

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/OAT0

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA GEMELO DIGITAL BIM AOPJA



CONTROL DE DOCUMENTACIÓN				
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	REDACTADO	APROBADO
00	14/06/2024	PRIMERA ENTREGA	SGM	
01	19/07/2024	REVISIÓN I	SGM	
02	31/10/2024	REVISIÓN II	PCT	
03	19/11/2024	REVISIÓN III. Anotaciones L.R.	SGM	
04	05/12/2024	REVISIÓN IV. Anotaciones P.O.	SGM	
05	07/02/2025	REVISIÓN V. Anotaciones P.O. y L.R.	SGM	
06	07/02/2025	REVISIÓN VI. Sesión Cierre P.O. y L.R.	SGM	
07	12/03/2025	REVISIÓN VII. Comentarios P.O y L.R	PCT	
07	21/03/2025	REVISIÓN VII. Cierre	PCT-SGM	

ÍNDICE DE LA ESTRATEGIA

1. UN FUTURO DIGITAL E INTEGRADOR.....	3
2. CONCEPTOS BÁSICOS BIM, GEMELO DIGITAL Y SUS BENEFICIOS.....	33
3. FUNDAMENTOS DE LA ESTRATEGIA BIM DE LA AOPJA.....	73
4. CONTEXTO NORMATIVO.....	90
5. EVOLUCIÓN DIGITAL EN LA AOPJA.....	98
6. MADUREZ BIM DE LA AOPJA.....	108
7. OBJETIVO GENERALES Y ESTRATÉGICOS DE LA AOPJA.....	114
8. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE LA AOPJA.....	121
9. ACTUACIONES.....	142
10. MARCO TEMPORAL.....	150
11. PRESUPUESTO.....	152
12. SEGUIMIENTO.....	154
13. GESTIÓN DE RIESGOS.....	168
14. MARCO DE EVALUACIÓN INTEGRAL BASADA EN SROI, SLCA Y ODS.....	174
15. RECURSOS.....	177
16. GLOSARIO.....	179

1. UN FUTURO DIGITAL E INTEGRADOR

1.1. CONTEXTO Y MOTIVACIÓN

A lo largo de los últimos años, la administración pública ha enfrentado desafíos crecientes en la planificación, ejecución y supervisión de sus proyectos, debido a la complejidad de las infraestructuras, la fragmentación de la información y la necesidad de mejorar la trazabilidad y la interoperabilidad entre los distintos agentes del sector.

La **Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA)** tiene como objetivo optimizar el uso de los recursos públicos mediante una gestión más eficiente, transparente y sostenible de las infraestructuras que desarrolla, mantiene y opera.

La **AOPJA** es el organismo responsable de la planificación, construcción, conservación y explotación de infraestructuras viarias y ferroviarias en la comunidad, ejerciendo estas funciones a través de contratos del sector público y modelos de colaboración público-privada. Además, gestiona la tramitación y aprobación de estudios de viabilidad, proyectos técnicos y documentación relacionada con carreteras y ferrocarriles, asegurando el desarrollo eficiente de las obras. También se encarga del desarrollo y gestión de infraestructuras y equipamientos públicos encomendados por las distintas Consejerías de la Junta de Andalucía, asumiendo aquellas funciones que le sean atribuidas o delegadas en su ámbito de competencia.

En este contexto, la **AOPJA** ha asumido la transformación digital como un pilar estratégico para garantizar que los procedimientos asociados a la licitación, supervisión y control de los proyectos y obras a lo largo del ciclo de vida se ejecutan basándose en principios de alta eficiencia, calidad y transparencia.

Desde 2016, la AOPJA ha dado un impulso progresivo a una implantación **BIM transversal**, consolidando esta metodología a través de múltiples iniciativas dirigidas a integrar el uso de modelos digitales en la gestión de infraestructuras.

Esta evolución ha sido un proceso progresivo impulsado por **el equipo técnico de la AOPJA**, que ha ido integrando BIM en sus flujos de trabajo mediante **proyectos piloto, formación interna y la creación de estándares propios**. La implantación ha surgido de la necesidad de mejorar la eficiencia de los procesos rutinarios de esta administración pública para el desarrollo de infraestructuras.

El proceso de implantación BIM ha avanzado a medida que el equipo ha explorado nuevas herramientas, ajustando y refinando los procesos en función de la experiencia adquirida en cada etapa.

Desde el inicio, el equipo técnico ha asumido un papel clave en la definición de criterios y metodologías para aplicar BIM en la Agencia, promoviendo su integración en **pliegos de licitación, supervisión de proyectos y ejecución de obras**. Como resultado de este trabajo, se han desarrollado documentos, estándares y adopción de herramientas digitales que a día de hoy forman parte de los procesos rutinarios de la Agencia.

Estos documentos de dominio público son revisados periódicamente por el personal técnico de la AOPJA y en comisiones internas transversales con otras agencias y consejerías de la Junta de Andalucía, garantizando su actualización y adecuación a las normativas vigentes. Están disponibles para su consulta en [este enlace](#).

Por tanto, el avance de BIM en la AOPJA ha estado siempre vinculado a la **colaboración con otras agencias y consejerías**, compartiendo experiencias y buenas prácticas a través de **comisiones transversales, seminarios y workshops**. Este intercambio ha permitido fortalecer el conocimiento en tres vertientes:

- el uso de herramientas
- la adaptación de procesos
- el desarrollo de nuevas capacidades dentro del equipo.

Evolución de BIM en AOPJA



Toda esta experiencia acumulada se está utilizando para definir **líneas estratégicas alineadas con la dirección de la AOPJA**, orientadas a consolidar BIM y avanzar hacia la integración de nuevas tecnologías como los **Gemelos Digitales y otras tecnologías emergentes** vinculadas para mejorar y optimizar el ciclo de vida de las infraestructuras desarrolladas por la AOPJA.

Desde el inicio de esta transformación digital basada en el despliegue de la metodología BIM, la AOPJA ha optado por un enfoque **de abajo hacia arriba**, en el que la adopción de BIM ha estado liderada por el equipo técnico de la Agencia. Este modelo de implantación ha priorizado la participación activa de los profesionales que trabajan en la planificación, supervisión, ejecución y mantenimiento de sus infraestructuras, permitiendo que sean ellos quienes, a partir de su experiencia, identifiquen mejoras y adapten las metodologías de trabajo para optimizar los procesos. Esta aproximación humanista ha sido clave para asegurar que la transición hacia la

digitalización se realice de manera natural y efectiva, fomentando un sentido de apropiación y compromiso con la nueva forma de gestionar la obra pública.

Esta estrategia tiene como objetivo consolidar el conocimiento adquirido en tres vertientes clave: técnica, procedimental y humana, para lograr una implementación BIM integral y acelerada. Su enfoque busca facilitar la transición hacia un Gemelo Digital mediante un flujo de transformación estructurado de arriba abajo y transversal, alineando todas las necesidades, desde las directivas hasta las técnicas, y abarcando todo el ciclo de vida del proyecto, desde la planificación hasta el mantenimiento y la explotación de las infraestructuras.

En la **dimensión técnica**, se han identificado las herramientas más adecuadas y se ha trabajado en su integración dentro de los procesos de gestión de infraestructuras. En este ámbito por ejemplo se ha implantado un Common Data basado en Trimble Connect para la supervisión y control de todos los contratos objetivo.

En la **dimensión procedimental**, se han definido y optimizado los flujos de trabajo asociados a BIM, asegurando su alineación con la normativa vigente y con los objetivos estratégicos de la Agencia, siendo de vital importancia la publicación de un Anexo BIM de requerimiento a pliego técnico (EIR), una plantilla PEB para el control de los proyectos en todo el ciclo de vida, o diferentes modelos de supervisión y auditoría a ser utilizados o por las empresas licitantes, por las asistencias técnicas o por los propios equipos técnicos de la AOPJA.

Como parte de su **estrategia de implantación BIM**, la AOPJA ha establecido el objetivo de obtener la **certificación en la norma ISO 19650**, asegurando que sus procedimientos de gestión de la información en proyectos BIM estén alineados con los **más altos estándares internacionales**. Esta certificación permitirá estructurar y optimizar la administración de los datos generados a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras, garantizando una mayor **coherencia, trazabilidad y eficiencia** en la toma de decisiones.

Además, la certificación en **ISO 19650** se integrará dentro del marco de **calidad y sostenibilidad** de la AOPJA, alineándose con los sistemas de gestión basados en las normas **ISO 9001 (Gestión de la Calidad)** e **ISO 14001 (Gestión Ambiental)**. De este modo, la metodología BIM no solo contribuirá a mejorar los procesos internos de la Agencia, sino que también reforzará su compromiso con la **excelencia operativa, la eficiencia en la gestión de infraestructuras y el desarrollo sostenible**.

Esta estrategia permitirá que la AOPJA consolide un modelo de **gestión digital avanzada**, en el que la integración de BIM con estándares de calidad y sostenibilidad impulse la transformación digital del sector público, optimizando recursos y garantizando infraestructuras más seguras, eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

Finalmente, **en la dimensión humana**, se han desarrollado nuevas competencias y habilidades en el equipo técnico, fortaleciendo una cultura organizativa orientada a la innovación y la mejora continua, a través de diferentes iniciativas formativas,

El conocimiento generado en este proceso se ha consolidado en la identificación de una serie de **líneas estratégicas planificadas y alineadas con la dirección de la AOPJA** que se describen en esta estrategia, con el objetivo de sentar unas bases robustas en varias direcciones:

- Continuar y acelerar el proceso de implantación BIM
- Certificar a la Agencia en la ISO 19650 para alinearse a unos estándares Open BIM
- Desarrollar un entorno tecnológico (CDE Aopja) para facilitar la interoperabilidad
- Maximizar el valor de los modelos BIM a través del despliegue de un Gemelo Digital
- Aunar capas de información GIS-BIM-IoT para mejorar el mantenimiento y la explotación
- Conectar tecnologías de uso como Realidad Virtual y Aumentada al Gemelo Digital

Implementación y Mejora de BIM



Por lo tanto, la digitalización transversal de la AOPJA no se detiene en la implantación de BIM, sino que avanza hacia la integración de tecnologías emergentes como los **Gemelos Digitales (Digital Twins) integrando BIM-GIS**.

En la AOPJA este desarrollo lo conocemos como: **"GEMELO DIGITAL BIM"**

El **Gemelo Digital BIM**, actualmente en fase de desarrollo, permitirá a la AOPJA avanzar hacia una gestión predictiva basada en datos en tiempo real, optimizando el uso de recursos y mejorando la seguridad, sostenibilidad y resiliencia de las infraestructuras.

Esta iniciativa ha sido reconocida por la **Comisión Interministerial BIM del Gobierno de España**, que la destaca como un paso clave en la adopción de estas tecnologías desde una empresa pública como la AOPJA.

Más información en: [enlace](#).

En definitiva, la estrategia de implantación BIM en la AOPJA no solo ha supuesto un inicio hacia la modernización tecnológica, sino que sentará las bases para una transformación organizativa, con una visión centrada en las **personas**, una estructura metodológica sólida y una estrategia de colaboración con otras administraciones y otras entidades privadas.

La **Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA)** se consolidará como un referente en la digitalización del sector público, asegurando que la obra pública en Andalucía se alinee con las mejores prácticas internacionales. A través de la integración de tecnologías avanzadas como **BIM, GIS y Gemelos Digitales**, optimizará la planificación, ejecución y gestión de infraestructuras, permitiendo una toma de decisiones basada en datos en tiempo real. Este enfoque facilitará una gestión más eficiente, sostenible y resiliente, garantizando que las infraestructuras andaluzas estén preparadas para afrontar los retos del futuro con los más altos estándares de calidad, innovación y eficiencia operativa en un entorno en constante evolución.

La presente estrategia de digitalización basada en el **Gemelo Digital BIM** recopila la experiencia adquirida durante estos años y aporta una perspectiva humanista y organizativa que no solo persigue la adopción de nuevas herramientas tecnológicas, sino también la mejora de los procesos internos, la optimización de las herramientas de gestión y el fortalecimiento de las capacidades del personal técnico y administrativo.

Este enfoque integral busca asegurar que la digitalización no sea un fin en sí mismo, sino un medio para mejorar la eficiencia operativa, reducir costes y garantizar infraestructuras más resilientes y sostenibles, bajo un lema,

“Hacer más con menos”



Expediente	TAA-4102/OAT0	7 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

La transformación digital en la AOPJA tiene un impacto transversal que abarca todas las fases del ciclo de vida de los activos gestionados, desde la fase de licitación y supervisión del diseño y construcción, hasta la operación y mantenimiento de las infraestructuras. Esto significa que las tecnologías digitales no solo mejorarán la ejecución de los proyectos en su fase inicial, sino que también proporcionan herramientas para optimizar la gestión y conservación de los activos públicos a lo largo de toda su vida útil.

A través de modelos digitales integrados y datos en tiempo real, la AOPJA facilitará la toma de decisiones informadas, lo que permitirá una asignación más eficiente de los recursos y una mayor capacidad para anticipar, prevenir y optimizar la operación y explotación de sus activos. Esta estrategia se basa en la implementación de **levantamientos BIM a partir de nubes de puntos**, un proceso clave que ya se está llevando a cabo en una primera fase con la digitalización del **Metro de Granada Línea 1** y el **Trambahía de Cádiz**, sentando las bases para futuras aplicaciones en otras infraestructuras gestionadas por la agencia.

Los contratos asociados a esta primera fase de digitalización son:

- **T-MG6129/OAT0:** Digitalización y modelado BIM del **Metro de Granada Línea 1**.
- **T-TC6195/OAT0:** Digitalización y modelado BIM del **Trambahía de Cádiz, tramo AOPJA**.

Por lo tanto, los ejes estratégicos de esta transformación digital se basan en la digitalización del activo construido y en la digitalización de los procesos asociados a la gestión de infraestructuras.

La digitalización del activo implica la implementación de modelos BIM y Gemelos Digitales (Digital Twins), que permiten disponer de representaciones digitales precisas y dinámicas de cada infraestructura. Estos modelos no solo almacenan información geométrica, sino que integran datos sobre el estado estructural, los materiales utilizados, el rendimiento energético y el historial de mantenimiento, facilitando la planificación y ejecución de intervenciones futuras.

Por otro lado, la digitalización de los procesos implica la automatización y optimización de los procedimientos administrativos, mejorando la trazabilidad de las decisiones, la eficiencia en la ejecución de proyectos y la supervisión de los contratos públicos.

Para lograrlo, la estrategia de digitalización se apoya en un **ecosistema tecnológico robusto**, donde **BIM, los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y los Gemelos Digitales** desempeñan un papel central. Además, la AOPJA impulsa la integración de tecnologías emergentes como **Internet de las Cosas (IoT), Realidad Virtual, Realidad Aumentada (VR/AR) e Inteligencia Artificial (IA)**, todas ellas esenciales para optimizar la gestión de infraestructuras. La adopción de estas herramientas permitirá a la **AOPJA** evolucionar de un modelo de gestión reactivo a un modelo de gestión proactivo y basado en datos, lo que permitirá anticipar problemas, optimizar el uso de recursos y garantizar infraestructuras más seguras y sostenibles.

Para maximizar el potencial del **Gemelo Digital BIM**, la AOPJA cuenta con medios propios y el equipamiento necesario para su explotación, incluyendo **gafas de realidad virtual y aumentada (VR/AR)**, que facilitarán visitas inmersivas y supervisión en realidad aumentada. Estas herramientas serán clave tanto en la supervisión de

Expediente	TAA-4102/OAT0	8 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

proyectos y obras como en el trabajo de los equipos de operación y mantenimiento, que podrán conectarse directamente al **Gemelo Digital BIM** mediante estos periféricos.

Además, la AOPJA dispone de tecnología avanzada para realizar **vuelos de supervisión con drones**, permitiendo la captura de datos precisos que podrán integrarse en el **Gemelo Digital BIM**, mejorando así la capacidad de análisis y toma de decisiones en tiempo real.

El contrato asociado a esta iniciativa es:

- **T-AA4101/OSV0: Suministro de hardware para la gestión del Gemelo Digital mediante realidad aumentada (AR), realidad virtual (VR) y digitalización con drones.**

El **Gemelo Digital BIM** de la AOPJA permitirá una integración más eficiente de las diferentes áreas funcionales de la agencia, con un impacto clave en la fase de **Operación y Explotación**. Esta herramienta digitalizada y conectada proporcionará una visión actualizada y dinámica de los activos, mejorando la toma de decisiones, la trazabilidad en la gestión de inventarios y la optimización de las estrategias de mantenimiento.

A corto plazo, el Gemelo Digital facilitará el mantenimiento **preventivo y correctivo**, mientras que en una fase futura, alineada con la **Visión 2030**, evolucionará hacia un mantenimiento **predictivo**, anticipando necesidades y optimizando recursos. La experiencia acumulada por la AOPJA en la gestión de infraestructuras ha generado un volumen significativo de datos, bases de datos e información contractual. A través del **Gemelo Digital**, esta información será ordenada, conectada y procesada para mejorar la eficiencia operativa.

Para ello, se ha licitado un contrato que permitirá conectar el **stack tecnológico** de la AOPJA, facilitando la integración de datos en tiempo real, la analítica avanzada y la automatización de procesos mediante SCADA y sensores inteligentes.

El contrato asociado a esta iniciativa es:

- **T-AA4103/OSV0: Suministro de software para el Gemelo Digital**, incluyendo pasarela de integración, analítica de datos, piloto SCADA y sensores con hardware asociado.

La **estrategia de digitalización de la AOPJA** no solo responde a la necesidad de modernizar la gestión de infraestructuras, sino que se alinea con un marco estratégico más amplio a nivel nacional y autonómico. En el ámbito estatal, el plan de digitalización de la AOPJA sigue las directrices establecidas en el **Plan BIM de la Contratación Pública**, promovido por la **Comisión Interministerial BIM (CIBIM)**, que impulsa la adopción progresiva de BIM en los contratos públicos para mejorar la eficiencia en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras.

A nivel autonómico, la estrategia de digitalización de la AOPJA se alinea con los **objetivos establecidos en la Estrategia Digital Andalucía 2030**, que busca fomentar la transformación digital en todos los sectores clave de la comunidad, promoviendo la interoperabilidad, la automatización de procesos y la optimización del uso de datos en la toma de decisiones. Asimismo, el plan de digitalización está en consonancia con el **Plan de**

Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA 2021-2030), que define una hoja de ruta para la modernización de las infraestructuras y servicios de movilidad en la región, incorporando tecnologías digitales para mejorar la planificación y gestión del transporte.

Gracias a esta alineación estratégica, la AOPJA **no solo garantiza el cumplimiento de normativas y objetivos institucionales**, sino que también se posiciona como **un actor clave en la modernización del sector público andaluz**, contribuyendo a la optimización de la inversión en infraestructuras, la mejora del transporte y movilidad, y el desarrollo de un ecosistema digital más eficiente y sostenible en la comunidad.

La digitalización en la AOPJA es, por tanto, **un cambio estructural que redefine la gestión de infraestructuras públicas**, permitiendo una administración más eficiente, resiliente y adaptada a los desafíos del futuro.

En última instancia, este **plan de digitalización representa una oportunidad única para que la AOPJA** refuerce su papel como motor de innovación en el sector público.

La implementación de estas tecnologías no solo beneficiará a la propia Agencia, sino que también tendrá un impacto positivo en todo el ecosistema de infraestructuras públicas en Andalucía.

La transformación digital, por tanto, no es solo una estrategia interna de la AOPJA, sino un cambio estructural que contribuirá al desarrollo de infraestructuras **más eficientes, resilientes y sostenibles para el futuro**.

1.2. LA AOPJA

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía está adscrita a la Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda para el desarrollo de infraestructuras del transporte. Su actividad también abarca cualquier obra y equipamiento público. La AOPJA es el órgano encargado de la planificación, gestión y ejecución de las infraestructuras públicas relacionadas con el transporte y la movilidad en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Como entidad pública, tiene el cometido de promover, desarrollar y conservar redes de transporte eficientes y sostenibles que favorezcan el desarrollo socioeconómico de la región, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y la competitividad de su tejido empresarial.

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) desempeña un papel crucial en el desarrollo de infraestructuras estratégicas para la región, contribuyendo significativamente a la mejora de la movilidad y la cohesión territorial. Alineada con las políticas europeas y nacionales de sostenibilidad y digitalización, la AOPJA está impulsando una transformación digital integral de sus procesos y proyectos.

En este contexto, la AOPJA gestiona una amplia variedad de infraestructuras, desde el Metro de Sevilla, Metro Granada, Trambahía Cádiz, hasta la red de carreteras andaluza. Su compromiso con la innovación y la sostenibilidad se ve reflejado en la adopción de metodologías como BIM y en la alineación con los objetivos del **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR)**. Este plan, financiado por los fondos europeos Next

Generation EU, representa una oportunidad única para acelerar la transición hacia una economía más verde y digital.

El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia establece una hoja de ruta clara para la recuperación económica y social de España tras la crisis de la COVID-19. Uno de sus pilares fundamentales es la modernización y digitalización de la economía, con un enfoque especial en la transición ecológica y la transformación digital. La AOPJA, como agente clave en la ejecución de proyectos de infraestructura, tiene un papel fundamental en la implementación de este plan.

La metodología BIM se erige como una herramienta esencial para alcanzar los objetivos del PRTR. Al permitir la creación de modelos digitales detallados de las infraestructuras, BIM facilita:

- **Una gestión más eficiente de los recursos:** Optimizando la planificación, ejecución y mantenimiento de los proyectos.
- **La toma de decisiones más informadas:** Basadas en datos precisos y simulaciones virtuales.
- **La mejora de la sostenibilidad:** Facilitando la evaluación del ciclo de vida de los proyectos y la adopción de soluciones más sostenibles.
- **La colaboración entre los diferentes agentes involucrados:** Facilitando la comunicación y el intercambio de información.

La AOPJA está trabajando en la implementación de BIM de forma gradual y coordinada, estableciendo estándares y protocolos que garanticen la interoperabilidad y la calidad de los modelos. Además, se están desarrollando planes de formación para capacitar al personal en el uso de esta metodología.

La apuesta por la digitalización de la AOPJA se alinea con los objetivos del PRTR y contribuye a:

- **La modernización de la administración pública.**
- **La creación de empleo de calidad.**
- **La mejora de la competitividad del tejido productivo andaluz.**
- **La transición hacia una economía más sostenible y resiliente.**

La actividad de la Agencia está orientada por los principios de eficacia y eficiencia, interés público, instrumentalidad, publicidad y concurrencia. La aprobación de los nuevos estatutos de la Agencia, mediante el Decreto 175/2018 de 18 de septiembre, y previa aprobación por Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía, refuerza y materializa estos principios, incorporando, entre otros elementos, la adscripción de personal funcionario de la Consejería al ente público para el ejercicio de potestades administrativas en los procedimientos que regulan sus actuaciones.

Medioambiente

Las políticas y estrategias de producción y desarrollo de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía plantean como objetivo fundamental reconsiderar el conjunto de pautas de producción y consumo de nuestra sociedad para hacerlas sustentables en el tiempo. Este objetivo está en consonancia con la realidad medioambiental de nuestro territorio y la importancia de su patrimonio natural y cultural. El fin perseguido es crear un

modelo que permita la viabilidad demográfica, económica, social y cultural de las regiones, preservando sus recursos y potenciándolos para generaciones futuras.

Para dar cumplimiento a este objetivo general, en el sector específico de la actividad profesional de la Agencia se desarrolla un modelo de gestión medioambiental, dirigido principalmente a instrumentar las acciones y herramientas necesarias que permitan desarrollar una gestión integral, eficaz y moderna de las infraestructuras en relación con la variable medioambiental y las singulares características del territorio andaluz. Además, contribuye a la obtención de los parámetros de plazo, precio y calidad en la obra pública desde el punto de vista medioambiental.

El procedimiento establece la metodología de gestión y organización, así como las herramientas de seguimiento y verificación, que posibilitan, por un lado, la incorporación de la variable medioambiental en los procesos de gestión de estudios, proyectos y obras, y, por otro, la potenciación de los comportamientos sostenibles entre el personal que desarrolla su actividad profesional en la Agencia.

Comunicación

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía utiliza las últimas tecnologías de la información, tanto en la gestión interna como en la elaboración de herramientas de comunicación externa. Esto permite un control detallado de la evolución de cada actuación en cada momento, desde una perspectiva multidisciplinar que incluye información financiera, de contratación, técnica, planificación, etc.

En la cultura corporativa de la Agencia, la información a la ciudadanía y la divulgación han sido siempre pilares básicos sobre los que sustentar su actividad. Todos los proyectos y actuaciones se fundamentan en una gestión informativa ambiciosa y eficiente, promoviendo la participación ciudadana, tanto en la gestión de grandes actuaciones urbanas (como metros, tranvías y mejoras de travesías), acercando la información pública a los distritos de las poblaciones afectadas para obtener proyectos más acordes con las demandas ciudadanas, como en el desarrollo de oficinas específicas para la información y gestión de incidencias durante las fases de obra. Finalmente, se pone en valor la finalización y entrada en servicio de las infraestructuras gestionadas.

Además, la Agencia realiza una intensa labor de divulgación mediante la publicación de estudios, informes, libros, folletos y dossieres específicos sobre su actividad (siempre en ediciones no venales), con el objetivo de acercar la información a la ciudadanía y fomentar la transparencia en sus actuaciones.

Innovación.

La Agencia, en su papel de promotor y gestor de infraestructura, está comprometida con la adopción de soluciones innovadoras y tecnológicas que permitan optimizar sus procesos, mejorar la transparencia, y garantizar el éxito de los proyectos en los que participa.

En este contexto, se presenta la Estrategia de Implantación BIM, cuyo objetivo es transformar la forma en que la AOPJA concibe, diseña, construye y gestiona sus infraestructuras. La adopción de la metodología BIM se alinea con las mejores prácticas europeas y responde al compromiso de la Agencia por liderar la innovación en el sector de la construcción y la ingeniería civil.

Propósito del Documento de Estrategia de Digitalización

El propósito de este documento es definir, estructurar y planificar la Estrategia de Digitalización de la AOPJA, estableciendo una hoja de ruta clara para la incorporación de tecnologías avanzadas en todos los procesos de planificación, ejecución, gestión y mantenimiento de infraestructuras. Esta estrategia busca garantizar una transición efectiva hacia la digitalización, mejorando la eficiencia operativa, fomentando la transparencia y optimizando la gestión de recursos a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. Asimismo, pretende fomentar una cultura de innovación dentro de la Agencia, asegurando que todos los profesionales involucrados estén preparados para adoptar nuevas herramientas y metodologías digitales.



1.3. DESPLIEGUE PROGRESIVO DE LA METODOLOGÍA BIM Y EL GEMELO DIGITAL EN LA AOPJA

La transformación digital de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) constituye uno de los procesos más ambiciosos y estratégicos emprendidos en la última década dentro del ámbito de la gestión pública de infraestructuras. Su eje central ha sido la implantación progresiva y sistemática de la metodología BIM, no como un simple cambio tecnológico, sino como una reconfiguración integral de los procesos de diseño, contratación, ejecución, operación y mantenimiento de las infraestructuras ferroviarias de Andalucía, en especial los metros de Granada, Málaga y Trambahía de Cádiz.

Este proceso ha sido impulsado a través de un programa de actuaciones estructuradas y articuladas en el tiempo, que combinan fases exploratorias iniciales, consolidación técnica mediante la ejecución de obras, normalización y estandarización, desarrollo tecnológico avanzado, y creación de cultura organizacional. A continuación, se describe este despliegue mediante un recorrido cronológico que permite entender su progresión y profundidad.

Expediente	TAA-4102/OAT0	13 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

→ **Actuaciones históricas (hasta 2023): el inicio del camino digital**

Durante la primera etapa del proceso —hasta finales de 2023—, la AOPJA centró sus esfuerzos en sentar las bases metodológicas, organizativas y técnicas para la adopción del BIM como estándar de trabajo. Esta fase fue esencial para generar conocimiento interno, experimentar en entornos controlados y establecer criterios compartidos entre técnicos y responsables de proyecto.

En esta etapa inicial se realizaron las siguientes actuaciones:

- Redacción de proyecto constructivo de la Vía Ciclopeatonal de Armilla (TMG6173PPR0) con medios propios: primera experiencia de redacción interna en BIM, que permitió testear la aplicabilidad de la metodología en un contexto real con recursos limitados.
- Modelización de activos del Metro de Granada por parte de los mantenedores, con vistas a preparar los modelos para su futura integración en el sistema de gemelo digital.
- Ponencia inaugural "Una revolución para la gestión de las Obras Públicas" en el congreso CACYL, en la que se posicionó públicamente la estrategia BIM de la Agencia.
- Publicación de informes y plantillas de EIR y prePEB en la web oficial de la AOPJA (www.aopandalucia.es), facilitando la estandarización documental y la transparencia.
- Difusión de la cultura BIM en la Consejería de Fomento, mediante acciones de comunicación interna, sensibilización y coordinación entre departamentos.
- Formación especializada de tres técnicos en el Máster de Ingeniería Civil con metodología BIM, asegurando la generación de capacidades internas.
- Redacción de los siguientes proyectos en metodología BIM:
 - Proyecto constructivo de la Vía Ciclopeatonal de Armilla (TMG6173PPR0)
 - Proyecto básico de adecuación funcional y equipamiento del Metro de Granada (TMG6185PPR1)
 - Proyecto constructivo 1 de la prolongación sur del Metro de Granada (TMG6211PPR1)
 - Proyecto constructivo de la cubierta de talleres y cocheras del Metro de Granada (TMG6184PPR0)
 - Proyecto constructivo de adecuación de la sala Alcázar Genil del Metro de Granada (TMG6185OPO0)
 - Proyecto constructivo 1 de la prolongación de la Línea 2 del Metro de Málaga hasta el Hospital Civil (TMG6203PPR1)
- Participación como agente colaborador en el sistema de clasificación ferroviaria BIM – RIH, reforzando la alineación con estándares nacionales.
- Organización de los Talleres Bitácora sobre implantación BIM y digitalización en AOPJA, como espacios de aprendizaje colectivo, revisión de buenas prácticas y evaluación de resultados.
- Jornada técnica sobre ingeniería estructural de madera y aplicación de BIM, abordando la interoperabilidad entre materiales innovadores y modelos digitales.
- Adjudicación del contrato de Entorno tecnológico para el desarrollo del gemelo digital y la implantación BIM (TAA4102OAT0), que sentó las bases tecnológicas del programa global.
- Curso de pilotos de dron para aplicaciones en fotogrametría y topografía, como parte del ecosistema digital de captura de datos y gemelos digitales.

Expediente	TAA-4102/OAT0	14 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

Estas actuaciones pusieron en marcha los cimientos de la metodología BIM de la Agencia, combinando formación, pruebas piloto y una reflexión institucional sobre la necesidad de la implantación BIM y el desarrollo de un Gemelo Digital BIM.

→ Actuaciones finalizadas en 2024: consolidación operativa y primeros resultados tangibles

El año 2024 representó un punto de inflexión en la estrategia digital de la AOPJA. Tras una etapa inicial de preparación y aprendizaje, la Agencia pasó a una fase de implementación efectiva, en la que los principios BIM previamente definidos se trasladaron al ámbito contractual, al seguimiento de obra y a la producción real de resultados verificables. Esta etapa se caracteriza por la ejecución de obras con requerimientos BIM formales, la redacción de nuevos proyectos constructivos con alto nivel de madurez digital, y el avance de propuestas normativas que buscan consolidar un marco institucional interoperable a nivel nacional.

Entre las actuaciones más significativas ejecutadas durante 2024 se encuentran:

- Ejecución de la primera obra pública con pliegos que incorporan un EIR redactado por la AOPJA: se trata de la *Pasarela de Tres Caminos, en Cádiz* (TTC6124OEJ0). Esta actuación marca un hito clave, al materializar por primera vez en obra real los estándares BIM de la Agencia, sirviendo como modelo de validación para futuros contratos.
- Redacción de dos proyectos constructivos (PC) correspondientes a la Prolongación de la Línea 2 del Metro de Málaga hasta el Hospital Civil (TMG6203PPR0), ampliando el alcance de aplicación del BIM en fases de diseño de infraestructura ferroviaria urbana.
- Redacción del Proyecto Constructivo 2 de la Prolongación Sur del Metro de Granada (TMG6211PPR2), que continúa la línea de aplicación progresiva de la metodología en la red de metro granadina.
- Terminación de la obra de la Cubierta de Talleres y Cocheros del Metro de Granada (TMG6184OEJ0), lo que permitió contrastar los beneficios del modelo BIM en el control técnico y económico durante la ejecución.
- Finalización de la obra de adecuación funcional y equipamiento de la Sala de Estación Alcázar Genil del Metro de Granada (TMG6185OPO0), otro ejemplo de aplicación real de los modelos digitales desarrollados en fases previas de proyecto.

Además del avance en ejecución y diseño, 2024 estuvo marcado por un fuerte componente normativo y estratégico, orientado a influir en los marcos regulatorios de interoperabilidad digital en la Administración Pública:

- La AOPJA incorporó explícitamente en su Plan de Contratación Pública la propuesta de inclusión de ficheros IFC como parte de los requisitos del Esquema Nacional de Interoperabilidad, una actuación pionera que ha sido tomada como referencia en otros entornos institucionales.
- Se elaboró una guía técnica y un programa formativo sobre el uso del Entorno Común de Datos (CDE) de la CFATV con Trimble Connect, herramienta adoptada como plataforma colaborativa base para la gestión de modelos y documentación en los contratos más recientes.

Expediente	TAA-4102/OAT0	15 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- Asimismo, se elevó formalmente a la Comisión Interministerial BIM una propuesta para incluir los formatos IFC en el Esquema Nacional de Interoperabilidad, reforzando el compromiso de la AOPJA con una administración abierta, escalable y alineada con estándares internacionales.
- Desde el punto de vista técnico, se completó la redacción del Proyecto Básico del Espacio Expositivo del Metro de Málaga (TMM6121PPR0), integrando parámetros de diseño orientados a la divulgación digital e interpretación del patrimonio ferroviario.

No obstante, no todas las iniciativas previstas pudieron desarrollarse plenamente, ya que algunas actuaciones quedaron paralizadas por causas ajenas a la planificación técnica. Estas situaciones también forman parte de la madurez institucional y de la capacidad de adaptación del modelo:

- Redacción del Proyecto Constructivo de la Prolongación Norte del Metro de Granada (TMG6210PPR0) – paralizada
- Redacción del Proyecto Constructivo de la Prolongación Centro del Metro de Granada (TMG6212PPR0) – paralizada
- Participación en la comunidad europea "Big Buyers Working Together" – paralizada, aunque se mantuvo el contacto institucional con otras agencias europeas.

Por último, como cierre de esta fase, se llevó a cabo una primera experiencia de sensorización en el marco del contrato para la puesta en marcha del Gemelo Digital BIM:

- Desarrollo de un piloto de gemelo digital del Metropolitano de Granada y Trambahía de Cádiz conectado con datos de sensores atmosféricos y de movimiento de trenes (TAA4102OAT0). Esta actuación supuso una prueba avanzada de interoperabilidad entre sistemas físicos y digitales, permitiendo medir en tiempo real el comportamiento de las infraestructuras y preparar su futura integración en plataformas de operación inteligente.

El conjunto de actuaciones de 2024 permitió confirmar la viabilidad operativa del sistema BIM de la AOPJA, mejorar la calidad de la ejecución, y avanzar hacia un modelo de contratación más transparente, eficiente y conectado con la realidad física de las infraestructuras. Esta base sólida dio paso a la siguiente fase del plan: la integración de las actuaciones en un marco unificado de gestión digital, que se está ejecutando desde enero de 2025.

➔ Actuaciones en marcha en enero de 2025: integración tecnológica y despliegue sistemático

A comienzos del año 2025, la AOPJA ha alcanzado un grado de madurez considerable en la adopción de la metodología BIM, avanzando hacia una fase en la que la integración tecnológica, la estandarización de procesos y la alineación estratégica institucional se convierten en prioridades clave.

Se ha iniciado el despliegue simultáneo de múltiples actuaciones, tanto a nivel de obra como de estructura organizativa y desarrollo de herramientas digitales propias. Todo ello se enmarca dentro del **proyecto global de gemelo digital BIM de los metros andaluces**, cuyo horizonte operativo se extiende hasta el año 2026.

Expediente	TAA-4102/OAT0	16 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

El eje vertebrador de esta fase es la ejecución del segundo año del contrato de Asistencia Técnica Transversal para el Gemelo Digital e Implementación BIM (TAA4102OAT0), un contrato que permite avanzar de forma transversal en áreas estratégicas como la capacitación técnica, la evolución normativa, la normalización de requisitos BIM y el desarrollo de plataformas digitales propias. Dentro de este contrato se desarrollan actualmente las siguientes acciones:

- Plan de formación continua 2025, diseñado para capacitar a los equipos técnicos de la AOPJA en nuevas herramientas, plataformas, estándares y tecnologías asociadas al gemelo digital.
- Plan de implementación BIM de AOPJA, en el que se definen hitos, recursos, responsables y objetivos vinculados a la extensión del BIM en todas las fases del ciclo de vida de los activos ferroviarios.
- Desarrollo de nuevos estándares EIR BIM, que incluyen:
 - Una maqueta de prueba BIM sobre un Proyecto Tipo de Plataforma (PTP), utilizada para testar los criterios de calidad exigibles a contratistas.
 - Una plantilla de revisión IDS (Information Delivery Specification), que permite verificar automáticamente los entregables conforme a los requisitos contractuales establecidos.
- Seguimiento de proyectos con gafas de realidad virtual (VR) y seguimiento de obras con gafas de realidad aumentada (AR), abriendo así nuevas posibilidades en el control remoto, la revisión de interferencias y la validación de obra desde modelos digitales.
- Adopción de una herramienta app 5D BIM para la gestión del presupuesto económico con modelos BIM, que facilita el control de costes y la trazabilidad de decisiones económicas en entorno digital.
- Desarrollo de una herramienta app 6D BIM orientada a la sostenibilidad, que permite vincular parámetros ambientales y energéticos a los modelos digitales, abriendo la puerta a análisis de ciclo de vida y evaluación ambiental temprana.
- Adaptación completa de los procedimientos internos de la AOPJA a la norma UNE-EN ISO 19650, generando alineación normativa entre los procesos internos y los requisitos exigidos a terceros.
- Desarrollo del Gemelo Digital y del Entorno Común de Datos (CDE) del Archivo AOPJA, un sistema que centraliza y digitaliza los documentos técnicos, modelos y datos históricos de la Agencia, y los integra en un repositorio accesible y estructurado.

Estas actuaciones están permitiendo consolidar una infraestructura digital robusta para la gestión de los datos, la supervisión de contratos y la trazabilidad de modelos y decisiones. A la vez, otras acciones en paralelo refuerzan el despliegue del modelo en el plano operativo y estratégico:

- Coordinación de los Entornos Comunes de Datos (CDE) de los ocho contratos de la Prolongación Sur del Metro de Granada, un reto de interoperabilidad y gobernanza que demuestra la escalabilidad del sistema en proyectos multicontrato.
- Terminación de la obra de la Vía Ciclopeatonal de Armilla (TMG6173OEJ0), que da continuidad a uno de los proyectos redactados en BIM en fases anteriores y permite cerrar el ciclo completo de diseño, licitación, ejecución y recepción en entorno digital.
- Ejecución de las obras del Tramo I de la Prolongación del Metro de Málaga (Guadalmedina-Hilera, TMM6205OEJ0), gestionadas ya bajo supervisión BIM conforme a los criterios de la Agencia.

Expediente	TAA-4102/OAT0	17 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- Licitación de las obras del Tramo II de la Prolongación del Metro de Málaga (Hilera–Eugenio Gross, TMM6207OEJ0), en cuyo pliego se han incorporado directamente los requerimientos BIM generados internamente.
- Licitación del proyecto de arquitectura e instalaciones de la Prolongación del Metro de Málaga (TMM6206PPR0), otro ejemplo de aplicación integral de estándares BIM desde la fase de proyecto básico.
- Mejora continua de pliegos tipo, informes de supervisión BIM, auditorías de calidad BIM, plantillas de Planes de Ejecución BIM (PEB), etc., acciones que permiten elevar de forma constante el nivel de calidad exigido y recibido en los procesos de contratación pública.

En paralelo a estas acciones técnicas, la AOPJA ha impulsado iniciativas estratégicas que refuerzan el alineamiento institucional de largo plazo:

- Diseño, implantación y puesta en servicio del simulador de conducción del Metro de Granada (TMG6071OAT0), una herramienta clave para la formación de operarios, vinculada a modelos BIM y datos reales del sistema ferroviario.
- Revisión y aprobación del Plan Estratégico BIM de la AOPJA y su Plan de Acción 2022–2030, que establece la hoja de ruta digital a medio y largo plazo, definiendo líneas prioritarias, objetivos institucionales, recursos y responsables.
- Inclusión de EIR BIM y gemelo digital en los contratos de mantenimiento del Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz, asegurando que la digitalización no se limita a la fase de proyecto u obra, sino que abarca también la operación y el mantenimiento.
- Participación activa y rol de coordinación en el Comité BIM de la Consejería de Fomento y de la Junta de Andalucía, mediante el cual la AOPJA lidera la definición de políticas públicas digitales a nivel regional.

Estas actuaciones en marcha demuestran una evolución clara: la AOPJA ha pasado de testar herramientas y metodologías a ejecutar políticas digitales completas, que cubren desde la redacción del pliego hasta la operación en servicio de infraestructuras ferroviarias de alta complejidad. La cultura organizativa, la estandarización y la interoperabilidad se consolidan como pilares del modelo, que ahora se prepara para afrontar su siguiente etapa: la certificación institucional, la cooperación internacional y la extensión del ecosistema digital.

➔ **Actuaciones planificadas en el marco del GEMELO DIGITAL BIM para 2025: certificación, estandarización y colaboración con otras agencias, consejerías de la AOPJA y otras administraciones públicas.**

Tras haber desarrollado una sólida infraestructura técnica y organizativa en torno al BIM y al gemelo digital, la AOPJA se encuentra en condiciones de abordar en 2025 un conjunto de actuaciones orientadas a la consolidación, certificación y proyección externa del modelo.

Esta nueva etapa se centra en estandarizar procesos conforme a la normativa UNE-EN ISO 19650, formalizar procedimientos internos, reforzar la cultura organizativa a través de la capacitación continua y extender el marco de colaboración con entidades externas, tanto nacionales como europeas.

Expediente	TAA-4102/OAT0	18 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

Entre las actuaciones previstas para el ejercicio 2025 se encuentra la creación de documentación institucional clave, que permitirá estabilizar y formalizar las prácticas ya consolidadas en los años previos:

- Redacción del Manual BIM de la AOPJA, concebido como el documento marco que compila las políticas, directrices y procedimientos de aplicación del BIM en la Agencia, sirviendo de guía técnica para todos los departamentos internos y para los agentes externos que colaboran con ella.
- Redacción del Procedimiento General BIM de la AOPJA para la certificación UNE-EN ISO 19650, en el que se establecerán los protocolos operativos alineados con los estándares internacionales en gestión de la información basada en modelos.

Ambos documentos servirán de base para una de las principales metas institucionales del año:

- Certificación oficial de la AOPJA según la norma UNE-EN ISO 19650, que garantizará el reconocimiento externo del sistema de gestión digital implantado, mejorará la trazabilidad y la calidad de los procesos, y reforzará la confianza de los licitadores, contratistas y colaboradores institucionales.

En paralelo, se plantea retomar procesos anteriormente iniciados que no pudieron completarse:

- Licitación del contrato TAA4103OSV3 de Entorno Tecnológico 2, cuya convocatoria quedó desierta en 2024, pero que resulta fundamental para continuar la evolución de la infraestructura digital que sustenta al gemelo digital de los metros andaluces. Esta licitación permitirá complementar el entorno tecnológico actualmente en funcionamiento, fortaleciendo el backend que da soporte al modelado, almacenamiento, interoperabilidad y explotación de los modelos BIM.

Desde el punto de vista organizativo, la AOPJA refuerza su compromiso con la creación de una cultura institucional digital sólida y transversal, a través de un programa ambicioso de formación y capacitación técnica, abierto a distintos perfiles profesionales:

- Talleres de formación y capacitación en gestión y analítica de datos de explotación de los metros andaluces, orientados a técnicos vinculados a la operación ferroviaria, con el objetivo de extraer valor operativo a los modelos BIM y su integración con plataformas SCADA y sistemas de control.
- Capacitación en tecnologías emergentes como drones, escáneres láser, gafas de realidad aumentada (AR) y virtual (VR), y cámaras 360° aplicadas a obras, que permitirán mejorar la precisión del levantamiento de datos, la supervisión remota y la documentación visual de los procesos constructivos.
- Capacitación en el uso de aplicaciones propias desarrolladas o adoptadas por la AOPJA, como herramientas de auditoría de modelos BIM, plataformas 4D (planificación), 5D (presupuesto), 6D (sostenibilidad), así como entornos de modelado alternativo como Blender o simulación ecológica con Bonsai.
- Adaptación definitiva de los procedimientos internos de la AOPJA al estándar UNE 19650, no solo desde el punto de vista normativo, sino también mediante la alineación funcional de todos los departamentos implicados.
- Talleres abiertos de lecciones aprendidas sobre BIM y gemelo digital, dirigidos tanto a personal interno, con el fin de compartir experiencias, detectar áreas de mejora y reforzar el ecosistema de conocimiento de la organización.

Expediente	TAA-4102/OAT0	19 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

Estas actuaciones no se entienden como meras acciones formativas, sino como un proceso de transferencia de conocimiento estratégico que permitirá escalar el modelo digital a toda la organización, integrando perfiles técnicos, gestores, proyectistas y operadores en un marco común de comprensión y gestión de la información. Por último, se plantea intensificar el posicionamiento externo de la AOPJA mediante intercambios institucionales con referentes internacionales, como parte de una estrategia de benchmarking y cooperación técnica:

- Intercambio de buenas prácticas BIM con la ETS de ferrocarriles del País Vasco (BIM&GIS), cuyo enfoque combina el uso del modelado digital con sistemas de información geográfica, aportando una dimensión espacial clave para los activos lineales.
- Colaboración con la plataforma europea DestinE (Destination Earth), iniciativa de la Comisión Europea que promueve la construcción de réplicas digitales de alta precisión del planeta para la simulación de políticas públicas. Esta colaboración permitirá enriquecer el modelo de gemelo digital de la AOPJA con enfoques de modelado territorial y proyecciones de impacto climático o demográfico.

En conjunto, las actuaciones previstas para 2025 representan el tránsito de un modelo consolidado internamente hacia una arquitectura digital certificada, abierta y proyectada al exterior, con capacidad de escalar hacia nuevos ámbitos como el mantenimiento predictivo, la evaluación ambiental, la participación ciudadana digital y la interoperabilidad interadministrativa. La AOPJA se posiciona así como referente nacional en gestión pública digital de infraestructuras, y avanza en su objetivo de convertir el gemelo digital no solo en una herramienta técnica, sino en un sistema de toma de decisiones integrado, transparente y eficiente.

1.4. PROPÓSITOS, PRINCIPIOS Y OBJETIVOS

1.4.1. PROPÓSITOS Y PRINCIPIOS

La implantación del **Gemelo Digital BIM en la Agencia de Obra Pública** de la Junta de Andalucía (AOPJA) representa un avance clave en la modernización de la gestión de infraestructuras públicas, optimizando los procesos administrativos y técnicos en todas las fases del ciclo de vida de los activos.

La AOPJA busca transformar la gestión tradicional (reactivo) en un **modelo proactivo, predictivo y basado en datos en tiempo real**. Esta estrategia de digitalización tiene dos objetivos marco fundamentales:

1. **Asegurar la correcta transferencia de información en todas las fases del ciclo de vida**
2. **Maximizar el valor del activo digital mediante la implantación del Gemelo Digital.**

El primer objetivo es uno de los principales retos en la gestión de infraestructuras y es la fragmentación de la información entre las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto. Para superar esta barrera, la AOPJA ha adoptado un alto nivel de estandarización basado en la metodología BIM y en la implementación de procedimientos estructurados que garanticen la interoperabilidad y el acceso a datos actualizados en tiempo real.

Para lograr este objetivo, se han desarrollado estrategias como la estandarización de formatos y criterios en la creación y gestión de modelos digitales, asegurando que la información sea accesible y reutilizable en todas las etapas del proyecto. Se ha implementado el uso de un Entorno Común de Datos (CDE), que centraliza la información de los proyectos en una única plataforma digital, facilitando la supervisión, control y auditoría en tiempo real. La integración de los modelos BIM en cada fase del ciclo de vida, desde el diseño y la construcción hasta la operación y mantenimiento, garantiza que los datos sean precisos y permitan una mejor toma de decisiones. La automatización de procesos de control y validación de información mejora la coherencia y calidad de los modelos digitales y reduce errores en la planificación y ejecución de infraestructuras.

Este modelo de gestión unificado permite que la información se mantenga actualizada, centralizada y accesible, lo que garantiza una mayor eficiencia en la toma de decisiones y una reducción significativa de los costes operativos y de mantenimiento.

El segundo gran objetivo de la AOPJA es transformar el modelo digital en una herramienta dinámica e inteligente, garantizando que el **activo digital As Built o As Is** no sea una simple réplica estática de la infraestructura construida, sino una **plataforma interactiva** que integre datos en tiempo real y optimice los procesos de **operación y explotación** de las infraestructuras.

En esta línea, la AOPJA ya ha desarrollado **pliegos de mantenimiento con exigencia BIM**, asegurando que las empresas operadoras no solo mantengan la información actualizada conforme a los estándares y procesos BIM de la agencia, sino que también cuenten con reglas claras para la actualización continua de los modelos BIM y la información asociada en la plataforma del Gemelo Digital BIM. Este enfoque garantiza la coherencia, trazabilidad y evolución del modelo digital a lo largo de todo el ciclo de vida de la infraestructura.

Para lograrlo, la AOPJA está impulsando la implantación de estos Gemelos Digitales, los cuales permiten la interoperabilidad con sistemas BIM, GIS e IoT y otras tecnologías como Realidad Virtual y Aumentada, asegurando la conectividad entre los modelos digitales y los sensores en tiempo real. La monitorización avanzada del estado de las infraestructuras integra datos de mantenimiento y operación en una única plataforma digital.

Se trata, por tanto, de llevar a cabo una **digitalización progresiva** del **activo físico** de la AOPJA dentro del marco de su **Visión 2030**, con el objetivo de integrar cada vez más infraestructuras en un ecosistema digital avanzado. Este proceso ya ha comenzado con la incorporación de los dos primeros activos: **Metro de Granada y Trambahía de Cádiz**, sentando las bases para la implementación del **Gemelo Digital BIM** y la optimización de la gestión de infraestructuras mediante datos en tiempo real.

Se optimizan los procesos de operación y mantenimiento mediante la aplicación de análisis predictivos para anticipar fallos, minimizando tiempos de inactividad y optimizando la asignación de recursos.

Esta estrategia responde a la necesidad de modernizar la obra pública andaluza, alineándose con iniciativas como la Estrategia Digital Andalucía 2030 y el Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA 2021-2030).

Uno de los objetivos principales con este despliegue tecnológico es mejorar la seguridad y la reducción de los riesgos al detectar anomalías en el mantenimiento preventivo o correctivo o bien de funcionamiento antes

de que representen un problema crítico. Se promueve por tanto una toma de decisiones basada en datos, proporcionando información en tiempo real sobre el rendimiento de las infraestructuras y permitiendo ajustar estrategias de mantenimiento y explotación optimizadas que revierten en un mejor uso de los recursos públicos.

Esta estrategia evoluciona el modelo de gestión tradicional, pasando de un sistema reactivo a un enfoque predictivo y preventivo, donde la información se analiza en tiempo real para optimizar la operatividad de las infraestructuras públicas.

Uno de los aspectos clave del Gemelo Digital BIM en la AOPJA es su capacidad para integrarse con otras plataformas y organismos públicos, fomentando la interoperabilidad entre administraciones, empresas privadas y ciudadanía. De hecho para la puesta en marcha de este proyecto tecnológico se han estudiado iniciativa contrastadas y documentada como el Digital Twin Gubernamental de Reino Unido.



Expediente	TAA-4102/OAT0	22 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) comparte y aplicará los Principios Gemini en el desarrollo de su Gemelo Digital BIM, asegurando que esta tecnología se implemente con un enfoque transparente, seguro y alineado con los más altos estándares internacionales.

Siguiendo estos principios, la AOPJA garantizará que el Gemelo Digital BIM sea una herramienta con propósito claro, orientada al bien público, que genere valor y proporcione información relevante y en tiempo real para la optimización de la operación y explotación de infraestructuras.

Asimismo, el modelo garantizará la confianza, priorizando la seguridad de los datos, promoviendo la apertura e interoperabilidad y asegurando la calidad de la información utilizada.

Desde el punto de vista funcional, el Gemelo Digital BIM se basará en un entorno federado y conectado, con una gobernanza clara y una estrategia de actualización continua que permitirá su evolución y adaptación a nuevas tecnologías y necesidades futuras.

Con esta iniciativa, la AOPJA refuerza su compromiso con la digitalización, la eficiencia y la sostenibilidad, consolidando un modelo innovador que optimizará la gestión de infraestructuras en Andalucía.

Los **Principios Gemini** son un conjunto de directrices fundamentales para el desarrollo y la gestión de **Gemelos Digitales**, asegurando su propósito, confianza y funcionalidad. Se dividen en tres categorías principales: **Propósito**, **Confianza** y **Función** y la AOPJA los comparte e implementará.

