos criterios organizativos.

Las reglas detalladas de codificación, incluyendo los valores admitidos para cada campo, los separadores y las convenciones de versionado, se desarrollan en el citado Anejo 18.17.

10.2.10 Gestión de versiones

El CDE deberá garantizar un control de versiones riguroso que permita identificar en todo momento la versión vigente de cada contenedor de información y consultar las versiones anteriores cuando sea necesario. La gestión de versiones se regirá por los siguientes principios:

- Cada vez que un contenedor de información se actualice y cambie de estado, se generará una nueva versión que quedará registrada con indicación de la fecha, el autor de la modificación y el motivo del cambio.
- Las versiones anteriores no se eliminarán; permanecerán accesibles en el historial del contenedor para su consulta y como evidencia del proceso de maduración de la información.
- La codificación de versiones seguirá el convenio definido en el Anejo 18.17, de modo que el número de versión forme parte de la nomenclatura del archivo y sea legible sin necesidad de acceder a los metadatos del CDE.
- En los procesos de intercambio y entrega de información, solo se admitirá la versión más reciente del contenedor en el estado correspondiente, salvo indicación expresa en contrario por parte de la Agencia.

10.2.11 Derechos de acceso y permisos

La gestión de accesos al CDE deberá garantizar que cada agente del contrato disponga exclusivamente de los permisos necesarios para desempeñar su función, conforme al principio de mínimo privilegio. La estructura de permisos se definirá en función de dos variables: el rol del agente en el contrato y el estado de información del contenedor al que se accede.

La Agencia establece los siguientes niveles de permiso:

- Vista. Permite consultar el contenedor de información sin posibilidad de descarga ni edición. Aplicable como nivel básico para agentes que necesitan conocer el estado de la información sin intervenir en su desarrollo.
- Vista y descarga. Permite consultar y descargar el contenedor. Aplicable para agentes que necesitan emplear la información como referencia para su propio trabajo.

- Carga y edición. Permite, además de los permisos anteriores, cargar nuevos contenedores y modificar los existentes dentro del ámbito de su responsabilidad. Aplicable a los equipos de trabajo en su espacio de trabajo en curso.
- Administración. Permite la gestión completa de carpetas, permisos y flujos de aprobación. Reservado a los responsables de la gestión del CDE del contrato.

La asignación de permisos por rol y por estado de información deberá quedar definida en el PEB de cada contrato. Como referencia general, la distribución responderá al siguiente esquema:

- En el estado de trabajo en curso, solo el equipo de trabajo productor tendrá permisos de carga y edición; el resto de los agentes no tendrá acceso a este espacio.
- En el estado compartido, todos los agentes del contrato tendrán permiso de vista y descarga; la parte contratada principal tendrá además permisos de carga; la Agencia tendrá permisos de vista y administración para la revisión y autorización.
- En el estado publicado, todos los agentes autorizados tendrán permiso de vista y descarga; solo la Agencia tendrá permisos de administración.
- En el estado archivado, el acceso quedará restringido a la Agencia y a los perfiles que esta determine, con permisos de vista y administración.

La configuración técnica de los permisos en la herramienta concreta de CDE se desarrolla en el Anejo 18.17.

10.2.12 Estrategia dual de repositorio

La estrategia de la Agencia contempla la existencia de dos entornos de datos comunes diferenciados por su función y por la fase del ciclo de vida a la que dan servicio. Esta dualidad responde a una necesidad operativa: las exigencias de un entorno de producción colaborativa durante el diseño y la ejecución de obra difieren sustancialmente de las exigencias de un entorno de archivo, consulta y servicio al Gemelo Digital BIM durante la explotación y el mantenimiento del activo.

Entorno de desarrollo. Este CDE da soporte a las fases de proyecto y obra. Su función principal es la producción colaborativa de la información: alberga los contenedores de información en sus distintos estados —trabajo en curso, compartido y publicado—, soporta los flujos de intercambio y entrega entre los agentes del contrato, y constituye la plataforma sobre la que se aplican los procesos de control de calidad definidos en la Guía de Información y Control de Calidad (capítulo 9). Se trata de un entorno dinámico, con un volumen elevado de transacciones, accesos simultáneos y ciclos de coordinación frecuentes. Los requisitos funcionales de este entorno incluyen:

- Capacidad para gestionar modelos de información en formatos abiertos (IFC, BCF) y propietarios, con visualización integrada.
- Soporte para flujos de aprobación configurables conforme a los estados de información definidos en esta guía.
- Gestión de permisos diferenciados por rol y por estado.
- Capacidad de coordinación de modelos federados y gestión de incidencias.
- Registro completo de trazabilidad de acciones sobre cada contenedor de información.

Entorno de explotación. Este CDE da soporte a las fases de mantenimiento y explotación del activo una vez que este entra en servicio. Su función principal es el archivo, la consulta y la distribución de la información publicada, constituyendo el repositorio sobre el que se articula el Gemelo Digital BIM de la Agencia, tal como se describe en el apartado 5.3 de este Manual. A diferencia del entorno de desarrollo, este entorno se caracteriza por un perfil de uso predominantemente de consulta, con actualizaciones puntuales vinculadas a intervenciones sobre el activo. Los requisitos funcionales de este entorno incluyen:

- Capacidad para alojar y servir el Modelo de Información del Activo (AIM) junto con toda la documentación asociada a la explotación y el mantenimiento.
- Interoperabilidad con los sistemas de gestión del activo de la Agencia —plataformas GIS, sistemas de gestión de mantenimiento, plataformas de monitorización— en línea con la visión del Gemelo Digital BIM.
- Accesibilidad para los técnicos y responsables de la Agencia implicados en la explotación, con permisos de consulta y descarga.
- Capacidad de incorporar actualizaciones procedentes de intervenciones posteriores sobre el activo (rehabilitaciones, ampliaciones, actualizaciones de estado) sin perder la trazabilidad del historial de información.
- Seguridad, disponibilidad y respaldo según los requisitos de la sección 10.5 de esta guía.

Transición entre entornos. La migración de la información desde el entorno de desarrollo al entorno de explotación constituye un proceso crítico que coincide con la transición del Modelo de Información del Proyecto (PIM) al Modelo de Información del Activo (AIM), descrita en el apartado 5.3 de este Manual. Este proceso deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Solo se migrarán al entorno de explotación los contenedores de información que hayan alcanzado el estado publicado y hayan sido formalmente aceptados por la Agencia conforme a los procedimientos de entrega definidos en el capítulo 9.
- La migración incluirá, como mínimo, los modelos de información as-built, la documentación técnica asociada, las actas de entrega y el registro de control de calidad del contrato.
- La integridad de la información deberá verificarse tras la migración, comprobando que los contenedores transferidos son accesibles, completos y conformes con la versión publicada en el entorno de origen.
- El protocolo detallado de migración —secuencia de pasos, responsables, verificaciones y plazos— se definirá en el Anejo 18.17 (Guía de CDE) y deberá quedar previsto en el PEB de cada contrato.

La Guía de Digitalización y Gemelo Digital BIM (capítulo 12) desarrolla los aspectos operativos y técnicos de la integración de la información migrada con las plataformas de explotación y con el ecosistema del Gemelo Digital BIM.

10.3 COMUNICACIÓN DIGITAL

Una vez establecido el repositorio común de información y sus reglas de organización, estados y accesos, es necesario definir cómo se comunican los agentes que trabajan con él. La comunicación

entre los agentes que intervienen en los contratos de la Agencia debe ser, en la medida de lo posible, digital, centralizada y trazable. La adopción de un entorno común de datos no solo transforma la forma en que se almacena y gestiona la información, sino también la forma en que los agentes se comunican sobre ella. Esta sección define los principios, canales y protocolos que regirán la comunicación digital en los contratos con requisitos digitales de la Agencia.

10.3.1 Principios de comunicación digital

La comunicación en contratos con requisitos BIM se regirá por los siguientes principios:

- Formalidad. Toda comunicación que implique una decisión, una instrucción, una observación técnica o un intercambio de información vinculado a los entregables del contrato deberá canalizarse a través de los mecanismos formales definidos en esta guía. Las comunicaciones informales —verbales, telefónicas o por mensajería instantánea— podrán emplearse como apoyo al trabajo cotidiano, pero no tendrán carácter vinculante ni sustituirán los flujos formales de intercambio y aprobación.
- Centralización. El CDE será el canal principal y preferente para toda comunicación formal vinculada a la información del contrato. Se evitará en la medida de lo posible el intercambio de información mediante correo electrónico u otros medios ajenos al repositorio común, excepto para comunicaciones de carácter administrativo o contractual que queden fuera del ámbito de la información digital gestionada en el CDE.
- Trazabilidad. En coherencia con el principio de trazabilidad completa definido para el CDE (sección 10.2), toda comunicación formal deberá quedar registrada de forma que sea posible identificar al emisor, al destinatario, la fecha, el contenido y, en su caso, el contenedor de información al que se refiere. Este registro forma parte de la evidencia del proceso de gestión del contrato y podrá ser consultado en caso de auditoría, reclamación o revisión posterior.

10.3.2 Canales de comunicación

La Agencia diferencia tres niveles de canales de comunicación en función de su formalidad y su vinculación con el proceso de gestión de la información:

Canal formal principal: el CDE. El entorno común de datos constituye el canal de referencia para el intercambio y la entrega de información. Las notificaciones de cambio de estado, las solicitudes de revisión, las aprobaciones y los rechazos de contenedores de información se gestionarán a través de los mecanismos propios del CDE —notificaciones automáticas, flujos de aprobación, informes de transmisión—. Cuando sea necesario comunicar información complementaria a un intercambio (aclaraciones, instrucciones, referencias a documentos de soporte), se emplearán preferentemente las funcionalidades de comunicación integradas en el CDE, de modo que el registro quede vinculado al contenedor de información correspondiente.

Canal técnico de coordinación: BCF. Para la gestión de incidencias, observaciones y tareas de coordinación vinculadas directamente a los modelos de información, se empleará el formato BCF (BIM Collaboration Format). El BCF permite referenciar una incidencia a una ubicación específica dentro del modelo, asignarla a un responsable y hacer seguimiento de su resolución, todo ello en un formato abierto e interoperable conforme a la estrategia Open BIM de la Agencia (apartado 5.2). El uso de BCF

será obligatorio en todos los contratos con modelos BIM para la comunicación de incidencias de coordinación, detecciones de interferencias y observaciones sobre el contenido de los modelos. La gestión de las incidencias BCF deberá integrarse con el CDE del contrato, de modo que el registro de incidencias forme parte del historial trazable del proyecto.

Canales complementarios. El correo electrónico, las plataformas de mensajería y las comunicaciones verbales podrán emplearse como complemento para la coordinación cotidiana, la convocatoria de reuniones o la comunicación de asuntos urgentes. Sin embargo, estos canales no se considerarán medios formales de intercambio de información y no sustituirán los flujos de aprobación definidos en el CDE. Cualquier decisión, instrucción u observación comunicada por un canal complementario que deba tener efecto sobre la información del contrato deberá ser formalizada posteriormente a través del CDE o mediante BCF, según corresponda.

10.3.3 Protocolo general de comunicación

A efectos de clarificar la aplicación de los canales anteriores, la Agencia establece las siguientes reglas generales:

- Todo intercambio o entrega de contenedores de información se realizará exclusivamente a través del CDE, conforme a los flujos de aprobación definidos en la sección 10.2.
- Toda observación, incidencia o tarea de coordinación referida a un modelo de información se comunicará mediante BCF vinculado al CDE.
- Las actas de reuniones digitales (sección 10.4) se registrarán como contenedores de información en el CDE.
- Las comunicaciones por correo electrónico que contengan decisiones o instrucciones relevantes para el contrato deberán ser formalizadas en el CDE por el agente responsable.
- La Agencia podrá requerir, a través del Plan de Ejecución BIM, la implementación de grupos de difusión o canales de notificación dentro del CDE para la comunicación de información publicada o compartida entre agentes.

10.4 REUNIONES DIGITALES

Dentro de los canales de comunicación definidos en la sección anterior, las reuniones constituyen un instrumento esencial de coordinación en los contratos con requisitos digitales de la Agencia. La incorporación de la metodología BIM transforma las reuniones técnicas tradicionales al situar los modelos de información como herramienta central de comunicación, visualización y toma de decisiones. Esta sección define las tipologías de reuniones digitales vinculadas a las etapas de gestión de la información conforme a la UNE-EN ISO 19650, su contenido mínimo y los requisitos de documentación.

10.4.1 Tipologías de reuniones según etapa

La parte contratada principal deberá proponer en el PEB un calendario de reuniones digitales que será revisado y aprobado por la Agencia durante la etapa de movilización. Las reuniones se organizan conforme a las siguientes tipologías, vinculadas a las etapas de la UNE-EN ISO 19650:

Reunión de arranque — Etapa 5 (Movilización). Al inicio del contrato se celebrará una reunión de arranque (kick-off BIM) cuyo objetivo es alinear a todos los agentes en relación con la estrategia digital del contrato. El contenido mínimo de esta reunión incluirá:

- Presentación y revisión del Plan de Ejecución BIM (PEB).
- Confirmación de la configuración del CDE: estructura de carpetas, permisos, flujos de aprobación.
- Definición de roles y responsabilidades de cada agente en la gestión de la información.
- Revisión del programa de entrega de información (MIDP) y de los programas de desarrollo por tareas (TIDP).
- Verificación de la disponibilidad de la información de referencia y los recursos compartidos.
- Acuerdo sobre el calendario de reuniones periódicas de coordinación.

Esta reunión deberá celebrarse dentro del primer mes desde la movilización del contrato, conforme a los plazos establecidos en la Guía de Información y Control de Calidad (capítulo 9).

Reuniones periódicas de coordinación — Etapa 6 (Producción colaborativa). Durante la fase productiva del contrato se celebrarán reuniones de coordinación con periodicidad regular, cuya frecuencia se establecerá en el PEB en función de la complejidad y la duración del contrato. Estas reuniones tendrán como objetivos:

- Seguimiento del avance de los modelos de información respecto al programa de desarrollo.
- Coordinación entre disciplinas mediante la revisión del modelo federado.
- Análisis y resolución de incidencias de coordinación e interferencias, empleando como soporte el registro de BCF del proyecto.
- Seguimiento del estado de los contenedores de información en el CDE y del cumplimiento de los flujos de intercambio.
- Identificación de riesgos y desviaciones, y acuerdo de acciones correctoras.

Es prioritario para la Agencia que tanto el responsable de los modelos como el jefe de proyecto participen conjuntamente en estas reuniones, y que el uso de los modelos de información sea el medio principal para la comunicación del avance y la toma de decisiones.

Reuniones de revisión de entregables — Etapa 7 (Entrega de información). Con carácter previo a cada hito de entrega formal de información, se celebrará una reunión de revisión en la que se verificará que los entregables cumplen con los requisitos definidos en el EIR y con los estándares de calidad de la Agencia, definidos en las diferentes plantillas de auditoría de la Agencia:

- Informe de Auditoría e Inspección del PAC y PEB de Proyectos
- Informe de Auditoría e Inspección del PAC y PEB en Obras

El contenido mínimo de esta reunión incluirá:

- Revisión de los modelos de información y la documentación asociada al entregable.
- Verificación del cumplimiento de los criterios de control de calidad según los checklists definidos en el capítulo 9.

- Identificación de observaciones y, en su caso, acuerdo de acciones de subsanación previas a la entrega formal.
- Confirmación de la conformidad de la información para su autorización y publicación.

Reunión de cierre — Etapa 8 (Cierre de fase). Al finalizar cada fase del contrato se celebrará una reunión de cierre cuyo objetivo es consolidar la información generada y extraer lecciones aprendidas. El contenido mínimo incluirá:

- Verificación del estado final de todos los contenedores de información en el CDE.
- Revisión del cumplimiento del programa de entrega de información (MIDP).
- Documentación de lecciones aprendidas en materia de colaboración, uso del CDE y coordinación de modelos.
- Acuerdo sobre el protocolo de archivo y, en su caso, de transición de la información al entorno de explotación conforme a la estrategia dual de repositorio definida en la sección 10.2.

10.4.2 Actas de reuniones digitales

Todas las reuniones digitales vinculadas a las etapas anteriores deberán documentarse mediante un acta digital que se registrará como contenedor de información en el CDE del contrato. El acta deberá incluir, como mínimo:

- Fecha, hora y modalidad de la reunión (presencial, remota o mixta).
- Listado de asistentes con indicación de su rol y organización.
- Orden del día y puntos tratados.
- Acuerdos alcanzados y decisiones adoptadas.
- Acciones comprometidas, con indicación del responsable y del plazo de ejecución.
- Referencias a los contenedores de información del CDE consultados o afectados durante la reunión (modelos, documentos, incidencias BCF).

La parte contratada principal será responsable de la elaboración y distribución del acta dentro de los plazos acordados en el PEB. La Agencia revisará las actas y podrá formular observaciones según el procedimiento general de comunicación definido en la sección 10.3.

10.4.3 Soporte tecnológico para reuniones basadas en modelos

Las reuniones de coordinación y de revisión de entregables deberán apoyarse en la visualización de los modelos de información del contrato. Se requiere que el entorno tecnológico permita, como mínimo:

- La visualización federada de los modelos de las distintas disciplinas en un visor único.
- La navegación interactiva por el modelo durante la reunión, permitiendo localizar y examinar las zonas o elementos objeto de discusión.
- La consulta en tiempo real del estado de las incidencias BCF vinculadas a los modelos.
- La captura de vistas o recorridos del modelo que puedan adjuntarse al acta de la reunión como evidencia gráfica.

Las herramientas concretas de visualización y los requisitos técnicos para su empleo se especificarán en el Anejo 18.17 (Guía de CDE).

10.5 INFRAESTRUCTURA DIGITAL

Los procedimientos de colaboración, comunicación y reuniones definidos en las secciones anteriores requieren una infraestructura tecnológica que los soportes de forma fiable, segura y accesible. Esta sección establece los requisitos generales que deberá cumplir dicha infraestructura, tanto por parte de la Agencia como por parte de las organizaciones contratadas. Los requisitos se definen a nivel funcional; la especificación de productos, versiones y configuraciones concretas se desarrolla en el Anejo 18.17 (Guía de CDE) y, cuando proceda, en el capítulo 15 del Manual (mapa de software y hardware).

10.5.1 Conectividad y acceso

El trabajo colaborativo basado en un CDE en la nube exige unas condiciones mínimas de conectividad para todos los agentes del contrato:

- Ancho de banda. Todos los agentes que participen en el contrato deberán disponer de una conexión a internet con ancho de banda suficiente para la carga y descarga de modelos de información, la visualización en línea de modelos federados y la participación en reuniones digitales con soporte visual. Los requisitos específicos de ancho de banda dependerán del volumen y complejidad de los modelos del contrato y se podrán concretar en el PEB.
- Acceso remoto. El CDE deberá ser accesible desde cualquier ubicación geográfica a través de una conexión a internet estándar, sin necesidad de redes privadas virtuales específicas, salvo que los requisitos de seguridad del contrato lo exijan. Este principio facilita el trabajo distribuido entre los distintos agentes y equipos del contrato.
- Compatibilidad de dispositivos. El acceso al CDE deberá ser posible, al menos, desde navegadores web actualizados en equipos de sobremesa y portátiles. Se valorará positivamente la disponibilidad de acceso desde dispositivos móviles para la consulta de información en campo durante las fases de ejecución de obra.

