nº 749 / julio_agosto 2024

tramos

Revista del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE



Me complace presentarles este monográfico tan especial dirigido a dar a conocer el valor de BIM en la agenda política y económica de digitalización y sostenibilidad emprendida por el Gobierno de España. Para mí, constituye una gran oportunidad para mostrar el compromiso e impulso del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible al uso de BIM en la contratación pública.

Las infraestructuras del transporte actuales son activos complejos, resultantes de una actividad de diseño, obra y mantenimiento, y fueron diseñadas para satisfacer las necesidades de desplazamientos de los ciudadanos, perdurando en el tiempo.

Bajo la actual agenda política de transportes y movilidad trabajamos por un cambio de paradigma en las infraestructuras, añadiendo a su finalidad principal, la accesibilidad a derechos fundamentales y la movilidad, nuevos objetivos estratégicos de sostenibilidad y de eficiencia económica y energética. A través de BIM y de numerosas iniciativas de digitalización, estamos además preparando la infraestructura para el empleo de otras tecnologías, tales como la inteligencia artificial, el internet de las cosas o la realidad virtual, que nos permitan pasar de mejorar el transporte a innovar en el transporte.

El liderazgo de nuestro Ministerio y el Grupo dependiente del mismo en la implantación de BIM en el sector público es claro: en 2023 el Grupo Transportes invirtió más de 1900 millones de euros en contratos con requisitos BIM, que supusieron el 86 % de la inversión total del ámbito estatal en contratos con BIM.

Esta experiencia ha sido clave para que el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible promoviera en 2023 la aprobación por el Gobierno de un Plan BIM para la contratación pública en el conjunto de la Administración General del Estado y su sector público institucional, con un mandato de uso gradual de BIM en los contratos públicos entre 2024 y 2030.

Con BIM construimos juntos, poniendo la innovación y la sostenibilidad en la movilidad, el transporte y sus infraestructuras, al servicio de las personas.

Óscar Puente
Ministro de Transportes y Movilidad Sostenible

Créditos

Edición y coordinación de contenidos: Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.
Página web: www.transportes.gob.es
Colaboran en este número: Jesús M. Gómez; Guillermo Condado Castaño; Antonio Muruais; Jose Menchén; Francisco Javier González Matesanz; Manuel Arana Burgos, Ignacio Martínez Pérez, Ana Lope Carvajal, Gonzalo Gómez Barquín; Marta Terrero Manzano; Javier Lozano López, Alberto Alcañiz Amat; Vanesa García Alcocer; Áurea Perucho Martínez; Ángel Montero Cabrera, Enrique Rollón Escudero; Oficialía Mayor; María Teresa Verdú Martínez; Álvaro José Fernández-Iruegas Pombo; Elena Limón García; Marta Vall-Ilossera Ferran, Miguel Ángel Carrillo Suárez, Germán Fernández Marín; Carlos Martín-Nieto González; y Francisco Gijón Romero.
Fotografía: Subsecretaría de Transportes y Movilidad Sostenible; Gabinete Técnico de la Subsecretaría; DGC; IGN; Puertos del Estado; Aena; Adif; CEDEX; Patrimonio del Estado; Oficialía Mayor; Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana; INSST; Pexels y Shutterstock.
Comité de Redacción: Presidencia: Jesús M. Gómez García (Subsecretario). Vicepresidencia: Alejandra González Madrid (Secretaria General Técnica). Vocales: Pere Rostoll Fernández (Director de Comunicación), Ainhoa Morondo Quintano (Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado); Aida Joaquín Acosta (Jefa del Gabinete de la Subsecretaría), Mónica Marín Díaz (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transporte Terrestre), Elena María Atance Herreros (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes Aéreo y Marítimo).
Diseño y maquetación: Chelo Cruz. Centro de Publicaciones.
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléfono: 915 977 000. Suscripciones: Mª Ángeles Baltar Arnaiz: 915 977 260 y Estrella Benedito Culebras 915977814. e-mail: cpublic@mitma.es

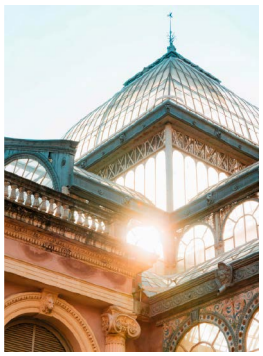
Acceso a la publicación en digital y compra de la revista en papel en Centro de Publicaciones - Revista TRAMOS (mitma.gob.es)
Y al histórico de la revista en https://www.mitma.es/el-ministerio/informacion-para-el-ciudadano/revista/listado-de-revistas
Dep. Legal: M-666-1958.
ISSN: 2792-4564.
ISSNe: 2792-4572.
NIPO: 196-24-001-2 y
NIPOe: 196-24-002-8.

Esta publicación no se hace necesariamente responsable solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas.
Esta revista se imprime en papel FSC o equivalente

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

Contenido

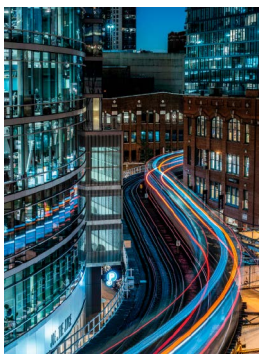
nº 749 / julio_agosto 2024



4 **BIM en la agenda de política económica, de digitalización y sostenibilidad**

6 Implantando BIM en la contratación pública

20 El Observatorio de Licitaciones Públicas BIM



32 **BIM transforma las infraestructuras del transporte**

34 BIM en la Red de Carreteras del Estado

44 GIS-BIM. Sinergia para la eficiencia y la sostenibilidad

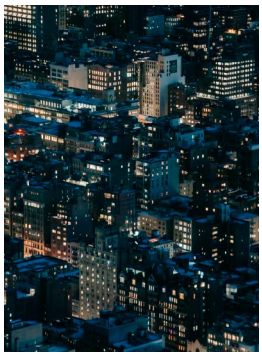
58 BIM en el Sistema Portuario de Titularidad Estatal

68 Gestión BIM de las infraestructuras aeroportuarias de Aena

76 Implantación BIM en Adif y Adif Alta Velocidad

86 Innovación BIM en el CEDEX

BIM

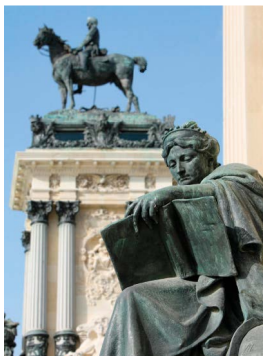


98 | **BIM transforma la edificación**

100 Impulso BIM desde Patrimonio del Estado

110 Hacia una gestión digital con BIM en la Oficialía Mayor

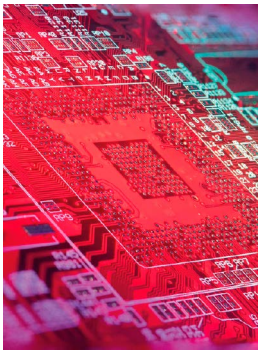
118 BIM y la digitalización como vector de la calidad de la Arquitectura



128 | **BIM para las personas**

130 BIM y la gestión de los riesgos laborales a lo largo de la vida de una construcción

138 Una visión de futuro de las profesiones y los profesionales



152 | **BIM para la transformación digital**

154 Un Entorno Común de Datos de la Administración



#BIM en la agenda de política económica, de digitalización y sostenibilidad

BIM es una herramienta decisiva para alcanzar los objetivos de las distintas estrategias públicas de digitalización, sostenibilidad y economía circular adoptadas en los últimos años tanto a nivel nacional, como de la UE e internacional.

Los contenidos de este apartado describen cómo el Plan BIM en la contratación pública se articula para lograr una mayor eficiencia del gasto público, digitalización y sostenibilidad del sector de la construcción. Se trata de un mandato de ámbito nacional que establece una implantación progresiva y gradual de la metodología en la contratación pública y que se alinea con las políticas europeas que aluden a su potencial transformador para lograr una construcción más resiliente y competitiva con el fin de avanzar hacia una transición verde y digital del entorno construido.

Asimismo, se presentan los principales datos de los análisis cuantitativo y cualitativo del uso creciente de BIM en la contratación pública del Observatorio de Licitaciones BIM desde el año 2017, que servirán de apoyo para una mejora continua del Plan BIM por parte de la CIBIM.

Un proyecto para la eficiencia del gasto público y la construcción digital y sostenible en España

Implantando BIM en la contratación pública

El Plan BIM en la contratación pública refleja el compromiso de la Administración pública, y en particular del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible con la digitalización y la sostenibilidad del sector de la construcción. También incluye acciones habilitadoras y facilitadoras para contribuir a una transición gradual y progresiva hacia el uso de BIM en la contratación pública, que no deja a nadie atrás y proporciona beneficios no solo para la Administración sino para todo el sector.

Texto: **Jesús M. Gómez,** subsecretario de Transportes y Movilidad Sostenible y presidente de la CIBIM



BIM: digitalización de la construcción y eficiencia del gasto público

Desde 2018, año en el que el Gobierno creó una Comisión Interministerial BIM (CIBIM) con el encargo de desarrollar el Plan para la incorporación de BIM en la contratación pública, el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, a través de la Subsecretaría, ha asumido el encargo de su elaboración y de la preparación del sector público y privado para esta importante transformación que afecta, fundamentalmente, al sector de la construcción en sentido amplio. Se trata de un sector con relevantes cifras de inversión pública y constituido por pequeñas y medianas empresas con una alta capacidad técnica y una baja digitalización.

BIM proporciona una fuente única para almacenar y gestionar información sobre activos físicos, incluidos edificios e infraestructura, lo que facilita la realización de tareas de diseño, ejecución de obras, mantenimiento preventivo, la planificación de renovaciones y la gestión de activos a lo largo de su ciclo de vida.

El uso de BIM constituye uno de los pilares fundamentales en la digitalización del sector de la construcción, que contribuirá a afrontar con mayores garantías sus retos de seguridad, sostenibilidad y resiliencia, y a reforzar y mejorar su competitividad, tanto en el contexto nacional como en los mercados internacionales. Diversos informes pronostican que la adopción de BIM generará unos ahorros de entre el 10 % y el 20 % fundamentalmente, en la etapa de explotación y mantenimiento. Y entre otros, BIM contribuye a la sostenibilidad en el sector a través de una reducción estimada del 15 % del volumen de residuos y un 57 % de los costes de gestión de residuos.

> **El camino emprendido por España con el Plan BIM se alinea con la Estrategia industrial de la UE, en concreto con el Camino de Transición para la Construcción (Transition Pathway for Construction) que hace hincapié en una rápida transición verde y digital de la industria de la construcción.**

El uso de BIM en la Administración pública puede aportar una serie de beneficios derivados de disponer de más información digital, centralizada y accesible como base confiable para la toma de decisiones sobre activos.

BIM permite sacar un mayor partido de la información digital a través de una gestión más colaborativa que abarca el ciclo de vida de las infraestructuras y los edificios, con la consiguiente mejora de la eficiencia del gasto público, y contribuirá a la realización de tareas como la auditoría y la verificación del cumplimiento normativo con mayor agilidad.

Uso estratégico de la contratación pública

Como señala la Estrategia Nacional de Contratación Pública (ENCP) aprobada en diciembre de 2022, cada día más, la contratación pública se revela como una herramienta fundamental al servicio de las políticas públicas. La ENCP se alinea con lo manifestado, entre otros, por el Consejo de la Unión Europea (2020/C412 I/01), e insiste a los compradores públicos en la utilización de su poder adquisitivo de forma estratégica para obtener una mejor relación calidad-precio, y apoyar la transición hacia una economía más ecológica, más innovadora y circular, en particular invirtiendo en infraestructuras sostenibles, en productos reutilizables, reciclables, reparables y eficientes en el uso de los recursos, así como en la renovación de edificios públicos para mejorar su sostenibilidad y optimizar los costes del ciclo de vida.

El nivel de gasto en la contratación pública de 2022 alcanzó el 11,52 % del producto interior bruto (PIB) y el 24,11 % del total de gasto público, según el Informe Anual 2023 de Supervisión de la Oficina Independiente de Regulación y Supervisión de la Contratación (OIReScon), por lo que el uso estratégico de la contratación es una herramienta esencial de la política económica y de la agenda política de digitalización, sostenibilidad

y digitalización de nuestro país, entre otros.

Los poderes públicos son los principales promotores del sector de la construcción al concentrar las grandes inversiones en el mismo. Además, como gestores de activos, ejercen una influencia significativa y tienen la capacidad de promover la transformación digital del sector mediante la adopción de BIM en la contratación pública.

El camino emprendido por España para adoptar BIM, no es una iniciativa aislada. Se alinea con la Estrategia industrial actualizada de la UE (Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery) que hace hincapié en una rápida transición verde y digital de la industria de la UE y sus ecosistemas, y el documento Camino de Transición para la Construcción (Construction Transition Pathway) de la Comisión Europea que describe las condiciones y acciones necesarias para lograr un ecosistema de construcción resiliente, competitivo, más ecológico y digital, y propone acciones que apoyen la transición hacia edificios más seguros y viviendas asequibles para todos los europeos.

En 2023, la inversión con BIM del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y el sector público institucional supuso el 86 % de la contratación pública con uso de BIM en todo el ámbito estatal (Administración General del Estado y su sector público institucional).

El Derecho de la Unión Europea ya había reconocido específicamente el papel de BIM en la Directiva comunitaria de contratación pública. Desde 2014 cita el uso de BIM, y la Comisión Europea considera la contratación pública como un habilitador clave para la digitalización del sector de la construcción y ha citado el uso de BIM en la contratación pública en distintos documentos.

Finalmente, el uso de BIM contribuye a los objetivos establecidos por varios instrumentos estratégicos sobre transición ecológica y digital a nivel nacional, tales como la Agenda Digital 2025 (2020), y el Plan de Digitalización de las Administraciones públicas, la Estrategia Española de Economía Circular (2020), el Plan de Contratación Pública Ecológica (2019) y el Programa Nacional de Reformas, en la Agenda Urbana Española, y específicamente, en el ámbito del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030.

BIM puede afectar a un 25 % de la contratación pública del ámbito estatal

Si se analiza el volumen de contratación pública en el ámbito estatal durante 2023 (comprensivo de la Administración General del Estado y el sector público institucional), éste asciende a aproximadamente 50 000 M€, de los que se estima que un 25 % podría emplear requisitos de información BIM.

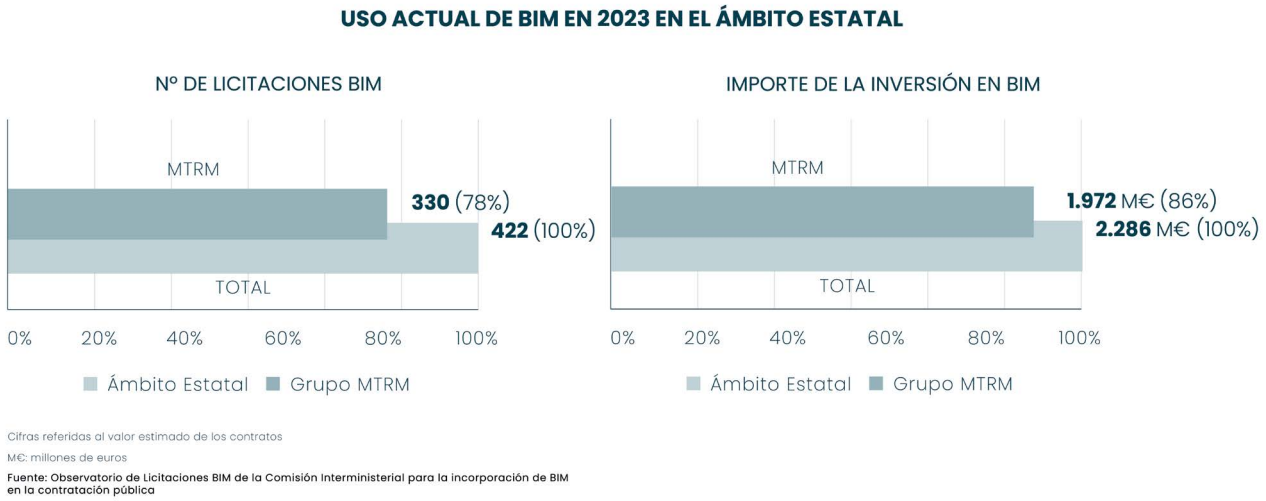
Esta cifra permite concluir que existe un potencial de arrastre muy notable de la contratación pública sobre el sector privado a la hora de emplear BIM, y que, aplicando la horquilla de ahorros en el ciclo de vida de una infraestructura, adoptar BIM en los contratos públicos permitirá ahorros muy relevantes para el gasto público.

Papel tractor del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible en el uso de BIM en la contratación pública

El papel protagonista asignado al Ministerio de Transpor-

Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery.

Transition Pathway for Construction.



Cifras referidas al valor estimado de los contratos

M€: millones de euros

Fuente: Observatorio de Licitaciones BIM de la Comisión Interministerial para la incorporación de BIM en la contratación pública

tes y Movilidad Sostenible en la Presidencia de la Comisión Interministerial BIM (CIBIM) y en la elaboración y seguimiento del Plan BIM guarda relación con la magnitud de la contratación del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, y su sector público institucional, en el conjunto de la contratación pública con requisitos BIM.

Sobre datos de 2023, el importe de las inversiones en BIM del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y su sector público institucional (1972 M€) supone el 86 % de la contratación pública con uso de BIM actual en todo el ámbito estatal (AGE y su sector público institucional) que alcanza 2286 M€.

Plan BIM para la contratación pública

Desde 2017 se han puesto en marcha diversas acciones, encaminadas a conocer la situación de BIM en la contratación pública, y a la preparación del mercado y de la Administración pública. Los análisis iniciales permitieron la definición de los objetivos y de las actuaciones necesarias para diseñar un Plan de incorporación de BIM en la contratación pública.

Análisis de la situación de partida

El análisis de la situación de partida tuvo una doble componente, por una parte el estudio del comportamiento de la contratación pública en cuanto a la introducción de BIM y, por otro lado, el estudio de la situación de las entidades públicas y el sector privado en cuanto al conocimiento y capacitación de sus empleados.

En mayo de 2017, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana puso en marcha el Observatorio de Licitaciones Públicas BIM (Observatorio CIBIM) con el objetivo de conocer el avance de la implantación de la metodología BIM en España. El Observatorio CIBIM revisa periódicamente desde entonces, la publicación de licitaciones públicas en la Plataforma de Contratación del Sector Público y en las plataformas existentes en las comunidades autónomas, para identificar la incorporación de requisitos BIM y llevar a cabo un análisis cuantitativo y cualitativo de licitaciones con BIM publicadas en España, según distintas clasificaciones.

Los informes del Observatorio con datos correspondientes a los últimos años son accesibles desde la web de la Comisión Interministerial BIM en el siguiente enlace Informes periódicos del Observatorio | Comisión Interministerial BIM (mitma.es).

Asimismo, el diagnóstico global de situación se articuló a través de una serie de estudios complementarios:

- El "Informe Diagnóstico del nivel de implantación de BIM en la AGE y sus organismos públicos y entidades dependientes", elaborado por la Comisión Interministerial BIM, en noviembre de 2021.
- La "Encuesta para la Planificación formativa en BIM", realizada por la Comisión Interministerial BIM en octubre de 2022, esta última con el apoyo del Technical Suppport Instrument de la Comisión Europea. Con esta se buscaba disponer de información de las principales unidades (nivel de Subdirección General o rango equivalente) de la Adminis-

tración General del Estado y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o dependientes que gestionan y contratan activos patrimoniales públicos y pueden emplear BIM.

- El "Cuestionario de metodología BIM para la PYME", realizado por la Comisión Interministerial BIM en octubre de 2022, también con el apoyo del Technical Suppport Instrument de la Comisión Europea. Dicha encuesta se difundió a través de las principales asociaciones y colegios profesionales del sector y tenía como objetivo conocer las ventajas percibidas por las pymes del sector de la construcción por el uso de BIM, analizar la situación actual del sector en relación con el uso de BIM (experiencia y capacidades), diagnosticar las posibles barreras y considerar medidas para atender las singularidades de los distintos tipos de pyme y facilitar su participación en los contratos públicos que utilicen BIM.
- En base a los estudios anteriores, se realizó un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) del sector de la construcción y del estado con respecto a BIM de los órganos de contratación.

Las conclusiones de estos estudios se recogieron en un esquema tipo DAFO en el que se identificaban debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que rodean el proyecto de implantación de BIM en la contratación pública del sector público estatal.

De este diagnóstico inicial se obtuvo, como evaluación de partida, que si bien el nivel de conocimiento previo y experiencia eran modestos inicialmente, en los últimos años se evidenciaba un importante compromiso de los órganos de contratación y una expectativa de uso generalizada. Además, la contratación pública con BIM creció significativamente entre 2020 y 2023, destacando el nivel de madurez de los órganos de algunas de las entidades del sector público institucional del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (Adif, Aena y Puertos del Estado). Estas experiencias fueron exhaustivamente consideradas para definir una hoja de ruta en la implantación de BIM en una organización que pudiera servir de utilidad en otras unidades administrativas.
También se concluyó que no impulsar BIM desde la contratación pública podría incrementar el riesgo de una incoporación fragmentada y rápidamente desactualizada, que afectaría al conjunto del sector y que, sin duda, reduciría los beneficios que se derivan del uso de BIM.
El diagnóstico anterior se acompañó además con un análisis específico de la situación de la pyme, que constituye aproximadamente el 95,48 % del sector y está escamente digitalizada. Este análisis partió de la realización de la "Encuesta BIM a la PYME del sector de la construcción en España", realizada por la Comisión Interministerial BIM en septiembre de 2022.
El resultado del diagnóstico, tanto interno como específico de la pyme, ayudó entre otros a definir un aspecto clave del Plan: **la incorporación gradual y progresiva de BIM** capaz de explotar las fortalezas y vencer las debilidades iniciales apreciadas en un sector público y privado heterogéneo, que se enfrenta a un proceso de transformación que requiere inversión y capacitación continuada.

Preparación de profesionales y empresas del sector de la construcción

Precisamente para apoyar esta transición del sector privado desde 2017, este Ministerio ha





El Plan BIM en la contratación pública detalla, para el periodo 2024-2030, diversos hitos temporales asociados al uso de Niveles BIM con requisitos de información de complejidad creciente en los contratos públicos, conformando una hoja de ruta para los órganos de contratación.

venido apoyando la formación de profesionales del sector en el uso de la metodología BIM. De manera acumulada, desde dicha fecha se han financiado desde los Presupuestos Generales del Estado actividades formativas impartidas por distintos colegios profesionales afectados por el uso progresivo de la metodología BIM, por un importe aproximado de casi 1,5 M€ .

Asimismo, durante 2023 se han celebrado varios eventos de alcance nacional para la pyme, junto con la CEPYME, Confederación Nacional de la Construcción y Fundación Laboral de la Construcción, apoyados por buildingSMART Spain, para debatir experiencias práticas de implantación en la pyme de interés para todas ellas y discutir las mejores prácticas de incorporación de BIM.

Además, la CIBIM ha producido en 2023, en colaboración con buildingSMART Spain, material audiovisual de carácter divulgativo sobre los cambios que una organización debe llevar a cabo para lograr una implantación eficaz de BIM.

El mandato BIM

El Plan BIM para la contratación pública fue aprobado por el Consejo de Ministros en junio de 2023. En la elaboración de este Plan, España contó en 2022 con el apoyo de la Comisión Europea a través de uno de sus mecanismos de ayuda, el "Technical Support Instrument", programa que se pone a disposición de los Estados miembros para ayudarles a hacer frente a los retos de las reformas estructurales emprendidas.

La CIBIM contó asimismo con el apoyo de su Comité Técnico, conformado por expertos en la implantación del uso de BIM en el sector público y privado.

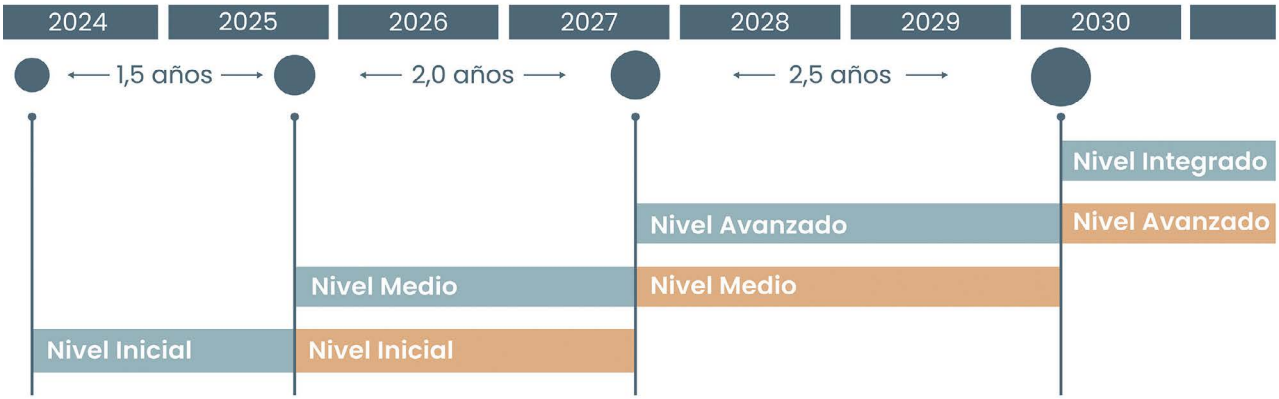
El Plan tiene como objetivo que los órganos de contratación implanten BIM en la gestión de la información en los contratos del sector público relacionados con la construcción, conforme a un calendario progresivo de aplicación en una estrategia de transformación integradora que incluye también la necesidad de adecuación del propio sector de la construcción y, particularmente la pequeña y mediana empresa.

La aplicación de BIM, especialmente en el ámbito público, no constituye una ruptura ni una revolución, sino una evolución hacia un mayor aprovechamiento de una gestión de la información organizada y de las tecnologías de la información poniéndolas al servicio de los empleados públicos. Algunos autores han explicado con acierto que el uso de BIM es un 10 % el uso de tecnología y un 90 % el cambio cultural.

Es importante señalar que el uso de BIM no hace necesario modificar el marco legal vigente relativo a la contratación pública ni introducir nuevas formas de contratación.

Calendario y niveles de implantación BIM

La progresividad del Plan permitirá esta adaptación gradual, especialmente para las unidades o departamentos de menor tamaño. La estrategia se desa-



Progresividad en la implantación de BIM. Plan BIM.

rrolla para el periodo 2024-2030, y en él se detallan diversos hitos temporales, asociados a los Niveles BIM, que conforman una hoja de ruta para los órganos de contratación.

La implantación progresiva y gradual se sustenta en cuatro "Niveles BIM", a los que se suma un nivel previo denominado "No BIM".

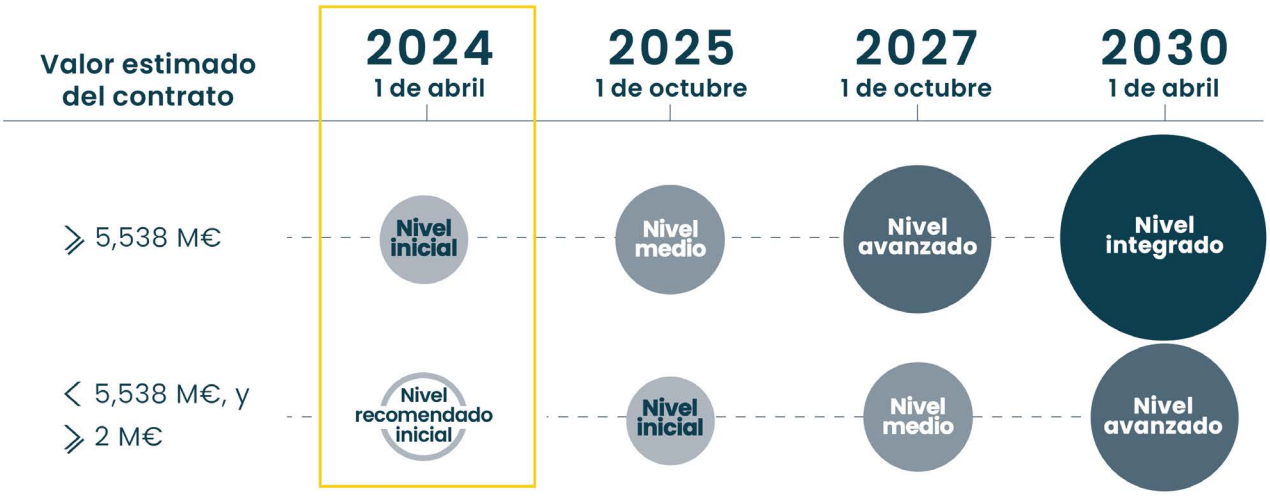
La gradualidad y progresividad del Plan no solo se refleja en un mayor número de Niveles BIM con respecto a los establecidos en otras estrategias de implantación de países del entorno, sino también en un mayor espaciamiento entre los los hitos temporales para las etapas más maduras (Niveles BIM "Avanzado" y "Medio").

El Plan deja al órgano de contratación la posibilidad de disponer de su estrategia interna particular en cuanto a recursos, medios y pasos a dar. No obstante, dispone que el "Nivel BIM" que se solicite en un contrato debe ser equivalente al "Nivel BIM" de la gestión administrativa interna del propio órgano de contratación, todo ello con el fin de evitar un uso avanzado de BIM en un contrato que no pueda ser asimilado por el órgano de contratación.

Documentos de licitación

Por último, cabe destacar que la incorporación de BIM en estos contratos se realiza en la fase de licitación, con la inclusión en los pliegos de prescripciones técnicas particulares, o docu-

TABLA DE CALENDARIO Y NIVELES BIM (PLAN BIM)



M€: millones de euros

Fuente: **Plan BIM**. Comisión Interministerial para la incorporación de BIM en la contratación pública

DEFINICIÓN

REQUISITOS

NIVELES BIM

	DE ESTRATEGIA	DE PROCESOS		
	Estrategia	Procedimientos de trabajo requeridos en el contrato	Coordinación entre partes	Información del contrato
1 PREVIO/ 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.
2 INICIAL	Proyectos piloto o licitaciones aisladas con BIM.	Basados en sistemas de gestión de calidad (UNE-EN ISO 9000 o equivalente).	No se requiere que sea a través del CDE.	Planos CAD y modelos BIM para usos de obtención de planos y coordinación 3D.
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.
4 AVANZADO	Plan de uso BIM para todo el ciclo de vida y multidepar-tamental.	Basados en sistemas de organización y digitalización de la información (UNE-EN ISO 19650 o equivalente). + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos.	Se realiza a través del CDE, con simulaciones y validaciones.	Modelos BIM para usos de obtención de planos, coordinación 3D, mediciones, mantenimiento o conservación y explotación y gestión de activos. Se gestionan y emplean librerías de objetos BIM. Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo.
5 INTEGRADO	Procedimiento sistemático de integración de procesos innovadores para la gestión de contratos.	Procedimientos certificados bajo UNE-EN ISO19650 o equivalente. + Guías o manuales específicos BIM de CIBIM y organismos reconocidos + Manual de entrega de la información basado en UNE-EN ISO 29481 o equivalente.	Se requiere que sea únicamente a través del CDE, con simulaciones y validaciones.	Modelos BIM para cualquier uso. Se gestionan y emplean librerías de objetos BIM. Residualmente cabe información o plano CAD no obtenida del modelo.