1. Propósito: Debe tener un propósito claro

- **Bien público (Public good):** Debe utilizarse para proporcionar un beneficio público genuino y perpetuo.
→ *El Gemelo Digital debe servir a la sociedad y no solo a intereses privados.*
- **Creación de valor (Value creation):** Debe permitir la creación de valor y la mejora del rendimiento.
→ *Debe generar beneficios tangibles, como eficiencia operativa o sostenibilidad.*
- **Perspectiva (Insight):** Debe proporcionar una visión determinante del entorno construido.
→ *El Gemelo Digital debe facilitar el análisis y la toma de decisiones basada en datos.*

2. Confianza: Debe ser confiable

- **Seguridad (Security):** Debe garantizar la seguridad y ser seguro en sí mismo.
→ *Debe contar con medidas robustas de ciberseguridad y protección de datos.*
- **Apertura (Openness):** Debe ser lo más abierto posible.
→ *Favorecer la interoperabilidad y evitar sistemas cerrados o de difícil acceso.*

- **Calidad (Quality):** Debe estar construido con datos de calidad adecuada.
→ *La precisión y fiabilidad de los datos son esenciales para su funcionamiento.*

3. Función: Debe funcionar de manera efectiva

- **Federación (Federation):** Debe basarse en un entorno conectado y estandarizado.
→ *Los sistemas deben integrarse en una red de información compartida con estándares comunes.*
- **Curaduría (Curation):** Debe contar con una propiedad, gobernanza y regulación claras.
→ *Es fundamental definir quién gestiona, supervisa y actualiza los datos.*
- **Evolución (Evolution):** Debe ser capaz de adaptarse a los cambios tecnológicos y sociales.
→ *El Gemelo Digital debe ser flexible para ajustarse a nuevas tecnologías y necesidades.*

La integración con plataformas transversal a futuro con el Gemelo Digital BIM de la AOPJA permitirá coordinar infraestructuras de transporte con sistemas de tráfico y planificación urbana, facilitando una movilidad más eficiente en Andalucía. La compatibilidad con normativas BIM y GIS asegura la interoperabilidad con estándares internacionales como ISO 19650 y alinea los procesos de digitalización con estrategias nacionales e internacionales. La estandarización de datos abiertos promueve la conectividad con otros sistemas públicos y privados, facilitando el acceso a datos en tiempo real por parte de otras administraciones y empresas colaboradoras.

La transformación digital en la AOPJA a través de su implantación BIM y la puesta en marcha del Gemelo Digital BIM no solo impacta en la eficiencia interna, sino que también fortalece la transparencia y la participación ciudadana.

Es objetivo de la AOPJA que la implementación del Gemelo Digital permita en fases posteriores el acceso público a datos clave sobre infraestructuras y movilidad, mejorando la comunicación entre la administración y la ciudadanía. Se pretende garantizar un mayor control y auditoría en proyectos de obra pública, asegurando que la información esté centralizada y accesible para organismos de supervisión y control. Se promoverá la participación activa de la ciudadanía mediante la integración de plataformas interactivas que permitan conocer el estado de infraestructuras clave como carreteras, redes de transporte o servicios urbanos. Este enfoque mejora la gobernanza de la obra pública, asegurando que las decisiones sobre planificación y mantenimiento de infraestructuras estén respaldadas por datos objetivos y accesibles.

1.4.2. OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales de la estrategia de digitalización de la AOPJA se centran en la modernización de procesos, la sostenibilidad, la transparencia y la integración de herramientas digitales avanzadas:

Expediente	TAA-4102/OAT0	24 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- **Transformación digital de la administración pública:** Modernizar los procesos administrativos mediante la adopción de metodologías **BIM y Gemelos Digitales**, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los trabajos de supervisión ineficientes, incoherencias de alcance, presupuestarias o de plazos indicados en los pliegos de condiciones en cualquiera de las fases del ciclo de vida.
- **Promoción de la sostenibilidad:** Optimizar el uso de recursos públicos, fomentando prácticas eficientes, más sostenibles en la supervisión y control de los contratos con la administración pública y en la derivada de las actividades de Operación y mantenimiento de las infraestructuras objetivo de la AOPJA.
- **Transparencia y trazabilidad:** Garantizar una gestión transparente centralizando toda la información en **modelos digitales accesibles**, facilitando auditorías y promoviendo la confianza pública en la inversión en infraestructuras.
- **Alineación con estándares internacionales:** Implementar metodologías BIM y Gemelos Digitales en conformidad con normativas como la **ISO 19650** y los principios definidos en las normas ISO, Guías y principios publicados tanto por la Building Smart como por otras entidades europeas en materia de despliegue de Gemelos Digitales, asegurando interoperabilidad y optimización en el ciclo de vida de las infraestructuras.
- **Evolución hacia una gestión predictiva y proactiva:** Utilizar la capacidad tecnológica asociada a los modelos BIM, GIS y la sensorización de activos a través de una plataforma propia (Gemelo Digital BIM) que permit desarrollar procesos con modelos de **simulación y análisis de datos en tiempo real** para anticipar necesidades de mantenimiento y explotación o tomar decisiones informadas en cualquier otra fase del ciclo de vida.
- **Creación de un ecosistema digital interoperable:** Fomentar la colaboración entre la administración pública, empresas privadas y centros de investigación mediante **plataformas de datos integradas** que faciliten el intercambio de información, basadas en el intercambio de formatos abiertos e interoperables como IFC, BCF, Open GIS o fuentes de datos dinámicos abiertas e interoperables entre diferentes tecnologías como las basadas en IoT, Scadas, GMAO, etc.

1.4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcanzar estos objetivos generales, la AOPJA ha definido una serie de **objetivos específicos** enfocados en la implementación práctica de las tecnologías digitales:

1. **Implementación progresiva:** Desarrollar proyectos piloto que validen los beneficios de BIM y Gemelos Digitales antes de su adopción masiva, reduciendo riesgos y asegurando una transición efectiva y siempre desde una perspectiva humanista.
2. **Capacitación técnica del personal:** Formar a los equipos técnicos en el uso de herramientas digitales avanzadas como el Gemelo Digital BIM, asegurando la **adopción efectiva** de estas metodologías en los

Expediente	TAA-4102/OAT0	25 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

procesos de licitación, supervisión de contratos en fase de proyecto y obra, transferencia de información entre fases del ciclo de vida y de manera intensiva en Mantenimiento y explotación de los activos.

3. **Interoperabilidad tecnológica:** Asegurar que la interoperabilidad tecnológica de **BIM, GIS, VR, AR, IoT** y otros módulos como herramientas de supervisión 3D, planificación 4D, control de presupuesto 5D, control de huella de carbono 6D y otras, sean compatibles con los sistemas existentes, facilitando el intercambio de información entre departamentos e instituciones y evitando problemas de fragmentación de datos. Para ello habilitar stacks tecnológicos con APIs o con posibilidad de integrar soluciones middleware.
4. **Optimización del ciclo de vida de los activos:** Aplicar modelos digitales BIM para mejorar el diseño, construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras públicas, reduciendo **controlando las variables plazo, presupuesto y calidad, dotando al equipo técnico de la AOPJA de una mayor capacidad de supervisión, trazabilidad y colaboración con los agentes intervinientes en los contratos que licitan.**
5. **Simulación y análisis predictivo:** Implementar **Gemelos Digitales** para prever problemas operativos y facilitar la **toma de decisiones basada en datos en tiempo real**, permitiendo la optimización del mantenimiento y una explotación más predictiva, basada en datos dinámicos actualizados.
6. **Mejora en los procesos de licitación:** Estandarizar los criterios y requisitos BIM en los **pliegos de licitación de proyectos, obras, operación y explotación de las infraestructuras de AOPJA como los Metros de Sevilla, Granada, Trambahía Cádiz y otras infraestructuras objetivo**, asegurando la transparencia y el cumplimiento de los requerimientos normativos y técnicos.
7. **Integración con otras iniciativas digitales:** Alinear la estrategia de digitalización de la AOPJA con las políticas establecidas en la **Estrategia Digital Andalucía 2030** y el **Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA 2021-2030)**, contribuyendo a la modernización integral del sector público andaluz.
8. **Desarrollo de modelos de datos abiertos:** Implementar **plataformas de gestión digital de infraestructuras** que permitan la consulta y uso de modelos BIM por parte de todos los actores implicados en la obra pública, promoviendo una mayor accesibilidad a la información.
9. **Automatización de procesos y supervisión digital:** En fase posteriores y en el marco de la visión 2030, aplicar inteligencia artificial y machine learning en la gestión de datos para **automatizar tareas repetitivas, mejorar la eficiencia y detectar anomalías en tiempo real** en la operación de infraestructuras o/y en tareas de supervisión de proyectos y obras.
10. **Gestión segura y ética de los datos:** Garantizar la ciberseguridad y la protección de la información generada por BIM y Gemelos Digitales, asegurando el cumplimiento de regulaciones como el **Reglamento General de Protección de Datos (RGPD)** y otras directivas de protección del dato y fomentando el uso responsable de la tecnología.

Expediente	TAA-4102/OAT0	26 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

1.5. LA ESTRATEGIA DE DIGITALIZACIÓN DE LA AOPJA DESDE UNA PERSPECTIVA HUMANISTA

1.5.1. EL FACTOR HUMANO: PIEDRA ANGULAR DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La transformación digital no se trata únicamente de implementar tecnologías avanzadas como BIM o los Gemelos Digitales, sino de asegurar que las personas que interactúan con ellas comprendan su valor, se sientan capacitadas para utilizarlas y se integren de manera activa en el proceso de cambio. En este sentido, el factor humano es el verdadero **motor de la transformación digital**, ya que, sin la participación efectiva del personal, cualquier avance tecnológico corre el riesgo de quedar subutilizado o generar resistencias dentro de la organización.

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) reconoce que **los proyectos de digitalización no pueden limitarse a la implementación de herramientas tecnológicas, sino que deben estar acompañados de un cambio cultural y organizativo**. La transición hacia una administración basada en modelos digitales requiere que todos los actores involucrados, desde los técnicos y responsables de planificación hasta los equipos de mantenimiento y supervisión, comprendan y asuman un rol activo en esta evolución.

Uno de los principales desafíos que enfrenta cualquier proceso de digitalización es la **resistencia al cambio**. Muchas veces, los equipos técnicos están acostumbrados a metodologías tradicionales de trabajo y pueden percibir la digitalización como un obstáculo en lugar de una herramienta de optimización. Para superar esta barrera, es fundamental promover **una estrategia de comunicación clara**, donde se explique cómo la digitalización facilitará sus tareas diarias, reducirá errores y mejorará la eficiencia en la gestión de infraestructuras.

La formación y capacitación continua son aspectos clave en este proceso. No basta con introducir nuevas plataformas y modelos digitales si no se proporciona al personal la formación adecuada para su uso. La AOPJA ha llevado a cabo **jornadas técnicas y talleres prácticos** para que los equipos adquieran habilidades en el uso de herramientas digitales como BIM y los Gemelos Digitales. Estas iniciativas permiten que los trabajadores no solo se familiaricen con los nuevos sistemas, sino que también **desarrollen una mentalidad digital** que les permita adaptarse de manera ágil a futuras innovaciones.

Otro aspecto fundamental en la digitalización desde una perspectiva humanista es la **participación activa del personal en la toma de decisiones**. Cuando los empleados sienten que su voz es escuchada y que su experiencia es valorada en el diseño e implementación de nuevos procesos digitales, el nivel de compromiso con la transformación aumenta significativamente. La AOPJA ha fomentado espacios de diálogo donde los equipos técnicos pueden compartir inquietudes, sugerencias y experiencias en relación con el uso de las nuevas tecnologías.

Además, el impacto del factor humano en la transformación digital no se limita únicamente a los empleados internos de la AOPJA, sino que también se extiende a los diferentes agentes que interactúan con la administración, incluyendo empresas contratistas y asistencias técnica.

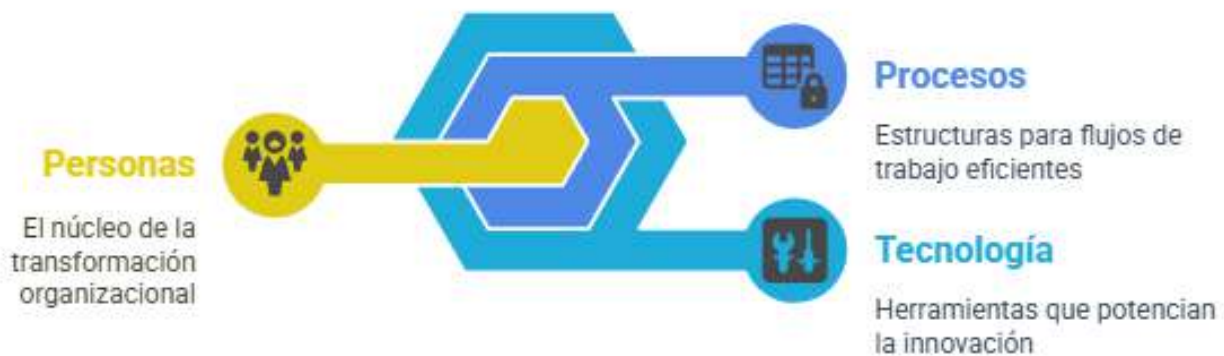
Un modelo de digitalización exitoso no solo debe optimizar la operatividad interna, sino también facilitar la interacción con estos actores, asegurando que la tecnología mejore la eficiencia en todos los niveles del ecosistema de obra pública.

1.5.2. LA FÓRMULA MULTIPLICADORA: (PROCESOS + TECNOLOGÍA) × PERSONAS

La transformación digital no se basa únicamente en la introducción de nuevas herramientas tecnológicas o la automatización de procesos, sino en **cómo las personas interactúan con la tecnología para maximizar su impacto**.

La AOPJA realiza cambios transformacionales bajo esta ecuación:

"(Procesos + Tecnología) × Personas"



Esta fórmula resume una idea clave: mientras que los procesos y la tecnología pueden operar de forma aditiva, es el factor humano el que actúa como **multiplicador** del éxito de la transformación.

Cuando una organización introduce herramientas digitales sin una integración adecuada con su capital humano, los beneficios se ven limitados. La AOPJA comprende que la digitalización **debe ir acompañada de un cambio cultural**, donde las personas sean **protagonistas y no simples usuarias** de la tecnología. En este contexto, la participación activa de los empleados, su formación y su capacidad de adaptación juegan un papel determinante en la consolidación de los nuevos modelos de gestión de infraestructuras públicas.

Un error común en los procesos de transformación digital es centrarse excesivamente en la implementación tecnológica sin considerar cómo esta será utilizada e integrada por las personas. No basta con tener **Gemelos Digitales avanzados, modelos BIM sofisticados o sensores IoT altamente precisos** si el equipo técnico no sabe

cómo aprovechar al máximo su potencial o si las decisiones estratégicas no están alineadas con las capacidades del personal.

En la AOPJA, la combinación de **procesos optimizados, tecnología avanzada y un equipo humano capacitado y comprometido** está permitiendo acelerar la transición hacia un modelo de gestión digital más eficiente. El impacto de esta estrategia se observa en varios aspectos clave:

1. **Aumento de la productividad:** Cuando los empleados comprenden y dominan las herramientas digitales, pueden realizar su trabajo con mayor rapidez y precisión, eliminando tareas repetitivas y minimizando errores.
2. **Mejora en la colaboración:** Un equipo digitalmente alfabetizado puede trabajar de manera más coordinada, compartiendo información en tiempo real y evitando silos de datos que obstaculizan la gestión de infraestructuras.
3. **Toma de decisiones más informada:** El uso de tecnologías como el Gemelo Digital permite acceder a información en tiempo real, pero son las personas quienes deben interpretar estos datos y tomar decisiones estratégicas basadas en ellos.

Para potenciar esta sinergia entre procesos, tecnología y personas, la AOPJA ha implementado **jornadas de formación y capacitación continua**, con el objetivo de asegurar que los empleados **no solo adopten la tecnología, sino que la integren en su rutina diaria de trabajo**. Asimismo, se han desarrollado espacios de diálogo y colaboración entre los diferentes departamentos, fomentando un aprendizaje compartido que acelera la curva de adopción digital.

Este enfoque también se extiende a los contratistas, proveedores y otras entidades que interactúan con la AOPJA. La digitalización no puede ser un proceso aislado dentro de la administración, sino que debe promover **una cadena de valor digital**, donde todos los agentes involucrados compartan información y operen bajo estándares tecnológicos comunes.

El verdadero éxito de la transformación digital no reside únicamente en la implementación de nuevas herramientas, sino en **cómo las personas las utilizan para mejorar su trabajo, tomar mejores decisiones y optimizar la gestión de infraestructuras públicas**.

La ecuación "(Procesos + Tecnología) × Personas" subraya el rol determinante del factor humano en este proceso y forma parte de la **cultura del cambio en la AOPJA**

1.5.3. DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA UNA DIGITALIZACIÓN HUMANISTA EN LA AOPJA

La digitalización de la AOPJA es un proceso ambicioso que va más allá de la simple adopción de nuevas herramientas tecnológicas. Para que esta transformación sea efectiva y sostenible en el tiempo, es fundamental

Expediente	TAA-4102/OAT0	29 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

abordar los desafíos organizativos, culturales y sociales que acompañan cualquier cambio digital, así como **aprovechar las oportunidades** que ofrece una estrategia de digitalización centrada en las personas.

Uno de los principales retos en este proceso es **la gestión del cambio organizacional**. La transformación digital modifica las dinámicas tradicionales de trabajo, lo que genera incertidumbre y, en algunos casos, resistencia por parte de los equipos. Muchos empleados pueden ver la digitalización como una amenaza a sus funciones o como una complejidad añadida en sus tareas diarias. Para contrarrestar esta percepción, es fundamental **fomentar una cultura de cambio abierta e inclusiva**, donde el personal entienda que las nuevas tecnologías no buscan reemplazar su labor, sino facilitarla y mejorarla.

Otro desafío clave es la **brecha digital** dentro de la administración pública. La adopción de tecnologías avanzadas como los Gemelos Digitales, BIM y la inteligencia artificial requiere **habilidades técnicas específicas** que pueden no estar completamente desarrolladas en todos los niveles del personal. Para cerrar esta brecha, la AOPJA debe **invertir en formación continua**, asegurando que todos los trabajadores cuenten con las competencias digitales necesarias para integrarse en este nuevo entorno de gestión.

La **inclusión digital** es otro reto fundamental. La transformación digital debe garantizar que **todas las personas**, independientemente de su nivel de experiencia tecnológica, puedan participar en el proceso. Esto implica desarrollar **interfaces accesibles y usables**, crear sistemas de soporte para la adopción de nuevas herramientas y asegurar que los beneficios de la digitalización sean comprensibles y aprovechables por toda la organización.

Desde una perspectiva más amplia, la AOPJA debe considerar **el impacto de la digitalización en la ciudadanía**. La implementación de modelos digitales avanzados no solo mejora la gestión interna de infraestructuras, sino que también **afecta directamente a los usuarios de los servicios públicos**. Para maximizar los beneficios, la administración debe adoptar un enfoque **transparente y participativo**, donde la ciudadanía pueda comprender, interactuar y beneficiarse de la digitalización de las infraestructuras públicas.

A pesar de estos desafíos, la transformación digital también representa **grandes oportunidades** para la AOPJA. Una de las principales ventajas es la **optimización de los procesos administrativos y operativos**. La digitalización permite una mejor planificación de proyectos, reducción de tiempos de ejecución, menor margen de error y una toma de decisiones más precisa basada en datos. Esto se traduce en **una mayor eficiencia en la gestión de infraestructuras, un mejor uso de los recursos públicos y una mejora en la calidad de los servicios prestados**.

Otra gran oportunidad es el **fortalecimiento de la transparencia y la trazabilidad**. A través de la implementación de herramientas digitales, la AOPJA puede asegurar un acceso más amplio y detallado a la información de los proyectos, facilitando auditorías y promoviendo la confianza pública en la administración. Esta mayor trazabilidad permite que tanto los gestores públicos como los ciudadanos tengan una **visión clara del estado y evolución de las infraestructuras**, promoviendo una gobernanza más abierta y participativa.

La digitalización también permite avanzar hacia **una gestión predictiva de infraestructuras**. Gracias al uso de modelos digitales como los Gemelos Digitales, se pueden anticipar fallos, planificar mejor el mantenimiento y

optimizar la operatividad de las infraestructuras. Esto no solo mejora la eficiencia, sino que también **incrementa la seguridad, reduce costes y minimiza el impacto ambiental de las operaciones.**

En el ámbito del talento humano, la digitalización brinda la oportunidad de **desarrollar nuevas competencias en el personal técnico y administrativo.** El aprendizaje de nuevas tecnologías y metodologías digitales amplía las oportunidades de crecimiento profesional dentro de la administración pública, lo que a su vez **incrementa la motivación y el compromiso de los empleados con el proceso de transformación.**

1.5.4. ESTRATEGIA HUMANISTA EN AOPJA

La transformación digital en la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) no puede entenderse únicamente como un proceso tecnológico, sino como un cambio organizativo que debe situar a las personas en el centro de la estrategia. La adopción de BIM, los Gemelos Digitales y la automatización de procesos no solo buscan mejorar la eficiencia operativa, sino también potenciar el talento humano, facilitar la adaptación al cambio y garantizar que la digitalización sea inclusiva, accesible y beneficiosa para todos los actores involucrados.

Para lograrlo, la AOPJA ha definido una Estrategia Humanista de Digitalización, cuyo propósito es complementar las iniciativas tecnológicas con una visión centrada en las personas. Este enfoque busca no solo optimizar procesos, sino reforzar la capacidad de la organización para adaptarse a los cambios y generar valor para la ciudadanía.

1. Objetivos de la Estrategia Humanista de Digitalización

- **Fortalecer la Cultura Digital:** La transición hacia modelos digitales requiere que los equipos técnicos y administrativos comprendan no solo cómo utilizar las herramientas tecnológicas, sino también el impacto y las oportunidades que estas generan en su trabajo diario. Para ello, es fundamental diseñar programas de formación y sensibilización que permitan al personal asimilar las ventajas de la digitalización, adquirir nuevas competencias digitales y desarrollar una mentalidad innovadora.
- **Facilitar la Adaptación al Cambio:** La resistencia al cambio es un desafío habitual en cualquier proceso de digitalización. Para superarla, se deben implementar mecanismos de participación activa, donde los empleados puedan expresar sus necesidades, expectativas y preocupaciones en relación con la digitalización. La creación de espacios de diálogo y retroalimentación reduce la incertidumbre, fomenta el sentido de pertenencia y facilita la apropiación de las herramientas digitales.
- **Optimizar la Interacción Humano-Tecnología:** Para que la digitalización sea efectiva, los sistemas digitales deben ser accesibles, intuitivos y adaptados a las necesidades reales de los usuarios. Desarrollar interfaces amigables, mejorar la usabilidad de las plataformas y garantizar la interoperabilidad de los sistemas son aspectos fundamentales para que la tecnología sea un facilitador del trabajo diario y no un obstáculo.

- **Incorporar el Enfoque Ciudadano:** La transformación digital no solo debe mejorar los procesos internos de la AOPJA, sino también fortalecer la relación entre la administración y la ciudadanía. Aplicar metodologías de diseño centrado en el usuario permitirá que las infraestructuras digitales respondan a necesidades reales y fomenten la transparencia en la gestión pública. Además, facilitar el acceso a información sobre infraestructuras mediante plataformas interactivas incrementará la confianza y la participación de la ciudadanía.
- **Impulsar la Colaboración Digital:** La digitalización debe favorecer la cooperación entre departamentos, organismos públicos y actores externos. Crear entornos de trabajo digitales que promuevan la interoperabilidad de los sistemas, faciliten la colaboración entre equipos y optimicen el intercambio de información permitirá una gestión más integrada y eficiente de las infraestructuras públicas.

2. Líneas de Acción de la Estrategia Humanista

Para materializar estos objetivos, la AOPJA ha definido una serie de líneas de acción que garantizan que la digitalización no solo optimice procesos, sino que también contribuya al desarrollo organizacional y a la generación de valor para la sociedad.

- **Desarrollo de Capacidades:** Incorporar planes de formación continua en herramientas digitales, metodologías ágiles y toma de decisiones basada en datos.
- **Estrategias de Gestión del Cambio:** Implementar iniciativas de acompañamiento y comunicación interna que faciliten la adopción de nuevas tecnologías y minimicen la resistencia al cambio.
- **Digitalización Inclusiva:** Garantizar que la transformación digital no genere brechas tecnológicas dentro de la administración, asegurando la accesibilidad y la equidad en el acceso a las soluciones digitales.
- **Ética y Gobernanza Digital:** Integrar criterios de sostenibilidad y ética digital en la planificación de proyectos de transformación, alineándose con los principios de la **Estrategia Andaluza de Administración Digital** y promoviendo un uso responsable de la tecnología.

1.6. IMPACTO ESPERADO A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

La **Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA)** pretende generar un impacto significativo con su estrategia para el despliegue del **Gemelo Digital BIM**, consolidándose como un referente en la digitalización de infraestructuras públicas. Esta iniciativa no solo transformará la gestión interna de la Agencia, sino que también tendrá efectos tangibles en el sector de la construcción, la administración pública y la ciudadanía, tanto a nivel regional como nacional e internacional.

Con esta estrategia, la AOPJA busca **optimizar la planificación, ejecución y mantenimiento de las infraestructuras públicas**, impulsando un modelo de gestión **basado en datos en tiempo real, automatización de procesos y predicción de necesidades operativas**. La integración del Gemelo Digital BIM permitirá maximizar el valor del activo digital, facilitando la supervisión remota, el mantenimiento predictivo y la eficiencia energética en el ciclo de vida de las infraestructuras.

A nivel regional, el despliegue del **Gemelo Digital BIM** se alinea con los objetivos de la **Estrategia Digital Andalucía 2030 y el PITMA** fomentando el uso de tecnologías emergentes para mejorar la competitividad y sostenibilidad de las infraestructuras públicas. Este enfoque permitirá a la AOPJA liderar la transición digital en el sector de la obra pública andaluza, estableciendo un **modelo de gestión más eficiente, transparente y sostenible** que podrá ser replicado en otras administraciones locales y autonómicas.

A nivel nacional, la estrategia de la AOPJA servirá como **modelo de referencia para otras entidades públicas que busquen incorporar tecnologías digitales en la gestión de infraestructuras**. La adopción del Gemelo Digital BIM contribuirá a la estandarización de metodologías digitales en el sector de la construcción, promoviendo el cumplimiento de normativas como la **ISO 19650** y alineándose con el **Plan BIM en la Contratación Pública** impulsado a nivel estatal. Además, la interoperabilidad de los modelos digitales facilitará la integración con plataformas de **gestión del territorio, movilidad y sostenibilidad**, mejorando la coordinación entre administraciones.

Desde una perspectiva internacional, la AOPJA se posicionará como una **administración innovadora en la digitalización de infraestructuras públicas**, consolidando su capacidad para compartir experiencias y metodologías con otras regiones europeas y organismos internacionales. La implementación del **Gemelo Digital BIM** permitirá a la Agencia integrarse en iniciativas globales de ciudades inteligentes y gestión digital del territorio, promoviendo la colaboración con redes de infraestructuras resilientes y sostenibles.

Además de su impacto en la gestión pública, esta estrategia **contribuirá al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, especialmente en lo referente a **infraestructuras resilientes, eficiencia energética y reducción del impacto ambiental**. Gracias a la capacidad del Gemelo Digital BIM para **monitorizar el consumo de recursos, optimizar la planificación urbana y reducir los residuos en la construcción**, la AOPJA impulsará un modelo de obra pública más alineado con los principios de sostenibilidad y economía circular.

2. CONCEPTOS BÁSICOS BIM, GEMELO DIGITAL Y SUS BENEFICIOS

2.1. CONTEXTO DE LA DIGITALIZACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

2.1.1. EVOLUCIÓN DE LA DIGITALIZACIÓN EN INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS

En los últimos años, la transformación digital ha permitido a las administraciones públicas optimizar la planificación, construcción y mantenimiento de infraestructuras, incorporando herramientas basadas en datos que mejoran la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos. La gestión digital del entorno construido ha evolucionado con la adopción de metodologías como Building Information Modeling (BIM) y Gemelos Digitales (Digital Twins),

que han revolucionado la forma en que los activos son diseñados, monitoreados y mantenidos a lo largo de su ciclo de vida.

Las infraestructuras públicas son cada vez más complejas e interconectadas, lo que requiere herramientas avanzadas que permitan una gestión integral basada en datos. En este contexto, la digitalización proporciona a las administraciones los siguientes beneficios clave:

- Mayor eficiencia en la planificación y ejecución de infraestructuras.
- Optimización de recursos y reducción de costes mediante modelado digital.
- Mejora en la trazabilidad y transparencia en la gestión de proyectos públicos.
- Capacidad de predicción y mantenimiento optimizado con tecnologías IoT e inteligencia artificial.

La evolución de la administración pública hacia modelos digitales no solo responde a la necesidad de mejorar la eficiencia operativa, sino que también permite avanzar en el cumplimiento de objetivos estratégicos nacionales e internacionales en sostenibilidad, transformación digital y transparencia en la gestión pública.

2.2. BIM Y GEMELOS DIGITALES: UN NUEVO MODELO PARA LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

La implementación de **plataformas tipo SaaS** que integran BIM y Gemelos Digitales ha supuesto una evolución fundamental en la gestión de infraestructuras por parte de las administraciones públicas. Estas tecnologías permiten sustituir procesos manuales y fragmentados por sistemas digitales dinámicos, capaces de proporcionar simulación avanzada, análisis en tiempo real y una visión integrada de los activos.

Gracias a estas soluciones, las administraciones pueden optimizar la planificación, el mantenimiento y la explotación de infraestructuras, mejorando la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la capacidad de respuesta ante imprevistos. Además, la capacidad de conectar datos en un entorno unificado facilita la toma de decisiones basada en información actualizada y precisa, reduciendo riesgos y optimizando recursos.

En este contexto, la AOPJA apuesta por la implementación de estas tecnologías para transformar la gestión de sus activos, alineándose con su Visión 2030 y asegurando un modelo de infraestructuras más inteligentes, resilientes y eficientes.

Una **plataforma SaaS (Software as a Service)** es un modelo de distribución de software basado en la nube, en el que los usuarios acceden a las aplicaciones a través de internet sin necesidad de instalarlas en sus dispositivos o servidores locales. En lugar de comprar y mantener infraestructuras de software propias, los usuarios pagan por el uso del servicio, generalmente mediante un modelo de suscripción.

➔ Características principales de una plataforma SaaS:

- **Accesibilidad:** Se puede utilizar desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

- **Actualización automática:** Los proveedores de SaaS se encargan del mantenimiento, actualización y seguridad del software sin que el usuario tenga que preocuparse por ello.
- **Escalabilidad:** Permite aumentar o reducir la capacidad de uso según las necesidades del usuario.
- **Integración con otras herramientas:** Muchas plataformas SaaS pueden conectarse con otros sistemas, como bases de datos, CRMs o plataformas de análisis de datos.

→ **Aplicación de SaaS en BIM y Gemelos Digitales:**

En el contexto de **BIM y Gemelos Digitales**, las plataformas SaaS permiten a las administraciones públicas y empresas gestionar sus infraestructuras de manera más eficiente, accediendo a modelos digitales en tiempo real, mejorando la colaboración entre equipos y optimizando el mantenimiento y la explotación de los activos.

→ **Diferencias clave entre BIM y Gemelos Digitales:**

La implementación de BIM (Building Information Modeling) y Gemelos Digitales ha revolucionado la gestión de infraestructuras, pero aunque están estrechamente relacionados, presentan diferencias fundamentales en su alcance y aplicación.

- **BIM (Building Information Modeling):**

- Se centra en la gestión de la información durante las fases de diseño y construcción.
- Proporciona modelos tridimensionales detallados con información sobre materiales, cronogramas, costos y presupuestos.
- Facilita la coordinación entre disciplinas, mejorando la eficiencia y reduciendo errores durante la construcción.
- Su información es principalmente estática, basada en datos recopilados antes y durante la construcción del activo.

- **Gemelo Digital:**

- Amplía la funcionalidad de BIM al integrar datos en tiempo real, lo que permite una gestión más avanzada del activo construido.
- No solo representa la infraestructura, sino que también la conecta con sensores y sistemas IoT, proporcionando una visión dinámica y continua de su estado.
- Permite la monitorización en tiempo real, el análisis predictivo y la optimización operativa a lo largo del ciclo de vida del activo.
- Facilita la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo, reduciendo costos operativos y mejorando la eficiencia.

→ **Beneficios de la Integración BIM-Gemelos Digitales en la Gestión de Infraestructuras del Transporte**

Expediente	TAA-4102/OAT0	35 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

La aplicación conjunta de BIM y Gemelos Digitales en la gestión de infraestructuras de transporte está revolucionando la forma en que las administraciones públicas planifican, operan y mantienen redes de carreteras, ferrocarriles, tranvías y sistemas de movilidad urbana. Estas tecnologías permiten una gestión más eficiente, segura y sostenible, optimizando los recursos y mejorando la calidad del servicio para los ciudadanos.

- **Monitoreo en tiempo real y mayor trazabilidad de infraestructuras**
 - o Integración de sensores IoT para el seguimiento en tiempo real del estado estructural de carreteras, puentes, túneles, líneas ferroviarias y tranvías.
 - o Mejora en la detección temprana de fallos, evitando deterioros graves y reduciendo el riesgo de incidentes.
 - o Registro y trazabilidad digital de todas las intervenciones y operaciones realizadas en la infraestructura.

- **Optimización del mantenimiento y reducción de interrupciones en el servicio**
 - o Implementación de modelos predictivos que permiten anticipar necesidades de mantenimiento mediante el análisis de datos históricos y en tiempo real.
 - o Reducción de costos operativos al minimizar intervenciones de emergencia y programar mantenimientos de manera óptima.
 - o Mayor disponibilidad de infraestructuras, reduciendo el impacto de las obras en la movilidad.

- **Mejor gestión de la movilidad y planificación del transporte**
 - o Uso de Gemelos Digitales para simular el comportamiento del tráfico y optimizar la gestión de flujos de transporte en entornos urbanos e interurbanos.
 - o Evaluación de la capacidad y eficiencia de estaciones, intercambiadores, redes de transporte público y plataformas logísticas.
 - o Integración con sistemas de movilidad inteligente para mejorar la coordinación entre distintos modos de transporte.

- **Mayor eficiencia energética y sostenibilidad**
 - o Optimización del consumo energético de infraestructuras ferroviarias y tranviarias mediante el análisis en tiempo real del uso de recursos.
 - o Simulación de escenarios para la reducción de emisiones de CO₂ y el desarrollo de infraestructuras más sostenibles.
 - o Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y normativas medioambientales en el diseño y operación del transporte público.

- **Digitalización y automatización de procesos administrativos**

Expediente	TAA-4102/OAT0	36 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- Centralización de la información en plataformas digitales colaborativas, mejorando la coordinación entre organismos públicos, operadores y empresas concesionarias.
- Reducción de la carga burocrática en la gestión de contratos, licitaciones y mantenimiento, agilizando los procedimientos administrativos.
- Mayor transparencia en la gestión de inversiones en infraestructuras de transporte, asegurando el control eficiente del presupuesto.

Estos avances han posicionado a BIM y los Gemelos Digitales como pilares esenciales en la estrategia de modernización del sector público, facilitando una administración más eficiente, sostenible y orientada a datos.



2.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA AOPJA

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) ha adoptado un enfoque progresivo en la implementación de BIM y Gemelos Digitales, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la gestión de infraestructuras de transporte y obra civil en la región

→ Principales Estrategias de Implementación en la AOPJA:

- Integración de BIM en procesos de contratación pública
- Desde 2019, todas las licitaciones de infraestructuras incluyen requisitos BIM para garantizar modelos de gestión digitalizados.
- Desarrollo de un Entorno Común de Datos (CDE) para la gestión de infraestructuras
- Se ha establecido un sistema centralizado para la gestión digital de proyectos, asegurando la interoperabilidad y trazabilidad de la información.
- Pilotos de Gemelos Digitales en infraestructuras estratégicas
- La AOPJA ha iniciado pruebas con Gemelos Digitales en el Metro de Málaga, el Metropolitano de Granada y el Trambahía de Cádiz, permitiendo el monitoreo en tiempo real de su funcionamiento y mantenimiento.
- Estos avances han permitido a la AOPJA posicionarse como una administración innovadora en la digitalización de infraestructuras, alineando su estrategia con los estándares europeos y las mejores prácticas internacionales en transformación digital.

2.4. HACIA UNA GESTIÓN PÚBLICA INTELIGENTE Y SOSTENIBLE

La digitalización en la administración pública ha permitido optimizar la gestión de infraestructuras con un enfoque basado en datos, mejorando la eficiencia operativa y la sostenibilidad. La combinación de BIM y Gemelos Digitales está redefiniendo la planificación y mantenimiento de infraestructuras públicas, permitiendo una administración más inteligente y resiliente.

A medida que la tecnología sigue evolucionando, las administraciones deben continuar adaptándose a nuevas herramientas y metodologías que permitan una gestión más transparente, eficiente y alineada con los desafíos del futuro.

En este sentido, la AOPJA se encuentra en una posición estratégica para **liderar la digitalización del sector público en Andalucía**, consolidando un modelo de gestión basado en interoperabilidad, sostenibilidad e innovación tecnológica.

2.5. DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE BIM

El **Building Information Modeling (BIM)** es un enfoque metodológico basado en la **creación, gestión y uso de modelos digitales tridimensionales** que contienen información estructurada sobre un activo construido a lo largo de su ciclo de vida. A diferencia de los modelos tradicionales en 2D y la documentación fragmentada, BIM permite **integrar en un único entorno de datos** toda la información relevante de un proyecto, desde su fase de diseño hasta su mantenimiento y operación.

La principal diferencia entre BIM y las herramientas de modelado CAD convencionales es que BIM no se limita a representar gráficamente un edificio o infraestructura, sino que **agrega información paramétrica** sobre cada uno de sus elementos. Esto significa que cada componente del modelo (muros, instalaciones, cimentaciones, sistemas estructurales) no solo tiene una geometría definida, sino también atributos asociados como **materiales, costes, tiempos de ejecución, requisitos de mantenimiento y eficiencia energética**.

Los fundamentos de BIM se basan en los siguientes **principios clave**:

- **Modelo de información centralizado:** Todos los agentes del proyecto trabajan sobre un modelo único y actualizado en tiempo real.
- **Interoperabilidad y estandarización:** Uso de formatos abiertos como **IFC (Industry Foundation Classes)** para garantizar la compatibilidad entre plataformas.
- **Gestión del ciclo de vida completo del activo:** BIM no se limita a la fase de diseño y construcción, sino que se extiende a la **operación y mantenimiento** mediante el uso de modelos 6D y 7D.
- **Automatización de procesos:** Reducción de errores humanos y optimización del diseño mediante simulaciones y algoritmos de análisis de datos.
- **Visualización y simulación avanzada:** Capacidad de prever conflictos entre disciplinas (arquitectura, estructuras, instalaciones) antes de la construcción, minimizando cambios en obra.

El uso de BIM ha sido impulsado por el desarrollo de estándares internacionales como la **ISO 19650**, que establece las directrices para la gestión de la información en proyectos de construcción y obra pública.

2.6. EVOLUCIÓN Y ADOPCIÓN DE BIM A NIVEL GLOBAL

La adopción de BIM ha seguido un proceso de evolución gradual en diferentes regiones del mundo. Países como **Reino Unido, Singapur, Estados Unidos y Finlandia** han liderado la implementación de esta metodología, estableciendo marcos regulatorios que han impulsado su adopción en el sector público y privado.

Fases de Evolución de BIM

1. **BIM 1.0: Digitalización del Diseño** (Años 2000-2010)
 1. Transición de los modelos 2D en CAD a modelos 3D con información asociada.
 2. Desarrollo de herramientas de modelado como Revit, ArchiCAD y Tekla.
 3. Enfoque principalmente en la fase de diseño.

2. **BIM 2.0: Colaboración e Interoperabilidad** (2010-2020)
 1. Implementación de entornos colaborativos y bases de datos centralizadas (CDE).
 2. Introducción del concepto de BIM 4D (planificación temporal) y 5D (costos).
 3. Creación de normativas internacionales (ISO 19650, PAS 1192).
3. **BIM 3.0: Integración con IoT y Gemelos Digitales** (2020-Actualidad)
 1. Uso de modelos BIM para la gestión operativa de infraestructuras mediante sensores IoT.
 2. Implementación de inteligencia artificial y machine learning para análisis predictivos.
 3. Expansión de BIM a la gestión urbana y planificación territorial mediante el concepto de **City Information Modeling (CIM)**.

En **Europa**, la directiva **EUBIM Task Group** ha promovido la adopción de BIM en la contratación pública, exigiendo su uso en proyectos financiados con fondos europeos. En **España**, el **Plan BIM en la Contratación Pública** establece que, a partir de 2024, todos los proyectos de obra pública deberán incorporar BIM como requisito obligatorio en sus fases de diseño y ejecución.

2.7. BIM EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA: IMPACTO EN LA AOPJA

La **Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA)** ha iniciado un proceso progresivo de adopción de BIM para optimizar la gestión de infraestructuras de transporte y obra pública. La implementación de BIM en la AOPJA se ha estructurado en las siguientes líneas de acción:

→ Uso de BIM en licitaciones públicas

Desde 2019, la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) ha integrado requisitos específicos de modelado BIM en sus pliegos de contratación, estableciendo un marco normativo que garantiza la implementación de esta metodología en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos. Gracias a esta exigencia, los equipos técnicos de la AOPJA llevan a cabo una supervisión dinámica de los contratos, asegurando que el uso de BIM contribuya a la eficiencia, trazabilidad y calidad en la ejecución de infraestructuras.

Para reforzar esta estrategia, la AOPJA ha desarrollado una serie de documentos y estándares destinados a la exigencia y estandarización de BIM en sus licitaciones, entre los que destacan los Requerimientos BIM (EIR), aplicables tanto a la redacción de proyectos como a la ejecución de obras y recogidos en los anexos del Plan de Transformación Digital (PTP). Además, se han establecido plantillas estandarizadas, como el Plan de Ejecución BIM (PEB), exigido en los pliegos de licitación, junto con modelos de informes de supervisión y auditoría del PEB en proyectos y obras, así como del Plan de Calidad.

En el marco de la transformación digital, la AOPJA también ha impulsado la iniciativa "Digitalización de la Obra Pública: de los Modelos BIM al Gemelo Digital" (marzo 2023), que define las bases para la transición hacia una gestión más inteligente e integrada de infraestructuras. Asimismo, se ha definido un Set de Propiedades Compartidas en Elementos BIM mínimo, garantizando la interoperabilidad y homogeneidad en los modelos generados. Todo este esfuerzo normativo y técnico tiene como objetivo consolidar BIM como un estándar obligatorio en los procesos de licitación y ejecución de la obra pública en Andalucía, alineando la gestión de

Expediente	TAA-4102/OAT0	40 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

infraestructuras con las mejores prácticas internacionales y asegurando una mayor transparencia, eficiencia y sostenibilidad en los proyectos promovidos por la AOPJA.

Resumen de los estándares BIM de la AOPJA que se pueden descargar en <https://www.aopandalucia.es/principal.asp?alias=bim>

- *Requerimientos BIM (EIR), tipos exigidos para pliegos de licitación de redacción de proyectos (Anexo 1 del PTP).*
- *Plantilla del Plan de Ejecución BIM (PEB), tipo exigido para pliegos de licitación de redacción de proyectos y ejecución de obras (Anexo 2 del PTP).*
- *Modelo de Informe de supervisión del Plan de Ejecución BIM (PEB) de proyectos y obras.*
- *Modelo de Informe de auditoría del Plan de Calidad y Plan de Ejecución BIM en redacción de proyectos.*
- *Digitalización de la Obra Pública: de los Modelos BIM al Gemelo Digital (marzo 2023).*
- *Set de Propiedades Compartidas en Elementos BIM mínimo en AOPJA.*
- *Modelo de Informe de auditoría del Plan de Calidad y Plan de Ejecución BIM para Obras.*
- *Requerimientos BIM (EIR), tipos exigidos para pliegos de licitación de ejecución de obras (Anexo 1 del PTP).*

→ Creación de un Entorno Común de Datos (CDE) para la gestión de infraestructuras

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) ha iniciado la creación de un Entorno Común de Datos (CDE) para la gestión de infraestructuras, con el objetivo de mejorar la **colaboración, trazabilidad y eficiencia** en todos los proyectos bajo su gestión.

Para ello, se ha implementado una **plataforma digital basada en Trimble Connect**, que permite centralizar la información y optimizar la coordinación entre empresas contratistas, asistencias técnicas, ingenierías y otros agentes. Este entorno digital facilita el acceso a los modelos y documentos en tiempo real, reduciendo errores y garantizando la alineación de todos los agentes involucrados en la planificación, diseño, ejecución y mantenimiento de infraestructuras.

Además, en su compromiso por adoptar estándares internacionales, la AOPJA ha iniciado el proceso de certificación en la **norma ISO 19650**, un marco de referencia que establece las mejores prácticas para la gestión de la información en proyectos BIM. Esta certificación permitirá consolidar un flujo de trabajo estructurado, asegurando que los datos generados a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras sean coherentes, accesibles y de alta calidad. Con la creación de este CDE, la AOPJA da un paso clave hacia la digitalización integral de la obra pública, mejorando la transparencia, eficiencia y sostenibilidad en la gestión de infraestructuras en Andalucía.

Expediente	TAA-4102/OAT0	41 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

→ Formación y capacitación del personal técnico en BIM

La AOPJA desde 2016 está impulsando un ambicioso programa de **formación y capacitación en BIM** dirigido a su personal técnico, con el objetivo de fortalecer la adopción de esta metodología en todas las áreas de la organización. Como parte de esta estrategia, se creó el **Grupo MotorBIM**, un equipo interdisciplinar formado por técnicos de distintas áreas de la Agencia, cuya función es liderar la implementación de BIM en los procesos de trabajo internos, promoviendo el intercambio de conocimientos y mejores prácticas. Además, este grupo participa en **iniciativas transversales** en colaboración con otras **agencias y consejerías**, fomentando una visión unificada y coordinada de la transformación digital en la administración pública.

Toda la actividad se ha recogido en el Blog BIM de la Agencia que se puede visitar en el siguiente enlace: <https://infraestructurasymovilidad.aopandalucia.es/tag/bim/>

Paralelamente, la AOPJA ha reforzado la especialización de su equipo mediante la **participación en programas formativos avanzados**, incluyendo **certificaciones profesionales en gestión de proyectos BIM** y la realización de **Másteres BIM en ingeniería civil**. Estas iniciativas garantizan que el personal técnico disponga de las habilidades y conocimientos necesarios para gestionar infraestructuras de manera eficiente, alineándose con los estándares internacionales y consolidando el uso de BIM como herramienta clave en la planificación, diseño, ejecución y mantenimiento de la obra pública en Andalucía.

→ Integración de BIM con Gemelos Digitales para la operación y mantenimiento

Actualmente, el **Gemelo Digital BIM** para la gestión del **Metropolitano de Granada y Trambahía de Cádiz** ya se ha iniciado en el marco del contrato "**Gemelo Digital para la Explotación del Metropolitano de Granada y Trambahía de Cádiz – Digitalización de las Infraestructuras de Transporte Públicas mediante Metodología BIM**". Este proyecto marca un hito en la transformación digital de las infraestructuras de transporte en Andalucía, permitiendo la monitorización en tiempo real, la optimización del mantenimiento y la integración de datos en una plataforma única para mejorar la toma de decisiones operativas.

Como parte de esta estrategia, la **UTE Wise Build - Ingreen - Civile** está ejecutando el contrato **T-AA4102/OAT0 - AT Transversal para la Generación de Gemelo Digital del Metro de Granada y Trambahía Conectado con Otras Plataformas de Explotación, Implantación y Capacitación BIM**, cuyo objetivo es asegurar la correcta integración del Gemelo Digital con los sistemas de explotación existentes y fortalecer la capacitación del personal técnico en el uso de esta tecnología.

Con estos proyectos, la **AOPJA** avanza en la digitalización de sus infraestructuras de transporte, asegurando una gestión más eficiente, sostenible y alineada con las mejores prácticas internacionales en la aplicación de **BIM y Gemelos Digitales**.

La consolidación de BIM en la AOPJA representa un cambio significativo en la forma en que se gestionan las infraestructuras en Andalucía, alineando sus procesos con las mejores prácticas internacionales y optimizando la eficiencia en la administración de recursos públicos.

Expediente	TAA-4102/OAT0	42 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

2.8. BENEFICIOS BIM EN LA AOPJA

En el marco de su proceso de **implantación de la metodología BIM**, la **AOPJA** ha identificado una serie de beneficios clave que están transformando la gestión de infraestructuras en todas sus fases, desde la planificación y diseño hasta la operación y mantenimiento. Estos beneficios han sido fundamentales para mejorar la eficiencia, la transparencia y la sostenibilidad en la gestión de los activos públicos.

Además, con el **despliegue del Gemelo Digital BIM**, la AOPJA pretende **acelerar y maximizar** el impacto de estas ventajas, integrando datos en tiempo real y optimizando la toma de decisiones mediante modelos digitales dinámicos. A continuación, se detallan los principales beneficios que la AOPJA ha priorizado en su proceso de transformación digital con BIM.

- **Fuente Única de Información:** BIM proporciona una base de datos integral y única que asegura la coherencia y precisión en toda la información relacionada con los proyectos de infraestructura. Esta fuente única evita la duplicidad de datos y facilita una gestión más ágil y eficiente de la información.
- **Fiabilidad y Transparencia:** La trazabilidad de datos a lo largo del ciclo de vida de cada activo permite mejorar la fiabilidad de la información y garantizar la transparencia en cada fase del proyecto. Todos los agentes implicados en el proceso constructivo y en la gestión del activo pueden acceder a datos coherentes y precisos, lo cual favorece una toma de decisiones más informada.
- **Mejora en la Planificación y Seguridad de las Obras:** El modelado digital mejora significativamente la planificación de las obras, minimizando los riesgos y garantizando condiciones de seguridad óptimas. BIM permite simular diferentes escenarios antes de que comiencen las obras, lo cual resulta en una planificación más detallada y en una reducción considerable de imprevistos. La identificación temprana de problemas contribuye a evitar sobrecostes y retrasos.
- **Optimización de la Gestión de los Activos:** La integración de modelos BIM con el mantenimiento y operación de los activos permite una gestión más precisa, reduciendo costes y aumentando la vida útil de las infraestructuras. La capacidad de monitorizar el estado de los activos en tiempo real facilita el mantenimiento predictivo y proactivo, disminuyendo las intervenciones de emergencia y extendiendo la durabilidad de las infraestructuras.
- **Reducción del Impacto Medioambiental:** La planificación más precisa y el monitoreo continuo permiten optimizar recursos, lo cual reduce el impacto ambiental y fomenta una gestión más sostenible. BIM facilita la evaluación de alternativas de diseño para minimizar la huella de carbono, contribuyendo a una construcción más responsable y comprometida con el medio ambiente.

Los ahorros potenciales por el uso de BIM han sido cuantificados por el EU BIM Task Group en el "Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo" el cual estima que la digitalización de los procesos de ingeniería, construcción y explotación podría suponer una optimización del gasto entorno al 20-40% en construcción de los proyectos de edificación y de infraestructuras.

Expediente	TAA-4102/OAT0	43 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

2.9. LOS GEMELOS DIGITALES & BIM

2.9.1. DEFINICIÓN DEL GEMELO DIGITAL EN LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

El **proyecto SPHERE** ha sido una referencia clave en la estrategia de implantación del Gemelo Digital BIM en la AOPJA, proporcionando un marco conceptual y metodológico que ha permitido definir un enfoque estructurado para su desarrollo en el ámbito de las infraestructuras públicas. En el proceso de redacción de esta estrategia, la **AOPJA ha llevado a cabo un intenso trabajo de análisis**, revisando experiencias previas tanto en administraciones públicas como en entidades privadas, **con el objetivo de identificar buenas prácticas y lecciones aprendidas que faciliten la adopción de esta tecnología.**

Si bien la iniciativa **Gemini Principles** ha marcado una base fundamental en la conceptualización de los Gemelos Digitales, la experiencia del proyecto SPHERE ha resultado especialmente relevante para la AOPJA. SPHERE ha puesto de manifiesto que, a pesar de la creciente implementación de Gemelos Digitales en distintos sectores, la falta de una **definición universal y estandarizada** ha sido un obstáculo significativo para su adopción generalizada en infraestructuras. Su análisis resalta la necesidad de una aproximación que no solo contemple la fase de diseño y construcción, sino que **integre el ciclo de vida completo de las infraestructuras**, incluyendo su operación y mantenimiento.

Como parte de su estrategia, la AOPJA comparte los principios y definiciones establecidas por SPHERE, adoptando un enfoque que no solo reconoce los modelos existentes, sino que también establece una clasificación alineada con las necesidades específicas de la gestión pública de infraestructuras. En este sentido, el **Gemelo Digital BIM** desarrollado por la AOPJA no se concibe únicamente como una **réplica estática**, sino como un **sistema dinámico** que permite la integración de **datos en tiempo real**, optimizando la toma de decisiones y mejorando la eficiencia operativa de los activos gestionados por la agencia.

Gracias a este trabajo de análisis y la incorporación de referencias como SPHERE y Gemini Principles, la AOPJA está definiendo un modelo de Gemelo Digital **adaptado a las necesidades de la administración pública**, garantizando su viabilidad técnica, interoperabilidad y alineación con las mejores prácticas internacionales.

Con ello, se refuerza la apuesta por una gestión de infraestructuras más eficiente, sostenible y basada en datos.

Para conocer más sobre el **proyecto SPHERE**, se puede acceder a su plataforma oficial en el siguiente enlace: <https://sphere-project.eu/>.

2.9.2. DEFINICIONES FUNDAMENTALES DE GEMELO DIGITAL EN INFRAESTRUCTURAS

En términos generales, un Gemelo Digital se define como una representación digital precisa y dinámica de una infraestructura física, conectada bidireccionalmente con el mundo real mediante datos en tiempo real. Esta conexión permite que la infraestructura digital refleje el comportamiento del activo físico, optimizando su gestión y facilitando la toma de decisiones estratégicas.

→ **Definición operativa adoptada por la AOPJA:**

"Un Gemelo Digital de Infraestructura es una réplica digital avanzada de una obra pública o infraestructura crítica, integrada con sensores y sistemas de gestión operativa, que permite la simulación, supervisión y optimización en tiempo real de su rendimiento y estado estructural."

Esta definición nos permite diferenciar el Gemelo Digital de otras representaciones digitales estáticas, como los modelos BIM convencionales. Mientras que BIM se ha centrado en la planificación y modelado de infraestructuras, el Gemelo Digital incorpora una actualización continua y automatizada, proporcionando información dinámica y predictiva sobre el estado de la infraestructura.