10.5.2 Seguridad de la información

La información alojada en el CDE tiene carácter confidencial en la medida en que se trata de documentación vinculada a contratos de obra pública. La infraestructura tecnológica deberá garantizar los siguientes requisitos de seguridad:

- Autenticación. El acceso al CDE se realizará mediante credenciales individuales e intransferibles. Se recomienda la implementación de autenticación multifactor para los perfiles con permisos de administración y para el acceso a información en estado publicado y archivado.
- Cifrado. Las comunicaciones entre los usuarios y el CDE deberán estar cifradas mediante protocolos seguros (HTTPS/TLS). El almacenamiento de la información en el servidor deberá contar igualmente con mecanismos de cifrado en reposo.
- Registro de actividad. El CDE deberá mantener un registro de auditoría de todas las acciones realizadas por los usuarios —accesos, cargas, descargas, modificaciones, cambios de estado y eliminaciones—, conforme al principio de trazabilidad definido en la sección 10.2 de esta guía.
- Protección de datos. El tratamiento de los datos personales asociados a los usuarios del CDE deberá cumplir con la normativa vigente en materia de protección de datos, en particular con

el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

10.5.3 Copias de seguridad y recuperación

La disponibilidad y la integridad de la información son requisitos críticos para la continuidad del contrato. La infraestructura del CDE deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Política de respaldo. Se realizarán copias de seguridad periódicas de toda la información alojada en el CDE, con una frecuencia mínima diaria para los estados de trabajo en curso y compartido, y con retención a largo plazo para los estados publicado y archivado.
- Redundancia. La solución de CDE deberá contar con mecanismos de redundancia que garanticen la disponibilidad del servicio y la protección frente a la pérdida de datos por fallos de hardware, errores humanos o incidentes de seguridad.
- Procedimiento de recuperación. Deberá existir un procedimiento documentado de recuperación ante incidentes que defina los tiempos máximos de restauración del servicio y de la información, así como los responsables de su activación. Este procedimiento deberá ser conocido por los responsables de la gestión del CDE del contrato.

10.5.4 Requisitos para la transición entre entornos

Además de los requisitos generales anteriores, la infraestructura deberá soportar la transición de información entre el entorno de desarrollo y el entorno de explotación definida en la sección 10.2:

- Compatibilidad de formatos. Los formatos empleados en el entorno de desarrollo deberán ser compatibles o convertibles sin pérdida de información a los formatos admitidos por el entorno de explotación. En particular, los modelos de información deberán poder exportarse en formato IFC conforme a la versión requerida por la Agencia.
- Capacidad de migración masiva. La infraestructura deberá permitir la transferencia de volúmenes significativos de información entre entornos de forma controlada, verificable y dentro de plazos razonables, sin que el proceso de migración interrumpa la disponibilidad del CDE de origen ni del CDE de destino.
- Verificación post-migración. El entorno de destino deberá disponer de mecanismos para verificar la integridad y completitud de la información migrada, conforme al protocolo definido en el apartado de estrategia dual de repositorio de la sección 10.2.

Los requisitos técnicos específicos de cada entorno, incluyendo las versiones de software, las capacidades de almacenamiento y las configuraciones de red, se detallan en el Anejo 18.17 (Guía de CDE).

11 GUÍA DE MODELO DE INFORMACIÓN

Este apartado define la estrategia de requisitos, gestión y producción de los modelos de información BIM para la Agencia en el marco del Manual de Gemelo Digital BIM, aplicables a toda la documentación relativa a la implementación de la metodología BIM en los contratos de infraestructura y conforme a

las buenas prácticas de gestión de la información digital alineadas con la vanguardia tecnológica promovida por la Agencia.

Esta guía se encuentra alineada con el Plan BIM España y sigue las directrices de la UNE-EN ISO 19650. La aplicación de estos estándares permitirá a la Agencia optimizar sus procesos de planificación, diseño, y ejecución de sus infraestructuras, asegurando la estandarización organizativa de los modelos de información que permitan un uso coherente de la geometría y datos asociados, y su vinculación al Gemelo Digital BIM.

Este bloque y sus estándares han sido desarrollados conforme a las directrices establecidas en el Manual y en coordinación con el resto de las guías. En particular:

- Guía de Contratación. Para definir correctamente todos los requisitos digitales necesarios del modelo de información BIM de una actuación en los pliegos de la licitación, apoyando el aseguramiento de su cumplimiento.
- Guía de Información y Control de Calidad. Para tener un profundo conocimiento de los protocolos de control de calidad aplicables en el desarrollo, intercambio y entrega de los modelos de información BIM y para poder conectar la estrategia de modelos con la estrategia de planificación en el desarrollo de la información digital (CDE – PEB – Procesos).
- Estándar de Colaboración. Para poder seguir de forma segura los procedimientos de intercambio y entrega asociados al CDE.
- Estándar de Digitalización y Gemelo Digital BIM. Para poder definir el soporte tecnológico y humano para el uso de los modelos de información y prever y apoyar la vinculación paulatina al Gemelo Digital BIM conforme al ciclo de vida del activo.

La adopción de estos estándares y metodologías tiene como objetivo garantizar la mejora continua y la optimización en la gestión de los contratos de la Agencia, fomentando una mayor precisión en la planificación, ejecución y operación de las infraestructuras.

11.1 ALCANCE Y OBJETIVO DE LA GUÍA

El objetivo de la guía es garantizar la implementación efectiva de modelos de información digitales en los contratos de la Agencia, proporcionando un marco de referencia claro para todos los actores involucrados.

El alcance abarca todas las etapas del ciclo de vida de los activos gestionados por la Agencia, desde la planificación y diseño hasta la construcción, y haciendo el máximo apoyo posible a la operación y el mantenimiento debido a la continua conexión entre modelo BIM y gemelo digital BIM desde fases tempranas, concluyendo con la incorporación del modelo BIM al Gemelo Digital, dando a luz en concepto de Gemelo Digital BIM.

La correcta implementación requiere la utilización de modelos de información centralizados y colaborativos, lo que permitirá una mejor coordinación entre las distintas disciplinas involucradas, una mayor trazabilidad de la información y una mayor conexión entre fases del ciclo de vida del activo y las plataformas digitales que las gobiernan.

Asociados a esta guía, e incluidos en este apartado, se desarrollarán todos los conceptos que finalmente definirán requerimientos para la elaboración y empleo de modelos digitales y, además, se aportarán los siguientes anejos de apoyo práctico para el desempeño diario y asociado al seguimiento de las Guías Prácticas:

Listado de anejos asociados a la guía:

- Anejo 18.18. Fichas de Usos BIM
- Anejo 18.19. Sistemas de clasificación asociados.
- Anejo 18.20. Set de Propiedades

11.2 OBJETIVOS BIM

11.2.1 Definición de Objetivo BIM

Los objetivos de una organización son metas específicas y organizacionales que se fijan en relación con la implementación exitosa de metodologías, en este caso BIM y Gemelo Digital BIM.

En este caso terminan siendo objetivos digitales dado que son las metodologías que implantar en apoyo a la gestión y producción de los proyectos y el mantenimiento y la explotación de activos. Estos objetivos serán diseñados para mejorar la eficiencia, la colaboración y la calidad en las actuaciones a desarrollar por la Agencia en todo el ciclo de vida de la infraestructura que controla.

Es fundamental antes de comenzar una implementación de cualquier índole preguntarse el *POR QUÉ*. Los cambios metodológicos no pueden ser impuestos si no que deben ser convencidos, y para ello se aplica el concepto de objetivo. Solo pensando el “por qué” se llega al convencimiento de la necesidad y la definición de los objetivos, en este caso digitales (BIM + gemelo digital BIM).

Al establecer y cumplir con estos objetivos, la Agencia podrá impulsar su éxito y obtener ventajas significativas en sus procesos tanto individualmente por proyectos como transversalmente como organización.

11.2.2 Objetivos BIM Organizacionales

Alineados con el Plan BIM de la Contratación Pública y la mejora continua, ya se deben marcar objetivos organizacionales claros y compartidos por todas las organizaciones públicas y especialmente la Agencia:

- Continuar con la modernización de la Agencia en cuanto a su transformación digital en todos los sectores de su ámbito.
- Continuar con la capacitación de técnicos y responsables de contratos de la Agencia para continuar con el incremento de la madurez digital de la Agencia.
- Apoyar la transferencia de información entre todas las fases del ciclo de vida. Del BIM al Gemelo Digital BIM.

- iv. Facilitar el acceso a la información entre contratos para el beneficio de la organización en cuanto a definición técnica, y desarrollo estandarizado de procesos comunes.
- v. Lograr una mayor transparencia en la gestión de la inversión pública de cara a la ciudadanía.
- vi. Mejorar la eficiencia del gasto público en los contratos, mediante la mejora de sus procesos.
- vii. Servir de palanca para la transformación digital del sector de la construcción, en el caso de la Agencia, como tractor del ecosistema empresarial adherido a sus inversiones.
- viii. Contribuir a los objetivos globales y estratégicos en materia de transición ecológica y digital asociados a la Agenda 2030, el Pacto Verde europeo y la Estrategia Nacional de Economía Circular.
- ix. Lograr llegar a los niveles de madurez exigidos en esta Manual y propuestos desde el Plan BIM de la contratación pública.

La implementación de cualquier metodología sin objetivos claros puede resultar en un uso ineficiente de esta y puede limitar su impacto positivo en los proyectos y especialmente en la organización. Es fundamental establecer objetivos sólidos para aprovechar al máximo las ventajas que ofrece en este caso la implementación de la digitalización dentro de la Agencia. En nuestro caso, la implementación va más allá de la metodología BIM, es un salto cualitativo hacia la mejor gestión de las infraestructuras mediante un entorno 100% digital.

Estos objetivos deben ser seguidos de manera continuada por parte de la Agencia y sus técnicos, tanto a nivel corporativo como mediante la auditoría de proyectos durante las fases de implementación y a medio y largo plazo.

Una de las funciones principales del Grupo Motor BIM es el seguimiento en el cumplimiento paulatino de los objetivos organizacionales expuestos anteriormente.

Visto los objetivos organizacionales, en el apartado siguiente se listan el conjunto de objetivos digitales ya específicos y de aplicación a los contratos bajo requisitos digitales, y estarán en plena coordinación con los expresados en todos los documentos de requisitos de información de la Agencia, desde el OIR – requisitos de la organización, hasta el EIR de contratos – requisitos para el intercambio de información.

11.2.3 Listado de Objetivos BIM

A continuación, se aporta el listado de objetivos digitales de aplicación a los contratos de la Agencia en materia de infraestructuras para una o varias de las etapas del ciclo de vida de sus infraestructuras.

OBJETIVOS DIGITALES ESPECIFICOS EN LOS CONTRATOS

01 – MEJORA DE LA EFICIENCIA. Procesos asociados a los contratos	Diseño	Ejecución	Mant & Expl
01.00.- Mejorar la planificación de proyecto y obra con la aprobación temprana de PEB y planificación de entregables.	X	X	
01.01.- Mejorar el proceso de visualización de la información para la toma de decisiones.	X	X	X
01.02.- Mejorar el proceso de visualización para aumentar la capacidad de reacción ante imprevistos.	X	X	X
01.03.- Mejorar el proceso de la coordinación entre disciplinas mejorando los diseños y obras.	X	X	
01.04.- Mejorar el proceso de la coordinación entre equipos principales y subcontratistas en diseño y obra.	X	X	
01.05.- Mejorar el proceso de definición de procesos constructivo y su evaluación.	X	X	
01.06.- Mejorar la optimización de emplazamientos y logística de obra.		X	
01.07.- Mejorar el proceso de estimación de costes y presupuesto fiables en diseño aportando información coherente.	X		
01.08.- Mejorar el proceso de seguimiento de ejecución material.		X	
01.09.- Mejorar el proceso de control de costes y presupuesto del activo durante su ejecución aportando trazabilidad e información coherente.		X	
01.10.- Mejorar el control de actividades como lista de repasos, defectos, etc.		X	

OBJETIVOS DIGITALES ESPECIFICOS EN LOS CONTRATOS

01.11.- Mejorar el proceso de obtención de información digital entregable.	X	X	X
01.12.- Mejorar los procesos de aprobación de información digital entregable.	X	X	X
01.13.- Mejorar la gestión del cambio en los contratos.	X	X	X
02 – MEJORA DE LA COLABORACIÓN. Intercambio y comunicación asociados a los contratos	Diseño	Ejecución	Mant & Expl
02.01.- Fomentar el uso del CDE en todos los contratos como lugar de referencia para cualquier información o intercambio único y centralizado.	X	X	X
02.02.- Mejorar la comunicación y la transferencia de información entre agentes implicados. Propiedad-diseño-constructores-mantenedores.	X	X	X
02.03.- Fomentar la involucración de agentes de mantenimiento y explotación en los proyectos.	X		
02.04.- Asegurar la entrega de información transparente, trazable y coherente	X	X	X
02.05.- Optimizar la transferencia de información entre las fases del ciclo de vida	X	X	X
02.06.- Optimizar la transferencia de información entre activos interrelacionados	X	X	X
02.07.- Optimizar la transferencia de información entre plataformas de información			X
02.08.- Mejorar la comunicación entre agentes de distintos contratos	X	X	X
02.09.- Mejora de la comunicación de las actuaciones a terceros y a la ciudadanía	X	X	
03 – MEJORA DE LA CALIDAD. Aseguramiento de la calidad en contratos	Diseño	Ejecución	Mant & Expl
03.01.- Asegurar un mejor análisis de cumplimiento de requerimientos de diseño	X		
03.02.- Incluir en fases tempranas criterios de decisión basados en operación y mantenimiento.	X		
03.03.- Asegurarse de que la información generada cumple con los requisitos de calidad certificados o alineados con ISO	X	X	

OBJETIVOS DIGITALES ESPECIFICOS EN LOS CONTRATOS

03.04.- Asegurarse de la coherencia, transparencia y trazabilidad de la información generada basada en modelos	X	X	X
03.05.- Garantizar modelos de información válidos, coherentes y coordinados al inicio de la ejecución de obras.		X	
03.06.- Asegurar la entrega de información real a la finalización de ejecución material (as built).		X	
03.07.- Fomentar el uso de procedimientos de supervisión de modelos estándares y de aplicación a todos los contratos.	X	X	
03.08.- Mejorar la trazabilidad de las decisiones, especialmente asociadas al cambio.	X	X	
04 – MEJORA DE LA SEGURIDAD. Seguridad y salud en los contratos de obras	Diseño	Ejecución	Mant & Expl
04.01.- Mejorar la seguridad en los diseños y procesos constructivos.	X		
04.02.- Mejorar la seguridad en la ejecución de obras.		X	
04.03.- Mejorar el apoyo a la formación en seguridad y salud en las obras.		X	
04.04.- Mejorar el seguimiento de la seguridad y salud de la obra.		X	
05 – MEJORA DE LA REPLICABILIDAD. Apoyo entre contratos	Diseño	Ejecución	Mant & Expl
05.01.- Apoyar el traslado de conocimiento y procedimiento aplicados al contrato por medio de modelos BIM y su empleo.	X	X	X
05.02.- Apoyar la difusión de experiencias pioneras o con posibilidad de replicabilidad por medio de modelos BIM.	X	X	X
05.03.- Asegurar la obtención de lecciones aprendidas y casos de éxito y su consulta previa a comienzo de nueva actuación	X	X	X
06 – APOYO A LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL. Vinculación a Gemelo Digital BIM	Diseño	Ejecución	Mant & Expl

OBJETIVOS DIGITALES ESPECIFICOS EN LOS CONTRATOS

06.01.- Reducir/eliminar la documentación física	X	X	X
06.02.- Apoyar la definición detallada de las soluciones multidisciplinares digitalmente.	X		
06.03.- Basar el seguimiento del avance del proyecto en modelos centralizados	X		
06.04.- Basar el cierre de proyecto en PIM de proyecto aprobado.	X		
06.05.- Basar el seguimiento de obra en modelos centralizados.		X	
06.06.- Basar la finalización de obra en modelo as built aprobado para su transición a mantenimiento y explotación.		X	
06.07.- Promover la digitalización de activos existentes involucrados en proyectos y obras.	X	X	
06.08.- Reducir la aprobación de información y la trazabilidad físicas del proceso	X	X	X
06.09.- Basar la información de partida y referencia de contratos en datos digitales	X		
06.10.- Asegurar la transferencia de información digital a Gemelo Digital BIM	X	X	X
07 – APOYO A LA TRANSPARENCIA – Ciudadanía y terceros	Diseño	Ejecución	Mant & Expl
07.01.- Fomentar la publicación de infografías y recorridos virtuales como medio de comunicación y divulgación de actuaciones con terceros y con la ciudadanía.	X	X	
07.02.- Fomentar la publicación de modelos informativos para mejor comprensión de las actuaciones sobre infraestructuras en plataformas web mediante visores gratuitos implementados.	X	X	
07.03.- Empleo de AR y VR en cualquier contexto que apoye la visualización de infraestructuras a terceros para su mejor comprensión.	X	X	

Tabla 3. Objetivos Digitales Específicos

11.3 USOS BIM

11.3.1 Definición de uso BIM

El objetivo y uso requerido están estrechamente relacionados en el contexto de la metodología BIM. El objetivo es la meta o la intención que se establece para implementar y aprovechar la metodología BIM y la digitalización en un proyecto o en una organización. Es la dirección estratégica que se persigue para lograr los beneficios de la metodología BIM y el Gemelo Digital BIM, como mejora de la eficiencia, la calidad y la colaboración.

Por otro lado, el uso requerido se refiere a la aplicación práctica de la metodología BIM y Gemelo Digital BIM en un proyecto o en las diferentes etapas del ciclo de vida de un activo construido, tanto para la elaboración de modelos de información, como para la obtención de subproductos y valor añadido, como para optimizar la gestión de la información basada en modelos y repositorio común de información. El uso requerido (digital) implica utilizar las herramientas, las plataformas, los procesos y los modelos digitales de información para gestionar y coordinar la información, optimizar el diseño y la construcción, facilitar la comunicación entre los actores del proyecto, trasladar la información al Gemelo Digital, así como mejorar la toma de decisiones basada en datos

En este sentido, el objetivo establece la dirección estratégica y los resultados deseados, mientras que el uso se refiere a la implementación práctica de la metodología digital para lograr esos objetivos. El uso requerido es la forma en que se aplican las prácticas y las herramientas en el día a día de un proyecto o de una organización para obtener los beneficios esperados.

El uso requerido implica la creación y el manejo de modelos digitales que contienen información detallada y precisa sobre el proyecto, incluyendo la geometría, las propiedades de los materiales, los costos, el tiempo y otros datos relevantes. Estos modelos de información se utilizan para visualizar, analizar y simular el proyecto, facilitando la toma de decisiones informadas en todas las etapas, desde el diseño y la construcción hasta la operación y el mantenimiento.

El uso requerido también implica la adopción de prácticas colaborativas, donde los diferentes actores del contrato comparten y actualizan la información en tiempo real a través de plataformas y herramientas colaborativas. Esto promueve la comunicación efectiva, la coordinación multidisciplinaria y la detección temprana de conflictos o errores, lo que conduce a una mayor eficiencia y a una reducción de retrabajos en el proyecto.

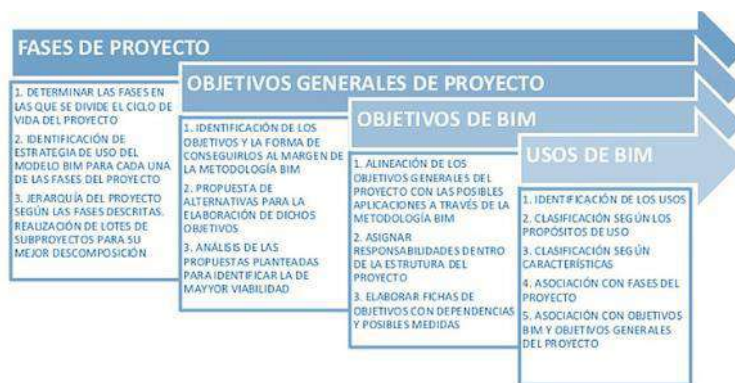


Figura 26.- Origen: esBIM

En resumen, el uso requerido es la aplicación individual y práctica de una tarea de la metodología digital en la producción y gestión de la información de proyectos de construcción mediante la aplicación de procesos, software, y recursos humanos. Cada uso da respuesta a uno o varios objetivos, y cada objetivo puede que sea conseguido por la aplicación de uno o varios usos.