DE NIVELES BIM MÍNIMOS

DE TECNOLOGÍA		DE PERSONAS	
Entorno Común de datos (CDE)	Formatos de archivos	Capacitación órgano de contratación	Capacitación licitante
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.
Repositorio común con control de acceso. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario.	Al menos una persona tiene formación BIMy actúa como responsable BIM del contrato.	Se requiere medios humanos con experiencia en contratos con requisitos BIM.
Repositorio común con control de acceso. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas. + Flujos de trabajo y estados de la información definidos, en línea con UNE-EN-ISO 19650.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario.	Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM. Se define un responsable BIM del contrato.	Se requiere medios humanos con experiencia en contratos con requisitos BIM
Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 19650 con distintas funcionalidades. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas.	Formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Para comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, formato BCF o equivalente. Adicionalmente, se podrá requerir formato propietario.	Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM conforme a UNE-EN ISO 19650 + Experiencia previa en contratos gestionados con BIM. Se define un responsable BIM del contrato.	Se requiere medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM.
Solución tecnológica diseñada específicamente como CDE según UNE-EN ISO 19650 con distintas funcionalidades. + Reglas para nomenclatura estandarizada de archivos y carpetas. + Acceso de datos a través de servicios web	Siempre formatos basados en estándares abiertos. Para modelos BIM, IFC según UNE-EN ISO 16739 o equivalente. Para comunicaciones relacionadas con el modelo IFC, formato BCF o equivalente.	+ Todo el equipo de trabajo que participa en el contrato está formado en BIM conforme a UNE-EN ISO 19650. + Experiencia previa en contratos gestionados con BIM. Se define responsable BIM del contrato con 3 años de experiencia gestionando contratos con BIM.	Se requiere medios humanos con experiencia en gestión de proyectos u obras y modelado BIM con al menos 3 años y se valorará la implantación de UNE-EN ISO 19650 y su uso en contratos.

mentos descriptivos en su caso, de requisitos de información BIM que se definirán en función de la fase del ciclo de vida y de las necesidades específicas del contrato; y que responderán a objetivos y usos concretos, es decir, qué se pretende conseguir con el empleo de BIM y cómo se va a usar para alcanzar dichos objetivos. Por ejemplo, si se pretende conseguir una mayor coherencia entre documentos del proyecto, como planos y mediciones, detallando sus usos específicos.

El órgano de contratación podrá adicionalmente incluir requisitos en los pliegos de cláusulas administrativas, tales como criterios de solvencia técnica, de adjudicación o condiciones especiales de ejecución, si lo considera.

Despliegue del Plan BIM en 2024

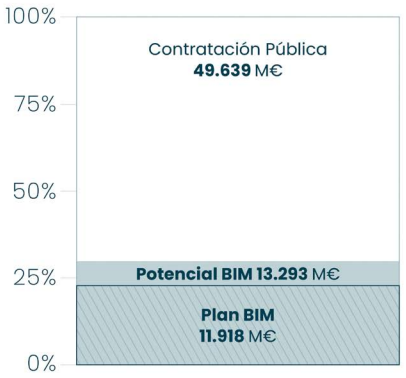
El hito del 1 de abril

2024 es un año clave para el Plan BIM. Desde el 1 de abril es obligatorio para los órganos de contratación emplear un Nivel BIM Inicial en contratos de valor estimado superior a 5,538 M€, y se recomienda a los órganos de contratación que hagan uso de BIM en contratos entre 2 y 5,538 M€.

Los umbrales seleccionados hacen que el Plan BIM abarque casi el 90 % de todo el uso potencial BIM en el ámbito estatal, lo que tendrá un efecto tractor en la digitalización del sector de la construcción. Cuanta más inversión se haga en contratos que usen BIM, un mayor número de empresas se irá sumando a implantar esta metodología.

ALCANCE DEL PLAN BIM EN LA CONTRATACIÓN PÚBLICA

INVERSIÓN (VALOR ESTIMADO DE LOS CONTRATOS)



Además, estos umbrales y calendario consideración singularmente la situación de la pyme, especialmente de la microempresa, dándole un tiempo de adaptación suficiente.

Acciones desarrolladas por la CIBIM en 2024

Algunas de las acciones clave que se están realizando durante 2024 por la CIBIM para apoyar a los órganos de contratación y al sector privado en este primer hito del Plan BIM son:

- Documentación técnica para la preparación de pliegos y la ejecución de contratos públicos con uso de requisitos BIM. La CIBIM está finalizando dos documentos técnicos para su uso por los órganos de contratación: una guía para la contratación pública con requisitos BIM y un estándar BIM para la contratación pública.

  El estándar BIM para la contratación pública servirá de referencia sobre los requisitos para usar BIM en la gestión de información de los contratos públicos de la Administración General del Estado y el sector público institucional, mientras que la guía para la contratación pública con requisitos BIM abordará cómo incorporar dichos requisitos para la gestión de información BIM en las distintas fases de un contrato público.
- Apoyo a órganos de contratación mediante el Programa de Proyectos Piloto BIM. Servicio de acompañamiento y asistencia para órganos de contratación de la AGE y su sector público institucional.

  La CIBIM puso en marcha este Programa en enero de 2024 con el objeto de apoyar a los órganos de contratación de la AGE en la selección del proyecto piloto, la definición del Plan de acción, y la elaboración del pliego de licitación. Este apoyo se presta a través de apoyo de personal experto multidisciplinar mediante video reuniones, buzón de consultas y teléfono de soporte.

- Fomento a la formación en BIM y acciones de divulgación.
  - Programa a la formación en BIM en formato audiovisual.

    Desde el mes de enero de 2024, la CIBIM ha publicado en su web un programa de formación en formato vídeo organizado en dos bloques: un primer bloque de 8 vídeos relacionados con los cambios en la estrategia, personas, procesos y tecnología necesarios para la implantación de BIM en una organización, y un segundo bloque de 6 vídeos dirigido a órganos de contratación pública que recoge aspectos prácticos sobre la petición y recepción de información en un contrato con requisitos BIM. ("Cómo implantar BIM en una organización" y "Cómo usar BIM en un contrato". Recursos Audiovisuales | Comisión Interministerial BIM (transportes.gob.es).

    El material audiovisual ha sido producido por la CIBIM con la colaboración de buildingSMART Spain, asociación sin ánimo de lucro integrada por diferentes agentes del sector de la construcción y creada para fomentar el uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM.
  - Subvenciones para la formación en BIM en el ámbito profesional a través de colegios profesionales.

    Durante 2024 se están financiando asimismo subvenciones para la formación en BIM por colegios profesionales por importe de 290 698,7 euros. Estas subvenciones están previstas en el Plan Estratégico de Subvenciones del Departamento y en el Plan BIM para la contratación pública, y permiten que durante 2024 diez colegios profesionales estén brindando formación especializada en BIM para profesionales del sector.
  - Formación en BIM en la AGE y su sector público institucional.

    Durante 2024 se han incorporado conocimientos sobre uso de BIM en los cursos selectivos para el ingreso en la Administración General del Estado de distintos Cuerpos y Escalas técnicos que van a requerir el uso de ésta, como por ejemplo el Cuerpo de Ingenieros Técnicos en Topografía o Arquitectos Técnicos al servicio de la Hacienda Pública.

    Además, la CIBIM está preparando un curso *e-learning* para todo el personal de la AGE y sus organismos sobre la documentación técnica que elabore la CIBIM.
- Presencia y participación en la Comunidad BIM internacional.
  - Comunidad "BIM and Public Procurement Community, dentro de la Public Buyers Community Platform" de la Comisión Europea.

    Desde este año 2024, la CIBIM forma parte de la Comunidad BIM y contratación pública de la Comisión Europea, en la que participa en seminarios *online* de la Comisión Europea como ponente y publica documentación relevante sobre las acciones que la CIBIM está desarrollando para la implantación de BIM en la contratación pública en España.
  - Foro de Alto Nivel sobre la Construcción (HCLF, High Level Construction Forum) de la Comisión Europea.

    Como foro de alto interés que recoge a los distintos agentes interesados en la aplicación de BIM, la CIBIM sigue los debates y conclusiones del foro. Además, esta Subsecretaría ha sido invitada a presentar el Plan BIM para la contratación pública en el foro HLCF que mantiene debates, realiza seguimiento de acciones, analiza políticas y establece nuevas prioridades para la Unión Europea, especialmente en lo referido a la Ruta de Transición para la Construcción (Construction Transition Pathway) aprobada por la Comisión Europea en marzo de 2023.
  - EUBIM Public Officials Group.

    Esta Subsecretaría mantiene la coordinación y liderazgo del grupo y organiza distintas reuniones preparatorias de la próxima reunión del grupo de decisores públicos a nivel ministerial creado por España bajo la Presidencia española de la Unión Europea, en las que se trabaja para identificar, entre otros temas, un modelo común para el seguimiento

Impulso a la creación del EUBIM Public Officials Group

El grupo de decisores públicos EU BIM Public Officials Group reúne a representantes ministeriales de los Estados miembros de la Unión Europea para intercambiar experiencias y puntos de vista sobre las estrategias nacionales de implantación de BIM mediante políticas públicas y para analizar, entre otros temas, aspectos como la digitalización del sector de la construcción, la categorización de las estrategias nacionales de BIM, las implicaciones que supone la incorporación de BIM en la contratación pública, su seguimiento en las plataformas de contratación y su impacto en las pymes.

Se trata de un grupo abierto al conjunto de Estados miembros de la Unión Europea que estén interesados en participar en el intercambio de buenas prácticas, casos de éxito de implantación y estrategias a nivel ministerial. Su visión es estratégica en cuanto a la incorporación de BIM mediante políticas públicas.

Su creación fue impulsada por la Comisión Interministerial para la incorporación de BIM en la contratación pública (CIBIM) en el marco de la Presidencia española del Consejo de la Unión Europea en 2023 y su primera reunión tuvo lugar en Madrid el 25 y 26 de octubre. En ella participaron 21 Estados miembros con el objeto de alinear esfuerzos, identificar retos y soluciones comunes. En este primer encuentro, los Estados miembros participantes valoraron positivamente la iniciativa por considerarla de especial utilidad para los países que en la actualidad están desarrollando sus estrategias públicas para la incorporación de BIM.

Esta iniciativa de la CIBIM se integra en el conjunto de acciones que están desarrollando las diferentes comunidades BIM en el ámbito europeo.

La segunda reunión del EU BIM Public Officials Group tendrá lugar en Berlín los días 14 y 15 de octubre de 2024, y Polonia ya ha manifestado su interés en organizar la tercera reunión del Grupo en la primavera de 2025.



de la contratación pública con requisitos BIM.
- EUBIM Task Group.

  La CIBIM participa activamente en los órganos de dirección del EUBIM Task Group, así como en los proyectos que desarrolla. En 2024 ha participado asimismo en distintas reuniones del comité ejecutivo del grupo y en distintos talleres de trabajo organizados sobre estrategias para la implantación de BIM.

- Presencia y participación en la Comunidad BIM nacional.
  - La Subsecretaría del Ministerio, que preside la Comisión Interministerial BIM, ha participado en varios encuentros de usuarios BIM así como en asociaciones y colegios profesionales presentando el Plan BIM en la contratación pública y explicando las acciones de apoyo a su implantación que se están llevando a cabo.

Más allá de 2030

BIM facilita la digitalización de la construcción, y ésta constituye una base para la innovación. BIM en sí no es el objetivo, sino un medio para poder desplegar un conjunto todavía inexplorado de iniciativas de innovación.

Por tanto, aunque el Plan BIM tendrá su último hito en 2030, esta fecha no es un final. Es posible que más allá de 2030 no se hable de BIM en la medida que la gestión que implica esté suficientemente interiorizada, no obstante, surgirán nuevos retos relacionados con la mejora continua de la eficiencia del gasto público y con el empleo

de otras "tecnologías consumidoras de datos" como son el gemelo digital o la inteligencia artificial (IA).

Una de las principales características de BIM es su capacidad para generar y gestionar datos de forma colaborativa.

Se estima que la digitalización de la información en el sector de la construcción facilitará la incorporación de múltiples avances, en especial, tecnológicos en el ámbito de la predicción, la simulación y, en general, la toma de datos asistida por un mejor acceso a la información tanto del activo construido, como de la proporcionada por la creciente sensorización y monitorización de los sistemas.

La automatización de procesos de validación y aprobación y, por tanto, la reducción de riesgos y de tiempos, estará al alcance de los empleados públicos. En los próximos años, cada vez más, el foco estará más centrado en la optimización de la gestión de los activos de una forma más segura y sostenible.

BIM. Construimos juntos.

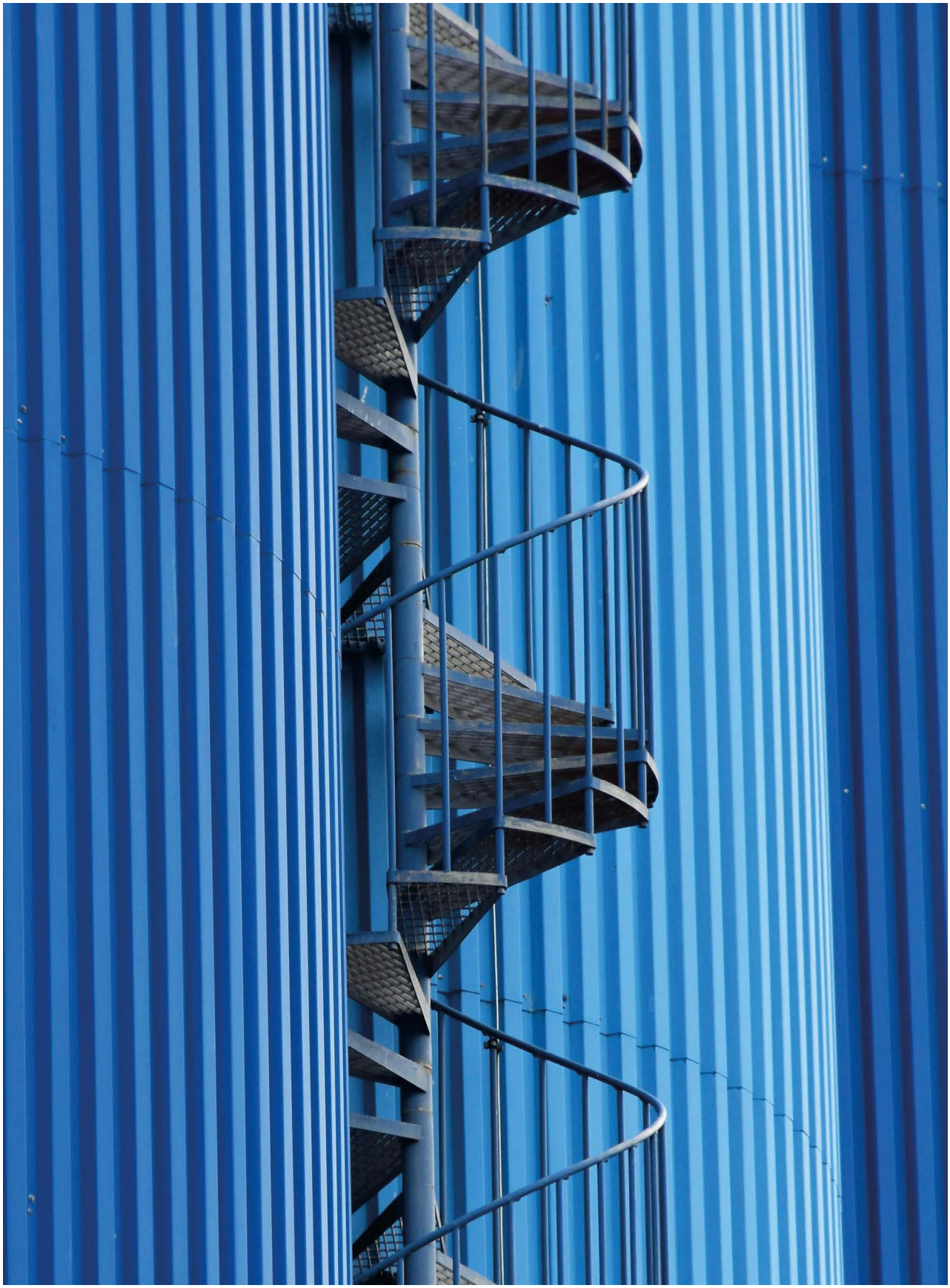


Monitorizando la incorporación de BIM en la contratación pública

El Observatorio de Licitaciones Públicas BIM

En 2017, el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible se creó el Observatorio CIBIM para el seguimiento de la incorporación de BIM en la contratación pública. Desde entonces se ha hecho un seguimiento de la misma y se ha ido suministrando una serie de datos muy valiosos para el establecimiento y seguimiento del Plan BIM. Con los datos publicados en las Plataformas de Contratación Pública, el Observatorio hace un análisis cuantitativo y cualitativo para elaborar un cuadro de mando de seguimiento, así como informes trimestrales.

Texto: Guillermo Condado Castaño, Gabinete Técnico de la Subsecretaría



El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible creó el Observatorio de Licitaciones Públicas BIM (Observatorio CIBIM) en mayo de 2017 con el objetivo de conocer el avance de la implantación de la metodología BIM en España. Con los datos publicados en la Plataforma de Contratación del Sector Público y las plataformas equivalentes de las comunidades autónomas, el Observatorio CIBIM identifica los contratos públicos que incorporan BIM y desarrolla un análisis cuantitativo y cualitativo de dichas licitaciones. El Cuadro de mando del Observatorio ofrece datos de forma agregada y acumulada, permitiendo filtrar los datos por año (se dispone de información desde 2017 hasta la actualidad), nivel de Administración pública (ámbito local, provincial, autonómico y estatal, comprensivos todos ellos de la propia Administración y sus entidades dependientes) y sector (infraestructuras y edificación). Los datos se actualizan trimestralmente y se muestran por año. De este modo, el Observatorio produce un cuadro de mando con distintas visualizaciones, así como informes trimestrales, gracias a los cuales se puede ver el progreso de la inclusión de BIM y el modo en que la precisión de dichos requisitos ha ido evolucionando. Este Observatorio ha sido una herramienta fundamental para la elaboración del Plan BIM en la contratación pública, ya que ha facilitado el diagnóstico del punto de partida y será, asimismo, clave para el seguimiento del Plan, ya que permitirá evaluar el grado de cumplimiento del mismo y proponer reajustes en sus hitos. Por último, la explotación de la información de las Plataformas de Contratación Pública y, en concreto, el uso de la nomenclatura CPV (Vocabulario Común de Contratación Pública), permite realizar simulaciones sobre los tipos de actividades económicas que potencialmente pueden emplear BIM y, por tanto, poder conocer cuál es el uso potencial BIM en el conjunto de la licitación pública. Por todo ello, este Observatorio CIBIM es un elemento central de la estrategia de implantación de BIM, como ha sido recogido en el Plan BIM en la contratación pública.

Análisis cuantitativo

Datos acumulados del conjunto

A inicios de 2024, el Observatorio ha identificado que en el conjunto de las Administraciones públicas (estatal, autonómica y local), y su sector público institucional, de manera acumulada desde 2017, se han licitado contratos con uso de BIM por un valor estimado de 11117 M€, en 3632 licitaciones.

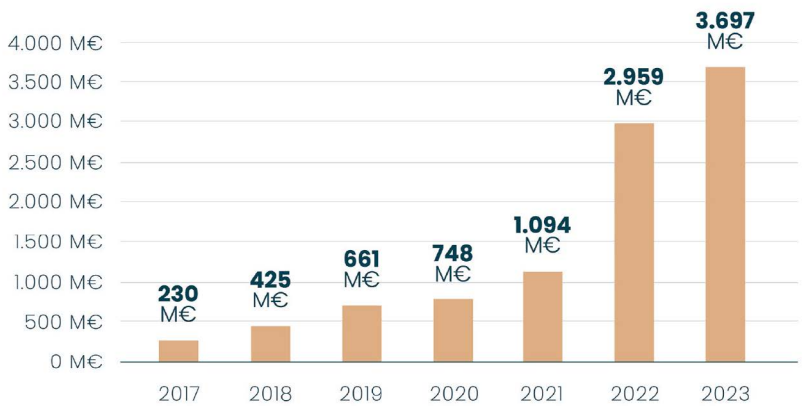
A los efectos de los datos facilitados en este artículo, cuando se hace referencia al ámbito estatal, autonómico o local, se comprenden los datos de las Administraciones territoriales correspondientes, así como sus respectivos organismos públicos y entidades de derecho público vinculadas o dependientes.

El concepto sector público institucional se refiere, de manera abreviada, a los organismos públicos y entidades de derecho público vinculadas o dependientes. Por último, cuando se ofrecen datos de ministerios, los datos incluyen los propios de cada ministerio y su sector público institucional respectivo.

Datos anuales y evolución del conjunto

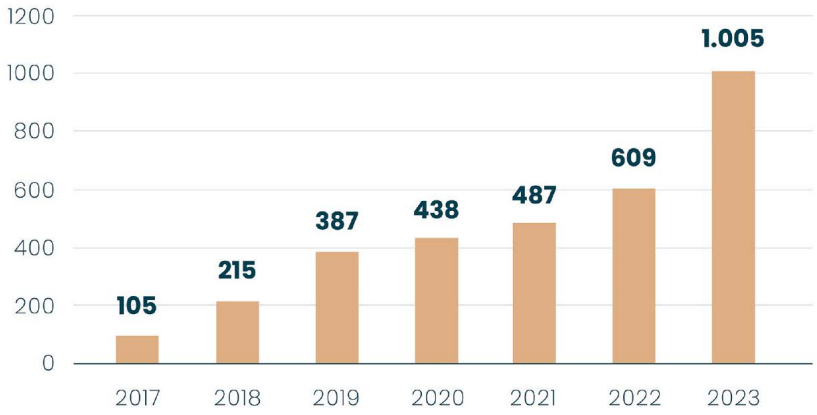
El uso de BIM refleja un crecimiento progresivo año a año desde 2017, tanto en inversión como en el número de licitaciones, con un incremento notable durante el ejercicio 2022, en el que casi se triplicó el uso de BIM

Evolución anual de la inversión con BIM (Valor estimado del contrato)



Conjunto de las Administraciones públicas y su sector público institucional.

Evolución anual del número de licitaciones con BIM



Conjunto de las Administraciones públicas y su sector público institucional.

En el ámbito estatal, el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, y su sector público institucional, ha sido el mayor inversor en BIM con 4597 M€.

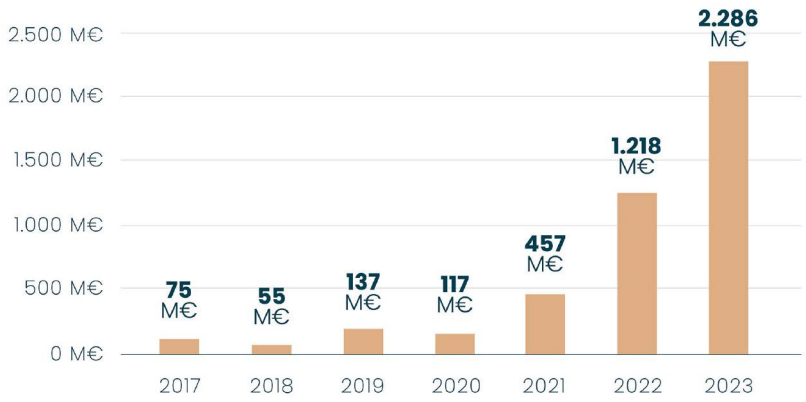
en términos de valor estimado del contrato respecto al ejercicio 2021.

Así, considerando el conjunto de las Administraciones públicas (estatal, autonómica y local), y su sector público institucional, en el año 2023 se licitaron 1005 contratos con BIM, que supusieron una inversión de 3697 M€. Las cifras de 2023 alcanzaron, en términos de inversión, un 125 % más que en 2022, y en número de licitaciones, un 165 % más.

Datos anuales y evolución en el ámbito estatal

Analizando los datos del ámbito estatal, durante 2023 se licitaron un total de 422 contratos con BIM, por un valor estimado acumulado de 2286 M€.

Evolución anual de la inversión con BIM (Valor estimado del contrato)



Ámbito estatal.

Estos valores, comparados con los de 2020, suponen un incremento en el uso de BIM en los contratos públicos de casi 20 veces considerando el valor estimado de los contratos y de 7 veces considerando el número de licitaciones.

Datos acumulados en el ámbito estatal. Distribución por ministerios

El Observatorio también realiza un desglose de licitaciones BIM de ámbito estatal, concretando la inversión y el número de licitaciones públicas con BIM realizadas por los ministerios y sus entidades públicas adscritas o vinculadas.

Durante los últimos 7 años, en el ámbito estatal, el **Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (y su sector público institucional) ha sido el mayor inversor en BIM**, representando una inversión total de 4597 M€ y un total de 836 contratos con BIM.

El segundo Ministerio (incluyendo a su sector público institucional) con mayor volumen de inversión en licitaciones con BIM ha sido el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, seguido a continuación por el Ministerio de Hacienda.

Análisis cualitativo del uso de BIM

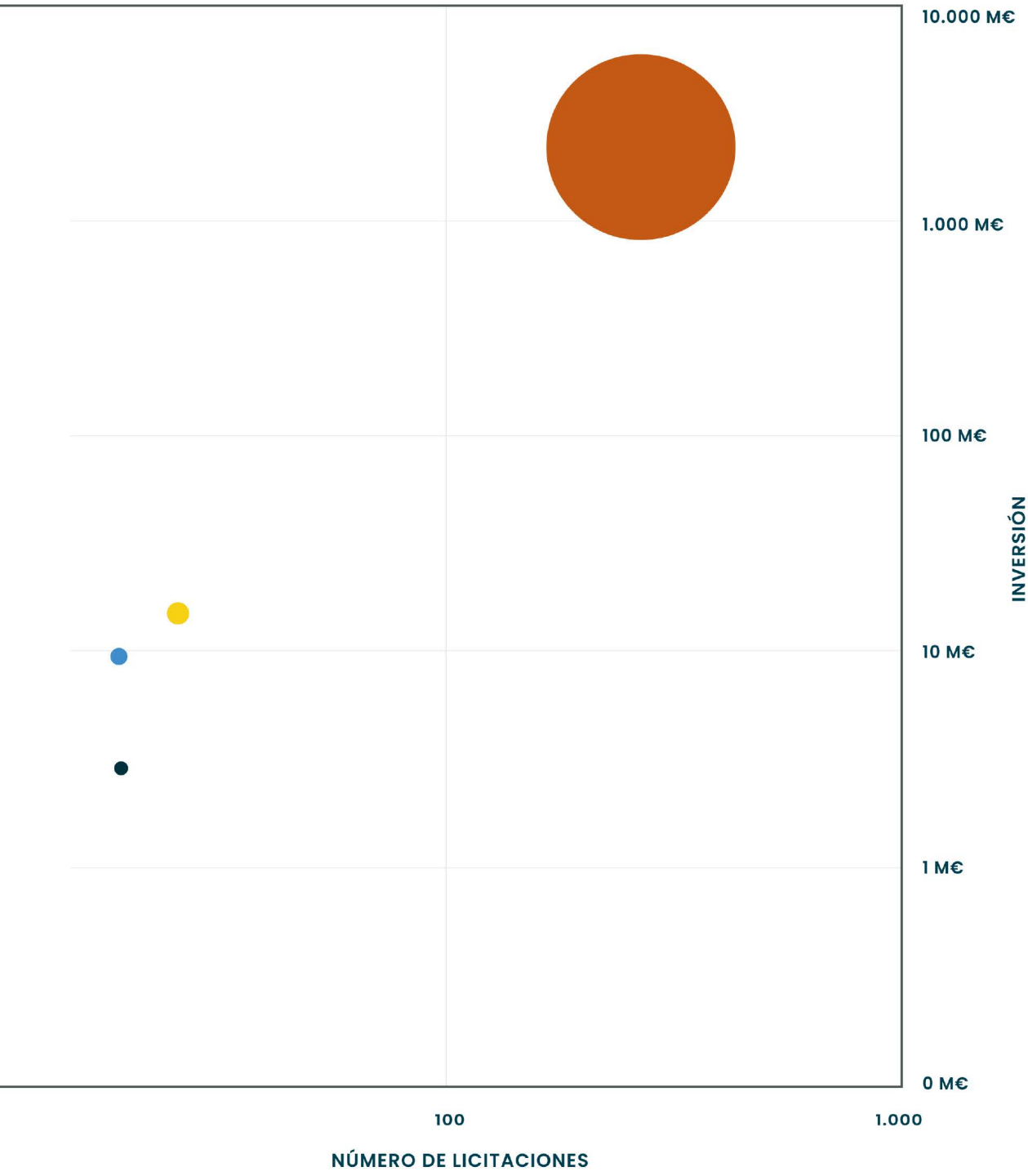
El Plan BIM para la contratación pública, aprobado en junio de 2023, establece que para la incorporación de BIM en los contratos, el órgano de contratación solicitará BIM incorporando **requisitos de información BIM en los pliegos de prescripciones técnicas particulares** o en los

DISTRIBUCIÓN DE
EN EL ÁMBITO



Dato acumulado desde 2017 según Ministerios, en términos de inversión y número de contratos. La denominación de Ministerios y estructura Departamental varió durante el ejercicio, y corresponde a la establecida en el Real Decreto 2/2020, de 12 de enero, que estuvo vigente durante el mayor periodo de 2023.