En este sentido, adoptamos como referencia la definición establecida por el Centre for Digital Built Britain (CDBB), que conceptualiza el Gemelo Digital como:

"Una representación digital realista de activos, procesos o sistemas en el entorno construido o natural."

Bajo esta premisa, la AOPJA reconoce la necesidad de evolucionar desde un enfoque basado en BIM estático hacia un modelo de Gemelo Digital que permita integración total con IoT, análisis predictivo y simulación avanzada.

2.9.3. CLASIFICACIÓN DEL GEMELO DIGITAL EN LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

Para estructurar la adopción del Gemelo Digital en la AOPJA, seguimos la clasificación propuesta por el proyecto SPHERE, adaptada a la gestión de infraestructuras. Esta clasificación nos permite diferenciar las distintas fases de evolución de un Gemelo Digital, alineándolo con el ciclo de vida de una infraestructura pública.

→ **Gemelo Digital Prototipo de Infraestructura (IDTP - Infrastructure Digital Twin Prototype)**

El IDTP representa la infraestructura en sus fases de planificación, diseño y construcción. Contiene toda la información necesaria para su desarrollo y posterior integración en un Gemelo Digital operativo.

- **Componentes clave del IDTP:**

- Modelo BIM detallado con información geométrica y estructural.
- Simulación digital del proceso constructivo, permitiendo la optimización antes de la ejecución física.
- Registro de materiales y procesos, estableciendo una trazabilidad desde la fase de diseño.
- Evaluación de eficiencia energética y sostenibilidad antes de la construcción.
- Esta fase es crucial para garantizar que, una vez construida, la infraestructura pueda ser directamente integrada en un entorno de Gemelo Digital funcional.

→ **Instancia de Gemelo Digital de Infraestructura (IDTI - Infrastructure Digital Twin Instance)**

Expediente	TAA-4102/OAT0	45 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

El IDTI es la representación digital de una infraestructura específica durante su operación y mantenimiento, basada en un modelo BIM As-Built actualizado.

- **Características del IDTI:**

- o Modelo BIM enriquecido con datos operacionales en tiempo real.
- o Integración con sensores IoT que monitorizan el estado estructural y funcional de la infraestructura.
Historial de mantenimiento y modificaciones, permitiendo la optimización continua.
- o Simulación de escenarios de resiliencia y emergencia, mejorando la capacidad de respuesta ante fallos.

Desde la AOPJA estamos impulsando a través del Gemelo Digital BIM la transición de infraestructuras críticas hacia modelos IDTI, asegurando su integración en una plataforma de gestión inteligente.

→ **Agregados de Gemelos Digitales de Infraestructura (IDTA - Infrastructure Digital Twin Aggregates)**

Los IDTA representan la agregación de múltiples Gemelos Digitales de Infraestructura, permitiendo el análisis comparativo y la gestión integrada de redes de infraestructuras a mayor escala.

- **Tipos de agregados definidos en la AOPJA:**

- o IDTA Horizontal (hIDTA): Agrupa múltiples infraestructuras similares, como una red de carreteras o puentes.
- o IDTA Vertical (vIDTA): Relaciona infraestructuras en distintas escalas, desde un sistema ferroviario hasta su integración con la planificación urbana.

Estos modelos nos permiten analizar redes completas de infraestructuras, optimizando la gestión territorial y facilitando la toma de decisiones estratégicas en la planificación pública.

→ **Entorno de Gemelo Digital de Infraestructura (IDTE - Infrastructure Digital Twin Environment)**

El IDTE representa el ecosistema completo en el que operan los Gemelos Digitales de Infraestructura. Su objetivo es integrar todas las fuentes de datos disponibles en un sistema único que permita análisis predictivos y operativos avanzados.

Funciones principales del IDTE en la AOPJA:

- o Gestión dinámica de datos en tiempo real, optimizando la toma de decisiones.
- o Simulación de escenarios futuros, evaluando el impacto de cambios en infraestructuras clave.
- o Automatización de procesos de mantenimiento y operación mediante algoritmos de IA.
- o Conectividad con plataformas GIS y análisis territorial, permitiendo un enfoque holístico en la gestión de infraestructuras.

En la AOPJA, estamos trabajando en el desarrollo de un IDTE propio, que nos permitirá gestionar de manera centralizada los Gemelos Digitales de nuestras infraestructuras clave.

2.9.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE INTEGRACIÓN CON EL MUNDO FÍSICO

Además del ciclo de vida, los Gemelos Digitales pueden clasificarse en función del grado de integración y flujo de datos con su contraparte física.

- **Modelo Digital (DM – Digital Model)**
 - Representación estática de un activo en formato BIM o CAD.
 - No está conectado con sensores ni datos en tiempo real.
 - Se usa principalmente para diseño, planificación y documentación.

- **Sombra Digital (DS – Digital Shadow)**
 - Modelo digital que recibe información unidireccional desde el activo físico.
 - No devuelve información ni interviene en la operación del activo.
 - Se usa en monitoreo de condiciones pero sin capacidad de ajuste dinámico.

- **Gemelo Digital Completo (DT – Digital Twin)**
 - Conexión bidireccional con el activo físico.
 - Capacidad de análisis predictivo y optimización en tiempo real.
 - Se usa en mantenimiento predictivo, optimización operativa y simulación avanzada.

2.9.5. RESUMEN DE CLASIFICACIÓN

La clasificación de los Gemelos Digitales permite definir estrategias de implementación para la gestión de infraestructuras en la AOPJA.

1. Según el nivel de integración con el mundo físico:
 - Modelo Digital (DM): Representación estática.
 - Sombra Digital (DS): Monitoreo unidireccional.
 - Gemelo Digital Completo (DT): Interacción bidireccional y análisis en tiempo real.

2. Clasificación SPHERE para el sector AECO:
 - BDTP: Diseño y planificación.
 - BDTI: Operación del activo.
 - BDTA: Agregación de activos.
 - BDTE: Plataforma digital para la gestión global.

Estos modelos servirán como base para estructurar la implementación del Gemelo Digital BIM en la AOPJA, alineando los proyectos del Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz con un ecosistema digital robusto e interoperable

2.9.6. DIFERENCIAS CLAVES ENTRE BIM Y GEMELO DIGITAL DE INFRAESTRUCTURA

Característica	BIM Tradicional	Gemelo Digital BIM
Actualización en tiempo real	✗ No se actualiza automáticamente	✓ Integración con sensores IoT
Monitorización operativa	⚠ Limitada a modelos estáticos	✓ Conectado a sistemas SCADA e IoT
Capacidad predictiva	✗ No disponible	✓ Simulación con IA y análisis de Big Data
Interoperabilidad	⚠ Dependiente de software específico	✓ Basado en estándares abiertos
Automatización de mantenimiento	✗ Procesos manuales	✓ Mantenimiento predictivo con Machine Learning

2.10. LIMITACIONES Y ACCIONES EN LA CONSECUCCIÓN DE OBJETIVOS DEL GEMELO DIGITAL BIM

En el marco de nuestra estrategia de digitalización, la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) reconoce el papel fundamental que ha desempeñado la metodología BIM (Building Information Modeling) en la modernización de la gestión de infraestructuras. Sin embargo, también identificamos limitaciones estructurales en su implementación, lo que nos impulsa a avanzar hacia un modelo de Gemelo Digital BIM que permita una gestión más eficiente y en tiempo real de nuestras infraestructuras.

Este apartado describe la situación actual de la digitalización en la gestión de infraestructuras, señalando los avances logrados con BIM, sus desafíos operativos y la necesidad de evolucionar hacia Gemelos Digitales para una gestión más optimizada y sostenible.

→ BIM como Pilar de la Digitalización en Infraestructuras Públicas

En la AOPJA, hemos avanzado en la adopción de BIM como estándar para la digitalización de nuestras infraestructuras, alineándonos con la transformación digital del sector. BIM nos ha permitido estructurar y gestionar la información de manera más eficiente, facilitando la interoperabilidad y la trazabilidad de los activos en todo su ciclo de vida.

No obstante, su aplicación en fases operativas y de mantenimiento sigue siendo insuficiente. La capacidad de BIM para reflejar en tiempo real el estado de las infraestructuras se ve limitada por la falta de integración con datos dinámicos y sistemas de gestión operativa.

En la AOPJA, identificamos la necesidad de superar este modelo estático, incorporando herramientas que permitan la actualización continua de los modelos de información, garantizando su integración con plataformas en tiempo real y optimizando el uso de los datos.

2.10.1. LIMITACIONES DE BIM Y NECESIDAD DE EVOLUCIONAR HACIA GEMELOS DIGITALES

A pesar de los avances que hemos logrado con la implantación de BIM, identificamos una serie de retos críticos que nos llevan a evolucionar hacia un modelo más avanzado de gestión digital.

2.10.1.1. Desactualización de Modelos As-Built

Uno de los problemas recurrentes en la gestión de infraestructuras es la desactualización de los modelos BIM As-Built. En muchos casos, los modelos creados durante la fase de construcción no reflejan las modificaciones y el estado real de las infraestructuras en operación, generando discrepancias entre la documentación y la realidad.

→ Acciones de la AOPJA:

- Establecer procesos de actualización automatizada de modelos BIM mediante el uso de escaneo láser y nubes de puntos.
- Integrar los modelos As-Built en un Entorno Común de Datos (CDE) que permita su actualización constante y su vinculación con datos operacionales.
- Asegurar la conexión entre modelos BIM y plataformas de gestión de mantenimiento mediante API abiertas e interoperables.

2.10.1.2. Falta de Conectividad con Sistemas Operativos y Sensores IoT

En la actualidad, BIM sigue funcionando principalmente como un modelo estático, sin una conexión efectiva con datos en tiempo real provenientes de sensores IoT, sistemas SCADA y plataformas de gestión de infraestructuras.

→ Acciones de la AOPJA:

- Integración de BIM con IoT para capturar y actualizar automáticamente datos sobre el estado de las infraestructuras.
- Conectar los modelos digitales con plataformas de análisis predictivo, permitiendo anticipar fallos y optimizar el mantenimiento.
- Incorporar herramientas de simulación en tiempo real, mejorando la planificación y toma de decisiones operativas.

2.10.1.3. Fragmentación y Falta de Gobernanza en la Gestión de Datos

Uno de los mayores desafíos que enfrentamos en la digitalización de infraestructuras es la falta de interoperabilidad entre plataformas. Actualmente, los datos de infraestructura se encuentran dispersos en diferentes bases de datos sin una integración eficiente, lo que dificulta la explotación de la información de manera centralizada.

→ Acciones de la AOPJA:

- Implementación de un modelo unificado de gobernanza de datos, asegurando la interoperabilidad entre BIM, GIS, SCADA e IoT.
- Uso de estándares abiertos como IFC, CityGML y formatos interoperables, evitando la dependencia de soluciones propietarias.
- Desarrollo de un Entorno de Gemelo Digital BIM que centralice la información y permita su explotación mediante IA y análisis avanzado de datos.

2.10.2. EVOLUCIÓN HACIA UN MODELO DE GEMELO DIGITAL BIM

Desde la AOPJA, entendemos que la evolución hacia un Gemelo Digital BIM representa la transformación natural del proceso de digitalización. Mientras que BIM ha sido una herramienta clave en la modernización del sector, sus limitaciones en la gestión en tiempo real nos llevan a adoptar un enfoque más avanzado basado en modelos dinámicos y predictivos.

El Gemelo Digital BIM permitirá que la AOPJA adopte un modelo de gestión en tiempo real, optimizando la planificación, operación y mantenimiento de infraestructuras mediante datos dinámicos, simulaciones avanzadas y análisis de escenarios futuros.

2.10.3. RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS DE LA AOPJA

Para garantizar la transición efectiva hacia un modelo de Gemelo Digital BIM, hemos definido una serie de estrategias clave que orientarán la evolución digital de nuestras infraestructuras.

→ Líneas de acción prioritarias:

- Integración de BIM con IoT y plataformas operativas para capturar datos en tiempo real y mejorar la gestión de activos.
- Implementación de estándares de interoperabilidad para garantizar la conexión entre diferentes sistemas y plataformas digitales.
- Desarrollo de una infraestructura tecnológica propia que permita la gestión centralizada del Gemelo Digital BIM.
- Automatización de procesos de mantenimiento y operación mediante modelos de inteligencia artificial y análisis predictivo.

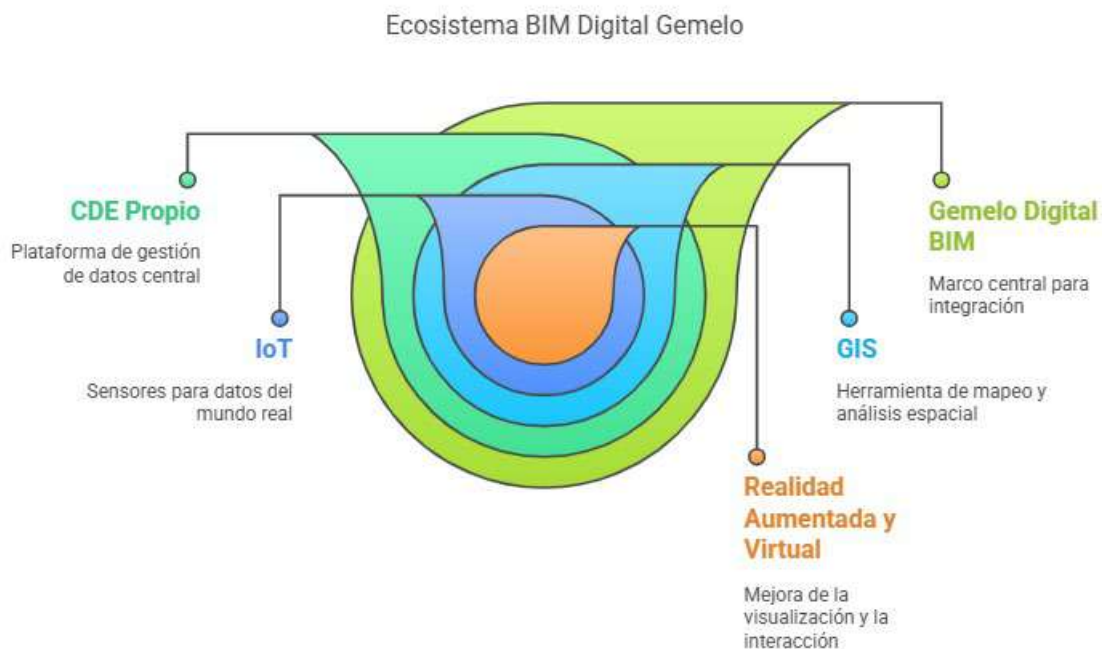
- Capacitación del personal técnico en el uso y explotación de Gemelos Digitales, asegurando una adopción eficiente en la administración pública.

2.11. CREACIÓN DE UNA PLATAFORMA PROPIA BASADA EN TECNOLOGÍAS BIM, GIS, VR, AR E IOT

En la presente estrategia, se ofrece una descripción resumida del estado de desarrollo de la plataforma digital integrada de la AOPJA, destacando los avances logrados hasta el momento y las siguientes fases previstas para su implementación. Esta plataforma está concebida como el núcleo central para la gestión de infraestructuras, permitiendo la integración de modelos BIM, Gemelos Digitales y datos operativos en tiempo real.

Dado que su desarrollo es un proceso en evolución, **la estrategia establece una visión global** de su estructura, funcionalidades y objetivos, proporcionando un marco de referencia sobre cómo esta herramienta contribuirá a la supervisión, mantenimiento y explotación de los activos públicos. Además, el documento recoge los principios clave que guían su creación y define las bases para su interoperabilidad con otras plataformas digitales.

Para una planificación detallada, el **Plan de Acción** documentará de manera específica los aspectos técnicos de la plataforma y las **líneas de acción** estratégicas que marcarán su despliegue progresivo. Sin embargo, en esta estrategia se presenta una síntesis que permite entender su importancia dentro del proceso de transformación digital de la AOPJA y su papel como herramienta clave para la eficiencia y sostenibilidad en la gestión de infraestructuras públicas.



Esta plataforma está basada en el uso combinado de:

- **BIM** (Building Information Modeling): Modelado avanzado de infraestructuras con información paramétrica detallada.
- **GIS** (Geographic Information Systems): Análisis espacial y contextualización territorial de las infraestructuras.
- **VR** (Realidad Virtual) y **AR** (Realidad Aumentada): Herramientas inmersivas para supervisión remota y capacitación técnica.
- **IoT** (Internet de las Cosas): Sensores distribuidos para la captación de datos en tiempo real.

La plataforma tiene como objetivos principales:

- Consolidar un entorno digital unificado para la gestión del ciclo de vida de infraestructuras.
- Integrar modelos BIM con información geoespacial para mejorar la planificación y toma de decisiones.
- Habilitar simulaciones avanzadas para evaluar el uso, mantenimiento y explotación de las infraestructuras.
- Automatizar el mantenimiento predictivo, reduciendo costes y mejorando la seguridad operativa.

En paralelo, se está desarrollando un Entorno Común de Datos (CDE) propio, que facilitará la interoperabilidad entre sistemas y la gestión centralizada de la información de las infraestructuras públicas.

2.11.1.1. Digitalización del Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz

Como parte del proceso de implementación del Gemelo Digital BIM, la AOPJA ha priorizado la digitalización de dos infraestructuras estratégica como el Metro de Granada y trambahia cadiz.

Para ello se están siguiendo las siguientes acciones:

- Creación de un modelo BIM detallado del sistema de metro, incluyendo estaciones, túneles y material rodante.
- Integración de sensores IoT para la monitorización en tiempo real del estado de la infraestructura.
- Desarrollo de un modelo de Gemelo Digital BIM del trazado ferroviario, con datos dinámicos sobre su funcionamiento.
- Implementación de herramientas de análisis predictivo para la detección temprana de averías y optimización del mantenimiento.
- Conexión con de GIS para evaluar el impacto del Trambahía y Metro Granada en la movilidad urbana y su integración con otras infraestructuras de transporte.
- Proceso de digitalización en ambas infraestructuras

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (**AOPJA**) está desarrollando un proceso de digitalización avanzada para la gestión de sus infraestructuras de transporte, con el objetivo de integrar **modelos BIM y Gemelos Digitales** en su estrategia de supervisión, mantenimiento y explotación de activos. Este proceso se compone de varias fases clave, cada una diseñada para garantizar que la información generada sea **precisa, estructurada y compatible con la plataforma digital** de la AOPJA.

2.11.1.2. Levantamiento de la infraestructura mediante nubes de puntos

Uno de los primeros pasos en el desarrollo del **Gemelo Digital BIM** es la captura de la geometría real de las infraestructuras mediante **escaneos láser 3D de alta precisión**. Esta tecnología permite generar **nubes de puntos** que representan con exactitud las características físicas de los activos, proporcionando una base de datos tridimensional detallada y fiable.

El levantamiento de datos mediante escáneres láser es fundamental para obtener un **modelo actualizado del estado actual de las infraestructuras**, lo que facilita la toma de decisiones informadas en materia de mantenimiento, optimización operativa y planificación de futuras intervenciones. Además, esta información se almacena en un **Entorno Común de Datos (CDE)** para garantizar su trazabilidad y accesibilidad por parte de los equipos técnicos.

2.11.1.3. Creación de un modelo BIM As-Is de la infraestructura

A partir de los datos obtenidos en el levantamiento con **nubes de puntos**, se está desarrollando un **modelo BIM As-Is**, que refleja con precisión la infraestructura existente en su estado actual. Este modelo no solo captura la geometría de los activos, sino que también permite **integrar información estructural, funcional y operativa**, proporcionando una representación digital detallada que servirá como base para la **gestión a lo largo de su ciclo de vida**.

El **modelo BIM As-Is** es un componente esencial dentro de la estrategia de transformación digital de la AOPJA, ya que facilita la **monitorización y el mantenimiento predictivo**, optimizando los procesos de operación. Asimismo, estos modelos serán la base para la integración de los activos en la **plataforma de Gemelo Digital**, permitiendo el acceso a datos en tiempo real y favoreciendo la automatización de procesos de supervisión.

2.11.1.4. Modelado acorde a las exigencias BIM de la AOPJA

La AOPJA ha establecido **criterios específicos de modelado y parametrización BIM**, definidos en sus **pliegos técnicos** como parte de su estrategia transversal de implantación de esta metodología. Estos requisitos aseguran que los modelos generados sean **estandarizados, interoperables y compatibles** con la futura plataforma digital de la Agencia.

Los estándares definidos por la AOPJA establecen **niveles de detalle (LOD), estructuras de datos, nomenclaturas y propiedades compartidas** que deben cumplir los modelos BIM desarrollados en sus proyectos. De esta manera, se garantiza una **coherencia en los datos y una integración fluida con los sistemas digitales de gestión**, permitiendo una mejor coordinación entre los distintos agentes involucrados en la supervisión y explotación de las infraestructuras.

2.11.1.5. Uso del Entorno Común de Datos (CDE) basado en Trimble Connect

Para **almacenar, gestionar y coordinar** los modelos BIM de manera estructurada y colaborativa, la AOPJA está utilizando un **Entorno Común de Datos (CDE) basado en la tecnología Trimble Connect**. Este sistema permite organizar y compartir información en un entorno digital centralizado, asegurando que todos los actores involucrados en los proyectos tengan acceso a **versiones actualizadas y verificadas** de los modelos y documentación técnica.

El uso del **CDE** facilita la colaboración entre **contratistas, ingenierías, organismos públicos y equipos técnicos de la AOPJA**, garantizando un flujo de trabajo eficiente y evitando duplicidades en la gestión de información. Además, esta plataforma digital favorece la trazabilidad de cambios, la validación de modelos y la integración de datos en un entorno seguro y controlado.

2.11.1.6. Integración con la futura plataforma de Gemelo Digital BIM

Como parte del desarrollo del **Gemelo Digital BIM**, la AOPJA ha seleccionado el **Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz** como los primeros proyectos piloto para la implementación de esta tecnología. Estos activos servirán para validar y optimizar el uso del **Gemelo Digital** en la gestión de infraestructuras de transporte, permitiendo experimentar con **monitoreo en tiempo real, análisis predictivo y simulaciones operativas**.

Para ello, se está diseñando una **infraestructura tecnológica propia**, que incluirá un **CDE específico** para la gestión de Gemelos Digitales. Este sistema permitirá la integración de **datos operativos en tiempo real**, conectando sensores, sistemas de mantenimiento y plataformas de supervisión con los modelos BIM, facilitando así una gestión más eficiente y basada en datos.

2.11.1.7. Aceleración de la implantación BIM transversal y su alineación con el Gemelo Digital

La AOPJA ha reconocido que la digitalización de infraestructuras no puede limitarse únicamente a la supervisión del ciclo de vida desde la administración pública. Por ello, está impulsando un proceso de implantación BIM transversal, alineado con las necesidades específicas de los modelos BIM para su transferencia a la plataforma de Gemelo Digital BIM.

Los principales ejes de esta estrategia son:

- o Estandarización de procesos BIM en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras, desde la planificación hasta la operación y mantenimiento.

- Integración de requisitos específicos en la contratación pública, garantizando que los proyectos licitados incorporen metodologías BIM con miras a su futura integración en el Gemelo Digital.
- Adaptación de los modelos BIM a las necesidades de operación y mantenimiento, asegurando que la información contenida en ellos sea útil para la gestión de infraestructuras en tiempo real.
- Desarrollo de protocolos de transferencia de modelos BIM al Gemelo Digital, permitiendo la conversión automática de datos para su uso en la plataforma de gestión.

Esta estrategia permitirá a la AOPJA consolidar un ecosistema digital robusto, en el que la metodología BIM no solo sirva para la supervisión de proyectos en fase de construcción, sino que se convierta en un elemento central para la administración y mantenimiento de infraestructuras públicas.

2.12. DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL GEMELO DIGITAL

2.12.1. EVOLUCIÓN Y APLICACIÓN EN LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

El concepto de Gemelo Digital ha evolucionado significativamente en los últimos años, pasando de ser una herramienta aplicada exclusivamente en el ámbito de la manufactura y la industria aeroespacial, a convertirse en una solución tecnológica clave en la gestión de infraestructuras. Su integración con tecnologías como BIM, GIS, IoT y Big Data lo posiciona como un elemento estratégico en la digitalización del ciclo de vida de activos físicos.

Un Gemelo Digital es una representación virtual dinámica de un activo físico, capaz de reflejar con precisión su estado, operación y evolución en tiempo real. A diferencia de los modelos digitales tradicionales, el Gemelo Digital no es una representación estática, sino un sistema vivo e interactivo que se actualiza continuamente mediante datos obtenidos de sensores, sistemas de monitoreo y fuentes externas.

Su aplicabilidad en infraestructuras públicas permite a las administraciones optimizar la gestión, anticipar problemas, mejorar la eficiencia energética y tomar decisiones informadas basadas en datos en tiempo real.

2.12.2. DIFERENCIAS ENTRE UN MODELO DIGITAL CONVENCIONAL Y UN GEMELO DIGITAL

Para comprender la **relevancia de los Gemelos Digitales en infraestructuras**, es fundamental diferenciar entre los distintos tipos de **representaciones digitales** utilizadas en la gestión y planificación de activos. Cada una de ellas cumple funciones específicas, pero solo el **Gemelo Digital** ofrece una integración completa y dinámica de los datos en tiempo real.

→ 1. Modelos BIM tradicionales

Los modelos BIM (Building Information Modeling) representan una infraestructura mediante una geometría tridimensional (3D) paramétrica, proporcionando información detallada sobre materiales, componentes y procesos constructivos. Sin embargo, su alcance está principalmente enfocado en las fases de diseño y construcción, sin incluir una actualización dinámica de los datos en tiempo real. Estos modelos sirven como referencia para la documentación y la coordinación de proyectos, pero no permiten una monitorización activa del activo una vez construido.

→ 2. Sistemas de gestión de activos basados en GIS o SCADA

Los sistemas de gestión de activos basados en GIS (Sistemas de Información Geográfica) o SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) proporcionan datos operativos en tiempo real, lo que permite monitorear el estado y funcionamiento de infraestructuras como redes de transporte, energía o saneamiento. No obstante, su capacidad de integración con modelos BIM es limitada, ya que estos sistemas se centran en la captura de datos operacionales sin incluir modelos tridimensionales detallados ni simulaciones avanzadas. Además, carecen de herramientas predictivas que permitan anticipar fallos o evaluar el impacto de distintos escenarios de operación.

→ 3. Gemelos Digitales

El Gemelo Digital representa la evolución de los modelos digitales tradicionales, integrando modelos BIM, datos IoT, GIS y simulaciones avanzadas en un único entorno digital. A diferencia de los sistemas anteriores, el Gemelo Digital:

- Recoge y analiza datos en tiempo real, conectando sensores y plataformas de gestión con modelos digitales.
- Permite la simulación de escenarios operativos, facilitando la detección temprana de fallos y la optimización del rendimiento del activo.
- Genera un ecosistema digital dinámico, donde la información fluye bidireccionalmente entre el mundo físico y el digital, permitiendo un control más eficiente durante todo el ciclo de vida de la infraestructura.

2.12.3. COMPONENTES ESENCIALES DE UN GEMELO DIGITAL

El Gemelo Digital se compone de tres elementos esenciales que garantizan su funcionalidad y operatividad:

- **Activo Físico:** Infraestructura que se modela y gestiona digitalmente (por ejemplo, una línea de metro o un sistema ferroviario).
- **Modelo Virtual:** Representación computacional basada en BIM, GIS y datos operativos.
- **Flujo de Datos en Tiempo Real:** Información recopilada de sensores IoT, sistemas SCADA, simulaciones y fuentes externas.

Estos elementos permiten que el Gemelo Digital interactúe con su contraparte física, generando análisis predictivos y optimizando el mantenimiento y la operación del activo.

2.12.4. SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y SENSORES IOT

Los sensores IoT (Internet de las Cosas) juegan un papel clave en la recolección de datos en tiempo real, permitiendo la monitorización continua de infraestructuras. Ejemplos de estos sensores en infraestructuras de transporte incluyen:

- Sensores de vibración y carga para detectar desgaste estructural en túneles y vías.
- Sensores de temperatura y humedad en estaciones y centros de control.
- Medidores de consumo energético para optimizar la eficiencia operativa.

Estos dispositivos envían datos al modelo digital, permitiendo ajustes automáticos y mantenimiento predictivo.

2.12.5. ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING Y MODELOS PREDICTIVOS

Uno de los aspectos diferenciales del Gemelo Digital es su capacidad de aprendizaje. Mediante algoritmos de Machine Learning y Modelos Predictivos, el sistema es capaz de:

- Identificar patrones de comportamiento en la infraestructura.
- Detectar anomalías o fallos potenciales antes de que ocurran.
- Simular escenarios de mantenimiento y optimización energética.

Este nivel de análisis permite que las infraestructuras se gestionen de manera proactiva en lugar de reactiva, reduciendo costes operativos y aumentando su fiabilidad.

2.12.6. APLICABILIDAD EN LA AOPJA

Para la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA), estas características representan una oportunidad clave para la digitalización y optimización de la gestión de infraestructuras como el Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz. Entre los beneficios específicos que se espera obtener en estos proyectos destacan:

- Automatización del mantenimiento preventivo mediante la predicción de averías y fallos.
- Optimización de la gestión de la infraestructura ferroviaria, reduciendo costes de operación.
- Mejora en la planificación de ampliaciones y nuevas infraestructuras gracias a simulaciones avanzadas.
- Ahorro energético significativo, mediante el monitoreo y ajuste de consumos en tiempo real.

Estos beneficios no solo impactarán en la eficiencia operativa de la AOPJA, sino que también sentarán las bases para una transformación digital a gran escala en la gestión de infraestructuras públicas en Andalucía.

2.13. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL GEMELO DIGITAL

2.13.1. ORÍGENES EN LA INDUSTRIA AEROESPACIAL Y MANUFACTURA

El concepto de Gemelo Digital tiene sus raíces en la industria aeroespacial y manufacturera, donde la necesidad de supervisar, predecir y optimizar el rendimiento de sistemas físicos complejos impulsó el desarrollo de representaciones virtuales interactivas de activos físicos.

Uno de los primeros antecedentes se encuentra en la NASA, que desde la década de 1970 desarrolló modelos de simulación digital para monitorear y predecir el comportamiento de naves espaciales en misiones tripuladas y no tripuladas. Un hito clave en esta evolución fue el programa Apollo 13 (1970), en el que ingenieros en tierra utilizaron réplicas digitales de los sistemas de la nave para diagnosticar problemas en tiempo real y desarrollar soluciones críticas para el regreso seguro de la tripulación.

Sin embargo, el término Digital Twin no fue formalmente introducido hasta 2002, cuando Michael Grieves, en el marco de la gestión del ciclo de vida del producto (PLM - Product Lifecycle Management), propuso un modelo conceptual en el que una réplica digital de un producto físico podía actualizarse en tiempo real con datos operacionales.

A partir de este momento, el desarrollo del Gemelo Digital experimentó una rápida evolución, primero en la industria manufacturera y posteriormente en sectores como la automoción, la salud, la energía y la construcción.

2.13.2. GEMELOS DIGITALES EN INGENIERÍA CIVIL

La adopción del Gemelo Digital en el sector de la construcción y gestión de infraestructuras ha seguido una evolución progresiva, alineándose con el desarrollo de modelos BIM, GIS y sistemas IoT.

Durante los años 2010-2020, el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) comenzó a incorporar herramientas digitales avanzadas para mejorar la planificación y ejecución de proyectos. El avance de estándares como la ISO 19650, junto con la obligatoriedad del uso de BIM en proyectos públicos en países europeos, marcó un punto de inflexión en la transición hacia modelos digitales de infraestructuras.

Los principales hitos en la incorporación del Gemelo Digital en la ingeniería civil han sido:

- 2015: Iniciativas en Reino Unido y Singapur para desarrollar "ciudades digitales" basadas en gemelos digitales urbanos.
- 2018: Lanzamiento del Proyecto SPHERE, financiado por la UE, que propuso una metodología específica para aplicar Gemelos Digitales en la edificación y la infraestructura pública.
- 2020: Publicación de la primera hoja de ruta europea para la implementación de Gemelos Digitales en la construcción.
- 2022: Incorporación del concepto de Gemelo Digital en estrategias nacionales de infraestructura inteligente en países como Alemania, Francia y España.

El sector ha avanzado desde el uso de modelos BIM estáticos hacia sistemas digitales dinámicos e integrados, que permiten una gestión inteligente del ciclo de vida de los activos.

2.13.3. IMPACTO DEL BIM, IOT Y LA IA EN LA EVOLUCIÓN DEL GEMELO DIGITAL

El desarrollo del Gemelo Digital en infraestructuras ha sido impulsado por tres tecnologías clave:

→ **BIM (Building Information Modeling):**

- Permite crear modelos tridimensionales detallados de infraestructuras.
- Facilita la gestión del ciclo de vida de los activos construidos.
- Proporciona un entorno de datos común para la colaboración multidisciplinaria

→ **IoT (Internet de las Cosas):**

- Permite la captación de datos en tiempo real mediante sensores integrados en las infraestructuras.
- Facilita el mantenimiento predictivo, reduciendo costes operativos.
- Mejora la seguridad y el rendimiento de los activos mediante sistemas de alerta temprana

→ **Inteligencia Artificial y Machine Learning:**

- Automatiza el análisis de grandes volúmenes de datos operacionales.
- Identifica patrones de comportamiento en infraestructuras para prever fallos o ineficiencias.
- Permite la simulación de escenarios futuros para optimizar la operación de los activos.

En el contexto de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA), la combinación de estas tecnologías permitirá mejorar la gestión de infraestructuras clave como el Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz, optimizando su mantenimiento y operación.

2.14. INTEGRACIÓN DE BIM Y GEMELOS DIGITALES EN LA ESTRATEGIA DE LA AOPJA

En la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA), la transformación digital es un pilar estratégico para la modernización de la gestión de infraestructuras. El Building Information Modeling (BIM) ha sido una herramienta clave en esta transición, proporcionando una metodología estandarizada para la creación, gestión y mantenimiento de modelos digitales de infraestructuras. Sin embargo, el potencial de BIM en la fase operativa sigue estando limitado por su naturaleza estática.

Para superar estas limitaciones, la AOPJA impulsa la evolución de BIM hacia Gemelos Digitales, una nueva generación de modelos digitales dinámicos que integran datos en tiempo real, sensores IoT, análisis predictivo y simulación avanzada. Esta estrategia permitirá optimizar la planificación, operación y mantenimiento de las infraestructuras, asegurando una gestión más eficiente y basada en datos.

2.14.1. BIM COMO BASE DEL GEMELO DIGITAL EN INFRAESTRUCTURAS PÚBLICAS

BIM se ha consolidado como la base fundamental para la estructuración de la información en proyectos de infraestructuras, permitiendo la gestión de datos desde la fase de diseño hasta la ejecución. En la AOPJA, hemos adoptado BIM como un estándar para la digitalización de nuestras infraestructuras, alineándonos con los principios de interoperabilidad, trazabilidad y optimización de recursos.

Sin embargo, BIM no es un Gemelo Digital. Mientras que BIM proporciona un modelo de información estructurado, su actualización en la fase operativa depende de procesos manuales y no integra de manera automática datos en tiempo real. Para transformar BIM en una herramienta operativa de gestión avanzada, es necesario evolucionarlo hacia un modelo de Gemelo Digital BIM, donde la información no solo se almacene, sino que se actualice, analice y utilice para la toma de decisiones estratégicas.

2.14.2. TRANSFORMACIÓN DE BIM EN UN GEMELO DIGITAL OPERATIVO

Para que un modelo BIM se convierta en un Gemelo Digital, debe incorporar una serie de tecnologías y procesos que permitan su conexión con el mundo físico.

→ Integración de Datos en Tiempo Real

El primer paso para la transformación de BIM en un Gemelo Digital BIM es la integración de datos operacionales en tiempo real. En la AOPJA, estamos impulsando la conexión de modelos BIM con plataformas de monitorización y análisis, permitiendo una gestión dinámica de infraestructuras.

Elementos clave de esta integración:

→ Sensores IoT para la monitorización en tiempo real:

- Captura de datos sobre estado estructural, tráfico, eficiencia energética y condiciones ambientales.
- Conectividad con plataformas SCADA y sistemas de gestión de infraestructuras.

→ Automatización de la actualización del modelo BIM:

- Uso de escaneo láser y nubes de puntos para garantizar la precisión de los modelos BIM en su estado operativo.
- Integración con plataformas de mantenimiento que permitan actualizar los modelos sin intervención manual.

→ Interoperabilidad con otras bases de datos y sistemas de gestión:

- Conexión con Sistemas de Información Geográfica (GIS) para contextualizar infraestructuras en su entorno.
- Vinculación con sistemas de mantenimiento y planificación, asegurando una gestión integral de los activos.

De un Modelo BIM As-Built a una Instancia de Gemelo Digital

La información contenida en un BIM As-Built debe evolucionar hacia una Instancia de Gemelo Digital, donde la infraestructura digital refleje con precisión el estado real de la infraestructura física.

El objetivo de la AOPJA es asegurar que la transición se realice de manera estructurada, permitiendo que cada infraestructura cuente con un modelo digital preciso, actualizado y operativo.

2.14.3. PLATAFORMA DE GESTIÓN DE GEMELOS DIGITALES EN LA AOPJA

La implementación del Gemelo Digital BIM en la AOPJA no se limita a la digitalización de activos individuales, sino que se enmarca dentro de un ecosistema digital interconectado que permite una gestión centralizada y optimizada de todas las infraestructuras públicas.

→ Estrategia de implementación de la AOPJA:

Desarrollo de un Entorno Común de Datos (CDE) ampliado

- Evolución de la plataforma basada en Trimble Connect hacia un sistema capaz de gestionar información en tiempo real.
- Implementación de herramientas de análisis avanzado para la explotación de datos dinámicos.

Integración de Gemelos Digitales con GIS y modelos urbanos

- Conexión entre infraestructuras y su contexto territorial mediante sistemas GIS dinámicos.
- Análisis de impacto urbano y planificación de infraestructuras futuras.

Optimización del mantenimiento y operación de infraestructuras

- Implementación de un sistema de mantenimiento predictivo, reduciendo costes operativos.
- Uso de inteligencia artificial para detectar patrones de deterioro y optimizar la inversión en mantenimiento.

Capacitación del personal en el uso de Gemelos Digitales

- Formación especializada para garantizar una correcta explotación de las nuevas herramientas digitales.
- Desarrollo de protocolos estandarizados para la actualización y mantenimiento de los modelos digitales.

2.14.4. DEFINICIÓN Y DIFERENCIAS CLAVES ENTRE DIGITAL SHADOW Y DIGITAL TWIN

El Digital Shadow y el Digital Twin representan dos enfoques distintos en la digitalización de infraestructuras:

→ **Digital Shadow (Sombra Digital):**

- Se define como una representación virtual con un flujo de datos unidireccional, donde los cambios en la infraestructura física se reflejan automáticamente en su versión digital.
- Sin embargo, la actualización del activo físico no ocurre de forma automática a partir de los cambios en su representación digital.
- Las decisiones sobre modificaciones y mantenimiento siguen dependiendo exclusivamente de la intervención humana.

→ **Digital Twin (Gemelo Digital):**

- Introduce un flujo de datos bidireccional, permitiendo que la infraestructura física responda de manera automatizada a simulaciones y ajustes realizados en su versión digital.
- Los datos del modelo digital no solo provienen del activo físico, sino también de simulaciones predictivas e inteligencia artificial, lo que permite optimizar el rendimiento y anticipar fallos.
- El Gemelo Digital no solo refleja la realidad, sino que la influye activamente, ajustando operaciones, mantenimiento y rendimiento en función de modelos predictivos avanzados.

Principales diferencias entre Digital Shadow y Digital Twin:

Característica	Digital Shadow	Digital Twin
Flujo de datos	Unidireccional (del activo físico al digital)	Bidireccional (del activo físico al digital y viceversa)
Automatización	No hay cambios automáticos en el activo físico	Puede realizar ajustes automáticos en el activo físico
Integración de simulaciones	Refleja datos en tiempo real, pero no predice cambios	Puede predecir fallos y optimizar el rendimiento
Retroalimentación	Depende de la intervención humana	Puede generar ajustes en tiempo real a través de IA
Capacidad de decisión	Refleja información, pero no optimiza procesos	Implementa estrategias basadas en datos y modelos predictivos

La AOPJA prioriza el desarrollo de Gemelos Digitales sobre las Sombras Digitales, ya que su capacidad de análisis, simulación y optimización dinámica proporciona una herramienta clave para la modernización de infraestructuras en Andalucía.

→ Digital Shadow en la Gestión de Infraestructuras Públicas

Históricamente, la mayoría de los sistemas de información utilizados en la gestión de infraestructuras públicas han seguido el enfoque de Digital Shadow.

Ejemplo de Digital Shadow en infraestructuras:

- Un modelo BIM de una carretera o un puente que se actualiza automáticamente cuando se detecta un deterioro estructural mediante sensores IoT.
- Sin embargo, la decisión de intervenir y realizar reparaciones sigue dependiendo de la evaluación y acción manual de los técnicos.

En este sentido, BIM ha sido tradicionalmente un sistema de Digital Shadow, proporcionando una visión detallada y precisa del activo, pero sin capacidad de reacción autónoma.

2.14.5. EVOLUCIÓN HACIA UN GEMELO DIGITAL EN LA AOPJA

El objetivo de la AOPJA es evolucionar de un sistema basado en Digital Shadow hacia un modelo operativo de Gemelo Digital, en el que las infraestructuras no solo reflejen su estado en tiempo real, sino que operen de manera inteligente y autónoma.

→ Elementos clave en la transición hacia un Gemelo Digital:

Integración de sensores IoT y SCADA para la gestión operativa

- Conexión de sensores estructurales, ambientales y energéticos a modelos digitales en tiempo real.
- Implementación de plataformas de monitorización centralizada con capacidad de respuesta automatizada.

Implementación de Inteligencia Artificial para el mantenimiento predictivo

- Modelos de IA capaces de detectar patrones de deterioro y predecir fallos antes de que ocurran.
- Automatización de alertas y generación de estrategias de mantenimiento optimizadas.

Simulación avanzada y optimización de operaciones

- Uso de modelos digitales para probar escenarios de optimización en infraestructuras críticas.
- Evaluación de impacto de tráfico, consumo energético y eficiencia estructural en tiempo real.

Automatización de ajustes en tiempo real

- Creación de protocolos de respuesta automática, donde el Gemelo Digital puede ordenar ajustes físicos en la infraestructura en función de simulaciones y predicciones.
- Integración con sistemas de control remoto y automatización en tiempo real.

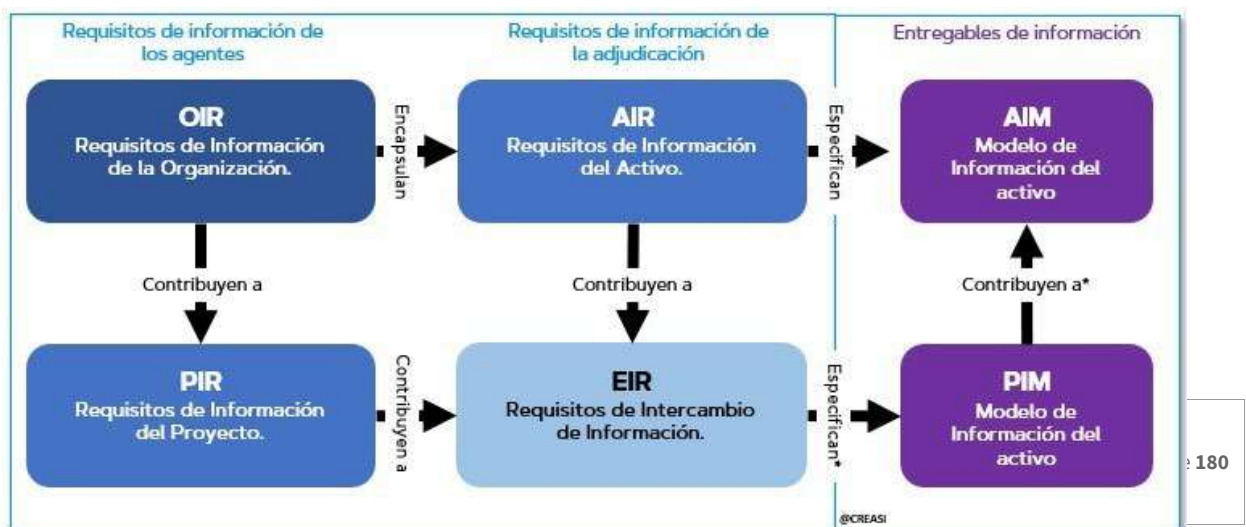
2.15. LA ISO 19650 EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL GEMELO DIGITAL BIM EN LA AOPJA

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) adopta la **ISO 19650** como el marco normativo esencial para la gestión de la información en sus procesos de digitalización de infraestructuras. Esta norma internacional, ampliamente reconocida en la estandarización del Building Information Modeling (BIM), proporciona una estructura clara para la organización, gestión y mantenimiento de datos a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras, asegurando una mayor coherencia, trazabilidad y eficiencia en la administración de activos públicos.

En su compromiso con la calidad y la sostenibilidad, **la AOPJA alineará la implantación de la ISO 19650 con los estándares de ISO 9001 (Gestión de la Calidad) e ISO 14001 (Gestión Ambiental)**, integrando estos marcos normativos dentro de su estrategia de digitalización. Esta alineación garantizará que la gestión de la información en proyectos BIM no solo cumpla con los criterios técnicos y operativos internacionales, sino que también se ajuste a los principios de mejora continua, eficiencia operativa y responsabilidad ambiental.

De este modo, la implantación conjunta de estas normas fortalecerá la transformación digital de la AOPJA, permitiendo una gestión más eficaz de sus infraestructuras, optimizando el uso de recursos y promoviendo la sostenibilidad en la ejecución y mantenimiento de la obra pública en Andalucía.

Si bien BIM ya ha sido un pilar en la modernización de la gestión de infraestructuras, la evolución hacia el Gemelo Digital BIM requiere un enfoque estructurado que garantice la continuidad y la interoperabilidad de la información. En este contexto, la ISO 19650 establece las bases fundamentales para la integración del Gemelo Digital con BIM, asegurando un flujo de información consistente y alineado con los objetivos estratégicos de la AOPJA.



2.15.1. ISO 19650 Y BIM COMO BASE PARA LA CREACIÓN DEL GEMELO DIGITAL BIM

La metodología BIM, tal como se define en la ISO 19650-1:2018, proporciona un enfoque estructurado para la gestión de información en infraestructuras, permitiendo la creación de un modelo digital confiable, colaborativo y estructurado.

→ Aspectos clave de la relación entre BIM y el Gemelo Digital BIM:

BIM como punto de partida:

- La gestión de la información bajo la ISO 19650 permite estructurar y almacenar datos de manera estandarizada, asegurando que el Gemelo Digital BIM disponga de una base de información sólida y confiable.
- La aplicación de la norma en la AOPJA garantiza la interoperabilidad entre plataformas digitales y sistemas de gestión.

El Modelo de Información del Proyecto (PIM) como origen del Gemelo Digital BIM:

- Durante las fases de diseño y construcción, el Modelo de Información del Proyecto (PIM) se convierte en la principal fuente de información para el desarrollo del Gemelo Digital BIM.
- La AOPJA estructura sus modelos digitales dentro de su Entorno Común de Datos (CDE), asegurando que la información generada en las primeras fases del ciclo de vida de la infraestructura se mantenga accesible y operativa en la fase de explotación.

El Modelo As-Built como base para el Gemelo Digital BIM en operación:

- Los modelos BIM generados en la fase de construcción deben actualizarse y ajustarse continuamente para reflejar fielmente el estado real de la infraestructura.
- La ISO 19650 establece procedimientos para garantizar que la transición entre modelo As-Built y Gemelo Digital BIM se realice de manera estructurada y eficiente.

2.15.2. INTEGRACIÓN DE LA ISO 19650 EN LA GESTIÓN DEL GEMELO DIGITAL BIM

Para garantizar la trazabilidad y la coherencia en la gestión de los datos, la AOPJA estructura el Gemelo Digital BIM conforme a la jerarquía de requisitos de información definida en la ISO 19650.

→ Jerarquía de información según la ISO 19650 aplicada a la AOPJA:

Requisitos de Información de la Organización (OIR):

- Definen las directrices generales para la gestión de la información en el Gemelo Digital BIM de la AOPJA.
- Incluyen criterios de interoperabilidad, almacenamiento, seguridad y calidad de datos.

Requisitos de Información del Activo (AIR):

- Aplican a infraestructuras específicas e incluyen los datos necesarios para la operación, mantenimiento y supervisión de cada activo.
- En el contexto del Gemelo Digital BIM, estos requisitos determinan qué información debe integrarse en la plataforma de gestión y cómo debe actualizarse en tiempo real.

Requisitos de Información del Proyecto (PIR):

- Se establecen en cada fase de ejecución de las infraestructuras, asegurando que los datos generados en diseño y construcción sean coherentes y reutilizables en la fase operativa.
- Son la clave para garantizar la continuidad del modelo digital a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura.

2.15.3. EXPANSIÓN DEL ENTORNO COMÚN DE DATOS (CDE) PARA LA GESTIÓN DEL GEMELO DIGITAL BIM

La AOPJA ha implementado un Entorno Común de Datos (CDE) basado en tecnología Trimble Connect, que sirve como plataforma de gestión de la información BIM en proyectos de infraestructuras. Sin embargo, para evolucionar hacia el Gemelo Digital BIM, es necesario ampliar las funcionalidades del CDE para gestionar información en tiempo real y permitir la integración de datos operacionales.

→ Estrategia para la expansión del CDE en la AOPJA:

Gestión de información dinámica:

- Extender el CDE para permitir la captura y análisis de datos en tiempo real, integrando información proveniente de sensores IoT, SCADA y plataformas de mantenimiento.

Interoperabilidad con otros sistemas digitales:

- Garantizar que el CDE pueda conectar datos BIM con plataformas GIS, herramientas de simulación y sistemas de gestión de infraestructuras.

Automatización de procesos de actualización de modelos BIM:

- Implementar protocolos de actualización automática de modelos digitales para reflejar el estado real de las infraestructuras en el Gemelo Digital BIM.

2.15.4. LA ISO 19650 Y LA EVOLUCIÓN DE BIM HACIA EL GEMELO DIGITAL BIM EN LA AOPJA

La ISO 19650 establece que BIM no es un Gemelo Digital por sí mismo, sino que debe adaptarse y evolucionar para alcanzar este nivel de madurez digital.

→ Principales adaptaciones de BIM necesarias para convertirlo en un Gemelo Digital BIM:

Ajuste del Nivel de Definición (LOD):

- Asegurar que los modelos BIM incorporen información suficiente para la gestión en tiempo real de la infraestructura.

Integración de datos operacionales y predictivos:

- Conectar modelos BIM con sensores IoT, análisis de datos y simulaciones predictivas.
- Estandarización de procesos de mantenimiento digitalizados:
- Asegurar que los modelos BIM sean compatibles con sistemas de mantenimiento y gestión de activos.

Automatización de flujos de datos entre el activo físico y el Gemelo Digital BIM:

- Desarrollar protocolos para la actualización bidireccional entre infraestructura y su representación digital.

2.16. DE BIM HACIA EL GEMELO DIGITAL BIM PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN LA AOPJA

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) ha integrado el Building Information Modeling (BIM) como un estándar en la gestión de infraestructuras, permitiendo una planificación más eficiente y un control estructurado de la información. Sin embargo, la operativa diaria de las infraestructuras presenta retos que BIM, por sí solo, no es capaz de abordar plenamente.

La transición de BIM hacia un Gemelo Digital BIM operativo es esencial para optimizar la Operación y Mantenimiento (O&M) de las infraestructuras públicas, asegurando una gestión basada en datos en tiempo real, integración con sensores IoT y automatización de procesos de mantenimiento predictivo.

La AOPJA ha identificado esta necesidad y trabaja en el desarrollo de Gemelos Digitales BIM para la gestión de infraestructuras en Andalucía, consolidando un modelo digital inteligente, conectado y operativo.

2.16.1. LIMITACIONES DEL BIM EN LA GESTIÓN DE LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO

Si bien BIM ha demostrado ser una herramienta eficaz en las fases de diseño y construcción, su aplicación en la operación y mantenimiento de infraestructuras sigue siendo limitada.

→ Principales limitaciones de BIM en la fase operativa:

Falta de integración con datos en tiempo real:

- Los modelos BIM actuales no están diseñados para capturar y actualizar información dinámica, lo que dificulta la supervisión en tiempo real de las infraestructuras.

Desconexión con sistemas de gestión de infraestructuras:

- BIM no está integrado de manera nativa con sistemas de automatización y gestión operativa, como IoT, SCADA, BMS (Building Management Systems) o plataformas de Facility Management.

Ausencia de capacidades predictivas:

- Los modelos BIM tradicionales no pueden anticipar fallos ni optimizar el mantenimiento de forma automatizada, lo que limita su utilidad para la toma de decisiones en la fase operativa.

Falta de interoperabilidad con activos existentes:

- La incorporación de infraestructuras antiguas o en proceso de renovación dentro de un modelo BIM operativo sigue siendo un desafío, debido a la ausencia de información digitalizada y la necesidad de captura de datos mediante tecnologías como el escaneo láser y la fotogrametría.

2.16.2. TRANSFORMACIÓN DE BIM EN UN GEMELO DIGITAL BIM OPERATIVO

Para superar estas limitaciones, la AOPJA está impulsando la evolución del BIM tradicional hacia un Gemelo Digital BIM para la gestión de infraestructuras en operación y mantenimiento.

→ Elementos clave en la evolución del BIM hacia un Gemelo Digital BIM operativo:

Integración de sensores IoT y sistemas SCADA

- Incorporación de sensores inteligentes en infraestructuras públicas para el monitoreo en tiempo real de estado estructural, consumo energético, tráfico y condiciones ambientales.
- Conexión con plataformas SCADA para automatizar la supervisión y el control de sistemas críticos.

Automatización de la actualización del modelo BIM en operación

- Uso de escaneo láser, nubes de puntos y drones para capturar información actualizada de infraestructuras en uso.
- Implementación de procesos automáticos para la actualización continua del modelo BIM operativo.