Además, los usos requeridos también son una forma de comunicar entre agentes los trabajos a realizar desde la metodología BIM y el Gemelo Digital BIM de una forma estandarizada y acotada. Es una forma práctica de requerir desde cualquier organización a terceros. De hecho, deben ser parte fundamental de los requisitos de una licitación y deben estar perfectamente definidos para que los agentes puedan saber el alcance de lo que hay que realizar y puedan aportar en sus respuestas a la licitación como los van a llevar a cabo, de ahí el concepto no solo de uso, si no de uso requerido.

11.3.2 Listado de usos BIM

El listado de usos requeridos para los contratos de la Agencia en las distintas materias que cubre el presente Manual es el siguiente:

USOS BIM	
01.- INFORMACIÓN CENTRALIZADA Y CDE	Almacenar, intercambiar, entregar y comunicar información contenida en el modelo BIM y el resto de proyecto de una actuación de manera centralizada, ordenada, estandarizada y procedimentada entre todos los agentes implicados mediante el empleo de CDE, sus flujos y sus procesos, todo ello basado en su alineación con la UNE EN ISO 19650
02.- CONDICIONES EXISTENTES 3D	Elaborar el modelo BIM con la información de las condiciones existentes actuales para una actuación. Se deberá incluir todos los datos necesarios del emplazamiento y realidad construida necesaria para la correcta definición de la actuación como topografía, nubes de puntos, activos, etc.
03.- DISEÑO 3D	Elaboración de cualquier tipo de modelo BIM definido en el Manual para diseño y construcción de un activo en apoyo a la visualización del avance, la verificación de requisitos técnicos, la coordinación de especialidades, y la colaboración entre agentes.
04.- ANÁLISIS DE INGENIERÍA	Emplear la información contenida en el modelo BIM, incluso el propio modelo BIM, para realizar análisis, cálculos o simulaciones de diseño y/o explotación. Ejemplos pueden ser: estudios lumínicos, acústicos, simulaciones estructurales, evacuaciones, simulaciones de tráfico, etc.
05.- VALIDACIÓN DE REQUISITOS	Emplear la información contenida en el modelo BIM, tanto gráfica como datos y su combinación, para realizar revisión y/o validación de normativa, criterios de diseño o requerimientos de cliente. Ejemplo de esto pueden ser validación de gálibos, revisión de identificación resistencia al fuego, de

volúmenes y/superficies de aplicación a espacios o salas, identificación de materiales conforme a normativa, gaps de explotación y mantenimiento de equipos, etc..

06.- COORDINACIÓN 3D

Emplear el modelo BIM para el proceso iterativo de la coordinación espacial del diseño y su georreferenciación, resolviendo interferencias espaciales entre especialidades, y entre especiales y el entorno construido antes de la entrega del diseño y de la ejecución de obras

07.- MEDICIONES 5D

Analizar los costes de la construcción del activo en el modelo BIM, siendo éste la fuente principal de obtención y verificación de mediciones y presupuestos, asegurando la coherencia con el resto de documentación e información y facilitando el acceso al coste global de la actuación y sus posibles alternativas

08.- DOCUMENTACIÓN 2D

Emplear el modelo BIM para generar y comunicar mediante documentación 2D. La generación de documentación 2D será fundamentalmente planos, pero también listados, tablas o informes de información contenida en el modelo y sus elementos.

09.- SIMULACIÓN CONSTRUCTIVA 4D

Emplear el modelo BIM para de manera virtual analizar la secuencia constructiva parcial o total de un activo mediante la integración de la dimensión tiempo en el modelo. Integrar el plan de obra en cualquiera de las fases del ciclo de vida apoyará la reducción de riesgos y errores de planificación

10.- ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN 3D

Inclusión en el modelo BIM de un activo elementos constructivos provisionales y/o auxiliares en apoyo al análisis de procesos constructivos, definición de diseño o aporte a las mediciones.

11.- AFECCIONES, LOGÍSTICA Y ACOPIOS 3D

Inclusión en el modelo BIM de un activo afecciones de la realidad existente, zonas de acopios, caminos de obra, ocupaciones temporales, infraestructuras cercanas o cualquier tipo de elemento o situación que permita analizar la viabilidad de una parte o la totalidad de una obra.

12.- SEGUIMIENTO DE OBRA (I)

Empleo del modelo BIM para el apoyo a obra (I). Aplicación de preconstrucción digital (aseguramiento del diseño, la coordinación 3D y el suministro de información 2D actualizada y vigente); empleo del modelo BIM para seguimiento de la planificación de la obra (modelo 4D); apoyo en el modelo BIM para la realización de las reuniones de obra y la generación de croquis, infografías, informes y estudios; aseguramiento de la generación de As Built de forma secuencial mensual conforme a avance.

13.- SEGUIMIENTO DE OBRA (II)

Empleo del modelo BIM para el apoyo a obra (II). Aplicación de certificación digital. Aprobación de certificación basada en modelo BIM.

14.- SEGUIMIENTO DE OBRA (III)
Empleo del modelo BIM para el apoyo a obra (III). Aplicación de modelo BIM, plataforma de colaboración digital en obra, y dispositivos móviles para el control en tiempo real, mediante la generación y seguimiento de incidencias y listas de repasos y toma de datos en obra.
15.- MODELO DE REGISTRO AS BUILT
Recopilar en el modelo BIM de la actuación la información final de obra. Se adhiere tanta información geométrica, geográfica, de datos y vinculada de todos los elementos construidos. Se exige validación de información contra información de contraste como captura de realidad final.
16.- SEGURIDAD Y SALUD 8D (I)
Analizar la información de diseño y obra contenida en el modelo BIM de un activo para la elaboración y apoyo a la elaboración de documentos y la toma de decisiones relativa a la prevención de riesgos laborales, especialmente, los vinculados a la construcción, el mantenimiento y la explotación.
17.- SEGURIDAD Y SALUD 8D (II)
Inclusión en el modelo BIM de un activo de los elementos de prevención de riesgos laborales (seguridad y salud) de un activo asociados a su construcción, mantenimiento y explotación. Generación de modelo BIM de especialidad.
18.- CONEXIÓN CON GMAO 7D
Empleo del modelo como base de datos a suministrar a GMAO para el control y planificación del mantenimiento, la conservación y la explotación de los activos. Integración y vinculación del modelo BIM con el sistema de gestión del mantenimiento de activos (GMAO), facilitando la creación de un gemelo digital BIM del activo construido. Inclusión en el modelo BIM del código de inventario para generación de la base de datos de aplicación al sistema de mantenimiento y explotación.
19.- CONEXIÓN CON GEMELO DIGITAL
Empleo del modelo como base de datos a suministrar/conectar al Gemelo Digital BIM para la visualización, análisis y tratamiento de información, potenciando la generación del Gemelo Digital BIM.
20.- INFOGRAFÍAS Y RECORRIDOS VIRTUALES
Comunicar de forma muy visual la información del diseño u obra de un activo contenida en el modelo BIM de la actuación mediante la generación de infografías, recorridos virtuales y cualquier tipo de información gráfica renderizada destinada a la comunicación comercial, institucional o de difusión interna o pública.
21.- REALIDAD VIRTUAL & REALIDAD AUMENTADA
Comunicar de forma muy visual la información del diseño u obra de un activo contenido en el modelo BIM de la actuación mediante la generación de visitas virtuales con gafas de realidad virtual (VR) y/o

realidad aumentada mediante dispositivos móviles georreferenciados (AR) en el entorno a construir o construido.

22.- MEDIO AMBIENTE 6D

Empleo del modelo BIM para comunicar, obtener y archivar el cálculo de la huella de carbono de la solución proyectada, diseñada o construida, en apoyo a la evaluación del impacto medioambiental del activo finalmente construido.

Tabla 4. Usos BIM de la Agencia

En el Anejo 18.18. Fichas de Usos BIM se puede encontrar la definición y procedimiento de empleo de cada uso BIM tanto para su incorporación a los requisitos del contrato en licitación como para su empleo en contrato y definición en el PEB correspondiente.

11.3.3 Usos BIM y el ciclo de vida

A continuación, se ofrece una tabla en la que se da la correspondencia entre los usos BIM definidos y su aplicación contra las fases del ciclo de vida del activo de la Agencia: diseño, construcción, operación y mantenimiento. Además, se marcan los usos BIM mínimos obligatorios a incluir cuando el contrato sea gestionado bajo metodología BIM (negrita y asterisco):

USOS BIM	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN	MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN
01.- Información centralizada y CDE*	X	X	X
02.- Condiciones existentes 3D*	X	X	X
03.- Diseño 3D*	X	X	
04.- Análisis de ingeniería	X	X	X
05.- Validación de requisitos	X	X	
06.- Coordinación 3D*	X	X	
07.- Mediciones 5D*	X	X	X
08.- Documentación 2D*	X	X	X
09.- Simulación constructiva 4D*	X	X	
10.- Elementos de construcción 3D	X	X	
11.- Afecciones, logística y acopios 3D	X	X	
12.- Seguimiento de obra (I)*		X	
13.- Seguimiento de obra (II)		X	
14.- Seguimiento de obra (III)		X	
15.- Modelo de registro As Built*		X	
16.- Seguridad y salud 8D (I)*	X	X	X
17.- Seguridad y salud 8D (II)	X	X	X
18.- Conexión con GMAO 7D*	X	X	X
19.- Conexión con Gemelo Digital BIM*	X	X	X
20.- Infografías y recorridos virtuales	X	X	X
21.- Realidad virtual y realidad aumentada	X	X	X
22.- Medio ambiente 6D	X	X	X

Tabla 5. Usos BIM de la Agencia

Los usos BIM no marcados como obligatorios deberán ser valorados por el técnico de la Agencia responsable de los requisitos BIM y de Gemelo Digital BIM en función de las necesidades del contrato y de la madurez BIM-digital del entorno.

11.4 MODELO BIM Y ADECUACIÓN AL CICLO DE VIDA

A continuación, se procede a la definición de modelo de información BIM y a la definición y descripción de los distintos tipos generales de modelos de información sobre los que versa este Manual y en los que será necesario aplicar los requisitos que en él se definen debido a su aplicación al ciclo de vida del activo de forma integral. Posteriormente, en el siguiente punto, se aportará la jerarquía de modelos para la división y segregación lógica de estos.

Un modelo de información BIM está constituido por una serie de elementos virtuales que permiten generar la representación digital de las características físicas y funcionales de un activo a partir de bases de datos de información, tanto gráfica como no gráfica, asociadas a los elementos que la componen, de acuerdo con los requerimientos y usos específicos de cada una de las fases del ciclo de vida y conforme a los requerimientos indicados en el Manual de Gemelo Digital BIM. Un modelo BIM de la Agencia no es solo un modelo BIM, si no, un modelo BIM que cumple con las exigencias de la organización a nivel gráfico, de datos, usabilidades y procedimientos.

La principal característica de los modelos de información reside en que a través de la estructura de información de los atributos que componen la información no gráfica de los elementos, es posible hacer un uso selectivo y segregado de los elementos según la usabilidad que se requiera.

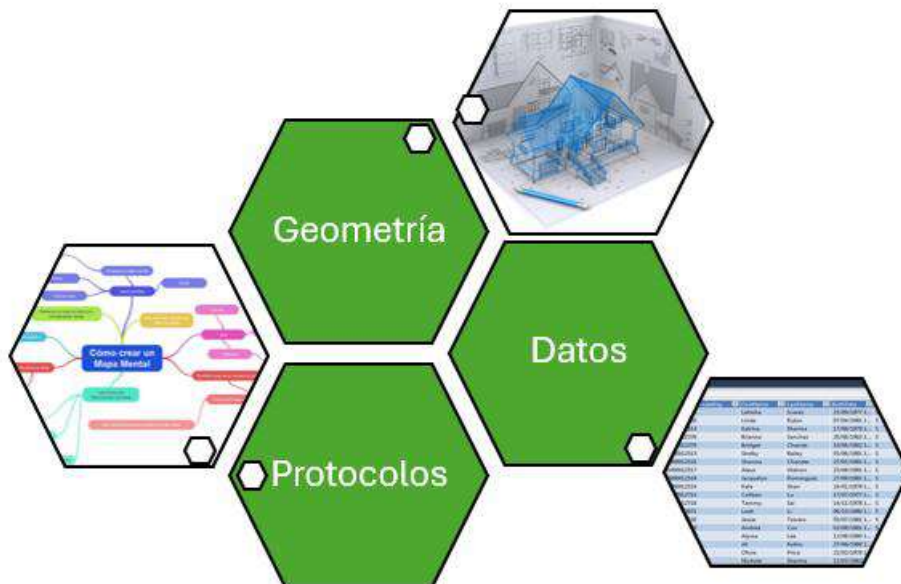


Figura 27.- Estructura del Modelo de Información BIM

Los modelos de información BIM serán generados a lo largo del ciclo de vida y buscarán ser útiles y válidos para las diferentes etapas de maduración de los proyectos. Se generarán diferentes tipologías de modelos que permitirán acometer con mayor integridad las tareas en la fase concreta en la que se encuentren.

A medida que evoluciona el ciclo de vida del activo, la información contenida en los modelos BIM va adaptándose y enriqueciéndose, en términos de cantidad y concreción. Por tanto, el modelo BIM inicial va evolucionando a lo largo de las fases del ciclo de vida del activo.

De esta forma, según avance la maduración del proyecto de construcción del activo (desde fases previas de evaluación necesidades, registro de obra ejecutada y mantenimiento pasando por las diferentes etapas intermedias), se irán generando modelos de información BIM que serán usados por el conjunto de los agentes intervinientes en las distintas fases.

Conexión con UNE EN ISO19650 y el sistema de clasificación del Rail Innovation Hub

Las definiciones de modelos que se aportarán a continuación deben quedar referenciadas a las respectivas clasificaciones de la ISO19650 y del sistema de clasificaciones del Rail Innovation Hub (a partir de ahora HIB).

La UNE EN ISO 19650, emplea los conceptos de modelo PIM y AIM:

- PIM – Modelo de información de proyecto. Referencia clara a cualquier modelo BIM que se defina durante los procesos de diseño y obra.
- AIM – Modelo de información del activo. Referencia clara a cualquier modelo BIM que se defina y utilice durante los procesos del mantenimiento y la explotación.

El sistema de clasificación del RIH, que define varias clasificaciones, marca una de las fundamentales como la asociada a la tipología de los modelos BIM en función del ciclo de vida y el estado de elementos que engloba (existentes, a demoler, proyectado, construido, etc). A continuación, se aporta la tabla exacta de modelos conforme a HIB y su correlación con la tipología de modelos de la ISO19650:

CODIFICACIÓN	TIPOLOGIA	UNE EN ISO19650
MEA	Modelo de estado actual	PIM
MDE	Modelo de demoliciones	PIM
MPR	Modelo de proyecto	PIM
MRF	Modelo de estado reformado	PIM
MOM	Modelo de obra mensual	PIM
MOT	Modelo de obra terminada	PIM
MMA	Modelo para mantenimiento	AIM
MMA	Modelo de mantenimiento mensual	AIM

Tabla 6. Tabla de modelos y codificación conforme a RIH

La Agencia, al igual que en otras tipologías de clasificación, se va a basar en RIB pero matizando que en algunos casos hará una particularización de estas. Es un primer caso, la clasificación de modelos,

donde la Agencia hace las siguientes salvedades y particularizaciones (esto será siempre advertido y está contenido de forma centralizada en el Anejo 18.19. Sistemas de clasificación asociados):

- Por facilidad, el modelo de estado reformado queda incluido dentro de modelo de proyecto, desapareciendo la codificación "MRF", es decir, un modelo de proyecto puede ser de nuevo diseño o de actuación sobre un activo existente, ya que sigue siendo diseño de proyecto.
- Todos los modelos BIM pertenecientes a la fase de diseño de la Agencia serán denominados modelo de demoliciones y modelo de proyecto, MPR y MDE, en cualquiera de sus subfases: estudio, alternativas, básico, y constructivo y dependiendo de su contenido.
- Dentro de modelo de obra mensual, "MOM", se incluye en modelo de inicio de obras, por tanto, se empleará su codificación incluso para este, incluyendo el sufijo "00".
- Se acepta dentro de este Manual, igual que en el RIB, que la codificación para modelo de mantenimiento y modelo de mantenimiento sea la misma, MMA, ya que podrá ser diferenciado incluyendo el parámetro de mes.

Quedando finalmente la tabla de codificación de modelos por ciclo de vida como sigue:

CODIFICACIÓN	TIPOLOGIA	UNE EN ISO19650
MEA	Modelo de estado actual	PIM
MDE	Modelo de demoliciones	PIM
MPR	Modelo de proyecto	PIM
MOM00	Modelo de inicio de obra	PIM
MOM01	Modelo de obra mensual	PIM
MOT	Modelo de obra terminada	PIM
MMA00	Modelo para mantenimiento	AIM
MMA01	Modelo de mantenimiento mensual	AIM

Tabla 7. Tabla de modelos y codificación conforme a ciclo de vida para la Agencia

A continuación, se aporta la definición de tipologías de modelos BIM para la Agencia, correlacionada con las definiciones de la ISO19650 y la codificación del RIB. Esto es especialmente importante ya que la codificación asignada a los tipos de modelos será posteriormente empleada en la codificación interna de modelos BIM, en la codificación de archivos de modelos BIM y en el set de propiedades oficial de la Agencia.

11.4.1 PIM. Condiciones e infraestructuras existentes. MEA

Modelo PIM coincidente con el modelo de estado actual definido por HIB. Modelo de levantamiento de condiciones existentes de una ubicación, contemplando tanto el entorno geográfico como las

infraestructuras existentes. Puede realizarse para cualquier etapa del ciclo de vida del activo, siendo obligatoria su elaboración:

- Al comienzo del diseño.
- Al comienzo de la ejecución de obras si el proyecto constructivo no se haya ejecutado en BIM.
- Al comienzo de la explotación y mantenimiento si la ejecución de obra no ha concluido con un PIM As Built.

También será obligatoria la toma de datos para la confirmación/actualización del modelo de condiciones existentes en cada cambio de fase, siempre que se prevea o constate cambios del medio físico en la situación de la actuación o en las infraestructuras existentes que comprometan el proyecto.

Para su elaboración se deberá recopilar información documental y la captura de la realidad existente de la zona del proyecto. Esto conllevará obtención de información de proyectos As Built, captura de la realidad mediante taquimetría, topografía, fotogrametría digital in situ, y preferentemente generación de nube de puntos (laser scan) por el procedimiento más conveniente a la ubicación.

Con toda la información anterior se realizará la modelización precisa del estado actual de las infraestructuras y el terreno para conformar el modelo de información de estado actual.

Este modelo deberá estar parametrizado conforme a los requisitos indicados en este Manual para la perfecta identificación de elementos existentes naturales y de infraestructura.

Este modelo debe ser el punto de partida para el modelado del diseño o el inicio y seguimiento de obra, y será totalmente contraproducente el inicio de los trabajos sin la aprobación de este PIM.

11.4.2 PIM. Estudio previo y/o de alternativas. MDE/MPR

Empleando ya como base el PIM de condiciones existentes, se podrá desarrollará un modelo preliminar para el estudio de alternativas o el estudio de una solución, ya aprobada, a nivel informativo si así lo exige el alcance y tipología del contrato.

Se deberá distinguir entre modelo de proyecto y modelo de demoliciones en el caso de que este último será necesario conforme al diseño.