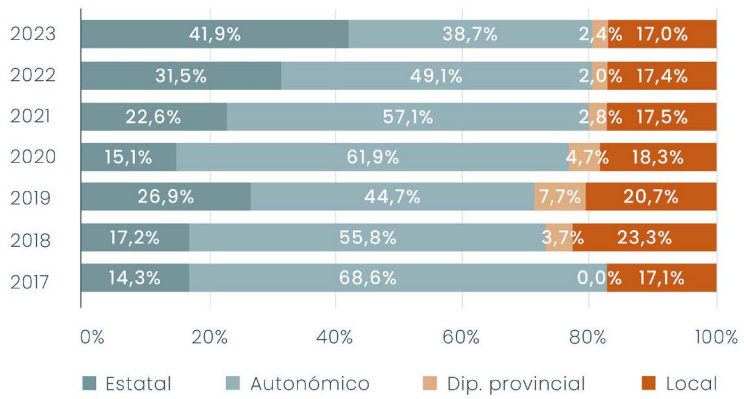
CONTRATOS CON BIM ESTATAL EN 2023



Datos anuales. Comparativa entre Administraciones

En el 2023, la licitación con BIM en el ámbito estatal superó por primera vez en la serie anual a la licitación con BIM en el ámbito autonómico. Considerando el uso de BIM en el conjunto de las Administraciones, la licitación con BIM en el ámbito estatal representó el 62% de la inversión frente al 24% del ámbito autonómico, y el 42 % del número de licitaciones con BIM frente al 39% del ámbito autonómico.

Distribución anual del número de licitaciones según niveles de las Administraciones públicas



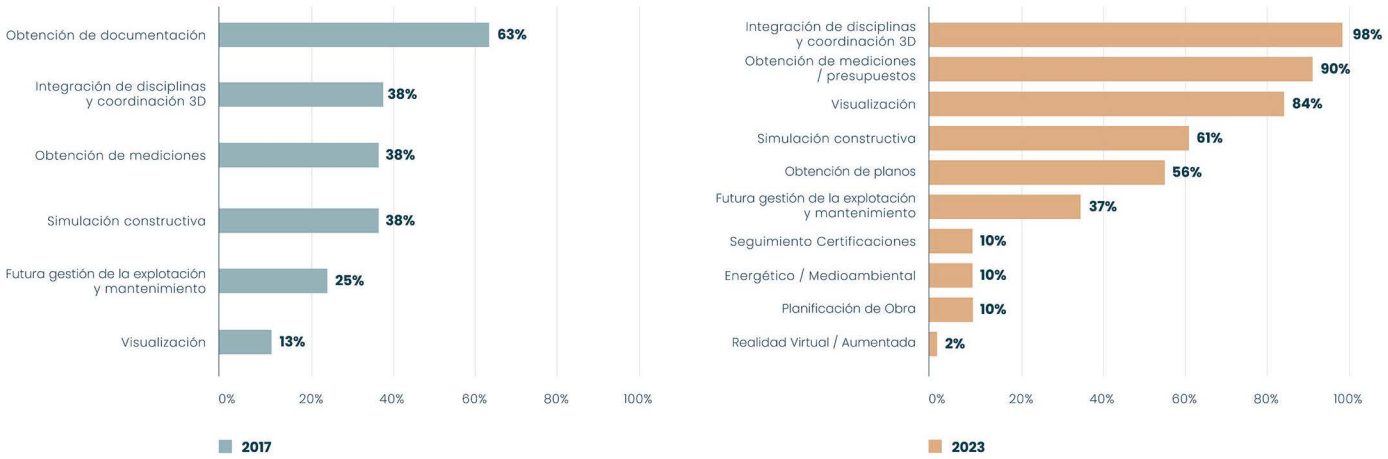
Conjunto de las Administraciones públicas y su sector público institucional.

documentos descriptivos, según corresponda, que se definirán en función de las necesidades del contrato y de las fases del ciclo de vida del activo para dar respuesta a los objetivos fijados y a los usos pretendidos.

Adicionalmente a lo anterior, el órgano de contratación podrá solicitar requisitos sobre BIM en los pliegos de cláusulas administrativas particulares, si lo considera oportuno, pudiendo consistir, entre otros, en la introducción de criterios de solvencia técnica, criterios de adjudicación relacionados, condiciones especiales de ejecución, etc.

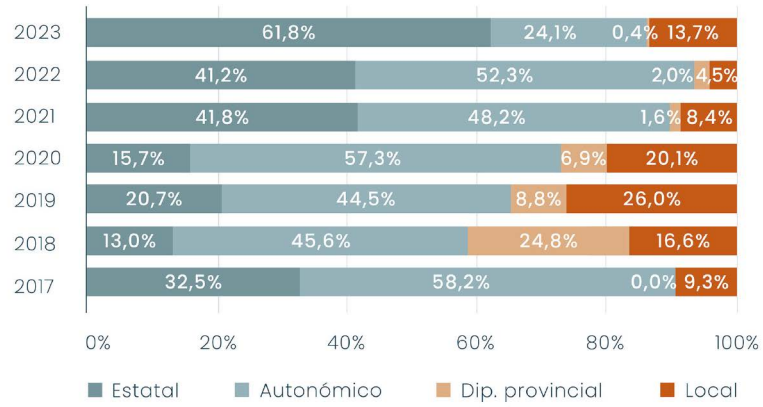
Por ello, otro apartado del Observatorio está dedicado al análisis de BIM en los pliegos de contratación, que permite conocer los requisitos BIM más solicitados en los pliegos de prescripciones técnicas: usos BIM, entregables BIM, nivel de información del modelo soli-

Comparativa de usos BIM solicitados en los PPT de 2017 y de 2023



Ámbito estatal.

Distribución anual de la inversión con BIM (valor estimado del contrato) según niveles de las Administraciones públicas



Conjunto de las Administraciones públicas y su sector público institucional.

citado, datos sobre el Entorno Común de Datos, los sistemas de clasificación de elementos y los estándares BIM empleados.

Usos BIM

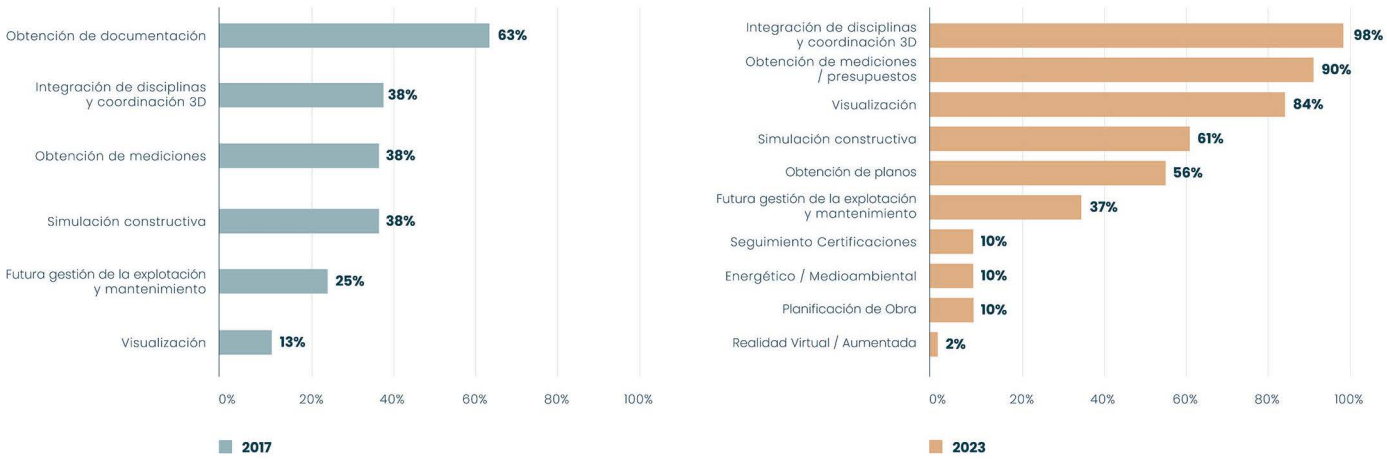
Los "usos BIM" se refieren al uso esperado que se quiere dar al modelo BIM que se contrata. El órgano de contratación debe referirse en el contrato a los "usos BIM", para lo que se recomienda que se escojan únicamente los "usos BIM" relevantes para el contrato, y considerando asimismo el ciclo de vida de la infraestructura.

El Plan BIM prevé que el número de "usos BIM" sea creciente conforme avanzan los 5 Niveles BIM y la madurez en el proceso de implantación de la metodología. Así, se contempla que en el Nivel Inicial se soliciten usos de "Coordinación 3D" y "Documentación" (obtención de planos); en el Nivel Medio se contempla que se requieran también usos de "Mediciones"; y en el Nivel Avanzado se requiere usos de "Mantenimiento o Conservación", así como de "Explotación y Gestión".

La incorporación progresiva de BIM se refleja en la evolución de la solicitud de "usos BIM" que analiza el Observatorio CIBIM. Así, en el ámbito estatal, desde el año 2017, se observa que entre los "usos BIM" más empleados se encuentran la "Coordinación 3D", la "Visualización", y la obtención de "Mediciones".

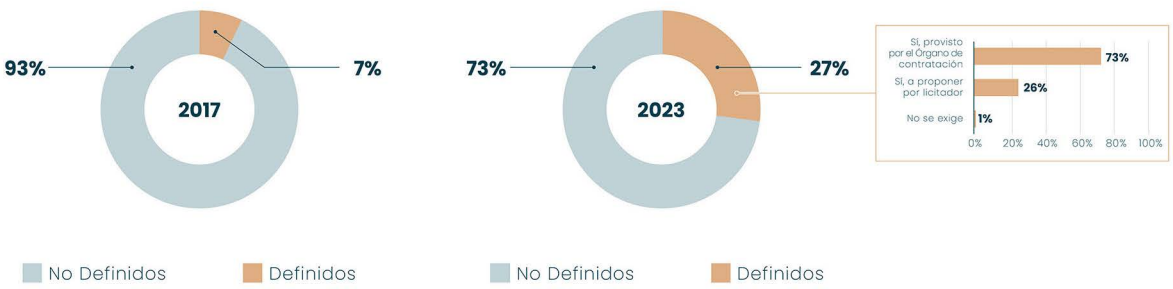
En concreto, durante 2023, en el ámbito estatal destacó la solicitud del uso BIM para la "Coordinación 3D", 98 %, en casi la totalidad de las licitaciones que definen "usos BIM", las "Me-

Comparativa de entregables BIM solicitados en los PPT de 2017 y de 2023



Ámbito estatal.

Comparativa de solicitud de entorno de colaboración en el PPT entre 2017 y 2023



Ámbito estatal.

diciones" en un 90 % de dichas licitaciones, la "Visualización" en un 84 % y la "Simulación constructiva" en un 61 %.

Entregables BIM

Los "entregables BIM" son contenidos obtenidos total o parcialmente del modelo BIM. Por ejemplo, uno de los entregables más destacados es el "Plan de Ejecución BIM". Se trata de un documento vivo que contiene la metodología para dar cumplimiento a los requisitos de información BIM solicitados por el órgano de contratación.

En el ámbito estatal, desde el año 2017, se observa que los contratos con BIM han pasado de no solicitar el "Plan de Ejecución BIM" a solicitarlo casi en la totalidad de las licitaciones.

En la actualidad, cabe destacar que entre los entregables BIM más solicitados son los "Modelos por disciplina", 93 %, en casi la totalidad de las licitaciones con BIM que definen entregables BIM, el "Plan de Ejecución BIM", en un 77 % de las licitaciones, y derivados del modelo BIM, como "Planos" en el 33 % de las licitaciones, además de otros entregables, que pueden encontrarse en el gráfico.

Entorno Común de Datos

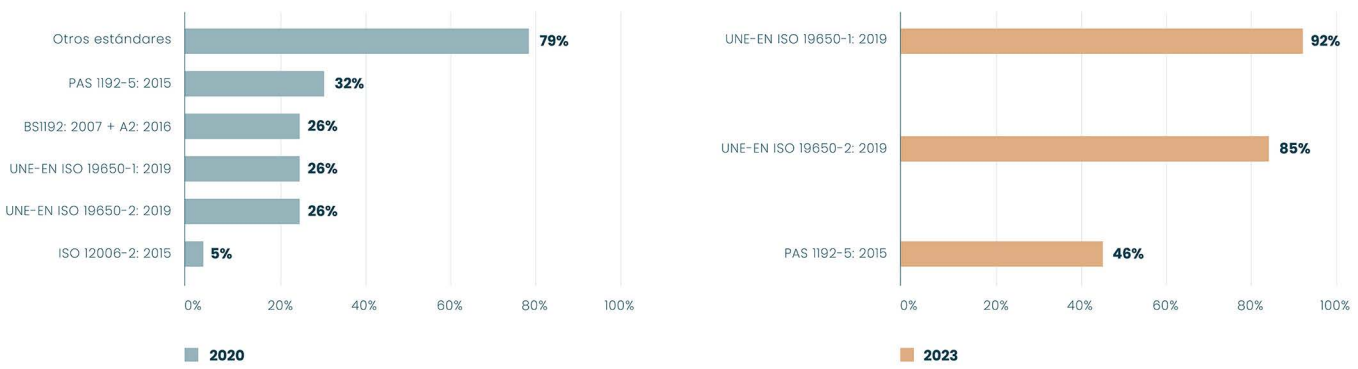
El Entorno Común de Datos (CDE, por sus siglas en inglés) es un repositorio común de acceso que permite una mejor interrelación entre los distintos agentes involucrados en un contrato.

Conforme a lo previsto en el Plan BIM, es habitual que los pliegos de licitación vayan exigiendo un repositorio común con reglas, flujos de trabajo y funcionalidades adicionales conforme se alcanza un nivel mayor de madurez BIM.

El Observatorio BIM de Licitaciones Públicas analiza si las licitaciones incluyen un requisito de colaboración en un CDE, si es el licitador quien propone y aporta dicho CDE, si se requiere que el CDE sea aportado por el órgano de contratación, o si se requieren ciertos requisitos de colaboración, pero no contemplan el uso de un CDE.

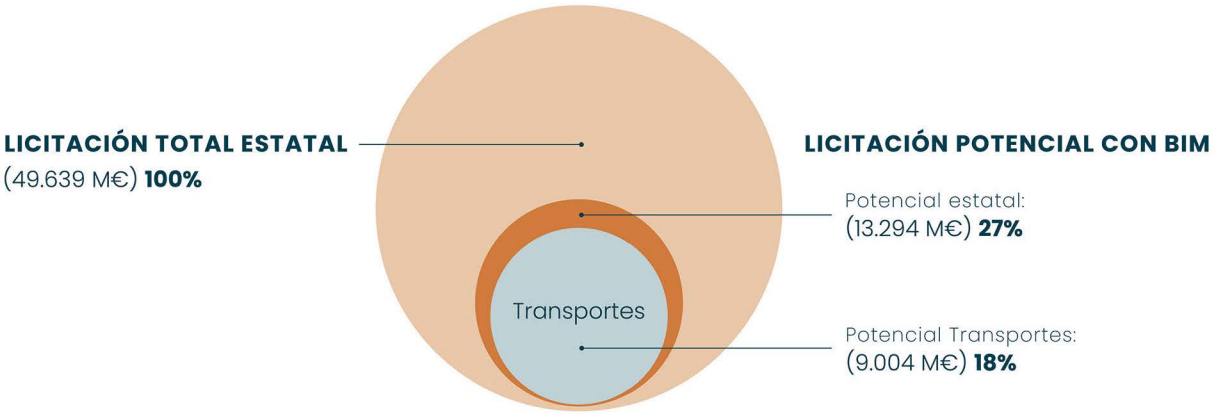
Puede advertirse una evolución clara desde pliegos BIM que, casi en su totalidad, no requerían uso de "entornos de colaboración" (solo un 7 %), hasta los datos de 2023, donde más del 25 % de los pliegos BIM ya incorporan dicho requisito.

Comparativa sobre estándares solicitados en el PPT entre 2020 y 2023



Ámbito estatal.

Uso potencial de BIM en 2023 en los contratos de ámbito estatal



Cabe destacar que en las licitaciones públicas con BIM en el ámbito estatal durante 2023 se ha solicitado que el CDE sea provisto por el órgano de contratación en un 76 % de los contratos.

Estándares

El Plan BIM contempla una complejidad creciente en los procedimientos de trabajo conforme se avanza en el nivel de madurez BIM. Así, en el Nivel BIM Avanzado se contempla que el contrato requiera 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.

Cabe destacar que el uso de la norma UNE-EN ISO19650, Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM ha sido creciente desde el año 2020, debido a la aprobación de dicha norma en el año anterior. En la actualidad, analizadas las licitaciones públicas con BIM en el ámbito estatal que requieren el uso de estándares, durante 2023 el 92 % de dichos contratos se han referido a la UNE-EN ISO 19650-1 Conceptos y Principios y el 85 % a la UNE-EN ISO 19650-2 Fase de desarrollo de los activos.

Uso potencial BIM

La CIBIM ha definido el concepto de uso potencial BIM para estimar el alcance e impacto del uso de BIM en la contratación pública.

¿Qué es el uso potencial BIM?

Se puede definir como la inversión (por valor estimado del contrato) o el número de contratos públicos relacionados con activos patrimoniales que un órgano de contratación puede licitar durante un periodo de tiempo concreto con requisitos de información BIM.

Para ello, se contabilizan distintos contratos públicos publicados en las Plataformas de Contratación Pública relacionados con activos patrimoniales, por ser el objeto propio de los contratos en los que se puede incluir BIM.

El análisis no se circunscribe exclusivamente a contratos de obras, sino que analiza también los contratos de servicios y de suministros que están dentro de la construcción. Por ejemplo, entre los contratos de servicios, existen los contratos de direcciones de obra, asistencia técnica, de control y vigilancia de obras, de coordinación de seguridad y salud, de redacción de estudios y proyectos, de mantenimiento y conservación de activos, etc., donde todos ellos son susceptibles de incluir cláusulas BIM en sus pliegos.

El uso potencial BIM anual es una estimación que se obtiene

> **Se estima que 13 294 M€ de inversión en contratos de ámbito estatal podrían hacer uso de BIM, esto es, el 27 % de la licitación pública del ámbito estatal.**

analizando los CPV de los contratos adjudicados y publicados en la Plataforma de Contratación del Sector Público, una vez finalizado el ejercicio al que se refiere el dato.

El Vocabulario Común de Contratación (CPV, por sus siglas en inglés) es un sistema de clasificación único aplicable a la contratación pública, con el fin de normalizar las referencias utilizadas por los órganos de contratación y las entidades adjudicadoras para describir el objeto de sus contratos.

Durante 2024, la CIBIM maneja como cifra de uso potencial BIM la que se deriva de los datos de las adjudicaciones de contratos de 2023.

Uso potencial BIM en el conjunto del ámbito estatal

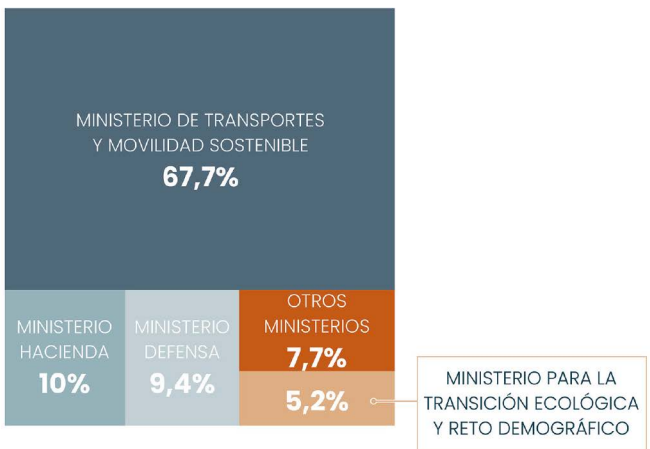
En el ámbito estatal, 13 294 M€ de inversión mediante licitación pública podrían hacer uso de BIM, es decir, se estima que el uso de BIM puede llegar a ser un 27 % de la licitación pública. En número de contratos, 9700 contratos en el ámbito estatal podrían emplear BIM (sobre un total de 44 133).

Uso potencial BIM en el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible

El Ministerio de Transportes y Movilidad sostenible (incluyendo su sector público institucional) juega un papel clave en la implantación de BIM en la contratación pública. El uso potencial BIM del Ministerio se estima que representa el 68 % del uso potencial BIM del ámbito estatal y supondría un 18 % del conjunto de la licitación pública estatal. En número de contratos el uso potencial ascendería a 2324 contratos, es decir, el 24 % de los contratos con uso potencial BIM en el ámbito estatal.

En cuanto al Ministerio de Hacienda (y su sector público institucional), el uso potencial BIM supondría 1331 M€, esto es, el 10 % del uso potencial BIM en el ámbito estatal. En número de contratos, 4472 contratos podrían emplear BIM (sobre un total de 9700), esto es, un 46 % de los contratos con uso potencial BIM en el ámbito estatal.

Distribución del uso potencial de BIM en el ámbito estatal (Inversión)



El Observatorio CIBIM y el Plan BIM

Los datos ofrecidos por el Observatorio de Licitaciones BIM, a través de su cuadro de mando y sus informes trimestrales, arrojan una clara tendencia creciente a la incorporación de BIM en la contratación pública: cuantitativamente se aprecia una inclusión, cada vez mayor, de la metodología BIM en la contratación; y con respecto al análisis cualitativo de los pliegos de contratación que incluyen BIM, el uso de BIM en las licitaciones es cada vez más maduro y completo. La coherencia entre las obligaciones contenidas en el Plan BIM con las tendencias existentes en la contratación pública en el uso de BIM demuestran que el Observatorio de Licitaciones BIM fue una de las fuentes primordiales de información para la redacción del Plan BIM por parte de la CIBIM.

Por otro lado, el seguimiento de las plataformas de contratos públicos permite calcular el potencial BIM, es decir, la cifra de los contratos susceptibles de incorporar esta metodología. Esto puede servir a la CIBIM para hacer un seguimiento del logro de los hitos del Plan BIM en la contratación pública y, de este modo, tener información para poder mejorar sus mandatos y recomendaciones y, así, alcanzar el doble objetivo de, por un lado, mejorar la eficiencia del gasto público en los contratos del sector público y, por otro, servir de palanca para la transformación digital del sector de la construcción.


METROPOLIS


JOE & THE JUICE
SPINS

#BIM transforma las infraestructuras del transporte

Las infraestructuras del transporte son vertebradoras de la cohesión social de las sociedades y tienen el potencial de convertirse en dinamizadores de la economía y su transformación sostenible y digital. BIM es una pieza clave para convertir ese uso potencial de las infraestructuras en uso actual.

Con la digitalización de las infraestructuras, se pretende actuar para disponer de un sector más sostenible, eficiente y eficaz, y para alcanzar objetivos sociales difíciles de conseguir por las vías analógicas tradicionales.

En este apartado se describe la experiencia de la implantación de BIM en las infraestructuras en distintos ámbitos de la Administración General del Estado y su sector público institucional: desde la gestión y mantenimiento de las carreteras, la gestión de los puertos, las vías ferroviarias y los aeropuertos, o las aplicaciones innovadoras de BIM en la construcción de presas, hasta la integración geoespacial de la información, entre otras.

La transformación digital con BIM de la Dirección General de Carreteras

BIM en la Red de Carreteras del Estado

La Dirección General de Carreteras (DGC) del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible gestiona el 95 % de la Red de Carreteras del Estado, mediante un presupuesto anual aproximado de unos 2600 M€.

Son numerosas las actuaciones de proyecto y obra que se ejecutan cada año, por lo que el potencial del empleo de la metodología BIM es muy considerable. La implementación de esta metodología de trabajo es, junto con el desarrollo del gemelo digital de la Red de Carreteras del Estado para la fase de conservación y de explotación de la Red, una de las piedras angulares sobre las que se articula la ambiciosa transformación digital de la DGC. Con estas iniciativas, la DGC se alinea de pleno con el Plan BIM de la Administración General del Estado.

Texto: Antonio Muruais y Jose Menchén, Subdirección General de Sostenibilidad e Innovación, DGC



La Dirección General de Carreteras (DGC), dependiente de la Secretaría General de Transporte Terrestre del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, es la responsable de gestionar la Red de Carreteras del Estado (RCE), junto con la Subdelegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de peaje y con la SEITT, SA. En concreto, la DGC gestiona el 95 % de la RCE, siendo por tanto el mayor administrador de infraestructura viaria en España.

La DGC consta de una estructura matricial consistente en cinco Subdirecciones Generales, (además de una Unidad de Apoyo) y quince Demarcaciones Territoriales, que cubren todo el territorio nacional donde hay despliegue de la RCE. Cabe recordar que la RCE consta de unos 26 500 km de tronco principal de carreteras por la que discurre el 53 % del total del tráfico en España y el 67 % del tráfico pesado.

Se trata, por tanto, de una organización compleja con un personal propio de aproximadamente 1400 personas y con un presupuesto anual de 2600 M€ (Presupuestos Generales del Estado del año 2023, sin contar la financiación proveniente de programas europeos como los Next Generation EU), que sirven para gestionar la RCE a lo largo de su ciclo de vida (planificación, diseño, construcción, conservación y explotación). Todo ello se gestiona desde el nuevo prisma de la sostenibilidad, la digitalización y la innovación, que se han incorporado como principios rectores en la actividad de

La transformación digital de la DGC se ha convertido en un objetivo prioritario, puesto que solo a través de ella se podrá maximizar la eficiencia en la gestión de los limitados recursos.

la DGC y se coordinan desde la nueva Subdirección General de Sostenibilidad e Innovación.

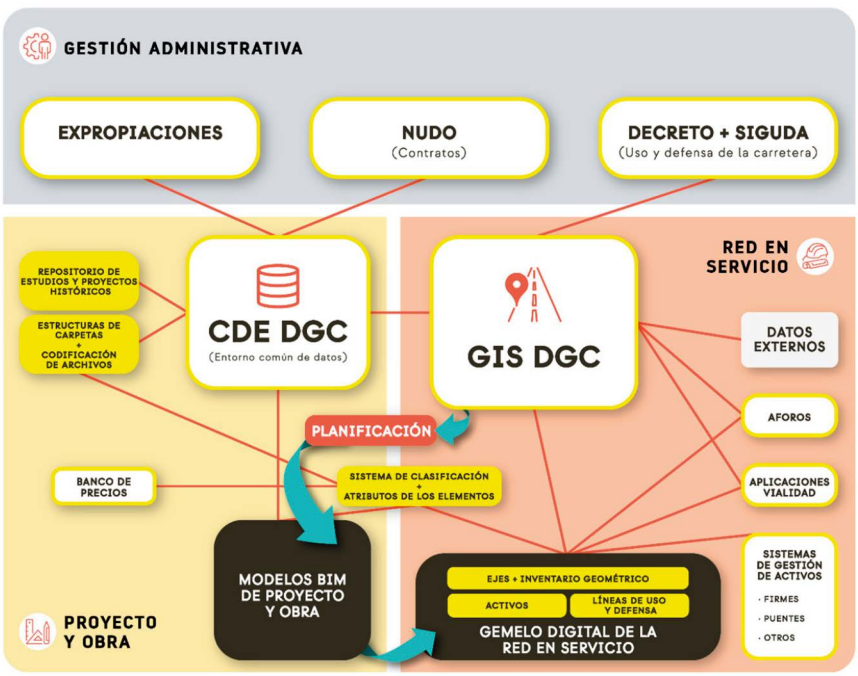
En particular, la transformación digital de la DGC, que incluye como elemento clave el empleo de la metodología BIM, se ha convertido en un objetivo prioritario de la organización, puesto que a través de ella se podrá maximizar la eficiencia en la gestión de los limitados recursos, tanto humanos como económicos, disponibles en la actualidad para llevar a cabo todos los procesos y actividades necesarios para garantizar una RCE segura y de calidad, abierta las 24 horas de los 365 días del año.

Esta transformación digital servirá también para homogeneizar procesos de las Demarcaciones y Subdirecciones Generales, lo que se traducirá, además de en una mayor eficiencia, en una marca "RCE" más sólida, tanto a nivel interno como para el ciudadano.

Líneas de la transformación digital de la DGC

La DGC inició hace unos años un ambicioso proceso de transformación digital de sus activi-

Croquis de la transformación digital de la DGC.



dades en torno a tres grandes líneas de trabajo: una relativa a la digitalización de la red de carreteras en servicio; otra referente a la digitalización de los proyectos y obras de las nuevas actuaciones; y una tercera correspondiente a la digitalización de la gestión administrativa, que se caracteriza por ser transversal a todas las fases del ciclo de vida de una carretera.

1. BIM en la gestión de la red de carreteras en servicio

Las actividades de esta línea de trabajo, como la digitalización de los más de 26 500 km de red de carreteras en servicio, están enfocadas en la obtención de dos productos fundamentales: el gemelo digital de la red en servicio y la plataforma GIS corporativa de la DGC, todo ello bajo el prisma de la metodología BIM que se detalla en un apartado posterior.

- El gemelo digital se basa en los trabajos desarrollados con la metodología BIM, entre otros, los relativos a la creación del RCEclass (Sistema de Clasificación de Elementos), que proporcionará la biblioteca que garantizará la conexión entre las actividades de proyecto y obra y las de conservación y explotación de la red en servicio.
- La plataforma GIS corporativa de la DGC, actualmente en desarrollo por la Subdirección General de Tecnologías y Administración Digital (SGTIAD) del Ministerio, permitirá la visualización y consulta de los datos asociados al gemelo digital de la red en servicio, junto con otros datos internos de la DGC (como pueden ser los datos de tráfico, datos relativos a las auscultaciones de los firmes, etc.) y junto con datos externos (como datos relativos a espacios naturales, datos climatológicos, etc.). La visualización y consulta conjunta de todos estos datos permitirá realizar análisis y obtener conclusiones que servirán de ayuda en la toma de decisiones relativas a la conservación y explotación de la red o a la planificación de nuevas actuaciones.

El gemelo digital de la Red de Carreteras del Estado

El gemelo digital de la red en servicio constituirá el modelo de referencia para la fase de operación de las carreteras y sobre él se apoyarán otros sistemas específicos de gestión.