Interoperabilidad con plataformas de mantenimiento y Facility Management

- Integración de BIM con sistemas de gestión de mantenimiento (CMMS, ERP, BMS) para asegurar la actualización y optimización de los modelos digitales.
- Implementación de plataformas de Facility Intelligent Management (FIM) que permitan una gestión eficiente del ciclo de vida de la infraestructura.

Desarrollo de modelos predictivos para mantenimiento preventivo

- Aplicación de Inteligencia Artificial y Machine Learning para detectar patrones de deterioro y prever fallos en infraestructuras clave.
- Generación de alertas tempranas para evitar fallos estructurales y optimizar la planificación del mantenimiento.

2.16.3. CREACIÓN DE UN ECOSISTEMA DE GEMELO DIGITAL BIM EN LA AOPJA

Para consolidar la Operación y Mantenimiento inteligente de infraestructuras públicas, la AOPJA está desarrollando una plataforma de Gemelo Digital BIM que permita la integración de datos en tiempo real, la simulación de escenarios y la optimización de la gestión operativa.

→ Estrategia de implementación del Gemelo Digital BIM en la fase operativa:

Expansión del Entorno Común de Datos (CDE) para la Operación y Mantenimiento

- Evolución del CDE basado en Trimble Connect, incorporando datos en tiempo real provenientes de IoT y plataformas SCADA.
- Implementación de herramientas de análisis dinámico para la explotación de datos operativos.

Interoperabilidad con GIS y modelos urbanos dinámicos

- Conexión entre infraestructuras y su contexto territorial mediante sistemas GIS con modelado en tiempo real.
- Simulación de escenarios de impacto ambiental, eficiencia energética y movilidad urbana.

Automatización del mantenimiento basado en datos operativos

- Desarrollo de protocolos de mantenimiento predictivo, reduciendo costos operativos y tiempos de inactividad.
- Implementación de sistemas de alerta temprana para la detección automática de anomalías estructurales.

Creación de un rol especializado: Digital Twin Manager

- Establecimiento del perfil profesional responsable de la gestión del Gemelo Digital BIM en la AOPJA.
- Desarrollo de procedimientos estandarizados para la administración y actualización continua de los modelos digitales operativos.

2.16.4. APLICACIONES PRÁCTICAS DEL GEMELO DIGITAL BIM EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La implementación de Gemelos Digitales BIM en la AOPJA permitirá optimizar la operación de infraestructuras públicas a través de múltiples aplicaciones:

Gestión del tráfico en infraestructuras viarias

- Sensores IoT en carreteras permitirán detectar congestión y activar automáticamente ajustes en la sincronización semafórica.

Monitoreo de estructuras críticas

- Implementación de sensores de vibración y fatiga en puentes y túneles, permitiendo una evaluación en tiempo real de su estado estructural.

Optimización del consumo energético en edificios públicos

- Automatización de sistemas de climatización y alumbrado, reduciendo el consumo energético basado en modelos de eficiencia.

Simulación y análisis de escenarios operativos

- Modelado predictivo de impacto ambiental y estructural de infraestructuras críticas.
- Integración con modelos urbanos dinámicos para optimizar el diseño y operación de futuras infraestructuras.

2.17. INTEGRACIÓN DE BIM Y GIS: CONCEPTOS, BENEFICIOS Y APLICACIONES

2.17.1. . INTRODUCCIÓN A LA INTEGRACIÓN BIM-GIS

La integración de Building Information Modeling (BIM) y Sistemas de Información Geográfica (GIS) es un proceso fundamental en la digitalización de infraestructuras y entornos construidos. Mientras que BIM se centra en la representación detallada de elementos constructivos y su gestión a lo largo del ciclo de vida de un activo, GIS proporciona el contexto geoespacial en el que estas infraestructuras existen.

Históricamente, ambos sistemas han evolucionado por separado, con BIM dominando la planificación y gestión de activos construidos, y GIS como la herramienta principal para el análisis y representación geoespacial. Sin embargo, la creciente complejidad de los proyectos y la necesidad de una gestión más integrada han impulsado el desarrollo de metodologías para combinar estos dos mundos en flujos de trabajo unificados y compatibles.

2.17.2. DIFERENCIAS FUNDAMENTALES ENTRE BIM Y GIS

Para comprender la integración entre BIM y GIS, es esencial conocer sus diferencias clave:

Característica	BIM	GIS
Enfoque	Modelado de información de construcción (detalles de diseño y ejecución)	Modelado de información geoespacial (representación del entorno)
Escala	Detalles precisos de edificios e infraestructuras	Áreas extensas, ciudades, regiones y territorios
Datos	Componentes detallados (muros, ventanas, instalaciones, materiales)	Datos espaciales (topografía, redes de transporte, hidrografía, uso del suelo)
Formato	Archivos IFC, RVT, NWC/NWD	Archivos SHP, GeoJSON, GML, TIF
Propósito	Diseño, construcción, operación y mantenimiento de activos construidos	Planificación urbana, análisis de impacto, gestión territorial
Análisis	Coordinación de modelos, simulaciones de rendimiento	Modelado geoespacial, análisis SIG, estudios de accesibilidad

A pesar de estas diferencias, ambos sistemas pueden complementarse, permitiendo una visión integral de las infraestructuras en su contexto geoespacial.

2.17.3. PRINCIPIOS DE LA INTEGRACIÓN BIM-GIS

La integración de BIM y GIS no consiste simplemente en fusionar datos de ambos entornos, sino en desarrollar mecanismos de interoperabilidad que permitan el intercambio eficiente de información. Para ello, se aplican los siguientes principios:

Georreferenciación de modelos BIM

- La mayoría de los modelos BIM están diseñados en un sistema de coordenadas local, mientras que GIS opera con sistemas de coordenadas globales.
- La integración requiere establecer un sistema de referencia espacial (SRS) adecuado que alinee correctamente los modelos BIM dentro de un contexto geoespacial.

Interoperabilidad de formatos de datos

- BIM utiliza formatos como IFC, RVT y NWC, mientras que GIS emplea SHP, GeoJSON y GML.
- Se están desarrollando estándares como CityGML, InfraGML e IFC RoadDomain para facilitar la conversión de datos entre ambos entornos.

Estandarización del flujo de trabajo

- Se requiere una metodología clara para definir qué información debe transferirse entre BIM y GIS, y en qué momento del ciclo de vida del proyecto.
- La integración debe garantizar que los datos sean accesibles en entornos de trabajo colaborativos.

Uso de modelos híbridos

- En lugar de trasladar toda la información de BIM a GIS (o viceversa), se seleccionan niveles de detalle apropiados según el análisis requerido.
- Por ejemplo, en GIS se pueden representar edificios a nivel general con datos de BIM detallados solo cuando sea necesario.

2.17.4. BENEFICIOS DE LA INTEGRACIÓN BIM-GIS

La integración de BIM y GIS proporciona mejoras significativas en planificación, diseño, construcción y operación de infraestructuras, incluyendo:

Visión Integral y Contextualizada

- Al combinar BIM con GIS, se obtiene una representación precisa del entorno construido y su relación con el territorio.
- Se pueden considerar factores como topografía, hidrología, infraestructura de transporte y variables socioeconómicas en el diseño de proyectos.

Optimización en Planificación y Diseño

- La superposición de modelos BIM con datos GIS permite detectar interferencias con infraestructuras existentes, como tuberías subterráneas o redes eléctricas.
- Se pueden prever impactos ambientales y de movilidad urbana antes de la construcción.

Reducción de Riesgos y Costes

- La integración facilita la detección temprana de problemas en la fase de planificación, reduciendo retrabajos y costos inesperados.
- Se pueden realizar análisis de riesgo y resiliencia de infraestructuras, considerando factores como inundaciones o terremotos.

Gestión Eficiente del Ciclo de Vida de Infraestructuras

- Los gemelos digitales basados en BIM y GIS permiten monitorizar infraestructuras en tiempo real mediante sensores IoT.
- Facilitan la planificación de mantenimiento y renovación de activos, asegurando su conservación a largo plazo.

2.17.5. APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA INTEGRACIÓN BIM-GIS

Existen diversas aplicaciones de la integración BIM-GIS en sectores como infraestructuras de transporte, gestión de ciudades inteligentes y resiliencia ante desastres. Algunas de las más relevantes incluyen:

Modelado de Infraestructuras de Transporte

Carreteras y ferrocarriles:

- Uso de GIS para analizar impacto ambiental, conectividad y accesibilidad.
- Integración de BIM para modelar puentes, túneles y estaciones con alta precisión.

Redes de transporte urbano:

- Evaluación del impacto del tráfico mediante datos GIS en tiempo real.
- Optimización de rutas y gestión de movilidad con modelos BIM de estaciones y terminales.

Desarrollo de Gemelos Digitales de Ciudades:

- Integración de modelos BIM de edificios con datos GIS urbanos para crear modelos de ciudades inteligentes.
- Implementación de sistemas de gestión de energía y consumo en edificios públicos a través de GIS y BIM.

Planificación de Resiliencia y Gestión de Riesgos

- Inundaciones y desastres naturales:

- Simulación de eventos extremos mediante GIS y ajuste de modelos BIM de infraestructuras críticas.
- Evaluación de impacto ambiental:
- Uso de GIS para identificar zonas de riesgo antes de la construcción.
- Modelado de soluciones en BIM para optimizar la adaptación de infraestructuras.

3. FUNDAMENTOS DE LA ESTRATEGIA BIM DE LA AOPJA

3.1. FUNDAMENTO ESTRATÉGICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN BIM

La adopción de la metodología Building Information Modeling (BIM) en la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) responde a una necesidad estructural de modernizar la gestión de infraestructuras públicas, incorporando procesos digitales que permitan mejorar la eficiencia operativa, la transparencia y la toma de decisiones basada en datos.

No se trata únicamente de la integración de nuevas herramientas tecnológicas, sino de una transformación organizativa que redefine la planificación, ejecución y mantenimiento de proyectos de infraestructura mediante la estandarización, la interoperabilidad y el control riguroso de la información.

El marco estratégico de BIM en la AOPJA se fundamenta en una serie de principios clave que orientan su implementación y garantizan su sostenibilidad en el tiempo. Estos principios abarcan desde la estandarización de la información y la optimización de procesos hasta la colaboración estructurada entre agentes públicos y privados, asegurando que la digitalización de las infraestructuras no sea un esfuerzo aislado, sino un modelo de trabajo integrado en toda la administración.

La **estandarización de la información** constituye el primer pilar fundamental de esta estrategia. La gestión de infraestructuras en el sector público ha estado tradicionalmente fragmentada, con flujos de información dispersos que dificultan la trazabilidad de los proyectos y la coordinación entre los distintos agentes involucrados. La adopción de estándares internacionales, como la ISO 19650, permitirá establecer un marco común para la estructuración, el intercambio y el almacenamiento de datos en todas las fases del ciclo de vida de una infraestructura. Esto garantizará que la información generada en cada etapa del proyecto pueda ser reutilizada de manera eficiente, evitando duplicidades y asegurando la coherencia en la toma de decisiones.

Conjuntamente con la estandarización, la **optimización de procesos** representa un elemento esencial en la estrategia de implementación BIM. La metodología introduce un enfoque basado en modelos digitales que permite la simulación y análisis detallado de los proyectos antes de su ejecución, lo que reduce significativamente la incidencia de errores en fase de construcción y minimiza los sobrecostos derivados de imprecisiones en el diseño o planificación. Además, BIM facilita la coordinación entre disciplinas, asegurando que todos los agentes involucrados trabajen sobre una base de información unificada y actualizada en tiempo real. Esto se traduce en una mayor eficiencia en la gestión de recursos y una optimización de plazos, factores especialmente relevantes

en la administración pública, donde la ejecución de proyectos debe ajustarse a marcos presupuestarios y normativos rigurosos.

Otro de los fundamentos estratégicos de BIM en la AOPJA es la **transparencia y trazabilidad** en la gestión de infraestructuras públicas. La administración de recursos en el sector de la obra pública requiere de mecanismos que garanticen el acceso a la información y la rendición de cuentas. BIM se convierte en una herramienta clave en este sentido, al proporcionar modelos digitales con datos estructurados que permiten auditar cada fase del proyecto y supervisar el cumplimiento de los objetivos planificados. La integración de datos económicos en los modelos BIM facilita la trazabilidad del presupuesto de cada infraestructura, permitiendo una supervisión más rigurosa del gasto público y reduciendo el riesgo de desviaciones financieras o ineficiencias en la ejecución.

La **colaboración entre actores públicos y privados** es otro de los principios estratégicos que rigen la implantación de BIM en la AOPJA. La metodología permite establecer un flujo de trabajo coordinado entre los diferentes agentes que intervienen en el desarrollo de una infraestructura, asegurando que los modelos de información sean accesibles y comprensibles para todos los participantes. La interoperabilidad entre sistemas y plataformas digitales se convierte en un requisito fundamental, ya que permite la integración de distintos formatos y tecnologías sin que ello suponga una barrera para la colaboración. La normalización de procesos y el establecimiento de protocolos de trabajo colaborativo son aspectos clave en este enfoque, garantizando que la gestión digital de los proyectos se realice de manera estructurada y eficiente.

Por último, la estrategia BIM en la AOPJA se apoya en la **digitalización progresiva** y la integración de tecnologías avanzadas para fortalecer la gestión de infraestructuras. La incorporación de herramientas complementarias, como los Gemelos Digitales, la sensorización mediante Internet de las Cosas (IoT) y la analítica de datos basada en Big Data e Inteligencia Artificial, amplía las capacidades de BIM y permite evolucionar hacia modelos predictivos que mejoran la planificación y el mantenimiento de los activos públicos. La capacidad de anticipar fallos estructurales, optimizar el consumo de recursos y evaluar el impacto ambiental de las infraestructuras en fase de diseño son algunos de los beneficios derivados de esta integración tecnológica, consolidando la digitalización como un eje transformador en la administración pública.

En conjunto, la implementación de BIM en la AOPJA se fundamenta en una estrategia que busca no solo la digitalización de los procesos tradicionales, sino la redefinición de la gestión de infraestructuras desde un enfoque basado en la estandarización, la eficiencia operativa, la transparencia y la colaboración. Este modelo de trabajo permitirá a la administración pública mejorar la toma de decisiones, optimizar el uso de recursos y garantizar infraestructuras más sostenibles y resilientes a lo largo del tiempo.

3.2. EL PAPEL DEL PERSONAL EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La implantación de la metodología **Building Information Modeling (BIM)** en la **Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA)** no supone una reestructuración de funciones ni la incorporación de nuevos perfiles dentro de la administración, sino la adaptación de la metodología BIM a las responsabilidades y tareas ya establecidas en la estructura organizativa. Este proceso responde al principio de **"más con menos"**, donde las

competencias digitales se integran en las funciones actuales del equipo técnico sin modificar los flujos de trabajo que ya son plenamente operativos y funcionales.

En este sentido, BIM se introduce como una **herramienta de optimización del trabajo técnico-administrativo**, facilitando la gestión y el control de infraestructuras desde una perspectiva basada en datos. La metodología no altera las competencias de los equipos de la administración, sino que **potencia su capacidad de análisis, supervisión y gestión de la información** a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. La clave del éxito en esta transformación no radica en la creación de nuevos departamentos ni en la redistribución de funciones, sino en el fortalecimiento del equipo técnico a través de la digitalización y la estandarización de procesos.

Integración de BIM en las Funciones Técnicas de la AOPJA: El equipo técnico de la AOPJA desempeña un papel central en la supervisión y ejecución de los proyectos de infraestructuras públicas. La incorporación de BIM en sus tareas diarias no implica la creación de nuevas capas burocráticas ni la alteración de su estructura funcional, sino que se orienta a mejorar la forma en que se gestiona la información y se toman decisiones. Desde esta perspectiva, BIM se implementa como una herramienta transversal que se adapta a las dinámicas de trabajo de la administración, optimizando la planificación, la supervisión y el mantenimiento de infraestructuras sin modificar las atribuciones y competencias del personal.

Optimización del análisis y supervisión de proyectos: BIM facilita la evaluación de proyectos en fase de diseño y ejecución, permitiendo detectar interferencias, analizar alternativas constructivas y prever impactos con mayor precisión.

- **Estandarización de la documentación técnica:** La información de cada contrato se integra en modelos digitales estructurados, reduciendo la dispersión de datos y asegurando la coherencia documental a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- **Facilitación del control de calidad y cumplimiento normativo:** BIM permite realizar auditorías digitales sobre los modelos generados en los proyectos, verificando el cumplimiento de requisitos contractuales y normativos de manera más eficiente.
- **El Papel del Gemelo Digital en la Transformación Digital:** La implantación de BIM en la AOPJA se complementa con el desarrollo de **Gemelos Digitales**, los cuales no solo permiten mejorar la planificación y ejecución de los proyectos, sino que también **amplían la capacidad de gestión en la fase de operación y mantenimiento** de las infraestructuras públicas.

El Gemelo Digital no es un elemento aislado dentro de la estrategia BIM, sino una extensión natural del modelo digital que **facilita la explotación de la información generada durante la ejecución de las**

- infraestructuras.** Su aplicación refuerza la conexión entre los modelos BIM y los datos en tiempo real, permitiendo una gestión más eficiente de los activos y optimizando la planificación del mantenimiento.
- **Consolidación de la trazabilidad de los proyectos:** A través del Gemelo Digital, los equipos técnicos pueden acceder a toda la información histórica de una infraestructura, vinculando el modelo BIM con los datos operativos recopilados durante su uso.
 - **Optimización de la gestión del mantenimiento:** La conexión entre BIM y sensores IoT en infraestructuras críticas permite prever necesidades de mantenimiento, reduciendo tiempos de inactividad y costes asociados a intervenciones correctivas.
 - **Integración con herramientas de análisis de datos:** Los modelos digitales pueden vincularse con sistemas de análisis predictivo, facilitando la evaluación del estado estructural de los activos en tiempo real.
 - **Un enfoque de transformación sin interrupción en los flujos de trabajo:** A diferencia de otros procesos de digitalización que requieren una reconfiguración completa de los métodos de trabajo, la adopción de BIM y Gemelos Digitales en la AOPJA **se desarrolla bajo un enfoque de mejora continua sin alterar los procedimientos funcionales** ya establecidos en la administración pública. Este modelo de implantación **respeto los flujos de trabajo plenamente funcionales** de la administración, asegurando que la transición a la gestión digital no genere conflictos operativos ni afecte la eficacia de los equipos técnicos. En lugar de modificar las responsabilidades del personal, la estrategia de digitalización busca potenciar la capacidad de gestión de los agentes públicos mediante el acceso a datos estructurados y modelos analíticos avanzados.

El objetivo de este enfoque no es alterar la estructura administrativa ni generar una carga adicional de trabajo, sino **mejorar la eficiencia de los procesos sin comprometer la operatividad de los equipos de la administración.** La digitalización de la información facilita el trabajo de los técnicos sin interferir en la toma de decisiones ni generar burocracia innecesaria.

En definitiva, la estrategia BIM en la AOPJA se basa en la **adaptación inteligente de herramientas digitales** a las competencias y funciones del equipo técnico, asegurando que la implantación de nuevas metodologías se realice de manera **efectiva, sostenible y alineada con la realidad operativa de la administración pública.**

3.3. ESTÁNDARES Y PROCESOS: LA COLUMNA VERTEBRAL DE LA IMPLEMENTACIÓN BIM

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) ha desarrollado un trabajo sistemático de **estandarización de la metodología BIM**, estableciendo un marco normativo y procedimental que ha sido probado en experiencias piloto con un **retorno demostrado** en términos de **control de alcances, plazos y presupuesto** en

todas las fases del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura, desde su planificación hasta su ejecución y mantenimiento.

Estas experiencias piloto han permitido validar la utilidad de los estándares definidos, demostrando su capacidad para mejorar la trazabilidad de la información, reducir incertidumbres en la toma de decisiones y optimizar la gestión de los contratos. La implantación progresiva de estos procedimientos ha facilitado un mayor control sobre los proyectos, minimizando desviaciones y garantizando un mayor grado de cumplimiento de los objetivos estratégicos de la administración pública en la gestión de infraestructuras.

En este contexto, la AOPJA ha desarrollado y publicado una serie de documentos clave que han servido de referencia para estructurar la implementación de BIM en sus proyectos. El objetivo de esta estrategia es revisar y adaptar estos estándares a las nuevas exigencias derivadas del desarrollo del Gemelo Digital para el Metro de

Granada y el Trambahía de Cádiz, asegurando que la digitalización de la obra pública evolucione en consonancia con los avances tecnológicos y las necesidades operativas de la administración.

Estos documentos han permitido estructurar la implantación de BIM en la AOPJA con un enfoque pragmático, asegurando que su adopción no se limite a una actualización tecnológica, sino que se integre de manera efectiva en los procesos administrativos y técnicos de la organización.

La estandarización de la información en los proyectos de la AOPJA se fundamenta en la **coherencia, interoperabilidad y trazabilidad de los datos**, asegurando que todos los agentes involucrados, tanto internos como externos, trabajen bajo un marco común que facilite la colaboración y el control.

→ Estandarización y Procesos en la Implementación BIM

La estrategia BIM en la AOPJA establece un conjunto de principios operativos que aseguran la correcta aplicación de la metodología en la gestión de infraestructuras:

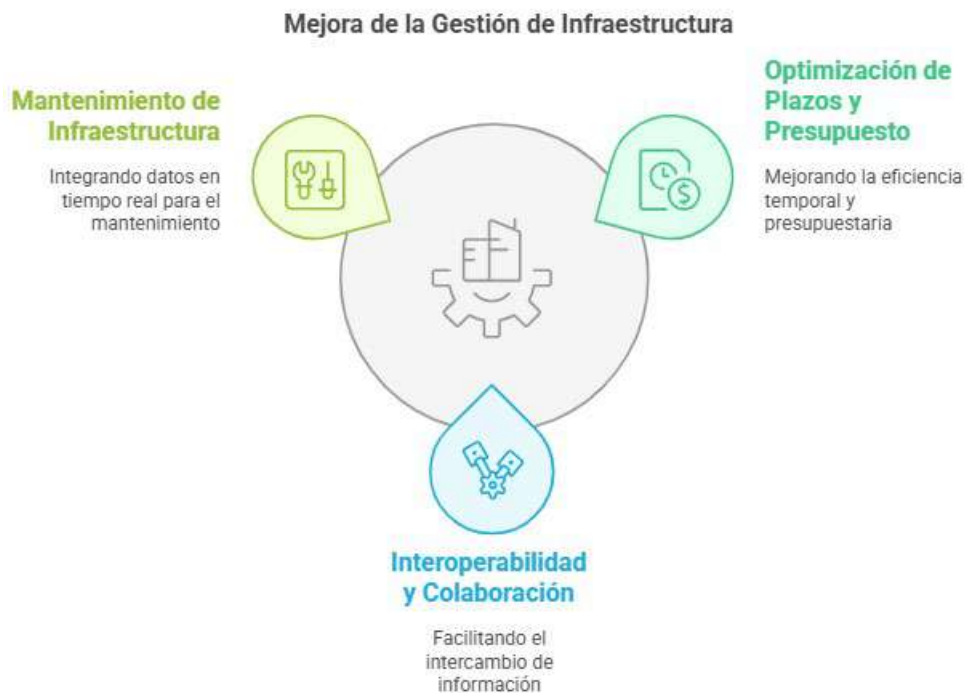
1. **Aplicación de Normativas Internacionales y Marcos de Referencia**
 - Uso de la **ISO 19650** para la gestión y estructuración de la información en proyectos BIM.
 - Definición de criterios específicos en los **Requerimientos BIM (EIR)** y en el **Plan de Ejecución BIM (PEB)**.
 - Alineación con los objetivos del **Plan BIM del Estado Español 2023-2030**.
2. **Desarrollo del Entorno Común de Datos (CDE) en la AOPJA**
 - Centralización de toda la documentación y modelos BIM en un único entorno accesible.
 - Mejora en la interoperabilidad entre disciplinas mediante la implementación de estándares abiertos.
 - Implementación de sistemas de trazabilidad de cambios para garantizar el control documental.
3. **Validación y Control de Calidad de Modelos BIM**
 - Auditoría de los modelos digitales a través de herramientas de validación y detección de interferencias.
 - Uso de metodologías para la verificación de cumplimiento normativo y contractual.

- Generación de informes de auditoría del **Plan de Calidad BIM** y del **Plan de Ejecución BIM**.
- 4. **Interoperabilidad con Tecnologías Avanzadas**
 - Integración de BIM con sistemas de información geográfica (GIS) y bases de datos operacionales.
 - Adaptación de los modelos BIM para su conexión con **Gemelos Digitales**, mejorando la gestión de la fase de operación y mantenimiento.
 - Aplicación de metodologías para la conexión de modelos con datos en tiempo real, optimizando la toma de decisiones en la gestión de infraestructuras.

→ **Adaptación de los Estándares al Desarrollo del Gemelo Digital**

La evolución de la estrategia BIM en la AOPJA no solo implica la consolidación de los estándares ya establecidos, sino también su adaptación a las nuevas exigencias derivadas del desarrollo del Gemelo Digital para el Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz. Esta nueva fase en la digitalización de la obra pública requiere una actualización de los documentos normativos y procedimientos técnicos, asegurando que la gestión de modelos digitales en fase de operación y mantenimiento se alinee con la integración de datos dinámicos y la supervisión en tiempo real de las infraestructuras.

El Gemelo Digital introduce nuevos desafíos en la estructuración y explotación de modelos BIM, ya que su alcance no se limita al diseño y construcción, sino que se amplía a la fase operativa, integrando información sobre el comportamiento real de los activos mediante sensores IoT y sistemas de analítica avanzada.



Esto supone un reto en términos de interoperabilidad, calidad de datos y estandarización de la información, lo que hace necesario revisar y actualizar los siguientes documentos clave:

- Requerimientos BIM (EIR): Ajuste de los criterios para garantizar que la información generada en BIM sea compatible con los sistemas de gestión operativa.
- Plan de Ejecución BIM (PEB): Definición de nuevas directrices para la integración de datos en tiempo real y su vinculación con el Gemelo Digital.
- Procedimientos de auditoría: Refinamiento de los métodos de control para asegurar la calidad y fiabilidad de los modelos BIM a lo largo de todo el ciclo de vida de las infraestructuras.

Esta actualización es esencial para maximizar el aprovechamiento del BIM en la fase de explotación, garantizando que los modelos digitales evolucionen desde una representación estática de los activos a un ecosistema dinámico y conectado que permita una gestión predictiva y basada en datos.

- Impacto de la Estandarización en la Gestión de Infraestructuras

La implementación de estándares BIM en la AOPJA ha demostrado un impacto positivo en la gestión de infraestructuras públicas, proporcionando beneficios tangibles en múltiples aspectos clave:

1. Mayor control sobre los proyectos
 - Reducción de incertidumbres en la planificación y ejecución de infraestructuras.
 - Trazabilidad de la información desde el diseño hasta la operación.
2. Optimización de plazos y presupuesto
 - Minimización de desviaciones en tiempos y recursos.
 - Mayor eficiencia en la asignación de partidas presupuestarias.
3. Mejora en la interoperabilidad y colaboración
 - Facilitación del intercambio de información entre agentes públicos y privados.
 - Creación de un entorno de trabajo estructurado y accesible.
4. Facilitación del mantenimiento y operación de infraestructuras
 - Conexión de modelos BIM con datos en tiempo real mediante el Gemelo Digital.
 - Implementación de estrategias de mantenimiento predictivo y preventivo, optimizando la gestión de activos.

La estandarización del BIM en la AOPJA no solo ha mejorado la eficiencia en la ejecución de proyectos, sino que también está permitiendo una transformación estructural en la forma en que se gestionan y operan las infraestructuras públicas, consolidando una estrategia basada en datos, sostenibilidad y digitalización avanzada.

3.4. SOPORTE TECNOLÓGICO COMO FACILITADOR DE LA TRANSFORMACIÓN

La transformación digital de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) con la implementación de Building Information Modeling (BIM) y el Gemelo Digital se basa en una infraestructura tecnológica que permite integrar múltiples fuentes de información, mejorar la interoperabilidad y facilitar la explotación de los modelos digitales en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras públicas.

Como parte de esta evolución, la AOPJA está desarrollando una plataforma tecnológica propia basada en un Entorno Común de Datos (CDE) propio, que actúa como núcleo para la gestión digital de proyectos e infraestructuras. Este CDE constituye el eje central sobre el cual se conectan de manera modular distintas aplicaciones y herramientas, asegurando una integración flexible y escalable de nuevas tecnologías. En este marco, se ha definido un ecosistema digital en el que GIS, BIM y datos en tiempo real se integran en el Gemelo Digital, permitiendo mejorar la planificación, supervisión y gestión de infraestructuras mediante herramientas avanzadas de análisis y simulación.

El desarrollo del Gemelo Digital para el Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz ha impulsado la creación de una infraestructura modular sobre la cual se están implementando nuevas soluciones digitales. Esta arquitectura tecnológica se basa en los siguientes elementos clave: la plataforma CDE propia de la AOPJA diseñada para centralizar toda la información de los proyectos BIM y del Gemelo Digital, permitiendo la conexión de múltiples aplicaciones de manera modular, asegurando la escalabilidad del sistema y la interoperabilidad entre plataformas, y facilitando la explotación de modelos digitales en distintas fases del ciclo de vida de la infraestructura; la integración del Gemelo Digital como sistema modular que combina modelos BIM, datos GIS y datos en tiempo real, proporcionando un entorno de simulación y análisis para la gestión avanzada de infraestructuras, permitiendo visualizar y analizar el comportamiento de los activos en tiempo real, optimizando la planificación del mantenimiento y facilitando la toma de decisiones informadas; la implementación de soluciones basadas en Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR) sobre la plataforma del CDE para la supervisión de infraestructuras tanto en las oficinas de la AOPJA como en obra o inspecciones a pie de campo, permitiendo realizar inspecciones digitales, visualizar modelos BIM en entornos inmersivos y mejorar la planificación de proyectos mediante simulaciones avanzadas, además de facilitar la formación de técnicos y la supervisión remota de infraestructuras en tiempo real.

Además, se están desarrollando módulos adicionales para integrar la simulación temporal y económica en los modelos BIM, con la implementación de 4D para la gestión de tiempos y planificación, permitiendo analizar la evolución de los proyectos a lo largo del tiempo mediante la integración con cronogramas de obra, y 5D para la gestión económica y presupuestaria, facilitando el análisis de costes en tiempo real y permitiendo simulaciones financieras basadas en modelos BIM. Estos módulos permitirán una mejor previsión de los recursos necesarios para la ejecución y mantenimiento de infraestructuras.

Junto a estos desarrollos, se implementará un módulo de sostenibilidad, APP 6D, diseñado para evaluar el impacto ambiental de las infraestructuras desde su fase de diseño hasta su operación, permitiendo integrar criterios de economía circular y descarbonización en los proyectos, alineándose con las estrategias europeas de

transición ecológica y sostenibilidad en la construcción. Esta herramienta se integrará en el CDE y facilitará la optimización de materiales y la reducción de la huella de carbono en las infraestructuras públicas.

Para garantizar la cohesión y la interoperabilidad entre todas estas soluciones, la AOPJA está desarrollando un middleware que actuará como capa intermedia entre los distintos módulos y la plataforma CDE, permitiendo la conexión eficiente entre herramientas BIM, GIS, AR, VR y los sistemas de monitorización en tiempo real. Este middleware asegurará que toda la información fluya de manera estructurada, facilitando la automatización de procesos y la integración de nuevas funcionalidades sin comprometer la operatividad del sistema.

La creación de esta infraestructura modular basada en un CDE propio posiciona a la AOPJA como una referencia en la digitalización de la obra pública, permitiendo que la integración de BIM y el Gemelo Digital no solo optimice la fase de diseño y ejecución de infraestructuras, sino que también tenga un impacto real en la gestión de la operación y mantenimiento. Los beneficios de este modelo incluyen la mejora en la trazabilidad y acceso a la información, con modelos digitales centralizados en un único entorno; la mayor eficiencia en la supervisión y planificación de obras, gracias a la integración de soluciones de simulación y análisis en tiempo real; la optimización del mantenimiento de infraestructuras, conectando los modelos BIM con datos dinámicos de sensores IoT; la reducción de incertidumbre en la toma de decisiones, mediante la simulación de escenarios 4D y 5D; y la evaluación de impacto ambiental y sostenibilidad, asegurando que los proyectos cumplan con criterios de eficiencia energética y economía circular.

3.5. IMPLANTACIÓN BIM GRADUAL

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) ha adoptado un enfoque progresivo en la implementación de la metodología BIM, asegurando que la transición hacia la digitalización se realice de manera estructurada y alineada con la capacidad operativa de la administración. Este modelo de adopción gradual permite que los equipos técnicos de la AOPJA integren progresivamente las herramientas y metodologías digitales en sus procesos habituales sin generar interrupciones en los flujos de trabajo ya establecidos. La experiencia ha demostrado que la implantación progresiva de BIM en proyectos piloto específicos ha facilitado la validación de estándares y procesos, asegurando su efectividad antes de ser escalados a una adopción generalizada en toda la organización.

La evolución del grado de madurez BIM en la AOPJA ha seguido un modelo escalonado que parte de la implementación en proyectos estratégicos de gran impacto, como las infraestructuras de transporte, y avanza hacia una integración completa en la gestión de infraestructuras en todas sus fases. Esta estrategia responde a la necesidad de consolidar las capacidades digitales dentro de la administración pública antes de extender la metodología BIM a toda la operativa de la agencia. Actualmente, la AOPJA se encuentra en una fase de consolidación en la que se han definido distintos niveles de madurez BIM que permiten evaluar el progreso en la adopción de la metodología, asegurando que cada fase de implementación se base en experiencias previas exitosas y en la mejora continua de los procesos digitales.

El modelo de madurez BIM en la AOPJA se estructura en varias etapas. En el nivel inicial, la agencia adoptó BIM de forma experimental en determinados proyectos piloto, estableciendo los primeros estándares y criterios de

implementación. Esta fase permitió identificar oportunidades de mejora y definir requisitos específicos para su aplicación en contratos públicos. En el nivel intermedio, se formalizó la inclusión de requisitos BIM en los pliegos de contratación para la redacción de proyectos, asegurando que la metodología se incorporara de manera estructurada en la fase de diseño. Actualmente, la AOPJA se encuentra en un nivel avanzado en el que BIM no solo se aplica en la fase de diseño, sino que también se ha integrado en la ejecución de obras, con modelos digitales que facilitan la supervisión y control de los proyectos en tiempo real.

En esta fase de madurez, se han desarrollado herramientas específicas para auditar la implementación de BIM en proyectos de infraestructuras, garantizando el cumplimiento de los estándares definidos en los Requerimientos de Información BIM (EIR) y en el Plan de Ejecución BIM (PEB). La validación de modelos digitales mediante procesos de supervisión y control ha permitido asegurar la calidad de la información generada y su trazabilidad a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras. Además, la consolidación del Entorno Común de Datos (CDE) como repositorio central de información ha facilitado la colaboración entre los diferentes agentes que participan en los proyectos, asegurando que todos los equipos trabajen con datos actualizados y coordinados.

El despliegue de BIM en la AOPJA ha estado acompañado de una estrategia de implementación progresiva basada en proyectos piloto estratégicos. La selección de estos proyectos ha respondido a criterios de impacto, relevancia y capacidad de replicabilidad en otras infraestructuras. Los primeros proyectos piloto se centraron en infraestructuras de transporte como el Metro de Málaga, el Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz, donde BIM se utilizó para mejorar la coordinación de los diseños, optimizar la planificación de obra y facilitar la gestión de la información en la fase de ejecución. La experiencia adquirida en estos proyectos ha servido para ajustar los procesos y desarrollar metodologías específicas que luego han sido aplicadas en otros ámbitos de la gestión de infraestructuras públicas.

El desarrollo del Gemelo Digital para el Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz representa un paso clave en la evolución de la estrategia BIM de la AOPJA, permitiendo conectar los modelos digitales con datos en tiempo real para mejorar la supervisión y mantenimiento de las infraestructuras. Este proyecto ha permitido validar la interoperabilidad entre BIM, GIS y tecnologías de monitorización, demostrando el potencial de los modelos digitales para optimizar la toma de decisiones en la administración de infraestructuras públicas. La implementación progresiva de BIM en la AOPJA ha permitido que la digitalización de la gestión de infraestructuras avance de manera sostenible, asegurando que cada fase de adopción esté respaldada por procesos validados y que los equipos técnicos dispongan del conocimiento y las herramientas necesarias para aplicar la metodología de manera efectiva. Este enfoque escalonado garantiza que la transformación digital en la AOPJA se realice con criterios de eficiencia, asegurando que la digitalización contribuya a mejorar la planificación, ejecución y mantenimiento de infraestructuras públicas sin generar resistencias organizativas ni comprometer la operativa de la agencia.

3.6. INTEGRACIÓN CON ECONOMÍA CIRCULAR Y SOSTENIBILIDAD

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) pretende consolidar un modelo de infraestructuras públicas más eficientes y sostenibles, en el que la digitalización y el uso de Building Information Modeling

(BIM) y Gemelos Digitales permitan mejorar la gestión de los recursos públicos, optimizar la eficiencia operativa y reducir la huella de carbono de las infraestructuras a lo largo de su ciclo de vida.

Para ello, la AOPJA busca integrar herramientas digitales que permitan evaluar, controlar y reducir el impacto ambiental de sus infraestructuras, mejorando la planificación y operación de los activos con un enfoque basado en datos. La implementación de BIM y Gemelos Digitales permitirá la integración de modelos predictivos que optimicen el consumo energético, reduzcan las emisiones de CO₂ y maximicen la eficiencia en el uso de los recursos públicos, garantizando una gestión más responsable y alineada con los objetivos estratégicos de sostenibilidad de la administración pública.

En este marco, la AOPJA se plantea el desarrollo de una calculadora de sostenibilidad, integrada en el Entorno Común de Datos (CDE), que permita medir, analizar y optimizar indicadores clave relacionados con la huella de carbono y el consumo energético de las infraestructuras públicas. Esta herramienta se diseñará para evaluar el impacto ambiental de los proyectos en fase de diseño, ejecución y operación, proporcionando datos en tiempo real que faciliten la toma de decisiones estratégicas y permitan ajustar las infraestructuras a los estándares más exigentes en eficiencia energética. Su integración con los módulos 4D y 5D del Gemelo Digital posibilitará la simulación de distintos escenarios operativos, facilitando la optimización de los recursos y mejorando la planificación de la administración.

Además, la AOPJA pretende avanzar en la monitorización y control en tiempo real del comportamiento energético de las infraestructuras públicas, a través de la conexión de los modelos BIM con sensores IoT y sistemas de gestión inteligente. El uso de Big Data e Inteligencia Artificial permitirá identificar patrones de consumo, prever desviaciones y ajustar el rendimiento de las infraestructuras para minimizar su impacto ambiental y mejorar su eficiencia operativa. Esta capacidad de análisis predictivo será clave en la gestión proactiva de la huella de carbono, asegurando que las infraestructuras públicas sean más eficientes y sostenibles en el tiempo.

Con estas acciones, la AOPJA pretende alinear su estrategia con los objetivos de transición ecológica y eficiencia en el uso de los recursos públicos, asegurando que sus infraestructuras cumplan con las directrices establecidas en la Estrategia Española de Economía Circular 2030, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y el Pacto Verde Europeo. La incorporación de herramientas digitales avanzadas permitirá establecer un sistema de gestión basado en datos, en el que la toma de decisiones esté orientada a la reducción de la huella de carbono y la optimización de los recursos disponibles, consolidando así un modelo de obra pública más eficiente, transparente y alineado con los principios de sostenibilidad.

La AOPJA se plantea, por tanto, la necesidad de consolidar una metodología digital que integre BIM y Gemelo Digital en la gestión de infraestructuras públicas, asegurando que la transformación digital no solo mejore la eficiencia operativa de los proyectos, sino que también tenga un impacto real en la reducción de la huella ambiental y en la mejora de la sostenibilidad a largo plazo. Este enfoque permitirá avanzar hacia un modelo de

gestión pública más responsable, garantizando que la infraestructura andaluza sea más eficiente en el uso de los recursos y contribuya activamente a los objetivos de sostenibilidad y resiliencia climática.

3.7. PILARES DE LA ESTRATEGIA BIM

La **Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA)** tiene como objetivo estratégico consolidar una transformación digital integral en la gestión de infraestructuras públicas mediante la implementación progresiva de **Building Information Modeling (BIM)** y **Gemelos Digitales**. Esta transformación no se limita a la modernización de herramientas o procesos, sino que busca **optimizar la gestión de los recursos públicos, mejorar la eficiencia operativa y reforzar la transparencia en la toma de decisiones**, asegurando una mayor sostenibilidad y resiliencia de las infraestructuras a lo largo de su ciclo de vida.

Para lograr este objetivo, la AOPJA pretende estructurar la adopción de **BIM y Gemelos Digitales** en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras, desde la planificación y diseño hasta la operación y mantenimiento, garantizando una integración total de los modelos digitales con los sistemas de información de la administración. Esto permitirá maximizar el uso de los datos generados en cada proyecto, mejorando la trazabilidad de la información y facilitando una gestión basada en análisis predictivos y en la optimización de recursos.

La estrategia digital de la AOPJA se fundamenta en un enfoque **escalonado y progresivo**, asegurando que la adopción de nuevas metodologías se realice de manera sostenible y alineada con la capacidad operativa de la organización. La experiencia adquirida en proyectos piloto como el **Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz** ha permitido validar el impacto positivo de BIM en términos de **control de plazos, reducción de desviaciones presupuestarias y mejora en la calidad de la información generada**, lo que refuerza la necesidad de consolidar su implementación en toda la infraestructura pública gestionada por la agencia.

Un elemento clave en esta transformación es la implantación de un **Entorno Común de Datos (CDE) propio**, que permitirá centralizar la información de todos los proyectos y facilitar su explotación en tiempo real. Este CDE actuará como el núcleo tecnológico de la estrategia BIM, garantizando la interoperabilidad entre plataformas y permitiendo la integración de modelos digitales con herramientas de simulación, mantenimiento predictivo y análisis de sostenibilidad. La AOPJA busca que esta plataforma no solo sea un repositorio de información, sino un sistema dinámico que facilite la toma de decisiones basada en datos y optimice la gestión operativa de las infraestructuras públicas.

La conexión entre **BIM y Gemelos Digitales** será fundamental para potenciar la eficiencia en la operación y mantenimiento de los activos públicos. A través de la monitorización en tiempo real y el análisis de datos mediante **Big Data e Inteligencia Artificial**, la AOPJA podrá mejorar la gestión predictiva de las infraestructuras, optimizando los planes de mantenimiento y reduciendo los tiempos de inactividad. Esta capacidad permitirá una asignación más eficiente de los recursos públicos y garantizará que las infraestructuras sean más resilientes, sostenibles y adaptadas a las necesidades de la ciudadanía.

Además, la AOPJA pretende que la transformación digital en infraestructuras públicas esté alineada con los **objetivos de eficiencia energética y reducción de la huella de carbono**, asegurando que el uso de BIM y Gemelos

Digitales contribuya a la optimización del consumo de energía y a la implementación de estrategias de descarbonización en la obra pública. La integración de modelos digitales con herramientas de evaluación ambiental permitirá establecer métricas claras sobre el impacto de cada proyecto, facilitando la toma de decisiones informadas en materia de sostenibilidad y cumplimiento normativo.

En este contexto, la AOPJA busca consolidar un **nuevo modelo de gestión de infraestructuras públicas basado en datos, digitalización y eficiencia**, que permita optimizar la toma de decisiones, reducir incertidumbres en la planificación y mejorar la rentabilidad de las inversiones en obra pública. Esta transformación no solo beneficiará la operativa interna de la agencia, sino que también reforzará la transparencia en la gestión y contribuirá a generar un entorno de trabajo más colaborativo y eficiente, alineado con los estándares internacionales de digitalización en infraestructuras públicas.

A través de la implementación progresiva de **BIM y Gemelos Digitales**, la AOPJA se posiciona como un referente en la digitalización de infraestructuras en el sector público, garantizando que la transformación digital no sea un proceso aislado, sino una estrategia integrada que permita mejorar la eficiencia, sostenibilidad y transparencia en la gestión de los activos públicos.

3.7.1. ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La AOPJA ha establecido un marco de trabajo basado en normas internacionales como la ISO 19650, asegurando la coherencia y estructuración de los datos en todos los proyectos BIM. Se han desarrollado documentos normativos propios, como los Requerimientos BIM (EIR) y el Plan de Ejecución BIM (PEB), que establecen criterios unificados para la contratación y ejecución de proyectos. La implementación de estos estándares permite mejorar la interoperabilidad entre plataformas y equipos de trabajo, asegurando que la información generada en BIM pueda ser utilizada a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras sin perder coherencia ni precisión.

3.7.2. TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN

La digitalización con BIM refuerza la trazabilidad de la información en la gestión de infraestructuras públicas, asegurando que cada fase de un proyecto pueda ser auditada y supervisada con criterios objetivos. La AOPJA prioriza la transparencia en la toma de decisiones mediante la integración de modelos digitales que contienen datos económicos y técnicos detallados, facilitando la rendición de cuentas y garantizando el acceso a información fiable tanto para los técnicos de la administración como para otros agentes involucrados. La estandarización de procesos y la digitalización documental han permitido mejorar la supervisión del gasto público, optimizando la planificación y reduciendo la incertidumbre en la ejecución de infraestructuras.

3.7.3. COLABORACIÓN MULTIDISCIPLINAR

La metodología BIM en la AOPJA se ha estructurado bajo un enfoque de trabajo colaborativo basado en la

interoperabilidad entre disciplinas y agentes públicos y privados. La integración de BIM con sistemas como GIS y herramientas de planificación y control facilita la coordinación entre los distintos participantes en los proyectos de infraestructuras. La implementación de manuales de procedimiento y plantillas estandarizadas ha permitido reducir la duplicidad de esfuerzos y mejorar la eficiencia en la gestión de los contratos públicos, asegurando que todos los equipos trabajen con información coordinada y actualizada.

3.7.4. DIGITALIZACIÓN DE PROCESOS Y GESTIÓN BASADA EN DATOS

La apuesta de la AOPJA por la digitalización no se limita a la incorporación de software especializado, sino que implica una transformación integral en la manera en que se planifican, diseñan y operan las infraestructuras públicas. BIM permite optimizar los procesos administrativos y técnicos, asegurando una gestión más precisa y eficiente en todas las fases del proyecto. La digitalización también facilita la supervisión en tiempo real mediante la conexión con sensores IoT y la integración con el Gemelo Digital, permitiendo mejorar la planificación del mantenimiento y garantizar la sostenibilidad operativa de las infraestructuras.

3.7.5. NEUTRALIDAD TECNOLÓGICA E INTEROPERABILIDAD

La AOPJA fomenta el uso de formatos abiertos y estándares interoperables que permitan la integración de distintas plataformas digitales sin depender de software propietario. La estrategia digital se ha diseñado para garantizar que la administración pública pueda adoptar soluciones tecnológicas flexibles que faciliten la colaboración entre los distintos agentes del sector. El uso de estándares abiertos como IFC y BCF garantiza la compatibilidad de los modelos BIM con herramientas de simulación, planificación y gestión del mantenimiento, asegurando que la digitalización de infraestructuras sea un proceso escalable y adaptable a las necesidades futuras.

3.7.6. IMPLEMENTACIÓN GRADUAL Y ESCALABILIDAD

La implantación de **Building Information Modeling (BIM)** en la **Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA)** se ha desarrollado bajo un enfoque **progresivo y armonizado**, asegurando que cada fase del proceso sea validada en proyectos piloto antes de su implementación generalizada. Este modelo de adopción gradual permite que la metodología BIM **se integre sin generar interrupciones en los procedimientos administrativos** ya establecidos, facilitando la adaptación progresiva de los equipos técnicos a los nuevos procesos digitales.

El enfoque de escalabilidad aplicado en la AOPJA ha permitido que la digitalización de infraestructuras avance de manera estructurada, asegurando que cada etapa de adopción **se adapte a la complejidad y naturaleza de cada proyecto**. La estrategia de madurez BIM implementada se fundamenta en la progresiva mejora de la colaboración e interoperabilidad entre los distintos agentes involucrados, garantizando que la metodología no

solo se aplique en la fase de diseño y ejecución, sino que también **se extienda a la gestión operativa y el mantenimiento de infraestructuras públicas.**

Para garantizar una transición efectiva, la AOPJA ha establecido una serie de medidas que estructuran la implementación gradual de BIM:

- **Inclusión progresiva de requisitos BIM en los procesos de contratación pública.** La AOPJA ha incorporado requisitos BIM en los pliegos de contratos de **obras, servicios y concesiones**, incentivando a las empresas contratistas a adoptar esta metodología. Esta estrategia permite **mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos financiados con recursos públicos**, asegurando la alineación con estándares tecnológicos actuales y fomentando una cultura colaborativa en el sector.
- **Desarrollo de un ecosistema digital basado en madurez BIM.** La evolución en la adopción de BIM se ha estructurado en distintos niveles de madurez, asegurando una integración progresiva en todos los procesos de la AOPJA. Se han establecido **indicadores específicos para medir el grado de digitalización**, evaluando la interoperabilidad entre sistemas, la calidad de la información generada y el nivel de adopción de estándares colaborativos promovidos por **CIBIM y normativas propias de la AOPJA.**
- **Construcción de un modelo de gestión de infraestructuras basado en datos.** La implantación de BIM en la AOPJA se orienta a consolidar un **sistema de gestión digital estructurado, eficiente y sostenible**, donde la digitalización contribuya a la optimización de los recursos públicos y refuerce la transparencia en la administración de infraestructuras.

La implantación progresiva y armonizada de BIM en la AOPJA responde a una estrategia integral que **asegura una adaptación orgánica y realista** a la transformación digital, permitiendo que los equipos técnicos se familiaricen con la metodología de forma estructurada. Esta evolución moderniza los procesos de la administración pública, asegurando que la digitalización de la obra pública sea un factor clave para la eficiencia, la transparencia y la sostenibilidad en la gestión de infraestructuras.

3.8. GESTIÓN INTEGRAL DE ACTIVOS A TRAVÉS DE BIM Y GEMELOS DIGITALES

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) tiene como objetivo consolidar un modelo de gestión digital integral de sus infraestructuras, en el que la implementación de Building Information Modeling (BIM) y Gemelos Digitales permita optimizar la administración de los activos bajo su responsabilidad. La transformación digital de la AOPJA no solo implica la digitalización de procesos en fase de diseño y construcción, sino que busca crear un ecosistema de gestión basado en datos en tiempo real, que abarque el mantenimiento y la operación de las infraestructuras.

Los Gemelos Digitales representan la evolución natural de la estrategia BIM en la AOPJA, proporcionando una representación virtual dinámica y conectada a datos en tiempo real de los activos físicos. Estos modelos no solo

permiten visualizar las infraestructuras en su estado actual, sino que también simulan su comportamiento, optimizan la toma de decisiones y facilitan la planificación estratégica en todas las fases del ciclo de vida del activo.

El desarrollo de Gemelos Digitales en la AOPJA responde a la necesidad de gestionar de manera más eficiente y sostenible las infraestructuras públicas, asegurando una mayor transparencia, trazabilidad y eficiencia operativa en la administración de activos. Para ello, la agencia está integrando BIM con plataformas de análisis avanzadas, sensores IoT, herramientas de inteligencia artificial y modelos predictivos, con el fin de consolidar un sistema de gestión digital avanzado y conectado.

→ **Capacidades Clave de los Gemelos Digitales en la AOPJA:**

- Simulación y optimización operativa: Los Gemelos Digitales permiten evaluar diferentes escenarios y predecir el impacto de las decisiones antes de su implementación en el entorno físico. Gracias a la integración con BIM y modelos analíticos, es posible simular intervenciones de mantenimiento, cambios en la infraestructura y optimización de recursos, reduciendo costes y minimizando riesgos.
- Mantenimiento predictivo y gestión proactiva: A través del uso de sensores IoT y algoritmos de machine learning, los Gemelos Digitales pueden identificar patrones de deterioro en infraestructuras y anticipar fallos en los activos. Esta capacidad permite planificar intervenciones de mantenimiento de manera preventiva, reduciendo las averías y maximizando la disponibilidad de los activos, optimizando así el ciclo de vida de la infraestructura.
- Automatización de la gestión de activos: La digitalización de la infraestructura mediante Gemelos Digitales facilita una gestión integral de los activos, proporcionando un modelo de administración basado en datos actualizados en tiempo real. Esto permite una planificación más precisa, una optimización en el uso de recursos y una mejor capacidad de respuesta ante imprevistos.
- Mayor transparencia y trazabilidad: La conexión entre BIM y Gemelos Digitales garantiza que la información sobre cada activo esté siempre actualizada y disponible para todos los agentes involucrados en su gestión. Esta trazabilidad facilita la toma de decisiones basada en datos objetivos y permite una mejor rendición de cuentas en la administración de infraestructuras públicas.

→ **Beneficios Estratégicos de los Gemelos Digitales en la AOPJA:**

- Sostenibilidad y Eficiencia Energética: La integración de Gemelos Digitales permitirá evaluar el consumo energético y la huella de carbono de las infraestructuras en tiempo real. Gracias a la monitorización continua

y la aplicación de estrategias de optimización energética, se podrán reducir emisiones y mejorar la eficiencia operativa de los activos públicos.

- Seguridad y Resiliencia de Infraestructuras: La capacidad de los Gemelos Digitales para analizar datos en tiempo real permitirá identificar riesgos estructurales, fallos en equipamientos y vulnerabilidades en la operación de las infraestructuras, mejorando la seguridad tanto de los activos como de los usuarios.
- Interoperabilidad y Conectividad Digital: La AOPJA está desarrollando su plataforma de Entorno Común de Datos (CDE) propio, sobre el cual se integran de manera modular diversas aplicaciones como el Gemelo Digital, modelos BIM, GIS y datos en tiempo real. Además, se implementarán módulos adicionales de Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR) para la supervisión de infraestructuras tanto en oficina como en campo.
- Innovación y Adaptabilidad Tecnológica: La digitalización con BIM y Gemelos Digitales facilitará la implementación de tecnologías emergentes, como análisis de datos masivos (Big Data), inteligencia artificial aplicada a la optimización de activos y automatización de procesos. Estas herramientas contribuirán a una toma de decisiones más ágil y fundamentada, asegurando que la administración pública pueda responder a los desafíos futuros de la gestión de infraestructuras.