Este modelo se basará en los condicionantes analizados y en los requisitos definidos por la Agencia. Representará de forma suficientemente aproximada los elementos principales de las alternativas propuestas con el objetivo de apoyar la toma de decisión en el estudio o para un primer desarrollo informativo de la solución.

Los modelos representarán de forma sencilla formas generales, tipologías de materiales, y coordinación con afecciones a las condiciones existentes principales. Las dimensiones y ubicaciones serán aproximadas y proporcionarán una estimación del costo total con la precisión adecuada para esta fase mediante la aplicación de macro precios.

Estos modelos facilitarán la visualización 3D para la correcta evaluación de alternativas, infografías y listados de datos básicos.

11.4.3 PIM. Proyecto básico o de trazado. MDE/MPR

Tras la aprobación del estudio previo o de alternativas y de nuevo empleando como base el PIM de condiciones existentes se procederá a darle mayor desarrollo al modelo de la fase anterior, de tal forma que se alcance las necesidades de alcance acordes esta tipología de contrato.

Se deberá distinguir entre modelo de proyecto y modelo de demoliciones en el caso de que este último será necesario conforme al diseño.

El modelo además de todo lo anterior, apoyará mediante la coordinación básica (elementos principales) de las disciplinas críticas, la definición de detalles críticos para la solución del diseño, modelado de elementos principales conforme a su proceso constructivo, facilitará la creación de planos generales, presupuestos a nivel macro e infografías para la correcta definición del proyecto.

El PIM básico o de trazado alcanzará el nivel de información requerido para apoyar la aprobación del proyecto y la obtención de los permisos administrativos que fueran necesarios.

11.4.4 PIM. Inicio de actividad. MDE/MPR

Asociado a la fase de planificación de cualquier contrato bajo metodología BIM y la aprobación del Plan de Ejecución BIM.

Es el modelo que realizar para configurar el sistema de colaboración y asegurar la calidad de la información. Se deberá realizar un modelo de una pequeña parte del diseño para poder comprobar que se cumplen con todos los requisitos del modelo a nivel de división, nivel de desarrollo LOIN, aplicación de set de propiedades y estrategia de modelado para desarrollo de usabilidades BIM y generación de entregables, y correcta exportación de IFC.

Se deberá distinguir entre modelo de proyecto y modelo de demoliciones en el caso de que este último será necesario conforme al diseño.

En fase de construcción deberá ser realizado también previamente a la adecuación completa de PIM de proyecto constructivo a PIM de inicio de obra y durante la fase de elaboración y aprobación de PEB.

En fase de mantenimiento y explotación deberá ser realizado también previamente a la generación AIM previo a la adecuación del PIM As Built de obra y durante la fase de elaboración y aprobación de PEB.

11.4.5 PIM. Avance de diseño y coordinación. MDE/MPR

Asociados al arranque, avance y entrega de diseño se desarrollarán los modelos parciales de proyecto de forma coordinada pero independiente. Cada uno de ellos liderados y todos coordinados de manera integral. Esto garantizará que compartan un lenguaje común de datos y un posicionamiento geométrico uniforme, dado que serán la base para el seguimiento periódico del progreso de los trabajos.

Los modelos estarán disponibles para el equipo de coordinación, que se encargará de integrarlos de manera sucesiva e iterativa conforme al grado de avance. Además, estos modelos servirán como base para la coordinación técnica regular entre el equipo de diseño y el responsable del contrato.

Cada uno de los modelos parciales podrá existir en función de la división de modelos empleada en el contrato y siempre conforme con lo indicado en este Manual, normalmente asociado al sistema de jerarquía de modelos. Se deberá distinguir entre modelo de proyecto y modelo de demoliciones en el caso de que este último será necesario conforme al diseño.

El modelo federado (PIM federado) será el modelo de coordinación obtenido al integrar, en un visor o gestor de modelos, los diferentes modelos que conforman la totalidad de la solución proyectada, incluidas las condiciones existentes y bajo georreferenciación.

El modelo federado servirá al contratista como base para la coordinación 3D del diseño, las verificaciones geométricas y de datos, y la obtención de información para su empleo en los dimensionamientos y generación de entregables, y a la Agencia como base para el control de avance del diseño y su coordinación y la auditoría técnica previa a la aprobación del diseño y entregables del proyecto constructivo.

11.4.6 PIM. Proyecto constructivo. MDE/MPR

Es el modelo que representa mediante la suma de los modelos parciales de disciplina el diseño de la actuación, ya sea de un activo de nueva creación o de una actuación sobre un activo existente. Se deberá distinguir entre modelo de proyecto y modelo de demoliciones en el caso de que este último será necesario conforme al diseño.

Este modelo que se ha ido alimentando de información, evolucionando en sus características y detalle a lo largo de la fase de proyecto constructivo alcanza suficiente definición como para definir técnica y económicamente la actuación, y ser el núcleo de coherencia de la realización de entregables asociados.

Tras aprobación de la Agencia será utilizado para llevar a cabo la construcción del activo en la siguiente fase del ciclo de vida. Su entrega y aprobación junto con el resto de documentación contractual del proyecto constructivo es obligatoria.

Además, el PIM de proyecto constructivo servirá al comienzo de la fase de ejecución de obra como PIM de licitación siendo necesario su aportación a los datos de partida de la licitación junto con el resto de los documentos aprobados del proyecto constructivo.

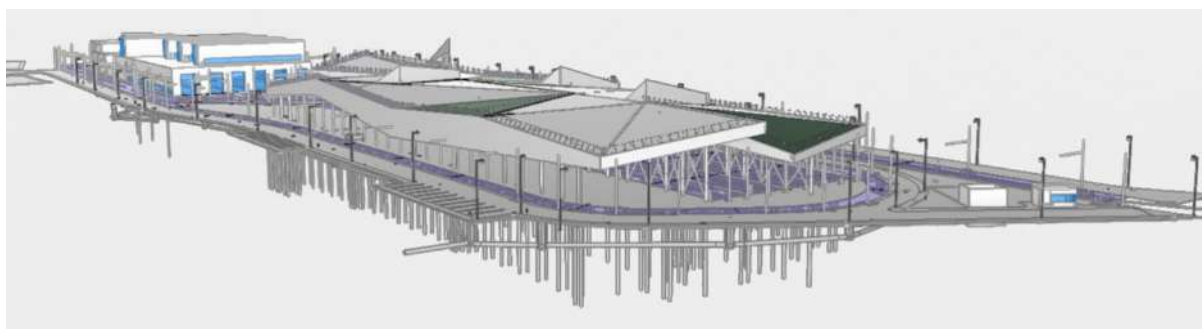


Figura 28.- Estructura del Modelo de Información BIM

11.4.7 PIM. Inicio de obra. MOM00

Es el modelo BIM utilizado como punto de partida de las obras y será gestionado y desarrollado íntegramente por el contratista principal de las obras; y controlado, revisado y aprobado por la dirección de obra y su contrato de supervisión.

El modelo de inicio de obra se podrá realizar completamente al comienzo de la ejecución del contrato o de forma paulatina a lo largo de la ejecución del contrato de obras, para poder hacer frente a todas las casuísticas que se puedan dar en la ejecución. En este segundo caso, se debe establecer una estrategia de elaboración del modelo de inicio de obra que garantice la existencia de este antes de ejecutar los tajos correspondientes.

En aquellos casos donde la redacción del proyecto constructivo se haya realizado previamente con requisitos de información BIM se desarrolla a partir del modelo PIM de proyecto de construcción, incorporando la información necesaria (LOIN) marcada por los requisitos de la contratación, garantizando la coordinación de las diferentes disciplinas y estableciendo las especificaciones para la construcción de los elementos de la obra, es decir, la adecuación a obra del PIM de proyecto.

De este modo, se adaptará el modelo de proyecto de construcción o ejecución a las condiciones reales de la obra resultantes de la comprobación del replanteo y de las instrucciones que pueda dar el director de las obras al contratista.

En los casos donde la redacción del proyecto no se haya realizado previamente con requisitos de información BIM, este modelo se desarrollará comenzando con el modelo de condiciones existentes, y posteriormente realizando el levantamiento BIM de los planos y presupuesto del proyecto constructivo.

Como parte del PIM de inicio de obras deberá contener las mejoras al proyecto que haya podido hacer el contratista adjudicatario, comprobación de los datos de replanteo de obra que hayan obtenido el contratista, conexión con el plan de obra previsto por el adjudicatario para su seguimiento, así como las mejoras que se hayan podido detectar mediante la auditoria del PIM de proyecto constructivo a preparar por la constructora al inicio de los trabajos.

A juicio del responsable del contrato de la Agencia, la dirección de obra podrá colaborar o participar en el desarrollo de los modelos de inicio de obras, modelando e implementando aquellas soluciones que se consideren necesarias para el correcto desarrollo de la obra.

11.4.8 PIM. Seguimiento de obra. MOM01

Es el modelo periódico que debe reflejar la preconstrucción digital, el avance mensual de la obra y la generación constante de As Built por medio de la comprobación e incorporación de la información actualizada de la misma según se construye. Además, debe ayudar al seguimiento de la planificación de obra y junto con el empleo sistemático de CDE y aprobación del modelo As Built de obra a la finalización de esta, es el objetivo principal de la Agencia en materia BIM en ejecución de obra.

Se genera a partir del modelo de inicio de obra, el cual evoluciona durante el desarrollo de la obra, hasta su finalización, sirviendo de base para la elaboración del modelo as-built. Este modelo se usa

para intercambiar información entre contratista, y la agencia, y para seguimiento de obra e intercambio de propuestas de ejecución o cambios.

El PIM mensual de seguimiento de obra deberá ser entregado periódicamente para revisión y aprobación del responsable de obra de la Agencia.

11.4.9 PIM. As Built. MOT

Modelo que representa la realidad construida una vez finalizada la actuación. Contiene:

- Toda la geometría georreferenciada del activo construido e incluso su relación con las condiciones existentes previas. Esto deberá ser comprobado mediante la verificación contra captura de realidad requerida en el contrato de obras.
- Toda la información no geométrica producida durante la ejecución de la obra relativa al registro de los resultados del control de calidad, recepción de materiales, órdenes de cambio e incidencias, marcas comerciales, modelos y garantías de los equipos y productos, entre otros.

La información no gráfica deberá estar relacionada con los elementos que componen el modelo a través de información codificada en los parámetros oficiales específicos de la Agencia.

De esta forma se garantiza la trazabilidad y la mejora en el acceso a la información para su uso en la siguiente fase de explotación y mantenimiento, en posibles fases de rehabilitación, ampliación o mejora de la infraestructura construida o como referencia y dato de partida de otras actuaciones dentro del PIM de condiciones existentes de dicho proyecto.

Este modelo deberá ser elaborado y gestionado por el contratista principal y deberá ser aprobado por el responsable de la Agencia junto con el resto de documentación As Built de la obra, siendo el núcleo de coherencia entre planos, presupuesto de liquidación, y realidad construida.

11.4.10 AIM. Modelo de mantenimiento-explotación. MMA

Es el modelo AIM, modelo de activo construido, con la información específica de un activo para su explotación u operación, incluyendo conservación y mantenimiento, permitiendo la integración con el sistema de gestión y mantenimiento de activos utilizado, y con el Gemelo Digital BIM de la Agencia.

Deberá ser ejecutado ya sea por el constructor o el mantenedor en función de los requisitos impuestos en el contrato de obra y/o en el de mantenimiento y explotación.

Este modelo deberá estar ejecutado y aprobado antes de la puesta en servicio de la infraestructura, y deberá estar preparado para su conexión con el Gemelo Digital BIM de la Agencia conforme a procedimiento estandarizado.

Este modelo se generará a partir del PIM *as-built* en el caso de que el activo sea de nueva construcción y por medio de levantamiento BIM de AIM procedente de captación de realidad construida, planimetría y presupuesto de As Built en caso de no existir PIM As Built de la obra ejecutada.

Este modelo debe centrarse en la incorporación de información a los elementos del modelo que son susceptibles de mantenimiento y control de explotación, siendo habitual incluso aligerar de información

no necesaria el modelo para evitar datos no necesarios y pesos elevados para el almacenamiento y tratamiento de la información y empleo del AIM.

11.4.11 PIM. Fin de vida del activo. MDE

Es el modelo BIM que integra la planificación de la deconstrucción o desmontaje de un activo construido, pudiendo servir como soporte para el planeamiento y la toma de decisiones de la demolición, así como la planificación del reciclado y reutilización de materiales.

Coincide con el modelo de demoliciones definido por el RIH, y será codificado de esta forma aun cuando no solo se defina demolición si no también, desmontajes e incluso adecuación medioambiental.

A nivel de gestión de la información BIM en proyecto y obra, vuelve a ser un "PIM de proyecto constructivo" cuya definición del diseño es la demolición, deconstrucción o desmontaje del activo. Por tanto, podrá conllevar todo el ciclo completo de adecuación de modelos desde el diseño hasta la "construcción", obviamente, nunca llegando a AIM.

11.5 DIVISIÓN Y FEDERACIÓN

Los modelos de información que componen un proyecto, obra o activo no son únicos. El proyecto puede estar compuesto de una serie de modelos que pueden estar divididos tanto por su naturaleza (BIM-GIS) como por el contenido de estos.

En el caso de la división por naturaleza, encontramos modelos BIM y modelos GIS:

En el caso de los modelos GIS, y aunque está fuera del ámbito de este Manual, su división realmente será dada por contenido aplicando una división por capas. La definición de las capas seguirá el criterio aportado por la Agencia en la licitación, aplicando los conceptos de capas, elementos por capa y atributos por elementos. Esto es importante para que cuando se haga federación de modelos GIS de varias actuaciones, la nomenclatura de capas y su contenido sea congruente y ayude al procesamiento de información en la toma de decisiones basadas en GIS y en la correcta alimentación del Gemelo Digital BIM.

En el caso de los modelos BIM, la forma clara e intencionada de una división de modelos parciales podrá venir en respuesta a:

- Modelos generados por diferentes responsables o departamentos que participen en el proyecto/obra. Este caso puede ser por ejemplo modelos de movimientos de tierras realizados por el departamento de obra civil y modelos de pavimentación y urbanización realizados por el departamento de urbanización.
- Particiones de los modelos que se realicen para optimizar la gestión de la información evitando archivos de trabajo pesados y poco operables. Se recomienda hacer particiones de archivos nativos/abiertos cuando estos superen los 200 Mb.
- Modelos generados por softwares diferentes. Cuando se emplea más de un software en la elaboración de modelos, es casi indispensable hacer la división de modelos parciales, al menos, por software de aplicación.

- Modelos particionados por zonas de actuación en aquellos proyectos en los que la envergadura de la actuación requiera una zonificación particular que deberá efectuarse por unidades funcionales o a su vez por procesos.
- Modelos por disciplinas. Cuando por lógica técnica se realizan modelos por disciplinas e incluso subdisciplinas dependiendo del tamaño de estos.

Para cualquier de tipología de modelos BIM, la división será gestionada en función del alcance y escala del proyecto siendo necesaria la aprobación del responsable de este y definida en el Plan de Ejecución BIM del contrato. La organización de los modelos obligatoriamente permitirá una segregación de los elementos por agrupaciones personalizadas para desarrollar las funciones oportunas, mediante la aplicación sistemática del set de propiedades oficial de la Agencia.

11.6 JERARQUIA DE MODELOS

A continuación, se aporta la jerarquía para la correcta división de modelos a definir en los contratos de la Agencia y que solo podrán ser contravenidos previa aprobación del responsable del contrato de la Agencia:

Jerarquía de modelos:

1. Por ciclo de vida del activo
2. Por ubicación
3. Por unidades funcionales
4. Por disciplina
5. Por subdivisión.

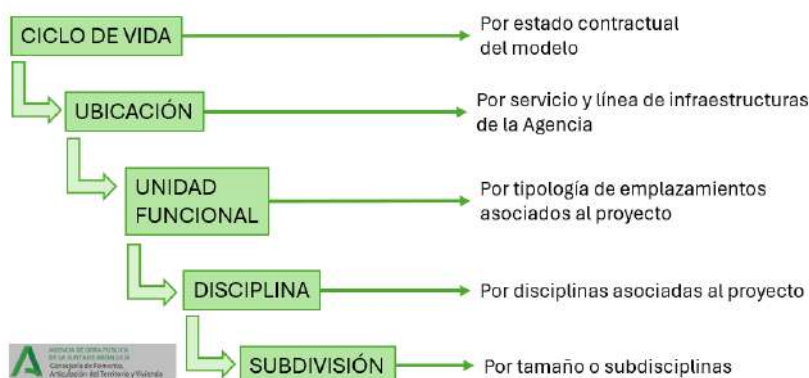


Figura 29.- Estructura de división de modelos de Información BIM

Esta jerarquía terminará generando listados de modelos parciales de cada contrato. Además, la codificación de las tipologías de modelos registrará no solo la división de estos, sino también la codificación interna y de archivos de modelos parciales, la identificación interna de los mismos, y parte de la identificación de los elementos contenidos en ellos.

11.6.1 Por ciclo de vida del activo

Nivel principal de jerarquía. Marca la tipología del modelo conforme al ciclo de vida, y por tanto, casi de forma biunívoca, su tipología conforme a contrato.

Definición, división y codificación de modelos ya incluida en el apartado "11.4.- Modelo BIM y adecuación al ciclo de vida".

11.6.2 Por ubicación

Segundo nivel de jerarquía de modelo BIM. Una vez definido y segregado el modelo por ciclo de vida, se distingue la ubicación del modelo por el servicio y línea al que pertenece. Los atributos de codificación serán como sigue:

CODIFICACIÓN	TIPOLOGIA
SER	Servicio que cubre o emplazamiento
L01	Línea del servicio

Tabla 8. Tabla de modelos y codificación conforme a ubicación

Se definirá el servicio y la línea mediante dos códigos de 3 caracteres respectivamente, separados por un guión medio "-". Esta codificación deberá ser definida por la Agencia al comienzo de los trabajos del contrato para garantizar la universalidad de los códigos.

11.6.3 Por unidad funcional

Como tercer nivel jerárquico, y tras el ciclo de vida y la ubicación, la Agencia define, siguiendo las metodologías ya empleadas y testadas por Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana (FGV) o RIB, la división por unidades funcionales. Las unidades funcionales son la forma en la que podemos dividir cada una de las agrupaciones de elementos que tienen una función o misión principal, como puede ser una estación, una parte de la línea o una cochera.

A continuación, se aporta la tabla con el listado y codificación de unidades funcionales que cubren las necesidades de la Agencia y siguiendo con la máxima rectitud posible la codificación empleada por RIB por facilidad contextual:

CODIFICACIÓN	TIPOLOGIA
SUP	Tramo en superficie
TUN	Túnel
VID	Viaducto
ESS	Estación en superficie
ESP	Estación subterránea (PROFUNDA)
APE	Apeadero
TAL	Taller
COC	Cochera
SUB	Subestación

MAN	Puesto de mando
TEC	Edificio técnico
OFI	Oficina
PAR	Aparcamiento y accesos
OTR	Otras
SUM	Varias unidades funcionales

Tabla 9. Tabla de modelos y codificación conforme a ubicación

En el caso de que el modelo defina más de una unidad funcional, se podrá emplear el último código "SUM" de sumatorio de varias unidades funcionales descritas en el modelo BIM. Este código no podrá ser empleado en el set de propiedades ya que un elemento solo puede pertenecer a una unidad funcional.

Esta clasificación es propia de la Agencia ya que no sigue al 100% las consultadas de inicio de FGV y RIB, y por tanto, se debe acudir a ella y no otra, de forma específica.

11.6.4 Por disciplina

Como cuarto nivel jerárquico, y tras el ciclo de vida, la ubicación y la unidad funcional, la Agencia define, siguiendo las metodologías ya empleadas y testadas por RIB en su sistema de clasificación de elementos, la división por disciplinas.