Este gemelo digital se encuentra actualmente en desarrollo y estará formado por los siguientes elementos:

- Unos **ejes calibrados de los diversos tramos de la red**, que permitirán dar una referencia lineal (carretera y punto kilométrico) a cualquier elemento de la red (una estructura, una señal, una obra de drenaje transversal…).
- Un **inventario geométrico de la red**, que aportará información geométrica adicional en cada punto de la red, como es el número de carriles y su anchura, la anchura de los arcenes, las inclinaciones transversales y longitudinales, etc., y que permitirá realizar diversos análisis y estudios, entre otros, los relativos a la identificación de necesidades de ampliación o mejora de la red. Dicho inventario se obtendrá a partir de una nube de puntos generada por *mobile mapping* sobre la que se llevará a cabo la vectorización de líneas y superficies, así como la obtención de los parámetros principales de la geometría de la plataforma y el entorno.
- El **inventario de activos de la red**, es decir, de sus distintos elementos (firmes, puentes, túneles, señales, luminarias…), y que constituirán la base de los sistemas de gestión de activos que se empleen para la priorización de las actividades de conservación sobre esos activos.
- Las **líneas de uso y defensa**, las cuales, una vez identificadas y digitalizadas, permitirán identificar fácilmente las zonas de protección de las carreteras, que cuentan a su vez con una protección legal frente a actividades y actuaciones de particulares.

2. BIM en los proyectos y obras de la DGC

En el ámbito de la digitalización de los proyectos y obras cobra especial protagonismo la implementación de la metodología BIM. Cabe destacar que la DGC es responsable de implementar, en el marco de sus competencias, el Plan BIM en la contratación pública aprobado por el Consejo de Ministros en junio de

2023, que establece una incorporación gradual y progresiva de la metodología BIM en los contratos públicos de la AGE y el sector público estatal relacionados con la construcción.

Esta implementación se tratará con mayor detalle en los siguientes apartados, aunque cabe adelantar que la misma se apoyará en dos pilares fundamentales:

- La creación de unos modelos digitales que reflejarán las actuaciones proyectadas y las obras realmente ejecutadas, y que se caracterizarán por ser generalmente tridimensionales y por estar dotados de información (características técnicas de los distintos elementos de la carretera, documentación de los controles de calidad realizados, mediciones…).
- El despliegue de un Entorno Común de Datos (CDE, por sus siglas en inglés), que constituirá el repositorio en el que se archive y comparta con todos los agentes implicados la documentación técnica asociada a todos los proyectos y obras de la DGC desarrollados bajo la metodología BIM.

La DGC lleva varios años trabajando en sentar las bases necesarias para poder implementar la metodología BIM en sus proyectos y obras, teniendo en cuenta los múltiples condicionantes intrínsecos a la RCE y al funcionamiento de la propia DGC, y manteniendo la coherencia con su estrategia general de digitalización.

Como fruto de esos trabajos, en los próximos meses se empezarán a introducir requisitos BIM en las licitaciones asociadas a los proyectos y obras de la DGC, lo que permitirá la progresiva implementación de esta metodología de trabajo y, con ello, la consecución de los siguientes objetivos estratégicos:

- La mejora de la eficiencia en el gasto público asociado al desarrollo de nuevas actuaciones.
- La mejora de la necesaria transferencia de información de la fase de obra a la fase de operación.
- El impulso a la digitalización del sector de la construcción.

La implementación de la metodología BIM en los proyectos y obras de la DGC contribuirá a mejorar la eficiencia en el gasto público asociado al desarrollo de nuevas actuaciones, a facilitar la necesaria transferencia de información de la fase de obra a la fase de operación y a impulsar la digitalización del sector de la construcción.

De manera complementaria a la implementación de la metodología BIM se están abordando dos cuestiones adicionales en esta línea de digitalización:

- El desarrollo de un banco de precios digital de la DGC, que incluirá, además de la correspondiente batería de unidades de obra y sus precios, las prescripciones técnicas y datos ambientales asociados. Este banco de precios constituirá una referencia para los consultores que intervienen en la redacción de los estudios y proyectos de la DGC, así como para su personal propio.
- La recopilación, escaneo y codificación de los estudios y proyectos "históricos" de la DGC, con el objetivo de tenerlos digitalizados y archivados en un repositorio común, fácilmente accesible. También se está abordando la georreferenciación de los principales planos de planta de esos estudios y proyectos, lo que permitirá su visualización y comparación en entornos GIS.

Trabajos en marcha relativos a la implementación de BIM

Entre los trabajos que se están llevando a cabo para hacer posible la progresiva implementación de la metodología BIM en los proyectos y obras de la DGC, destacan los siguientes:

1. Establecimiento del Entorno Común de Datos de la DGC

Como se ha indicado anteriormente, el Entorno Común de Datos (CDE) será el repositorio en el que se archive y comparta con todos los agentes implicados la documentación técnica asociada a todos los proyectos y obras

El CDE de la DGC

El CDE que se empleará en los proyectos y obras de la Dirección General de Carreteras tendrá dos características fundamentales: será puesto a disposición por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible para sus empresas y el conjunto de la Administración General del Estado y su sector público institucional, y será de desarrollo propio.

La conjunción de esas dos características proporcionará a la Dirección General de Carreteras una serie de ventajas, como son la homogeneidad entre actuaciones en cuanto a la manera de archivar la documentación generada, el control total sobre esa documentación, la no dependencia de terceros y de sus soluciones comerciales, y la posibilidad de que se materialicen integraciones con otros desarrollos internos como la herramienta NUDO, la plataforma GIS corporativa de la DGC o el espacio de firma del Ministerio, entre otras.



Portada del Manual de RCEclass.

de la DGC desarrollados bajo la metodología BIM, y su despliegue supondrá un gran avance hacia el dato único.

Además de contar con funcionalidades asociadas a la gestión documental, el CDE también contará con otras funcionalidades más avanzadas relacionadas con la visualización de modelos BIM y con la consulta de la información asociada a los mismos, así como su con integración con otras herramientas de la DGC, como son la herramienta NUDO, la plataforma GIS corporativa o la herramienta EXPROPIACIONES, entre otras.

El CDE de la DGC está siendo desarrollado por la SGTIAD, garantizando la neutralidad tecnológica exigida para una administración pública, y la DGC participa en la definición y priorización de sus funcionalidades, que se irán desplegando gradualmente. El CDE será el punto oficial de acceso de los contratistas con la DGC para el seguimiento de sus proyectos y obras.

2. **Definición de estructuras de carpetas y codificación de archivos**

En paralelo al desarrollo del CDE, la DGC está definiendo las estructuras de las carpetas de los contratos cuya documentación técnica se archivará en el mismo.

Se pretende con ello que los contratos de la misma tipología tengan la misma estructura de carpetas, consensuada previamente por las distintas unidades de la DGC, para facilitar la posterior búsqueda de información.

Adicionalmente, se están definiendo los criterios de codificación de los archivos que se almacenarán en esas estructuras de carpetas, lo que facilitará la búsqueda de información dentro del CDE, ya que se podrán localizar archivos concretos filtrando según los campos de codificación correspondientes.

En definitiva, se trata de conseguir que la documentación esté muy bien ordenada en el CDE, con unas estructuras de carpetas preestablecidas y consensuadas para cada tipo de contrato y en las que estarán alojados los documentos codificados según unas reglas también preestablecidas.

3. **Desarrollo de un sistema de clasificación específico de la RCE:**

Desde la DGC también se está desarrollando un sistema de clasificación específico de la RCE (denominado RCEclass), que se caracterizará por ser multitabla y que se aplicará tanto a nombres de archivos como a elementos 3D de los modelos BIM.

Este sistema de clasificación proporcionará tres funcionalidades fundamentales:

- Estandarizará la nomenclatura de los elementos y archivos, en todas las fases del ciclo de vida y actuaciones.
- Posibilitará el establecimiento de prescripciones BIM a nivel de elemento. Por ejemplo, se podrá definir si un determinado elemento tiene que modelarse o no, el grado de detalle con el que se debe modelar o

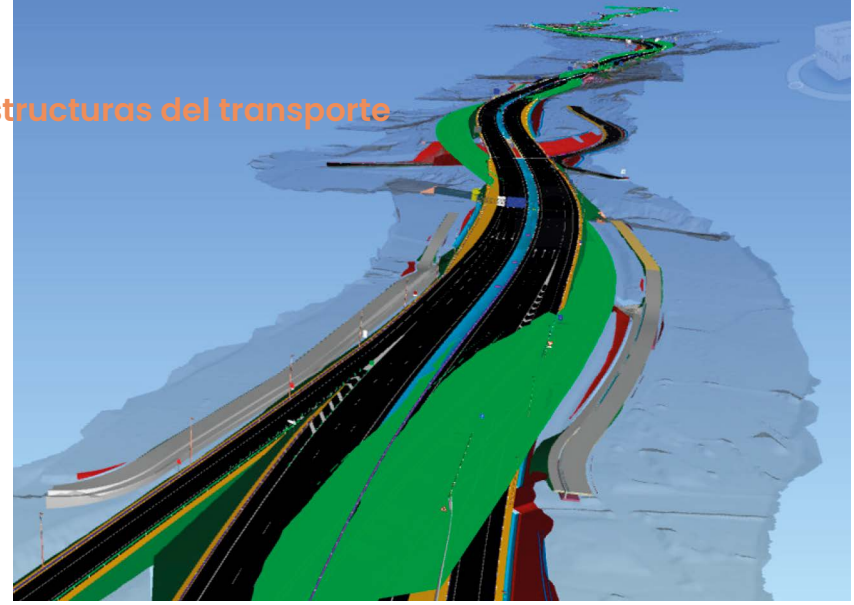
los atributos específicos con los que debe contar.

- Posibilitará el filtrado de elementos en los modelos BIM según distintos criterios, por ejemplo, según la función principal desarrollada por el elemento o según sus materiales constituyentes.

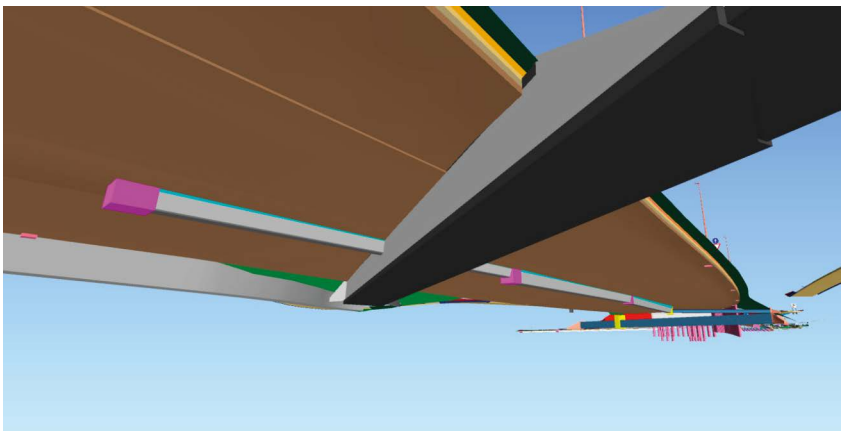
4. Proyecto piloto BIM: A-67, tramo Polanco-Santander

Con el objetivo de probar las bondades de la metodología BIM en una actuación de la DGC, se está llevando a cabo un proyecto piloto de implementación de la metodología BIM en la obra de ampliación de la capacidad de la A-67 en el tramo Polanco-Santander.

A través de este piloto BIM se ha modelado el proyecto de construcción de esta actuación, que fue redactado de manera tradicional; de manera inminente se llevará a cabo el seguimiento de la obra haciendo uso de esta metodología de trabajo,



Modelo desarrollado a partir del proyecto de construcción tradicional de la obra de ampliación de la capacidad de la A-67 en el tramo Polanco-Santander, junto con la superficie de la A-67 actual (en verde).



Ejemplo de colisión detectada durante el modelado del proyecto tradicional de la obra de ampliación de capacidad de la A-67 en el tramo Polanco-Santander.

Infografía obtenida a partir del modelo generado en el piloto BIM Polanco-Santander.



usando como referencia el modelo desarrollado inicialmente.

Asimismo, en el marco de este piloto BIM se han probado tecnologías de captura de nubes de puntos para la obtención de las superficies del terreno existente y de la carretera que se va a ampliar, y se tiene la intención de probarlas también como herramientas de apoyo al seguimiento de la obra.

El desarrollo de este piloto BIM permitirá a la DGC identificar los usos BIM relevantes y de utilidad para el desarrollo de sus proyectos y obras, así como las posibles necesidades y obstáculos para llevar a cabo una implementación BIM con carácter general.

5. Definición de los requisitos BIM a incorporar en los pliegos de contratación

En la actualidad, la DGC se encuentra en un proceso de concreción y definición de los requisitos BIM que incorporará en los pliegos de contratación de los contratos afectados por el Plan BIM.

Este proceso se está abordando desde varios frentes:

- Por un lado, definiendo y consensuando, a nivel interno, los requisitos BIM "de alto nivel" a incorporar en los distintos contratos afectados por el Plan BIM. Entre estos requisitos BIM "de alto nivel" se encuentran los modelos BIM que se exigirán en cada contrato, los usos BIM asociados a esos modelos, sus plazos de entrega o el personal con experiencia BIM cuya adscripción se exigirá a los contratistas. Estos requisitos BIM estarán adaptados a cada tipo de contrato y su definición requerirá de un alto grado de consenso entre las distintas unidades afectadas.
- Por otro lado, desarrollando esos requisitos BIM "de alto nivel" y plasmándolos en Anejos BIM que irán adjuntos a los PPTP (Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares) de los correspondientes contratos. Como referencia de Anejos BIM, la DGC utilizará los modelos de Anejos BIM que está preparando la Comisión Interministerial BIM y en los que la propia DGC también ha participado aportando su criterio.

Futuras líneas de trabajo relativas a la implementación de BIM

Además del trabajo desarrollado hasta la fecha para iniciar la implementación de BIM en los proyectos y obras de la DGC, se abordarán próximamente trabajos adicionales que permitirán seguir materializando y perfeccionando la implementación de BIM. Entre ellos se podrían destacar los siguientes:

- Definición de los atributos tanto generales como específicos de los distintos elementos de los modelos BIM, de manera que quede definida la información con la que deben contar esos modelos BIM.
- Redacción de guías y manuales BIM que permitan explicar y complementar lo que se recoja en los pliegos de contratación de los contratos sometidos a requisitos BIM.
- Definición de procedimientos y reglas de revisión de los entregables BIM que la DGC empezará a recibir con el inicio de los futuros contratos sometidos a requisitos BIM, así como el establecimiento de los medios necesarios para llevar a cabo esas revisiones, lo que permitirá comprobar y garantizar la calidad de los entregables BIM.
- Desarrollo de planes formativos dirigidos al personal de la DGC, lo que facilitará la dirección y supervisión de los futuros contratos sometidos a requisitos BIM.
- Análisis de los procesos, procedimientos y flujos actuales de trabajo de la DGC, con el objetivo de evaluar su posible optimización con lo que pueda ofrecer al respecto la metodología BIM y el empleo de un Entorno Común de Datos.

Finalmente, merece una mención específica la actualización y mejora continua a la que deberán estar sometidos todos los elementos integrantes de la implementación de BIM, que serán revisados con la experiencia acumulada y según los obstáculos y oportunidades que se vayan identificando durante el proceso de transformación digital de la DGC.

3. BIM en la estrategia de transformación digital de la gestión administrativa de la DGC

BIM también está presente en la digitalización de la gestión administrativa de la DGC. De hecho, se puede decir que el germen del actual proceso de transformación digital de la DGC fue el desarrollo de la herramienta NUDO, herramienta que



Vista de pantalla inicial de NUDO.

fue concebida inicialmente para la tramitación de las certificaciones mensuales de los contratos administrativos de la DGC (en sustitución de la tradicional tramitación en papel que se venía haciendo de esas certificaciones mensuales) y que hoy en día es fundamental en el trabajo diario tanto del personal de la DGC como del de las empresas contratadas para la ejecución de los distintos contratos.

Actualmente se sigue trabajando en la implementación de nuevas funcionalidades de la herramienta NUDO y en la integración con otros sistemas de la DGC. En particular, se trabajará en una integración con el CDE desarrollado dentro del marco BIM de la DGC, de manera que desde ese CDE se pueda consultar la documentación administrativa gestionada por NUDO asociada a los contratos sometidos a requisitos BIM.

Para dar una idea de la importancia que tiene en la actualidad la herramienta NUDO, se destacan las siguientes cifras, desde la fecha de su creación hasta abril de 2024:

- El número de contratos gestionados en NUDO asciende a 1800.
- El número de certificaciones mensuales gestionadas en NUDO asciende a 32 681, con un promedio en los últimos años de unas 7000 certificaciones/año.
- El importe total certificado a través de la herramienta NUDO asciende a unos 7000 M€, con un promedio en los últimos años de unos 1600 M€/año.
- La herramienta NUDO es utilizada por un total de 1659 usuarios (962 internos y 697 externos).

La primera certificación mensual gestionada por NUDO se tramitó en abril de 2017. Con el paso de los años, y dado el potencial que ofrecía NUDO para mejorar la eficiencia administrativa, se fueron implementando en la misma trámites y funcionalidades adicionales, como la tramitación de las certificaciones finales de obra y de los reajustes de anualidades, o el desarrollo de cuadros de mando que permiten explotar los datos económicos de los contratos gestionados en NUDO.

Por otro lado, y en lo que concierna a la digitalización de la gestión administrativa de la DGC, se han desarrollado o están en desarrollo una serie de herramientas adicionales que también contribuirán a la mejora de la eficiencia administrativa.

En primer lugar, son destacables las herramientas DECRETO y SIGUDA. La primera de ellas se emplea para el apoyo y seguimiento en la asignación de las tareas administrativas generadas a través de la Sede Electrónica o Registro General de la AGE y, la segunda , SIGUDA, se emplea como gestor documental en la

tramitación de los expedientes de uso y defensa (fase de explotación) de la RCE.

También cabe mencionar la herramienta EXPROPIACIONES, actualmente en fase de desarrollo y que permitirá gestionar la tramitación de los expedientes expropiatorios asociados a la ejecución de nuevas actuaciones, así como la gestión patrimonial de los terrenos expropiados a causa de las necesidades de obras ya ejecutadas. La vinculación de la herramienta EXPROPIACIONES con el CDE desarrollado por la metodología BIM será también fundamental.

Por último, destacar la línea de actuaciones, que consiste en el desarrollo de una aplicación que permitirá conocer el estado de cualquier intervención en la RCE (obra de conservación ordinaria, estudio informativo, proyecto de construcción, obra en curso, obra de emergencia…) en cualquier punto kilométrico de la red, enlazando el CDE y los modelos digitales BIM en fase de proyecto y obra, y con el GIS corporativo de la DGC para su ubicación en la red.

La transformación digital de la DGC no es un trabajo sencillo, debido por un lado a la complejidad de la organización en sí y, por otro, al alto grado de vinculación que tienen unas iniciativas con otras.

Conclusiones

Son muchos los frentes de trabajo en los que la DGC está trabajando para alcanzar una profunda transformación digital, entre los cuales la implementación de la metodología BIM juega un papel central. No se trata de un trabajo sencillo, debido a la complejidad de la organización en sí y al alto grado de vinculación que tienen unas iniciativas con otras, lo que complica cada paso que se lleva a cabo.

No obstante, gracias al planteamiento establecido por los diversos grupos de trabajo en materia de digitalización de la DGC en años anteriores, y también, gracias a la restructuración de la DGC que ha permitido dotar de mayores medios humanos y económicos al proceso de digitalización, se puede decir que las líneas de trabajo emprendidas avanzan con rumbo y ritmo firme, lo que permitirá a medio plazo convertir a la DGC en una administración de infraestructura de transporte modélica, incluso a nivel internacional, en lo relativo a la digitalización de sus procesos y, en particular, al empleo de la metodología BIM.



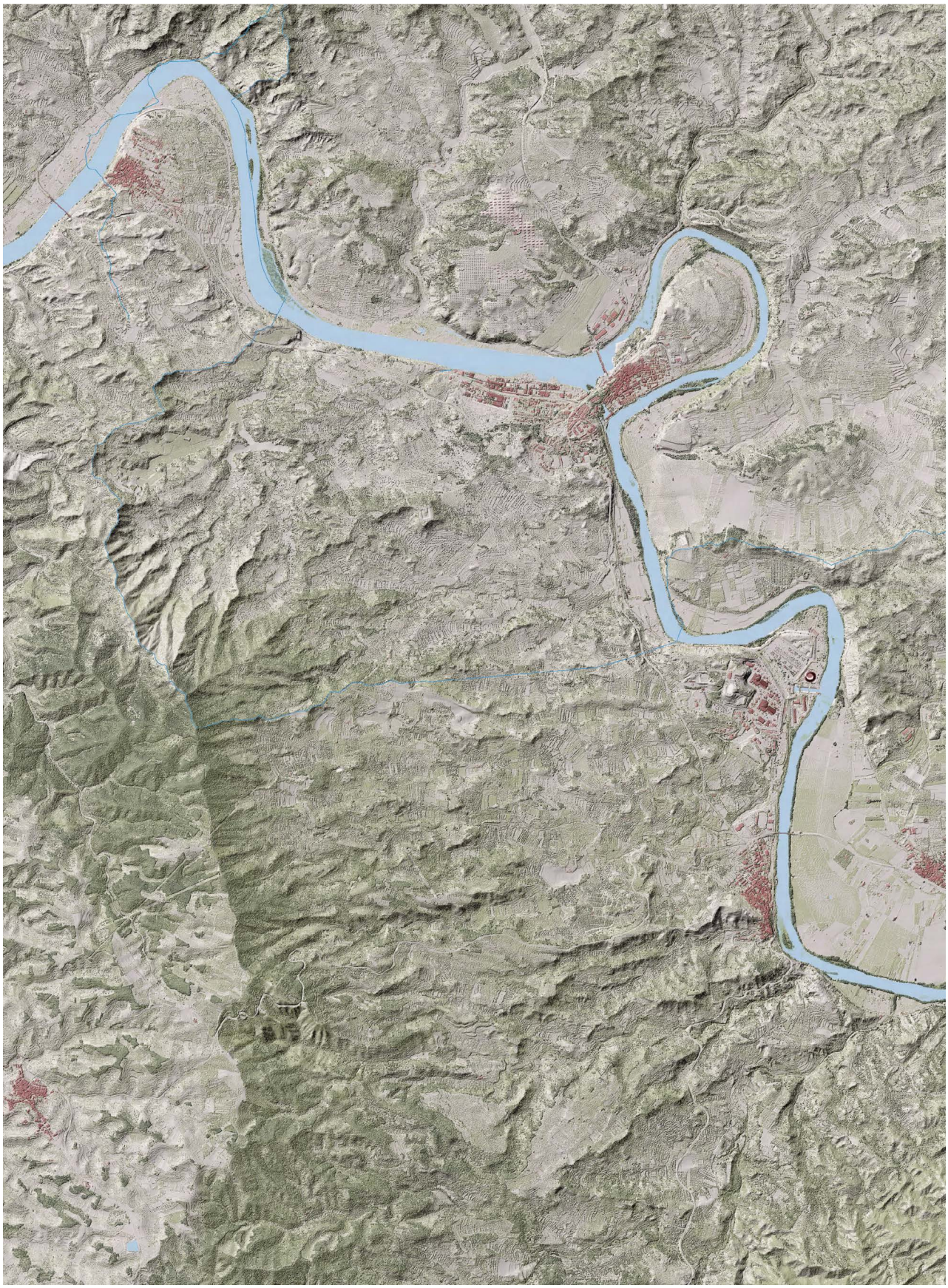
La integración de los Sistemas de Información Geográfica en la metodología BIM

GIS-BIM. Sinergia para la eficiencia y la sostenibilidad

La integración de la información geoespacial, generalmente a través de Sistemas de Información Geográfica GIS (Geographical Information System) y BIM (Building Information Modeling) ofrece un gran potencial para la industria de la construcción y obra civil. Este artículo pretende mostrar los beneficios de esta integración, incluyendo la mejora en la toma de decisiones, la planificación y la programación, la colaboración y, el consiguiente impacto en la reducción de costes. Además, la explosión de tecnologías emergentes, que han sido adoptadas con mucha rapidez en el mundo geoespacial, como la inteligencia artificial (IA) los macrodatos o *big data* o, las enormes capacidades de digitalización del territorio hacen que la integración de estas dos tecnologías transforme la industria, permitiendo crear un futuro más eficiente y sostenible.

Texto: **Francisco Javier González Matesanz,** subdirector general de Cartografía y Observación del Territorio (IGN)

Nube de puntos coloreada procedente de los vuelos LiDAR(MapaLiDAR) / Instituto Geográfico Nacional.

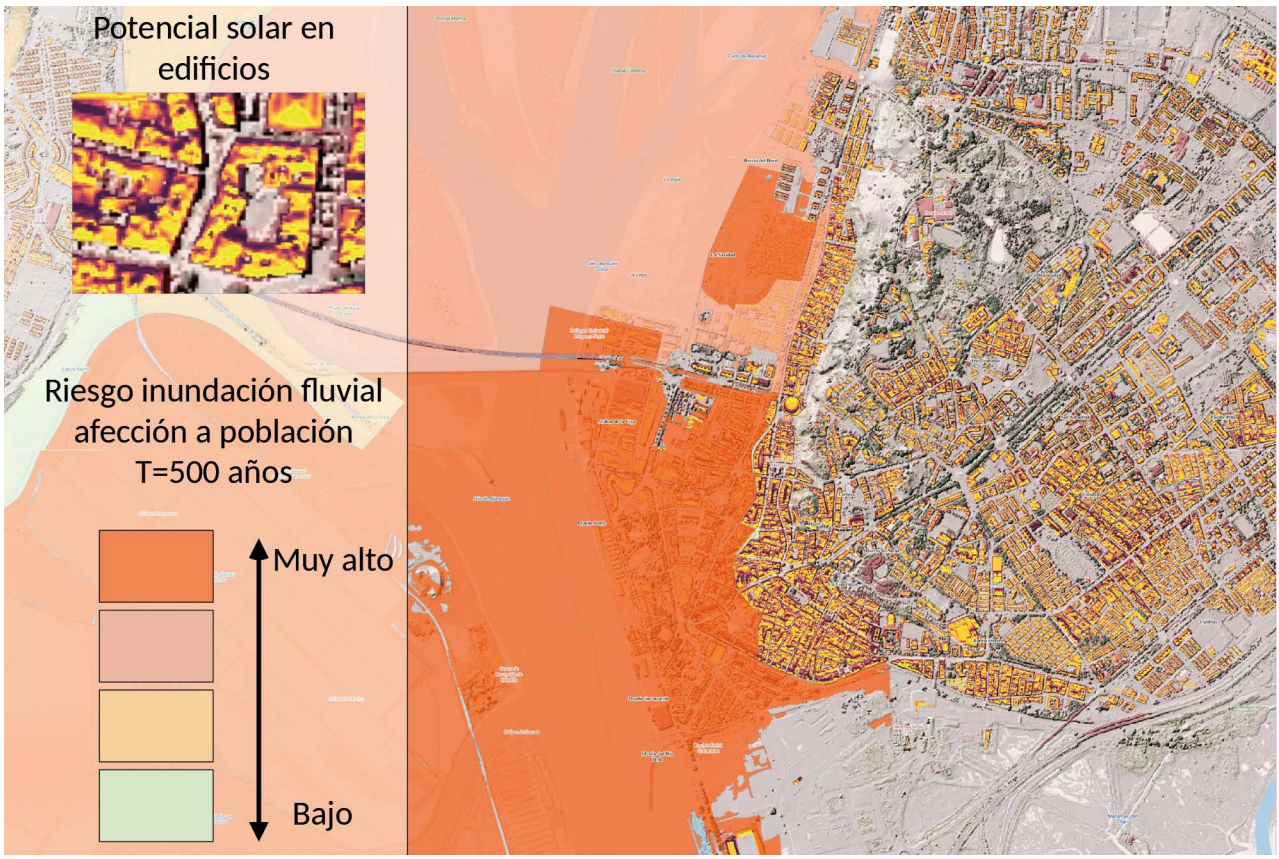


La relevancia de disponer de los dos mundos relacionados, GIS y BIM

La metodología BIM en cada una de sus fases implica la toma de decisiones que pueden ser resumidas en forma de pregunta y para las que es necesaria información que debe estar relacionada con el territorio, esto es, información geográfica o geoespacial. ¿Cuál es la ubicación óptima para este proyecto en términos de accesibilidad y conformidad con las normativas locales?, ¿qué características de diseño inicial se alinean mejor con los objetivos del cliente y los requisitos funcionales del proyecto?, ¿qué impacto tendrá este proyecto en el entorno inmediato y cómo podemos mitigar los efectos negativos? o ¿qué estrategias de sostenibilidad se pueden implementar durante el proceso de mantenimiento o demolición? son ejemplos simples de decisiones muy complejas que implican necesariamente el conocimiento del entorno. El conocimiento del entorno implica a dos grupos de información geoespacial de gran utilidad en la metodología BIM, la digitalización del territorio y la disponibilidad de datos geoespaciales muy especializados y de alto valor que proporcionen respuestas confiables para la toma de decisiones.

La integración de la metodología BIM con Sistemas de Información Geográfica (GIS) en la gestión de proyectos de construcción conlleva numerosas ventajas y crea un ecosistema de gestión altamente eficaz. BIM ofrece una representación geométrica y semántica detallada a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, es decir, está focalizado en el activo por lo que podría decirse que tiene una vocación "vertical". Por su parte, GIS complementa esta información con capacidades avanzadas de análisis para la toma de decisiones, basadas en la componente espacial, las relaciones basadas entre toda la información y el modelado geoespacial con la riqueza que éste aporta, permitiendo así una comprensión integral del proyecto y su contexto. Precisa-

Datos geoespaciales de potencial de radiación solar y riesgo de inundaciones sobre datos LiDAR.



mente la capacidad de análisis de contexto es la potencia de los GIS, y en este sentido se puede decir que su comportamiento es "horizontal".

Además, la integración BIM-GIS facilita la gestión de calidad al permitir exploraciones dinámicas de factores de riesgo y defectos potenciales y mejora la eficiencia en la gestión del tiempo y del progreso de proyectos de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC, por sus siglas en inglés) a través de simulaciones de construcción, visualización y análisis en la gestión de estos. Se entiende por modelización y exploración dinámica, el proceso que crea representaciones o modelos computacionales que pueden simular el comportamiento de sistemas complejos a lo largo del tiempo, por ejemplo, para simular cómo un edificio reaccionará ante diferentes factores ambientales, como cambios en la temperatura, la carga térmica, la luz solar o el viento a lo largo del año.

Por su parte, los modelos generados a partir de la metodología BIM tienen una gran utilidad en GIS. Los modelos BIM proporcionan un alto nivel de detalle y precisión en la representación de estructuras y elementos del entorno construido. Al integrar esta información con los datos geoespaciales, es posible mejorar la exactitud y completitud de las bases de datos geoespaciales.