3.9. INTEGRACIÓN DE LOS GEMELOS DIGITALES EN LA PLATAFORMA DE GESTIÓN DE LA AOPJA

Para garantizar la interoperabilidad y escalabilidad de su estrategia digital, la AOPJA está desarrollando una arquitectura modular basada en un middleware propio, que permitirá la conexión fluida entre BIM, Gemelos Digitales y otras herramientas tecnológicas. Esta plataforma permitirá:

Conectar los modelos BIM con datos en tiempo real, asegurando que la información sobre el estado de los activos esté siempre actualizada y accesible.

- Integrar sistemas de análisis predictivo para la toma de decisiones estratégicas, facilitando la planificación del mantenimiento y la optimización del rendimiento de las infraestructuras.
- Permitir el acceso a la información a través de interfaces intuitivas y herramientas digitales avanzadas, facilitando la supervisión de activos tanto desde oficinas como en campo mediante aplicaciones de AR y VR.

4. CONTEXTO NORMATIVO

4.1. CONTEXTO NORMATIVO TRANSVERSAL

Desde los primeros pasos de la implantación progresiva de la metodología BIM en 2016, la AOPJA ha seguido un enfoque estructurado y alineado con los principales estándares internacionales, asegurando una evolución gradual pero firme hacia un modelo de gestión digitalizado e interoperable. A lo largo de estos años, la incorporación de BIM no ha sido un simple proceso de adopción tecnológica, sino un cambio metodológico profundo, sustentado en las normativas de referencia que han guiado cada fase del proceso. La consolidación de esta transformación ha permitido avanzar hacia un nuevo horizonte estratégico: la implementación del **Gemelo Digital**, un modelo que no solo representará la infraestructura construida de manera más precisa y detallada, sino que permitirá optimizar su gestión, mantenimiento y toma de decisiones a lo largo de todo su ciclo de vida.

En este contexto, la estrategia de puesta en marcha del **Gemelo Digital** se diseñará asegurando la plena alineación con las normativas y guías descritas, desde la **ISO 19650**, que establece el marco para la gestión eficiente de la información en entornos BIM, hasta las normativas emergentes sobre interoperabilidad y modelos de datos abiertos. La AOPJA es plenamente consciente de que la correcta estructuración de los flujos de información, la estandarización de procesos y la implementación de un sistema de gobernanza adecuado son factores clave para el éxito de esta iniciativa. Por ello, cada etapa del despliegue del **Gemelo Digital** se desarrollará bajo un enfoque normativo riguroso, garantizando la compatibilidad con los estándares internacionales y promoviendo la integración de tecnologías avanzadas en un marco operativo fiable y escalable.

Pero la AOPJA no se limita únicamente a adoptar normativas; en su afán de mejorar los estándares y los procesos de trabajo, ha iniciado un **proceso de adaptación a la ISO 19650**, con el propósito de fortalecer la estructura organizativa en torno a la gestión de la información digital. Como parte de este compromiso, la AOPJA busca obtener la certificación correspondiente en el marco del contrato del **Gemelo Digital**, lo que supondrá un hito fundamental en la consolidación de un entorno de trabajo plenamente alineado con las mejores prácticas internacionales. Este proceso no solo reforzará la capacidad de la AOPJA para gestionar proyectos bajo una estructura digital avanzada, sino que también sentará las bases para una mayor transparencia, trazabilidad y control de la información en todo el ecosistema de gestión de infraestructuras.

Además, la estrategia de digitalización e implantación de BIM se encuentra alineada con el **Plan BIM España**, una iniciativa nacional que busca promover la adopción progresiva de estas metodologías en el sector público, estableciendo objetivos claros de implementación y consolidación. En este sentido, la AOPJA no solo asume el marco normativo nacional como una referencia, sino como un pilar fundamental para la evolución de su propio modelo de digitalización, asegurando que las decisiones estratégicas que se tomen estén en consonancia con las políticas de transformación digital promovidas a nivel estatal.

La adopción de estos requisitos normativos no será un proceso estático, sino que se llevará a cabo de manera progresiva a lo largo de las diferentes iteraciones y contratos que la AOPJA acometerá en los próximos años. Esta evolución constante garantizará que cada nueva fase de implementación incorpore los aprendizajes previos y se adapte a las exigencias tecnológicas y regulatorias del momento. De aquí al horizonte **2030**, la AOPJA prevé

consolidar un ecosistema digital plenamente funcional, donde la convergencia entre **BIM y Gemelo Digital** no solo optimice la gestión de infraestructuras, sino que también establezca un modelo de referencia para otras administraciones públicas en España.

4.2. NORMATIVA INTERNACIONAL

- ISO 19650 – Establece los requisitos para la organización y digitalización de la información en proyectos de construcción y operación de activos utilizando metodologías BIM. Define flujos de trabajo y estándares de gestión de datos.
- ISO 16739-1:2018 – Especifica el formato IFC (Industry Foundation Classes), un estándar abierto para la interoperabilidad en BIM, permitiendo el intercambio de modelos entre diferentes plataformas y software.
- ISO 29481-1 – Define el Information Delivery Manual (IDM), un marco metodológico para estructurar el intercambio de información en proyectos BIM, asegurando claridad en los procesos y roles.
- ISO 23386 y ISO 23387 – Normalizan la creación y gestión de atributos y propiedades en modelos BIM, garantizando consistencia en la estructuración de datos para su interoperabilidad.
- ISO 30373 – Estandariza el concepto de gemelos digitales, estableciendo principios y requisitos para su desarrollo y aplicación en diferentes sectores.
- ISO/CD 23247-1 (en desarrollo) – Define un marco normativo para la aplicación de Digital Twins en manufactura, incluyendo principios, arquitectura y estándares de datos.
- ISO 15531 – Regula la gestión de datos en procesos industriales y manufactura, facilitando la integración de sistemas digitales y la optimización de la producción.
- ISO 15926 – Enfocada en la integración de datos del ciclo de vida en instalaciones de procesos, permitiendo la gestión eficiente de la información en proyectos industriales.
- ISO 10303 STEP – Define estándares para el intercambio de datos de modelos 3D, facilitando la comunicación entre diferentes plataformas y sistemas CAD.
- ISO/IEC 27000 – Conjunto de normas enfocadas en la gestión de seguridad de la información, aplicables a la protección de datos en Digital Twins y entornos digitales.
- ISO/IEC 12207 – Regula la gestión de configuración en Digital Twins, estableciendo procesos para la administración de cambios y sincronización de datos en sistemas complejos.

4.3. NORMATIVA EUROPEA

- prEN 18162 (WI 00442055) – Define los conceptos y principios para la aplicación de gemelos digitales en el entorno construido, estableciendo bases para su estandarización.
- CEN/TR 18077 – Especifica criterios técnicos para la implementación de gemelos digitales en el entorno construido, detallando requisitos de interoperabilidad y gestión de datos.

- prEN ISO 23143-1 – Introduce principios y especificaciones para la integración de BIM y GIS, permitiendo una mejor coordinación entre modelos digitales de construcción y sistemas geoespaciales.
- prEN ISO 23143-2 – Establece estándares para el intercambio de datos y metadatos entre plataformas BIM y GIS, asegurando compatibilidad entre diferentes sistemas.

4.4. NORMATIVA NACIONAL (ESPAÑA)

- Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público – En su Disposición Adicional 15ª, menciona la importancia de BIM en la contratación pública, promoviendo su adopción en proyectos estatales.
- Real Decreto 1515/2018 – Crea la Comisión Interministerial BIM, con el objetivo de coordinar estrategias para la implementación del BIM en el sector público.
- Plan BIM España (2023) – Define un marco nacional para la integración de BIM en proyectos públicos, estableciendo objetivos, metodologías y niveles de madurez.
- Ley 10/2022 de Calidad de la Arquitectura – En su Artículo 5, fomenta el uso de metodologías BIM en proyectos del sector público como herramienta para mejorar la calidad arquitectónica.

4.5. NORMATIVA REGIONAL (ANDALUCÍA)

- Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA 2021-2030) – Establece un marco de modernización y digitalización de infraestructuras en la región, incluyendo la adopción de tecnologías BIM.
- Línea Estratégica LE3 del PITMA 2030: Innovación Tecnológica – Destaca la importancia de BIM y otras tecnologías emergentes para la eficiencia y sostenibilidad en proyectos de infraestructura.

4.6. NORMATIVA SOBRE DIGITALIZACIÓN Y FINANCIACIÓN

- Programa Estatal de I+D+i orientado a los Retos de la Sociedad (desde 2013) – Promueve la integración de conocimientos y tecnologías en áreas clave como la digitalización y la movilidad sostenible.
- Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) – Proporciona financiación para la digitalización del sector público, incluyendo la adopción de BIM y tecnologías afines.

4.7. NORMAS Y PRINCIPIOS DE BUILDING SMART

- ISO 16739-1:2018 (IFC - Industry Foundation Classes) – Estándar desarrollado por BuildingSMART International para garantizar la interoperabilidad en BIM a nivel global.
- BIM Collaborative Format (BCF) – Formato abierto promovido por BuildingSMART para la gestión de incidencias y comunicación en proyectos BIM.

- OpenBIM® – Filosofía basada en estándares abiertos, promovida por BuildingSMART, para fomentar la interoperabilidad entre diferentes plataformas BIM.
- CTN-UNE 332 – Comité español de normalización en BIM, liderado por BuildingSMART Spain, que trabaja en la estandarización de procesos y metodologías BIM en España.
- CEN/TC 442/WG 9 – Grupo de trabajo europeo centrado en la implementación de gemelos digitales en el entorno construido, coordinado por representantes de BuildingSMART Spain.

4.8. PRINCIPIOS Y MARCOS DE GOBERNANZA

- Gemini Principles – Principios definidos por el Centre for Digital Built Britain (CDBB) para la gobernanza ética, sostenible y segura de Digital Twins en el entorno construido.
- Digital Product Passport (Grupo 12 de CEN/TC 442/WG 9) – Marco normativo para la trazabilidad de productos digitales, estableciendo requisitos para su integración en la cadena de valor del sector.

4.9. BIM EN LA CONTRATACIÓN PÚBLICA

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA), en consonancia con las directrices nacionales y europeas en desarrollo sostenible, busca fomentar la integración de tecnologías y procesos sostenibles en sus infraestructuras. Desde 2013, el [Programa Estatal de I+D+i orientado a los Retos de la sociedad](#) ha promovido la integración de conocimientos y tecnologías necesarias para abordar desafíos complejos, enfocándose especialmente en los retos de la sociedad española, tales como el envejecimiento de la población, la transición energética, la movilidad sostenible y la digitalización de los servicios públicos. Este programa incluye la investigación fundamental, el desarrollo tecnológico y experimental, y la innovación en su sentido más amplio.

La incorporación de BIM en la contratación pública es crucial para la digitalización del sector, mejorando la eficiencia y sostenibilidad del gasto público, así como la colaboración y participación de todos los agentes involucrados. BIM es un impulsor hacia un sector de la construcción más digital, conectado, resiliente y sostenible. La Unión Europea, a través de la Directiva 2014/24/UE sobre contratación pública, ha instado a sus Estados miembros a modernizar la gestión de los contratos públicos relacionados con la construcción mediante el uso de tecnología.

La legislación española, mediante la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público, menciona en la Disposición Adicional 15ª la oportunidad del uso de BIM. El Real Decreto 1515/2018 creó la Comisión Interministerial BIM, encargada de elaborar el "Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública de la Administración General del Estado" (Plan BIM). El 28 de abril de 2022, se aprobó la Ley de Calidad de la Arquitectura, que en su artículo 5 fomenta el uso de metodologías BIM en proyectos del sector público.

4.10. PLAN BIM 2030

El 27 de junio de 2023, el Consejo de Ministros aprobó el Plan BIM, según la propuesta de la Comisión Interministerial. Este plan busca la gestión integral y digitalizada de infraestructuras en Andalucía, incluyendo la red ferroviaria y de carreteras. La adopción de BIM en los proyectos de infraestructura en Andalucía es una prioridad, requiriendo la colaboración de socios del sector, como ingenieros y empresas constructoras, para aportar soluciones innovadoras y desplegar nuevas tecnologías. Con el apoyo de la Junta de Andalucía, se busca también invertir en la formación y competencias de la futura mano de obra, priorizando áreas como la gestión de proyectos con BIM, el uso de tecnologías digitales avanzadas, y el desarrollo de habilidades en sostenibilidad y eficiencia energética.

Para lograr estos objetivos, se ha realizado un diagnóstico del nivel de madurez BIM de la AOPJA y del sector, estableciendo una hoja de ruta para la implementación de BIM en proyectos y obras de infraestructuras en Andalucía, sentando las bases para alcanzar los objetivos marcados por el Plan BIM nacional para el sector, así como desarrollo del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, que tiene especial dedicación a la digitalización.

4.11. PITMA 2030

En 2021 se aprobó el Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA 2021- 2030).

Este plan ha supuesto un importante paso adelante en la modernización y mejora de las infraestructuras de transporte de la región, abordando de forma integral las necesidades de movilidad de los ciudadanos y promoviendo la sostenibilidad y la innovación tecnológica en todos los ámbitos relacionados.

El ámbito competencial de la Administración que impulsa el Plan, la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda (CFTAV) es el establecido en el Estatuto de Autonomía de Andalucía

El PITMA 2030 contempla nueve Líneas Estratégicas, cada una de las cuales está centrada en un ámbito concreto de actuación, configurada por diferentes programas específicos a desarrollar a lo largo del periodo de vigencia hasta el año 2030. Estas líneas estratégicas buscan mejorar la sostenibilidad, accesibilidad y eficiencia del transporte en Andalucía, abordando cuestiones como la movilidad urbana, la innovación tecnológica, la infraestructura verde, y la participación ciudadana. Presentan una vinculación directa con los objetivos estratégicos establecidos y, además, se configuran como resultado de un diagnóstico exhaustivo y de las conclusiones de las jornadas participativas realizadas. La participación ciudadana y la consulta con actores locales ha sido

crucial para garantizar que estas líneas estratégicas aborden las necesidades reales de la comunidad, asegurando un enfoque inclusivo y adecuado.

→ **Líneas estratégicas del PITMA 2021-2030**

El Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA) contempla nueve Líneas Estratégicas, cada una de las cuales está centrada en un ámbito concreto de actuación, y configurada por diferentes programas específicos a desarrollar a lo largo del periodo de vigencia hasta el año 2030, que persiguen una actuación pública útil y eficiente sobre uno o varios de los objetivos estratégicos del Plan. Las Líneas Estratégicas presentan por tanto una vinculación directa con los Objetivos estratégicos establecidos, y además se configuran como resultado del diagnóstico efectuado y de las conclusiones de las jornadas participativas realizadas. El conjunto de Líneas Estratégicas se recoge en la tabla siguiente, siendo la finalidad de cada una de ellas la que se indica a continuación:

- **LE1: Coordinación administrativa:** Establecer mecanismos de coordinación entre las administraciones con competencias en movilidad e infraestructuras del transporte, para impulsar líneas y medidas comunes, que permitan una intermodalidad efectiva que redunde en beneficio de la ciudadanía.
- **LE2: Apoyo normativo y de planificación:** Desarrollo de planes y programas a distintas escalas para asegurar que las medidas y acciones que se implanten cumplan con los objetivos estratégicos y específicos del PITMA, bajo un marco normativo regulatorio que les dé soporte.
- **LE3: Innovación tecnológica:** Impulsar el desarrollo de actividades de innovación mediante el uso de tecnologías emergentes, que pueden ser una herramienta indispensable para mejorar la gestión de la movilidad y de las infraestructuras, y para garantizar una accesibilidad adecuada del ciudadano a la información.
- **LE4: Fomento del Transporte Público y la intermodalidad:** La movilidad sostenible requiere que el transporte público tenga una mayor representatividad, para evitar problemas de congestión del tráfico, contaminación atmosférica o ruido, entre otras. Garantiza además una mayor accesibilidad al territorio para toda la sociedad, especialmente si se fomenta la intermodalidad.
- **LE5: Infraestructuras sostenibles e intermodales:** Las infraestructuras deben concebirse según la demanda, para atender la movilidad, garantizando la intermodalidad y la accesibilidad a todo el territorio andaluz, así como las conexiones con el exterior y con la Red Transeuropea de Transporte, cumpliendo parámetros de sostenibilidad y respeto al medio ambiente.
- **LE6: Movilidad sostenible y movilidad activa:** Impulsar el cambio en el modelo de movilidad, reduciendo la movilidad obligada, el consumo energético y el uso de combustibles fósiles en el transporte. Esto

Expediente	TAA-4102/OAT0	95 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

mejorará las condiciones ambientales y sociales del territorio, favoreciendo las infraestructuras que dan soporte a la movilidad activa (a pie o en bicicleta).

- **LE7: Mejora y ampliación de la red logística:** Los cambios recientes en el comercio, con el auge del comercio electrónico, obligan a reconsiderar el modelo de red logística actual, lo que implica actuaciones concretas en este ámbito.
- **LE8: Mejora del Sistema Portuario Andaluz:** El sistema portuario andaluz desarrolla diversas actividades que deben ser atendidas con actuaciones específicas para garantizar su mantenimiento y la adecuada prestación de los servicios, además de adaptarse a los posibles efectos del cambio climático en el litoral.
- **LE9: Sensibilización y difusión:** Concienciar e informar a las administraciones, empresas y ciudadanía sobre las actuaciones en infraestructuras y movilidad, y en particular sobre la necesidad de hábitos saludables relacionados con la movilidad. Fomentar además la participación en los proyectos.

→ Línea Estratégica LE3: Innovación Tecnológica



Plan de Infraestructuras de Transporte y Movilidad de Andalucía. PITMA 2021-2030

CÓDIGO:	LE3.P2.	NOMBRE	Digitalización de las infraestructuras de transporte público en Andalucía.
Línea estratégica		LE3. Innovación tecnológica.	
Objetivos estratégicos		OE2. Transformación digital de la sociedad.	
Objetivos específicos		M6. Incrementar el uso de las tecnologías, tanto en la gestión del transporte público como en la información que se proporciona a los usuarios, atendiendo a todos los modos de transporte.	

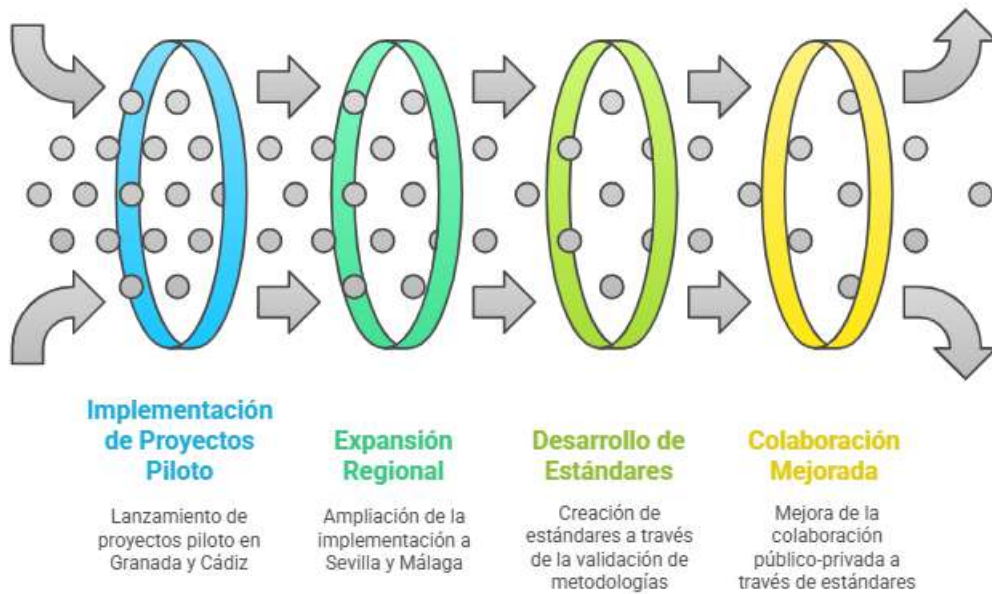
La Línea Estratégica LE3: Innovación Tecnológica busca impulsar la innovación mediante tecnologías emergentes para optimizar la movilidad y accesibilidad ciudadana. La digitalización, especialmente a través de la tecnología BIM, es clave para gestionar eficazmente el ciclo de vida de las infraestructuras, mejorando planificación, eficiencia y extendiendo la vida útil de las obras públicas, tanto nuevas como existentes. Este enfoque fomenta la colaboración y reduce costes operativos.

El programa apoya la adopción de BIM, un modelo digital único que facilita el acceso a la información actualizada y coordina a todos los agentes del proyecto, promoviendo interoperabilidad técnica, organizativa y semántica. Así, se favorece la transparencia y la reutilización de datos públicos, optimizando la planificación y fortaleciendo la colaboración público-privada.

Como parte de esta estrategia, se aplicarán proyectos piloto en sistemas de transporte de Granada y Cádiz, extendiéndose luego a Sevilla y Málaga, para validar la metodología, identificar barreras y desarrollar estándares. Estos proyectos incluyen formación continua y materiales didácticos que aseguren la adopción de BIM de

manera estandarizada y eficiente en todo el sector, facilitando una transformación digital que permita mejorar la gestión pública y fortalecer el control ciudadano

Implementación de BIM para la Mejora de la Movilidad



Expediente	TAA-4102/OAT0	97 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

5. EVOLUCIÓN DIGITAL EN LA AOPJA

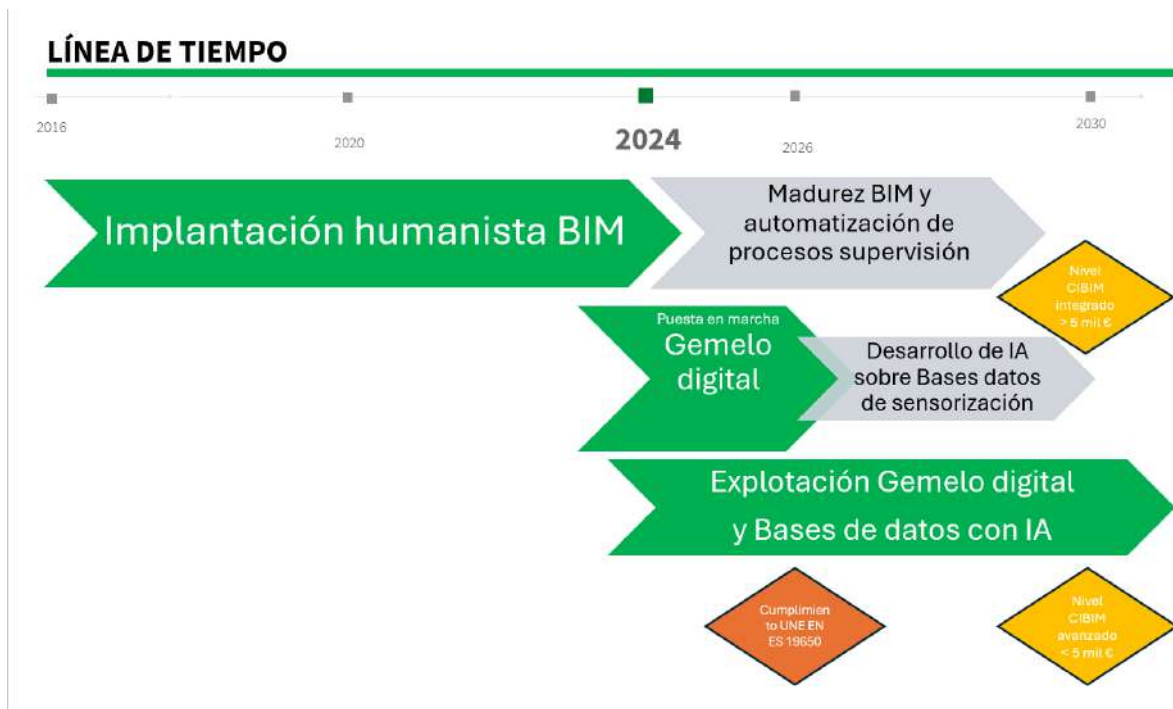
5.1. ESTRATEGIA 2030

La AOPJA desempeña un papel clave en el desarrollo de proyectos de infraestructura crítica para la comunidad andaluza, incluyendo la gestión de carreteras, vías ferroviarias y otras iniciativas de infraestructura pública relacionadas con la movilidad. Entre sus funciones principales destacan la planificación estratégica, la ejecución de obras, la gestión del mantenimiento de infraestructuras y la garantía de que todas las actuaciones se desarrollen bajo los principios de sostenibilidad, eficiencia y seguridad.

En la actualidad, la Agencia gestiona la construcción y explotación directa del Metropolitano de Granada y del tren-tranvía de la Bahía de Cádiz, así como las concesiones del Metro de Sevilla y el Metro de Málaga.

→ Contexto

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA), en consonancia con las directrices nacionales y europeas en desarrollo sostenible, busca fomentar la integración de tecnologías y procesos sostenibles en sus infraestructuras. Desde 2013, el Programa Estatal de I+D+i orientado a los Retos de la sociedad ha promovido la integración de conocimientos y tecnologías necesarias para abordar desafíos complejos, enfocándose especialmente en los retos de la sociedad española, tales como el envejecimiento de la población, la transición energética, la movilidad sostenible y la digitalización de los servicios públicos. Este programa incluye la investigación fundamental, el desarrollo tecnológico y experimental, y la innovación en su sentido más amplio. La



Expediente	TAA-4102/OAT0	98 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

incorporación de BIM en la contratación pública es crucial para la digitalización del sector, mejorando la eficiencia y sostenibilidad del gasto público, así como la colaboración y participación de todos los agentes involucrados. BIM es un impulsor hacia un sector de la construcción más digital, conectado, resiliente y sostenible. La Unión Europea, a través de la Directiva 2014/24/UE sobre contratación pública, ha instado a sus Estados miembros a modernizar la gestión de los contratos públicos relacionados con la construcción mediante el uso de tecnología.

La legislación española, mediante la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público, menciona en la Disposición Adicional 15ª la oportunidad del uso de BIM. El Real Decreto 1515/2018 creó la Comisión Interministerial BIM, encargada de elaborar el "Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública de la Administración General del Estado" (Plan BIM). El 28 de abril de 2022, se aprobó la Ley de Calidad de la Arquitectura, que en su artículo 5 fomenta el uso de metodologías BIM en proyectos del sector público.

El 27 de junio de 2023, el Consejo de ministros aprobó el Plan BIM, según la propuesta de la Comisión Interministerial. Este plan busca la gestión integral y digitalizada de infraestructuras en Andalucía, incluyendo la red ferroviaria y de carreteras. La adopción de BIM en los proyectos de infraestructura en Andalucía es una prioridad, requiriendo la colaboración de socios del sector, como ingenieros y empresas constructoras, para aportar soluciones innovadoras y desplegar nuevas tecnologías. Con el apoyo de la Junta de Andalucía, se busca también invertir en la formación y competencias de la futura mano de obra, priorizando áreas como la gestión de proyectos con BIM, el uso de tecnologías digitales avanzadas, y el desarrollo de habilidades en sostenibilidad y eficiencia energética.

Para lograr estos objetivos, se ha realizado un diagnóstico del nivel de madurez BIM de la AOPJA y del sector, estableciendo una hoja de ruta para la implementación de BIM en proyectos y obras de infraestructuras en Andalucía, sentando las bases para alcanzar los objetivos marcados por el Plan BIM nacional para el sector, así como desarrollo del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, que tiene especial dedicación a la digitalización.

→ A Nivel Regional

En 2021 se aprobó el Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA 2021- 2030).

Este plan ha supuesto un importante paso adelante en la modernización y mejora de las infraestructuras de transporte de la región, abordando de forma integral las necesidades de movilidad de los ciudadanos y promoviendo la sostenibilidad y la innovación tecnológica en todos los ámbitos relacionados.

El ámbito competencial de la Administración que impulsa el Plan, la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda (CFTAV) es el establecido en el Estatuto de Autonomía de Andalucía

Líneas estratégicas del PITMA 2021-2030

El Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía contempla nueve Líneas Estratégicas, cada una de las cuales está centrada en un ámbito concreto de actuación, y configurada por diferentes programas

específicos a desarrollar a lo largo del periodo de vigencia hasta el año 2030, que persiguen una actuación pública útil y eficiente sobre uno o varios de los objetivos estratégicos del Plan. Las Líneas Estratégicas presentan por tanto una vinculación directa con los Objetivos estratégicos establecidos, y además se configuran como resultado del diagnóstico efectuado y de las conclusiones de las jornadas participativas realizadas. El conjunto de Líneas Estratégicas se recoge en la tabla siguiente, siendo la finalidad de cada una de ellas la que se indica a continuación:

- **LE1: Coordinación administrativa:** Establecer mecanismos de coordinación entre las administraciones con competencias en movilidad e infraestructuras del transporte, para impulsar líneas y medidas comunes, que permitan una intermodalidad efectiva que redunde en beneficio de la ciudadanía.
- **LE2: Apoyo normativo y de planificación:** Desarrollo de planes y programas a distintas escalas para asegurar que las medidas y acciones que se implanten cumplan con los objetivos estratégicos y específicos del PITMA, bajo un marco normativo regulatorio que les dé soporte.
- **LE3: Innovación tecnológica:** Impulsar el desarrollo de actividades de innovación mediante el uso de tecnologías emergentes, que pueden ser una herramienta indispensable para mejorar la gestión de la movilidad y de las infraestructuras, y para garantizar una accesibilidad adecuada del ciudadano a la información.
- **LE4: Fomento del Transporte Público y la intermodalidad:** La movilidad sostenible requiere que el transporte público tenga una mayor representatividad, para evitar problemas de congestión del tráfico, contaminación atmosférica o ruido, entre otras. Garantiza además una mayor accesibilidad al territorio para toda la sociedad, especialmente si se fomenta la intermodalidad.
- **LE5: Infraestructuras sostenibles e intermodales:** Las infraestructuras deben concebirse según la demanda, para atender la movilidad, garantizando la intermodalidad y la accesibilidad a todo el territorio andaluz, así como las conexiones con el exterior y con la Red Transeuropea de Transporte, cumpliendo parámetros de sostenibilidad y respeto al medio ambiente.
- **LE6: Movilidad sostenible y movilidad activa:** Impulsar el cambio en el modelo de movilidad, reduciendo la movilidad obligada, el consumo energético y el uso de combustibles fósiles en el transporte. Esto mejorará las condiciones ambientales y sociales del territorio, favoreciendo las infraestructuras que dan soporte a la movilidad activa (a pie o en bicicleta).
- **LE7: Mejora y ampliación de la red logística:** Los cambios recientes en el comercio, con el auge del comercio electrónico, obligan a reconsiderar el modelo de red logística actual, lo que implica actuaciones concretas en este ámbito.
- **LE8: Mejora del Sistema Portuario Andaluz:** El sistema portuario andaluz desarrolla diversas actividades que deben ser atendidas con actuaciones específicas para garantizar su mantenimiento y la adecuada prestación de los servicios, además de adaptarse a los posibles efectos del cambio climático en el litoral.
- **LE9: Sensibilización y difusión:** Concienciar e informar a las administraciones, empresas y ciudadanía sobre las actuaciones en infraestructuras y movilidad, y en particular sobre la necesidad de hábitos saludables relacionados con la movilidad. Fomentar además la participación en los proyectos.

Expediente	TAA-4102/OAT0	100 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

→ **Línea Estratégica LE3: Innovación Tecnológica**

La *LE3* busca impulsar la innovación mediante tecnologías emergentes para optimizar la movilidad y accesibilidad ciudadana. La digitalización, especialmente a través de la tecnología BIM, es clave para gestionar eficazmente el ciclo de vida de las infraestructuras, mejorando planificación, eficiencia y extendiendo la vida útil de las obras públicas, tanto nuevas como existentes. Este enfoque fomenta la colaboración y reduce costes operativos.

El programa apoya la adopción de BIM, un modelo digital único que facilita el acceso a la información actualizada y coordina a todos los agentes del proyecto, promoviendo interoperabilidad técnica, organizativa y semántica. Así, se favorece la transparencia y la reutilización de datos públicos, optimizando la planificación y fortaleciendo la colaboración público-privada.

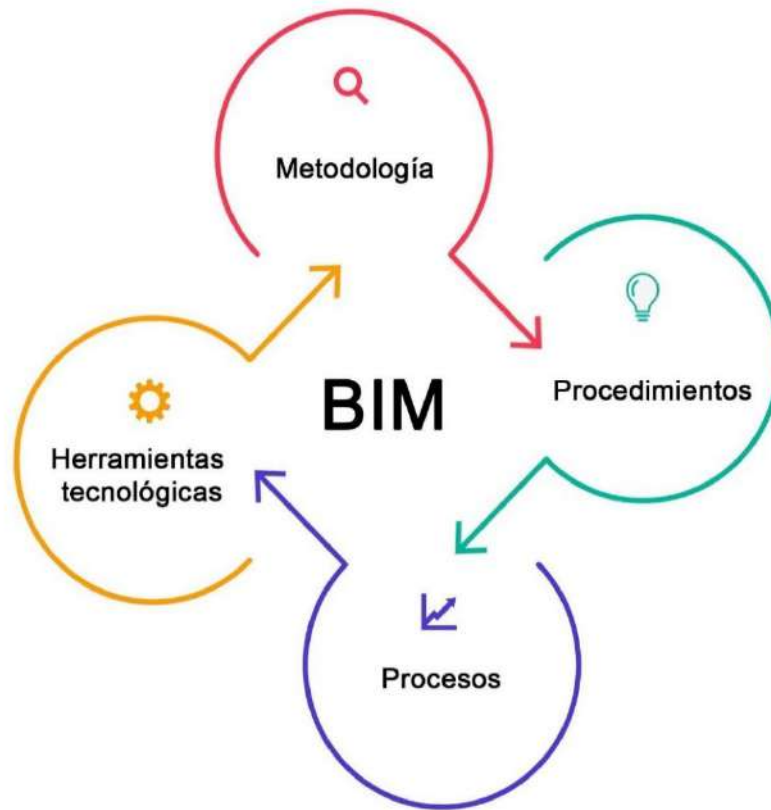
Como parte de esta estrategia, se aplicarán proyectos piloto en sistemas de transporte de Granada y Cádiz, extendiéndose luego a Sevilla y Málaga, para validar la metodología, identificar barreras y desarrollar estándares. Estos proyectos incluyen formación continua y materiales didácticos que aseguren la adopción de BIM de manera estandarizada y eficiente en todo el sector, facilitando una transformación digital que permita mejorar la gestión pública y fortalecer el control ciudadano

5.2. LA DIGITALIZACIÓN DESDE AOPJA

La AOPJA desde 2020 ha estado implementado una **estrategia integral de BIM** estructurada en cuatro ejes:

- **Organización y procesos:** Creación del **Grupo MotorBIM**, compuesto por técnicos de la Consejería de Fomento CFATV, para liderar la transición hacia flujos de trabajo digitalizados
- **Recursos humanos:** Capacitación de más de 40 técnicos en herramientas BIM y realidad aumentada, con formación práctica en proyectos piloto
- **Infraestructura digital:** Desarrollo de un **Entorno Común de Datos (CDE)** para centralizar modelos BIM y facilitar la colaboración interdisciplinar
- **Proyectos piloto:** Implementación de BIM en nueve proyectos emblemáticos, como el Metro de Málaga y el Tranvía de Granada, con requisitos técnicos estandarizados en licitaciones públicas

Los **Requerimientos BIM de la AOPJA**, documentados en pliegos técnicos, exigen la entrega de modelos 3D con información detallada sobre costes, fases constructivas y mantenimiento, asegurando trazabilidad y transparencia. Este enfoque no solo reduce errores en diseño (hasta un 30% según casos piloto, sino que también optimiza la transferencia de datos entre fases del ciclo de vida de las infraestructuras.



5.2.1. GEMELO DIGITAL: INTEGRACIÓN CON LOS OBJETIVOS DEL PITMA

El proyecto más importante de la AOPJA es el **Gemelo Digital del Metro de Granada y el Tranvía de la Bahía de Cádiz (Trambahía)**, financiado con 1,8 millones de euros de fondos Next Generation EU. Este gemelo, definido como una "réplica virtual dinámica" de las infraestructuras, combina modelos BIM con datos en tiempo real de sensores IoT y sistemas SCADA para:

- **Monitorizar el estado del comportamiento** mediante análisis predictivo de fatiga de materiales.
- **Simular escenarios operativos**, como ajustes horarios o respuesta a emergencias, reduciendo tiempos de decisión en un 25%
- **Optimizar mantenimiento preventivo**, integrando manuales técnicos y registros históricos en modelos BIM

Este proyecto se alinea directamente con el PITMA al abordar objetivos como la **intermodalidad sostenible** y la **resiliencia climática**. Por ejemplo, el gemelo permite evaluar el impacto de fenómenos meteorológicos extremos en las vías, facilitando adaptaciones proactivas

Además, la plataforma colaborativa conectada al gemelo integra datos de movilidad urbana, apoyando la planificación de redes multimodales

5.2.2. SINERGIAS ESTRATÉGICAS Y GOBERNANZA

La conexión entre el PITMA y las iniciativas BIM se consolida mediante:

- **Marco normativo:** La futura **Ley Andalucía Digital (LADI)** proporcionará el soporte legal para estandarizar BIM y gemelos digitales en contratos públicos, eliminando barreras administrativas

5.2.3. FINANCIACIÓN COORDINADA

El 33% del presupuesto del gemelo digital se destina a formación de técnicos, asegurando capacidades internas para gestionar proyectos alineados con el PITMA

- **Indicadores de desempeño:** La AOPJA ha diseñado métricas para evaluar la reducción de costes operativos (15-20%) y emisiones de CO₂ (10%) en infraestructuras monitorizadas con BIM

Un ejemplo paradigmático es el **Tranvía de Alcalá de Guadaíra**, donde el uso de BIM permitió detectar 150 interferencias en fase de diseño, evitando sobrecostes de 2 millones de euros.

Estos resultados refuerzan el PITMA al demostrar que la innovación tecnológica no es un gasto, sino una inversión en eficiencia

5.2.4. RETOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

A pesar de los avances, persisten desafíos:

- **Interoperabilidad:** Solo el 40% de los softwares BIM utilizados por contratistas son compatibles con el CDE de la AOPJA, requiriendo ajustes en licitaciones.
- **Brecha tecnológica en pymes:** El 60% de las empresas andaluzas carecen de capacitación en BIM, lo que podría ralentizar la ejecución del PITMA

Para superar estos obstáculos, la AOPJA planea:

- **Certificación ISO 19650:** Asegurar el cumplimiento de estándares internacionales en gestión de información BIM
- **Expansión del gemelo digital:** Incluir todas las líneas de metro y tranvía para 2026, con integración de datos de movilidad urbana en tiempo real
- **Colaboración con universidades:** Desarrollar laboratorios de realidad mixta para formación especializada, como el prototipo en el Convento de Santa María de los Reye

5.3. PUESTA EN MARCHA DE LA DIGITALIZACIÓN DE LA AOPJA

LA AOPJA a través de su proyecto global de *Gemelo Digital*, ha impulsado un plan de digitalización en varias áreas interconectadas: **gobernanza, personas, procesos, herramientas, comunicación y proyectos piloto de aplicación.**

A continuación, se presenta la evolución de estas iniciativas desde sus inicios hasta los próximos pasos planeados, organizados en torno a estos pilares fundamentales.

5.3.1. GOBERNANZA

La gobernanza de la transformación digital de la AOPJA ha seguido las estrategias definidas en el PITMA. La implementación de BIM y del Gemelo Digital y otras tecnologías se ha realizado con una clara alineación con los objetivos del plan, asegurando la coordinación administrativa y una gestión adecuada del cambio. Esta gobernanza tiene como propósito la eficiencia operativa, la transparencia en la toma de decisiones, y el cumplimiento de los objetivos estratégicos de movilidad sostenible, resiliencia y transformación digital.

5.3.2. PERSONAS

La formación y el desarrollo de competencias del personal de la AOPJA han sido fundamentales para asegurar el éxito de la transformación digital:

- **Curso Aplicación Práctica de Métodos BIM en Proyectos de Construcción con Revit (2016):** En otoño de 2016, la AOPJA inició su transformación digital con un curso online de 80 horas para capacitar a sus equipos en el uso de la herramienta Revit. Este curso fue una base importante para la introducción de la metodología BIM en sus proyectos.
- **Miembro de la Comunidad de Prácticas del IAAP de la Junta de Andalucía (2017-2018):** Entre diciembre de 2017 y junio de 2018, la AOPJA participó activamente en la Comunidad de Prácticas del IAAP (Instituto Andaluz de Administraciones Públicas) en el "Plan de Formación BIM en la Administración Pública". Esto demostró su compromiso en compartir conocimientos y estándares BIM con otras entidades.
- **Máster BIM en Ingeniería Civil (2019-2020):** En colaboración con Civile, Ingreen y Wise Build, y con el apoyo del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Andalucía (CICCP), la AOPJA completó la formación de varios profesionales mediante un máster BIM en Ingeniería Civil, con la defensa del Trabajo Final de Máster (TFM) en septiembre de 2020.

5.3.3. PROCESOS

La revisión y mejora de los procesos administrativos y de gestión han sido claves para integrar la digitalización de manera efectiva:

Expediente	TAA-4102/OAT0	104 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- **Pliegos Públicos con Requerimientos BIM (EIR) (2021-2023):** Se han desarrollado pliegos para la redacción de proyectos que incluyen requisitos de Información (EIR), asegurando la correcta implementación de BIM desde la fase de licitación.
- **Pliegos con EIR para Licitaciones de Obras (2021-2023):** Además, se han incluido EIR en los pliegos de licitación para obras públicas, garantizando que el enfoque BIM forme parte integral de la ejecución de dichas obras. Esta integración ha asegurado que todos los procesos se alineen con los estándares BIM y se ejecuten de manera eficiente y sostenible.
- **Plan de Acción y Sigüientes Pasos a Seguir (2024-2026):** En esta etapa, se establecerá un plan de acción detallado que marque los siguientes pasos para continuar la digitalización de las infraestructuras y la incorporación de la metodología BIM en todos los proyectos futuros de la AOPJA.

5.3.4. HERRAMIENTAS

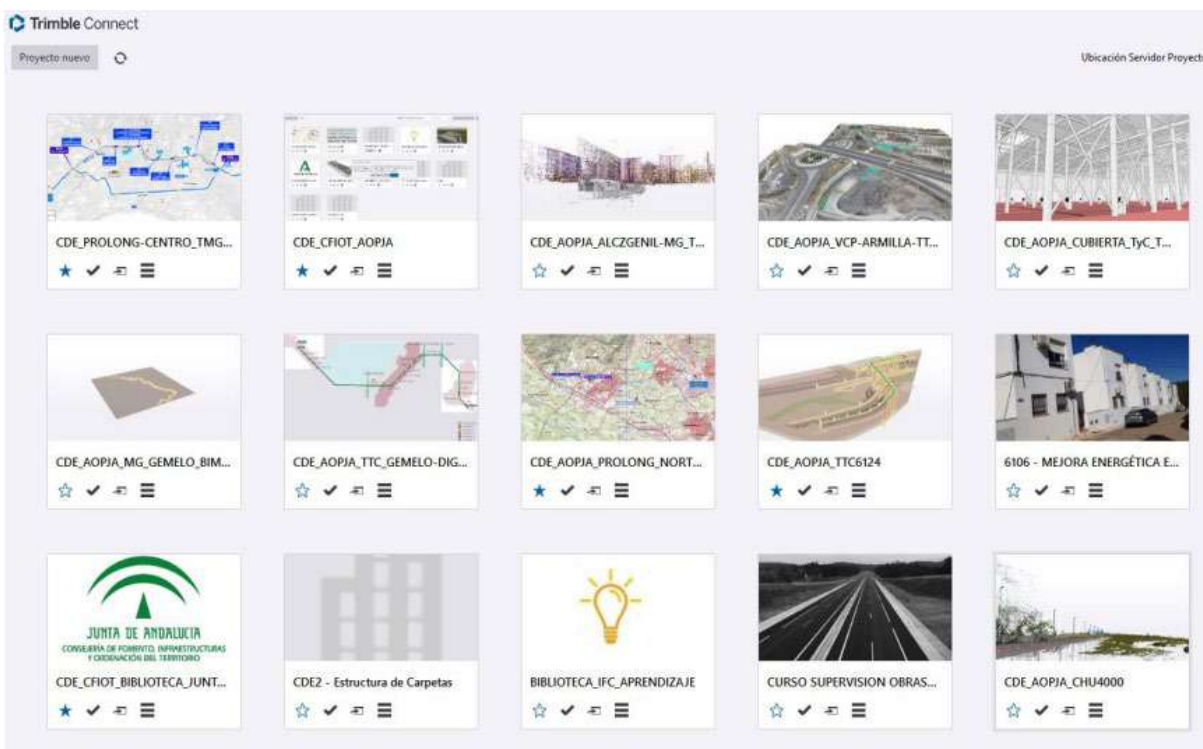


Imagen: CDE actual de AOPJA. Trimble Connect.

Expediente	TAA-4102/OAT0	105 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

El desarrollo y adopción de nuevas herramientas tecnológicas han sido fundamentales para respaldar la implementación de BIM y otros procesos digitales:

- **Contratación de Entorno Tecnológico AOPJA (2021-2023):** La AOPJA ha contratado el desarrollo de un entorno tecnológico que soporte el despliegue de BIM en toda la organización, incluyendo herramientas y plataformas digitales que faciliten la gestión colaborativa de datos.
- **Lanzamiento de Licitación para el Gemelo Digital y la Implantación BIM (2021-2023):** Bajo el Plan de Transformación Digital y Resiliencia (PTDyR) y apoyado por fondos Next Generation, se ha lanzado la licitación para la asistencia técnica en el desarrollo del Gemelo Digital y la implantación BIM. Estas herramientas permitirán gestionar de manera eficiente el ciclo de vida de las infraestructuras, facilitando la interoperabilidad y la toma de decisiones basada en datos.

5.3.5. COMUNICACIÓN

La AOPJA ha establecido un plan de difusión para asegurar la comunicación efectiva de sus avances en la digitalización. A través del blog [Infraestructuras y Movilidad de Andalucía](#), la Agencia se ha comprometido a informar y sensibilizar a las administraciones, empresas y la ciudadanía sobre sus proyectos, avances y buenas prácticas en la digitalización y modernización de infraestructuras. Este blog es una herramienta fundamental para fomentar la transparencia y la participación ciudadana, además de promover la adopción de hábitos saludables relacionados con la movilidad sostenible.

Estrategia Integral AOPJA



Expediente	TAA-4102/OAT0	106 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

5.4. PROYECTOS CDE DE AOPJA PILOTO DE APLICACIÓN

La implementación práctica mediante proyectos piloto ha sido crucial para validar y ajustar los procesos y herramientas digitales:

- **Proyectos Piloto con Medios Propios (2021-2023):** La AOPJA ha comenzado a desarrollar proyectos piloto aplicando tecnologías BIM con recursos propios, con el objetivo de validar la metodología y adaptarla a las necesidades específicas de la administración. Estos proyectos permiten identificar áreas de mejora y perfeccionar la integración de BIM en las operaciones diarias.
- **Lanzamiento de Licitación para la Digitalización y Modelización del Metro de Granada (Línea 1) (2024-2026):** Bajo el PTyR Next Generation, se procederá a licitar la digitalización y modelización de la Línea 1 del Metro de Granada. Este proyecto piloto será una prueba importante para escalar la digitalización en otros sistemas de transporte.
- **Lanzamiento de Licitación para la Digitalización y Modelización del Trambahía de Cádiz (2024-2026):** Similar al proyecto del metro de Granada, se lanzará la licitación para la digitalización y modelización del Trambahía de Cádiz, bajo el marco del PTyR Next Generation.
- **Puesta en marcha del Gemelo Digital y adopción del procedimiento bajo Certificación UNE ISO 19650 en la AOPJA (2024-2026):** La AOPJA tiene como objetivo finalizar el desarrollo del Gemelo Digital y conseguir la certificación UNE ISO 19650, lo cual confirmará la correcta gestión de la información en la construcción según los estándares internacionales.

Expediente	TAA-4102/OAT0	107 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

6. MADUREZ BIM DE LA AOPJA

6.1. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE MADUREZ BIM

Para evaluar el nivel de madurez BIM de una organización hay diferentes procedimientos e indicadores. Tradicionalmente se ha tenido como referencia el esquema de BEW-RICHARDS, en el cual el nivel de madurez abarcaba 3 niveles por los que se iba avanzando cuando se pasaba de la gestión vía CAD a la inclusión de la metodología BIM en un proyecto.

Tomando esta referencia, AOPJA tendría por objetivo equivalente de implementación llegar a un nivel de madurez Nivel 3 del gráfico BEW-RICHARDS en el año 2.030.

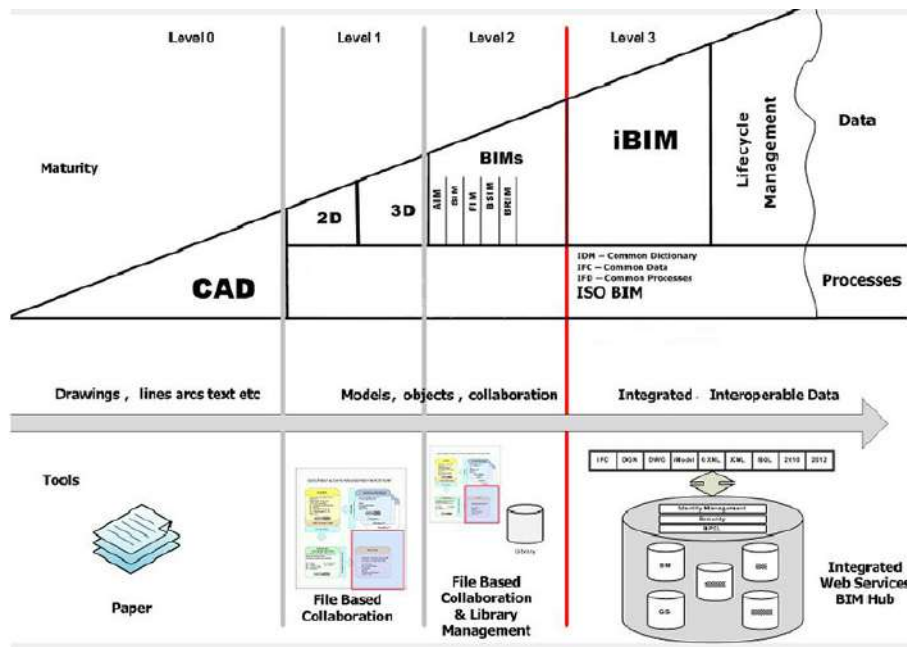


Figura 1: Nivel de Madurez según gráfico de BEW-RICHARDS

Se considera que se ha alcanzado una madurez nivel 2 cuando la base del proceso es el trabajo colaborativo. Todas las partes usan sus propios modelos que no son necesariamente integrados en un único modelo, sino que se integran en un entorno común, llamado modelo o modelos federados. La colaboración viene en la forma de cómo se intercambia la información entre las diferentes partes, y es el aspecto crucial de este nivel.

La información de diseño se comparte a través de un formato de archivo común, que permite que cualquier organización pueda combinar esos datos con los suyos para crear un modelo federado y llevar a cabo

Expediente	TAA-4102/OAT0	108 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

verificaciones en él. Este es el método de trabajo y nivel de madurez que se ha establecido como un objetivo mínimo por parte del gobierno del Reino Unido para todo el trabajo en el sector público a partir de 2016 (Architectural, Engineering and Construction (AEC) Initiative 2015).









Según el Plan BIM estatal promovido por la CIBIM el nivel de madurez BIM se establece según 5 niveles y los tipos de requisitos: Estrategia, Procesos, Tecnología y Personas.

- **Estrategia.** En esta categoría se incluye la visión, objetivos y compromiso de la unidad/ organización para la implantación de BIM en sus licitaciones.
- **Procesos.** Un contrato tiene distintos procesos asociados, por ejemplo, preparación de la licitación, evaluación de ofertas o ejecución del contrato. En esta categoría se establecen los requisitos de información BIM mínimos que deben cumplir:
 - Los procedimientos de trabajo que describen dichos procesos.
 - La coordinación entre las partes del contrato.
 - La información que se produce en el contrato, que es un conjunto de información estructurada y no estructurada que contiene todos los modelos BIM, bases de datos, representaciones gráficas y documentos entregados por los adjudicatarios y que responde a los requisitos de información establecidos por la AOPJA.
- **Soporte Tecnológico.** La información de un contrato (planos, documentos, etc.) puede tener un soporte papel o un soporte digital. La aplicación de BIM implica información en soporte digital para lo cual es necesario utilizar diferentes soluciones tecnológicas para producir, almacenar, compartir, etc., dicha información, dichos archivos digitales. Dentro del soporte tecnológico existen dos conceptos básicos:
 - Entorno Común de Datos (CDE). Solución tecnológica que integra un flujo de trabajo para gestionar, entregar y revisar la información, por parte de todos los agentes involucrados. El CDE da soporte como repositorio electrónico, donde se almacenan y administran datos y documentos electrónicos, y sus metadatos, con control de acceso, y en un uso más orientado a los objetos bim como plataforma para gestionar el estado y versión de la información o revisar el contenido de los modelos.
 - Estándares aplicables. Estándares que definen el formato de los archivos digitales que se utilizan en el contrato.
- **Personas.** En esta categoría se establecen los requisitos mínimos sobre la capacitación, en este caso, tanto del personal de la AOPJA como de los requisitos que se solicitan al licitante.

Expediente	TAA-4102/OAT0	109 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

La CIBIM ofrece una herramienta de autoevaluación que podrá usar cada órgano de contratación para conocer el nivel BIM en el que se encuentra.

A continuación, se definen los requisitos mínimos asociados a cada uno de los cinco niveles BIM en la gestión de la información de un contrato del sector público.

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	
1 PREMIO/ NO BIM	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.
2 INICIAL	Proyectos piloto o laboratorios sistematizados 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 15726 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.
3 MEDIO	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 18660.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 15726 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.
4 AVANZADO	Plan de uso BIM para toda el ciclo de vida y multidisciplinariedad.	Basados en sistemas de organización y digitalización de la información (UNE-EN ISO 18650 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 simulan librerías de objetos BIM. + Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo.	Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 18650 con distintas funcionalidades. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 15726 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 18650. + 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.
5 INTEGRADO	Procedimientos certificados bajo UNE-EN ISO 18650 o equivalente. + Procedimientos sistemáticos de integración de procesos innovadores para la gestión de contratos.	Procedimientos certificados bajo UNE-EN ISO 18650 o equivalente. + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos. + Manual de entrega de la información basado en UNE-EN ISO 22401 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 18650 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 15726 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 18650. + 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 18650 y su uso en contratos.