A continuación, se aporta la tabla con el listado y codificación de unidades funcionales que cubren las necesidades de la Agencia, en este caso, siguiendo de forma exacta la definición, número y codificación de disciplinas empleada por RIB por facilidad contextual:

CODIF	DISCIPLINA	CODIF	DISCIPLINA
ENT	Entorno	ITE	Instalación telecomunicaciones
EXP	Expropiación	ISI	Instalación sistemas de gestión centralizada
GEO	Geotecnia	ICL	Instalación climatización
MVT	Movimiento de tierras	IVE	Instalación ventilación
TRZ	Trazado	IPC	Instalación protección contra incendios
DRE	Drenaje	URB	Urbanización
TUN	Túnel	VIO	Viario
EST	Estructura	REL	Red electricidad
VIA	Vía	RTL	Red telecomunicaciones

INT	Interoperabilidad ferroviaria	RAG	Red agua
ENE	Energía	RSO	Red de saneamiento
COM	Comunicación ferroviaria	RGS	Red gas y otros combustibles
SEN	Señalización ferroviaria	AUE	Auscultación y ensayos
MRO	Material rodante	MAQ	Maquinaria y medios auxiliares
ARQ	Arquitectura	IAM	Medio ambiente
ISA	Instalación saneamiento	GER	Gestión de residuos
IFO	Instalación fontanería	GRS	Gestión de riesgos
IGA	Inst. de suministro de combustibles	SES	Seguridad y salud
IEL	Instalación electricidad	OTR	Otras disciplinas
ILU	Instalación iluminación	SUM	Varias disciplinas

Tabla 10. Tabla de modelos y codificación conforme a disciplinas

En el caso de que el modelo defina más de una disciplina, se podrá emplear el último código "SUM" de sumatorio de varias disciplinas descritas en el modelo BIM. Este código de forma excepcional podrá ser empleado en el set de propiedades ya que pueden existir elementos pertenecientes a varias disciplinas.

11.6.5 Por subdivisión

Por último, como nivel de jerarquía inferior, se define la subdivisión dentro de una misma disciplina. Es decir, en caso de que por tamaño o por facilidad en el desempeño del modelado o su gestión se puede subdividir en modelo de disciplina en varios.

A continuación, se aporta la tabla con la codificación por subdivisión, que está íntimamente relacionada con la división por disciplinas y de nuevo proveniente del RIH:

CODIFICACIÓN	TIPOLOGIA
DIS-000	Disciplina sin subdivisión interna
DIS-010	Disciplina con subdivisión número 1
DIS-020	Disciplina con subdivisión número 2
DIS-XXX	Disciplina con subdivisión número XXX

Tabla 11. Tabla de modelos y codificación conforme a ubicación

Como se desprende de la codificación, cuando no existe subdivisión por disciplina es obligatorio codificarlo mediante "000". Cuando hay subdivisión, habrá tanta numeración como modelos.

Vista las divisiones de disciplina y subdivisión, ya se puede describir el atributo que define dicho conjunto: "DIS-XXX", compuesto por dos conjuntos de 3 caracteres que definen la disciplina y la subdivisión separados por un guión medio "-".

11.6.6 Codificación interna de modelos BIM

Una vez definidas las tipologías de modelos, así como la jerarquía establecida por la Agencia entre ellos, podemos llegar a realizar una codificación basada en lo anterior para su correcta definición.

Aunque en la guía de colaboración se definirá la codificación de archivos y toda la codificación establecida anteriormente será gran utilidad, en este punto lo que se establece y define es la codificación interna que se le va a otorgar a cada modelo parcial de un contrato o de cualquier actuación que conlleve definición de modelos BIM.

Empleando el atributo nativo "IfcProject" de la estructura de información del formato IFC, en cualquiera de sus versiones, aplicaremos de forma obligatoria la siguiente codificación:

<CDV_SER-LXX_UNF_DIS-XXX_NombreCorto>

Donde:

- CDV – Es el código de 3 caracteres conforme a la codificación de ciclo de vida.
- SER-LXX – Es el código de 6 caracteres conforme a la codificación de servicio y línea.
- UNF – Es el código de 3 caracteres conforme a la codificación de unidad funcional.
- DIS-XXX – Es el código de 6 caracteres conforme a la codificación de disciplina y subunidad.
- NombreCorto - Es un código de como máximo 12 caracteres que defina el nombre de la unidad funcional, o en caso de tramo de línea, PK de inicio y fin, o similar. Emplear CamelCase.

A continuación, se aporta un ejemplo no real con su descripción:

MPR_TBC-L01_ESS_ARQ-000_Cortadura

Descripción: Modelo único de arquitectura de proyecto constructivo de la estación en superficie de Cortadura de la Línea 1 del Tranbahía de Cádiz.

11.7 GEOLOCALIZACIÓN Y REFERENCIAS

A continuación, se aporta definición respecto a la geolocalización y referencias auxiliares a emplear en los modelos BIM de la Agencia. Es fundamental estructurar de forma adecuada los modelos en la fase de planificación conforme a unas reglas de buena práctica que permitan evitar errores groseros de referencia que una vez ejecutados los modelos son francamente difíciles de solucionar.

La aportación de referencias auxiliares en los modelos a base de niveles, ejes de trazado, rejillas, puntos base y por encima de todo, georreferenciación espacial son vitales para un correcto modelado de la actuación.

11.7.1 Sistema de coordenadas

La correcta gestión de los sistemas de coordenadas es clave en la gestión de modelos de información de cualquier naturaleza, y especialmente los de obra civil que gestiona la Agencia.

Dentro del abanico de herramientas de trabajo que podrán usarse para la realización de proyectos y obras, habrá algunas que trabajen internamente en coordenadas locales y otras que trabajen en coordenadas globales. En cualquiera de los casos, es imprescindible que la coordinación de los modelos y que los modelos preparados y federados lo estén en coordenadas globales.

Es imprescindible que todos los modelos (tanto modelos como nubes de puntos) cumplan estos requisitos. Los consultores y contratistas que trabajen con la Agencia con herramientas que generen modelos en coordenadas locales, tendrán que velar por que, al ser compartidos, estos modelos sean exportados y compartidos en coordenadas globales.

Se verificará de la misma forma que las unidades del proyecto en el momento de la puesta en coordenadas sean metros [m], o en caso de que se defina lo contrario, esté claramente especificado en el PEB del proyecto, y aprobado anteriormente por el responsable de la Agencia.

Especialmente, cuando en una misma agrupación de modelos se utilicen softwares de diferente tipología, los responsables BIM del consultor y del contratista velarán porque estos modelos estén posicionados correctamente en coordenadas globales, con el mismo sistema de unidades (metros) y compartan un mismo sistema de referencias.

La no aplicación de todo lo anterior es una fuente recurrente de problemas de coordinación global de modelos de información. Al comienzo de los trabajos, junto con la definición en el Plan de Ejecución BIM del sistema de coordenadas, se entregará el modelo de prueba con sus modelos parciales geoposicionado, siendo esto, una condición básica para su aprobación.

A excepción de requerimiento expreso del contrato, para todos los contratos bajo metodología BIM de la Agencia, la situación, coordenadas y sistema geodésico de proyección de los puntos de origen del proyecto, referencias, bases de replanteo, etc, así como los atributos del modelo se definirán según el sistema geodésico de coordenadas ETRS89.

11.7.2 Norte geográfico y puntos de referencia

En apoyo de la correcta federación de los modelos BIM parciales de la actuación, y en ayuda a aportar contexto, se deberá definir un punto de referencia y representar el norte geográfico en los modelos de información BIM de la Agencia.

El punto de referencia se intentará posicionar en un punto representativo del proyecto, o en un punto de replanteo localizable físicamente en el entorno. Este punto de referencia servirá para comprobar de forma sencilla y visual la federación de modelos.

El norte geográfico deberá estar representado para terminar de comprobar el correcto geoposicionamiento del modelo, y deberá estar posicionado también en un punto fácilmente visible

de todos los modelos parciales de la actuación, de hecho y si es posible en el mismo punto para que se superpongan en la federación.

Tanto el posicionamiento y grafismo del punto de referencia y del norte geográfico deberá estar definido en el Plan de Ejecución Digital para su correcta verificación.

11.7.3 Niveles, ejes y rejillas

Como parte del sistema de organización de los modelos de información se hace esencial la definición de ejes, niveles y rejillas para los activos dependiendo de si se tratan de desarrollos lineales y/o superficiales, conforme a las unidades funcionales ya definidas anteriormente.

Todos los activos de desarrollo superficial deben llevar asociados y correctamente definidos en el Plan de Ejecución BIM un sistema de rejillas que apoye la definición en planta del activo y un sistema de niveles que apoye la definición por alturas representativas de la infraestructura, ya sea tomando como referencia la estructura, o la arquitectura del activo. El sistema de niveles y rejillas podrá ser definido dentro de un modelo independiente o como parte de alguno de los modelos de diseño. En cualquier caso, también deberá estar definido en el Plan de Ejecución BIM del contrato.

Como parte fundamental en los activos de la Agencia, cuando se desarrolle un levantamiento/diseño/construcción o mantenimiento de elementos de desarrollo lineal de cualquier tipo, y especialmente de infraestructura ferroviaria, se deberá hacer un registro del eje o ejes de trazado en el Plan de Ejecución BIM, definiendo al menos su denominación, codificación, longitud y PKs de inicio y final mediante tabla.

Los ejes de trazado deberán quedar registrados en los modelos BIM y se realizará por medio de un archivo en formato IFC 4.3, o superior empleando los ifctypes correspondientes y aplicando el sistema de clasificación por funciones. Los ejes deberán estar correctamente definidos en base a los criterios de la Agencia en cuanto a codificación y asignación de parámetros en los modelos de información mediante set de propiedades oficial, y su forma de aplicación definida en el Plan de Ejecución BIM del contrato.

11.7.4 Unidades y tolerancias

Se definirá y verificará que las unidades del proyecto en el momento de puesta en coordenadas están basadas en el Sistema Internacional de Medida y quedará definida cada unidad en el Plan de Ejecución BIM del contrato. En caso de que se definan unidades fuera del Sistema Internacional, sin estar requerido desde la Agencia, deberá estar previamente acordado con el responsable del contrato de la Agencia y deberá estar claramente especificado en el Plan de Ejecución BIM del contrato.

Los modelos se desarrollarán tan precisos como sea posible, de acuerdo con el nivel de detalle requerido. Las tolerancias que han de ser consideradas y respetadas varían en función de la tipología de elemento en cuestión, y de su naturaleza. Si proviene de la captura de la realidad dependerá de la tolerancia del origen de datos y deberá estar conforme a los requisitos de la Agencia para dicho contrato.

A continuación, se aporta el listado de unidades a respetar en los modelos BIM de la Agencia y en correspondencia con el Sistema Internacional:

MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA
Longitud	Metro (m)
Área	Metro cuadrado (m ²)
Volumen	Metro cúbico (m ³)
Ángulo	Grados sexagesimales (°)
Masa/Carga	Kilogramo (kg)
Pendiente	Porcentaje (%)

Tabla 12. Tabla de unidades de aplicación de la Agencia

11.7.5 Plantillas y referencias

Será muy recomendable que el contratista a la entrega del PEB y del modelo de prueba en IFC, aporte la estrategia de modelado en software nativo, y las plantillas a utilizar (nativas) incorporando los estándares de modelado como set de propiedades, normativa, familias básicas a emplear, estilos de visualización, cajetines para formalización de planos, exportaciones tipo a IFC, configuración de generación de planos procedentes de modelo, y todo lo que ayude a verificar que la posterior producción de modelos es conforme a los requisitos de la Agencia.

11.8 ELEMENTOS

A continuación, se definen los requisitos de los elementos que componen el modelo BIM de una actuación. En los puntos anteriores se han definido los requisitos a nivel modelo – modelos parciales, ahora es necesario incrementar el nivel de granulometría, incidiendo en la definición, alcance, tipificación y codificación de elementos, vital para generar modelos con el nivel de detalle necesario para su correcta definición en alcance y aplicabilidad de usabilidades BIM para los contratos de la Agencia.

Los elementos modelables son el grupo de elementos que deben ser tenidos en cuenta en los modelos de información BIM y que son necesarios ya sea para la representación de los diseños o para el desarrollo de cualquiera de los usos requeridos del modelo. El listado de elementos modelables normalmente se tipifica por la función que desempeña el elemento dentro de la actuación.

En el Anejo 18.19. Sistemas de clasificación asociados se incluye el apartado “2.1.- Clasificación por funciones” donde se hace referencia al listado completo de las tipologías de elementos que han de formar parte de los modelos como parte de los requerimientos de la Agencia para sus contratos, y que será línea vertebradora de la guía del modelo de información.

Estos elementos serán de obligada representación en los modelos a desarrollar en las condiciones de forma gráfica (niveles de desarrollo) y de datos (niveles de información) definidos en los apartados siguientes.

Cabe destacar que, en el listado de elementos, han sido excluidos elementos que, pudiendo representarse en un entorno digital, no aportan valor al proceso o el esfuerzo de su levantamiento en 3D no compensa el valor que aportaría al mismo. Un caso muy claro resulta las armaduras en el hormigón armado que no se considera necesario que formen parte de los modelos en la actualidad. Futuras actualizaciones de este Manual podrán implicar variaciones del conjunto de elementos definidos en función del avance de la digitalización y la tecnología aplicada al modelado BIM.

11.8.1 Nivel de información necesaria. LOIN

Se define como LOIN al nivel de información necesaria de los elementos de los modelos de información para poder cumplir con los objetivos para los que han sido creados. Esta definición procede de la ISO19650 y aporta un valor diferencial respecto al concepto anterior de LOD y LOI.

Una conclusión clara de la definición aportada por la ISO19650 es que el incremento de información en los modelos por encima de lo necesario puede llegar a ser absolutamente contraproducente por varios motivos como: tamaño de archivo, verificación de datos, coste y tiempo de ejecución del modelo, y especialmente, confiabilidad en sus datos.

Un modelo BIM no es mejor o de mayor calidad en función del número de datos que tiene, si no en función de la confiabilidad de estos, este concepto, va a vertebrar todos los apartados relacionados con la información de los modelos basada en sus elementos.

El LOIN, de forma práctica, se puede dividir a su vez en nivel de detalle gráfico y nivel de información (no gráfica) o de aplicación de set de propiedades a los elementos. Normalmente, la definición del nivel de detalle gráfico se asocia al LOD y el nivel de información al LOI. Esto conceptualmente no es del todo correcto ya que el LOD es el nivel de desarrollo del elemento y lleva implícito también nivel de información no gráfica, pero históricamente, se emplea el concepto de LOD para definir el detalle gráfico y el LOI, mediante set de propiedades, el nivel de información.

11.8.2 Nivel de detalle gráfico

El nivel de detalle geométrico define el grado de desarrollo que debe contener un elemento, su grado de exactitud digital respecto a la versión real dentro de los modelos BIM.

En el caso de la Agencia tomaremos como referencia de detalle gráfico de los elementos la definición y tipificación de LOD del último estándar publicado de "Level of Development Specifications" del BIM Forum Specs. Mayo 2020, referencia a nivel mundial, donde se proponen los niveles de desarrollo de los distintos elementos.

Aunque existen varios estándares que definen estos niveles, tanto nacionales como internacionales, ninguno de ellos cubre la totalidad de elementos del sector, por ello utilizaremos como guía el documento "Level of Development (LOD) Specification Part I" de BIMForum que es el más extendido de referencia mundial.

LOD	Realidad	Descripción
100	Proyectada	Conceptual: Representación simple de la reserva de la ocupación del espacio de un objeto con el detalle mínimo para ser identificable. La representación es tridimensional y poco detallada
200	Proyectada	Genérico: Un modelo genérico suficientemente modelado para identificar el tipo y los componentes. Las dimensiones de los elementos serán aproximadas.
300	Proyectada	Específico: Un objeto específico suficientemente modelado para identificar materiales de tipos y componentes, con las dimensiones exactas. Corresponde a una envolvente geométrica exacta de los elementos modelados.
300/500	Ejecutada	Un modelo que representa la forma ejecutada real del elemento que corresponde a su envolvente geométrica exacta. Este modelo se ajusta respecto al modelo de realidad proyectada en base a datos obtenidos de campo.
350	Proyectada	Específico con detalles de fabricación: Un objeto específico a un 300 con ciertos detalles especiales de fabricación sin ser suficientes como para fabricar el elemento completamente.
350/500	Ejecutada	Un modelo que representa la forma ejecutada real del elemento que corresponde a su envolvente geométrica exacta y que incorpora ciertos detalles de fabricación. Este modelo se ajusta respecto al modelo de realidad proyectada en base a datos obtenidos de campo.
400	Proyectada	Para fabricación: Un objeto suficientemente detallado, preciso y concreto que incluye todos los subcomponentes necesarios para permitir su fabricación.
400/500	Ejecutada	Un modelo que representa la forma ejecutada real del elemento que corresponde a su envolvente geométrica exacta y que incorpora todos los detalles de fabricación. Este modelo se ajusta respecto al modelo de realidad proyectada en base a datos obtenidos de campo.

Tabla 13. Tabla de definición de LOD de la Agencia

Cabe destacar la referencia incorporada a que la tipología de la realidad sea proyectada, o sea ejecutada. Esto se refiere a que los modelos que representan una realidad contrastada en obra (ejecutada) pueden tener un origen de los modelos de diversos niveles de desarrollo. Serán un valor como mínimo de LOD200 y como máximo LOD400, siendo el LOD500 la representación fidedigna el elemento construido conforme al nivel de desarrollo exigido.

Como norma general, se pueden hacer las siguientes consideraciones en apoyo a la aplicación práctica:

- Los niveles de desarrollo no son aplicables a los modelos sino a los elementos de los modelos. En un mismo modelo puede haber tipologías de elementos con niveles de desarrollo diferente. De forma simplificada se terminan aportando niveles de desarrollo normalmente por disciplinas para aportar criterios y requerimientos generales y sencillos.

- Se aconseja no requerir por encima de LOD300 en estados tempranos o medios de madurez BIM. Un nivel de detalle LOD300 para el conjunto de los elementos de los modelos es equivalente a un detalle de proyecto constructivo aproximadamente.
- En el caso de que la complejidad técnica de algún contrato lo exija, el responsable del contrato podrá exigir un nivel de detalle LOD superior (LOD 350-400) para ciertos elementos. El nivel exigido, así como los elementos a los que se refiere, deberá estar claramente especificado en los requerimientos BIM del contrato y posteriormente en el Plan de Ejecución BIM.
- Ante cualquier duda de aplicación de elementos, o nivel de desarrollo siempre será recomendable incluir notas o aclaraciones que ayuden a clarificar los requisitos BIM pretendidos en la licitación.

En base a lo anteriormente expuesto, se define a continuación los LOD aplicables a los elementos según la división por ciclo de vida definida por la Agencia. Esta tabla será tomada como referencia en los diferentes contratos de la Agencia y podrá ser modificada con el objetivo de aumentar (en caso de ser considerado necesario por el responsable del contrato) el LOD requerido en el contrato, pero en ningún caso para disminuir el nivel de detalle exigido.

CODIFI	TIPOLOGIA		LOD
MEA	Modelo de estado actual		500(*)
MDE	Modelo de demoliciones.	Previo a constructivo	200
		Constructivo	300
MPR	Modelo de proyecto	Previo a constructivo	200
		Constructivo	300
MOM00	Modelo de inicio de obra		300
MOM01	Modelo de obra mensual	Sin desarrollo de As Built	300
		Con desarrollo de As Built	300/500
MOT	Modelo de obra terminada		300/500
MMA00	Modelo para mantenimiento		300/500
MMA01	Modelo de mantenimiento mensual		300/500

Tabla 14. Tabla de definición de LOD por ciclo de vida del activo

(*) Aplicar LOD200 para elementos de la realidad construida o geográfica que no tengan interacción con el diseño, la construcción o el mantenimiento y sirvan solo de referencia del ámbito de actuación como edificios, urbanización o infraestructuras cercanas.