Además, la metodología BIM, en principio, permite actualizaciones dinámicas en tiempo real. Esto significa que cualquier cambio en el terreno o en las infraestructuras o edificaciones puede ser rápidamente incorporado en dichas bases y, además, se abre la puerta a la incorporación de información adicional que enriquece los datos geoespaciales, proporcionando contextos más ricos y detallados que pueden ser utilizados para análisis GIS más complejos y precisos.

La digitalización del territorio, considerado también como un activo, y la gran disponibilidad de datos geoespaciales digitales confiables permiten análisis más precisos y actualizados facilitando así la toma de decisiones informadas y ágiles imprescindibles en la metodología BIM.

Estos análisis pueden abarcar el cumplimiento de normas o estándares, tales como los relacionados con el uso o la ocupación del suelo, la protección patrimonial y cultural, la legislación ambiental y cualquier otro aspecto vinculado al territorio. Asimismo, pueden incluir la normativa específica en el ámbito del activo BIM a lo largo de todo su ciclo de vida.

La importancia de la digitalización para el ciclo GIS-BIM

Desde su concepción, tanto los sistemas GIS como el BIM han evolucionado significativamente, transformando cómo se diseñan, planifican, construyen y gestionan los proyectos de ingeniería civil y de urbanismo. Los GIS, con su capacidad para analizar y visualizar datos geoespaciales, y BIM ofreciendo un modelo digital detallado de las características físicas y funcionales de una edificación o de una infraestructura de obra civil. Su integración implica una comprensión más profunda a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto unida a mejores capacidades en la toma de decisiones por la gran riqueza de la información contenida en ambas tecnologías. Sin embargo, es esta integración la que ha abierto la puerta a una gestión de proyecto sin precedentes, donde la eficiencia y la sostenibilidad no son solo aspiraciones sino objetivos alcanzables que minimizan el efecto arrastre o *scope creep*, es decir, cuando el alcance de un proyecto es continuamente cuestionado durante el ciclo de vida de este debido a imprevistos o contingencias.

La planificación sobre el espacio urbano o rural se ha enfrentado históricamente a numerosos desafíos, derivados principalmente de la utilización de métodos tradicionales que, a menudo están basados en datos imprecisos y procesos manuales, esto provoca decisiones no del todo óptimas que

pueden afectar el desarrollo sostenible de las comunidades. La inexactitud de los datos geoespaciales y socioeconómicos usados tradicionalmente provocaba imprecisiones en la estimación de necesidades y recursos o el propio retorno de un activo planificado. Este hecho, unido a la falta de disponibilidad de datos para su análisis, ha obstaculizado en tiempos pasados la efectividad de uso y la capacidad de respuesta ante emergencias o cambios socioeconómicos rápidos.

La digitalización del territorio y la adopción de datos geoespaciales digitales confiables emergen como soluciones que proporcionan decisiones con mayores probabilidades de éxito. Estas tecnologías permiten representaciones y análisis más precisos y actualizados sobre un espacio físico, el territorio, facilitando así la toma de decisiones informadas y ágiles.

La tecnología BIM no solo integra la versión digital de los edificios, estructuras, obra civil etc., sino que también integra ciertas funcionalidades de estos activos. Así, se pueden realizar análisis considerando el activo individualizado, por ejemplo, la detección de colisiones, pero lo más importante es la relación del activo con el territorio digitalizado. El territorio en sí mismo es un activo pues genera valor económico, social o ambiental.

Se pueden citar algunos ejemplos: 1) la integración de GIS en la planificación de rutas entre espacios dotacionales optimiza los recorridos, reduciendo costos y tiempos de respuesta; 2) la planificación de nuevas zonas residenciales imbricadas en infraestructuras de obra civil existentes o a planificar, aseguran una mejor adaptación del diseño urbano al terreno natural a través de análisis geoespaciales detallados o 3) la agricultura, la gestión de recursos hídricos y la conservación de hábitats naturales permiten a los planificadores diseñar estrategias que equilibran el crecimiento económico y la protección ambiental.

> **Disponer de una ingente cantidad de datos, bien localizados de forma muy detallada en el activo BIM o en sus alrededores, o bien sobre todo el territorio, permite utilizar técnicas de inteligencia artificial para multitud de análisis de muy diferente naturaleza como simulaciones o mantenimiento predictivo.**

BIM y la adquisición, observación y digitalización del territorio

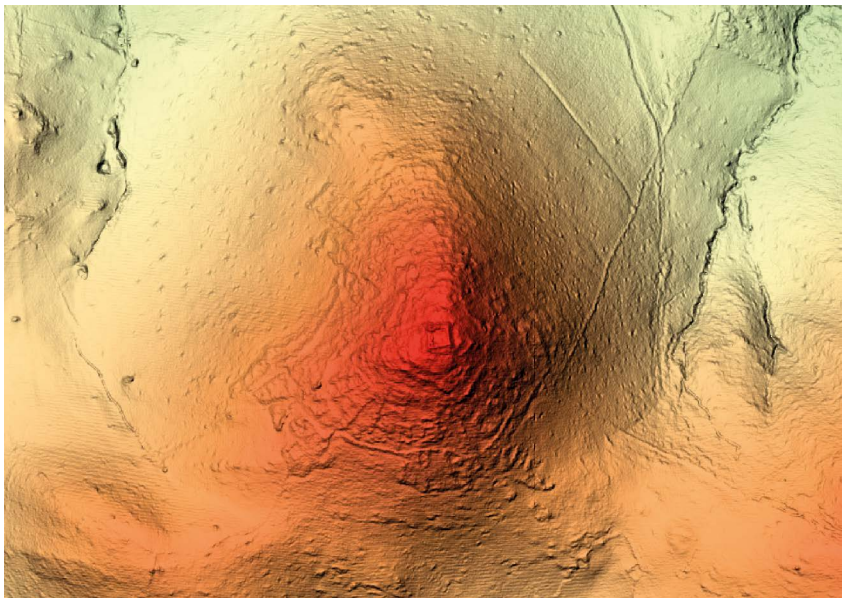
Un proyecto BIM comienza con la fase de análisis inicial o estudios previos. En este estadio inicial se emprende una meticulosa labor de investigación y análisis sobre el lugar destinado para el proyecto, abarcando elementos ambientales, topográficos, así como las potenciales restricciones derivadas de la cultura local, posibles limitaciones legales o patrimoniales, entre muchos otros. Esto es, la comprensión detallada y profunda del contexto y del territorio en el que se va a desenvolver el proyecto para trazar los primeros bocetos de éste, asegurando que cada decisión futura esté informada y sea viable y respetuosa con el entorno que lo acoge.

El soporte básico de esta fase es disponer del territorio físico digitalizado. Tanto la actividad humana como los procesos naturales se ven profundamente influenciados por la orografía del lugar donde ocurren, siendo el relieve un factor socioeconómico crítico y un determinante clave para una multitud de fenómenos naturales. La elevación del terreno es tan esencial que ha sido reconocida como un dato geoespacial global fundamental por Naciones Unidas (UN-GGIM), la directiva INSPIRE y el Sistema Cartográfico Nacional.

El conocimiento detallado de las elevaciones, en forma de Modelos Digitales de Elevaciones (superficies, terreno o edificaciones) es crucial para múltiples propósitos: definir los sitios adecuados para el desarrollo humano mediante “geo-procesos” que permiten crear modelos tridimensionales, definir cuencas hidrográficas, cartografiar áreas propensas a inundaciones, realizar inventarios forestales, pre-



Yacimiento arqueológico bajo la capa arbórea detectado mediante PNOA-LiDAR.





Digitalización del territorio y detección de tendidos eléctricos.

decir la propagación de fenómenos físicos como la polución, los deslizamientos de tierra o la evolución de incendios, entre otros.

Para capturar esta información con alta precisión se utiliza predominantemente la tecnología LiDAR, que ha visto una evolución significativa durante el siglo XX. LiDAR es una técnica de teledetección activa que emplea sensores ubicados en plataformas aéreas o terrestres que emiten pulsos de luz y captan los ecos resultantes. Esto permite calcular la distancia que la luz ha viajado y, por ende, generar una representación tridimensional precisa del terreno y sus características. Una particularidad de LiDAR es su capacidad para penetrar la vegetación, revelando la estructura subyacente del bosque y otros detalles ocultos por el follaje, como se puede ver en la imagen.

En España, el proyecto PNOA-LiDAR iniciado en 2008 de forma cooperativa entre las CC. AA. y la AGE, coordinado por el Instituto Geográfico Nacional, ha sido un proyecto pionero en la coordinación para la recolección de datos tridimensionales del territorio nacional. Mediante vuelos LiDAR se generan densas nubes de puntos y Modelos Digitales de Elevaciones (MDE) de alta precisión, con coberturas que se actualizan periódicamente. Este proyecto ha facilitado datos esenciales para una amplia gama de aplicaciones, mejorando la gestión territorial y el desarrollo de infraestructuras. La tercera cobertura del proyecto comenzó en 2023 y está prevista su finalización en 2026, prome-

Medidas combinadas de láser terrestre y fotogrametría para la determinación del gemelo digital del radiotelescopio de VLBI (Very Long Baseline Interferometry) geodésico y astrométrico

La metodología BIM incluye todas las posibles fases de un activo, incluyendo el levantamiento de uno ya existente (Scan to BIM) para optimizar su eficiencia. Este es el caso de los radiotelescopios del Instituto Geográfico Nacional.

La eficiencia de una antena reflectora está condicionada por la relación entre la superficie física de la misma y su forma geométrica ideal. La precisión necesaria es tanto mayor cuanto menor sea la longitud de onda de utilización, que en este caso llega a 90GHz. Las técnicas de holografía de microondas o radio-holografía, permiten la optimización de la superficie reflectora de los radiotelescopios, siendo actualmente el mejor método del que se dispone para determinar la forma de la superficie del reflector. Esta técnica se complementa con medidas de láser terrestre y fotogrametría mediante drones para poder realizar los ajustes necesarios a la superficie y así maximizar la eficiencia radioeléctrica (o de apertura) del reflector parabólico.

Las superficies reflectoras de los radiotelescopios están formadas por paneles reflectores (habitualmente de aluminio) fabricados con gran precisión y atornillados en ajustadores sobre una estructura de vigas. En el observatorio de Yebes del Instituto Geográfico Nacional se dispone de dos de ellas, de 13,2 m y 40 m, en el caso de esta última se necesitan más de 400 paneles independientes para materializar esta parábola.

La eficiencia con la que se captan las ondas de radio depende de la mayor o menor aproximación a la parábola teórica con respecto a la longitud de onda de la señal a captar. Cuando el error medio cuadrático se aproxima a una fracción de un veinteavo de la longitud de onda esta eficiencia se reduce a la mitad. Así, para frecuencias de 100 GHz, la precisión necesaria para obtener dicha eficiencia es de unas 150 micras de error medio cuadrático. El viento, la gravedad o la temperatura influyen en estas deformaciones. En consecuencia, mediante las técnicas mencionadas es posible determinar cuánto debe ajustarse cada panel para recuperar la forma parabólica ideal llevando a cabo los reglajes necesarios sobre cada panel.

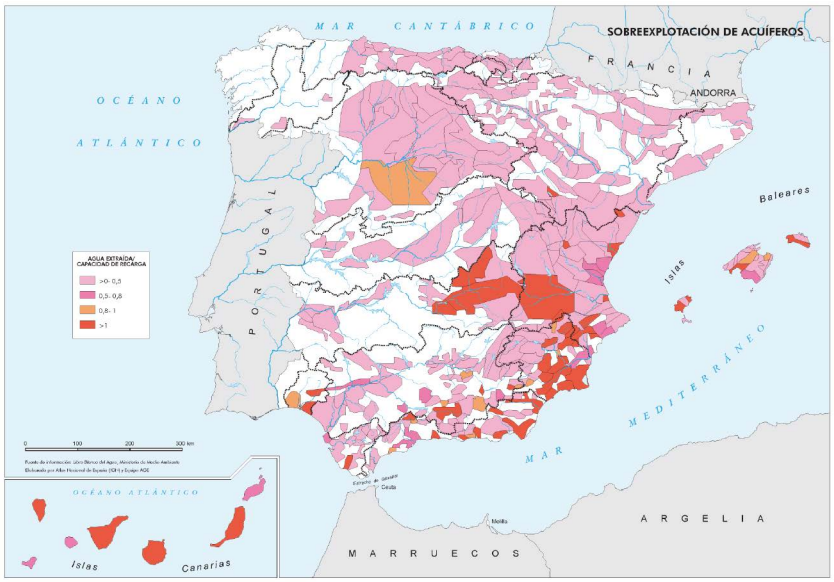
Gracias a estas técnicas complementarias es posible disponer de un gemelo digital (Scan to BIM) tanto de la parábola como de toda la estructura para el estudio de las deformaciones del radiotelescopio originadas principalmente, por la posición de la parábola (orientación y, en mayor medida, la elevación. En consecuencia, es posible hacer los reglajes necesarios de cada uno de los elementos que componen dicha parábola “física” hasta conseguir aproximarla lo más posible a una parábola “ideal o teórica” con gran precisión.

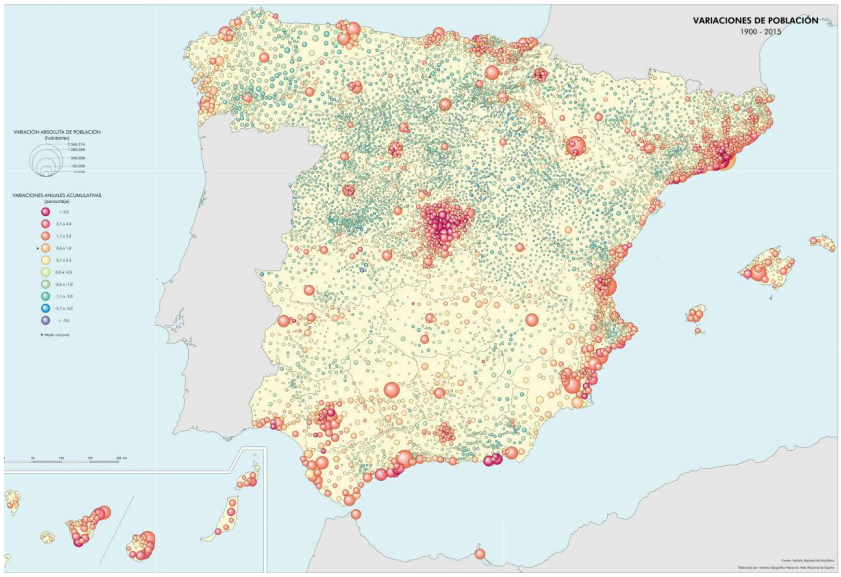

JORGE JUAN

tiendo seguir siendo un recurso imprescindible para múltiples usuarios, especialmente las propias Administraciones públicas.

En un mayor nivel de detalle, el ecosistema digital que conforma BIM no solo abarca el territorio, sino también activos ya existentes que deberán ser digitalizados. Así, se habla de Heritage Building Information Modelling (HBIM) para activos con gran valor patrimonial o Existing Building Information Modeling (EBIM) para activos ya existentes que pueden ser insertados en el territorio, también digitalizado.

Un estudio realizado en la ciudad de Nanjing, China, abordó la efectividad del método Scan to BIM para evaluar la modernización de edificios existentes hacia el estándar de casi nulo consumo energético, destacando su utilidad como herramienta reproducible y eficaz en la investigación de la eficiencia energética. A través de la aplicación de esta tecnología, se ha demostrado que es posible reducir el consumo de energía entorno a un 8 % y las emisiones de carbono en más de un 85%, evidenciando la viabilidad de este enfoque para lograr edificios más sostenibles y eficientes, lo que se denomina la evaluación basada en gemelos digitales.





Problemas de sobreexplotación de acuíferos (arriba) y variaciones de población entre 1900 y 2015 (abajo).

Sobre la disponibilidad de datos geoespaciales de alto valor en BIM

La necesidad de tomar decisiones sobre un determinado activo BIM incluye no solo relacionarlo o contextualizarlo con el territorio digitalizado sino también con información geoespacial mucho más especializada que posee mayor riqueza semántica. Mayor riqueza semántica implica disponer de respuestas más focalizadas en un dominio de conocimiento concreto, como el agua, las poblaciones o la movilidad.

Se estima que, en los próximos 40 años, el número de habitantes urbanos en el mundo en desarrollo aumentará en casi tres mil millones de personas. Este cambio demográfico urbano se producirá en paralelo con el impacto del cambio climático en el ciclo hidrológico global. Se espera que las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero aumenten las temperaturas globales promedio, con mayor intensidad cerca de los polos, junto a una alteración

de los patrones de precipitación. Estas tendencias climáticas y demográficas presentarán un desafío fundamental para algunas regiones en términos de cómo proporcionar agua de manera sostenible para la creciente población urbana. Aproximadamente 150 millones de personas en el mundo ya se enfrentan a la escasez de agua, proyectándose un aumento a casi mil millones para el año 2050 debido a estos factores. Existirá, por tanto, la necesidad de realizar inversiones en infraestructuras para asegurar el suministro de agua y la protección de los ecosistemas acuáticos. Escenarios como este resultan inabordables sin la información geoespacial, motivo por el que la Comisión Europea a través de su Directiva (UE) 2019/1024, de 20 de junio de 2019, relativa a los datos abiertos y la reutilización de la información del sector público, reconoce su importancia y promueve la disponibilidad de datos geoespaciales de alto valor. Estos datos deben maximizar su impacto y facilitar su reutilización y deben estar accesibles bajo unas mínimas restricciones legales y sin coste alguno, siendo además publicados mediante interfaces de programación de aplicaciones (API).

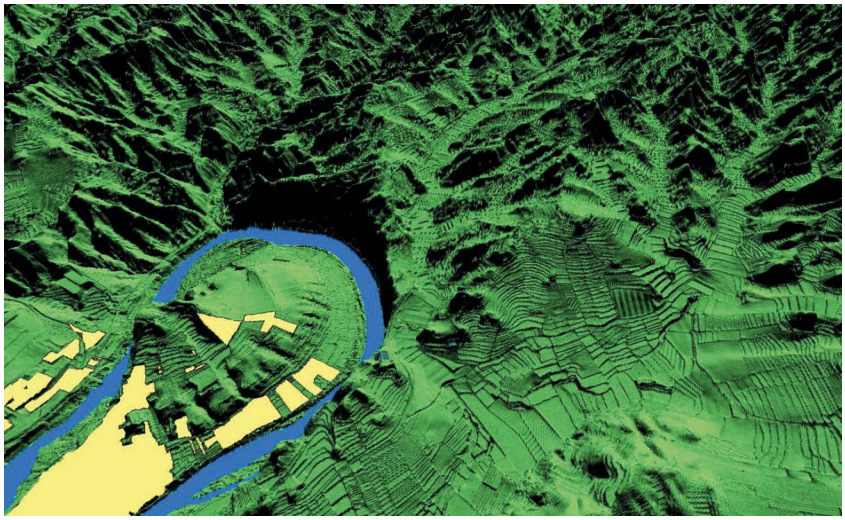
En este mismo sentido, el Reglamento de Ejecución (UE) 2023/138 emitido por la Comisión el 21 de diciembre de 2022 clasifica los datos de alto valor en seis categorías temáticas: geoespacial; observación de la Tierra y medio ambiente; meteorología; estadística; sociedades y propiedad de sociedades; y movilidad. Así pues, los tres primeros grupos son inherentemente geoespaciales, mientras que el resto también posee componentes geoespaciales significativas, siendo especialmente evidente en los datos de movilidad.

La Comisión Europea anticipa que esta lista podría ampliarse en el futuro para adaptarse a los avances tecnológicos y cambios del mercado. Los datos serán accesibles en formatos legibles por máquinas, a través de las API y, en algunos casos, como descargas masivas. Este enfoque no solo facilita la reutilización de los datos, sino que también fortalece la interoperabilidad, incluida la jurídica, promoviendo así el uso eficaz de los recursos de datos de alto valor a través de diversas aplicaciones y servicios transfronterizos.

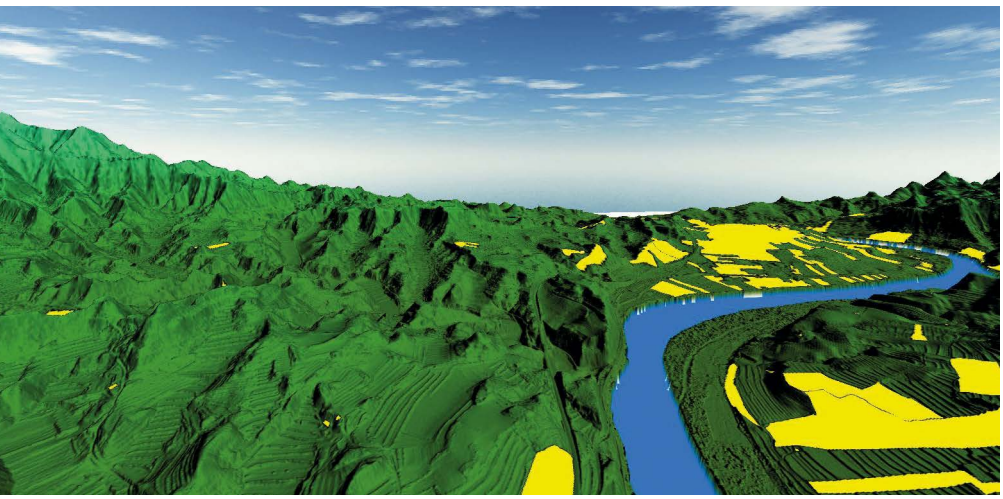
Un ejemplo de datos de alto valor es la Información Geográfica de Referencia de Hidrografía producida por el Instituto Geográfico Nacional, esencial para realizar análisis geográficos e hidrológicos detallados. La responsabilidad de esta información se distribuye según su naturaleza entre el Instituto Geográfico Nacional, la Dirección General del Agua, las Confederaciones y los Organismos de Cuenca, implicando un esfuerzo coordinado entre estas entidades. Estas pautas responden a la necesidad de armonizar los datos y cumplir con las regulaciones existentes sobre la gestión, protección y representación de recursos hídricos, subrayando que el agua es un patrimonio, no un bien comercial. Las especificaciones de esta red se alinean con la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) y la Directiva INSPIRE (2007/2/CE). Relacionar datos acerca del agua y la población constituye un aspecto imprescindible para la gestión del territorio, como se puede observar en la imagen en la que se muestra la sobreexplotación de acuíferos y las grandes tasas de variación de la población.

A nivel más global, la agregación de esta información geoespacial junto con datos poblacionales permite generar modelos como el Global Rural–Urban Mapping Project (GRUMP) de la NASA que, junto a modelos hidrológicos globales, permite analizar con precisión la distribución de la población urbana y la disponibilidad de agua. También permite prever las condiciones futuras de escasez de agua en el contexto del crecimiento demográfico y el cambio climático, de forma que se puedan tomar medidas anticipadas para abordar esta problemática, especialmente en regiones donde la escasez ya es un problema y es acuciante la necesidad de considerar no solo la cantidad de agua disponible, sino también la calidad y la infraestructura de entrega de esta.

Por lo mencionado anteriormente, otro importante dato geoespacial con mayor granularidad que los datos de alto valor de unidades administrativas es la Información Geográfica de Referencia de Poblaciones (IGR Poblaciones), que está diseñado para gestionar y mantener actualizados la localización y aspectos geométricos de los asentamientos poblacionales de España. Este recurso incluye tres



Información Geográfica de Referencia de elevaciones (verde), hidrografía (azul) y poblaciones (amarillo).

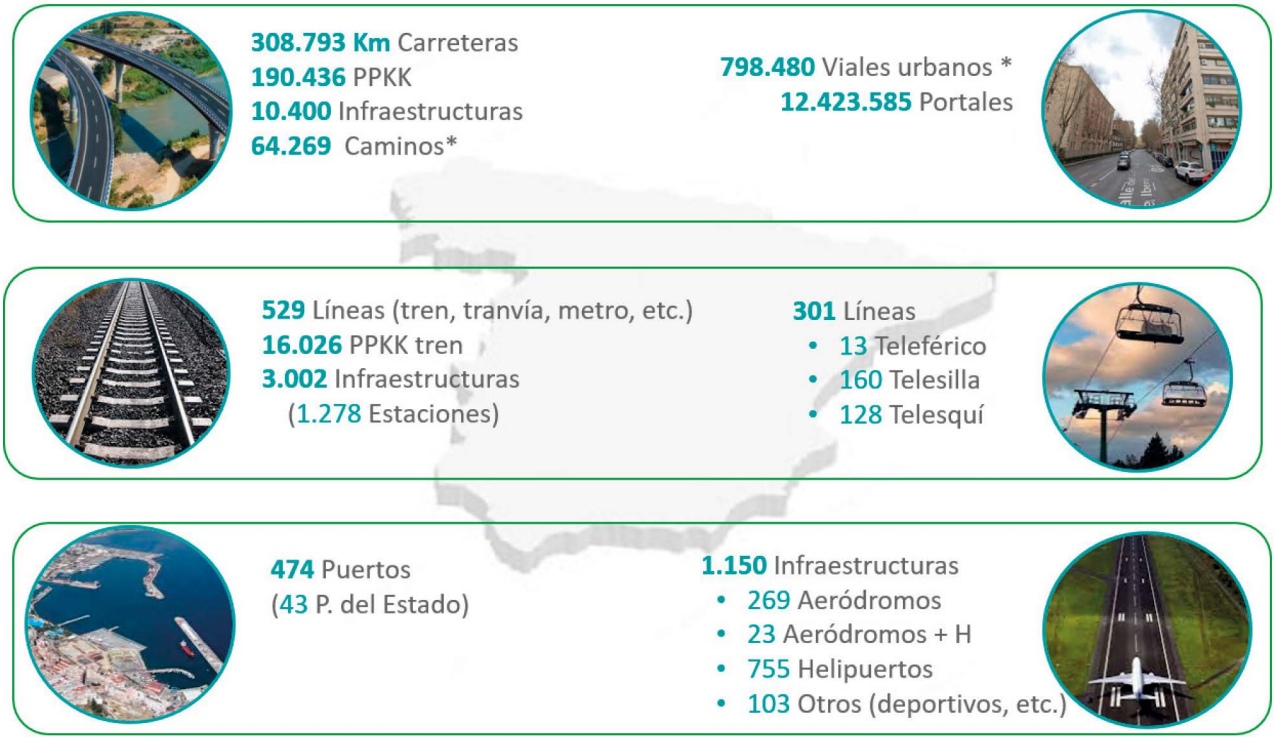


tipos de objetos geográficos: agrupaciones de edificios residenciales (como núcleos urbanos y urbanizaciones), infraestructuras sociales (por ejemplo, hospitales y escuelas), e instalaciones industriales, todos con características distintivas pero conectados por flujos continuos de personas, comunicaciones, bienes y actividades.

Este conjunto de datos espaciales no solo refleja la ubicación y forma de las poblaciones y las edificaciones relacionadas, sino que también identifica aquellas con nombre e identidad propia como unidades independientes. Además de las viviendas, dentro de estas agrupaciones, se incluyen edificios y espacios de diversos usos que complementan la función residencial principal, desde zonas hospitalarias hasta industriales. La información geográfica de poblaciones se vincula estrechamente con unidades estadísticas y se integra con la planificación urbanística y el catastro, utilizando la cartografía catastral como base geométrica. Este enfoque garantiza una representación detallada y flexible de los lugares de residencia y agrupaciones de edificios no residenciales, fundamentales para el análisis demográfico, la planificación urbana y la gestión del territorio.

El sector del transporte es uno de los cinco principales emisores de CO_2 a nivel mundial y con algunas estimaciones se ubica como el segundo contribuyente más importante; sin embargo, hay muchas iniciativas destinadas a la movilidad sostenible, sana y segura (M3S) como la electrificación de carreteras o la expansión de ferrocarriles existentes. Estos proyectos orientados a la sostenibilidad suelen involucrar múltiples actores y aprovechan las economías de la digitalización en términos de toma de decisiones.

Consciente de este hecho, el tercer ejemplo de datos de alto valor lo constituye la Información Geográfica de Referencia de Redes de Transporte (IGR-RT) del IGN que abarca distintos modos de transporte como la red viaria (incluida la red completa de carreteras, calles y caminos), ferroviaria, vías navegables, aérea y cable, junto con sus conexiones intermodales. Cada modo de transporte se caracteriza por una serie de atributos específicos descriptivos y de denominación e identificación oficial y por la información geoespacial detallada de las infraestructuras, como carreteras, vías férreas, puertos, aeropuertos y sistemas de transporte por cable. La red de transporte no solo representa la infraestructura física, sino también las relaciones espaciales entre los diferentes elementos de cada



Información Geográfica de Referencia de transportes, volumen de datos.