Tomando en cuenta estos criterios establecidos por la CIBIM, la AOPJA partió en 2021 con un BIM inicial, con algunas licitaciones aisladas con requerimientos BIM, el uso de un CDE, Trimble Connect en este caso, y en cuanto a capacitación ya se había formado técnicamente al personal para liderar el proceso de implantación.

Actualmente en 2025, podemos decir que la AOPJA se encuentra consolidándose en un Nivel BIM Medio, teniendo el uso del CDE establecido como herramienta cotidiana y común, con recursos que regulan la estandarización en el desarrollo de trabajos BIM, empleando los formatos abiertos como estándar en entregables, y realizando capacitación del personal interno según sus necesidades concretas dentro del desempeño de sus funciones.

Expediente	TAA-4102/OAT0	
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	110 de 180
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

Según la definición de madurez del Plan BIM, el objetivo para AOPJA en 2030, alineándose con el Plan Nacional BIM promovido por la CIBIM es alcanzar el Nivel BIM Avanzado 4, en el cual se tenga un plan de implantación BIM aplicado para la explotación y mantenimiento de sus infraestructuras, completando así todo el ciclo de vida de un activo. El desarrollo y gestión de los proyectos se hará desde modelos BIM del Gemelo Digital, en un entorno de trabajo colaborativo que cumpla con la ISO 19650 y open BIM

Desde la Oficina de Gestión de AOPJA se realizará un seguimiento semestral de este avance en la evolución del grado de madurez de la organización (indicador) teniendo como objetivo no sólo garantizar que se alcanza el nivel de madurez requerido en los proyectos piloto, sino que se consigue que de forma progresiva que cada vez más técnicos AOPJA trabajen con fluidez en un entorno BIM.

Según el Plan BIM de la CIBIM se definen estos 2 niveles atendiendo a estos cuatros pilares según siguen en las siguientes tablas

NIVEL BIM MEDIO	
REQUISITOS MÍNIMOS	
ESTRATEGIA	<p>Estrategia El órgano de contratación ha adquirido un compromiso claro y firme hacia BIM como motor de la gestión de los contratos a lo largo del ciclo de vida de los activos, que se ha materializado en un plan de acción concreto para las fases de diseño y obra.</p>
	<p>Procedimientos de trabajo En el contrato se requieren procedimientos de trabajo basados en sistemas de gestión de calidad, como los definidos en la norma UNE-EN ISO 9000 o equivalente, así como en guías o manuales específicos BIM publicados por la Comisión Interministerial BIM u otros organismos reconocidos para la gestión de la información del contrato.</p>
PROCESOS	<p>Coordinación entre partes En el contrato se requiere que la coordinación sea a través del entorno común de datos.</p>
	<p>Información del contrato En el contrato se producen modelos a partir de los cuales se obtienen planos y mediciones y se pueden realizar coordinaciones 3D (detección y resolución de colisiones o interferencias)</p> <p>Se puede producir algún tipo de información o plano CAD (elaborados con líneas, arcos, textos, bloques y volúmenes) que no esté obtenido a partir de un modelo.</p>
	<p>Entorno común de datos (CDE) La gestión de la información del contrato se basa en un entorno multifichero, es decir, archivos digitales almacenados en un repositorio común con control de acceso y unas reglas para la nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas.</p> <p>Además, se utilizan unas reglas, en forma, por ejemplo, de procedimientos escritos, que definen el flujo de trabajo de la información (revisiones, aprobaciones, validaciones, etc.) y el estado en el que se encuentra la información (definiendo, por ejemplo, estados de trabajo "en curso", "compartido" y "publicado") en línea con la serie de Normas UNE-EN ISO 19650.</p>
SOPORTE TECNOLÓGICO	<p>Formatos de archivos En el contrato se requieren formatos basados en estándares abiertos para el intercambio de información. Para los modelos BIM se utilizará el modelo de datos IFC (Industry Foundation Classes) definido por la serie de Normas UNE-EN ISO 16739 o equivalente.</p> <p>También se podrá requerir que el adjudicatario aporte los archivos en el formato propietario en el cual haya elegido realizar los trabajos solicitados.</p>
	<p>Capacitación del órgano de contratación Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato ha sido formado en BIM.</p> <p>Se ha definido un responsable BIM del contrato, que incluye entre sus tareas la elaboración de los requisitos de información BIM y la supervisión de los entregables BIM, que estará coordinado, en su caso, con el responsable BIM en el órgano de contratación.</p>
PERSONAS	<p>Capacitación del licitante En el contrato se ha solicitado que el licitante aporte medios humanos con experiencia en contratos con requisitos BIM.</p>

Expediente	TAA-4102/OAT0	112 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	



NIVEL BIM AVANZADO REQUISITOS MÍNIMOS	
ESTRAT.	Estrategia El órgano de contratación ha adoptado una estrategia sobre BIM clara, firme, multidepartamental y que abarque el ciclo de vida de los activos.
	Procedimientos de trabajo En el contrato se requieren procedimientos de trabajo basados en sistemas de organización y digitalización de la información que utilizan BIM, como la serie de Normas UNE-EN ISO 19650 o equivalente, así como en guías o manuales específicos BIM publicados por la Comisión Interministerial BIM u otros organismos reconocidos, para la gestión de la información del contrato.
PROCESOS	Coordinación entre partes La coordinación entre las partes del contrato se hace a través del entorno común de datos, con simulaciones y validaciones.
	Información del contrato En el contrato se producen modelos para las diferentes disciplinas (arquitectura, estructura, instalaciones, etc.) que se pueden integrar para crear un modelo digital completo del activo, a partir del cual se obtienen planos, mediciones y se pueden realizar coordinaciones 3D (detección y resolución de colisiones o interferencias) y simulaciones constructivas (integración con el Plan de Obra para visualizar de manera virtual la secuencia de los trabajos de construcción y contribuir a la toma de decisiones). También se utilizan los modelos BIM para el mantenimiento o conservación (control y planificación del mantenimiento o conservación del activo durante su vida útil, integración y vinculación de los modelos con los Sistemas de Gestión del Mantenimiento de Activos), así como para la explotación y gestión de activos (como soporte a la explotación, operación y gestión de activos, incluyendo la desactivación, así como fuente de los sistemas de gestión). Se gestionan librerías de objetos BIM que son utilizadas para elaborar los modelos. De forma residual se puede producir algún tipo de información o plano CAD (elaborados con líneas, arcos, textos, bloques y volúmenes) que no esté obtenido a partir de un modelo.
	Entorno común de datos (CDE) La gestión de la información del contrato se basa en archivos digitales que se almacenan en una solución tecnológica diseñada específicamente como entorno común de datos (CDE) según la serie de Normas UNE-EN ISO 19650 y que tiene implementadas las funciones para control de acceso, control de versiones, flujo de trabajo para revisiones, aprobaciones, validaciones, etc., asignación de tareas y responsabilidades, comunicación de incidencias mediante BCF o similares y que permiten trabajar de forma colaborativa. Se aplican reglas para la nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas.
SOPORTE TECNOLÓGICO	Formatos de archivos En el contrato se requieren formatos basados en estándares abiertos para el intercambio de información. Para los modelos BIM se utilizará el modelo de datos IFC (Industry Foundation Classes) definido por la serie de Normas UNE-EN ISO 16739 o equivalente. En caso de ser necesario realizar comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, se utilizará el formato BCF (BIM Collaboration Format) o equivalente. También se podrá requerir que el adjudicatario aporte los archivos en el formato propietario en el cual haya elegido realizar los trabajos solicitados.
	Capacitación del órgano de contratación Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato ha sido formado en BIM alineado con la serie de Normas UNE-EN ISO 19650, incluyendo formación en la revisión técnica de los entregables BIM y ha participado en contratos anteriores gestionados con BIM. Se ha definido un responsable BIM del contrato, que incluye entre sus tareas la elaboración de los requisitos de información BIM y la supervisión de los entregables BIM, que estará coordinado con el responsable BIM en el órgano de contratación.
PERSONAS	Capacitación del licitante En el contrato se ha solicitado que el licitante aporte medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM.

UTE GEMELO DIGITAL



Expediente	TAA-4102/OAT0	113 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

7. OBJETIVO GENERALES Y ESTRATÉGICOS DE LA AOPJA

7.1. OBJETIVO 2030

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) está alineando su estrategia de implantación del Gemelo Digital BIM con los marcos nacionales e internacionales de digitalización en la construcción y la gestión de infraestructuras. En este sentido, la integración del Plan Nacional BIM 2030 y el Plan de Infraestructuras, Transporte y Movilidad de Andalucía (PITMA) 2030 constituye un pilar clave para garantizar una transformación efectiva y estructurada de la Agencia.

El Plan Nacional BIM 2030, impulsado a nivel estatal, establece un marco de acción para la adopción generalizada de BIM en la contratación pública, promoviendo estándares y metodologías que fomenten la eficiencia, transparencia y sostenibilidad en la ejecución de proyectos. La AOPJA, en línea con este plan, ha desarrollado un modelo de gestión basado en BIM, integrando la metodología en sus procesos de licitación, supervisión y mantenimiento de infraestructuras. Con la incorporación del Gemelo Digital BIM, la Agencia no solo sigue los lineamientos del Plan Nacional, sino que también amplía sus capacidades mediante la integración de datos en tiempo real, permitiendo una gestión más avanzada y predictiva de los activos públicos.

Por otro lado, el PITMA 2030 establece la hoja de ruta para el desarrollo de infraestructuras de transporte en Andalucía, con un enfoque en la innovación, sostenibilidad y movilidad inteligente. La convergencia entre el PITMA y el Gemelo Digital BIM permitirá que la planificación, operación y mantenimiento de redes de transporte como el Metro de Granada y el Trambahía de Cádiz se realicen de manera más eficiente, optimizando el uso de recursos y garantizando una infraestructura más resiliente y conectada.

La alineación estratégica entre el Gemelo Digital BIM, el Plan Nacional BIM 2030 y el PITMA 2030 posiciona a la AOPJA como un referente en la digitalización de infraestructuras públicas en España, asegurando una transformación digital estructurada y acorde a los estándares nacionales e internacionales. Con esta convergencia, la AOPJA no solo moderniza sus procesos, sino que también fortalece su capacidad de adaptación a los desafíos del futuro, impulsando la eficiencia, la sostenibilidad y la innovación en la obra pública.

7.1.1. INTRODUCCIÓN

La AOPJA se encuentra en un momento de transformación decisiva, donde la digitalización se erige como el eje central para alcanzar la excelencia en la gestión de infraestructuras ferroviarias. Para ello, es imperativo alinear las estrategias de la agencia con los marcos nacionales y regionales, específicamente el Plan Nacional BIM y el Plan de Infraestructuras del Transporte y la Movilidad de Andalucía (PITMA) 2030. El proyecto Gemelo Digital, basado en la implementación BIM, se convierte en la herramienta clave y articuladora para materializar esta visión estratégica.

7.1.2. MARCO ESTRATÉGICO: ALINEACIÓN CON EL PLAN NACIONAL BIM Y EL PITMA 2030

- **Plan Nacional BIM, 2030:**
 - Este plan establece la hoja de ruta para la adopción generalizada de la metodología BIM en el sector de la construcción en España.

→ **La AOPJA se compromete a:**

- Cumplir con los hitos progresivos de implementación BIM en la contratación pública, asegurando la adopción de niveles crecientes de madurez BIM.
- Fomentar la interoperabilidad mediante el uso de estándares abiertos (como IFC) y la creación de entornos de datos comunes (CDE).
- Invertir en la formación y capacitación de su personal y colaboradores en competencias BIM, promoviendo una cultura de digitalización.
- Participar activamente en iniciativas nacionales para el desarrollo de guías, protocolos y mejores prácticas BIM.
- Contribuir activamente a la mejora de la eficiencia del gasto público, y la innovación del sector.

- **PITMA 2030:**

- El PITMA 2030 define las prioridades de infraestructuras de transporte en Andalucía, con un enfoque en la sostenibilidad, la multimodalidad y la digitalización.

→ **La AOPJA se compromete a:**

- Integrar el Gemelo Digital con los sistemas de gestión de infraestructuras del PITMA, permitiendo una visión integral del estado y rendimiento de la red ferroviaria.
- Utilizar el Gemelo Digital para optimizar la planificación y ejecución de proyectos de infraestructuras, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia del PITMA.
- Aprovechar los datos del Gemelo Digital para mejorar la toma de decisiones en la gestión de la movilidad, contribuyendo a la creación de un sistema de transporte más eficiente y sostenible.
- Contribuir con los objetivos del PITMA, en lo referente a la digitalización, y la sostenibilidad, usando la información del gemelo digital, para la toma de decisiones.

7.1.3. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS 2030 PARA EL GEMELO DIGITAL

En consonancia con el Plan Nacional BIM y el PITMA 2030, la AOPJA establece los siguientes objetivos estratégicos para el Gemelo Digital:

- **Digitalización Integral del Ciclo de Vida:**
 - Implementar BIM en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras, desde la planificación y diseño hasta la construcción, explotación y mantenimiento.

Expediente	TAA-4102/OAT0	115 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- Crear un Gemelo Digital dinámico y actualizado, que refleje el estado real de las infraestructuras en tiempo real.
- **Ecosistema Digital Integrado:**
 - Desarrollar una plataforma digital propia que integre el Gemelo Digital con otros sistemas de información de la AOPJA, como los sistemas de gestión de activos, los sistemas de monitorización y los sistemas de información geográfica (GIS).
 - Establecer protocolos de interoperabilidad para el intercambio de datos entre los diferentes sistemas, garantizando la coherencia y la integridad de la información.
- **Gestión Inteligente de Activos:**
 - Utilizar el Gemelo Digital para la gestión predictiva del mantenimiento, anticipando posibles fallos y optimizando la planificación de intervenciones.
 - Implementar sistemas de monitorización en tiempo real para recopilar datos sobre el estado y rendimiento de las infraestructuras, permitiendo una gestión proactiva de los activos.
- **Sostenibilidad y Eficiencia Energética:**
 - Utilizar el Gemelo Digital para evaluar el impacto ambiental de las infraestructuras y desarrollar soluciones para reducir las emisiones de carbono y mejorar la eficiencia energética.
 - Optimizar el consumo de recursos en la construcción y el mantenimiento de las infraestructuras, promoviendo la economía circular.
- **Seguridad y Resiliencia:**
 - Utilizar el Gemelo Digital para simular escenarios de riesgo y evaluar la resiliencia de las infraestructuras ante eventos extremos.
 - Implementar sistemas de alerta temprana y respuesta ante emergencias, garantizando la seguridad de los usuarios y la continuidad del servicio.
- **Innovación y Colaboración:**
 - Fomentar la colaboración con centros de investigación, universidades y empresas tecnológicas para el desarrollo de nuevas soluciones BIM y la aplicación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático.
 - Promover la creación de un ecosistema de innovación abierta, donde se compartan conocimientos y experiencias para impulsar la transformación digital del sector

Expediente	TAA-4102/OAT0	116 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

7.2. OBJETIVOS DE LA AGENCIA:

7.2.1. DIGITALIZACIÓN INTEGRAL DEL ACTIVO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La AOPJA pretende llevar a cabo una digitalización exhaustiva de los activos bajo su gestión con el propósito de maximizar la eficiencia en la operación y el mantenimiento.

A través de la creación y mantenimiento de modelos BIM precisos y la implementación de Gemelos Digitales, se aspira a optimizar el ciclo de vida de las infraestructuras.

Estos modelos digitales permitirán que cada activo sea monitoreado y gestionado de manera más precisa, predictiva e informada.

Esta gestión predictiva se basará en datos en tiempo real, lo que permitirá anticiparse a problemas antes de que ocurran y optimizar las intervenciones de mantenimiento, reduciendo tiempos de inactividad y costes operativos.

Esta iniciativa no solo tiene como fin la mejora en la sostenibilidad y eficiencia de los activos, sino también una mejor planificación de los recursos, evitando intervenciones costosas y sorpresivas, asegurando un uso eficiente de las inversiones públicas y reduciendo el impacto medioambiental asociado a infraestructuras mal gestionadas.

Además, la integración de sensores avanzados permitirá la recogida constante de datos que alimentarán los Gemelos Digitales, posibilitando una comprensión detallada del rendimiento y comportamiento de cada infraestructura, así como una evaluación más precisa de su estado a lo largo del tiempo.

7.2.2. IMPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA Y CORPORATIVA DE BIM

La metodología BIM no será solo una herramienta técnica, sino que se convertirá en un estándar corporativo y estratégico para la AOPJA, integrándose en todos los procesos rutinarios y en la estructura organizativa de la Agencia.

Esta integración abarcará desde la planificación hasta la ejecución y el mantenimiento de los proyectos, con el objetivo de asegurar la coherencia, eficiencia y calidad en la gestión de los activos. BIM se convierte, así, en una herramienta estratégica para transformar la cultura organizacional hacia una mayor digitalización y automatización en todos los niveles.

La implementación de BIM a nivel estratégico garantizará que todos los actores involucrados, desde ingenieros y arquitectos hasta gestores y operadores, trabajen con una visión unificada y colaborativa. Esto permitirá una mejor coordinación entre departamentos, una mayor transparencia en los procesos y una reducción significativa de los errores derivados de la falta de comunicación. BIM también facilitará la generación de documentación

estandarizada y la trazabilidad de todas las decisiones, lo cual es fundamental para asegurar una correcta rendición de cuentas y una gestión eficiente del patrimonio público.

7.2.3. ESTABLECIMIENTO DE UNA INFRAESTRUCTURA 4.0 BASADA EN TECNOLOGÍAS CONECTADAS

La AOPJA se encuentra en proceso de establecer una infraestructura 4.0, fundamentada en la integración de tecnologías avanzadas como los Gemelos Digitales, la realidad virtual, la realidad aumentada y la sensorización inteligente.

La implementación de estas tecnologías permitirá una visión integral y en tiempo real de las infraestructuras, lo cual facilitará la toma de decisiones basadas en datos y contribuirá significativamente a la mejora de la seguridad, la resiliencia y la eficiencia operativa.

La realidad virtual y la realidad aumentada permitirán una mejor visualización de los proyectos, facilitando tanto la fase de diseño como la de supervisión y operación.

Esto será clave para formar a los operarios y técnicos de mantenimiento, permitiéndoles simular diferentes escenarios y prácticas antes de intervenir físicamente en la infraestructura. Además, el uso de la sensorización inteligente proporcionará datos continuos y fiables sobre el rendimiento de los activos, desde el consumo energético hasta la integridad estructural, permitiendo una gestión más proactiva.

Estas tecnologías también facilitarán el monitoreo remoto y la intervención asistida, haciendo posible que especialistas en diferentes ubicaciones colaboren y tomen decisiones informadas de manera conjunta. En definitiva, la infraestructura 4.0 transformará la forma en que se planifican, construyen, mantienen y operan las infraestructuras, aumentando su resiliencia frente a desafíos futuros.

7.2.4. AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS EN LA CADENA DE VALOR

Se busca automatizar los procesos de estudio, licitación, supervisión y monitorización de proyectos y obras, con el objetivo de incrementar la eficiencia y mejorar la colaboración con el sector privado. La automatización de estos procesos reducirá los tiempos de ejecución, minimizará los errores y mejorará la calidad de los proyectos, facilitando una relación más fluida y efectiva con las empresas del sector de la construcción. Este enfoque también permitirá la integración de la gestión de riesgos y la trazabilidad de cada fase del proyecto. Los procesos automatizados en la fase de licitación permitirán una evaluación más objetiva y basada en datos, promoviendo una mayor transparencia y equidad en la adjudicación de contratos. Además, la automatización de la supervisión de obras, mediante el uso de drones, sensores y análisis de datos en tiempo real, permitirá una evaluación más precisa del avance de los proyectos, asegurando que se cumplan los plazos y los estándares de calidad establecidos. Esta transformación en la cadena de valor está destinada a construir una relación de confianza y colaboración con el sector privado, incentivando la innovación y el compromiso con la excelencia en todos los proyectos públicos.

Con la mirada puesta en 2026 como primer punto de control, la AOPJA se propone alcanzar un nivel de madurez digital avanzado que permita una gestión integral y coordinada de sus activos, soportada en modelos digitales y tecnologías emergentes. Una vez concluida la digitalización de los sistemas de transporte del Metro de Granada y Trambahía de Cádiz, la AOPJA dirigirá sus esfuerzos a explotar el Gemelo Digital y todas las bases de

datos asociadas para mejorar la gestión de las infraestructuras públicas de transportes que tenga encomendadas.

Este enfoque garantizará la continuidad del liderazgo de la AOPJA en la transformación digital del sector de infraestructuras públicas y fomentará un ecosistema industrial preparado para afrontar los desafíos de la cuarta revolución industrial. La digitalización no será solo una meta tecnológica, sino un proceso continuo que permitirá a la AOPJA adaptarse y evolucionar conforme cambian las necesidades de la sociedad y los avances tecnológicos. Esto posicionará a la AOPJA como un referente en la gestión eficiente y sostenible de infraestructuras públicas, asegurando su capacidad para ofrecer servicios de calidad a la ciudadanía y contribuir al desarrollo socioeconómico de Andalucía en el contexto de la economía digital.

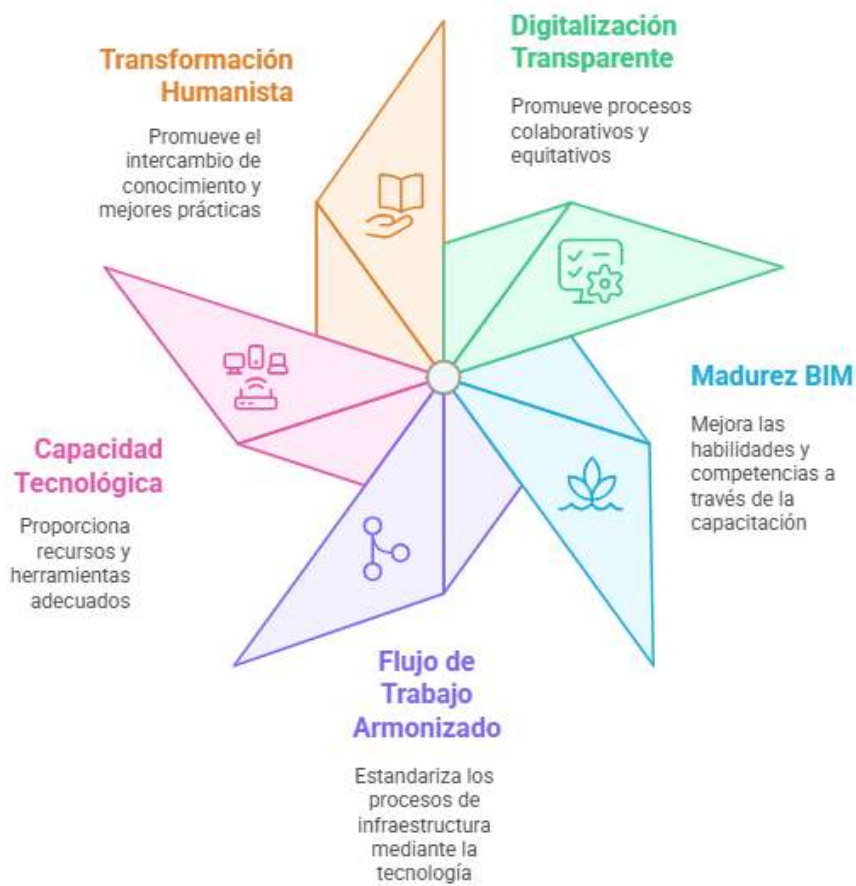
7.3. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

La estrategia BIM establece cinco objetivos estratégicos principales:

- **Promover una digitalización transparente, justa y participativa:** Crear un proceso de implementación del BIM que sea colaborativo, transparente y que garantice la participación equitativa de todos los actores involucrados. Se busca asegurar que la digitalización de los procesos de construcción y gestión sea justa y accesible, promoviendo la responsabilidad compartida y fomentando el compromiso tanto del sector público como privado, así como de la comunidad académica
- **Incrementar el nivel de madurez BIM:** Mejorar el nivel de madurez y competencia de los empleados, así como de los actores del sector privado y otras administraciones públicas. Esto se logra mediante programas de capacitación especializados, desarrollo de proyectos piloto y creación de un sistema de transferencia de conocimientos que permita la adopción gradual del BIM
- **Armonizar y agilizar los flujos de trabajo:** Estandarizar y digitalizar los procesos de diseño, construcción y gestión de infraestructuras mediante tecnología y norma. Esto incluye el establecimiento de un entorno de trabajo unificado basado en la UNE ISO 19650, el intercambio de información gráfica mediante modelos de datos IFC, la gestión de incidencias mediante BCF, y un entorno común de datos (CDE) accesible para todos
- **Fortalecer la capacidad tecnológica del sector:** Dotar al sector público y privado de los recursos tecnológicos adecuados para avanzar en la adopción del BIM. Esto incluye la adecuación de la infraestructura y la adquisición de las herramientas necesarias para que el personal técnico pueda desempeñar su labor de manera eficiente, fomentando también la inversión en innovación tecnológica
- **Sensibilizar al sector y divulgar conocimiento:** Sensibilizar a todos los actores involucrados sobre el valor y beneficios del BIM. Esto incluye la creación de redes de conocimiento y el desarrollo de iniciativas

de comunicación para promover el intercambio de experiencias, buenas prácticas y aprendizajes acumulados¹

Objetivos Estratégicos BIM de la AOPJA



Expediente	TAA-4102/OAT0	120 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

8. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE LA AOPJA

8.1. INTRODUCCIÓN. ESTRATEGIA TRANSVERSAL

La Estrategia BIM de la AOPJA está diseñada para impulsar y consolidar la transformación digital en la gestión de infraestructuras públicas, asegurando que la metodología BIM y los Gemelos Digitales sean herramientas clave en la toma de decisiones, la optimización de procesos y la mejora continua.

Para ello, se han definido los siguientes objetivos estratégicos, alineados con las mejores prácticas internacionales y con el Plan BIM de España:

- **Acelerar el proceso de implantación BIM**, consolidando y optimizando la transición iniciada en 2016, con el fin de estructurar una estrategia digital más avanzada y efectiva.
- Elevar el nivel de madurez BIM, activando herramientas de supervisión automatizada, que permitan mejorar la eficiencia operativa y la trazabilidad en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras.
- Adoptar la metodología BIM de forma **progresiva y con un enfoque humanista**, garantizando una integración que priorice la capacitación del equipo técnico y la adaptación del sector a los nuevos procesos digitales.
- Obtener la **certificación en la ISO 19650**, asegurando que la gestión de la información en proyectos BIM cumpla con estándares internacionales y refuerce la calidad, interoperabilidad y trazabilidad de los datos.
- **Maximizar las capacidades técnicas** del equipo de la AOPJA, garantizando que puedan abordar con solvencia cualquier fase del ciclo de vida de las infraestructuras, desde la planificación y ejecución hasta la operación y mantenimiento.
- **Potenciar el valor de los modelos BIM**, optimizando su uso para mejorar la eficiencia en la operación y explotación de infraestructuras, garantizando un mantenimiento más preciso y reduciendo costes operativos.
- Desarrollar un stack tecnológico propio, basado en una **plataforma SaaS del Gemelo Digital BIM**, que permita centralizar la gestión de datos y mejorar la capacidad de análisis y simulación de infraestructuras.
- **Integrar la Inteligencia Artificial (IA)** en la monitorización de datos sensorizados, incrementando la capacidad predictiva y permitiendo una gestión más eficiente de los activos a partir de modelos avanzados de mantenimiento preventivo y optimización operativa.
- **Explotar el Gemelo Digital en la operativa rutinaria**, integrando su uso en la gestión diaria de infraestructuras y permitiendo la explotación de bases de datos tratadas con IA para la toma de decisiones en tiempo real.

Expediente	TAA-4102/OAT0	121 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- **Elevar el nivel de madurez BIM** hasta el nivel integrado, según la clasificación del CBIM, asegurando que la AOPJA alcance un grado de desarrollo digital avanzado, con procesos totalmente interconectados y optimizados.

Estos objetivos marcan la hoja de ruta de la AOPJA en su apuesta por la digitalización y la innovación, consolidando BIM y Gemelos Digitales como ejes fundamentales en la gestión moderna de infraestructuras públicas en Andalucía.

8.2. EJES CLAVE DE LA ESTRATEGIA BIM DE LA AOPJA:

8.2.1. GOBERNANZA

La **gobernanza** es el eje fundamental que permite la **coordinación estratégica, la estructuración normativa y la integración efectiva de BIM en la AOPJA**, asegurando una implementación progresiva y alineada con los objetivos institucionales. La consolidación de un **marco de gobernanza sólido** es esencial para garantizar la **cooperación transversal** entre todos los actores involucrados en la digitalización de las infraestructuras públicas, incluyendo **administraciones, contratistas, proveedores tecnológicos y otros agentes del sector**.

Este enfoque requiere la **definición de procesos claros**, la asignación de **responsabilidades específicas** y el establecimiento de **mecanismos de supervisión y control** que aseguren la coherencia y continuidad en la adopción de BIM. Para ello, la gobernanza de la AOPJA en materia de BIM se apoyará en **tres pilares clave**:

- **Participación activa y alineación estratégica:** Se fomentará la **colaboración estructurada** entre la administración pública, el sector privado y los organismos de regulación, permitiendo la alineación de intereses y la generación de sinergias que faciliten la implementación de BIM en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras.
- **Dotación de recursos y capacidades:** La AOPJA impulsará la provisión de **herramientas, plataformas tecnológicas y programas de capacitación** que permitan a los equipos técnicos internos y externos adaptarse a los nuevos flujos de trabajo digitales, garantizando la **eficiencia operativa y la adopción progresiva** de la metodología.
- **Supervisión y estandarización:** Se establecerán **protocolos normativos, directrices técnicas y modelos de control** que permitan evaluar el grado de implantación de BIM en los proyectos, asegurando su cumplimiento con los estándares internacionales como la **ISO 19650** y alineándolo con los objetivos del **Plan BIM de España** y otras iniciativas de transformación digital en la administración pública

El Comité de Seguimiento BIM, integrado dentro del Comité de Calidad de la AOPJA, desempeñará un papel fundamental en la monitorización del proceso de implementación, asegurando que la adopción de BIM y el

Expediente	TAA-4102/OAT0	122 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

desarrollo del Gemelo Digital BIM se realicen de manera estructurada y en consonancia con las mejores prácticas internacionales.

8.2.2. PERSONAS

El **desarrollo del capital humano** es un pilar esencial dentro de la **Estrategia BIM de la AOPJA**, ya que la transformación digital solo será efectiva si va acompañada de una **capacitación progresiva, especializada y adaptada a las necesidades del equipo técnico y de gestión**. La digitalización no debe verse como un reemplazo de las **habilidades y conocimientos tradicionales**, sino como una **herramienta de empoderamiento** que permite mejorar la eficiencia, optimizar los procesos y aumentar la capacidad de análisis y toma de decisiones en la gestión de infraestructuras.

La AOPJA adopta un **enfoque humanista** en la implantación de BIM, asegurando que la evolución tecnológica esté alineada con el desarrollo de competencias dentro de la organización. Para ello, se impulsarán **programas de formación continua y especializada**, adaptados a los diferentes perfiles profesionales involucrados en los proyectos de infraestructura. Este proceso incluirá:

- **Capacitación técnica y operativa:** Desarrollo de **planes de formación específicos** para cada rol dentro de la AOPJA, garantizando que tanto los equipos de planificación, diseño, supervisión y mantenimiento cuenten con el conocimiento necesario para aplicar BIM de manera efectiva.
- **Uso de tecnologías avanzadas:** Integración de herramientas como **plataformas de simulación, realidad aumentada (AR), realidad virtual (VR) e inteligencia artificial (IA)** para la capacitación del personal en entornos digitales innovadores.
- **Fomento de la colaboración interdisciplinar:** Creación de espacios de **aprendizaje y experimentación** donde equipos de diferentes áreas puedan trabajar conjuntamente en proyectos piloto, promoviendo una integración orgánica de la metodología BIM en la cultura organizativa.
- **Evaluación del nivel de madurez BIM:** Implementación de **sistemas de certificación y evaluación de competencias**, alineados con los estándares internacionales y con el objetivo de elevar el nivel de

Expediente	TAA-4102/OAT0	123 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

madurez BIM de la AOPJA hasta el nivel "Integrado", conforme a la clasificación del CBIM (Comité de Seguimiento BIM de España).

La AOPJA no solo se centrará en la formación interna, sino que también fomentará la **capacitación y desarrollo de habilidades en el ecosistema colaborativo**, promoviendo la transferencia de conocimiento y el fortalecimiento de la cultura digital en el sector de la construcción y la infraestructura pública en Andalucía.

8.2.3. PROCESOS

La **digitalización de los procesos** dentro de la **Estrategia BIM de la AOPJA** es un elemento clave para lograr una transformación estructurada y eficiente en la gestión de infraestructuras públicas. Esta digitalización se articula en **dos grandes ámbitos de actuación**:

1. **Integración de BIM en la contratación pública**, en línea con las directrices establecidas en el **Plan BIM de la CIBIM**, garantizando que BIM se convierta en un requisito progresivo en los **pliegos de licitación** y que su adopción tenga un impacto real en la adjudicación y ejecución de los contratos públicos.
2. **Estandarización y automatización de procedimientos**, promoviendo un enfoque basado en la **uniformidad, replicabilidad y eficiencia operativa** en la ejecución de proyectos y en la gestión diaria de infraestructuras.

La incorporación de BIM en la contratación pública se realizará de manera gradual, asegurando que todos los proyectos impulsados por la AOPJA **integren progresivamente modelos de información estructurados**, fomentando el uso de estándares abiertos e interoperables y elevando el nivel de exigencia en cuanto a la calidad de los modelos BIM en las fases de diseño, construcción y operación. Este enfoque permitirá **agilizar la supervisión de los proyectos, mejorar la transparencia en la adjudicación de contratos y garantizar un mayor control sobre los costes y plazos de ejecución**.

Por otro lado, la digitalización y estandarización de procesos implicará la **creación de protocolos, directrices técnicas y herramientas digitales** que permitan optimizar la gestión de activos y asegurar que las tareas diarias se realicen con **criterios homogéneos y replicables**. La AOPJA establecerá un **marco normativo BIM** basado en documentos como los **EIR (Anexos de exigencia BIM en pliegos)**, los **PEB (Planes de Ejecución BIM)** y estándares como la **ISO 19650**, asegurando que la gestión de la información sea estructurada, eficiente y alineada con las mejores prácticas internacionales.

Además, la digitalización de los procesos permitirá **fortalecer la colaboración con subcontratistas y agentes externos**, facilitando la trazabilidad de la información y mejorando el control sobre la ejecución de los proyectos. El uso de **entornos comunes de datos (CDE), plataformas SaaS y herramientas avanzadas de análisis y**

supervisión permitirá mejorar la interoperabilidad entre todos los actores involucrados y garantizar que la gestión de la infraestructura pública sea más **precisa, transparente y orientada a la mejora continua**.

En definitiva, la digitalización de procesos en la AOPJA busca no solo mejorar la eficiencia operativa y la trazabilidad de los proyectos, sino también **transformar la cultura organizativa**, asegurando que la metodología BIM y los Gemelos Digitales se conviertan en el **nuevo estándar para la gestión de infraestructuras en Andalucía**.

8.2.4. TECNOLOGÍA

La implementación de soluciones tecnológicas avanzadas constituye un pilar estratégico en la **Estrategia BIM de la AOPJA**, garantizando la transformación digital de la gestión de infraestructuras públicas mediante la optimización de procesos, la automatización de tareas y la mejora de la eficiencia operativa en cada fase del ciclo de vida de los activos. La adopción de tecnologías emergentes en el ecosistema BIM no solo permitirá **mejorar la supervisión y control de los proyectos**, sino que también impulsará la capacidad de **gestión y explotación de infraestructuras**, asegurando un enfoque basado en datos, modelado inteligente e interoperabilidad con otros sistemas.

En este contexto, la AOPJA se orienta hacia el desarrollo de un **Entorno Común de Datos (CDE) propio**, concebido como el núcleo central de gestión del **Gemelo Digital BIM**. Este CDE, a diferencia de soluciones comerciales convencionales, se desarrollará para **integrar BIM, GIS e IoT**, proporcionando una plataforma unificada en la que se estructuren los modelos de información de infraestructuras, se visualicen datos espaciales de los activos en el territorio y se monitoricen en tiempo real mediante sensores inteligentes. La combinación de estas tecnologías permitirá **crear modelos digitales más precisos, con capacidad predictiva y con una visión holística de la infraestructura en su contexto operativo y territorial**.

Para lograr estos objetivos, la AOPJA combinará el uso de herramientas tecnológicas ya existentes con el desarrollo de nuevas soluciones adaptadas a sus necesidades, entre ellas:

- **Entorno Común de Datos (CDE) propio:** Plataforma diseñada en el marco del **Gemelo Digital BIM**, que permitirá gestionar de manera estructurada la información de las infraestructuras, asegurando la interoperabilidad entre **modelos BIM, datos geoespaciales GIS y sensores IoT**, posibilitando el análisis integral de las infraestructuras en su entorno real.
- **Herramienta de auditoría 3D:** Sistema avanzado para la verificación y control de modelos BIM, garantizando su conformidad con los requisitos técnicos y normativos establecidos en los pliegos de la AOPJA. Esta solución permitirá automatizar la revisión de modelos y detectar inconsistencias en el diseño.
- **Plataforma de control 4D:** Solución de supervisión de cronogramas y planificación de ejecución, permitiendo vincular los modelos BIM con la evolución temporal del proyecto y anticipar desviaciones en la obra, mejorando la gestión del tiempo y la coordinación de procesos constructivos.
- **Herramienta de control de presupuestos 5D:** Sistema que permitirá gestionar el **coste y la planificación financiera** de los proyectos, asegurando un control económico detallado y optimizando la gestión de

recursos mediante la integración de modelos BIM con bases de datos de costos y mediciones automatizadas.

- **Aplicación de cálculo de huella de carbono (BIM 6D):** Herramienta específica para la evaluación del **impacto ambiental de las infraestructuras**, permitiendo medir y optimizar la huella de carbono mediante simulaciones y análisis de ciclo de vida, facilitando la toma de decisiones en términos de sostenibilidad y eficiencia energética.
- **Automatización de procesos mediante Inteligencia Artificial (IA):** Desarrollo de **algoritmos de machine learning** para la detección temprana de fallos, optimización del mantenimiento predictivo y mejora en la gestión del ciclo de vida de los activos. La integración de IA con BIM y GIS permitirá generar modelos de comportamiento de la infraestructura y prever necesidades de intervención.
- **Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR):** Aplicación de entornos inmersivos para la **inspección digital de infraestructuras, formación del personal y supervisión remota de proyectos**, permitiendo recorridos virtuales sobre modelos BIM y escenarios de simulación interactivos.
- **Monitorización mediante IoT y sensores inteligentes:** Integración de dispositivos IoT para la recopilación de datos en tiempo real sobre **estado estructural, condiciones ambientales, tráfico y consumo energético** de las infraestructuras. La combinación de BIM con IoT permitirá la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo basadas en datos reales.
- **Sistemas de gestión de costes y planificación 5D:** Implementación de herramientas que permitan realizar un **seguimiento detallado de los recursos, optimizando el control económico y los plazos de ejecución** en los proyectos, asegurando una gestión más precisa y eficiente.
- **Integración de BIM y GIS para la gestión territorial:** Desarrollo de soluciones que permitan visualizar modelos BIM en entornos GIS, facilitando el análisis de infraestructuras en su contexto geográfico, mejorando la planificación y garantizando una **gestión integrada del territorio y los activos públicos**.

Además de mejorar la supervisión y el control de las infraestructuras públicas, la aplicación de estas tecnologías permitirá a la AOPJA avanzar en su objetivo de **elevar el nivel de madurez BIM hasta el nivel "Integrado"**, conforme a la clasificación del **CBIM**, consolidando un modelo de gestión digital en el que todas las decisiones y procesos se sustenten en datos estructurados y analítica avanzada.

8.2.5. COMUNICACIÓN

La comunicación es un eje estratégico transversal en la **Estrategia BIM de la AOPJA**, garantizando que los beneficios de la digitalización sean comprendidos, valorados y adoptados tanto a nivel interno como externo. La correcta difusión de los avances en la implementación de BIM no solo facilita la sensibilización de los agentes involucrados en la transformación digital, sino que también impulsa una cultura de **innovación, transparencia y mejora continua** en la administración pública y en el sector de la construcción.

Desde **2016**, la AOPJA ha venido desarrollando un **plan de comunicación continuo** que ha permitido documentar y divulgar las diversas iniciativas de implantación de BIM a través del **Blog BIM de la AOPJA**, un espacio

dedicado a compartir avances, casos de éxito y aprendizajes clave. Este esfuerzo ha servido para generar conocimiento dentro de la Agencia y fomentar el interés del sector en la adopción de tecnologías digitales aplicadas a la gestión de infraestructuras.

Para garantizar la consolidación de esta estrategia, el **Comité de Seguimiento BIM** tendrá la responsabilidad de coordinar y fortalecer la comunicación sobre los avances en la transformación digital de la AOPJA. Entre sus principales responsabilidades destacan:

- **Elaboración y actualización del Plan de Comunicación BIM**, alineado con la estrategia global de la AOPJA y asegurando la coherencia en la difusión de información a todos los niveles.
- **Supervisión de las acciones de divulgación interna y externa**, promoviendo la participación del personal de la Agencia en sesiones informativas, espacios colaborativos y actividades formativas.
- **Facilitación del intercambio de conocimientos con otras entidades públicas**, fomentando una estrategia de retroalimentación en la que la AOPJA no solo comparta sus avances, sino que también pueda aprender de experiencias similares en otras administraciones.
- **Coordinación con la Comisión Interministerial BIM**, asegurando que la AOPJA informe periódicamente sobre sus avances y contribuya al desarrollo de estrategias nacionales de digitalización en la obra pública.
- **Impulso de la comunicación con el sector privado y con el ecosistema BIM**, garantizando la difusión de buenas prácticas, lecciones aprendidas y recomendaciones técnicas que faciliten la integración del sector en la transformación digital.

Además, la AOPJA fomentará la **participación activa en foros especializados, congresos y redes de colaboración entre administraciones públicas**, asegurando que sus avances en BIM y Gemelo Digital sean reconocidos y sirvan como referencia para otras entidades. Este esfuerzo no solo fortalecerá el posicionamiento de la AOPJA como un referente en digitalización, sino que también facilitará la **creación de sinergias con organismos nacionales e internacionales**, promoviendo una visión compartida sobre la evolución del BIM en la gestión de infraestructuras públicas.

8.2.6. TRANSFORMACIÓN DIGITAL HUMANISTA Y COLABORACIÓN

La estrategia de la AOPJA para la transformación digital, con la metodología BIM como eje central, no se limita únicamente a la modernización de los procesos internos, sino que busca liderar la transformación digital del sector de infraestructuras en Andalucía, estableciendo un modelo de referencia para la gestión eficiente, sostenible e innovadora de los activos públicos. Esta iniciativa no solo introduce nuevas herramientas tecnológicas, sino que impulsa un cambio estructural en la forma de diseñar, construir, operar y mantener infraestructuras, promoviendo una cultura de innovación, colaboración y eficiencia en línea con las mejores prácticas internacionales en la gestión de infraestructuras públicas.

Expediente	TAA-4102/OAT0	127 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

Para garantizar el éxito de esta transformación, es clave la participación de todos los actores implicados en la cadena de valor de los proyectos, desde las administraciones públicas hasta las empresas del sector, ingenierías, constructoras, proveedores tecnológicos y la sociedad en general. La integración de BIM en la AOPJA no es solo una cuestión tecnológica, sino un cambio de paradigma en la forma de gestionar el conocimiento, la información y la operativa de los proyectos. A través de estándares abiertos, procesos colaborativos y una digitalización progresiva, se busca maximizar la transparencia, la trazabilidad y la eficiencia en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras.

Sin embargo, el elemento más importante en esta transformación digital y la implantación de BIM son las personas. La estrategia de la AOPJA reconoce que la digitalización no debe ser un fin en sí mismo, sino un medio para mejorar la forma en que los equipos trabajan, colaboran y generan valor en sus proyectos. En este sentido, el éxito de BIM no depende únicamente de la tecnología, sino de la capacidad de las personas para adaptarse, aprender nuevas metodologías y trabajar de forma integrada. Por ello, la AOPJA apuesta por un enfoque humanista de la transformación digital, donde la formación, la capacitación y el acompañamiento sean elementos esenciales para facilitar la adopción de estas nuevas metodologías.

Además, la implantación de BIM en la AOPJA se estructura bajo un modelo progresivo e integrador, donde las herramientas digitales y los estándares de trabajo evolucionan de manera gradual, permitiendo a todos los actores involucrados adaptarse sin generar barreras de entrada. Este proceso de transición busca democratizar el acceso a la tecnología y asegurar que tanto grandes empresas como pymes y profesionales del sector puedan participar en igualdad de condiciones en la transformación digital del sector.

En definitiva, la estrategia de transformación digital de la AOPJA no solo persigue modernizar la gestión de infraestructuras públicas, sino que también aspira a generar un impacto positivo en el ecosistema del sector, alineando la innovación tecnológica con el desarrollo humano y profesional de todos los agentes implicados. La combinación de herramientas digitales, metodologías colaborativas y un enfoque centrado en las personas garantizará que esta transición sea eficiente, inclusiva y sostenible en el tiempo.

8.3. LINEAS ESTRATÉGICAS

8.3.1. LE001 - GOBERNANZA (MARCO NORMATIVO Y PROCESOS DE DECISIÓN)

La línea estratégica de **gobernanza** dentro de la Estrategia BIM de la AOPJA establece los principios y mecanismos necesarios para asegurar la **implementación estructurada, transparente y eficiente del BIM y el Gemelo Digital BIM** en la gestión de infraestructuras públicas.

La consolidación de un marco normativo y organizativo robusto permitirá alinear la transformación digital con los objetivos institucionales de la AOPJA, garantizando su continuidad y sostenibilidad a largo plazo.

Para ello, se establecen las siguientes **acciones clave**:

- **Consolidación del Comité de Seguimiento BIM dentro del Comité de Calidad de la AOPJA:**
 - Definir su estructura y funciones, asegurando su papel en la supervisión de la estrategia BIM.
 - Garantizar que este comité monitoree la implementación BIM en todas sus fases, con especial énfasis en la **operación y explotación de infraestructuras como el Metro de Granada y Trambahía de Cádiz**.
 - Establecer un **sistema de indicadores clave de desempeño (KPIs)** que permitan evaluar la adopción y evolución del BIM y el Gemelo Digital BIM en la AOPJA.
- **Estandarización de procedimientos y normativa:**
 - Implementar **protocolos y directrices técnicas** alineados con la **ISO 19650**, garantizando la correcta gestión de la información en todo el ciclo de vida de las infraestructuras.
 - Formalizar documentos clave como los **EIR (Requerimientos BIM en licitaciones)**, **PEB (Planes de Ejecución BIM)** y procesos de auditoría BIM.
- **Integración con marcos regulatorios nacionales e internacionales:**
 - Asegurar la alineación con el **Plan Nacional BIM 2030**, el **PITMA 2030** y otras estrategias de digitalización del sector público.
 - Mantener una comunicación constante con la **Comisión Interministerial BIM**, reportando avances y coordinando estrategias comunes para la implementación BIM en el ámbito público.
- **Uso de la contratación pública como impulsor de la transformación digital:**
 - Introducir **exigencias BIM progresivas en los pliegos de licitación**, impulsando la madurez digital del sector.
 - Utilizar criterios BIM en la adjudicación de contratos, asegurando que los proyectos contratados cumplan con estándares de modelado, interoperabilidad y calidad de la información.

Expediente	TAA-4102/OAT0	129 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- **Definición de una hoja de ruta clara con mecanismos de seguimiento:**
 - Desarrollar un **plan de implementación BIM con objetivos, plazos y responsables** en cada fase del proceso.
 - Establecer una metodología de **evaluación continua basada en indicadores SMART** para medir el progreso y realizar ajustes estratégicos cuando sea necesario.
- **Supervisión y auditoría de la implantación BIM:**
 - Desarrollar herramientas digitales para el **control y auditoría** de la aplicación de BIM en los proyectos de la AOPJA.
 - Implementar **evaluaciones periódicas del grado de cumplimiento BIM en obras y proyectos**, asegurando la correcta aplicación de los estándares definidos.
- **Fomento de la colaboración y el intercambio de conocimientos:**
 - **Establecer sinergias con otras administraciones públicas** para compartir experiencias y buenas prácticas en la digitalización de infraestructuras.
 - Participar en foros y grupos de trabajo especializados en BIM, asegurando que la AOPJA se mantenga a la vanguardia de la transformación digital en la obra pública.

8.3.2. LE002 - PERSONAS (CAPACITACIÓN, COMPETENCIAS Y CULTURA DIGITAL)

La transformación digital en la AOPJA no solo requiere herramientas tecnológicas avanzadas, sino también un **capital humano capacitado y alineado con las nuevas metodologías digitales**. La **formación y el desarrollo de competencias** son aspectos esenciales para garantizar una implementación exitosa del BIM y del Gemelo Digital BIM en la Agencia, permitiendo una transición eficiente hacia una gestión basada en modelos digitales y datos estructurados.

Esta línea estratégica tiene como objetivo **incrementar el nivel de madurez BIM** de la AOPJA mediante un **programa integral de formación y capacitación continua**, que abarque tanto a los equipos internos como al ecosistema colaborativo de la administración pública y el sector privado.

Para ello, se establecen las siguientes **acciones clave**:

- **Elevación del nivel de madurez BIM del personal:**
 - Implementar un **plan de formación progresivo**, adaptado a los diferentes niveles de experiencia y roles dentro de la organización.
 - Asegurar que la capacitación no solo cubra **habilidades técnicas en modelado BIM**, sino también **habilidades de gestión de proyectos, interoperabilidad de datos, y toma de decisiones basada en modelos digitales**.

- Evaluar periódicamente la madurez BIM del personal mediante certificaciones y herramientas de medición de competencias.
- **Capacitación específica por roles y funciones:**
 - Ofrecer **programas de formación personalizados** para cada perfil profesional dentro de la AOPJA, diferenciando entre planificación, ejecución, supervisión y mantenimiento de infraestructuras.
 - Mantener un **sistema de actualización constante**, incorporando los últimos avances tecnológicos y metodológicos en los programas formativos.
 - Integrar herramientas avanzadas en la formación, como **simulaciones en entornos BIM, realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR)**, para mejorar la comprensión y aplicación práctica del conocimiento.
- **Transferencia de conocimiento y aprendizaje colaborativo:**
 - Fomentar redes internas de conocimiento mediante **seminarios, talleres y comunidades de práctica**, asegurando un aprendizaje compartido dentro de la organización.
 - Potenciar la documentación y divulgación de buenas prácticas en el **Blog BIM de la AOPJA**, promoviendo el acceso libre a casos de éxito y metodologías probadas.
 - Impulsar programas de **mentorización interna**, donde profesionales con mayor experiencia en BIM puedan guiar a los equipos en su proceso de adaptación.
- **Participación en proyectos piloto con enfoque formativo:**
 - Involucrar al personal en **proyectos piloto** donde puedan aplicar de forma práctica sus conocimientos en un entorno controlado.
 - Desarrollar una **estructura de tutorización** para acompañar la transición de los equipos a metodologías digitales avanzadas.
 - Utilizar el **Gemelo Digital BIM del Metro de Granada y Trambahía de Cádiz** como un entorno de aprendizaje real, donde los equipos puedan adquirir experiencia en la explotación de infraestructuras con datos en tiempo real.
- **Maduración digital del sector privado y entorno colaborativo:**
 - Extender la capacitación al **ecosistema de proveedores, contratistas y consultores**, asegurando que los estándares BIM sean comprendidos y aplicados en toda la cadena de valor.
 - Exigir certificaciones BIM en licitaciones, fomentando la profesionalización del sector y garantizando que las empresas colaboradoras estén preparadas para trabajar con los requerimientos de la AOPJA.
 - Promover acuerdos con **colegios profesionales y asociaciones sectoriales** para facilitar la actualización de conocimientos en el sector.

Expediente	TAA-4102/OAT0	131 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- **Integración del BIM en la educación reglada y colaboración con instituciones académicas:**
 - Establecer **alianzas estratégicas con universidades, centros de formación profesional y escuelas técnicas** para incluir BIM en los planes de estudio.
 - Desarrollar programas de formación en colaboración con instituciones académicas que permitan la **especialización en BIM para infraestructuras públicas**.
 - Potenciar la realización de **prácticas y proyectos de investigación** en colaboración con la AOPJA, asegurando la vinculación entre el sector educativo y las necesidades reales de la administración pública.

8.3.3. LE003 - PROCESOS (ESTANDARIZACIÓN, INTEROPERABILIDAD Y AUTOMATIZACIÓN)

La transformación digital de la AOPJA no solo requiere herramientas tecnológicas avanzadas y personal capacitado, sino también **procesos optimizados, estandarizados y automatizados** que permitan una integración eficaz del BIM y el Gemelo Digital BIM en todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras públicas. Esta línea estratégica busca asegurar la **coherencia, trazabilidad y eficiencia** en la gestión de datos y modelos digitales, garantizando su interoperabilidad con otros sistemas y plataformas tecnológicas.