(*) Valorar LOD200 o 300 para elementos que sí representen la realidad construida de cualquier tipo y que interfieran en el diseño, construcción o mantenimiento en función de la necesidad.

(*) Aplicar LOD300 para la geografía del terreno siempre que interfiera con el diseño, construcción o mantenimiento del activo.

11.8.3 Nivel de desarrollo de la información. Set de propiedades

El nivel de desarrollo de la información (LOI) define el nivel de información asociada a cada uno de los elementos de un modelo de información BIM, mediante la aplicación del set de propiedades adjunto a cada uno de ellos.

En función de la cantidad y nivel de información contenida, se llegará a un nivel de información diferente requerido, normalmente asociado a cada fase del ciclo de vida del activo. La información asociada a los elementos son los atributos que contienen y que caracterizan el elemento para los diferentes objetivos buscados.

Estos atributos, también llamados parámetros, metadatos o propiedades, son de diversa índole. Para que esta caracterización de los elementos de los modelos sea útil, es clave la protocolización y estandarización de las propiedades que contienen para que, independientemente del autor de los modelos, estos atributos estén clasificados, nombrados y ordenados de forma homogénea para el conjunto de los modelos de la Agencia.

Los niveles de información (LOI), a diferencia del LOD no tienen estrictamente escala de desarrollo. Los LOI son agrupaciones de propiedades estandarizadas de los elementos que han de cumplirse para que los modelos preparados sean válidos. Si es cierto, que conforme se realiza la maduración del modelo BIM del activo durante su ciclo de vida es bastante habitual que el nivel de información vaya aumentando proporcionalmente a la fase de desarrollo: diseño - construcción - mantenimiento.

La gestión de estos sets de propiedades busca ser una estrategia integral y unificadora permitiendo un alto grado de replicabilidad de estrategias de revisión y control de un proyecto a los siguientes.

Hay que recordar y darle máxima atención a que los elementos al ser exportados a formato interoperable IFC generan un set de propiedades específico de IFC y que depende de la correcta asignación del "ifcelement", se puede consultar el Anejo 18.19. Sistemas de clasificación asociados *en su* apartado "2.1.- Clasificación por funciones" para identificar dicha clasificación de elementos por "ifcelement" contra la clasificación por funciones

Todos los atributos están agrupados en conjuntos de propiedades que acotan a nivel funcional el uso que se le va a dar a ese paquete de propiedades. A ese conjunto de propiedades que se asigna a los elementos de un modelo se le llama set de propiedades.

Estas propiedades y ya dentro de la definición oficial del set de propiedades de la Agencia, incluyen las relacionadas con la identificación del elemento en la infraestructura, propiedades relativas a la información del proyecto, de la obra, y la gestión de la conservación y el mantenimiento, entre otras. Aquí hay que volver a recordar el concepto de LOIN, nivel de información necesario, no requiriendo

modelos con atributos que no sean necesarios para esa fase del activo o para la aplicación de los usos BIM requeridos por la Agencia desde la licitación.

Dependiendo de la fase del ciclo de vida del activo, se usará uno o varios sets de propiedades particularizados. Estos sets de propiedades serán obligatorios para todos los elementos contenidos en los modelos y podrán ser auditados y verificados de forma integral en los procesos de revisión conforme a los estándares digitales de la Agencia en cuanto a Control de Calidad.

Se definen los sets de propiedades generales dentro de la estructura de datos homogeneizados de la Agencia. La definición de atributos, su contenido y procedimiento de elaboración están incluidos en el "Anejo 18.20. Set de Propiedades".

Estos sets de propiedades personalizados serán preparados en los modelos nativos antes de la entrega de la información. Estos niveles y estructura organizativa de atributos entorno a set de propiedades deberán también ser plenamente visibles y operables en formatos OpenBIM (IFC).

Para salvaguardar también la estructura de información del formato IFC y por tanto el set de propiedades nativo de IFC, en la lista de elementos se aporta la clase de ifc asignable a cada uno de los elementos, que deberá ser cumplida para la generación de modelo interoperables en IFC que apoyen la transmisión de la información entre fases y especialmente al Gemelo Digital BIM, como se ha comentado en párrafos anteriores.

Para todo esto, será obligatorio solicitar al comienzo de los trabajos y junto al Plan de ejecución BIM, la prueba piloto que permita verificar que con el software que se estarán preparando los modelos y que el personal técnico participante es capaz de generar la estructura de datos requerida tanto en el formato nativo como en su exportación a IFC en la versión que corresponda.

11.8.4 Sistemas de clasificación de elementos

Los sistemas de clasificación de elementos son una parte fundamental de la estrategia de gestión de la información dentro de los modelos de información. Para la Agencia su aplicación para consulta, segregación y auditoría de datos en los modelos BIM es estratégica.

Lo que se busca mediante la creación y homogeneización de sistemas de clasificación de elementos es un mayor grado de estandarización y trazabilidad de la información generada en proyectos y obras.

En la actualidad existen diferentes sistemas de clasificación de elementos en el sector, Uniclass, Omniclass, Uniformat, Masterformat, etc., normalmente por países u organizaciones, pero no tienen el suficiente grado de definición para clasificar el conjunto de elementos de obra civil ferroviaria y el contexto de cada uno de los países u organizaciones.

Sobre esta base, la Agencia, desde hace años está adherida al Rail Innovation Hub, organización empresarial sin ánimo de lucro que promueve el avance de los sistemas ferroviarios, y en particular respecto a la metodología BIM. En los grupos de trabajo definidos desde hace años en materia BIM se ha terminado consiguiendo un sistema de clasificación para ferrocarriles en materia BIM que ha tenido en cuenta la idiosincrasia del país, al haber sido realizada por organizaciones españolas.

Debido a esto, los sistemas de clasificación a emplear por la Agencia para los elementos de sus modelos, como se ha podido ver en la definición oficial del set de propiedades, provienen literalmente o particularizados, en muchos de sus casos, del Rail Innovation Hub, como se puede consultar en el "Anejo.18.19. Sistemas de clasificación", siendo el sistema de clasificación fundamental de elementos el obtenido por "funciones".

SCF Clasificación BIM Ferroviaria 

Nombre: Clasificación por FUNCIONES
 Versión: V02
 Descripción: Tabla estándar para clasificar elementos BIM según la función que desempeñan.
 Fuentes: <https://www.railinnovationhub.com/>
 Fecha de edición: 31/12/2022
 Tipo de relación: 1-1 (una clase por elemento). Aplica a cualquier ifcElement (elemento 3D en formato ifc) en las clases indicadas en nivel 4 del árbol y con la entidad ifcType predefinido indicados en las columnas ENTIDAD IFC / TIPO PREDEFINIDO IFC.

NIVEL	NIVEL	NIVEL	NIVEL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD MEDICIÓN	ENTIDAD IFC	TIPO PREDEFINIDO IFC	COMENTARIOS
FUN	ENT			FUN	Función				
FUN	ENT	010		FUN.ENT.010	Simbólica				No aplica
FUN	ENT	010	010	FUN.ENT.010.010	Origen de coordenadas	ud	IfcCartesianPoint		NO TIENE SUBTIPOS
FUN	ENT	010	020	FUN.ENT.010.020	Red o malla	ud	IfcGrid		UNDEFINED
FUN	ENT	020		FUN.ENT.020	Áreas arboladas				No aplica
FUN	ENT	020	010	FUN.ENT.020.010	Árbol	ud	IfcGeographicElement		VEGETATION
FUN	ENT	020	020	FUN.ENT.020.020	Arbusto	ud	IfcGeographicElement		VEGETATION
FUN	ENT	030		FUN.ENT.030	Parcelas				No aplica
FUN	ENT	030	010	FUN.ENT.030.010	Parcela completa	m2	IfcAnnotation		ASSUMEDAREA
FUN	ENT	030	020	FUN.ENT.030.020	Subparcela	m2	IfcAnnotation		ASSUMEDAREA
FUN	ENT	030	030	FUN.ENT.030.030	Línea	m2	IfcAnnotation		ASSUMEDAREA
FUN	ENT	030	040	FUN.ENT.030.040	Vallado parcelario	m	IfcWall		UNDEFINED
FUN	ENT	040		FUN.ENT.040	Volúmenes				No aplica
FUN	ENT	040	010	FUN.ENT.040.010	Volúmen edificatorio	m3	IfcSpace		NO TIENE SUBTIPOS
FUN	ENT	040	020	FUN.ENT.040.020	Infraestructura existente	ud	IfcSpace		NO TIENE SUBTIPOS
FUN	ENT	040	030	FUN.ENT.040.030	Servicio existente	ud	IfcSpace		NO TIENE SUBTIPOS
FUN	ENT	040	040	FUN.ENT.040.040	Terreno	m2	IfcGeographicElement		TERRAIN
FUN	ENT	040	050	FUN.ENT.040.050	Subsuelo existente	m3	IfcGeographicElement		TERRAIN

Figura 30.- Clasificación por funciones

11.9 IFC Y LA INTEROPERABILIDAD

La Agencia apuesta por la gestión de modelos de información abierta, alineándose con los objetivos promovidos internacionalmente por la mayoría de las organizaciones públicas y de apoyo al BIM.

Por esta razón, la Agencia debe mantener un compromiso decidido con la gestión de modelos en formatos abiertos, particularmente en el formato ".ifc" (Industry Foundation Classes), reconocido como el estándar abierto de referencia en el sector. Este es un formato de intercambio neutral, no asociado a ninguna empresa comercial, que se está promoviendo internacionalmente en el sector de la construcción.

En la "Guía de digitalización y gemelo digital BIM" se puede consultar la estrategia OpenBIM de la Agencia, con los formatos más habituales, la estructura de datos planteada en función de la versión a promover (IFC4), y su íntima relación con el Gemelo Digital BIM gracias a su gran interoperabilidad.

12 GUÍA DE DIGITALIZACIÓN Y GEMELO DIGITAL BIM

12.1 OBJETO Y ALCANCE

La presente guía establece los principios metodológicos y tecnológicos para la generación, evolución y explotación del Gemelo Digital BIM de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA).

El Gemelo Digital BIM se concibe como la evolución natural de la metodología BIM aplicada en los contratos de planificación, diseño, construcción, mantenimiento y explotación de infraestructuras gestionadas por la Agencia.

Su objetivo es proporcionar una representación digital integrada y dinámica de los activos, combinando información procedente de:

- modelos BIM y datos geoespaciales
- captura de realidad mediante escaneado 3D
- datos operacionales procedentes de los sistemas de explotación de las infraestructuras

De este modo, el Gemelo Digital BIM permite representar tanto la estructura física del activo como su comportamiento operativo, facilitando la gestión, monitorización y toma de decisiones sobre las infraestructuras públicas.

12.2 PROCESO DE DIGITALIZACIÓN

El proceso de digitalización de infraestructuras de la Agencia se articula sobre la metodología BIM como base estructural de la información, complementada con tecnologías de captura de realidad y sistemas geoespaciales.

La digitalización se organiza en tres niveles principales:

Digitalización geométrica

Consiste en la obtención de la geometría digital del activo mediante diferentes fuentes de información, entre ellas:

- Modelos BIM desarrollados en fase de proyecto y obra.
- Levantamientos mediante nubes de puntos LiDAR.
- Fotogrametría y escaneado 3D.
- Integración de cartografía y modelos CAD existentes.

Estas fuentes permiten generar modelos digitales del activo que posteriormente serán integrados en el entorno BIM de la Agencia.

Digitalización semántica

Una vez obtenida la geometría del activo, se procede a estructurar la información asociada mediante:

- Clasificación de elementos.
- Definición de propiedades.
- Asociación con sistemas de mantenimiento y explotación.

Esta información se gestiona en modelos BIM estructurados conforme a estándares abiertos como IFC, permitiendo su interoperabilidad con diferentes plataformas tecnológicas.

Digitalización geoespacial

Los modelos BIM se integran posteriormente en un entorno geoespacial, permitiendo su contextualización territorial y su conexión con otras infraestructuras, servicios y sistemas urbanos.

Esta integración permite relacionar los activos gestionados por la Agencia con información territorial como:

- cartografía base
- modelos digitales del terreno
- redes de transporte
- datos ambientales
- información urbana

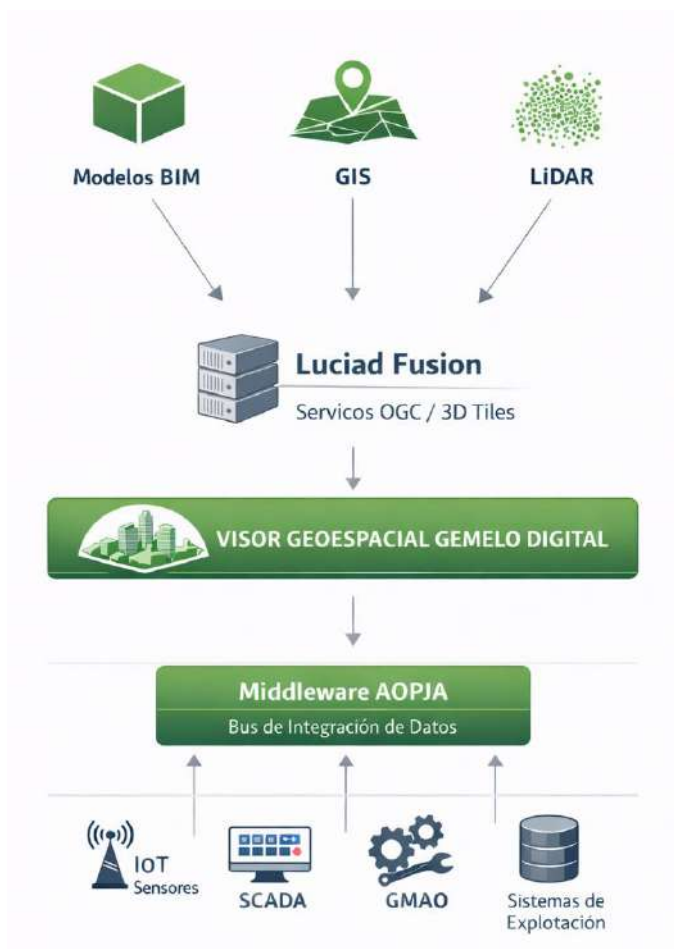
Este enfoque permite evolucionar desde modelos BIM aislados hacia una visión territorial integrada de las infraestructuras.

12.3 OBTENCIÓN DE GEMELO DIGITAL

El Gemelo Digital BIM de la Agencia se construye mediante la integración de tres componentes fundamentales:

- Modelo DIGITALES (BIM GIS LIDAR) del activo
- Contexto geoespacial
- Datos operacionales en tiempo real

Arquitectura del Gemelo Digital BIM



La arquitectura conceptual adoptada por la Agencia se estructura en tres niveles principales:

1. Nivel de información BIM

Este nivel se basa en los modelos BIM generados durante el ciclo de vida del activo y gestionados mediante el Entorno Común de Datos (CDE) de la Agencia.

El CDE actúa como repositorio central de información, garantizando:

- trazabilidad documental
- control de versiones
- acceso estructurado a la información
- coordinación entre agentes

Los modelos BIM constituyen la base informacional sobre la cual se construye el Gemelo Digital.

2. Nivel geoespacial

Sobre el modelo BIM se incorpora un nivel geoespacial integrador, cuya función es contextualizar los activos dentro del territorio y permitir la integración de múltiples tipos de información gráfica.

Este nivel permite visualizar e integrar:

- modelos BIM
- cartografía GIS
- datos LiDAR
- información CAD
- capas territoriales
- infraestructuras existentes

Para garantizar la interoperabilidad entre sistemas, la Agencia adopta estándares abiertos del Open Geospatial Consortium (OGC), entre ellos:

- WMS (Web Map Service)
- WFS (Web Feature Service)
- 3D Tiles
- GeoJSON

Estos estándares permiten que diferentes plataformas y sistemas puedan intercambiar información geoespacial de forma transparente.

3. Nivel de datos operacionales

El tercer nivel del Gemelo Digital BIM incorpora la información operativa generada durante la explotación del activo.

Entre las fuentes de datos que pueden integrarse se encuentran:

- sensores IoT
- sistemas SCADA
- sistemas GMAO
- información de tráfico y movilidad
- datos ambientales
- sistemas de gestión de infraestructuras

La integración de estos datos permite que el Gemelo Digital evolucione desde una representación estática del activo hacia una plataforma dinámica de monitorización y análisis del comportamiento de la infraestructura.

12.4 MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN

El Gemelo Digital BIM de la Agencia se materializa como una plataforma operativa que integra dos flujos principales de información:

- la digitalización del entorno construido, basada en modelos BIM, información GIS y captura de realidad mediante tecnologías LiDAR
- la obtención de datos operativos, procedentes de los sistemas de explotación de las infraestructuras

La arquitectura tecnológica de esta plataforma se compone de tres elementos principales:

Luciad Fusion: Servidor geoespacial encargado de federar y publicar la información procedente de modelos BIM, datos GIS y nubes de puntos LiDAR mediante estándares abiertos OGC.

Visor geoespacial del Gemelo Digital: Aplicación que permite visualizar e interactuar con la información digital del activo dentro de su contexto territorial.

Middleware de integración de datos de la AOPJA: Sistema encargado de capturar, gestionar y orquestar los datos operacionales procedentes de los sistemas de explotación de las infraestructuras.

En esta arquitectura:

- los modelos BIM, datos GIS y LiDAR se integran a través de Luciad Fusion
- los datos operacionales procedentes de IoT, SCADA, GMAO y otros sistemas se gestionan mediante el middleware
- ambos flujos convergen en el visor geoespacial del Gemelo Digital, donde la información se relaciona mediante un entorno geoespacial y semántico común

Gracias a esta integración es posible vincular los elementos del modelo digital con los datos operativos asociados a la infraestructura, permitiendo representar no solo la estructura física del activo, sino también su comportamiento durante la explotación.

Gestión operativa del Gemelo Digital

El mantenimiento y evolución del Gemelo Digital BIM requiere una gestión continua de los flujos de información, así como la supervisión de los sistemas que permiten su funcionamiento.

Para ello, la Agencia establece una estructura de roles específicos encargados de supervisar el funcionamiento y evolución del Gemelo Digital.

Gemelo Digital BIM Manager

El Gemelo Digital BIM Manager es el responsable de la supervisión general del Gemelo Digital BIM desde el punto de vista de la gestión del modelo del activo y su coherencia con la información generada durante el ciclo de vida de la infraestructura.

Entre sus principales funciones se encuentran:

- supervisar la integración de modelos BIM, información GIS y datos LiDAR en la plataforma
- garantizar la coherencia semántica entre los elementos del modelo y la información operativa asociada
- coordinar los procesos de actualización del modelo del activo (AIM)
- supervisar la publicación de nueva información procedente de proyectos, obras o procesos de digitalización
- promover la evolución funcional del Gemelo Digital BIM en función de las necesidades de la Agencia

Este rol garantiza que la información estructural del activo se mantenga actualizada y correctamente integrada dentro del entorno digital.

Middleware Manager

El Middleware Manager es el responsable de la gestión y supervisión del sistema de integración de datos operacionales.

Entre sus funciones se incluyen:

- gestionar la integración de datos procedentes de sistemas IoT, SCADA, GMAO y otras plataformas operacionales
- supervisar los flujos de datos en tiempo real
- garantizar la normalización y estandarización de los datos operativos
- mantener la interoperabilidad entre sistemas de explotación y la plataforma del Gemelo Digital
- asegurar la correcta disponibilidad de los servicios de datos consumidos por el visor geoespacial

Este rol garantiza que la información operativa generada por las infraestructuras pueda ser consumida de forma fiable y estandarizada dentro del Gemelo Digital.