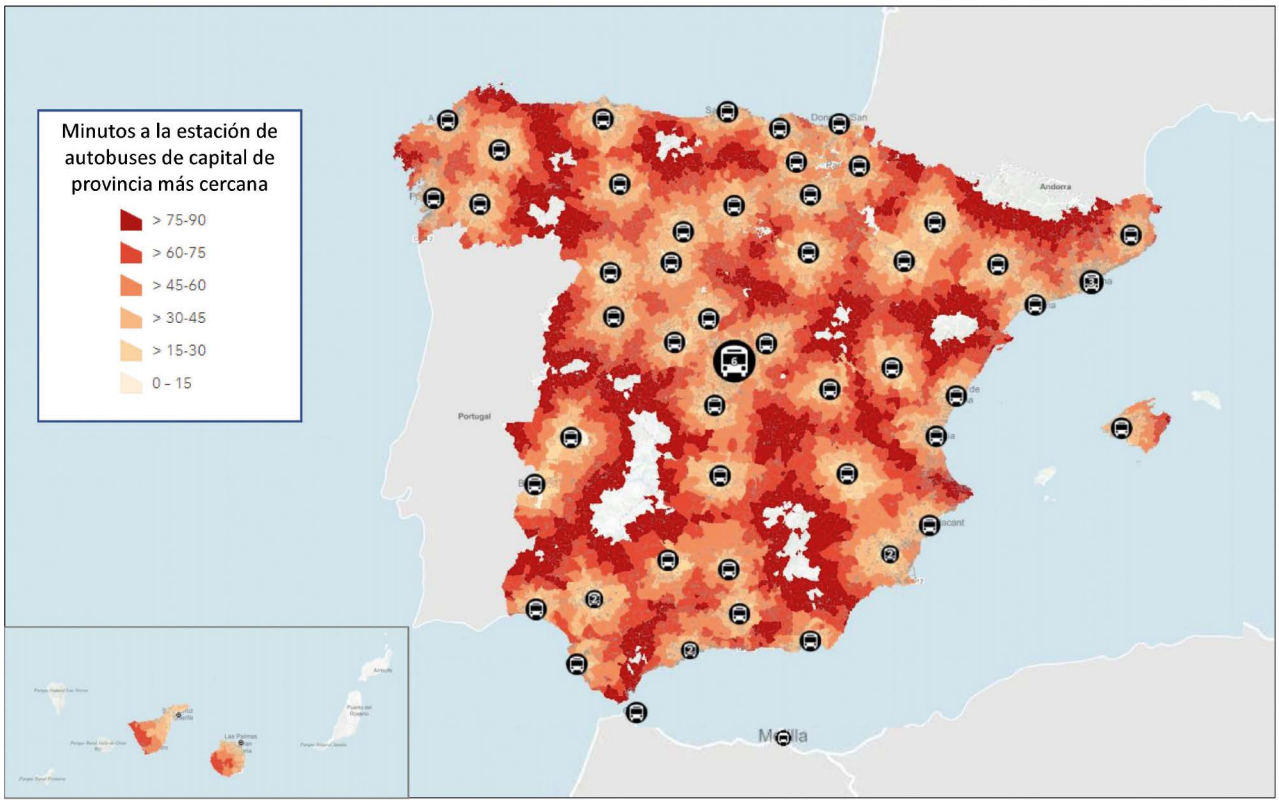
modo (por ejemplo, la red de carreteras está conectada a la red urbana de calles según se adentra en el interior de las poblaciones) y las conexiones entre éstos (intermodalidad), lo que facilita su análisis y explotación en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Nuevas tecnologías, nuevos paradigmas

Disponer de información geoespacial de alto valor, siempre georreferenciada, y del territorio digitalizado puede no ser suficiente en la metodología BIM. En ocasiones es necesario acudir a macrodatos que por su naturaleza son difusos o imprecisos, dentro de un margen de utilidad. Este tipo de situaciones en el proceso BIM, donde es difícil el tratamiento de la información por ser incompleta, ambigua, imprecisa, etc., proporciona demasiadas posibilidades o soluciones válidas que pueden abordarse mediante aproximaciones que producen resultados suficientemente buenos sin ser exactamente una solución analítica clásica, única o basada en algoritmos. En tanto en cuanto existan datos sobreabundantes, macrodatos o *big data*, es posible abordar estos problemas mediante tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial (IA).

Por ejemplo, la ubicación de un *hub* de transporte depende de varios factores, incluido el modo de transporte, el territorio y la densidad de población del área circundante. Idealmente, un centro de transporte debe estar ubicado en la intersección de múltiples rutas de transporte, para hacerlo fácilmente accesible desde diferentes partes de la ciudad o la región, y además, su ubicación debe ser elegida cuidadosamente para maximizar su conveniencia y accesibilidad para los viajeros. Al mismo tiempo, debe estar situado en un lugar central fácilmente accesible por múltiples modos de transporte, como autopistas, líneas ferroviarias y aeropuertos; por ello, se ha cuidado especialmente la intermodalidad de la Red de Transportes antes mencionada. Además, debe ubicarse cerca de destinos clave como centros urbanos, áreas comerciales y atracciones turísticas, algo que está definido en los POI (Point of interest) de la Base Topográfica Nacional.

Con modelos 3D detallados y la simulación de diferentes escenarios, las tecnologías BIM y GIS pueden ayudar a optimizar la utilización del espacio, mejorar la seguridad y la experiencia general de viaje para los pasajeros. El empleo de modelos de IA para



Análisis espacial sobre la Información Geográfica de Referencia de la Red de Transportes (IGN) para la evaluación de tiempos de desplazamiento a la estación de autobuses más cercana.

el diseño de un *hub* de un centro de transporte puede optimizar su diseño, construcción y operación, especialmente cuando los datos de entrada son difusos o vagos, como el nivel de congestión en la zona o el potencial de crecimiento y expansión futuros de la red de transporte.

Las actuales simulaciones pueden considerar parámetros o aspectos a tener en cuenta que son difíciles de medir con la certeza necesaria. También puede ser muy variables en el tiempo como los tiempos de viaje y espera, el flujo de pasajeros, el volumen de tráfico, los consumos de energía por m², las emisiones de carbono, los tiempos de respuesta ante emergencias, los patrones de tráfico, las condiciones climáticas etc., pero, partiendo del diseño de las infraestructuras y la digitalización del territorio son capaces de simular e inferir la eficiencia en términos de sostenibilidad medioambiental. La verdadera capacidad de estos modelos está condicionada por la abundancia de datos y no exactamente por modelos matemáticos clásicos.

Durante la fase de diseño, los algoritmos de IA pueden analizar datos de diversas fuentes, como patrones de tráfico, volúmenes de pasajeros y condiciones climáticas, para optimizar el diseño y la disposición del centro de transporte, al mismo tiempo que se minimizan los costos y el impacto ambiental. Durante la fase de construcción, la IA puede utilizarse para automatizar tareas repetitivas y optimizar la orquestación del cronograma de construcción por todos los agentes implicados o reasignar recursos, lo que conduce a una mayor eficiencia y mejora en costes.

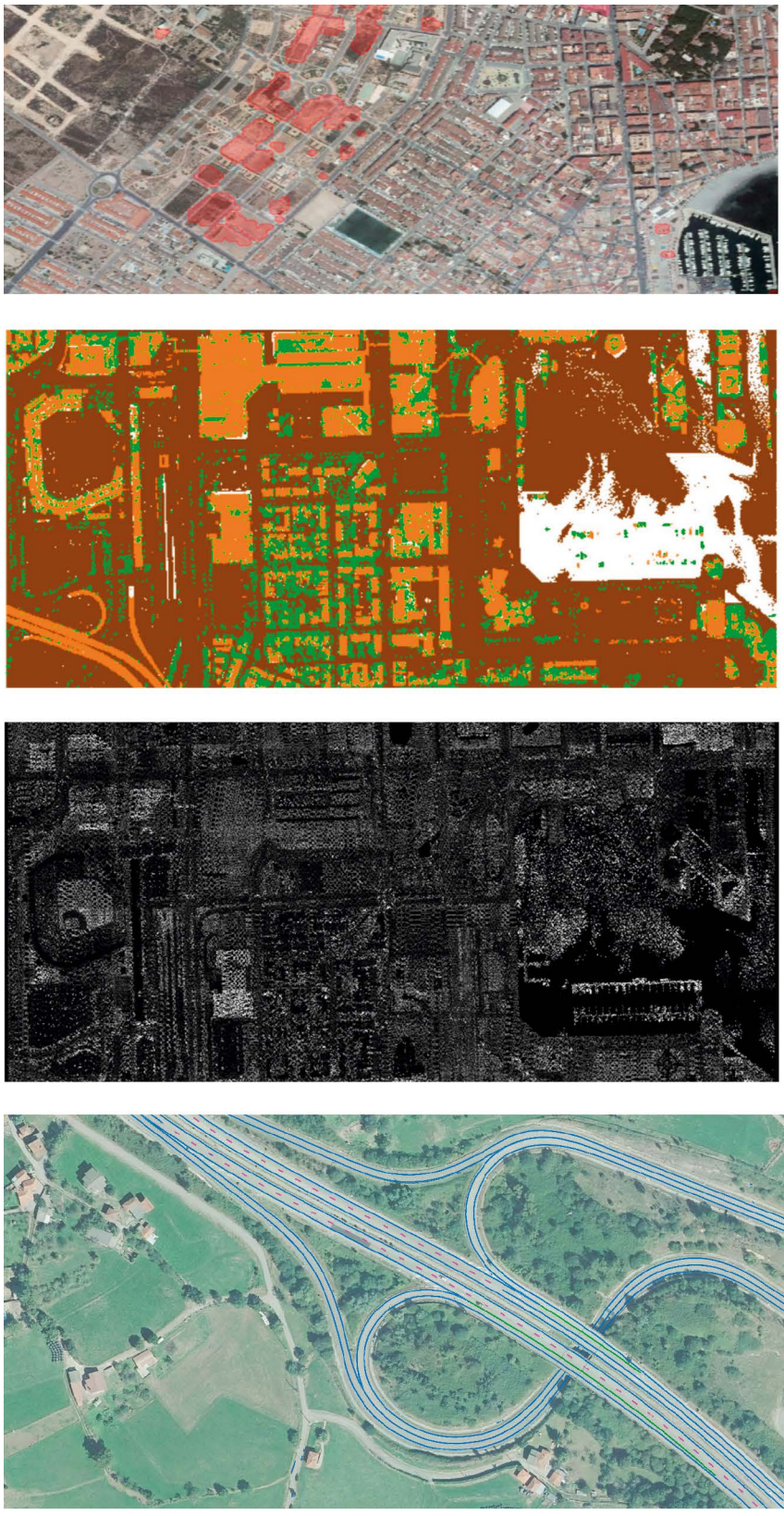
En la fase de operación y mantenimiento, BIM puede utilizarse para respaldar el mantenimiento predictivo y la optimización del rendimiento de las edificaciones de este centro de transportes. Una IA puede analizar datos de sensores y otras fuentes para identificar patrones y tendencias en flujos de pasajeros, consumo de energía y otros indicadores clave para optimizar los horarios de operación y mantenimiento, reducir los costes energéticos y mejorar la experiencia de los pasajeros a través de *big data*.

Al analizar datos de sensores de edificios y otras fuentes, los

algoritmos de IA pueden predecir cuándo es probable que falle el equipo y programar el mantenimiento en consecuencia. Esto puede ayudar a reducir el tiempo de inactividad y los costos de reparación, al tiempo que mejora el rendimiento y la fiabilidad de los edificios.

El uso de IA también se está empleando desde hace algunos años para reducir tareas de bajo valor añadido, repetitivas o que impliquen grandes volúmenes de datos para tratar de disponer de la información geoespacial más fiable y actualizada posible que pueda alimentar al menos las fases más relevantes en la que esta información interviene en la metodología BIM, como puede ser la de estudios previos o la de simulación del activo digital en el contexto del territorio.

Esta unión de capacidades, BIM y GIS junto con las tecnologías más disruptivas como la IA o *big data*, no solo está permitiendo disponer de mejor información geoespacial, sino que multiplicará las capacidades de simulación o planificación de activos BIM de forma más certera e informada. Además, la aprobación del Plan para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública de la AGE y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o dependientes, a través de la Orden PCM/818/2023 de 18 de julio, impulsará la integración de modelos BIM en las bases de datos geoespaciales, de forma que ambas tecnologías o metodologías se beneficien una de otra.

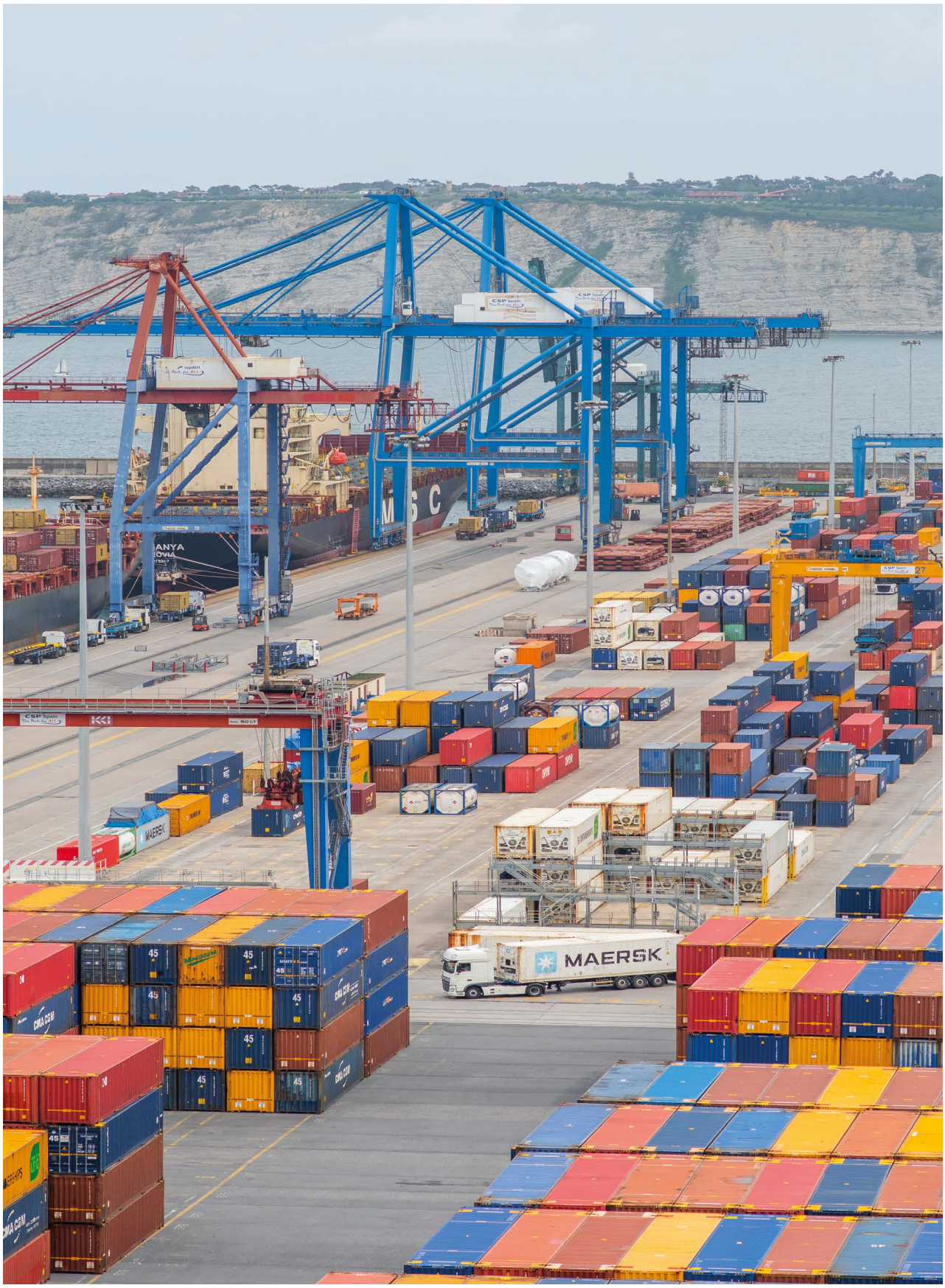


Geoprocesos que integran IA: Detección de edificaciones nuevas, nube de puntos Lidar clasificada, nube de puntos LiDAR original y detección automática de marcas viales para la actualización de la Información Geográfica de Referencia de Transportes y la Base Topográfica Nacional del IGN(de arriba a abajo).

BIM en el Sistema Portuario de Titularidad Estatal

Puertos del Estado coordina la implementación de la metodología BIM en las 28 Autoridades Portuarias, cuyo grado de madurez BIM es muy diverso. Se destaca el proyecto de levantamiento del puerto de Granadilla y se aportan otras referencias sobre experiencias en otros puertos, así como los retos de futuro que se plantean. Se completa el enfoque con el trabajo realizado desde Puertos del Estado en el documento *Guía BIM del Sistema Portuario de Titularidad Estatal*.

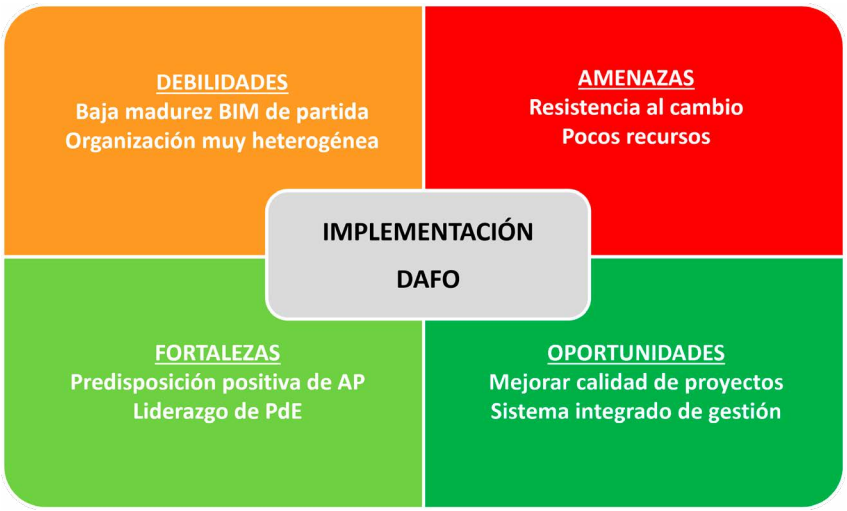
Texto: **Manuel Arana Burgos,** director de Planificación y Desarrollo; **Ignacio Martínez Pérez,** jefe de división de Proyectos de Infraestructuras; **Ana Lope Carvajal,** jefa de área de Planificación de Infraestructuras **y Gonzalo Gómez Barquín,** jefe de área de Proyectos de Infraestructuras; **Puertos del Estado**


MAERSK

Los primeros contactos de Puertos del Estado con BIM se remontan al año 2018, cuando el entonces Ministerio de Fomento acababa de publicar el Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras (PINTI), que ya daba un importante peso a la metodología BIM, y que además incluía una iniciativa denominada "Integración de modelos BIM en el puerto inteligente", correspondiendo a Puertos del Estado el liderazgo en su desarrollo. Enmarcado dentro de esta iniciativa, como primera medida, se llevó a cabo un diagnóstico del estado de implementación de la metodología BIM en el Sistema Portuario de Titularidad Estatal.

El objetivo del diagnóstico era analizar el grado de madurez BIM en Puertos del Estado y en las diferentes Autoridades Portuarias, y establecer en consecuencia unas directrices a seguir en la implantación de BIM y en la redacción de una guía BIM. La realización de dicho análisis, para el cual se realizaron una serie de cuestionarios y entrevistas, puso de manifiesto una baja madurez BIM y la dificultad de su implantación en una estructura muy heterogénea como es el Sistema Portuario, pero también se advirtió una predisposición positiva dentro de las Autoridades Portuarias a implementar metodología BIM y se vio la oportunidad de mejorar la calidad de los proyectos y la posibilidad de conseguir un sistema integrado de gestión. Por otra parte, el estudio recomendaba llevar a cabo sesiones de formación en BIM y la realización de un proyecto piloto con metodología BIM.

Matriz DAFO resultante del diagnóstico del estado de implementación de la metodología BIM en el Sistema Portuario de Titularidad Estatal realizado en 2018.



Tras el diagnóstico y el establecimiento de las líneas de actuación se constituyó un grupo de trabajo liderado por Puertos del Estado, con la participación de varias Autoridades Portuarias –A Coruña, Bahía de Algeciras, Baleares, Barcelona, Bilbao, Melilla, Santa Cruz de Tenerife y Santander–, que concluyó con la publicación de la *Guía BIM del Sistema Portuario de Titularidad Estatal,* en junio de 2019.

Esta Guía pretende ser el marco de referencia para el desarrollo de la metodología BIM en los proyectos que se desarrollen en los puertos, ya que en ella se abordan temas como la estrategia y objetivos BIM, los requisitos de información BIM y

Portada de la Guía BIM del Sistema Portuario de Titularidad Estatal, publicada por Puertos del Estado en junio de 2019 (pincha aquí para descargar).

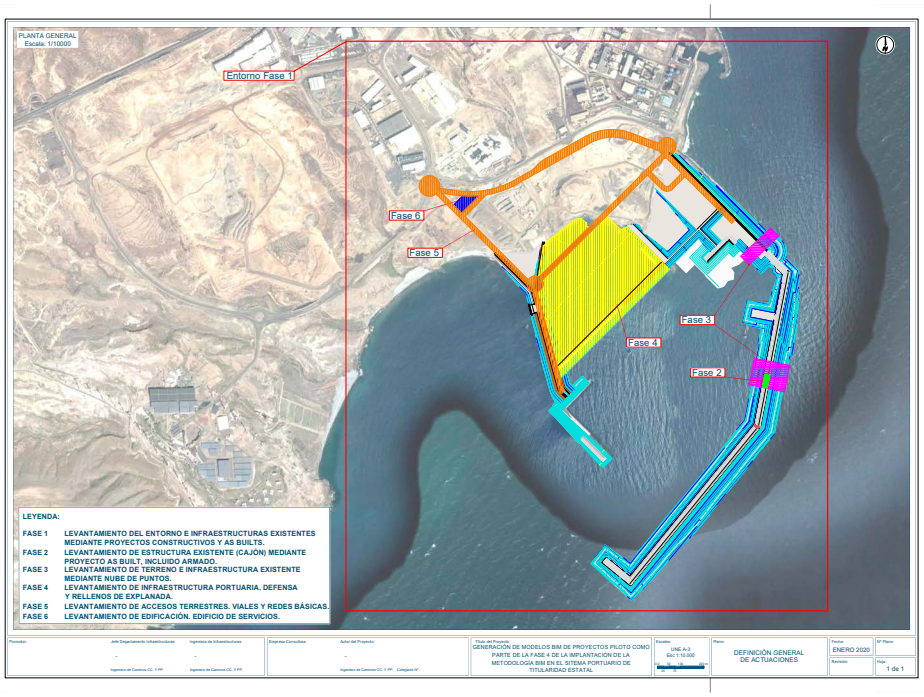


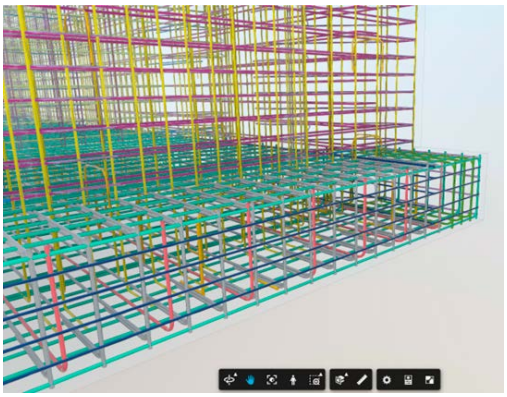
El proyecto piloto del puerto de Granadilla sirvió para aplicar los principales aspectos de la Guía BIM de Puertos del Estado.

sus niveles, así como los medios humanos y técnicos necesarios para su implantación, además de incluir varios anexos con ejemplos de requisitos de información BIM para diferentes tipos de contratos, sistemas de clasificación de elementos y estándares de codificación de archivos.

Siguiendo lo indicado en el PINTI y las conclusiones del estudio de diagnóstico, en el año 2021 se llevó a cabo un proyecto piloto sobre una instalación existente que permitía aplicar la metodología BIM a un caso portuario real, con el fin de validar la aplicación práctica de la Guía BIM redactada, de cara a su posible actualización y mejora, en los aspectos en los que se demostrara necesario.

El proyecto piloto, desarrollado en el puerto de Granadilla en la isla de Tenerife, incluía varias fases, entre las que se encontraban: el levantamiento del entorno e infraestructuras existentes (dique exterior y contradique), el levantamiento con mayor grado de detalle de una parte de una estructura existente (cajón de hormigón armado del dique exterior), el levantamiento del





En la imagen de arriba: plano con las diferentes fases contempladas en el proyecto piloto del puerto de Granadilla.

En la imagen de la derecha: armaduras de un cajón con nivel de definición LOD 500 en la fase 2 del proyecto piloto del puerto de Granadilla.

En la imagen de abajo: ejemplo del levantamiento con nube de puntos del dique de abrigo en la fase 4 del proyecto piloto del puerto de Granadilla.







Imágenes de la rotonda y viario obtenidas del modelo desarrollado en la fase 5 del proyecto piloto del puerto de Granadilla.

Puertos del Estado lidera la implantación de la metodología BIM en el Sistema Portuario de Titularidad Estatal, tal como se recoge en las líneas y objetivos establecidos en el Marco Estratégico 2022 y alineado con el Plan BIM.

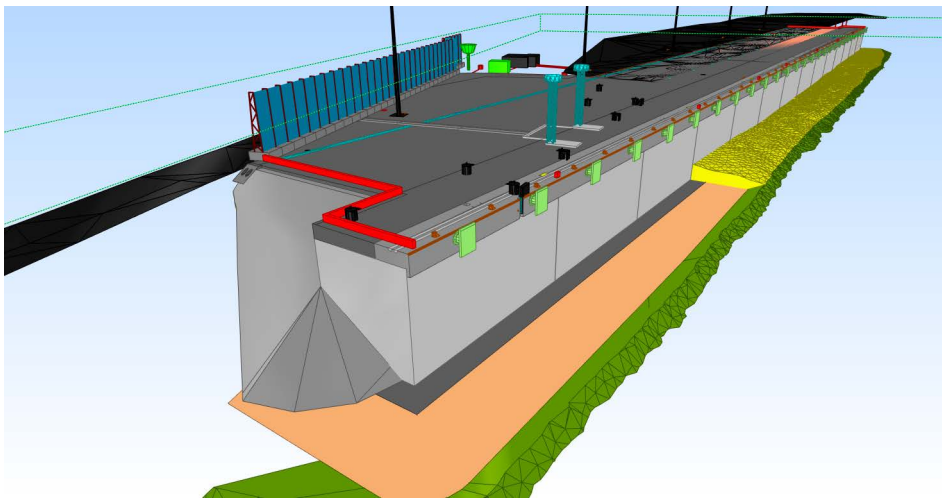
terreno y de la infraestructura existente mediante una nube de puntos, el levantamiento de los accesos terrestres (viales y redes básicas), el levantamiento de la edificación (edificio de servicios del puerto, cuya obra estaba en marcha) y el estudio de la integración de modelos BIM y modelos GIS.

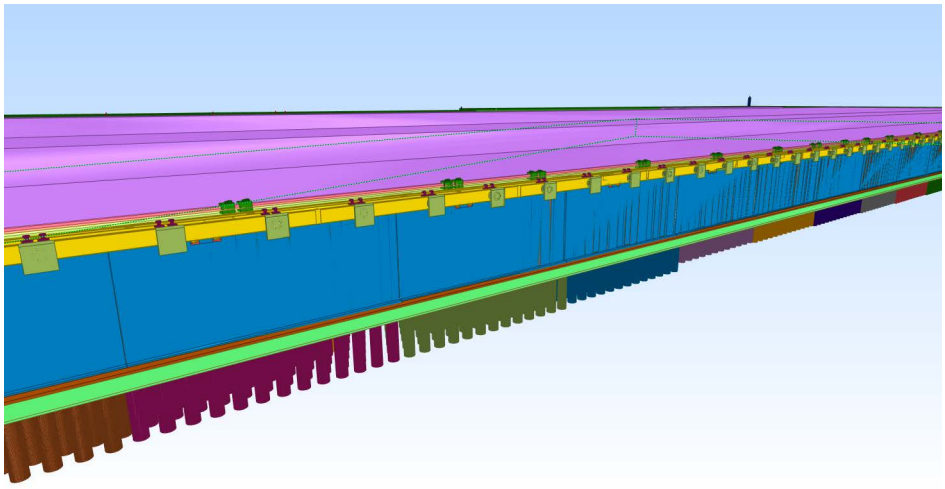
La realización de este proyecto piloto sirvió para aplicar los principales aspectos de la metodología BIM (repositorios de información, programas para la visualización de modelos, detección de interferencias, flujo e intercambio de información, etc.), y dio pie a la realización de diversas jornadas de difusión y formación. Los modelos generados durante este proyecto piloto fueron puestos a disposición de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, para su posterior gestión dentro del proceso general de expansión, mantenimiento y explotación del puerto de Granadilla. Así, como primer ejemplo de utilización de los modelos generados, el seguimiento de la obra del edificio de servicios múltiples se llevó a cabo de forma paralela a través del modelo BIM del proyecto del edificio levantado en una de las fases del proyecto piloto.

Por otra parte, Puertos del Estado ha participado, desde su creación, en el Comité Técnico de la Comisión Interministerial BIM (CIBIM), junto con otros organismos públicos como Adif, Renfe, Aena o la Dirección General de Carreteras, fruto de cuyo trabajo se redactó, entre otros documentos, el Plan BIM.

Experiencias de aplicación en tres Autoridades Portuarias

El Sistema Portuario de Titularidad Estatal está constituido por Autoridades Portuarias de características muy diferentes que dependen, entre otros, del tamaño, tipo y volumen de tráfico o de la organización y estructura del personal, lo que implica que las actuaciones





Imágenes tomadas de los modelos de los proyectos piloto realizados por la Autoridad Portuaria de Valencia del Muelle Sur (arriba) y de la Terminal Norte (abajo).

relacionadas con la metodología BIM y el grado de desarrollo de su implantación sean muy dispares. Por ello, en los últimos años, ha sido necesario realizar, en varias Autoridades Portuarias, adaptaciones y particularizaciones de la Guía BIM a sus correspondientes realidades de funcionamiento.

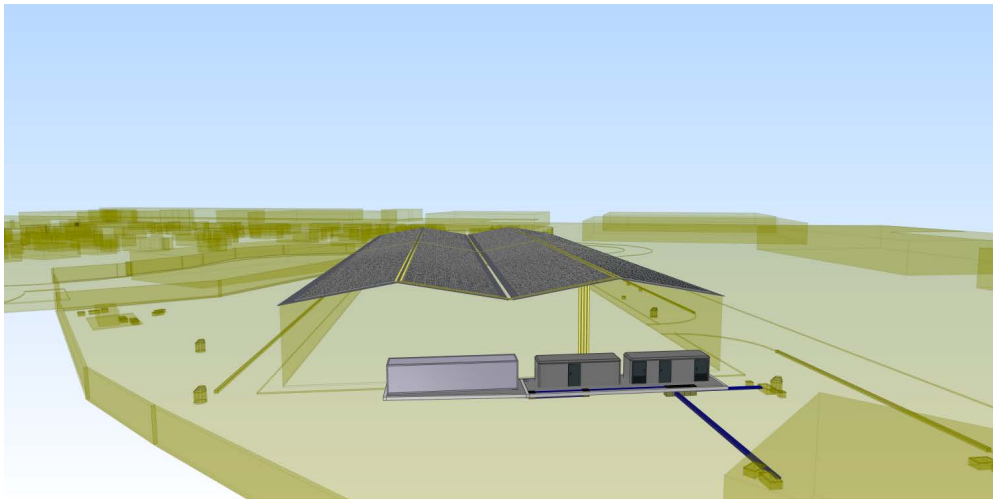
Adicionalmente, se han llevado a cabo algunas experiencias de desarrollo de bibliotecas de elementos modelados en BIM y, varias Autoridades Portuarias están ya trabajando en proyectos piloto para la generación de gemelos digitales del puerto (*digital twins*), apoyándose en el programa Puertos 4.0 que lanzó el Sistema Portuario como ayuda a la innovación.