El objetivo es establecer un **marco normativo y operativo unificado**, que permita a la AOPJA avanzar hacia un modelo de **gestión digital estructurado y replicable**, asegurando que las metodologías y procesos sean homogéneos en todos los proyectos. Para ello, se establecen las siguientes **acciones clave**:

- **Estandarización del entorno de trabajo y protocolos BIM:**
 - Crear un BIM Manual V1 de la AOPA que permita:
 - Definir procedimientos **claros, documentados y replicables** para asegurar la uniformidad en la aplicación de BIM en todos los proyectos de la AOPJA.
 - Implementar **protocolos de modelado BIM y buenas prácticas a las empresas que se presentan a las diferentes licitaciones de la AOPJA**, incluyendo guías para la estructuración de datos, nomenclatura estandarizada, requisitos de modelado y criterios de interoperabilidad.
 - Evolucionar los **documentos normativos** como los **EIR (Anexos BIM a pliegos)** y **PEB (Plan de Ejecución BIM)**, así como los **checklists de auditoría BIM** asegurando que todas las partes implicadas trabajen bajo un mismo marco de referencia.
 - Establecer un **método estructurado de validación de modelos**, garantizando la calidad de los entregables BIM antes de su uso en fases de operación y mantenimiento.
- **Tipificación y automatización de flujos de trabajo:**
 - Implementar **procesos estándar y metodologías automatizadas** para la gestión de la información en BIM, desde el diseño hasta la explotación de infraestructuras.
 - Asegurar que los flujos de trabajo sean **predecibles y optimizados**, reduciendo errores y agilizando la ejecución de los proyectos.

Expediente	TAA-4102/OAT0	132 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- Aplicar metodologías de **gestión del cambio**, facilitando la adaptación de los equipos técnicos a los nuevos procedimientos digitales.
- **Entorno Común de Datos (CDE) y gestión centralizada de la información:**
 - Desplegar un **CDE propio**, enmarcado en la estrategia del Gemelo Digital BIM, que garantice la gestión eficiente y segura de la información.
 - Integrar plataformas como **Trimble Connect** y otras soluciones específicas desarrolladas en la AOPJA, permitiendo la consolidación de datos BIM, GIS e IoT en un mismo ecosistema digital.
 - Asegurar la trazabilidad de la información mediante **versionado automático de archivos, control de accesos y auditoría de modificaciones**, garantizando la transparencia en la gestión documental.
 - Impulsar la implantación de la **ISO 19650** como marco normativo para la organización, estructuración y almacenamiento de datos en el CDE.
- **Neutralidad tecnológica e interoperabilidad:**
 - Fomentar el uso de **estándares abiertos e interoperables**, asegurando que los modelos BIM puedan integrarse con diversas plataformas y herramientas sin dependencia de software propietario.
 - Asegurar la **compatibilidad entre los sistemas BIM, GIS e IoT**, favoreciendo la conexión entre modelos de infraestructura, datos espaciales y sensores inteligentes.
 - Desarrollar una arquitectura digital modular que permita la **integración progresiva de nuevas tecnologías**, sin comprometer la operatividad de los sistemas existentes.
- **Digitalización y automatización de procesos de supervisión, control y mantenimiento:**
 - Implementar herramientas de **automatización para la revisión de modelos BIM**, asegurando la detección temprana de inconsistencias y errores de modelado.
 - Desplegar sistemas de **auditoría 3D**, que permitan validar los modelos con respecto a los requisitos establecidos en los pliegos y contratos de la AOPJA.
 - Incorporar **inteligencia artificial y machine learning** en la supervisión de infraestructuras, optimizando la toma de decisiones mediante análisis predictivo basado en datos históricos y en tiempo real.
- **BIM en licitaciones públicas y regulación contractual:**
 - Incluir requisitos BIM en las **licitaciones públicas**, asegurando la estandarización en la contratación de proyectos de infraestructura.
 - Desarrollar **manuales y guías para licitadores**, facilitando la adaptación del sector a las exigencias BIM de la AOPJA.
 - Aplicar un **sistema de evaluación de cumplimiento BIM en contratos**, asegurando que los adjudicatarios cumplan con los estándares definidos.

Expediente	TAA-4102/OAT0	133 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- Establecer un **mecanismo de control y supervisión contractual**, en el que el Comité de Seguimiento BIM valide el cumplimiento de los requerimientos establecidos.
- **Herramientas de apoyo y asistencia técnica en la implementación BIM:**
 - Proporcionar a los equipos técnicos un **marco documental detallado y herramientas específicas** para facilitar la aplicación de BIM en los proyectos.
 - Desplegar **herramientas de control 4D y 5D**, integrando la planificación y el control presupuestario con los modelos BIM.
 - Implementar una **calculadora de huella de carbono (BIM 6D)**, permitiendo evaluar el impacto ambiental de las infraestructuras en fase de diseño y operación.
- **Optimización del control de calidad mediante auditoría digital:**
 - Estandarizar los **procesos de revisión y auditoría de modelos BIM**, asegurando que los entregables cumplan con los estándares de calidad de la AOPJA.
 - Aplicar **sistemas de validación automática** para verificar la estructura de los modelos, la coherencia de la información y el cumplimiento de los criterios establecidos en los EIR y PEB.
 - Desplegar plataformas de **supervisión en tiempo real**, que permitan detectar desviaciones en la ejecución de los proyectos y garantizar el cumplimiento de los plazos y presupuestos.

8.3.4. LE004 - TECNOLOGÍA (INFRAESTRUCTURA DIGITAL Y HERRAMIENTAS BIM)

La implementación de **infraestructura digital y herramientas BIM** es un pilar esencial en la Estrategia BIM de la AOPJA, ya que permite la digitalización integral de las infraestructuras públicas, optimizando procesos y garantizando una gestión eficiente basada en datos. Esta línea estratégica busca fortalecer la **capacidad tecnológica** tanto de la AOPJA como del sector en su conjunto, asegurando que todos los actores implicados cuenten con los recursos necesarios para trabajar de manera eficiente en un **ecosistema BIM interoperable y automatizado**. Para lograrlo, la AOPJA prioriza el desarrollo de una **infraestructura tecnológica robusta y escalable**, la integración de herramientas digitales avanzadas y la actualización de los sistemas de trabajo mediante la adopción de tecnologías emergentes. En este marco, se establecen las siguientes **acciones estratégicas**:

- **Adecuación y fortalecimiento de los recursos tecnológicos:**
 - Dotar a la AOPJA de una infraestructura digital avanzada, garantizando la **capacidad computacional y de almacenamiento necesaria** para la gestión de modelos BIM y Gemelos Digitales.
 - Implementar un **stack tecnológico propio**, basado en la Plataforma SaaS del Gemelo Digital BIM, asegurando la integración de modelos de información, bases de datos, simulaciones y análisis predictivo en una única plataforma.
 - Asegurar la **escalabilidad y sostenibilidad** de la infraestructura digital, permitiendo la incorporación progresiva de nuevas herramientas y tecnologías sin afectar el rendimiento de los sistemas existentes.

Expediente	TAA-4102/OAT0	134 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- **Infraestructura tecnológica para la gestión BIM:**
 - Desplegar un **Entorno Común de Datos (CDE) propio**, alineado con la estrategia del Gemelo Digital BIM, garantizando la trazabilidad, seguridad y actualización en tiempo real de la información.
 - Integrar herramientas de **supervisión, control y auditoría digital**, incluyendo sistemas para la validación de modelos, análisis de datos operacionales y simulaciones avanzadas.
 - Implementar una arquitectura digital que permita la **convergencia de BIM, GIS e IoT**, asegurando la interoperabilidad entre modelos de diseño, datos espaciales y sensores inteligentes.
 - Optimizar la gestión documental y la trazabilidad de los proyectos mediante la integración de **sistemas de almacenamiento en la nube y soluciones de modelado colaborativo en tiempo real**.

- **Equipamiento y herramientas para el personal técnico:**
 - Proveer al personal de la AOPJA con **hardware y software especializados**, asegurando que puedan gestionar, visualizar y supervisar modelos BIM de manera eficiente.
 - Dotar a los equipos técnicos de herramientas avanzadas como **visores BIM, estaciones de trabajo de alto rendimiento, plataformas de revisión de modelos y software de análisis multidimensional (4D, 5D y 6D)**.
 - Incorporar **dispositivos de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR)** para facilitar la inspección digital de infraestructuras, formación del personal y supervisión remota de proyectos.
 - Garantizar la actualización periódica de licencias y versiones de software, asegurando la compatibilidad con los estándares y normativas internacionales en gestión BIM.

- **Desarrollo de herramientas digitales especializadas:**
 - Implementar una **herramienta de auditoría 3D** para la verificación y control de modelos BIM, asegurando su conformidad con los estándares técnicos definidos en la AOPJA.
 - Desplegar una **plataforma de control 4D**, que vincule los modelos BIM con cronogramas de ejecución, permitiendo una supervisión en tiempo real de la planificación y el avance de las obras.
 - Desarrollar una **herramienta de control de presupuestos 5D**, que permita la integración de modelos BIM con datos económicos y financieros, optimizando la planificación de recursos y la gestión de costes.
 - Crear una **calculadora de huella de carbono (BIM 6D)**, que permita evaluar el impacto ambiental de las infraestructuras, facilitando la toma de decisiones en términos de sostenibilidad y eficiencia energética.
 - Implementar sistemas de **automatización mediante inteligencia artificial (IA)**, optimizando la detección de errores en modelos BIM, la predicción de fallos estructurales y la optimización del mantenimiento de infraestructuras.

- **Actualización tecnológica del sector y colaboración con agentes privados:**
 - Promover la adopción de nuevas tecnologías en el sector privado, asegurando que contratistas, proveedores y colaboradores de la AOPJA cuenten con la capacitación y recursos necesarios para trabajar en un entorno BIM.
 - Desarrollar **convenios de colaboración con el sector privado**, impulsando la digitalización de empresas mediante la participación en proyectos piloto y el acceso a plataformas digitales compartidas.
 - Fomentar la inversión en tecnología a través de **iniciativas de apoyo, incentivos y financiación**, facilitando la actualización tecnológica del sector y asegurando su alineación con las exigencias de la AOPJA.
 - Participar activamente en **redes de innovación y foros tecnológicos**, promoviendo el intercambio de conocimiento sobre herramientas digitales y tendencias emergentes en el ámbito de la construcción digital.

- **Convergencia con normativas y estándares internacionales:**
 - Garantizar que la infraestructura digital y las herramientas tecnológicas de la AOPJA cumplan con los requisitos de la **ISO 19650**, asegurando un marco de trabajo alineado con las mejores prácticas en gestión BIM.
 - Promover la integración de la tecnología en la **certificación de calidad ISO 9001 y la certificación ambiental ISO 14001**, asegurando que la digitalización de procesos contribuya a la mejora continua y a la sostenibilidad de las infraestructuras públicas.
 - Establecer **criterios de interoperabilidad basados en estándares abiertos**, asegurando la compatibilidad con otros sistemas y plataformas utilizados en la administración pública y el sector privado.

8.3.5. LE005 - COMUNICACIÓN (TRANSPARENCIA, DIFUSIÓN Y SENSIBILIZACIÓN SECTORIAL)

La comunicación es un eje transversal fundamental en la Estrategia BIM de la AOPJA, ya que permite sensibilizar a todos los actores involucrados en la transformación digital, asegurando que la adopción del BIM y el Gemelo Digital BIM se realice de manera informada y alineada con los objetivos estratégicos de la Agencia. La correcta difusión de los avances en la digitalización no solo fortalece la **cultura BIM** dentro de la organización, sino que también contribuye a la creación de un entorno sectorial más innovador, colaborativo y orientado a la eficiencia. Desde **2016**, la AOPJA ha desarrollado diversas iniciativas de comunicación y divulgación en torno a la digitalización y el BIM, consolidando espacios como el **Blog BIM de la AOPJA**, donde se han documentado hitos clave, aprendizajes y casos de éxito. La Agencia continuará reforzando esta estrategia con un **Plan de Comunicación BIM**, alineado con su estrategia global, asegurando que las acciones de sensibilización sean estructuradas, accesibles y dirigidas a todos los niveles del sector.

Para lograr estos objetivos, la AOPJA impulsará las siguientes acciones estratégicas:

- **Concienciación sobre el impacto del BIM y el Gemelo Digital:**

Expediente	TAA-4102/OAT0	136 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- Sensibilizar al personal técnico, responsables de proyectos, empresas colaboradoras y el sector en general sobre los **beneficios del BIM y los Gemelos Digitales en términos de eficiencia, trazabilidad y sostenibilidad**.
 - Reforzar la percepción del BIM como **una herramienta de valor estratégico para la modernización de la gestión de infraestructuras públicas** y no únicamente como un requisito contractual o técnico.
- **Difusión de la Estrategia BIM de la AOPJA:**
 - Realizar **campañas informativas**, sesiones formativas y materiales de divulgación adaptados a cada grupo de interés, asegurando que cada actor comprenda cómo el BIM transforma su ámbito de trabajo.
 - **Incorporar el BIM en la identidad corporativa de la AOPJA**, garantizando que los mensajes sobre digitalización sean consistentes en toda la comunicación interna y externa de la Agencia.
 - Publicar de forma periódica los avances de la **Estrategia BIM en el Blog BIM de la AOPJA**, generando contenido de referencia que impulse la adopción del BIM en el sector.
- **Sensibilización del sector y posicionamiento estratégico:**
 - Organizar **eventos, charlas y talleres especializados**, en los que se presenten mejores prácticas, aprendizajes y avances de la implementación BIM en la AOPJA.
 - Fomentar la **participación de expertos nacionales e internacionales** en estos encuentros, asegurando que las tendencias globales sean consideradas en la evolución de la estrategia digital de la AOPJA.
 - Impulsar una estrategia de **difusión en redes profesionales y medios especializados**, destacando el papel de la AOPJA como referente en transformación digital dentro del sector de infraestructuras públicas
- **Intercambio de experiencias y colaboración con otras administraciones:**
 - Crear plataformas y foros de colaboración entre administraciones públicas, donde se puedan compartir **casos de éxito, buenas prácticas y modelos de gobernanza en la implementación de BIM**.
 - Fortalecer la relación con organismos como la **Comisión Interministerial BIM**, asegurando una comunicación fluida sobre los avances en la digitalización de la AOPJA y su alineación con las iniciativas nacionales de transformación digital.
 - Explorar **alianzas estratégicas con otras entidades públicas**, promoviendo la retroalimentación y el aprendizaje compartido en materia de digitalización y gestión de infraestructuras.

Expediente	TAA-4102/OAT0	137 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- **Transferencia de conocimiento y gestión del aprendizaje BIM:**
 - Desarrollar un **sistema de gestión del conocimiento BIM**, asegurando que toda la experiencia acumulada en la digitalización de la AOPJA esté disponible para su consulta y aprendizaje por parte de los equipos internos y colaboradores externos.
 - Impulsar la **creación de documentación estructurada**, como guías de implementación, estudios de caso y manuales operativos, que faciliten la adopción progresiva de BIM en el sector.
 - Establecer un **programa de capacitación y difusión BIM**, en el que se fomente el uso de herramientas y metodologías digitales entre el personal de la AOPJA y los agentes externos que participan en sus proyectos.

- **Supervisión y evaluación del impacto del Plan de Comunicación BIM:**
 - El **Comité de Seguimiento BIM** será responsable de supervisar la ejecución del Plan de Comunicación BIM, asegurando que sus acciones sean eficaces y alineadas con los objetivos estratégicos de la Agencia.
 - Se establecerán **indicadores de impacto**, midiendo el nivel de conocimiento y adopción de BIM en los diferentes grupos de interés, así como la efectividad de las campañas de divulgación y sensibilización.
 - Se impulsará la creación de un **observatorio de tendencias en comunicación BIM**, asegurando que la AOPJA se mantenga actualizada en las mejores prácticas de divulgación y formación en transformación digital.

8.3.6. LE006 - TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y COLABORACIÓN (RELACIÓN PÚBLICO-PRIVADA E IMPACTO EN EL SECTOR)

La transformación digital del sector de infraestructuras requiere un enfoque integral en el que la administración pública y el sector privado trabajen de manera colaborativa. La AOPJA no solo busca modernizar sus procesos internos mediante BIM y Gemelos Digitales, sino también impulsar la adopción de estas tecnologías en todo el ecosistema del sector, fomentando la interoperabilidad, el uso de estándares abiertos y la integración de tecnologías emergentes.

El éxito de esta transformación depende de la participación activa de todas las partes interesadas, incluyendo empresas, centros de investigación, administraciones públicas y organismos reguladores. Para ello, la AOPJA promoverá un modelo de colaboración público-privada que facilite la creación de alianzas estratégicas, fomente

la innovación y garantice una implementación progresiva del BIM y los Gemelos Digitales en el ámbito de la gestión de infraestructuras.

Para lograr estos objetivos, la AOPJA impulsará las siguientes acciones estratégicas:

- **Participación activa en la evolución normativa y estratégica del BIM**
 - Contribuir al desarrollo de regulaciones, normativas y estrategias a nivel nacional e internacional, participando activamente en la **Comisión Interministerial BIM** y otros foros especializados en digitalización de infraestructuras.
 - Asegurar que la implementación del BIM y los Gemelos Digitales en la AOPJA esté alineada con los estándares más avanzados y en constante actualización con base en las mejores prácticas del sector.
 - Establecer un marco de gobernanza digital que permita la correcta integración de tecnologías emergentes en la planificación, diseño, construcción y operación de infraestructuras públicas.
- **Impulso de la colaboración público-privada para la adopción de BIM y Gemelos Digitales**
 - Fomentar la creación de proyectos público-privados que permitan una retroalimentación continua sobre la aplicación de BIM y Gemelos Digitales, asegurando la transferencia de conocimientos y la optimización de herramientas colaborativas.
 - Promover la participación de empresas tecnológicas, startups, universidades y centros de investigación en el desarrollo de soluciones digitales que mejoren la eficiencia y sostenibilidad de las infraestructuras públicas.
 - Facilitar el acceso del sector privado a los estándares y metodologías BIM de la AOPJA mediante la publicación de guías, manuales y documentación técnica que oriente la adopción de estos modelos.
- **Participación en proyectos europeos de digitalización de infraestructuras**
 - La AOPJA se sumará a iniciativas y programas europeos para la experimentación y puesta en marcha de **Gemelos Digitales en administraciones públicas**, garantizando su alineación con tendencias internacionales en transformación digital.
 - Se fomentará la colaboración con otras administraciones públicas europeas para compartir experiencias y desarrollar metodologías conjuntas en la aplicación de BIM y Gemelos Digitales en infraestructuras de transporte, edificación y servicios urbanos.
 - Se buscarán oportunidades de financiación europea para proyectos de digitalización avanzada, facilitando la implantación de herramientas innovadoras que optimicen la operación y mantenimiento de infraestructuras públicas.

- **Colaboración con Building Smart y otros organismos de estandarización**
 - La AOPJA establecerá una relación activa con **Building Smart International**, la principal organización en la estandarización de procesos BIM, para garantizar la alineación con las mejores prácticas globales en interoperabilidad y formatos abiertos.
 - Se participará en grupos de trabajo para compartir conocimientos y recibir retroalimentación sobre la evolución de estándares, asegurando que la digitalización de la AOPJA esté en sintonía con el sector.
- **Promoción de la formación continua y participación en programas formativos especializados**
 - Impulsar **programas de formación específicos en BIM y Gemelos Digitales** dirigidos tanto a personal interno como a empresas del sector privado, asegurando que los profesionales cuenten con las competencias necesarias para la digitalización del sector.
 - Colaborar con universidades y centros de formación para integrar BIM en la educación reglada, fomentando la capacitación de nuevas generaciones de profesionales con conocimientos avanzados en digitalización de infraestructuras.
 - Fomentar certificaciones profesionales que reconozcan el nivel de especialización en BIM y Gemelos Digitales, fortaleciendo la capacidad del sector para responder a los desafíos de la transformación digital.
- **Creación de talleres y seminarios para evaluar la adopción tecnológica**
 - Organizar talleres sectoriales en los que se analice el nivel de adopción tecnológica de BIM y Gemelos Digitales en la administración pública y el sector privado.
 - Detectar barreras en la implementación de estas metodologías y proponer soluciones que faciliten su integración en los procesos de planificación, ejecución y mantenimiento de infraestructuras.
 - Identificar nuevas herramientas tecnológicas que puedan ser de interés para la gestión pública de la AOPJA, asegurando que la administración cuente con soluciones innovadoras y adaptadas a sus necesidades.
- **Participación en mesas de trabajo sobre tecnologías emergentes**
 - La AOPJA participará activamente en **mesas de trabajo dedicadas a la exploración de tecnologías emergentes**, incluyendo **Inteligencia Artificial (IA), Sistemas de Información Geográfica (GIS), Internet de las Cosas (IoT), Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR)**.
 - Se fomentará el desarrollo de soluciones basadas en IA para la optimización del mantenimiento predictivo y la toma de decisiones automatizada en la gestión de infraestructuras.

Expediente	TAA-4102/OAT0	140 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- Se explorarán aplicaciones de GIS para mejorar la geolocalización y contextualización de activos, permitiendo una visión integrada de la infraestructura en su entorno real.
- Se impulsará el uso de **Realidad Virtual y Realidad Aumentada** en procesos de formación, inspección y supervisión de proyectos, mejorando la comprensión y análisis de modelos digitales.
- **Interacción con adjudicatarios para evaluar procesos BIM y herramientas colaborativas**
 - Mantener reuniones periódicas con las empresas y profesionales adjudicatarios de contratos en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos para evaluar la **eficacia de los procesos BIM implementados**.
 - Analizar la idoneidad de las herramientas colaborativas utilizadas en los flujos de trabajo digitales, garantizando que sean intuitivas, interoperables y alineadas con los estándares de la AOPJA.
 - Revisar y mejorar continuamente la exigencia BIM en los pliegos de contratación pública, asegurando que los requisitos sean realistas, efectivos y promuevan la transformación digital del sector.
- **Despliegue del CDE propio, Gemelo Digital BIM y stack tecnológico**
 - La AOPJA desarrollará su **Entorno Común de Datos (CDE) propio**, asegurando la gestión estructurada y colaborativa de la información en infraestructuras públicas.
 - Se desplegará progresivamente el **Gemelo Digital BIM**, integrando tecnologías como IoT, IA y GIS para mejorar la monitorización y optimización operativa de los activos públicos.
 - Se implementará un **stack tecnológico completo**, incluyendo herramientas de auditoría 3D, planificación 4D, control de costes 5D y análisis de sostenibilidad 6D, asegurando que la digitalización abarque todas las dimensiones clave de los proyectos.
 - Se garantizará la correcta adopción del CDE y del Gemelo Digital tanto a nivel interno como en los procesos de colaboración con el sector privado, estableciendo metodologías de trabajo que faciliten su implementación y explotación.
- **Supervisión y evaluación del impacto de la estrategia de transformación digital**
 - El **Comité de Seguimiento BIM** será responsable de supervisar la ejecución de la estrategia de transformación digital, asegurando su correcta implementación y evolución en el tiempo.
 - Se establecerán indicadores de impacto para medir la adopción de BIM y Gemelos Digitales en la AOPJA y en el sector, asegurando que las iniciativas generen beneficios tangibles en términos de eficiencia y sostenibilidad.
 - Se fomentará un proceso de mejora continua, asegurando que la transformación digital de la AOPJA sea progresiva, escalable y alineada con las necesidades del sector.

9. ACTUACIONES

9.1. INTRODUCCIÓN A LAS ACTUACIONES

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) está liderando un proceso de transformación digital sin precedentes, centrado en la implementación de BIM y Gemelos Digitales, con el propósito de optimizar la gestión de infraestructuras públicas y mejorar la eficiencia en todas las fases del ciclo de vida de los activos. Este enfoque busca no solo modernizar los procesos internos de la Agencia, sino también alinearlos con las mejores prácticas nacionales e internacionales en materia de digitalización y gestión de infraestructuras.

Para garantizar una transición estructurada y efectiva, la AOPJA ha definido un conjunto de líneas estratégicas de actuación, que abarcan desde la gobernanza y la estandarización de procesos hasta la formación del personal técnico, la actualización tecnológica y la digitalización integral de la gestión de activos. Estas iniciativas no solo impulsan la adopción de BIM y Gemelos Digitales, sino que representan un cambio de paradigma en la forma en que la AOPJA diseña, ejecuta, opera y mantiene sus infraestructuras públicas, apostando por una gestión más eficiente, transparente y basada en datos en tiempo real.

A continuación, se presentan los ejes estratégicos, líneas de acción y medidas específicas que estructuran este plan de implantación, asegurando que la transformación digital de la AOPJA se desarrolle de manera coherente, progresiva y sostenible en el tiempo.

Expediente	TAA-4102/OAT0	142 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

9.2. GOBERNANZA

MISIÓN

Impulsar, Dirigir y Monitorizar la digitalización e implementación BIM

	EJES ESTRATÉGICOS		LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTUACIONES
G1	Impulso	G1.a	Presentar el BIM como realidad y futuro de la agencia, incorporando este concepto a los procesos y licitaciones que se generen.	Crear sesiones de presentación de la digitalización de manera interna y también hacia el resto del sector. Hacer valer el "Plan BIM" Nacional, marco legal que regula y establece el requerimiento de BIM en la contratación pública, generando licitaciones que ya recojan este requisito.
		G1.b	Generar el entorno y los recursos necesarios para que el BIM sea el vehículo transformador de la actividad desde y para la administración.	Contratar una asistencia técnica especializada que nos acompañe y nos ayude a desarrollar todo el plan de implementación, recursos y soluciones informáticas. Dotar a la Agencia de los equipos técnicos necesarios para adoptar los nuevos flujos de trabajo.
G2	Dirección	G2.a	Promover la adopción del BIM en todas las áreas de la organización, así como entre los diferentes agentes del sector.	Generación de primeros pliegos para la introducción de la metodología en contratos
		G2.b	Hacer partícipe a los diferentes departamentos en el proceso de implementación, haciéndolo de esta manera inclusivo y adaptado a las particularidades de cada área.	Crear sesiones de colaboración donde tengan lugar y sean partícipes todas las áreas de la agencia
		G2.c	Generar unas directrices claras y concisas, que marquen el camino para conseguir los objetivos a los que se aspiran alcanzar.	Promover proyectos piloto que sirvan de lanzamiento y testeo de la implantación. Generar los recursos regulatorios necesarios para implantar los nuevos flujos de trabajo en BIM: BEP, EIR; Anexos, Pliegos, etc.
G3	Monitorización	G3.a	Hacer un seguimiento de las diferentes acciones en el proceso de implementación BIM	Constituir una comité de seguimiento interno para dar seguimiento y continuidad a la implementación BIM.
		G3.B	Acompañar en la implementación de la metodología, estando presente y siendo partícipe en cada fase.	Constituir un grupo técnico de la agencia que evalúe la aplicación y efectividad de las medidas adoptadas.

9.3. FORMACIÓN

MISIÓN

Integrar la metodología en la actividad de la agencia y alcanzar una mayor madurez BIM en la Agencia

	EJES ESTRATÉGICOS		LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTUACIONES
F1	Aumentar el nivel de madurez BIM de la Agencia y su personal	F1a	Generar un plan de formación y capacitación continua	Creación una plataforma online donde se alojen los contenidos necesarios y desde donde se pueda impartir y gestionar la formación. Generar un calendario de formación.
		F1b	Promover la capacitación y formación a los agentes colaboradores mediante jornadas impulsadas desde la agencia	Generar un calendario de sesiones formativas y talleres in situ. Generar un servicio de asistencia y consulta durante todo el periodo de formación.
F2	Promover la integración de la metodología BIM en la Agencia	F2a	Acompañar en experiencias piloto mediante consultorías especializadas externas.	Promoción de diferentes proyectos piloto, que en su conjunto alcancen las diferentes situaciones en las que implantar la metodología, es decir, se pueda acompañar en el proceso para cada una de las fases del ciclo de vida de una infraestructura. Proyecto Gemelo Digital MG y TBC.
		F2b	Capacitar a los diferentes agentes dentro de la agencia con formaciones que se ajusten a los roles que desempeñan.	Diseñar un plan de formación específico enfocado por roles y departamentos específicos de la AOPJA

9.4. ESTANDARIZACIÓN

MISIÓN

Establecer un marco de trabajo eficiente y eficaz a través de la estandarización de procesos y flujos de trabajo, proporcionando el entorno y los recursos necesarios para ello.

	EJES ESTRATÉGICOS		LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTUACIONES
E1	Estandarizar el entorno de trabajo	E1a	Identificar los procesos y flujos de trabajo y protocolizarlos.	Definición de protocolos, directrices técnicas, sistemas de nomenclatura, clasificación, etc. Para estandarizar el uso de BIM en la Agencia. Implantación de la ISO 19650.
		E1b	Mejorar la gestión y el control de la calidad entorno a los modelos BIM mediante procesos digitales, estandarizados y consistentes.	Generar un plan de implementación BIM para la Agencia.
		E1c	Establecer un CDE y adaptarlo a los flujos que se dan dentro de AOPJA.	Proporcionar un CDE por la AOPJA para poder asegurar la gestión de la información de sus proyectos.
E2	Digitalizar los procesos de diseño, construcción, gestión y mantenimiento de los activos	E2a	Incorporar en las licitaciones los estándares y requerimientos BIM de AOPJA	Generar los EIR y pliegos técnicos para licitaciones en los diferentes contratos que ofrece la agencia.
		E2b	Proporcionar los recursos y herramientas necesarias para facilitar la incorporación a los nuevos flujos digitales de la agencia	Constituir un equipo de soporte BIM interno: Asesoría y Seguimiento en las licitaciones públicas.
		E2c	Optimizar el control de calidad	Generar y establecer un método integral propio para la gestión y control de la calidad de los proyectos: check list de calidad, procesos bajo protocolos, software de revisión, etc

9.5. TECNOLOGÍA

MISIÓN

Promover y proporcionar los recursos tecnológicos de AOPJA. Impulsar actualización tecnológica del sector

	EJES ESTRATÉGICOS		LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTUACIONES
T1	Actualizar los recursos tecnológicos de la AOPJA	T1a	Identificar y proporcionar las soluciones tecnológicas que sean necesarias para los nuevos flujos de trabajo de la agencia.	Según los objetivos de la AOPJA, proporcionar el stack tecnológico necesario para su consecución: CDE, Visor IFC, Revisión de modelos, Control de Costes, Planificación 5D, AR y VR, GMAO, etc.
		T1b	Promover la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones que faciliten y potencien el trabajo del equipo técnico BIM.	Constituir un equipo de soporte BIM interno: Detección de mejoras en flujos y procesos que se desarrollan en AOPJA, propuesta de desarrollo de nuevas herramientas que aporten eficiencia y calidad.
		T1c	Dotar al personal técnico de los equipos e infraestructura necesarias para el desarrollo de su trabajo.	Constituir un equipo de soporte BIM interno: Actualización continua en nuevas tendencias y necesidades tecnológicas. Proveer de los medios técnicos necesarios, software y hardware, para poder integrar los nuevos procesos BIM en AOPJA.
T2	Actualización Tecnológica del sector y los agentes.	T2a	Incentivar y promover la inversión e innovación tecnológica del sector.	Desarrollo de convenios entre la Junta de Andalucía, Colegios Profesionales y Asociaciones Empresariales y promoción de líneas de ayuda como el programa Kit Digital impulsado por el Gobierno, de ayuda a la adquisición de software y la digitalización de los catálogos de productos de construcción de los fabricantes.

9.6. DIVULGACIÓN

MISIÓN

Dar a conocer la digitalización de AOPJA y hacer llegar el impulso de la metodología BIM y sus beneficios a la agencia y al sector. Difundir el conocimiento y los recursos producidos desde la agencia al sector. Dar a conocer y facilitar el entendimiento de los proyectos gestionados por AOPJA.

	EJES ESTRATÉGICOS		LÍNEAS DE ACCIÓN	ACTUACIONES
D1	Fomentar el uso de BIM y su impacto positivo en el sector	D1a	Promover la difusión de la estrategia y recursos BIM de AOPJA entre el personal técnico de la agencia y el sector	Crear un canal de difusión y Foro desde donde fomentar el discurso técnico entre los agentes y la AOPJA.
D2	Compartir el conocimiento generado con el sector.	D2a	Generar un repositorio accesible y público de los recursos y tecnologías vinculadas a los flujos de trabajo y licitaciones	Crear un portal web donde se recojan de forma ordenada todas las soluciones OpenBIM creadas y empleadas, los recursos a implementar
		D2b	Generar un portal de divulgación del conocimiento adquirido y promovido por AOPJA	Crear un portal web donde se recojan las experiencias que se vayan adquiriendo en cuanto a BIM.
		D2c	Habilitar un espacio virtual de visualización de los activos gestionados por la agencia.	Crear un portal web público desde donde se puedan visualizar y explorar lo modelos de los proyectos, incluso experimentar con aplicaciones AR y VR.

9.7. ACTUACIONES DE REFERENCIA EN IMPLEMENTACIÓN DE GEMELOS DIGITALES

Los Gemelos Digitales han emergido como una tecnología clave en la transformación digital de las administraciones públicas, proporcionando herramientas avanzadas para la gestión, monitorización y simulación de infraestructuras y servicios. Su capacidad para integrar múltiples fuentes de datos, analizar información en tiempo real y generar representaciones digitales precisas del entorno físico ha permitido su aplicación en diversos ámbitos estratégicos. Desde la monitorización del territorio y los recursos naturales, hasta la gestión inteligente de infraestructuras y servicios urbanos, pasando por la evaluación del impacto de políticas públicas y la participación ciudadana, los Gemelos Digitales están revolucionando la manera en que las administraciones diseñan y ejecutan sus estrategias.

A medida que se consolidan como herramientas de planificación y optimización de recursos, estos sistemas no solo mejoran la eficiencia operativa de las instituciones, sino que también fortalecen la transparencia y la toma de decisiones basada en datos. En este contexto, diferentes gobiernos y organismos están explorando su potencial en sectores como el transporte, la sostenibilidad ambiental y la gobernanza abierta, evidenciando una clara convergencia estratégica en su despliegue.

A continuación, se presentan algunas de las actuaciones más destacadas en la aplicación de Gemelos Digitales en la gestión pública, ilustrando su versatilidad y su capacidad para impulsar la modernización administrativa en distintos niveles de gobierno.

→ Monitorización Integral del Territorio y Recursos Naturales

Entre las actuaciones más desarrolladas encontramos la implementación de sistemas de monitorización territorial basados en gemelos digitales. El caso del Gobierno de Cantabria resulta paradigmático, con un modelo tridimensional completo del territorio que permite realizar análisis detallados de la cubierta vegetal, uso del suelo y otros parámetros ambientales. Este sistema facilita responder a preguntas fundamentales como "cuál es el estado de conservación natural de cada punto del territorio, o cómo se articulan fenómenos complejos como la conectividad ecológica"¹⁴.

De manera similar, el MITECO ha apostado por la tecnología de gemelos digitales para la monitorización del Mar Menor, permitiendo "hacer comparaciones visuales de los cambios en el agua, la vegetación o el entorno de la cuenca"¹⁷. Esta actuación forma parte del Marco de Actuaciones Prioritarias del Mar Menor y representa una aplicación concreta de estas tecnologías para la gestión de ecosistemas complejos y vulnerables.

→ Simulación de Políticas Públicas y Evaluación de Impacto

Una actuación innovadora en el ámbito de los gemelos digitales es la simulación de políticas públicas y la evaluación ex-ante de su impacto. La solución Policy Twin de Fujitsu, por ejemplo, está diseñada específicamente para "simular el impacto social de las políticas, permitiendo a las administraciones locales evaluar y mejorar sus estrategias de manera más eficiente"²⁰. Esta tecnología ha demostrado resultados impresionantes durante pruebas de campo en proyectos de atención sanitaria preventiva, logrando "duplicar tanto el ahorro en gastos médicos como la mejora de los indicadores de salud"²⁰.

Este tipo de actuaciones representan un avance significativo en la forma en que se diseñan y evalúan las políticas públicas, permitiendo a las administraciones anticipar resultados, identificar posibles efectos no deseados y optimizar el uso de recursos limitados. La capacidad de simular diferentes escenarios de políticas antes de su implementación reduce significativamente los riesgos asociados a grandes intervenciones públicas y mejora la calidad de las decisiones administrativas.

→ Gestión Inteligente de Infraestructuras y Servicios Urbanos

La gestión avanzada de infraestructuras constituye otra actuación prioritaria en el despliegue de gemelos digitales. Estas plataformas permiten una "gestión inteligente de los recursos y servicios municipales, como el agua, la energía, los residuos, el transporte y la infraestructura"⁵, optimizando operaciones y mejorando la calidad de los servicios públicos.

Expediente	TAA-4102/OAT0	148 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

En el caso de las infraestructuras de transporte, por ejemplo, los gemelos digitales facilitan "la gestión de activos distribuidos a lo largo de la infraestructura, desde vías e instalaciones fijas hasta material rodante, mediante interfaces intuitivas que presentan información contextualizada"¹⁰. Esta capacidad resulta especialmente valiosa para administraciones públicas que gestionan complejas redes de infraestructuras con recursos limitados.

→ Integración de la Participación Ciudadana en la Gestión Pública

Finalmente, una actuación emergente en el despliegue de gemelos digitales es su utilización como plataformas de participación ciudadana. Las administraciones públicas reconocen la importancia de "promover la transparencia, la participación ciudadana y la toma de decisiones colaborativa en la gobernanza abierta"¹¹, y los gemelos digitales ofrecen nuevas posibilidades en este ámbito.

La experiencia de Pilsen en el proyecto DUET demuestra cómo estas tecnologías pueden facilitar procesos participativos al permitir a los "planificadores urbanos comunicar efectivamente las propuestas a los ciudadanos mediante visualizaciones comprensibles"¹⁶. Esta dimensión participativa representa una evolución importante en la concepción de los gemelos digitales, que trascienden su función técnica para convertirse en herramientas de gobernanza colaborativa.

→ Conclusión: Convergencia Estratégica y Diversidad de Aplicaciones

El análisis de las estrategias, ejes y actuaciones vinculadas al despliegue de gemelos digitales en las administraciones públicas revela una clara convergencia estratégica en torno a objetivos de modernización administrativa, sostenibilidad ambiental, eficiencia en la gestión de recursos y mejora de los servicios públicos. Estos objetivos se articulan a través de ejes estratégicos definidos en marcos como el Plan de Digitalización de las Administraciones Públicas 2021-2025 y se materializan en actuaciones concretas adaptadas a diferentes contextos y necesidades.

La diversidad de aplicaciones desarrolladas, desde la monitorización territorial hasta la simulación de políticas públicas, demuestra la versatilidad y potencial transformador de los gemelos digitales como herramientas de gestión pública. Su capacidad para integrar diferentes fuentes de datos, simular escenarios complejos y facilitar la toma de decisiones basada en evidencias los convierte en elementos centrales de las estrategias de transformación digital de las administraciones públicas contemporáneas.

El reto futuro consistirá en consolidar estas iniciativas iniciales, garantizar su sostenibilidad a largo plazo y extender su implementación al conjunto de las administraciones públicas, especialmente en aquellas de menor tamaño o con recursos más limitados, para que los beneficios de estas tecnologías lleguen al conjunto de la ciudadanía.

10. MARCO TEMPORAL

10.1. RUTA AL 2030

La implementación BIM en AOPJA viene promovida desde un contexto regional y nacional, a nivel regional es el PITMA el que abre una línea de acción estratégica que traslada a la CFATV los recursos necesarios para tomar partido en la transformación digital de la AOPJA y sus procesos, y a nivel nacional es la CIBIM, la que a través de su Plan BIM, establece un marco temporal para la implantación BIM en la contratación pública de manera progresiva. Este marco nos sitúa en el 1 de abril de 2024 como punto de partida y tiene como objetivo 2030. Para este periodo, se definen unas fechas en las que se irá subiendo el nivel de exigencia BIM en los contratos y este estará diferenciado en dos rangos de valor estimado de ejecución, según se puede ver en el siguiente cuadro.

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

Fuente: Plan BIM de la CIBIM

Para aplicar el calendario previsto se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El órgano de contratación deberá aplicar a su gestión interna de la información del contrato el mismo nivel BIM que haya solicitado en la licitación. Si el órgano de contratación no ha alcanzado aún dicho nivel BIM, podrá recurrir a una asistencia técnica como apoyo en la gestión de dicho contrato, de conformidad a la legislación vigente.
- Cualquiera que sea el valor estimado del contrato, el órgano de contratación podrá adelantar la exigencia de BIM respecto del citado calendario y niveles BIM, si lo considera pertinente, siempre que exista suficiente concurrencia y que no se menoscabe por ello la participación de la PYME en la licitación

El Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública de la Administración General del Estado, aprobado por el Consejo de ministros el 27 de junio de 2023, establece umbrales mínimos para la obligatoriedad de su aplicación y actuaciones para su incorporación gradual y progresiva

Diversas comunidades autónomas también han desarrollado sus propias estrategias, como la Estrategia BIM 2030 de Catalunya, que ha logrado que aproximadamente el 80% de las obras públicas catalanas hayan utilizado metodología BIM en 2024, con un volumen de inversión que superó los 1.115 millones de euros

Para aplicar el calendario previsto, los órganos de contratación deberán aplicar a su gestión interna de la información del contrato el mismo nivel BIM que hayan solicitado en la licitación, pudiendo recurrir a asistencia técnica como apoyo si no han alcanzado aún dicho nivel. Cualquiera que sea el valor estimado del contrato, el órgano de contratación podrá adelantar la exigencia de BIM respecto del calendario establecido, siempre que exista suficiente concurrencia y no se menoscabe la participación de las PYME en la licitación

Expediente	TAA-4102/OAT0	151 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

11. PRESUPUESTO

11.1. PRESUPUESTO GENERAL

La previsión presupuestaria que recoge la AOPJA desde la Línea Estratégica 3 del PITMA a través del proyecto llamado Gemelo Digital financiado por fondos Next Generation se desglosa en 5 contratos que dan servicio a un equipamiento en hardware, una asistencia técnica para producir toda la digitalización de la agencia, la modelización de las infraestructuras de Metro de Granada y Trambahía de Cádiz y el desarrollo de software propio para la gestión de los modelos BIM implicados en todo el proceso de digitalización y explotación, que se detalla en el siguiente cuadro:

PROYECTO GLOBAL DE GEMELO DIGITAL DE METRO DE GRANADA Y TRAMBAHIA DE CÁDIZ		Plazo (meses)	Anualidades				Total importe sin IVA	
			2023	2024	2025	2026		
1º	T-AA 4101/OSV0	Sum. hardware Gemelo digital AR+VR y Dron	3	100 %				87.735,18 €
2º	T-AA 4102/OAT0	Asistencia técnica transversal Gemelo Digital e impl. BIM	36		47%	47%	28%	638.621,08 €
3º	T-MG 6129/OAT0	Digitalización y modelización Metro Granada GD	12		15%	85%		302.121,66 €
4º	T-TC 6195/OAT0	Digitalización y modelización TramBahía de Cádiz GD	12		10%	90%		353.986,51 €
5º	T-AA 4103/OSV0	Sum. software GD pasarela+analíticadatos+pilotoSCADA+sensor+hardware	10			22%	36%	457.535,57 €

1.840.000,00 €

11.2. ESTRUCTURACIÓN DE LOS PRESUPUESTO SEGÚN CONTRATOS.

A continuación, desglosamos el presupuesto de los 5 contratos descrito en el punto anterior según las 4 fases en las que se planifica su ejecución. En este cuadro podemos identificar las partidas con el contrato al que pertenecen según el color asignado; En verde las correspondientes al contrato de la Asistencia Técnica, en amarillo a las del suministro de Hardware y Software, en naranja a la modelización del Metro de Granada, en rosa la modelización del Trambahía de Cádiz y en marrón las partidas correspondientes al suministro de hardware para AR y VR del Gemelo Digital.



GEMELO DIGITAL PARA LA EXPLOTACIÓN DEL METROPOLITANO DE GRANADA Y TRAMBAHÍA DE CÁDIZ DIGITALIZACION DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE PÚBLICAS MEDIANTE METODOLOGIA BIM		
FASES		PRESUPUESTO
1º	ESTRATEGIA DE DIGITALIZACIÓN e IMPLEMENTACION BIM en AOPJA	298.525,00 €
	Capacitación, formación continua, asesoramiento tecnológico e implementación de la metodología BIM en la AOPJA	131.875,00 €
	Formación y capacitación del personal de AOPJA y mantenedores de explotación MG y TTC	82.000,00 €
	Asesoría para redacción de licitaciones	15.375,00 €
	Entregable: Estrategia de implantación BIM y transformación digital	20.500,00 €
	Entregable: Plan de acción y diseño indicadores Next generationEU de seguimiento	14.000,00 €
	Entorno tecnológico propio	166.650,00 €
	Hardware y equipamiento	98.448,00 €
	Entorno Común de datos AOPJA, servidor, servicio en la nube y programación sistema experto de software.	28.052,00 €
	Programación software libre sistema experto adaptado AOPJA: visor y auditor de modelos openBIM	26.650,00 €
	Entregable: Manual/Guía BIM AOPJA	13.500,00 €
2º	MODELIZACIÓN ACTIVOS y DIGITALIZACION DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE METRO DE GRANADA Y TRAMBAHÍA DE CÁDIZ	726.227,94 €
	Digitalización NBP laser de infraestructuras y modelización Obra civil	366.497,52 €
	L1 Metro de Granada (16 km)	102.326,40 €
	L1 Metro de Granada (126 mil m2)	55.000,00 €
	TramBahía de Cádiz (14 km)	76.800,00 €
	TramBahía de Cádiz (189 mil m2, 1.691 ud de activos de Obra civil)	132.371,12 €
	Modelización BIM del inventario de activos: electrificación, energía, sistemas, billeteaje, material móvil, señalización, etc.,	290.730,42 €
	Incremento del nivel de información de los activos de L1 MG, reg. set propiedades AOPJA y sist. Clasificación BIM RIH	85.000,00 €
	Trazado 3D de vías de L1 Metro de Granada y set propiedades AOPJA	59.542,79 €
	Modelización de activos (no Obra civil) de TTC, set propiedades AOPJA y sist. Clasificación BIM RIH TramBahía	94.373,44 €
	Trazado 3D de vías de TramBahía de Cádiz	51.814,19 €
	Auditoría, supervisión dinámica y validación de modelos BIM	69.000,00 €
	Auditoría, supervisión y capacitación de modelos y calidad BIM con software libre	48.500,00 €
	Coordinación, federación y validación de modelos en Entorno Común de Datos (CDE) de la AOPJA	20.500,00 €
3º	GEMELO DIGITAL, WEB COLABORATIVAS CONECTADA CON CDE, GMAO Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN	748.247,06 €
	Gemelo digital (Digital Twin) Plataforma Integración de modelos digitales BIM y entornos GIS	253.072,98 €
	Plataforma digital twins software sistema experto en nube	140.282,00 €
	Consultoría para puesta en marcha y capacitación personal AOPJA en la plataforma	112.790,98 €
	Plataformas interconectadas para la explotación y gestión con el Gemelo digital	495.174,08 €
	Plataforma pasarela de conexión de los respectivos GMAO con el Gemelo Digital BIM&GIS y SAP Financiero (PRISMA)	140.280,00 €
	Gestión de patrimonio y dominio público y Ambiental (Calculadora de sostenibilidad ciclo de vida)	34.086,40 €
	Integración Gemelo Digital con GMAO y Sistema de control de instalaciones (SCADA), desarrollo prototipo	58.000,00 €
	Plataforma analítica de datos, aprendizaje de activos y cuadro de mando general opensource sistema experto	25.000,00 €
	Incorporación de gemelo digital al simulador de conducción para entrenamiento	34.720,00 €
	Monitorización y sensorización de instalaciones y espacios	32.785,81 €
	Plataforma de gestión de modelos BIM a través de AR y VR (desarrollo software o consumo AR y VR)	170.301,87 €
4º	EVALUACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN, AUDITORIA DE INDICADORES, BIBLIOTECA ENTREGABLES y SOFTWARE PÚBLICO, INFORME FINAL	67.000,00 €
	Evaluación/visión del Plan de acción	17.833,33 €
	Auditoría/justificación de indicadores a fondo Next Generation EU	14.000,00 €
	Biblioteca/repositorio de entregables y programas libres públicos	21.666,67 €
	Informe final y lecciones aprendidas	13.500,00 €
		1.840.000,00 €

12. SEGUIMIENTO

12.1. OBJETIVO DEL SEGUIMIENTO

La implementación de BIM en la AOPJA requiere de un sistema de seguimiento robusto para **monitorizar la estrategia, las líneas estratégicas y las actuaciones**, permitiendo medir el progreso, identificar áreas de mejora y garantizar el éxito a largo plazo de la iniciativa. Este sistema proporcionará información clave para evaluar el impacto real de la transformación digital, optimizar la toma de decisiones y justificar el uso de fondos públicos de índole autonómica, estatal o europea.

El **Grupo Motor BIM Transversal de la AOPJA** será el encargado de llevar a cabo este seguimiento, funcionando como un equipo de trabajo interno dentro de la Agencia. Este grupo tendrá la responsabilidad de coordinar la recopilación y análisis de datos, asegurar la alineación con los objetivos estratégicos y supervisar la integración de soluciones tecnológicas avanzadas dentro de la organización.

→ Niveles de Seguimiento

El proceso de seguimiento se realizará en **varios niveles interrelacionados**, garantizando una evaluación integral de la transformación digital en la AOPJA:

1. **Nivel tecnológico:** Se analizarán las **tecnologías adoptadas**, incluyendo el **Gemelo Digital** y todas las herramientas vinculadas al mapa de software que se está desarrollando.
2. **Nivel metodológico:** Se supervisarán los procedimientos asociados a la **metodología BIM** y al uso del **Gemelo Digital en desarrollo**, asegurando la correcta implementación y optimización de los procesos.
3. **Nivel organizacional y estratégico:** Se prestará especial atención a la **capacidad BIM del equipo de la AOPJA**, así como a la integración de soluciones tecnológicas como el Gemelo Digital **desde una perspectiva humanista y pragmática**, enfocada en su utilidad real en un escenario plenamente digitalizado.
4. **Importancia de la Evaluación Continua**

La evaluación continua de la estrategia BIM debe garantizar un proceso sostenido en el tiempo, asegurando la evolución y mejora constante del modelo digital implementado. Para ello:

- Se establecerán espacios de tiempo dedicados y pactados específicamente para la **monitorización y evaluación** del proceso.
- Se implementarán sesiones de trabajo periódicas para la **gestión y mantenimiento de certificaciones**, como la **ISO 19650**, asegurando el cumplimiento de estándares de calidad en la digitalización.
- Se definirán mecanismos de ajuste y optimización basados en datos concretos, permitiendo la toma de decisiones informadas para la mejora progresiva del sistema.

En resumen, la estrategia de seguimiento del plan garantizará que la digitalización de la AOPJA mediante BIM sea **sostenible, medible y adaptable**, asegurando que la adopción de tecnologías como el **Gemelo Digital** y la metodología BIM tengan un impacto real y efectivo en la gestión de la obra pública.

12.2. GOBERNANZA DEL SEGUIMIENTO

12.2.1. ESTRUCTURA DE GOBERNANZA Y RESPONSABILIDADES

El proceso de seguimiento y evaluación de la estrategia de digitalización en la AOPJA requiere una estructura de gobernanza robusta, que garantice un control efectivo sobre la implementación y evolución de la implantación BIM bajo ISO 19650 y el despliegue del Gemelo Digital BIM.

Para ello, se establecerá un Grupo de Seguimiento BIM integrado dentro del **Comité de Calidad de la AOPJA**, con funciones específicas de monitoreo y evaluación.

Este equipo de seguimiento estará compuesto por un grupo de trabajo interno de la AOPJA, conformado por especialistas en digitalización, gestión de infraestructuras y planificación estratégica, con el objetivo de monitorizar la estrategia, las líneas estratégicas y las actuaciones desarrolladas en el marco de la transformación digital.

El modelo de gobernanza del seguimiento se articulará en torno a dos niveles fundamentales:

- **Comité de Seguimiento BIM:** Formando parte del Comité de Calidad, será responsable de la supervisión global de la estrategia, la toma de decisiones estratégicas y la coordinación con la alta dirección de la AOPJA.
- **Equipo Técnico de Seguimiento:** Grupo de trabajo especializado que recopilará, analizará y reportará datos clave sobre la evolución del plan.

12.2.2. FUNCIONES DEL COMITÉ DE SEGUIMIENTO BIM

El **Comité de Seguimiento BIM** formará parte del **Comité de Calidad de la AOPJA**, asegurando que la estrategia de transformación digital de la Agencia esté plenamente integrada dentro del marco global de gestión de calidad y sostenibilidad. Como parte de esta estructura, el Comité de Seguimiento BIM desempeñará una serie de funciones alineadas con las del Comité de Calidad, garantizando la correcta implementación y evolución de la metodología BIM y del Gemelo Digital BIM en la gestión de infraestructuras.

Entre sus responsabilidades clave destacan:

- Definir los indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar el impacto de la implantación BIM en la AOPJA, asegurando que su implementación transversal y el uso del Gemelo Digital BIM generen beneficios tangibles a lo largo de todo el ciclo de vida de las infraestructuras. En particular, se hará un

seguimiento detallado en la fase de operación y explotación de infraestructuras de metro y tranvía, centrándose inicialmente en los proyectos piloto del Metro de Granada y Trambahía de Cádiz.

- Establecer un calendario de reuniones y reportes, estructurando la monitorización del avance de la estrategia BIM mediante sesiones periódicas que permitan analizar resultados y garantizar un seguimiento continuo del proceso.
- Analizar los resultados obtenidos en las distintas áreas de seguimiento, formulando recomendaciones para la mejora del proceso de implantación BIM y para la optimización del despliegue del Gemelo Digital BIM. Este análisis permitirá detectar áreas de mejora y garantizar la adaptación progresiva de la estrategia a las necesidades de la AOPJA.
- Proponer acciones correctivas y medidas de optimización, asegurando que la estrategia BIM y el Gemelo Digital BIM evolucionen de manera dinámica y se adapten a nuevos desafíos, directrices normativas o mejoras tecnológicas. Se tendrá en cuenta la evolución del Plan BIM de España y otras iniciativas estratégicas dentro de la Junta de Andalucía.
- Coordinar la comunicación de avances y logros a los niveles directivos y otros actores clave dentro de la AOPJA, facilitando la toma de decisiones informadas y asegurando una correcta difusión de los progresos alcanzados en la transformación digital de la Agencia.
- Asegurar la alineación con normativas y estándares internacionales, en particular con la ISO 19650, garantizando que el marco de trabajo se desarrolle conforme a las mejores prácticas en gestión de información y transformación digital en infraestructuras públicas. Además, el Comité de Seguimiento BIM velará por la integración de estos procedimientos dentro del sistema de gestión de calidad y sostenibilidad de la AOPJA, alineándolos con la **ISO 9001 (Gestión de la Calidad)** y la **ISO 14001 (Gestión Ambiental)**. De este modo, se garantizará que la digitalización de infraestructuras no solo optimice los procesos y la eficiencia operativa, sino que también cumpla con criterios de excelencia, mejora continua y sostenibilidad, consolidando una gestión alineada con los más altos estándares internacionales.
- Al integrarse dentro del Comité de Calidad de la AOPJA, el Comité de Seguimiento BIM reforzará la estrategia de digitalización y permitirá una gestión estructurada, controlada y alineada con los objetivos de calidad, eficiencia y sostenibilidad de la Agencia, asegurando que la metodología BIM y el Gemelo Digital BIM se conviertan en herramientas clave para la modernización y optimización de la obra pública en Andalucía.