Procesos de actualización y publicación de la información

El Gemelo Digital BIM se basa en procesos continuos de actualización de la información, que permiten mantener la correspondencia entre la infraestructura física y su representación digital.

Estos procesos incluyen:

- incorporación de nuevos modelos BIM procedentes de proyectos y obras
- actualización de información del modelo del activo durante intervenciones de mantenimiento
- incorporación de nuevas capas de información geoespacial

- integración de nuevas fuentes de datos operacionales

La información actualizada se publica mediante los servicios geoespaciales gestionados por Luciad Fusion y mediante los servicios de datos proporcionados por el middleware, garantizando su disponibilidad para el visor geoespacial del Gemelo Digital.

Divulgación y acceso a la información

El Gemelo Digital BIM se concibe como una herramienta de apoyo a la gestión de infraestructuras, pero también como un medio para facilitar el acceso a la información a los diferentes usuarios de la Agencia.

A través del visor geoespacial del Gemelo Digital, los usuarios pueden acceder a la información de los activos según sus perfiles y necesidades, permitiendo:

- visualizar la infraestructura en su contexto territorial
- consultar información técnica de los activos
- analizar datos operativos en tiempo real
- apoyar procesos de mantenimiento, planificación y toma de decisiones

La correcta divulgación y accesibilidad de la información constituye uno de los principios fundamentales del Gemelo Digital BIM, garantizando que la información generada a lo largo del ciclo de vida del activo pueda ser utilizada de forma eficiente por los diferentes equipos técnicos y gestores de la Agencia.

13 ROLES Y RESPONSABLES

13.1 ROLES BIM EN LA AGENCIA

En coherencia con la serie UNE-EN ISO 19650, la Agencia actúa como Parte Contratante (Appointing Party), asumiendo la responsabilidad de definir los requisitos de información, establecer los marcos de trabajo y supervisar el cumplimiento de los objetivos BIM a lo largo del ciclo de vida del activo.

En este contexto, la Agencia articula su organización BIM mediante una estructura funcional que combina roles estratégicos, de gestión y de supervisión técnica, alineados con los principios de gobernanza del dato, calidad de la información e interoperabilidad.

13.1.1 Responsable del contrato

Tras la adopción de la metodología BIM en todo el ciclo de vida de la gestión de las infraestructuras, el personal técnico responsable de los contratos debe reforzar su competencia para trabajar en entornos digitales. En coherencia con los nuevos requerimientos propios del trabajo colaborativo bajo metodología BIM, estos profesionales deben ser capaces de adaptar sus funciones actuales al nuevo marco digital.

Si bien las labores de supervisión técnica y contractual de proyectos y obras mantienen su esencia, la metodología BIM introduce una serie de nuevas responsabilidades comunes a todas las fases del ciclo de vida del activo, entre las que destacan:

- Definir con precisión el alcance de los trabajos a desarrollar bajo metodología BIM.
- Redactar los requisitos técnicos y contractuales en los pliegos.
- Establecer los objetivos y usos BIM específicos para cada contrato.
- Evaluar y valorar las ofertas presentadas en función de dichos requerimientos.
- Revisar y aprobar el Plan de Ejecución BIM (PEB) del contrato.
- Realizar el seguimiento y control de los usos BIM definidos.
- Supervisar los proyectos y obras a partir de modelos digitales.
- Controlar la calidad y aprobar los modelos entregados.
- Velar por la correcta evolución de los modelos a lo largo de todas las fases del ciclo de vida.

Además, el responsable del contrato deberá asumir funciones específicas según la fase contractual:

Fase de redacción de proyectos:

- Verificar la coherencia de los modelos respecto a los objetivos contractuales, los estándares de AOPJA y las tolerancias establecidas.
- Ajustar el nivel de desarrollo (LOD) a las necesidades de información del contrato.
- Garantizar la correcta definición de los modelos en cuanto a conjuntos de propiedades y nivel de información (LOI).
- Supervisar la trazabilidad entre modelos, mediciones, presupuestos y documentación gráfica derivada.

Fase de ejecución de obra, junto con la Dirección Facultativa:

- Controlar la correcta aplicación de los usos BIM conforme a los objetivos del contrato.
- Asegurar la funcionalidad y coherencia de los modelos durante su actualización hasta alcanzar el estado "As Built".
- Revisar y ajustar los niveles de desarrollo (LOD) en función del avance y modificaciones de la obra.
- Comprobar la trazabilidad y correspondencia entre los modelos y la documentación técnica asociada.
- Garantizar la constructibilidad de las soluciones modeladas.

De manera progresiva, el personal técnico deberá incorporar estas competencias y procedimientos para seguir aportando valor añadido en la revisión y supervisión de los proyectos y obras desde una perspectiva digital.

13.1.2 Responsable BIM del contrato

Cualquier contrato en fase de redacción de proyecto u obra desarrollado en el contrato deberá contar con un perfil integrado en la Oficina de Gestión BIM (BMO) de la Agencia, cuyas funciones a nivel organizativo serán las siguientes:

- Asegurar y revisar la estrategia conforme a requerimientos del plan de ejecución BIM.
- Encargado de confirmar y asegurar la correcta implementación e interoperabilidad de los recursos y tecnología de información en la gestión de la información BIM de un contrato.
- Asegurar el cumplimiento de MIDP y matriz de responsabilidades contenida en el Plan de Ejecución BIM.
- Asegurar la coordinación en la elaboración del modelo de información de la naturaleza que sea.
- Asegurar la configuración de los contenedores de información.
- Asegurar la vinculación de modelos de información federados de las distintas especialidades.
- Asegurar la no existencia de incompatibilidades e interferencias en las soluciones mediante modelos de información.
- Asegurar que los modelos de información se mantengan actualizados.
- Asegurar que los modelos de información cumplan con los estándares definidos en este Manual BIM y sus anejos.
- Asegurar la comunicación dentro del equipo de trabajo y entre todos los agentes involucrados.
- Asegurar una correcta extracción de información a partir del modelo de información.
- Revisar y validar los modelos de información generados por parte del equipo de ejecución en las entregas y en los intercambios de información.

13.2 ROLES BIM EN TERCEROS

El equipo técnico necesario para el desarrollo del contrato será el indicado a continuación, cumpliendo siempre los mínimos exigidos en la solvencia técnica del PCP y el equipo técnico de ejecución BIM incluido en el apartado 4 del PTP.

No solo es posible sino además deseable que los componentes del equipo técnico de redacción del proyecto y fase de obra se repitan por cada disciplina en el equipo técnico de ejecución BIM.

El equipo técnico de ejecución BIM del contrato deberá adaptarse al volumen de la producción, y contendrá como mínimo los siguientes componentes según se desarrolle en fase de proyecto u obra.

13.2.1 Fase de proyecto

Responsable BIM (BIM Manager)

Responsable de toda la gestión BIM del contrato y cuyas funciones serán como mínimo las siguientes:

- Aplicar los flujos de trabajo en el proyecto.
- Atender las necesidades del equipo de proyecto. Configuración, estructura y selección de estrategias.
- Proponer y coordinar la definición, implementación y cumplimiento del PEB.
- Responsable de la tecnología y procesos que permitan la correcta integración de toda la información del modelo entre especialidades.
- Colaborar en la estrategia de comunicación entre agentes.
- Facilitar el uso de formatos de intercambio estándar.
- Facilitar la correcta clasificación de los elementos.
- Coordinar los perfiles y roles de acceso a la información.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

Asistirá a todas las reuniones de seguimiento que organice la AOPJA.

Coordinador BIM

Responsable de la coordinación BIM del contrato. Sus funciones serán como mínimo las siguientes:

- Ejecutar las directrices del BIM Manager.
- Garantizar el buen uso de la plataforma de repositorio de información (CDE).
- Garantizar que el entorno tecnológico (programas, maquinaria y red) esté implantado y en correcto uso.

- Garantizar el cumplimiento de Usos BIM marcados por el BIM manager.
- Coordinar de modelo BIM federado de las distintas disciplinas.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

Coordinador BIM de disciplina

El coordinador BIM de disciplina realiza las funciones de coordinación y ejecución de modelos BIM en su disciplina. Las responsabilidades serán, como mínimo, las siguientes:

- Gestionar la generación del modelo relacionado con su disciplina técnica.
- Solucionar los problemas de su equipo relacionados con los aspectos BIM del contrato.
- Asesorar el equipo en el uso de las herramientas BIM necesarias.
- Crear los contenidos BIM específicos de la disciplina.
- Exportar el modelo de disciplina de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con los de las otras disciplinas.
- Realizar el control de calidad y la resolución de las colisiones específicas de su disciplina.
- Elaborar los entregables propios de su disciplina de acuerdo con los formatos prescritos.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

Responsable de la Gestión de la información y Control de calidad BIM

Responsable, no perteneciente al equipo de producción del contrato, de velar porque se cumplan los estándares fijados respecto a metodología BIM por el Plan de Aseguramiento de la Calidad de la actuación (PAC) que será redactado por el Adjudicatario. Su misión principal será la revisión interna de la documentación del contrato antes de ponerlo a disposición de la AOPJA.

13.2.2 Fase de obra

Responsable BIM Obra

Responsable de toda la gestión BIM del contrato y cuyas funciones serán como mínimo las siguientes:

- Desarrollar el Plan de ejecución BIM y asegurar su cumplimiento.
- Garantizar la aplicación y cumplimiento del EIR del contrato.
- Auditar el modelo de diseño y proponer su adaptación a la fase de construcción.
- Liderar el proceso de evolución del modelo de proyecto al modelo constructivo.

- Liderar el proceso de evolución del modelo hasta el "As Built", garantizando la calidad tanto geométrica como de información de los elementos construidos.
- Promover y garantizar la "usabilidad" de los modelos para los objetivos y usos pretendidos.
- Definir el entorno tecnológico idóneo, incluyendo la prescripción de programa, maquinaria y red estructurada.
- Definir los procesos de coordinación, revisión de diseño, y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de conflictos detectados.
- Garantizar la exportación y extracción de datos de los modelos actualizados, de acuerdo con los requisitos específicos de cada fase.
- Asegurar que las transferencias de información y los entregables se realizan en los formatos prescritos.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

Oficina Técnica BIM Obra

Responsables de la coordinación y ejecución de modelos BIM del contrato. Sus funciones serán como mínimo las siguientes:

- Gestionar la generación del modelo relacionado con su disciplina técnica.
- Ejecutar las directrices del Responsable BIM.
- Producir los modelos relativos a su fase.
- Solucionar los problemas de su equipo relacionados con los aspectos BIM del contrato.
- Asesorar el equipo en el uso de las herramientas BIM necesarias.
- Crear los contenidos BIM específicos de la disciplina.
- Exportar el modelo de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con los de las otras disciplinas.
- Realizar el control de calidad y la resolución de las colisiones específicas de su responsabilidad.
- Elaborar los entregables propios de su disciplina de acuerdo con los formatos prescritos.

Las personas designadas tendrán los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

El contratista dispondrá en obra de una sala BIM con los recursos necesarios de hardware, software y conectividad para que las reuniones técnicas programadas se realicen entorno a los modelos BIM.

Control de calidad BIM

Responsable, no perteneciente al equipo de producción del contrato, de velar porque se cumplan los estándares fijados para el contrato. Su misión principal será la revisión interna de la documentación del contrato antes de ponerlo a disposición de AOPJA.

13.3 ROLES ASOCIADOS AL GEMELO DIGITAL

La implantación y operación del Gemelo Digital BIM de la Agencia requiere la definición de roles específicos encargados de garantizar el correcto funcionamiento, evolución y gobernanza de la plataforma.

Estos roles complementan la estructura organizativa definida para la gestión BIM en los contratos y se centran en la gestión operativa del ecosistema digital durante las fases de mantenimiento y explotación de las infraestructuras.

En el contexto del Gemelo Digital BIM de la Agencia se identifican dos roles principales:

- Gemelo Digital BIM Manager
- Middleware Manager

Ambos roles trabajan de forma coordinada para garantizar la correcta integración entre el modelo digital del activo y los datos operativos generados por los sistemas de explotación de la infraestructura.

Gemelo Digital BIM Manager

El Gemelo Digital BIM Manager es el responsable de la supervisión y gestión del modelo digital del activo dentro de la plataforma de Gemelo Digital BIM.

Su función principal consiste en garantizar que la representación digital de las infraestructuras gestionadas por la Agencia se mantenga coherente, actualizada y correctamente integrada dentro del entorno geoespacial del gemelo digital.

Entre sus principales responsabilidades se incluyen:

- Supervisar la integración de modelos BIM, información GIS y datos LiDAR en la plataforma del Gemelo Digital
- Garantizar la correcta georreferenciación y estructuración de los modelos digitales
- Asegurar la coherencia semántica entre los elementos del modelo BIM y los datos operativos asociados
- Coordinar los procesos de actualización del Modelo de Información del Activo (AIM)
- Supervisar la incorporación de nuevos modelos procedentes de proyectos, obras o procesos de digitalización
- Validar la publicación de información geoespacial mediante los servicios del servidor geoespacial

- Coordinar con los equipos de mantenimiento y explotación la evolución del modelo digital del activo
- Promover la mejora continua de la plataforma del Gemelo Digital en función de las necesidades de la Agencia

Este rol actúa como responsable de la gestión del modelo digital del activo dentro del Gemelo Digital, asegurando que la información estructural de las infraestructuras se mantenga alineada con su estado real.

Middleware Manager

El Middleware Manager es el responsable de la gestión y supervisión del sistema de integración de datos operacionales que alimenta el Gemelo Digital BIM.

Su función principal consiste en garantizar la correcta captura, gestión y distribución de los datos generados por los sistemas de explotación de las infraestructuras.

Entre sus principales responsabilidades se incluyen:

- Gestionar la integración de datos procedentes de sistemas IoT, SCADA, GMAO y otras plataformas operacionales
- Supervisar los flujos de datos en tiempo real que alimentan el Gemelo Digital
- Garantizar la normalización y estructuración de los datos operativos
- Asegurar la interoperabilidad entre los sistemas de explotación y la plataforma del Gemelo Digital
- Mantener las interfaces de integración y los servicios de datos consumidos por el visor geoespacial
- Supervisar la disponibilidad y rendimiento del sistema de integración de datos
- Coordinar la incorporación de nuevas fuentes de información operativa
- Garantizar que los datos operacionales puedan ser consumidos de forma estandarizada por las aplicaciones del Gemelo Digital

Este rol actúa como responsable de la gestión del flujo de datos operativos del Gemelo Digital, asegurando la correcta integración entre los sistemas de explotación de la infraestructura y la plataforma digital.

Coordinación entre roles

El correcto funcionamiento del Gemelo Digital BIM requiere una coordinación continua entre el Gemelo Digital BIM Manager y el Middleware Manager.

Mientras que el primero es responsable de la estructura y coherencia del modelo digital del activo, el segundo garantiza la correcta integración de los datos operativos que describen su comportamiento.

La coordinación entre ambos roles permite mantener un entorno geoespacial y semántico común, en el que los elementos del modelo digital pueden relacionarse con la información operativa procedente de los sistemas de explotación de la infraestructura.

De esta forma se garantiza que el Gemelo Digital BIM evolucione como una plataforma integrada de gestión de infraestructuras, capaz de representar tanto la estructura física de los activos como su comportamiento durante la explotación.

13.4 SOLVENCIAS RECOMENDADAS EN CONTRATOS

Para garantizar una asignación de personal que garantice la consecución de objetivos para cada rol, se plantea unos criterios de solvencias recomendadas en los contratos de proyecto y obra:

Rol	Formación mínima	Experiencia
Responsable BIM	Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES	Experiencia mínima demostrable de 2 años en rol similar.
Coordinador BIM	Ingeniero técnico o titulación similar con la correspondencia a nivel 2 del MECES	Experiencia mínima demostrable de 1 años en rol similar.
Coordinador BIM de disciplinas	Técnico Superior con la correspondencia a nivel 1 del MECES	Experiencia mínima demostrable de 1 años en rol similar.
Responsable de la Gestión de la información y Control de calidad BIM	Técnico Superior con la correspondencia a nivel 1 del MECES	Experiencia mínima demostrable de 1 años en rol similar.
Oficina Técnica BIM	Técnico Superior con la correspondencia a nivel 1 del MECES	Experiencia mínima demostrable de 1 años en rol similar.

Figura 31.- Solvencia recomendada en contratos

14 ENTREGABLES DIGITALES

14.1 DEFINICIÓN Y REQUISITOS

Los entregables digitales constituyen el resultado formal del proceso de producción, gestión y validación de la información desarrollado bajo la metodología BIM y su evolución hacia el Gemelo Digital BIM, y representan el soporte principal para la toma de decisiones, la trazabilidad contractual y la explotación futura de los activos gestionados por la Agencia.

Se entiende por entregable digital cualquier conjunto estructurado de información generado en el marco de un contrato, producido conforme a los requisitos establecidos por la Agencia, y entregado a

través del Entorno Común de Datos (CDE), con independencia de su formato o soporte tecnológico. Estos entregables pueden incluir, entre otros, modelos de información BIM, modelos federados, conjuntos de datos asociados, documentación gráfica y alfanumérica, informes automatizados, bases de datos, y ficheros de intercambio interoperable.

Todas las entregables digitales producidos en contratos de la Agencia deberán cumplir, como mínimo, los siguientes requisitos generales:

- **Alineación normativa:** Los entregables deberán ajustarse a los principios y procesos establecidos en la serie UNE-EN ISO 19650, así como a los criterios definidos en el presente Manual y sus guías asociadas.
- **Interoperabilidad y formatos abiertos:** La información se entregará prioritariamente en formatos abiertos y estandarizados, garantizando la neutralidad tecnológica y la reutilización futura. En particular:
 - IFC como formato principal para modelos BIM.
 - BCF para la comunicación de incidencias y coordinación.
 - Formatos abiertos adicionales para datos tabulares, geoespaciales o documentales cuando aplique.
- **Estructuración y clasificación de la información:** Los entregables deberán seguir los sistemas de clasificación, codificación y jerarquía de modelos definidos por la Agencia, asegurando coherencia entre disciplinas, fases y unidades funcionales del activo.
- **Adecuación al nivel de información requerido:** Cada entregable deberá cumplir el Nivel de Información Necesaria (LOIN) definido para su hito, incluyendo:
 - Nivel de detalle geométrico.
 - Nivel de desarrollo de la información.
 - Conjunto de propiedades y atributos exigidos.
- **Gestión a través del Entorno Común de Datos (CDE):** Todos los entregables se producirán, validarán y entregarán exclusivamente a través del CDE corporativo o del definido para el contrato, respetando:
 - Estados de la información.
 - Flujos de trabajo.
 - Control de versiones.
 - Permisos y trazabilidad de accesos.

- Calidad y validación: Previamente a su entrega formal, los entregables deberán superar los procesos de control de calidad definidos por la Agencia, que podrán incluir validaciones automáticas, revisiones técnicas y comprobaciones de coherencia semántica y geométrica.
- Preparación para el Gemelo Digital BIM: En aquellas fases en las que aplique, los entregables deberán estar diseñados para facilitar su integración posterior en plataformas de Gemelo Digital BIM, asegurando:
 - Persistencia del identificador del activo.
 - Consistencia temporal de la información.
 - Capacidad de vinculación con sistemas externos (GIS, GMAO, IoT, etc.).

14.2 ESTRATEGIA Y VINCULADOS

Al comienzo de cada contrato, el responsable de contrato de la Agencia definirá los tipos de entregables que deberán generarse a lo largo de su desarrollo, así como la periodicidad con la que estos deberán presentarse. Toda esta planificación deberá quedar reflejada en el Plan de Ejecución BIM (PEB) del contrato.