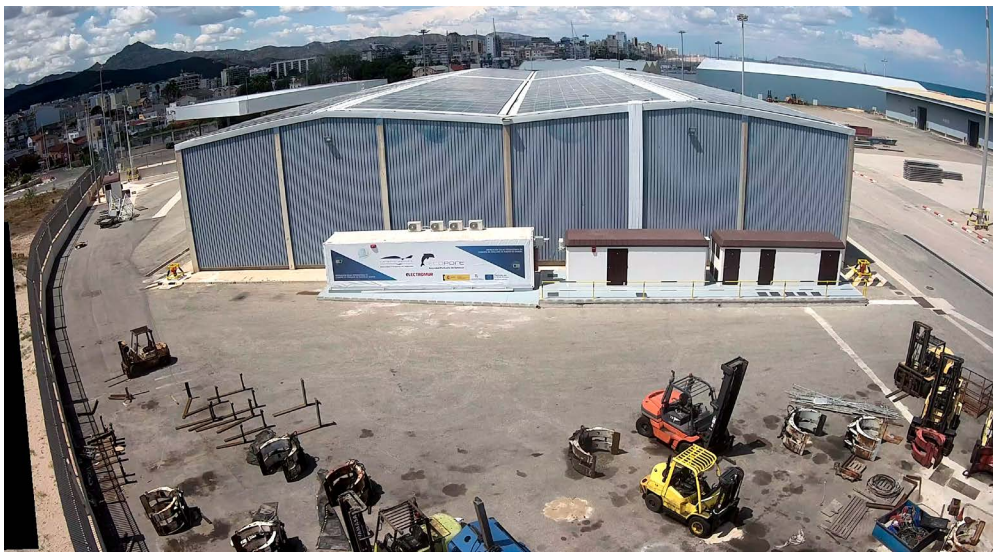
Cabe señalar que el número de proyectos y obras que incorporan la metodología BIM está claramente en aumento. A modo de ejemplo, se exponen tres casos de Autoridades Portuarias con diferente enfoque en la aplicación de la metodología BIM.

1. Autoridad Portuaria de Valencia

La Autoridad Portuaria de Valencia (APV) es una de las Autoridades Portuarias pionera en la introducción de BIM, pues ya en el año 2018 licitó obras con ciertos requisitos de información BIM en el ámbito de la edificación. Entre los años 2019 y 2020 contrató una asistencia técnica, en el marco de la cual se llevaron a cabo varios talleres de formación del personal de la Autoridad Portuaria y, tomando como referencia la Guía BIM de Puertos del Estado, se desarrollaron dos proyectos piloto BIM (Muelle Sur y Terminal Norte), específicamente centrados en tipologías portuarias.

> **La metodología BIM puede y debe jugar un papel fundamental en la explotación y gestión de los puertos, por lo que su implantación debe alcanzar a todos los actores del mismo.**





Imágenes tomadas del modelo BIM de instalación fotovoltaica en el puerto de Gandía (arriba) y fotografía del mismo edificio.

En el año 2021 la APV publicó un manual BIM-GIS propio, que particularizaba la Guía BIM del Sistema Portuario de Titularidad Estatal a sus necesidades específicas. En la actualidad está desarrollando numerosos proyectos y obras con meto-

dología BIM como por ejemplo: la nueva terminal de contenedores norte, nuevas redes FFCC en Sagunto y Valencia, el nuevo paseo del puerto de Sagunto, diversos edificios y urbanizaciones, instalaciones fotovoltaicas, etc. Recientemente ha adquirido un dron para la captura de datos por fotogrametría y generación de nubes de puntos de la infraestructura existente, para lo cual está tramitando el registro de la APV como operador UAS (Sistema Aéreo no Tripulado) en AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea) y la formación del personal de su oficina técnica como pilotos de dron. Por otra parte, en el corto plazo, la APV va a contratar la elaboración de la estrategia BIM de la Autoridad Portuaria, que definirá el plan de acción BIM en los horizontes 2024-2027 y 2027-2030.



Imagen del puerto de Cartagena en el visor (gemelo digital) desarrollado por la Autoridad Portuaria de Cartagena.

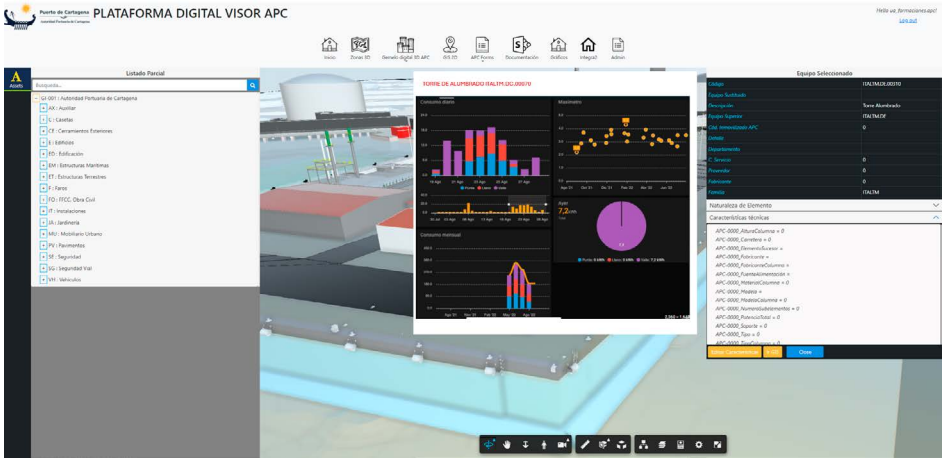


Imagen prototipo (*mock-up*) de la monitorización en la que está trabajando la Autoridad Portuaria de Cartagena para implementar en el gemelo digital.

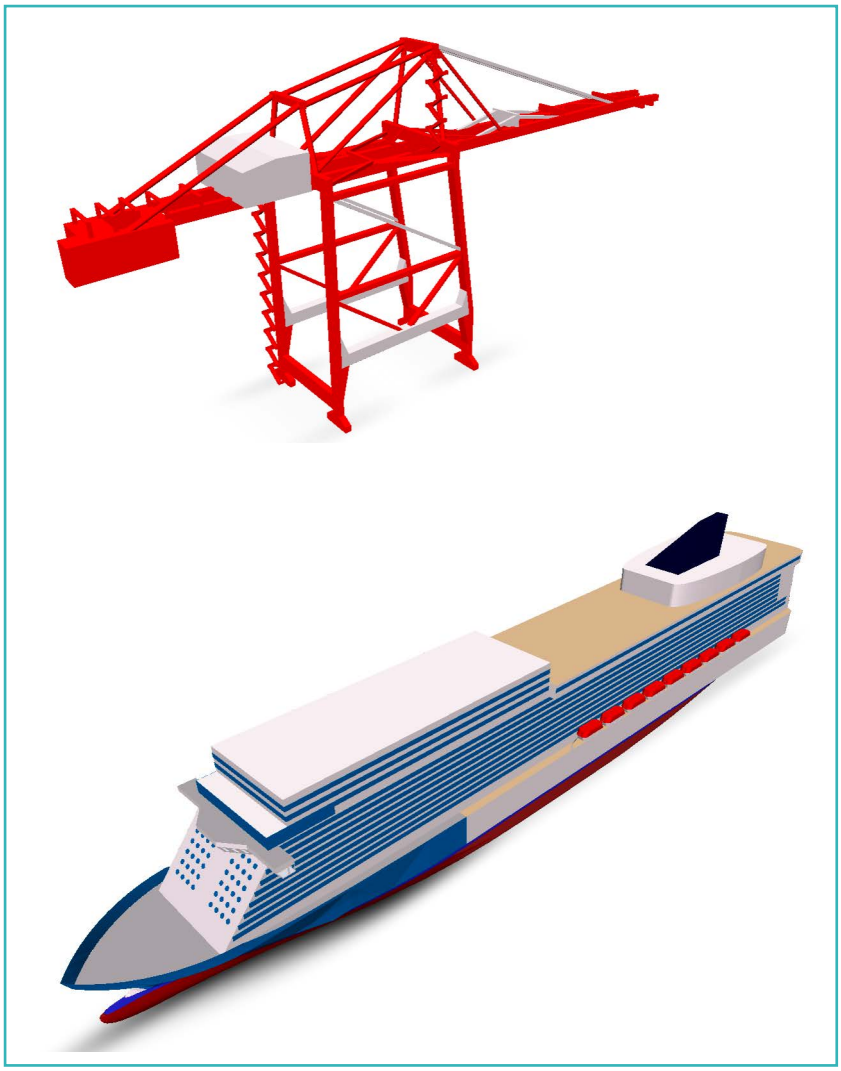
2. Autoridad Portuaria de Cartagena

La Autoridad Portuaria de Cartagena (APC) ha sido también pionera en el proceso de transformación digital e innovación. En 2021 se dieron los primeros pasos orientados a la transformación digital y al empleo de metodologías digitales en el área de infraestructuras. El objetivo era iniciar la implantación BIM-GIS y transformar la metodología de trabajo basándose en las nuevas tecnologías. Desde entonces, se han realizado grandes esfuerzos orientados al desarrollo de estrategias de implantación, a la creación de requisitos de información BIM y estandarizaciones, entre otros. También, se ha desarrollado un modelo básico 3D de las instalaciones de la APC, con un GIS de dichas instalaciones y una plataforma VISOR de integración, en la que se ha logrado conectar el modelo 3D BIM y el modelo 2D GIS (gemelo digital) con distintas bases de datos de la APC (como ROSMIMAN, INTEGRADOS, CATASTRO, etc.), que son las que dan soporte a los distintos departamentos de la APC, en temas tales como el manejo de referencias catastrales, gestión de concesiones, tratamiento de activos contables, etc.

Además, como parte de la transformación de la metodología de trabajo, la APC incluye la supervisión de proyectos y obras en BIM y en GIS, y dan apoyo digital en los contratos de mantenimiento desde la Oficina Técnica de la APC. Como horizonte de futuro, la APC continuará con la estrategia de transformación e innovación identificando nuevos retos y objetivos a conseguir, entre los que cabe resaltar la integración de datos dinámicos (sensorización), los desarrollos de herramientas de predicciones y optimización de tráfico terrestre y marítimo, de seguridad, congestión de muelles, etc.

3. Autoridad Portuaria de Barcelona

La Autoridad Portuaria de Barcelona (APB) dispone de un plano del puerto, en formato GIS, para cuya generación se han inventariado, a lo largo de los últimos 30 años, diversos elementos del puerto llegando en la actualidad a contar con más de 800 000 elementos. Partiendo de este inventario, se está desarrollando una biblioteca 3D de elementos BIM vinculada al plano 2D, lo que permitirá en próximas etapas alcanzar objetivos como el de desarrollar gemelos digitales del puerto o generar modelos de realidad aumentada. Para generar la biblioteca, lo primero que se hizo fue determinar los elementos susceptibles de ser modelados en 3D y establecer el nivel de detalle más adecuado para su representación (LOD); así, se capturaron elementos (principalmente mediante fotogrametría), se tomaron las imágenes correspondientes y se referenciaron. Durante este proceso se mejoró el inventario del puerto, clasificando con mayor precisión algunos elementos. En una primera fase se incorporaron 400 elementos a la biblioteca IFC (principalmente de mobiliario urbano), y en una segunda fase se incorporaron edificios y otros elementos portuarios. En la actualidad, la biblioteca cuenta con más de 500 elementos IFC, lo que supone más de 80 000 elementos del GIS. Para la totalidad de los elementos se realizaron dos modelados: uno en un formato detallado que cumple con una de las funciones básicas de BIM de representar los elementos de



Ejemplo de dos elementos de la biblioteca 3D de elementos BIM del puerto de Barcelona.

Infografía de las oficinas de la APB en el World Trade Center, en la que pueden verse algunos elementos de la biblioteca BIM.



manera ajustada a la realidad, y otro simplificado, que al ser de menor tamaño, permite presentar todo el conjunto de miles de elementos del plano en un formato 3D más ágil.

Retos de futuro del Sistema Portuario

Los retos, ya conocidos, que representa la implantación de una nueva metodología de trabajo en una organización se ven ampliados en el caso del Sistema Portuario por la complejidad que presenta su propio funcionamiento y la multiplicidad de actores que participan en los distintos procesos. No solo hay que tener en cuenta las diferentes realidades y distintas autonomías de gestión, reconocidas por la propia legislación de los 29 Organismos Públicos (28 Autoridades Portuarias y Puertos del Estado), sino que además, desde éstos se debe coordinar y liderar la generación pública de infraestructura y su posterior mantenimiento y gestión, además de la prestación de servicios y la explotación del dominio público que se lleva a cabo por la iniciativa privada a través de licencias y concesiones. También hay que tener en cuenta que, aproximadamente, la mitad de la inversión total que se lleva a cabo en la zona de servicio de los puertos corre a cargo de operadores privados, que invierten en infraestructuras, superestructuras y equipamientos, muchos de los cuales revertirán a las Autoridades Portuarias en el momento del vencimiento de sus títulos concesionales.

Estas circunstancias configuran un escenario en el que el sector público debe ejercer un liderazgo en el desarrollo de políticas que ayuden a mejorar la gestión de activos y servicios para conseguir que los mismos sean más eficientes y productivos. Y, en este sentido, la metodología BIM puede y debe jugar un papel esencial. Particularmente, Puertos del Estado, en el ámbito de sus competencias, tiene como misión la coordinación y creación de sinergias para todo el conjunto del Sistema Portuario. Por ello, y para seguir liderando la aplicación de la metodología BIM en los puertos, habrán de ponerse en marcha nuevas iniciativas tendentes a la implantación de esta metodología, no solo internamente en las Autoridades Portuarias, sino que alcance también a los operadores que prestan servicios en el puerto, de cara a conseguir unas mejores condiciones de explotación y gestión del puerto en su conjunto. En este sentido, y con carácter interno, se ha previsto, a corto plazo, una actualización de la *Guía BIM del Sistema Portuario de Titularidad Estatal*, tras cinco años de experiencia en su utilización, considerando adicionalmente los criterios establecidos en el Plan BIM de la AGE, y las publicaciones de la CIBIM; también se pretende continuar con la formación del personal y difusión de experiencias entre las Autoridades Portuarias.

El entorno tecnológico cambiante exige continuar trabajando para conseguir una completa implementación de la metodología BIM en el conjunto del ámbito portuario.

El nuevo Marco Estratégico del Sistema Portuario de Interés General, aprobado mediante Orden Ministerial en octubre de 2022, establece 3 dimensiones para los puertos: económica, ambiental y social, y su desarrollo se despliega a través de 7 criterios preferentes, siendo uno de ellos el de la digitalización. Dentro de éste se encuadra la implementación de la metodología BIM, lo que favorecerá el desarrollo progresivo en cada puerto de plataformas digitales, a modo de espacios de concentración y procesado de datos al servicio de los agentes de la comunidad portuaria. En la medida que se asuman los debidos estándares y se dote a esas plataformas de los necesarios habilitadores digitales, se podrá avanzar hacia la consecución de puertos inteligentes, capaces de irradiar opciones de optimización al resto de nodos y arcos de las cadenas en las que se apoya.



BIM permitirá a Aena a gestionar sus aeropuertos de forma más eficiente y afrontar con éxito los proyectos futuros

Gestión BIM de las infraestructuras aeroportuarias de Aena

El objeto de este artículo es dar a conocer el impacto que tiene implementar BIM en una empresa de gestión de infraestructuras. Implementar BIM en Aena implica trasformar sustancialmente el modo en que se gestiona actualmente la documentación de los aeropuertos, tanto a nivel gráfico, como de datos y documentos. El beneficio y las posibilidades de uso que ofrece la tecnología BIM supera los límites de la tecnología CAD, pero para que las distintas áreas de la organización puedan consumir información BIM, es necesario no solo definirla y generarla, sino disponer de una metodología de trabajo y unos procesos que faciliten su gestión en cada una de las fases del ciclo de vida del activo.

El proceso de transformación de CAD a BIM en Aena comenzó en el año 2018 con la definición de un plan basado en una implantación progresiva y gradual, compatible con la situación y el nivel de madurez BIM existente. Este plan establece cuatro etapas que van a permitir afrontar de forma escalonada el desafío que supone este cambio en la organización.

- Texto: **Marta Terrero Manzano,** responsable del desarrollo e implantación de BIM en Aena



www.pexels.com. Firma: Radubradu

El valor de disponer de una determinada información en un momento preciso puede ser incalculable. Pese a que existen estudios que pretenden cuantificar los beneficios de implementar BIM en un proyecto o en una organización, es realmente complejo medir el impacto que a largo plazo puede llegar a tener gestionar las infraestructuras en un entorno BIM, dado el enorme potencial y la diversidad de usos y aplicaciones que se pueden plantear.

Tradicionalmente se vienen desarrollando y estableciendo mecanismos de mejora con el objetivo de disponer de información actualizada y veraz que permita realizar una gestión eficiente de las infraestructuras aeroportuarias. Así, se han adoptado medidas como la creación de repositorios comunes para almacenar distintos tipos de información, la estandarización de la documentación del proyecto, la entrega de la documentación final de obra, el establecimiento de plantillas y reglas para homogenizar la carga de información en herramientas o bases de datos para su explotación.

Sin embargo, estos grandes avances, con un enfoque muy alineado con la metodología BIM que provienen de esa necesidad de centralizar y homogeneizar la información para facilitar su integración y traspaso, estaban condicionados y limitados por las tecnologías tradicionales.

La metodología BIM supone una oportunidad en Aena para mejorar los procesos y la gestión de la información de sus activos para obtener su máximo potencial.

BIM permitirá que los equipos sean más productivos y las soluciones de diseño funcionales más rentables y sostenibles.

La implantación de BIM en Aena es un reto que se afronta con un equipo de profesionales comprometidos con el cambio y convencidos de las ventajas que ofrece esta nueva metodología de trabajo.

Implantación de BIM en Aena, una oportunidad para mejorar los procesos

Este cambio de concepto entre planos CAD y modelos BIM es la clave para poder disponer de una fuente de información relacionada, pero requiere de un cambio sustancial en el modo en que se redactan y ejecutan los proyectos y, sobre todo, desde un punto de vista de gestor aeroportuario, en el modo en que se registra, intercambia y mantiene actualizada la documentación asociada a las infraestructuras.

Es por ello que el proceso de implantación de BIM en Aena se ha planteado de forma gradual. En el año 2018 Aena desarrolló un plan para ir implementando de forma progresiva la metodología BIM con el objetivo de utilizar los modelos de información durante todo el ciclo de vida de las infraestructuras. Dada la complejidad y el impacto que supone pasar de CAD a BIM se estableció una hoja de ruta con cuatro etapas diferenciadas.

Etapa 0

El objetivo principal de esta primera etapa fue establecer los requerimientos BIM para la ejecución de los proyectos. Los primeros proyectos se desarrollaron con unos requerimientos mínimos y se utilizaron como pilotos para poder ir estableciendo unas especificaciones cada vez más detalladas y adaptadas a las necesidades de la organización y, en la actualidad, son las que se solicitan de forma general para la redacción de todos los proyectos centralizados de Aena.

Como ejemplo de alguno de esos primeros proyectos BIM cabe mencionar el dique sur de Barcelona y el Diseño funcional del Aeropuerto de Sevilla.

Estos requerimientos se establecieron con el objetivo de poder dar respuesta a los usos que se indican a continuación:

- Visualización 3D. Utilizar la geometría de los modelos para comunicar la solución proyectada favorece la comprensión del mismo; es una pieza clave e imprescindible para el desarrollo de las reuniones de proyecto, ya que permite identificar la información del proyecto de forma mucho más rápida que mediante la metodología basada en CAD.



Imagen del modelo del proyecto mejoras del edificio terminal de acuerdo al diseño funcional del Aeropuerto de Sevilla.

- **Obtención de los planos del proyecto.** Al obtenerse los planos del modelo de proyecto se garantiza la coherencia entre ellos y se simplifican los posibles errores derivados de los cambios que se realizan, especialmente en las últimas fases del proyecto.
- **Obtención de mediciones.** La obtención de mediciones del presupuesto a partir del modelo reduce el tiempo que tradicionalmente se invertía en el desarrollo de esta actividad, además de minimizarse los errores de medición que habitualmente se producían.
- **Coordinación 3D.** La detección de interferencias como garantía de la calidad del proyecto permite minimizar riesgos durante la ejecución que puedan suponer retrasos o incumplimientos de plazo.

  Es importante establecer una matriz de interferencias coherente y acorde con las necesidades de cada proyecto que permita discretizar las interferencias reales que sean necesarias resolver de aquellas que son irrelevantes para el desarrollo del proyecto, como aquellas que puedan resolverse, por ejemplo, realizando un hueco en un tabique.

La aplicación de estos usos pretende contribuir a la mejora de la calidad del proyecto constructivo.

En el marco de la implantación de la metodología BIM, esta Etapa 0 implica "empezar a trabajar con BIM", lo que supone la inclusión de nuevos procesos, nuevos roles y la adquisición de nuevas herramientas. Si bien, los procesos, los roles y las herramientas deberán ir evolucionando y adaptándose a las necesidades y objetivos de cada etapa.

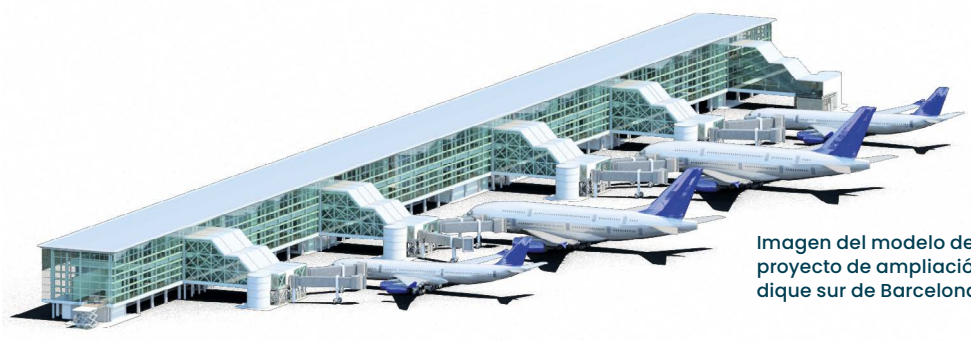


Imagen del modelo del proyecto de ampliación del dique sur de Barcelona.

Etapa 1

Al tiempo que se han ido introduciendo los modelos como parte de la documentación del proyecto, Aena ha adquirido y configurado un Entorno de Datos Colaborativo (CDE). El objeto de este Entorno es poder compartir la documentación de todos los proyectos que se desarrollen sobre las infraestructuras aeroportuarias, de modo que todos los agentes que participan en la definición de los proyectos, la ejecución de las obras y la gestión del activo, puedan intercambiar y consultar la documentación de forma ágil y eficaz.

Este CDE permitirá potenciar el uso de los modelos para la revisión y desarrollo de los proyectos, posibilitando su visualización en un entorno BIM, en el que se dispondrá de las geometrías, datos y toda la documentación vinculada. La implantación del CDE se plantea una vez que la etapa previa se haya consolidado y se disponga de un nivel de madurez tal que pueda utilizarse para la revisión del proyecto que realizan los equipos de diferentes áreas de la organización.

Para garantizar el cumplimiento de calidad de los modelos que se distribuyen, Aena ha adquirido una herramienta de auditoría que permite asegurar el cumplimiento de los estándares y requerimientos.

Etapa 2

Teniendo en cuenta la duración de los proyectos y obras y la vida útil de las infraestructuras, y comparando los costes de inversión con los gastos de

Entorno de Datos Colaborativo de Aena

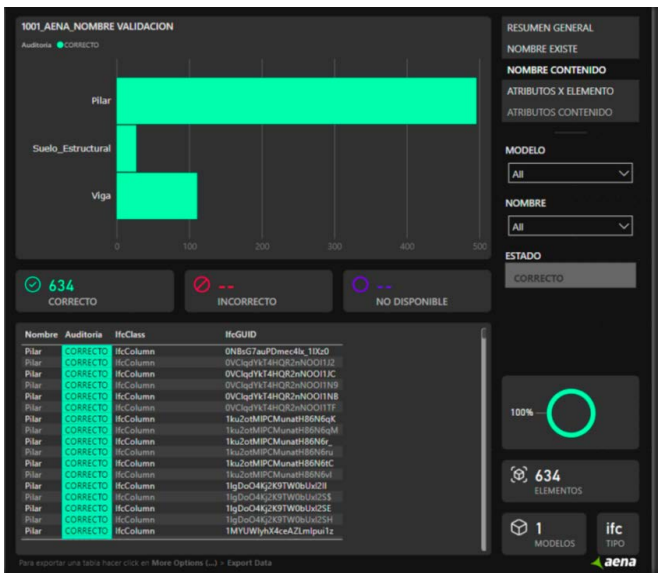
Los aeropuertos necesitan un Entorno de Datos Colaborativo (CDE) en el que gestionar y mantener sus activos digitales.

Un CDE es una excelente solución para abordar y gestionar datos inconexos que provienen de fuentes diferentes con el fin de transformarlos en información relacionada que permita gestionar de forma efectiva las infraestructuras aeroportuarias. Además, un CDE facilita la comunicación y el intercambio de información entre las diferentes empresas y agentes que intervienen en las distintas fases del ciclo de vida de las infraestructuras.

El CDE de Aena cuenta con un visor de modelos que se utilizará como soporte para realizar las revisiones de los proyectos. Este CDE permite realizar comparativas, lo que facilita la identificación de los cambios que se han producido en la documentación recibida y, controlar las revisiones realizadas. Los comentarios que se realizan se registran y gestionan a través de esta plataforma, facilitando una mayor trazabilidad y acceso a los mismos.

El CDE también se empleará para realizar el seguimiento de la planificación y del presupuesto del proyecto y permitirá gestionar toda la documentación producida durante la obra.

El CDE de Aena proporcionará una plataforma sobre la que contratistas y empleados externos e internos de la organización compartirán y gestionarán la información de la infraestructura aeroportuaria de forma relacionada. Este CDE estará conectado con otras herramientas de la organización con el fin de disponer de una información trazable, única y veraz para mejorar la eficacia y la eficiencia de los servicios.



Ejemplo de un reporte de auditoría.

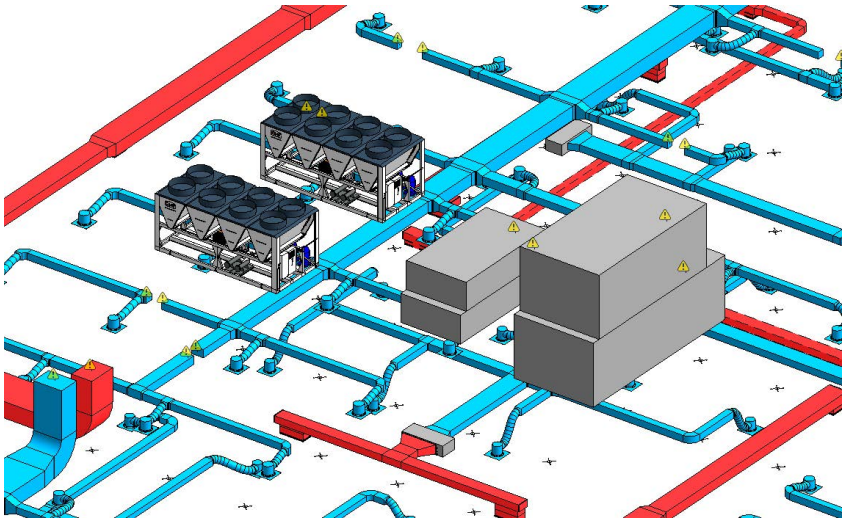


Imagen extraída de un modelo de climatización.



Imagen de plataforma de estacionamiento en el Aeropuerto de Málaga.

explotación y mantenimiento, se puede anticipar que el mayor potencial de la implantación de la metodología BIM en Aena estará en la fase de operación.

Para afrontar la implantación de la metodología BIM en esta fase y dado el volumen de infraestructuras ya construidas, se ha establecido un plan para la digitalización de los activos que se está utilizando en el Aeropuerto de Valencia como piloto para la digitalización. Con este piloto se pretende establecer y validar la estrategia para la digitalización de los activos de Aena en un entorno BIM, así como el modelo de datos, los procesos y las herramientas.

Establecer un proceso óptimo para la generación y actualización de los modelos de información de los activos en el CDE de Aena es un factor clave poder obtener el máximo potencial de BIM en un futuro.

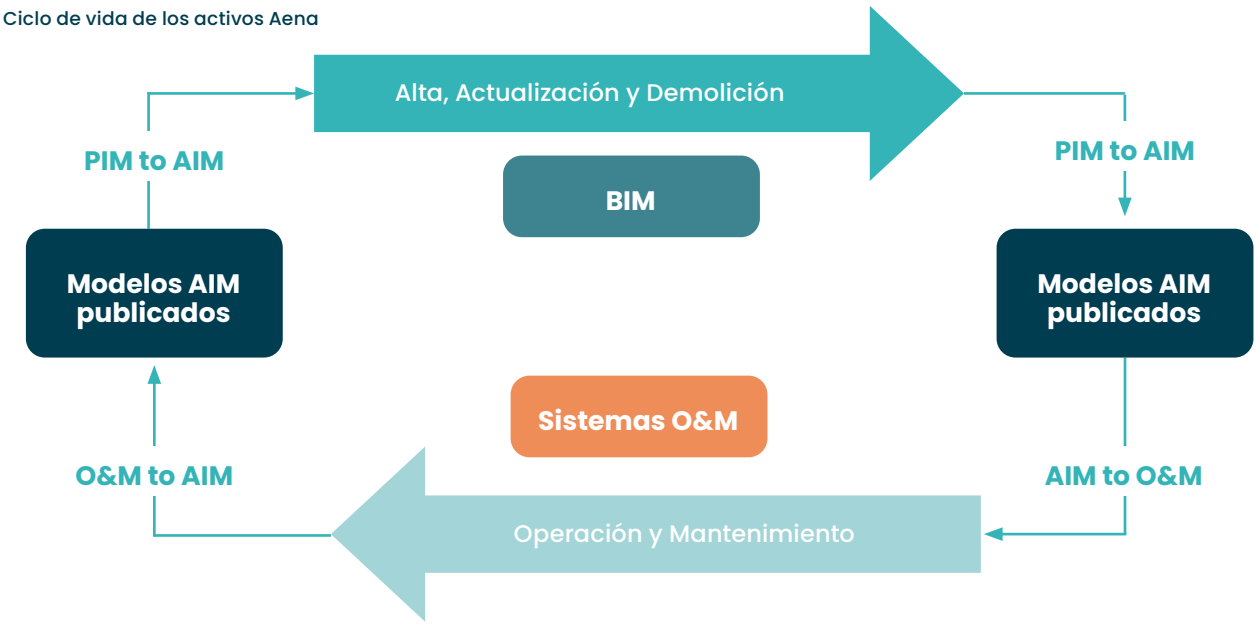
La toma de datos para realizar este levantamiento digital se realizó a partir de nubes de puntos, documentación gráfica existente e información adicional extraída de otras herramientas de gestión. Estos modelos geométricos junto con la documentación estructurada se cargarán en el CDE de Aena. Se utilizará la misma plataforma que para la gestión de los proyectos. Así, Aena dispondrá de dos entornos diferenciados, uno para proyectos y otro para activos, ambos conectados entre sí.