12.2.3. FUNCIONES DEL EQUIPO TÉCNICO DE SEGUIMIENTO

El Equipo Técnico de Seguimiento operará como un grupo de trabajo interno en la AOPJA, con un enfoque operativo en la recopilación, análisis y presentación de datos clave. Este equipo desempeñará un papel esencial en la implementación efectiva del seguimiento a distintos niveles:

- Monitorización continua de la estrategia, líneas estratégicas y actuaciones, asegurando que cada acción se ejecute conforme a los objetivos establecidos.
- Seguimiento de la integración tecnológica, evaluando la adopción y uso del Gemelo Digital, las herramientas vinculadas en el Mapa de Software de la AOPJA y los procedimientos metodológicos de BIM.

- Evaluación del nivel de madurez BIM de la AOPJA y de su capacidad para integrar soluciones tecnológicas dentro de un ecosistema digitalizado.
- Revisión de la interoperabilidad entre sistemas, asegurando que la implementación de software BIM y Gemelo Digital sea efectiva y compatible con otras plataformas utilizadas por la AOPJA.
- Medición de la utilidad real de la digitalización, aplicando una perspectiva pragmática y humanista que garantice que la transformación digital aporte valor tangible a la operativa de la AOPJA.

12.2.4. ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES Y TRANSPARENCIA

Para garantizar la eficacia del seguimiento, se establecerá una asignación clara de responsabilidades dentro del equipo de seguimiento:

- Responsables del Seguimiento Tecnológico: Encargados de la monitorización de herramientas digitales, interoperabilidad, automatización y análisis de datos.
- Responsables del Seguimiento Metodológico: Supervisan la aplicación de estándares BIM, la implementación de procedimientos y la optimización de flujos de trabajo.
- Responsables del Seguimiento Estratégico: Analizan el impacto de la digitalización en la capacidad institucional, asegurando la alineación con la visión global de la AOPJA.
- Se promoverá un enfoque de transparencia y colaboración, donde los resultados del seguimiento sean accesibles a todos los actores relevantes dentro de la organización, garantizando un proceso participativo y basado en la mejora continua.

12.2.5. IMPORTANCIA DE LA GOBERNANZA EN EL SEGUIMIENTO DEL PLAN

El establecimiento de un modelo de gobernanza sólido permitirá que la AOPJA:

- Asegure la continuidad y sostenibilidad de la transformación digital, evitando retrocesos en la adopción de BIM y el Gemelo Digital.
- Optimice la toma de decisiones estratégicas, basándose en datos objetivos sobre el desempeño de la digitalización.
- Alinee su estrategia digital con los estándares internacionales, asegurando la compatibilidad con normativas como la ISO 19650.
- Promueva la mejora continua, con un sistema de evaluación iterativo que permita la adaptación a nuevas necesidades y oportunidades.
- A través de esta estructura de gobernanza, la AOPJA consolidará un sistema de seguimiento integral, asegurando que BIM y el Gemelo Digital se conviertan en herramientas efectivas para la modernización de la gestión de infraestructuras públicas.

12.3. INFORMES Y EVALUACIÓN

El proceso de informes y evaluación dentro del sistema de seguimiento de la estrategia BIM y Gemelo Digital en la AOPJA es fundamental para garantizar una supervisión efectiva del progreso, identificar áreas de mejora y establecer acciones correctivas en función de los resultados obtenidos. Para ello, se implementará un sistema estructurado de informes periódicos, evaluaciones de impacto y encuestas de satisfacción, alineado con los objetivos estratégicos y metodológicos de la AOPJA.

Los informes periódicos constituirán la principal herramienta de documentación y comunicación del estado de la transformación digital en la AOPJA. Se elaborarán informes trimestrales y anuales que recopilarán datos cuantitativos y cualitativos sobre el grado de avance de los proyectos BIM, la adopción del Gemelo Digital y el cumplimiento de los objetivos definidos en la estrategia. Estos informes incluirán análisis detallados sobre indicadores clave de desempeño (KPIs), proporcionando una visión integral del impacto de la digitalización en la operativa de la AOPJA. Además, estos documentos no solo servirán como referencia interna para el equipo de seguimiento, sino que también se comunicarán a los niveles directivos para la toma de decisiones estratégicas.

La estructura de los informes incluirá secciones clave, como el análisis del estado de implementación de BIM y Gemelo Digital en los diferentes proyectos y su nivel de adopción en los procesos internos, la evolución de los KPIs de adopción, calidad, eficiencia, sostenibilidad y colaboración, con datos comparativos respecto a informes anteriores, la identificación de barreras y desafíos en la implementación de la estrategia digital, destacando problemas técnicos, organizacionales o normativos, la evaluación de las soluciones tecnológicas implementadas y su grado de interoperabilidad dentro del ecosistema digital de la AOPJA, y las recomendaciones de mejora y propuestas de ajuste estratégico basadas en los resultados obtenidos.

Las evaluaciones de impacto a medio y largo plazo serán esenciales para medir los beneficios tangibles e intangibles de la transformación digital en la AOPJA. Estas evaluaciones se realizarán con una periodicidad predefinida, con foco en la reducción de costes mediante la optimización de procesos constructivos y operativos gracias a BIM y Gemelo Digital, la mejora de la calidad en el diseño, ejecución y mantenimiento de infraestructuras, asegurando una mayor precisión en la planificación y ejecución, el aumento de la eficiencia operativa con la reducción de plazos de ejecución y mejora en la asignación de recursos, la optimización de la sostenibilidad, evaluando la reducción de impacto ambiental mediante el uso de metodologías BIM y herramientas de simulación, y la mejora de la colaboración entre los distintos agentes involucrados en los proyectos, impulsando la integración y el trabajo colaborativo mediante plataformas digitales.

Las encuestas de satisfacción serán un mecanismo clave para evaluar la percepción y experiencia de los usuarios internos y externos en el uso de BIM y el Gemelo Digital. Se realizarán encuestas periódicas dirigidas a los técnicos de la AOPJA, responsables de proyectos y demás actores involucrados en la estrategia de digitalización. Estas encuestas permitirán conocer el nivel de aceptación de las herramientas digitales implementadas, detectar dificultades en su uso y recopilar sugerencias para futuras mejoras.

Se desarrollará un sistema automatizado para la recopilación y análisis de estos datos, integrando soluciones digitales que faciliten la interpretación de resultados y permitan un monitoreo dinámico del impacto de la estrategia. De este modo, se garantizará que la AOPJA disponga de información detallada y precisa sobre la evolución de su transformación digital, asegurando que la toma de decisiones esté basada en evidencias y que el modelo de gestión digital continúe evolucionando de manera sostenible.

Los diferentes tipos de informes dentro del sistema de seguimiento de la estrategia BIM y Gemelo Digital en la AOPJA tendrán objetivos específicos que permitirán evaluar de manera integral la evolución de la transformación digital y la integración de nuevas tecnologías en los procesos de la agencia. A continuación, se detallan los objetivos clave de cada uno:

➔ **Informes Periódicos (Trimestrales y Anuales):**

- Documentar el estado actual de la implementación de BIM y el Gemelo Digital en los distintos proyectos de la AOPJA.
- Evaluar el nivel de adopción de las herramientas digitales en cada área de la organización.
- Analizar la evolución de los KPIs de adopción, calidad, eficiencia, sostenibilidad y colaboración.
- Identificar barreras y desafíos encontrados en la implementación y desarrollo de los procesos digitales.
- Realizar comparativas con informes anteriores para medir la evolución y detectar tendencias.
- Proponer ajustes estratégicos y mejoras en la metodología BIM y el uso del Gemelo Digital.
- Garantizar la alineación de la transformación digital con los objetivos generales de la AOPJA.
- Comunicar de manera estructurada los avances y logros a los niveles directivos y al Grupo Motor BIM Transversal.

➔ **Evaluaciones de Impacto (Medio y Largo Plazo):**

- Medir los beneficios tangibles e intangibles de la transformación digital en la AOPJA.
- Analizar la reducción de costes operativos y de ejecución gracias a BIM y el Gemelo Digital.
- Evaluar la mejora de la calidad en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras.
- Cuantificar el aumento de eficiencia operativa y la optimización en la asignación de recursos.
- Determinar el impacto en la sostenibilidad mediante la reducción de residuos y consumo energético.
- Analizar la mejora en la colaboración e integración de los diferentes actores del ecosistema digital.
- Validar la interoperabilidad de las soluciones tecnológicas implementadas dentro del mapa de software de la AOPJA.
- Proporcionar datos para la justificación del uso de fondos Next Generation y otros mecanismos de financiación.

→ Encuestas de Satisfacción (Usuarios Internos y Externos):

- Recoger la percepción y experiencia de los usuarios sobre las herramientas digitales implementadas.
- Evaluar la usabilidad y accesibilidad de los modelos BIM y del Gemelo Digital en los procesos de trabajo.
- Detectar dificultades en la adopción de nuevas metodologías y herramientas.
- Identificar áreas de mejora para optimizar el uso de BIM y la gestión de datos digitales.
- Medir el nivel de satisfacción con la integración de BIM y el Gemelo Digital en la planificación y ejecución de proyectos.
- Recoger sugerencias y necesidades de formación para mejorar la capacitación del equipo técnico de la AOPJA.
- Facilitar un mecanismo de retroalimentación continua para la mejora iterativa del ecosistema digital.

Dentro del marco del sistema de seguimiento y evaluación de la implementación de BIM y el Gemelo Digital en la AOPJA, además de los informes periódicos, las evaluaciones de impacto y las encuestas de satisfacción, se establecerán mecanismos específicos de control y aseguramiento de la calidad. Estos mecanismos incluirán la generación de planes de control de calidad tanto sobre el proceso de implantación de BIM como sobre el uso y rendimiento del Gemelo Digital BIM, así como un plan de aseguramiento de la calidad y un plan de verificación de la calidad.

→ Generación de un Plan de PPIs de Control de Calidad sobre el Proceso de Implantación BIM:

- Definir indicadores clave de calidad que permitan evaluar la correcta implementación de BIM en la AOPJA.
- Establecer métricas de referencia para el cumplimiento de los requisitos técnicos y operativos.
- Identificar los puntos críticos en el proceso de adopción de BIM, incluyendo capacitación, gobernanza y uso de estándares.
- Evaluar la alineación del proceso de implantación con los objetivos estratégicos de la digitalización en la AOPJA.
- Diseñar auditorías internas periódicas para verificar la adecuación de los modelos BIM a los estándares establecidos (ISO 19650, UNE 1192, etc.).
- Implementar un sistema de reporte continuo para la mejora progresiva de la implantación BIM.

→ **Generación de un Plan de PPIs de Control de Calidad sobre el Uso y Rendimiento del Gemelo Digital BIM:**

- Definir métricas de rendimiento del Gemelo Digital en términos de actualización de datos, interoperabilidad y accesibilidad.
- Evaluar la capacidad de simulación y predicción del Gemelo Digital en diferentes escenarios de gestión de infraestructuras.
- Establecer controles para garantizar la precisión y fiabilidad de los datos integrados en el Gemelo Digital.
- Monitorizar la eficiencia del uso del Gemelo Digital por parte de los equipos técnicos y operativos.
- Identificar posibles deficiencias en la integración del Gemelo Digital con otros sistemas del ecosistema digital de la AOPJA.
- Implementar procesos de mejora continua en base a la retroalimentación obtenida de los usuarios y de las auditorías de calidad.

→ **Plan de Aseguramiento de la Calidad:**

- Establecer un marco de referencia para garantizar que la implantación y uso de BIM y el Gemelo Digital cumplen con los estándares de calidad definidos.
- Definir responsabilidades dentro de la organización para la supervisión y control de calidad en todas las fases del proceso.
- Desarrollar protocolos específicos de revisión y validación de modelos BIM, asegurando la coherencia y cumplimiento de normativas.
- Implementar mecanismos de trazabilidad de cambios y validación de versiones en el entorno común de datos (CDE).
- Garantizar que los procesos de aseguramiento de calidad estén alineados con las certificaciones internacionales en gestión de datos y digitalización.
- Integrar el aseguramiento de calidad en el ciclo de vida de los proyectos, desde la fase de diseño hasta la operación y mantenimiento de las infraestructuras.

→ **Plan de Verificación de la Calidad:**

- Establecer procedimientos de auditoría para evaluar la calidad de los modelos BIM y del Gemelo Digital en cada fase del proyecto.
- Definir criterios de evaluación específicos para la verificación de la información contenida en los modelos digitales.

- Implementar pruebas de interoperabilidad para garantizar la compatibilidad de los modelos BIM con otras plataformas y sistemas digitales.
- Realizar verificaciones de precisión de los modelos BIM mediante herramientas de detección de interferencias y análisis de consistencia de datos.
- Asegurar la correcta implementación de estándares de modelado, nomenclatura y estructuración de información en el Gemelo Digital.
- Garantizar la integración del proceso de verificación con el sistema de seguimiento y evaluación de la AOPJA.

12.4. PROGRAMACIÓN DEL SEGUIMIENTO

Para garantizar la correcta implementación y evolución de BIM y el Gemelo Digital en la AOPJA, se establecerá una programación detallada del seguimiento, alineada con la estrategia general de transformación digital de la organización. Este programa de seguimiento permitirá una evaluación continua del avance de la digitalización y proporcionará información clave para la toma de decisiones.

12.4.1. CRONOGRAMA DETALLADO

Se definirá un calendario estructurado que establezca hitos de seguimiento y evaluación en diferentes plazos: corto, medio y largo plazo.

Se determinarán fechas clave para la recopilación de datos, realización de auditorías, elaboración de informes y revisión de KPIs.

Se integrarán revisiones periódicas del estado de madurez BIM y del uso del Gemelo Digital en los proyectos de la AOPJA.

Se garantizará la sincronización del cronograma de seguimiento con los ciclos presupuestarios y los planes operativos de la AOPJA.

12.4.2. ALINEACIÓN CON EL PLAN ESTRATÉGICO DE LA AOPJA

El programa de seguimiento estará estrechamente vinculado a los objetivos estratégicos de transformación digital de la AOPJA.

Se asegurará que el seguimiento de la implementación BIM y del Gemelo Digital esté integrado en la planificación estratégica de la organización.

Se fomentará una visión transversal del seguimiento, asegurando que todas las áreas implicadas en la digitalización participen activamente en el proceso.

Expediente	TAA-4102/OAT0	162 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

Se establecerá un marco de gobernanza que facilite la coordinación entre los responsables del seguimiento y los equipos técnicos de la AOPJA.

12.4.3. NIVELES DE SEGUIMIENTO

Seguimiento a nivel de tecnologías adaptadas: Se evaluará la evolución del Gemelo Digital y de todas las herramientas vinculadas al mapa de software que se está desarrollando en la AOPJA.

Seguimiento a nivel de procedimientos: Se analizará la adopción y correcta aplicación de la metodología BIM, así como el uso del Gemelo Digital en las distintas fases de los proyectos.

Seguimiento a nivel organizativo: Se medirá el desarrollo de capacidades BIM en el equipo de la AOPJA y la integración de soluciones tecnológicas en el ecosistema digital de la organización.

Perspectiva humanista y pragmática: Se evaluará la utilidad real de las soluciones digitales implementadas en un escenario plenamente digitalizado, asegurando que la transformación tenga un impacto tangible y positivo en la gestión de infraestructuras.

12.4.4. ESPACIOS DEDICADOS A LA MONITORIZACIÓN Y EVALUACIÓN CONTINUA

Se establecerán sesiones periódicas de seguimiento, en las que el equipo de trabajo de la AOPJA podrá revisar los avances, detectar áreas de mejora y definir estrategias de optimización.

Se destinarán recursos específicos para garantizar la continuidad del proceso de evaluación, asegurando que la monitorización no sea una actividad puntual sino un mecanismo de mejora constante.

Se implementará un sistema de seguimiento estructurado que facilite la toma de decisiones y la adaptación de la estrategia digital en función de los resultados obtenidos.

Se integrarán prácticas de seguimiento en la planificación de certificaciones y normativas relevantes, como la ISO 19650, asegurando su cumplimiento y mantenimiento.

La programación del seguimiento garantizará que la implementación de BIM y el Gemelo Digital en la AOPJA se realice de manera estructurada, con un enfoque basado en la mejora continua y la optimización de procesos, alineado con las necesidades estratégicas de la organización.

12.5. INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPIs)

Para evaluar de manera efectiva la implementación de BIM y el Gemelo Digital en la AOPJA, se establecerá un conjunto de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) que permitirán medir el progreso, identificar áreas de mejora y justificar la inversión realizada, especialmente en el marco de los fondos Next Generation. Estos KPIs

Expediente	TAA-4102/OAT0	163 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

estarán alineados con los objetivos estratégicos de la organización y cubrirán distintos ámbitos de actuación, y serán tales como:

- Adopción de BIM: Porcentaje de proyectos que utilizan BIM.
- Calidad de los modelos BIM: Auditorias de proyectos, obras y digitalización de activos.
- Colaboración: Frecuencia y calidad de las colaboraciones entre los diferentes agentes invo-lucrados.
- Sostenibilidad: Reducción del impacto ambiental de los proyectos.

12.5.1. KPIS DE ADOPCIÓN Y USO DE BIM

- Porcentaje de proyectos que utilizan BIM: Se medirá el número de proyectos nuevos y existentes que utilizan BIM en alguna de sus fases.
- Nivel de madurez BIM: Se evaluará el nivel según la matriz elaborada desde el Plan BIM Nacional.
- Uso BIM: Se evaluará los usos BIM realmente aplicados con respecto a los requeridos

12.5.2. KPIS DE CALIDAD DE MODELOS BIM

- Calidad de los modelos BIM reflejado en Auditorias: Se realizarán auditorias de los proyectos, obras y digitalización de activos de manera similar a las Auditorias de Calidad de AOPJA. Se cuantificará el número de auditorías realizadas con respecto al número de actualización en vigor. En las auditorias se reflejará las interferencias detectadas y resueltas, al igual que la exhaustividad de la información contenida en los modelos BIM.

12.5.3. KPIS DE SOSTENIBILIDAD EN ACTUACIONES DE AOPJA UNA VEZ IMPLANTADA LA HERRAMIENTA “APP 6D” DE PRESUPUESTOS DE SOSTENIBILIDAD DE PROYECTO.

Durante el desarrollo de la Estrategia e incluido en el Plan de acción/implantación BIM se desarrollará una calculadora ambiental de proyectos orientada a calcular las emisiones de carbono de los materiales utilizados en los proyectos de AOPJA con requerimientos y modelos BIM.

Con el sistema AOPJA 6D se podrá generar un presupuesto de sostenibilidad de cada actuación, lo que representa un paso esencial para incorporar la sostenibilidad en todas las fases del ciclo de vida de nuestras infraestructuras, optimizando la medición y gestión del impacto ambiental desde etapas tempranas del proyecto. Su desarrollo no solo mejorará la eficiencia en el cálculo de emisiones, sino que también sentará las bases para sistemas más avanzados en el futuro.

12.6. HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO

Para garantizar un control eficiente y exhaustivo del avance de la implementación BIM y del despliegue del Gemelo Digital en la AOPJA, se empleará un conjunto de herramientas especializadas en la recopilación, procesamiento y visualización de datos clave. Estas herramientas permitirán un seguimiento continuo de los hitos

estratégicos, la adopción de estándares, la operatividad de los sistemas y la integración efectiva de tecnologías digitales.

12.6.1. CUADROS DE MANDO

- Se desarrollarán dashboards interactivos que mostrarán en tiempo real los indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con la adopción de BIM y el uso del Gemelo Digital.
- Los cuadros de mando permitirán la supervisión del grado de cumplimiento de los estándares BIM definidos por la AOPJA, así como la evaluación del desempeño de los procesos digitales.
- Se integrarán fuentes de datos automatizadas que alimenten los dashboards con información actualizada sobre el estado de los proyectos, la colaboración entre agentes y la eficiencia operativa.

12.6.2. HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN VISUAL

- Se utilizarán herramientas de planificación tipo Trello, Planner o similares para la gestión de tareas, asignación de responsabilidades y visualización del progreso en tiempo real.
- Estas plataformas facilitarán el seguimiento de hitos clave en la implementación del Gemelo Digital y el despliegue de BIM, asegurando la coordinación entre los distintos equipos de trabajo.
- Se definirán tableros específicos para la planificación de auditorías BIM, revisiones de calidad de modelos y actividades de capacitación interna.

12.6.3. REUNIONES TELEMÁTICAS Y PRESENCIALES

- Se establecerá una periodicidad para reuniones de seguimiento, combinando encuentros telemáticos y presenciales en función de las necesidades de cada fase del proceso.
- Las reuniones telemáticas permitirán la participación de todos los agentes involucrados sin restricciones geográficas, favoreciendo la comunicación y la toma de decisiones ágil.
- Las reuniones presenciales se centrarán en la revisión de auditorías, el análisis de casos específicos de implementación y la alineación estratégica con las metas definidas en el plan BIM.

Recopilación Automatizada de Datos

- Se desarrollarán mecanismos para la recopilación automatizada de información sobre el uso del CDE propio de la AOPJA, el nivel de adopción del Gemelo Digital y la eficiencia en la gestión documental.
- Se establecerán indicadores que permitan analizar métricas de utilización de los modelos BIM y del Gemelo Digital en entornos de planificación, construcción y operación.
- Se implementará un sistema de trazabilidad digital que facilite la detección de áreas de mejora en la aplicación de metodologías BIM en proyectos de la AOPJA.

12.6.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE ADOPCIÓN BIM

- Se monitorizará el nivel de adopción de BIM a través de auditorías internas basadas en checklists de control de PPIs y verificación de estándares definidos por la AOPJA.
- Se evaluará el cumplimiento de los requisitos de documentación y gestión de la información según las normativas ISO 19650, asegurando la correcta estructuración y entrega de los modelos digitales.
- Se utilizarán herramientas digitales para la supervisión del cumplimiento de procesos definidos en la estrategia BIM de la AOPJA, incluyendo workflows automatizados y registros de actividad en el CDE.

12.6.5. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS BPM PARA EL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y CONTROL DOCUMENTAL

Para garantizar el cumplimiento riguroso de las exigencias documentales y normativas en la implementación de BIM y el despliegue del Gemelo Digital en la AOPJA, se implementarán herramientas de gestión de procesos de negocio (BPM) avanzadas, como **Power Automate**, para la automatización del análisis, validación y control documental. Estas herramientas permitirán una supervisión continua del grado de conformidad con los requisitos establecidos en cada fase del ciclo de vida del proyecto.

La automatización de estos procesos reducirá la carga administrativa, mejorará la trazabilidad de la información y asegurará que la documentación y los modelos BIM cumplan con los estándares definidos en los pliegos y en la normativa técnica vigente.

Ámbitos de Aplicación del BPM en el Control Documental BIM y Gemelo Digital:

1. Validación de Cumplimiento Documental en el Entorno de Información del Proyecto (EIR) de la AOPJA

- Automatización de la revisión del EIR para verificar que la información solicitada en cada fase del proyecto se entregue conforme a los requisitos de estructura, formato y contenido establecidos.
- Integración con el CDE (Common Data Environment) para la validación automática de metadatos, nomenclaturas y estados de aprobación de documentos.
- Alertas automáticas en caso de incumplimiento o falta de documentación requerida, facilitando la corrección y el seguimiento por parte del equipo de control.

2. Validación del Plan de Ejecución BIM (PEB) de la AOPJA

- Implementación de flujos de trabajo automatizados para verificar la correcta alineación del PEB con el EIR y con la normativa ISO 19650.
- Evaluación automática de la calidad del modelado y de la estructura de los entregables BIM en relación con los criterios establecidos en la estrategia BIM de la AOPJA.
- Generación de reportes de conformidad y dashboards interactivos con indicadores sobre el nivel de cumplimiento del PEB en cada fase del proyecto.

3. Exigencias Específicas en Fase de Proyecto

- Desarrollo de scripts y validaciones automáticas para comprobar que los modelos BIM cumplen con los requisitos geométricos y de información definidos en los pliegos.
- Monitorización en tiempo real del uso de estándares BIM, como los niveles de desarrollo (LOD) requeridos para cada disciplina.
- Implementación de rutinas de control documental que garanticen la entrega de modelos con la metadata y la estructura de información adecuadas antes de su aprobación.

4. Exigencias Específicas en Fase de Obras

- Verificación automatizada de la conformidad de los modelos BIM con las especificaciones de construcción, asegurando que reflejen los cambios y as-built generados en obra.
- Validación en tiempo real de la integración de modelos BIM con los sistemas de planificación 4D y costes 5D, garantizando la coherencia entre la planificación digital y la ejecución física.
- Control documental automatizado de los entregables de obra, asegurando que los contratistas proporcionen la información conforme a los formatos y estándares exigidos.

5. Exigencias Específicas en Fase de Operación y Mantenimiento

- Implementación de algoritmos de validación para garantizar que los modelos entregados en la fase de operación cumplen con los requisitos del Gemelo Digital.
- Automatización de la actualización de la información en el Gemelo Digital a partir de los modelos as-built, asegurando su consistencia con la realidad física de la infraestructura.
- Integración con plataformas de Facility Management para el seguimiento de datos operacionales, asegurando la calidad y precisión de la información transferida.

6. Exigencias de Requisitos Geométricos en los Modelos BIM Vinculados al Gemelo Digital

- Desarrollo de herramientas de validación geométrica que permitan detectar desviaciones entre el modelo BIM y el entorno físico capturado mediante tecnologías de escaneo láser o drones.
- Generación de informes de desviaciones geométricas con análisis de tolerancias y propuestas de corrección para la actualización de los modelos.
- Automatización del proceso de revisión de interferencias y errores en el modelado, asegurando que los modelos sean utilizables para simulaciones y análisis en el Gemelo Digital.

7. Exigencias de Requisitos Operacionales en los Modelos BIM Vinculados al Gemelo Digital

- Control de calidad automatizado de los parámetros operacionales incorporados en los modelos BIM, asegurando su compatibilidad con los sistemas de gestión de activos.
- Validación de la correcta estructuración de la información paramétrica en los objetos BIM, garantizando la interoperabilidad con los sistemas de mantenimiento y operación.

- Implementación de mecanismos de actualización automática de la información operacional en el Gemelo Digital mediante conexión con sensores IoT.

8. Exigencias en Procesos de Toma de Datos con Nubes de Puntos o Drones

- Automatización del procesamiento y validación de datos capturados mediante escaneo láser y fotogrametría con drones, asegurando la coherencia con los modelos BIM.
- Integración con herramientas de análisis de datos geoespaciales para la comparación de modelos digitales con la realidad física de la infraestructura.
- Desarrollo de flujos de trabajo que permitan la verificación de la calidad de los datos capturados antes de su incorporación en el Gemelo Digital.

13. GESTIÓN DE RIESGOS

13.1. MITIGACIÓN DE RIESGOS EN LA ESTRATEGIA DIGITAL DE LA AOPJA

La transformación digital en la AOPJA constituye un proceso complejo que implica la incorporación de tecnologías avanzadas, nuevos métodos de trabajo y una reestructuración organizativa para optimizar la gestión de infraestructuras. Si bien este proceso representa una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones, también introduce una serie de riesgos que pueden afectar la viabilidad y el éxito de la implementación digital.

La AOPJA dispone actualmente de un **Mapa de Riesgos** y un **Manual Procedimental de Evaluación de Riesgos**, pero estas herramientas requieren una evolución para adaptarse a los desafíos específicos de la transformación digital. El presente capítulo desarrolla un enfoque integral de gestión de riesgos, proporcionando un marco de referencia para identificar, clasificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados al proceso de digitalización.

Para garantizar la resiliencia organizativa y la sostenibilidad de la transformación digital, es necesario que la AOPJA implemente un **modelo dinámico de gestión de riesgos**, basado en metodologías reconocidas y en una actualización continua de la matriz de riesgos conforme avanza la digitalización. Este modelo debe estar alineado con el marco normativo vigente y las mejores prácticas internacionales en seguridad de la información, gobernanza digital y gestión de la innovación.

El plan de gestión de riesgos se estructura en cuatro pilares fundamentales:

1. **Análisis y Clasificación de Riesgos:** Identificación de las amenazas potenciales y su categorización según su naturaleza y nivel de impacto.
2. **Metodología de Evaluación y Priorización:** Implementación de un sistema estructurado para valorar la criticidad de cada riesgo en función de su probabilidad e impacto.
3. **Estrategias de Mitigación y Plan de Contingencias:** Desarrollo de medidas preventivas, correctivas y reactivas para gestionar los riesgos identificados.

4. **Monitorización y Evaluación Continua:** Definición de un sistema de seguimiento basado en indicadores clave de riesgo y auditorías periódicas.

La gestión de riesgos en la AOPJA debe ser un proceso **transversal e integrado**, involucrando a todas las áreas clave de la organización, desde la dirección estratégica hasta los equipos operativos responsables de la implementación de tecnologías como el **Gemelo Digital BIM** y la metodología BIM en la gestión de infraestructuras. Esta integración permitirá una respuesta más ágil y eficaz ante los desafíos emergentes del proceso de digitalización.

En los siguientes apartados, se detallarán los enfoques metodológicos, herramientas y estrategias diseñadas para minimizar los riesgos en la transformación digital de la AOPJA.

13.2. ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN INTEGRAL DE RIESGOS

La gestión efectiva de los riesgos en la transformación digital de la AOPJA requiere un enfoque estructurado que permita la identificación, evaluación y mitigación de amenazas potenciales. La naturaleza de estos riesgos varía según el ámbito de impacto, pudiendo comprometer la viabilidad del proceso de digitalización, la eficiencia operativa y la seguridad de la información. Para ello, la AOPJA adoptará una metodología de análisis basada en estándares internacionales como **ISO 31000 (Gestión de Riesgos)** e **ISO 27005 (Gestión de Riesgos de Seguridad de la Información)**, asegurando un marco coherente de evaluación y control.

El análisis de riesgos debe contemplar los siguientes aspectos clave:

- **Identificación Temprana de Riesgos:** Implementación de un proceso continuo de detección de amenazas a lo largo del ciclo de vida del proceso de digitalización, incluyendo la fase de planificación, implementación y operación.
- **Clasificación de Riesgos:** Segmentación de los riesgos en categorías específicas para su análisis diferenciado y priorización de acciones correctivas.
- **Evaluación del Impacto y Probabilidad:** Aplicación de una matriz de riesgos que permita valorar la criticidad de cada amenaza en función de su frecuencia y consecuencias.
- **Asignación de Responsabilidades:** Definición de roles específicos dentro de la AOPJA para la gestión y respuesta ante incidentes, estableciendo protocolos de acción en cada escenario de riesgo.

El proceso de clasificación de riesgos dentro de la transformación digital de la AOPJA se organiza en seis categorías principales:

1. **Riesgos Estratégicos:** Aquellos que afectan la alineación de la estrategia digital con los objetivos institucionales. Incluyen la falta de una hoja de ruta clara, cambios en las prioridades gubernamentales y resistencia organizacional a la digitalización.

2. **Riesgos Operativos:** Impactan la continuidad de los procesos internos debido a la introducción de nuevas herramientas tecnológicas. Comprenden fallos en la gestión del cambio, deficiencias en la capacitación del personal y problemas de interoperabilidad entre sistemas.
3. **Riesgos Tecnológicos:** Relacionados con la seguridad de la información, fallos en la infraestructura digital, problemas de integración de software y vulnerabilidades en el uso de nuevas tecnologías como el **Gemelo Digital BIM**.
4. **Riesgos de Capital Humano:** Dificultades derivadas de la falta de formación técnica, resistencia al cambio y déficit de competencias digitales en los equipos de trabajo.
5. **Riesgos de Cumplimiento Normativo:** Desafíos asociados al cumplimiento de normativas nacionales e internacionales en materia de protección de datos, seguridad de la información y estándares BIM (ISO 19650).
6. **Riesgos de Dependencia Externa:** Problemas relacionados con la externalización de servicios críticos, la falta de control sobre proveedores tecnológicos y la dependencia de licencias de software o infraestructuras externas.

Para garantizar una gestión integral, el **Grupo Motor BIM de la AOPJA** supervisará la actualización constante del Mapa de Riesgos, asegurando que se adopten medidas de mitigación adaptadas a la evolución de la transformación digital. La implementación de herramientas de análisis de datos y monitoreo continuo permitirá mejorar la capacidad de respuesta ante posibles incidentes y optimizar la resiliencia digital de la organización.

13.3. CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Para garantizar un enfoque estructurado en la gestión de riesgos, la transformación digital de la AOPJA requiere una categorización detallada que permita identificar, analizar y mitigar amenazas de manera eficaz. La clasificación de los riesgos se realiza en función de su origen, impacto y relevancia en el proceso de digitalización.

→ 1. Riesgos Estratégicos

Estos riesgos afectan la alineación entre la estrategia digital y los objetivos institucionales de la AOPJA. Una deficiente planificación estratégica o la falta de liderazgo digital pueden comprometer la sostenibilidad del proceso de transformación.

- **Falta de una visión estratégica clara:** La ausencia de un plan consolidado puede provocar esfuerzos dispersos y descoordinados en la implementación de tecnologías digitales.
- **Resistencia organizacional al cambio:** La falta de cultura digital y la desconfianza en las nuevas tecnologías pueden ralentizar la adopción de soluciones innovadoras.
- **Desalineación con políticas gubernamentales:** Cambios en la regulación o en las prioridades estratégicas de la Junta de Andalucía pueden generar incertidumbre en el despliegue digital.

→ 2. Riesgos Operativos

Expediente	TAA-4102/OAT0	170 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

Estos riesgos afectan la continuidad y eficiencia de los procesos internos debido a la incorporación de nuevas herramientas digitales en la AOPJA.

- **Interrupción de operaciones:** La implementación de tecnologías como el **Gemelo Digital BIM** sin un plan de transición adecuado puede generar fallos en la ejecución de proyectos.
- **Falta de interoperabilidad tecnológica:** Problemas de compatibilidad entre sistemas existentes y nuevas soluciones pueden ocasionar dificultades en la gestión de datos y procesos.
- **Deficiencias en la gestión del cambio:** Si los equipos de trabajo no reciben la capacitación adecuada, la transformación digital puede enfrentar obstáculos significativos en su ejecución.

→ 3. Riesgos Tecnológicos

Los riesgos tecnológicos están relacionados con la seguridad, fiabilidad e integración de las nuevas herramientas digitales en el ecosistema de la AOPJA.

- **Ciberseguridad y protección de datos:** La digitalización incrementa la exposición a amenazas cibernéticas, por lo que es necesario implementar **protocolos de seguridad avanzados** alineados con el **Esquema Nacional de Seguridad (ENS)**.
- **Fallos en la infraestructura digital:** Problemas de escalabilidad y rendimiento de las plataformas tecnológicas pueden afectar la operatividad de la organización.
- **Incertidumbre en la madurez tecnológica:** La adopción de nuevas soluciones como el **Gemelo Digital BIM** sin un análisis adecuado de su viabilidad puede generar riesgos de implementación.

→ 4. Riesgos de Capital Humano

Los factores humanos desempeñan un papel crucial en la transformación digital. La falta de formación y resistencia al cambio pueden ralentizar el proceso.

- **Déficit de competencias digitales:** La carencia de conocimientos especializados en BIM y gestión digital de infraestructuras puede afectar la eficacia del proceso de transformación.
- **Resistencia al cambio:** La falta de confianza en la tecnología y el temor a la automatización pueden generar rechazo por parte del personal.
- **Sobrecarga de trabajo:** La adaptación a nuevas herramientas digitales sin una redistribución de tareas adecuada puede generar presión sobre los equipos de trabajo.

→ 5. Riesgos de Cumplimiento Normativo

El entorno normativo y regulador en transformación digital está en constante evolución, lo que genera desafíos para la AOPJA en términos de cumplimiento.

- **Adaptación a estándares BIM y normativas internacionales:** El uso de metodologías como la **ISO 19650** en la gestión de modelos BIM requiere procesos estrictos de control y verificación.

Expediente	TAA-4102/OAT0	171 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

- **Protección de datos y privacidad:** La recopilación y almacenamiento de información en entornos digitales debe cumplir con las regulaciones de protección de datos, como el **RGPD**.
- **Cumplimiento del Esquema Nacional de Seguridad:** La digitalización de la AOPJA debe alinearse con los requisitos establecidos en el **Real Decreto 311/2022**.
- **6. Riesgos de Dependencia Externa**

Los procesos de transformación digital pueden generar una dependencia excesiva de terceros en términos de tecnología, soporte y servicios críticos.

- **Falta de control sobre proveedores tecnológicos:** La externalización de servicios digitales puede limitar la autonomía de la AOPJA y aumentar la vulnerabilidad ante fallos externos.
- **Dependencia de software propietario:** La adopción de soluciones tecnológicas sin alternativas de código abierto puede generar costos adicionales y restricciones en la interoperabilidad.
- **Riesgos en la continuidad del servicio:** La falta de garantías en el soporte y mantenimiento de las herramientas digitales puede afectar la estabilidad de los procesos operativos.

13.4. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE RIESGOS

Para gestionar eficazmente los riesgos asociados a la transformación digital de la AOPJA, es imprescindible establecer una metodología de evaluación y priorización que permita identificar las amenazas más críticas y diseñar estrategias de mitigación adecuadas. La metodología propuesta se basa en un enfoque cuantitativo y cualitativo, alineado con las mejores prácticas internacionales en gestión de riesgos, tales como **ISO 31000** y el **Esquema Nacional de Seguridad (ENS)**.

1. Fases del Proceso de Evaluación de Riesgos

- **Identificación de Riesgos**
 - Análisis detallado del ecosistema digital de la AOPJA, considerando aspectos tecnológicos, operativos, estratégicos y normativos.
 - Aplicación de técnicas de análisis de riesgos como **HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment)** y **FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)** para detectar amenazas potenciales.
 - Recopilación de información a partir de auditorías internas, encuestas a empleados y análisis de incidentes previos en administraciones públicas similares.
- **Clasificación y Caracterización de Riesgos**
 - Agrupación de riesgos según su tipología (estratégicos, operativos, tecnológicos, capital humano, normativos y dependencia externa).
 - Evaluación de las posibles consecuencias y su impacto en la continuidad de los procesos digitales.
- **Análisis de Probabilidad e Impacto**
 - Cada riesgo se evalúa en función de dos criterios principales:

Expediente	TAA-4102/OAT0	172 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

1. **Probabilidad de ocurrencia:** Se determina mediante un análisis histórico de eventos similares y modelos predictivos.
 2. **Impacto potencial:** Se mide en términos de costos económicos, afectación operativa y reputacional.
 - Se utiliza una escala de 1 a 5 para cada criterio:
 1. **1:** Muy bajo
 2. **2:** Bajo
 3. **3:** Moderado
 4. **4:** Alto
 5. **5:** Crítico
- **Cálculo del Nivel de Riesgo**
 - Se establece un **índice de criticidad** mediante la fórmula: $\text{Nivel de Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Impacto}$
 - En función del resultado, los riesgos se agrupan en cuatro niveles de prioridad:
 1. **Riesgos críticos (16-25):** Requieren intervención inmediata y planes de mitigación urgentes.
 2. **Riesgos altos (10-15):** Necesitan seguimiento constante y medidas preventivas sólidas.
 3. **Riesgos moderados (5-9):** Deben ser monitoreados periódicamente con estrategias de control adecuadas.
 4. **Riesgos bajos (1-4):** Se gestionan con medidas básicas de prevención.
 - **Desarrollo de Planes de Mitigación**
 - Para cada riesgo identificado, se define una estrategia específica de mitigación basada en:
 1. **Prevención:** Acciones para evitar la ocurrencia del riesgo (formación, mejora de procesos, implementación de estándares).
 2. **Corrección:** Medidas para minimizar el impacto en caso de materialización del riesgo.
 3. **Contingencia:** Planes de recuperación para restablecer la normalidad operativa en caso de fallo.
 - Se asignan responsables para la implementación y supervisión de cada estrategia de mitigación.
 - **Monitorización y Actualización Continua**
 - Se establece un **Sistema de Indicadores de Riesgo** integrado en el cuadro de mando de la AOPJA.
 - Se programan revisiones periódicas para actualizar el mapa de riesgos, ajustando las estrategias en función de cambios tecnológicos, regulatorios y operativos.
 - Se realiza un análisis post-incidente en caso de materialización de un riesgo, documentando lecciones aprendidas para fortalecer futuras medidas de mitigación.
 - **Integración en el Marco de Gestión de Riesgos de la AOPJA**

La metodología propuesta debe incorporarse al **Mapa de Riesgos existente en la AOPJA**, asegurando su alineación con el **Manual Procedimental de Evaluación de Riesgos** y con los estándares de seguridad de la información como ISO/IEC 27001.

Además, se recomienda la implementación de **herramientas automatizadas de gestión de riesgos**, como plataformas BPM para el control documental y la generación de reportes en tiempo real sobre la evolución del perfil de riesgo de la organización.

14. MARCO DE EVALUACIÓN INTEGRAL BASADA EN SROI, SLCA Y ODS

14.1. MARCO INTEGRAL DE EVALUACIÓN

La transformación digital de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) mediante la implantación de BIM y Gemelos Digitales no puede considerarse un simple proceso de modernización tecnológica. Su impacto debe evaluarse desde una perspectiva holística que contemple no solo mejoras en eficiencia y operatividad, sino también beneficios tangibles e intangibles para la sociedad y el medioambiente.

Para ello, se propone la adopción de un **marco de evaluación basado en tres pilares estratégicos: el Social Return on Investment (SROI), el Social Life Cycle Assessment (SLCA) y la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**.

Este marco se establecerá como un instrumento metodológico clave dentro de la AOPJA para medir los efectos de la digitalización en infraestructuras públicas, justificando así la inversión y garantizando una transformación digital con un impacto medible en términos de sostenibilidad, equidad y desarrollo económico.

El Retorno Social de la Inversión (SROI) permite cuantificar y monetizar el impacto social de la digitalización en infraestructuras públicas, ofreciendo un enfoque financiero que va más allá de la rentabilidad económica. A través de un análisis de costos y beneficios extendido, el SROI permite valorar cómo la adopción de BIM y Gemelos Digitales puede traducirse en beneficios para la sociedad en términos de accesibilidad, eficiencia operativa y reducción de impactos negativos en el entorno construido. Su implementación en la AOPJA permitirá establecer métricas concretas que justifiquen la inversión en digitalización, asegurando que los proyectos generen valor más allá de la rentabilidad inmediata.

Para ello, será necesario desarrollar una metodología estructurada que incluya la identificación de los principales grupos de interés afectados, la definición de indicadores clave de impacto y la conversión de estos impactos en términos monetarios para facilitar la toma de decisiones basada en datos.

Uno de los principales retos para la aplicación del SROI en la digitalización de infraestructuras es la identificación y cuantificación de los beneficios sociales derivados de la implantación de BIM y Gemelos Digitales. Por ejemplo, el uso de modelado BIM en la planificación de infraestructuras permite reducir errores de diseño y minimizar modificaciones en obra, lo que se traduce en un menor desperdicio de materiales y en una reducción de los

costos indirectos asociados a retrasos y sobrecostos. Desde una perspectiva social, estas mejoras implican un menor impacto para la comunidad afectada por la construcción, una reducción de las molestias derivadas de los trabajos en la vía pública y una mayor eficiencia en la asignación de recursos. La integración de Gemelos Digitales en la operación y mantenimiento de infraestructuras permite anticipar fallos y optimizar las intervenciones de mantenimiento, lo que prolonga la vida útil de las infraestructuras y mejora la seguridad y calidad del servicio para los ciudadanos.

Para garantizar la aplicación efectiva del SROI en la AOPJA, se propone la implementación de un sistema de monitoreo basado en indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitan medir en tiempo real el impacto social de la digitalización. Estos indicadores incluirán parámetros como la reducción de tiempo y costos de ejecución de obras, la optimización de la gestión del ciclo de vida de las infraestructuras, la mejora en la transparencia y el acceso a la información pública y la reducción de la huella de carbono derivada del uso de tecnologías digitales. La incorporación de estas métricas en la planificación estratégica de la AOPJA permitirá justificar y priorizar inversiones en digitalización en función de su impacto social y ambiental.

El Social Life Cycle Assessment (SLCA) complementa al SROI proporcionando un enfoque basado en la evaluación de los impactos sociales de la digitalización a lo largo de todo el ciclo de vida de las infraestructuras. Mientras que el SROI permite monetizar el impacto social, el SLCA proporciona una metodología estructurada para identificar, evaluar y mitigar los riesgos sociales asociados a cada fase del ciclo de vida de una infraestructura digitalizada. En este sentido, el SLCA resulta esencial para garantizar que la digitalización no solo sea eficiente desde un punto de vista técnico y económico, sino que también respete principios de equidad, accesibilidad y sostenibilidad social.

La implementación del SLCA en la AOPJA requerirá la adopción de un enfoque sistémico que contemple todas las fases del ciclo de vida de las infraestructuras, desde la planificación y el diseño hasta la operación y el desmantelamiento. Durante la fase de diseño, el SLCA permitirá evaluar la equidad en la distribución de infraestructuras digitales, asegurando que la digitalización beneficie por igual a todas las comunidades y no agrave desigualdades territoriales. En la fase de construcción, el SLCA permitirá analizar el impacto en las condiciones laborales de los trabajadores del sector, identificando oportunidades de mejora en materia de seguridad y salud laboral. Durante la fase de operación y mantenimiento, el SLCA permitirá medir el desempeño de las infraestructuras digitalizadas en términos de eficiencia y accesibilidad, asegurando que los beneficios de la digitalización lleguen efectivamente a los ciudadanos. Finalmente, en la fase de fin de vida y reutilización, el SLCA facilitará la planificación de estrategias de reciclaje y aprovechamiento de recursos, promoviendo un enfoque basado en la economía circular.

En el contexto de la AOPJA, la adopción del SLCA permitirá garantizar que la digitalización de infraestructuras públicas contribuya a la creación de empleo de calidad, al fortalecimiento de la economía local y a la mejora de la accesibilidad y equidad en el acceso a infraestructuras. Asimismo, permitirá identificar posibles impactos negativos asociados a la digitalización, como la exclusión digital de determinados grupos de población, y diseñar estrategias para mitigarlos.

El marco de evaluación propuesto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, asegurando que la digitalización de infraestructuras en la AOPJA contribuya activamente a la consecución de metas globales en materia de sostenibilidad. En este sentido, la estrategia digital de la AOPJA se enmarca dentro de los ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), ODS 12 (Producción y Consumo Responsable), ODS 13 (Acción por el Clima) y ODS 16 (Paz, Justicia e Instituciones Sólidas). Cada uno de estos objetivos establece un marco de referencia que permitirá a la AOPJA orientar sus iniciativas de digitalización hacia un impacto social y ambiental positivo.

Para garantizar que este marco de evaluación se integre de manera efectiva en la planificación estratégica de la AOPJA, se propone la creación de un sistema de indicadores y herramientas de monitoreo que permitan medir en tiempo real el impacto social y ambiental de la digitalización. Este sistema deberá incluir un conjunto de métricas alineadas con el SROI, el SLCA y los ODS, permitiendo evaluar de manera objetiva la contribución de la digitalización a la mejora del bienestar social y la sostenibilidad.

La implementación de este marco de evaluación integral no solo dotará a la AOPJA de una herramienta robusta para la toma de decisiones en materia de digitalización, sino que también permitirá posicionar a la agencia como un referente en la aplicación de metodologías innovadoras para la evaluación del impacto de la digitalización en infraestructuras públicas. A largo plazo, la adopción de este modelo contribuirá a garantizar que la transformación digital de la AOPJA no solo sea eficiente y rentable, sino que también genere un impacto positivo y medible en la sociedad y el medioambiente.

Expediente	TAA-4102/OAT0	176 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

15. RECURSOS

15.1. PLAN DE ACCIÓN

El Plan de Acción es un documento estratégico que detalla las acciones concretas a llevar a cabo para implementar la metodología BIM en la AOPJA.

Este plan incluirá:

- **Objetivos específicos:** Definición clara de los resultados esperados a corto, mediano y largo plazo.
- **Cronograma:** Establecimiento de un calendario detallado con fechas de inicio y fin para cada actividad.
- **Asignación de responsabilidades:** Determinación de los equipos y personas responsables de cada tarea.
- **Presupuesto:** Asignación de los recursos financieros necesarios para la implementación.
- **Indicadores de desempeño:** Definición de los KPIs que permitirán medir el progreso y el éxito del plan.

15.2. PLAN DE IMPLANTACIÓN BIM

El Plan de Implantación BIM es un documento más técnico que especifica los pasos a seguir para la implementación de BIM en los proyectos de la AOPJA. Este plan incluirá:

- **Selección de software:** Definición de las herramientas BIM a utilizar en función de las necesidades de la agencia.
- **Estándares BIM:** Establecimiento de los estándares y convenciones que se seguirán en los proyectos.
- **Procedimientos:** Descripción detallada de los procesos de trabajo, desde la creación del modelo BIM hasta la entrega final del proyecto.
- **Capacitación:** Diseño de un plan de formación para el personal de la AOPJA.
- **Pilotos:** Definición de los proyectos piloto para validar la implementación de BIM.

15.3. MANUAL BIM DE LA AOPJA

El Manual BIM de la AOPJA es un documento de referencia que contiene toda la información necesaria para trabajar con BIM en la agencia.

Este manual incluirá:

- **Introducción a BIM:** Conceptos básicos, beneficios y alcance.
- **Terminología BIM:** Glosario de términos técnicos.
- **Estándares BIM:** Normas y convenciones adoptadas por la AOPJA.
- **Procedimientos detallados:** Guía paso a paso para la creación y gestión de modelos BIM.
- **Mejores prácticas:** Recomendaciones y consejos para optimizar el uso de BIM.
- **Ejemplos prácticos:** Casos de estudio de proyectos realizados con BIM.

15.4. GUÍA BIM DE LA AOPJA

La Guía BIM de la AOPJA es un documento más conciso y práctico que el manual. Esta guía está dirigida a usuarios con menos experiencia en BIM y tiene como objetivo proporcionar una visión general de la metodología y sus beneficios. La guía incluirá:

- Resumen de los conceptos clave de BIM.
- Beneficios de utilizar BIM en proyectos de infraestructura.
- Recomendaciones para la selección de software BIM.
- Consejos para una colaboración eficaz en proyectos BIM.

En resumen, estos cuatro documentos formarán un conjunto de herramientas esenciales para garantizar el éxito a largo plazo de la estrategia de digitalización de la AOPJA. Al proporcionar una guía clara y detallada para la implementación y el uso de BIM, estos recursos permitirán a la agencia optimizar sus procesos, mejorar la calidad de sus proyectos y posicionarse como un referente en el sector de la construcción.

Expediente	TAA-4102/OAT0	178 de 180
Actividad	Nº y denominación corta de actividad	
Título del documento	ESTRATEGIA BIM AOPJA	

16. GLOSARIO

Glosario Unificado de Términos Relacionados con BIM y la Transformación Digital en la AOPJA:

A

AOPJA: Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía.

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

AIM (Asset Information Model): Modelo de información de activos, utilizado para gestionar la información de los activos a lo largo de su ciclo de vida.

B

BIM (Building Information Modeling): Metodología colaborativa para crear y gestionar un modelo digital de un edificio o infraestructura.

BEP (Building Execution Plan): Plan de ejecución BIM, documento que detalla la estrategia y los procedimientos para implementar BIM en un proyecto específico.

BCF (Building Collaboration Format): Formato estándar para la comunicación de problemas y observaciones entre diferentes herramientas de software BIM.

C

Cobie (Construction Operations Building information exchange): Formato estándar para el intercambio de datos de construcción, utilizado para transferir información de un proyecto de construcción a la fase de operación y mantenimiento.

CDE (Common Data Environment): Entorno común de datos, plataforma colaborativa que permite a todos los participantes en un proyecto acceder, compartir y gestionar la información del proyecto.

Clash Detection: Detección de colisiones entre elementos de un modelo BIM.

G

Gemelo Digital: Representación virtual de un activo físico que integra datos en tiempo real y modelos 3D para simular su comportamiento y facilitar la toma de decisiones.

Gestión de activos: Proceso de planificación, organización, control y evaluación de activos físicos para maximizar su valor y minimizar los riesgos.

I

IFC (Industry Foundation Classes): Formato estándar de intercambio de datos para la industria de la construcción.

I

IoT (Internet de las cosas): Red de dispositivos físicos conectados a internet que pueden recopilar y transmitir datos.

Indicadores clave de desempeño (KPI): Medidas cuantitativas que reflejan el desempeño de una actividad o proceso específico.

Infraestructura crítica: Infraestructura esencial para el funcionamiento de una sociedad, como carreteras, ferrocarriles, etc.

L

LOD (Level of Development): Nivel de desarrollo de un elemento BIM, que define la cantidad y calidad de información asociada a ese elemento.

M

Modelo federado: Modelo BIM creado a partir de la integración de múltiples modelos BIM individuales, cada uno desarrollado por diferentes disciplinas o equipos.

P

PITMA (Plan de Infraestructuras del Transporte y Movilidad de Andalucía): Plan estratégico que define las líneas de actuación en materia de infraestructuras de transporte en Andalucía.

PRTR (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia): Plan financiado por la Unión Europea para la recuperación económica y social de España tras la crisis de la COVID-19.

S

Sostenibilidad: Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas.

Smart city: Ciudad inteligente que utiliza tecnologías de la información y la comunicación para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

T

Transformación digital: Proceso de transformación de una organización mediante la integración de tecnologías digitales en todos sus procesos.