La estrategia de entregas deberá incluir como mínimo la siguiente información:

- Tipo de entrega, por ejemplo: entrega inicial, avance, entrega final, etc.
- Fase del proyecto, según las definidas en el PEB.
- Nombre o denominación del documento a entregar.
- Seguimiento de fecha de intercambio de información y registro de revisión.
- Nomenclatura de archivo de la entrega.
- Formato de entrega requerido.

La relación completa de documentos entregables se incorporará en un único fichero accesible para todos los equipos participantes, sirviendo como registro centralizado de la documentación generada. Este documento se recoge en el Plan Maestro de Entrega de Información (MIDP), en el Anejo 18.13. MIDP/TIDP, en su versión más actualizada.

14.3 TIPOLOGIAS DE ENTREGABLES

14.3.1 Entregables en formato abierto

ENTREGABLE	EXTENSIÓN	FORMATO	USO
Modelo BIM	".ifc"	abierto	Registro de realización de entregable, extracción de información

Topografía	".LandXML" o ".ifc"	abierto	Registro de levantamiento topográfico
Presupuesto	".bc3"	abierto	Registro de presupuesto
Planos	".dxf"	abierto	Registro de paquete de planos
Varios	".pdf"	abierto	Registro de documentación digital
Matriz de interferencias	".xml"	abierto	Registro de matriz de interferencia realizada
Control de incidencias	".bcf"	abierto	Registro de incidencias digital

Tabla 15. Entregables en formato abierto

14.3.2 Entregables en formato nativo

De manera complementaria, la Agencia podrá solicitar los formatos nativos de trabajo empleados por la parte contratada principal y parte contratada para el desarrollo de los diferentes entregables. Mientras la interoperabilidad plena entre plataformas no esté completamente garantizada, será necesario disponer de dichos formatos originales, independientemente de su tipología, siempre que se cumplan las condiciones establecidas en el apartado 15. Software y hardware.

14.4 LISTADO DE ENTREGABLES

Se muestra a continuación todos los entregables asociados que formarán parte de los contratos desarrollados por la AOPJA:

TIPO DE ENTREGABLE	FORMATO	PERIODICIDAD	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN	MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN
Plan Maestro de Entrega de Información (MIDP)	Excel	Al comienzo de los trabajos	X	X	X
Plan de ejecución BIM	Word/pdf	Al comienzo de los trabajos	X	X	X
Levantamiento de nubes de puntos de infraestructura existentes (si procede)	.las/.e57	Al comienzo de los trabajos	X	X	X
Levantamiento de nubes de puntos infraestructura nueva (si procede)	.las/.e57	Al finalizar los trabajos		X	X

Modelo topográfico de estado existente	IFC/.dxf	Al comienzo de los trabajos		X	
Capa GIS - topografía	.shp	Al comienzo de los trabajos		X	
Modelo de infraestructura existentes (si procede)	IFC/nativo	Al comienzo de los trabajos	X	X	X
Modelo de estudio de alternativas (si procede)	IFC/nativo	A la entrega del proyecto	X		X
Modelos de avance de diseño	IFC/nativo	De forma continua	X		X
Modelo PIM de entrega (proyecto)	IFC/nativo	Al finalizar los trabajos	X		X
Justificación de mediciones procedente de modelo PIM de entrega (proyecto)	Excel	A la entrega del proyecto	X		X
Presupuesto con vinculación al modelo PIM de entrega (proyecto)	Excel/formato abierto	A la entrega del proyecto	X		X
Listado de planos 2D con definición de origen (CAD/BIM)	PDF/nativo	A la entrega del proyecto	X		X
Planos 2D procedentes de modelo PIM de entrega (proyecto)	PDF/nativo	A la entrega del proyecto	X		X
Control de calidad interno	Varios	A la entrega o intercambio de información	X	X	X
Registro digital de incidencias	BCF/plataforma de incidencias	Periódica a definir por responsable de contrato	X	X	X
Listado de planos de obra con definición de origen (CAD/BIM)	PDF/nativo	Periódica a definir por responsable de contrato		X	X

Planos de obra procedentes de modelo PIM de entrega (proyecto)	PDF/nativo	Periódica a definir por responsable de contrato		X	X
Simulaciones, Infografías (si procede)	Varios	A definir por el responsable de contrato	X	X	X
Modelo de inicio de obras	IFC/nativo	Al comienzo de las obras		X	
Informe de modelos de inicio de obras	Word/Excel	A la entrega del modelo de inicio de obras		X	
Modelo de seguimiento de obras	IFC/nativo	Quincenalmente		X	
Cuantificaciones de obra	Excel/formato abierto	Mensualmente		X	X
Asociación modelo - Plan de obra	Varios	Mensualmente		X	
Certificaciones de obra	Bc3, xls	Mensualmente		X	
Informes de supervisión/aprobación de modelo de seguimiento de obras	Word/Excel	Mensualmente		X	
Justificación de mediciones	Excel/formato abierto	Al finalizar la obra		X	
Modelo PIM de registro de obra ejecutada (as built)	IFC/nativo	Al finalizar la obra		X	X
Capas GIS de expropiaciones, dominio público y polígonos de titularidad colindantes a la obra	.shp / .dxf	Al finalizar la obra		X	
Modelo de transferencia a mantenimiento (de PIM a AIM)	IFC/nativo	Al finalizar la obra			X

Tabla 16. Entregables según la fase del ciclo de vida del activo

15 SOFTWARE Y HARDWARE

15.1 SOFTWARE BIM

En coherencia con la estrategia de digitalización, el ecosistema software utilizado en los contratos deberá garantizar la interoperabilidad, la trazabilidad de la información y la continuidad digital del dato a lo largo de todo el ciclo de vida del activo.

Siguiendo los principios establecidos en el Manual, se adopta un enfoque basado en openBIM y estándares abiertos, evitando dependencias de soluciones propietarias y favoreciendo entornos colaborativos, escalables y sostenibles en el tiempo.

Los adjudicatarios deberán definir en el Plan de Ejecución BIM (PEB) el conjunto de herramientas a emplear, garantizando en todo momento la compatibilidad entre disciplinas (arquitectura, estructuras, obra civil e instalaciones) y la correcta transferencia de información entre plataformas, sin pérdida de datos ni degradación de la información paramétrica.

Todo software BIM propuesto en el marco de los contratos deberá ser capaz de dar respuesta a los requisitos definidos en los EIR, adaptándose a la naturaleza de las infraestructuras gestionadas por la Agencia y permitiendo la generación de modelos de información alineados con los objetivos BIM y de Gemelo Digital.

Como mínimo, el software deberá garantizar las siguientes capacidades:

- Generación, edición y visualización de modelos tridimensionales estructurados, en los que los elementos sean identificables mediante propiedades paramétricas.
- Gestión de la georreferenciación de los modelos o su correcta definición en sistemas de coordenadas acordados.
- Capacidad de extracción automatizada o semiautomatizada de documentación (planos, mediciones, listados, etc.) a partir del modelo.
- Exportación a formatos abiertos, especialmente IFC, conforme a estándares internacionales (ISO 16739).
- Preservación íntegra de los sets de propiedades y requisitos de información (LOIN) definidos por la Agencia, evitando pérdidas de información en procesos de exportación o intercambio.

Asimismo, el software deberá permitir su integración en entornos colaborativos tipo CDE, facilitando los flujos de revisión, validación y entrega definidos en la estrategia de gestión de la información conforme a la UNE-EN ISO 19650.

La Agencia no exigirá el uso de herramientas de una casa comercial específica, promoviendo la libre competencia y la neutralidad tecnológica, si bien se exigirá el cumplimiento estricto de los requisitos técnicos, normativos y de legalidad en el uso de licencias.

15.2 VINCULACIÓN A OPENBIM

La AOPJA establece como principio fundamental el uso de estándares abiertos para garantizar la interoperabilidad entre sistemas, agentes y fases del ciclo de vida del activo.

En este contexto, el formato IFC (Industry Foundation Classes) se define como el estándar principal de intercambio de información, constituyendo la base para la colaboración abierta y la integración de modelos en entornos de Gemelo Digital BIM.

El uso de formatos abiertos permite:

- Garantizar la independencia tecnológica respecto a soluciones propietarias.
- Facilitar la participación de múltiples agentes en condiciones de igualdad.
- Permitir la supervisión técnica por parte de la Agencia sin restricciones de software.
- Asegurar la reutilización de la información a lo largo del ciclo de vida del activo.

Se establece el uso preferente de versiones IFC estables y ampliamente adoptadas (IFC2x3 e IFC4), fomentando progresivamente la adopción de versiones más avanzadas como IFC 4.3, especialmente orientada a infraestructuras lineales.

No se admitirán entregas exclusivamente en formatos propietarios.

De forma complementaria, podrán emplearse otros formatos abiertos (como BCF, CSV, LandXML o DXF) para tareas específicas de coordinación, análisis o intercambio de datos durante el desarrollo del proyecto.

La gestión de incidencias, revisiones y control de calidad deberá realizarse mediante formatos abiertos, destacando el uso de BCF (BIM Collaboration Format), en coherencia con los procesos definidos en el CDE.

Este sistema permitirá:

- Asociar incidencias a vistas concretas del modelo.
- Identificar autores, prioridades y estados de revisión.
- Mantener un registro trazable y auditable de todas las modificaciones.

La integración de estos procesos en plataformas colaborativas permite una gestión eficiente de la información, alineada con los principios de la ISO 19650 y con los objetivos de calidad del dato necesarios para la evolución hacia el Gemelo Digital BIM.

15.3 RECOMENDACIONES DE HARDWARE

En coherencia con la estrategia de digitalización de la Agencia y el uso intensivo de modelos de información a lo largo del ciclo de vida del activo, tanto la AOPJA como los agentes participantes en

los contratos deberán garantizar que los medios hardware disponibles sean adecuados para soportar los procesos BIM y la gestión de entornos digitales avanzados.

El hardware empleado no deberá constituir un factor limitante en el rendimiento del software BIM ni en los flujos de trabajo definidos en el Plan de Ejecución BIM (PEB), debiendo existir una correspondencia adecuada entre las capacidades técnicas de los equipos y los requisitos de los modelos de información, especialmente en entornos colaborativos basados en CDE.

En este contexto, y en línea con el proceso de transformación digital de la Agencia y la progresiva incorporación del Gemelo Digital BIM, se establecen las siguientes recomendaciones mínimas para los equipos de trabajo:

- Uso de configuraciones de doble pantalla, que permitan mejorar la productividad en tareas de modelado, coordinación, revisión y gestión simultánea de múltiples aplicaciones (software de autoría, visores IFC, CDE, documentación, etc.).
- Preferencia por equipos portátiles de altas prestaciones, que faciliten la movilidad, la conectividad y el trabajo en entornos distribuidos, siempre garantizando un rendimiento equivalente al de estaciones de trabajo tradicionales.
- Establecimiento de ciclos de renovación del hardware no superior a cuatro años, con el objetivo de asegurar la compatibilidad con las versiones actualizadas de los softwares BIM y plataformas digitales utilizadas en los contratos.
- Fomento del uso de infraestructuras y soluciones en la nube, en coherencia con la estrategia de Entorno Común de Datos (CDE), evitando la dependencia de almacenamiento local y favoreciendo la accesibilidad, trazabilidad y seguridad de la información.
- Incorporación de tarjetas gráficas dedicadas (GPU) que permitan un rendimiento adecuado en tareas de modelado, federación, visualización y análisis de modelos BIM, especialmente en entornos de coordinación y explotación de datos.

Estas recomendaciones deberán entenderse como base mínima, siendo responsabilidad de cada agente dimensionar adecuadamente sus recursos tecnológicos en función de la complejidad del proyecto, el volumen de información gestionada y los usos BIM definidos, garantizando en todo momento la calidad, eficiencia y continuidad digital de la información en el ecosistema BIM y su evolución hacia el Gemelo Digital BIM.

16 EPILOGO

El presente Manual Gemelo Digital BIM de la AOPJA representa mucho más que un compendio de criterios, procedimientos y referencias técnicas. Constituye la formalización de una forma de entender la transformación digital: una transformación rigurosa en lo técnico, ordenada en lo procedimental, abierta en lo tecnológico y profundamente humanista en su implantación.

A lo largo de este documento se ha definido un marco integral para la aplicación de la metodología BIM en la Agencia, así como para su evolución natural hacia el Gemelo Digital BIM, entendido no como una herramienta aislada, sino como un ecosistema de información y gestión al servicio del ciclo de vida completo de las infraestructuras. Esta visión conecta el diseño, la construcción, la operación, el mantenimiento, la renovación y la toma de decisiones en un mismo hilo conductor: la calidad y el valor de la información.



La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía ha recorrido durante los últimos años un camino progresivo de madurez digital, sustentado en la experiencia práctica, la generación de estándares propios, la capacitación continua de sus equipos y la incorporación de requisitos BIM en sus contratos. Este Manual recoge ese aprendizaje acumulado y lo convierte en un marco común de referencia para asegurar coherencia, trazabilidad, interoperabilidad y continuidad metodológica en todos los procesos y agentes implicados.

En este contexto, el Manual consolida una idea esencial: la digitalización no es un fin en sí mismo. Su verdadero sentido reside en mejorar la gestión pública, optimizar recursos, aumentar la transparencia, elevar la calidad técnica de los contratos y reforzar la capacidad de la Agencia para planificar, supervisar, explotar y mantener sus activos con mayores garantías. Digitalizar es, por tanto, mejorar la capacidad institucional para responder con eficacia, sostenibilidad y criterio a los retos presentes y futuros de las infraestructuras públicas andaluzas.

La metodología BIM ha aportado a la Agencia una base sólida para estructurar la información, normalizar procesos, reforzar la colaboración entre agentes y elevar el nivel de control sobre proyectos y obras. Sobre esa base, el Gemelo Digital BIM se proyecta como el siguiente estadio de madurez: una plataforma capaz de integrar modelos BIM, sistemas GIS, entornos comunes de datos, sensórica, IoT, GMAO, SCADA y herramientas de análisis para ofrecer una visión dinámica, conectada y evolutiva del activo. De este modo, la Agencia avanza desde modelos de gestión esencialmente reactivos hacia enfoques cada vez más preventivos, predictivos e inteligentes.

No obstante, ninguna transformación digital es real si no sitúa a las personas en el centro. Por ello, este Manual se apoya en una visión de BIM humanista, en la que la tecnología no sustituye el conocimiento experto, sino que lo amplifica; no complica el trabajo técnico, sino que lo ordena y lo fortalece; no

desplaza a los equipos, sino que les ofrece mejores herramientas para colaborar, decidir y generar valor público. La fórmula asumida por la Agencia —(Procesos + Tecnología) × Personas— resume con claridad esta convicción: el éxito del cambio digital depende, por encima de todo, de la implicación, formación y madurez de quienes lo hacen posible.

Este documento tampoco debe entenderse como un punto final cerrado. Al contrario, nace con vocación de actualización, revisión y mejora continua. El avance de la normativa, la evolución de las plataformas tecnológicas, la consolidación de estándares abiertos, la creciente normalización del Gemelo Digital y la propia experiencia de la Agencia en sus contratos harán necesaria una evolución permanente del Manual y de sus anejos. Su utilidad dependerá, precisamente, de su capacidad para mantenerse vivo, conectado con la práctica y alineado con el estado del arte nacional e internacional.

La AOPJA asume así un doble compromiso. Por un lado, el de seguir reforzando una estrategia de implantación coherente con la UNE-EN ISO 19650, con los principios openBIM, con la interoperabilidad y con la excelencia en la gestión de la información. Por otro, el de continuar liderando desde el sector público andaluz una visión innovadora, responsable y aplicada de la digitalización de infraestructuras, en coordinación con otras administraciones, agentes del sector, entidades tecnológicas y marcos estratégicos superiores.

En definitiva, este Manual expresa una voluntad institucional clara: convertir la información en un activo estratégico, los modelos digitales en herramientas de gestión, y el conocimiento compartido en una ventaja pública al servicio de Andalucía. Desde esa base, la Agencia seguirá avanzando hacia un modelo de infraestructura más conectado, más eficiente, más transparente, más sostenible y mejor preparado para afrontar los desafíos de su tiempo.

17 REFERENCIAS

Para la elaboración de este Manual se han tomado como base las siguientes referencias normativas, estratégicas, técnicas e institucionales, que constituyen el marco de apoyo para la implantación de la metodología BIM y su evolución hacia el Gemelo Digital BIM en la Agencia.

17.1 REFERENCIAS NORMATIVAS NACIONALES

- Plan BIM en la Contratación Pública. Comisión Interministerial BIM / Gobierno de España.
- Plan de Infraestructuras del Transporte y la Movilidad de Andalucía (PITMA 2021–2030). Junta de Andalucía.
- Estrategia Digital Andalucía 2030. Junta de Andalucía.

17.2 REFERENCIAS NORMATIVAS INTERNACIONALES Y DE NORMALIZACIÓN BIM

- UNE-EN ISO 19650-1. Organización y digitalización de la información sobre edificios e infraestructuras de ingeniería civil, incluido BIM. Parte 1: Conceptos y principios.
- UNE-EN ISO 19650-2. Parte 2: Fase de desarrollo de los activos.
- UNE-EN ISO 19650-3. Parte 3: Fase de operación de los activos.
- UNE-EN ISO 19650-4. Organización y digitalización de la información. Intercambio de información.
- UNE-EN ISO 19650-5. Enfoque de seguridad para la gestión de la información.
- ISO 16739-1. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries.

17.3 REFERENCIAS EUROPEAS E INTERNACIONALES PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

- EU BIM Task Group. Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector.
- Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre contratación pública.
- Plan BIM Chile. CORFO / Planbim. Iniciativa pública de referencia para la adopción de BIM en Chile, orientada a la estandarización y modernización del sector de la construcción y la contratación pública.
- Plan BIM Perú. Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. Medida de política pública para la adopción de BIM en las inversiones públicas en infraestructura a nivel nacional.

17.4 REFERENCIAS SOBRE GEMELO DIGITAL

- SO/IEC 30173:2023. Digital twin — Concepts and terminology.

- UNE-CEN/TR 18077:2024. Modelado de la información de construcción. Gemelos digitales aplicados al entorno construido. Casos de uso.
- DIN EN 18162:2025. Building information modelling. Digital twins applied to the built environment. Concept and definitions.
- PNE-prEN 18162. Proyecto normativo europeo sobre gemelos digitales aplicados al entorno construido.
- Gemini Principles, promovidos por el Centre for Digital Built Britain, como referencia de propósito, confianza y función en la gobernanza de gemelos digitales.

18 ANEJOS

- 18.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS**
- 18.2 EVALUACIÓN EQUIPO BIM**
- 18.3 LECCIONES APRENDIDAS**
- 18.4 MATRIZ RESPONSABILIDADES**
- 18.5 MATRIZ RIESGOS**
- 18.6 MOVILIZACIÓN**
- 18.7 OIR. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**
- 18.8 AIR. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL ACTIVO**
- 18.9 PIR. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO**
- 18.10 EIR PROYECTOS. REQUERIMIENTOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EN FASE DE PROYECTO**
- 18.11 EIR OBRA. REQUERIMIENTOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN EN FASE DE OBRA**
- 18.12 PEB. PLAN DE EJECUCIÓN BIM**
- 18.13 MIDP (PLAN MAESTRO DE ENTREGA DE INFORMACIÓN) / TIDP (PLAN DE ENTREGA DE INFORMACIÓN DE TAREAS)**
- 18.14 CONTROL DE CALIDAD. PEB**
- 18.15 CONTROL DE CALIDAD. MODELOS**
- 18.16 CONTROL DE CALIDAD. INTERCAMBIO & ENTREGA**
- 18.17 COLABORACIÓN. GUIA DE CDE**
- 18.18 FICHAS DE USOS BIM**
- 18.19 SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN**
- 18.20 LOIN. SETS DE PROPIEDADES**
- 18.21 IFC. BUENAS PRACTICAS**
- 18.22 ESPECIFICACIONES PARA NUBES DE PUNTOS**