Una vez que se almacenen los modelos digitales de cada aeropuerto en este entorno y se implementen los procesos para su actualización e integración en los procesos existentes, cada área o aeropuerto podrá establecer usos específicos para su integración y desarrollo en esta base de datos centralizada, que se generará para cada aeropuerto y que irá construyéndose progresivamente. Usos como sostenibilidad, emergencia, cumplimiento normativo, análisis y simulaciones permitirán obtener el máximo potencial de los modelos. Además, su integración con otras tecnologías, como IoT, realidad aumentada, o con cualquier otra tecnología que surja, cambiará el concepto de la gestión aeroportuaria actual.

Etapa 3

Una vez establecido el modo en que se gestionarán los Modelos de Información de Proyectos (PIM) y los Modelos de Información de Activos (AIM) quedará implementar, en esta última

Ciclo de vida de los activos Aena



etapa, el traspaso e integración de PIM a AIM y de AIM a PIM.

Es en este momento del ciclo de vida completo del activo en el que se producen más pérdidas de información. Uno de los objetivos principales de la implantación BIM en Aena es trasformar y mejorar este proceso, actualmente basado en tecnología CAD. Los modelos BIM ofrecen la oportunidad de mejorar este traspaso. Sin embargo, para aprovechar esta oportunidad es necesario seleccionar y estructurar la información de los modelos de forma adecuada.

Para realizar esta labor, que sin duda requiere un enorme esfuerzo, Aena cuenta con un equipo de profesionales comprometidos con el cambio y convencidos de la importancia de invertir en BIM para poder afrontar con éxito los futuros retos de la compañía.

Imagen extraída del proyecto para la Integración arquitectónica de la terraza en el Aeropuerto de Palma de Mallorca.





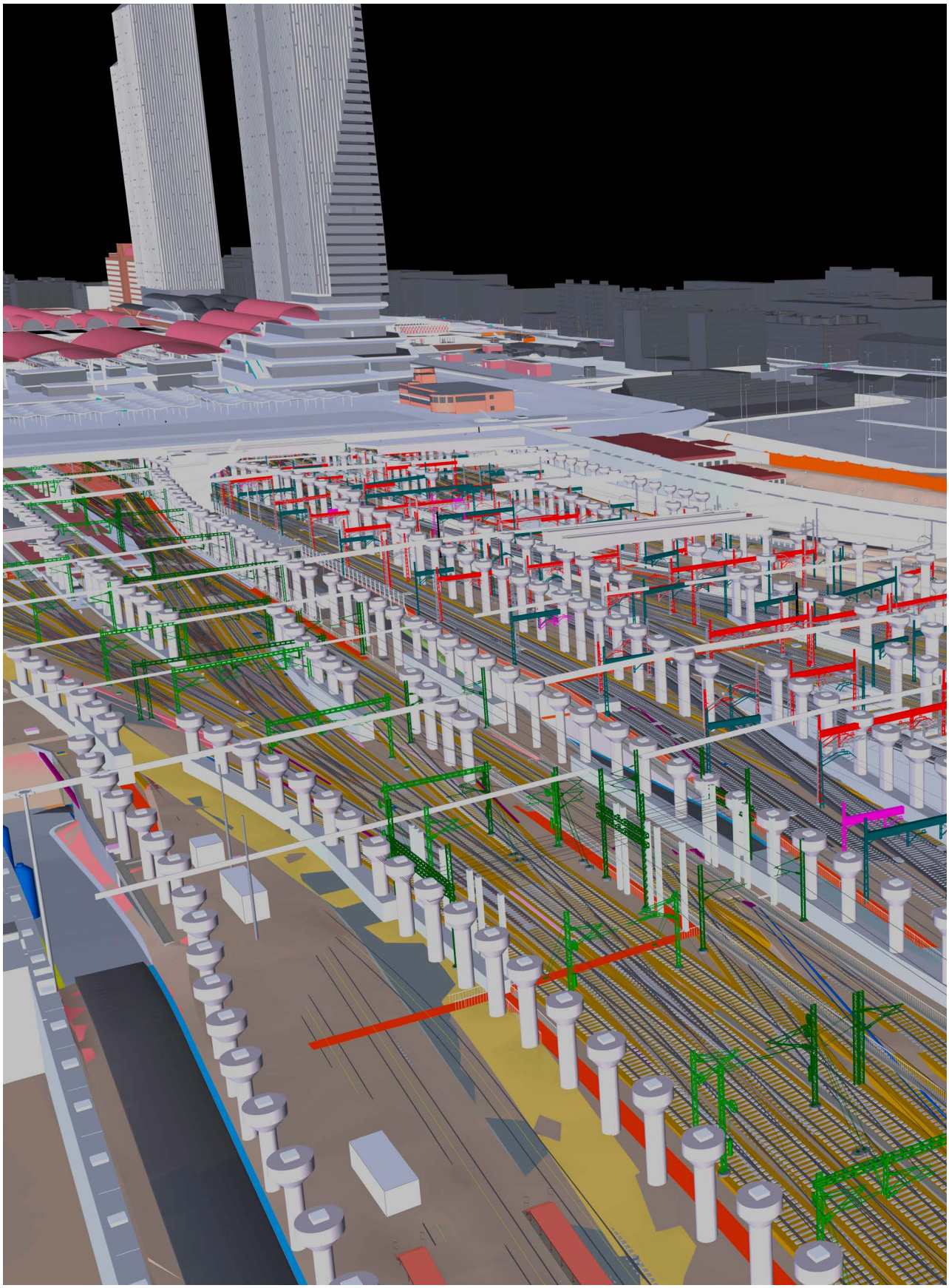
El Plan de implementación de la metodología BIM forma parte del Plan Estratégico 2030 de Adif y Adif Alta Velocidad

Implantación BIM en Adif y Adif Alta Velocidad

El Plan de implementación de la metodología BIM tiene por objetivos mejorar la eficiencia de las inversiones y el gasto, la sostenibilidad, la seguridad, la calidad y la colaboración en la gestión de las infraestructuras ferroviarias a lo largo del ciclo de vida de los activos, gracias al uso de modelos de información digitales y poniendo a las personas y a los procesos en el centro de la transformación.

- **Texto: Javier Lozano López,** subdirector BIM y de Continuidad Digital **y Alberto Alcañiz Amat,** jefe de Construcción de la Subdirección de Integración en Ciudades. Adif Alta Velocidad.

Modelo BIM Chamartín Clara Campoamor.



Itinerario

La historia de Adif y Adif Alta Velocidad (en adelante Adif) se cimenta sobre un conjunto de éxitos extraordinarios que permiten gestionar una red ferroviaria de 11 675 km, 1451 estaciones y 38 principales terminales de carga en Adif, así como 3974 km y 46 estaciones en Adif Alta Velocidad, demostrando la capacidad que tienen su personal y las empresas del sector para contribuir a desarrollar, mantener y operar una de las infraestructuras ferroviarias más avanzadas del mundo.

Por otra parte, los enormes desafíos que tiene el sector de las infraestructuras de transporte y movilidad en España, y en particular el ferroviario, para combatir el cambio climático y contribuir a la transición energética, la sostenibilidad económica, el apoyo a la diversidad, la igualdad y la acción social, el relevo generacional, la seguridad integral, así como el impacto de las tecnologías disruptivas, buscan afrontarse con actuaciones que operen bajo criterios de sostenibilidad técnica, económica, ambiental y social.

En este contexto, la metodología BIM se erige como una formidable oportunidad para abordar con garantías los retos del presente y del futuro, no solo en el ámbito del diseño y la construcción, sino también en el del mantenimiento y la gestión de activos ferroviarios teniendo en cuenta su ciclo de vida. Lo hace desde la aportación de un conjunto de procesos y tecnologías nuevas, que permiten gestionar la información de forma más eficaz y segura.

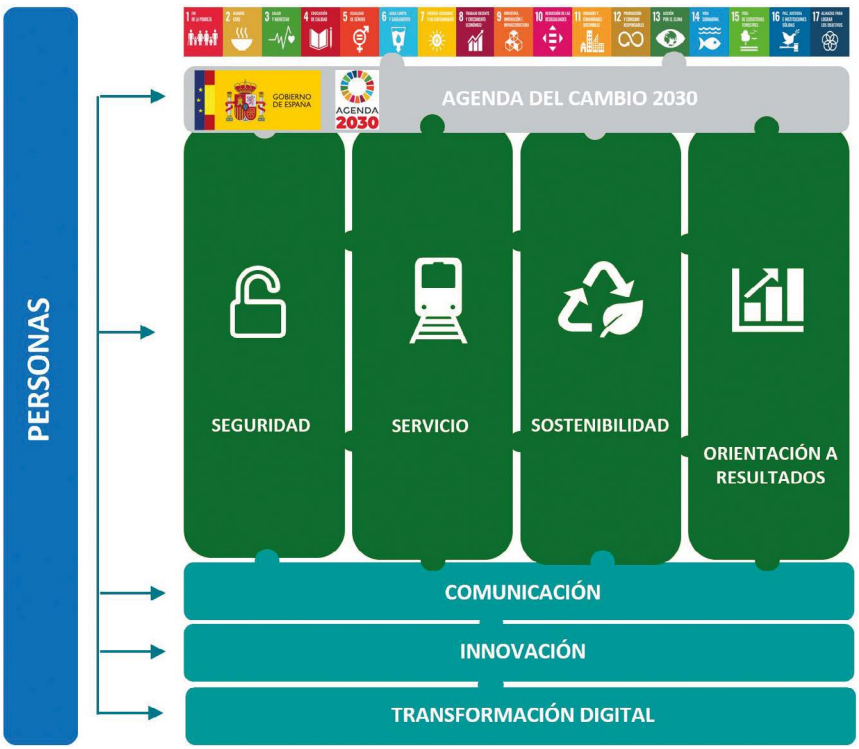
Han pasado 8 años desde que, en 2016, en Adif se decidió estudiar la viabilidad de la implantación de BIM y analizar si podría ayudar a la actividad corporativa. Durante ese año y parte de 2017 un grupo de trabajo interdisciplinar que representaba a distintas áreas estudió en profundidad los fundamentos de la metodología, concluyendo que sus bondades podrían, sin lugar a dudas, reforzar y mejorar la forma en que se venía trabajando para conseguir los objetivos de Adif y por ende los del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

En 2018 el Plan de implantación de BIM en Adif se incorporó como iniciativa estratégica al Plan Transforma 2020, se elaboraron los primeros requisitos BIM para pliegos de redacción de proyectos y diferentes equipos tuvieron las primeras experiencias de aplicación de la metodología en fase de diseño, principalmente en el ámbito de las estaciones. Además, quedó patente que se precisaría la asistencia de un implementador para ayudar a generar la documentación necesaria que garantizara la coherencia del BIM de Adif. Dicha implementación debería abordar el desarrollo de cinco bloques clave:

1. Procesos
2. Requisitos de Información para pliegos
3. Estándar BIM
4. Formación
5. TIC

En 2018 también se definieron diversos objetivos clave para la implementación, entre los que destacaba incorporar al sistema de gestión de Adif los documentos que fueran necesarios, así como modificar los existentes, la formación del personal de

Arquitectura del Plan Estratégico 2030 de Adif.



Adif, el despliegue de un Entorno Común de Datos que soportara digitalmente las nuevas actividades y la formación de una Oficina Técnica BIM que asistiera a las áreas corporativas.

El contrato de asistencia para la implementación se licitó en 2019, año fundacional del Comité BIM de Adif, órgano constituido desde Presidencia y conformado por un conjunto de vocales en representación de las áreas impactadas por la metodología. En total son más de 50, cifra que representa de forma inmejorable la transversalidad de BIM y la huella que puede suponer su adopción en una estructura organizativa compleja como la que necesariamente tiene Adif.

El año 2020 fue un período en el que los requisitos BIM de Adif evolucionaron y se perfeccionaron, se licitaron más de 20 proyectos y se inició la formación de más de 400 personas. Además, el Plan de implantación de BIM pasó a integrarse en el Plan Estratégico 2030 de Adif como una poderosa palanca de trasformación digital y con una decidida orientación al pilar Servicio.

En 2021 continuaron las licitaciones, se conformó la Oficina Técnica BIM de Adif con cinco expertos y se licitó el contrato para el suministro, despliegue e implantación del Entorno Común de datos (CDE) de Adif.

En 2022 se completó el primer estándar BIM para diseño y construcción que, gracias a todas las pruebas realizadas, a la parametrización del CDE y a la elaboración de una guía de uso por procesos, permitió al Comité de Dirección de Adif tomar la decisión de aprobar la obligatoriedad de usar el CDE para la gestión de los nuevos proyectos y obras a partir del 1 de enero de 2023.

Todo ello ha permitido que a finales del primer trimestre de 2024 haya más de 150 empresas y más de 2000 usuarios trabajando en el CDE en más de 300 actuaciones con requisitos BIM. Cifras que permiten cuantificar el impacto de la implementación de BIM en la actividad de Adif y cuya valoración global es significativamente positiva y un ejemplo extraordinario de transformación y mejora.

El período 2019-2023 ha supuesto la fase 1 de la implementación de BIM en Adif, culminando además con la publicación del *Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública* promovido por la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública (CIBIM) tras el trabajo realizado por el Comité Técnico que la asiste y en el que Adif participa. La fase 2, iniciada en 2024, permitirá avanzar en su implantación en los procesos de mantenimiento y de gestión de activos, incorporar nuevos usos a los modelos digitales que permitirán mejorar aspectos como la seguridad y salud de las obras, la integración BIM-GIS, el cumplimiento de la interoperabilidad ferroviaria y la seguridad operacional, entre otros.

Estrategia

Entrando ya en los aspectos principales para comprender la implementación de BIM en Adif, el nivel organizativo es esencial, así como disponer de un criterio sólido y un gran conocimiento de la empresa que permita enfocar y planificar la implementación de BIM. Se definió una estrategia con diversos objetivos estratégicos BIM generales que buscaban una mejor colaboración, gobierno e integración en todas las fases y ciclo de vida de los activos, gracias a los modelos de información, a sus potenciales usos y a disponer de una fuente de información única.

Objetivos Estratégicos BIM Generales.



Se definieron asimismo diversos objetivos estratégicos BIM específicos.

Procesos

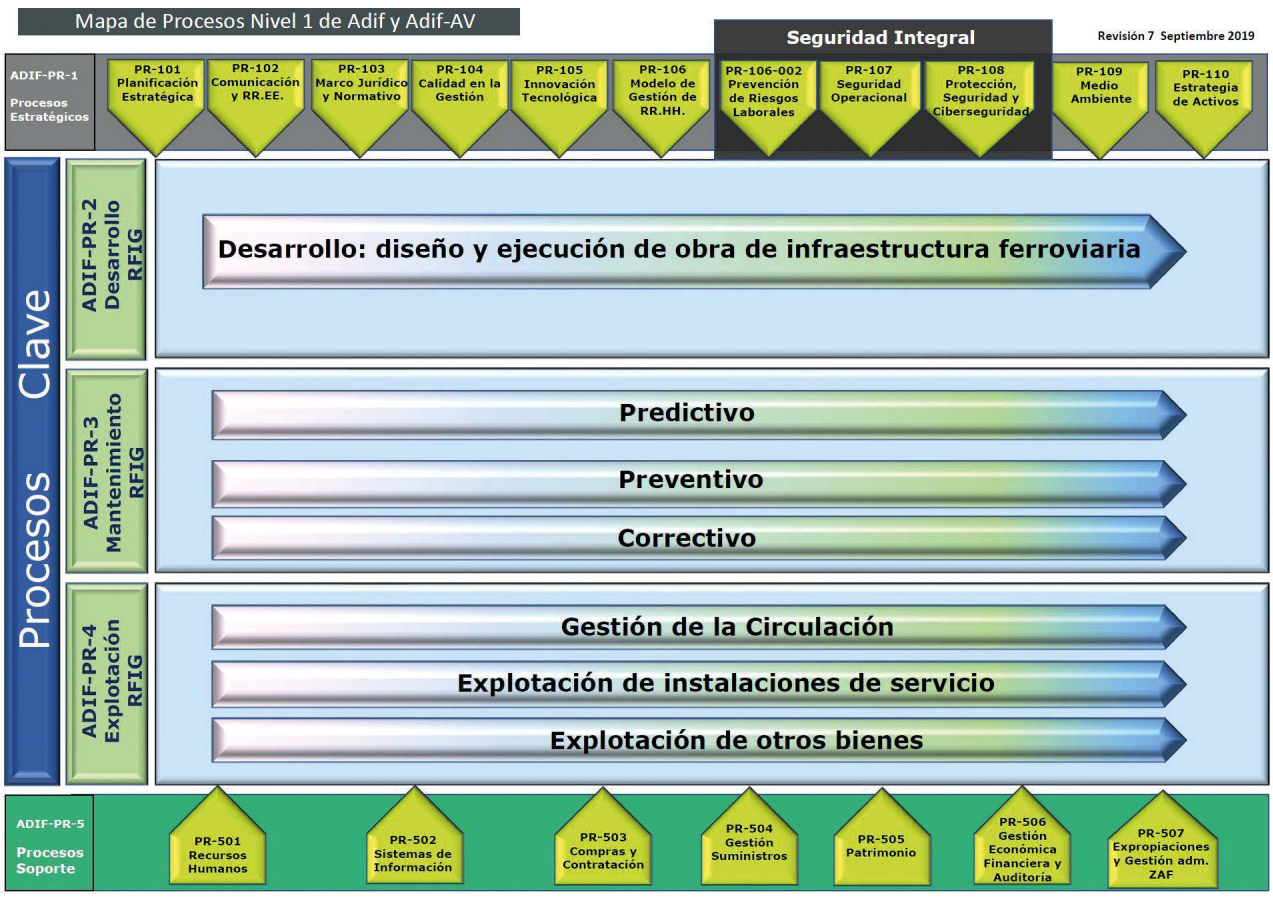
Adif posee un sistema de gestión complejo conformado por más de mil documentos y, desde el mismo origen conceptual de la implementación de BIM, se determinó que la metodología se incorporara de manera orgánica a dicho sistema, facilitando de esta forma la alineación de las actividades hacia la consecución de resultados, potenciando la generación de valor mediante la convergencia con los documentos que lo gobiernan.

Este enfoque por procesos de la implementación BIM de Adif ha supuesto un reto colosal, pues implica revisar los documentos que componen el sistema de gestión, requiere hacer una reingeniería de procesos y es comparativamente más lenta que la generación exclusiva de documentación de referencia BIM sin integración con el resto



Objetivos Estratégicos BIM Específicos.

Mapa de procesos Nivel 1.



de los procesos corporativos. Sin embargo, es a medio y largo plazo más robusta.

Para poder abordar el análisis de la documentación del sistema de gestión se creó una metodología de trabajo que determinara, de la manera más sencilla posible, si el documento analizado era impactado por BIM de una manera directa porque la información que gestionaba el proceso era susceptible de albergarse en un modelo BIM, de una manera indirecta porque la información podría no constituir parte de un modelo BIM pero sí de una base de datos con relación a elementos visibles de un modelo, o era un documento no impactado por BIM.

En total, 220 documentos han sido impactados por BIM, lo que pone nuevamente de manifiesto el alcance de la metodología. A su vez, se ha generado un nuevo proceso denominado "Desarrollo y gestión de la metodología BIM" para regular su actividad dentro de Adif.

Estándar o Sistema BIM

Puesto que en Adif existen diversas áreas que gestionan proyectos de las distintas técnicas ferroviarias y las áreas de construcción están territorializadas, se requería homogeneizar la actividad puramente BIM mediante un estándar global particularizando aquello que fuera necesario. Además, tanto los objetivos generales como los específicos están conectados con los usos de modelo, que representan las aplicaciones prácticas que se dan a los modelos BIM, condicionando la información que debe ser introducida en los objetos que componen dichos modelos.

> **Más de 800 personas de Adif han sido formadas en los fundamentos de la metodología, en los nuevos procesos de trabajo y en el uso del CDE.**

Objetivos, usos, tipos de modelos y de atributos no son más que una pequeña parte de los fundamentos que aporta la metodología BIM a la gestión de la información en el ámbito de la ingeniería. Dichos fundamentos se desarrollan en el Estándar BIM de Adif constituyendo un conjunto documental muy amplio alineado con la documentación de referencia que se está finalizando desde la Comisión Interministerial CIBIM.

Dentro de este bloque, además de los documentos propios de la estandarización, se han desarrollado elementos esenciales como las funciones de las personas que trabajarán con requisitos BIM, tanto internas como externas a Adif.

Uno de los grandes cambios que aporta BIM es la aparición de nuevos roles, aunque no tienen por qué actuar siempre todos. Los roles no son títulos, de momento, por lo que han de ser asumidos por personal existente o por personal nuevo que se incorpora a la actividad. Esto induce, entre otros, dos efectos muy positivos, el primero la creación de nuevas oportunidades profesionales para las personas que vayan a ejercer las nuevas funciones BIM y el segundo, un efecto dinamizador tanto social como económico en todo el sector, desde el ámbito de la formación en universidades, academias y colegios profesionales que con gran interés están ofertando cursos, a otros ámbitos tanto públicos como privados, y que promueven el aumento de la empleabilidad del sector. Todo ello requiere inversión, pero cuyo retorno está más que asegurado teniendo en cuenta los objetivos de eficacia y calidad que se persiguen.

Formación

La formación y capacitación del personal de Adif ha jugado un papel clave en el desarrollo de la implementación. Se han diseñado 196 horas lectivas específicas con el objetivo de maximizar la eficacia de las clases y de los ciclos formativos. Más de 800 personas han sido formadas en los fundamentos de la metodología, en los nuevos procesos de trabajo y en el uso del CDE. Se han celebrado 3 tipos de ciclos formativos, el primero para cubrir aspectos generales de la metodología, el segundo para explicar los procesos BIM con más detalle y el tercero para profundizar en el estándar y favorecer la gestión del cambio que tan importante es. Se han impartido asimismo numerosos talleres para explicar cualquier aspecto de la metodología y se han creado dos cursos de teleformación para la plataforma de formación virtual de Adif, de manera que cualquier trabajador de Adif pueda formarse.

Gestión del cambio

La implementación de BIM es una transformación profunda en la manera de trabajar. Es un medio y no un fin, que la tecnología y la madurez de ciertos procesos ponen a disposición del sector. Las personas son el pilar fundamental y solo un trabajo de equipo es capaz de garantizar su éxito.

La formación y la capacitación son partes importantísimas de la gestión del cambio, pero no las únicas, siendo una de las claves del éxito acertar correctamente en dicha gestión. Para la consecución de los objetivos de la implementación, en Adif ha sido muy relevante el desarrollo de una página web interna, que se ha convertido en el centro de información BIM corporativo, así como la creación de un buzón de correo electrónico con el objetivo de recoger cualquier incidencia o consulta sobre la metodología.

Otro gran principio aplicado en Adif ha sido que la implementación BIM ha de ser práctica y aportar valor de manera tangible. Para explicarlo, una buena comunicación es otro elemento indispensable que cuidar con el mayor de los esmeros.

El control de expectativas, la importancia de perseverar BIM como hábito y como actitud son también aspectos cuyo correcto enfoque aportan gran utilidad a la estrategia de gestión del cambio que es, en última instancia, el mayor de los desafíos de cualquier implementación de BIM.



Debido a que la formación continua es un eje esencial para una correcta gestión del cambio, es imprescindible proseguir con los cursos y las actividades que permitan al personal de Adif consolidar sus conocimientos y ampliarlos. De esta manera, durante 2024 y los años siguientes, está previsto continuar con los ciclos formativos.

TIC

Uno de los elementos clave de la implementación de BIM de Adif es el despliegue de un Entorno Común de Datos (CDE) como plataforma que procura el espacio compartido para el trabajo colaborativo, así como las herramientas para producir, gestionar y compartir toda la información relativa a los proyectos, las obras y el resto de las actividades asociadas. A futuro se integrará con las herramientas de mantenimiento y gestión de activos.

El CDE de Adif se fundamenta en la norma ISO-19650 con las adaptaciones necesarias para adecuarse a las características de las actividades que se definen en los documentos del sistema de gestión. Posee las siguientes características:

- Constituye la fuente única de información para el desarrollo de la actuación.
- La información se comparte de manera segura y colaborativa entre los agentes implicados en una actuación, garantizando la trazabilidad de todas las comunicaciones y sus documentos.
- Se utiliza para recopilar, administrar y difundir todos los documentos de información relevantes, así como información multidisciplinar necesaria para una correcta coordinación entre equipos.
- Facilita la celebración de reuniones digitales, permitiendo el registro de comentarios, asignación de responsabilidades, visualización de documentación gráfica y gestión de interferencias entre objetos de modelos BIM.

Se ha elaborado una guía de aplicación para todos los intervinientes en la gestión de

Modelo BIM de La Sagrera.



información, abordando tareas como sus funciones y responsabilidades, cómo dar de alta y baja usuarios, la revisión de documentos, los flujos de comunicación entre los diferentes intervinientes para el intercambio de información, el almacenamiento de la documentación generada a lo largo de todas las actividades, etc. Asimismo, se ha estandarizado la manera de nombrar los archivos y la estructura de las carpetas donde alojar dichos archivos.

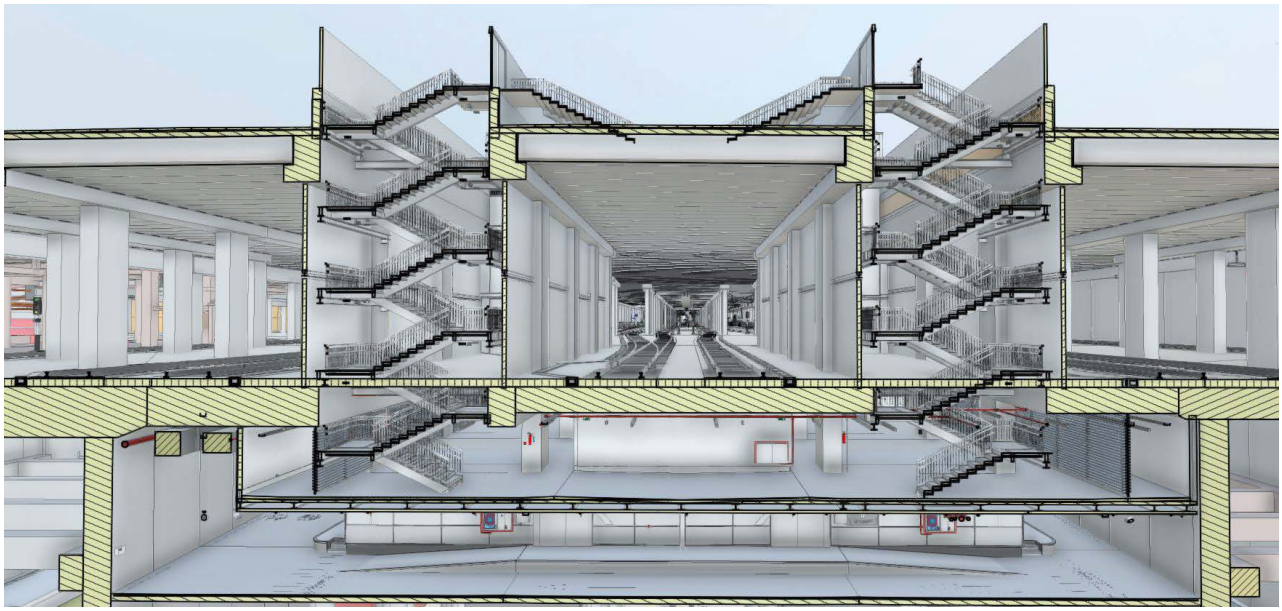
El buen uso del CDE es uno de los elementos más transformadores que la metodología BIM aporta y su despliegue supone un gran reto, ya se utilice una plataforma de mercado o se opte por un desarrollo personalizado.

Caso práctico. Implementación del entorno CDE y BIM en las obras de La Sagrera

En febrero de 2023, el equipo de Sagrera en Adif inició la implementación del entorno CDE y la metodología BIM en las obras de La Sagrera. En solo cinco meses, se alcanzó una operatividad del 70 %, y actualmente, el 95 % de los procesos de gestión de planos constructivos, informes, planificación de las diferentes fases de la obra y documentación de la calidad están gestionados mediante el entorno CDE BIM. Este avance ha marcado un hito significativo en la gestión de grandes proyectos de infraestructura dentro de Adif.

Complejidad y coordinación del proyecto

La Sagrera es una actuación extremadamente compleja que supone la suma de varias obras, las cuales requieren de coordinación que permita obtener un control global de la actuación, tanto en plazo como económico. Actualmente, se están ejecutando 11 de los 25 proyectos que componen la operación global Sagrera-San Andrés, cuyo presupuesto asciende a 1700 millones de euros. El objetivo de estas obras es la ejecución de una cobertura que albergue cuatro



Modelo BIM de La Sagrera.

estaciones: dos de tren convencional, una de alta velocidad, y otra zona de tratamiento técnico de trenes, además de una estación de metro y otra de autobuses. Posteriormente, toda la cobertura se urbanizará con un parque y jardines.

Sinergia entre CDE y BIM implantada por Adif en los grandes proyectos

El funcionamiento de BIM como un sistema de trabajo compartido entre los diferentes agentes implicados en la obra se entiende como esencial, desde la experiencia de Adif es imposible entender el funcionamiento mediante BIM sin un entorno colaborativo tipo CDE, ya que si esto no fuese así se estaría infrautilizando las ventajas de trabajar con el modelo. La plataforma CDE actúa como un punto centralizado donde todos los datos y documentos del proyecto se almacenan, gestionan y comparten de manera eficiente. La sinergia entre CDE y BIM maximiza los beneficios del modelo y la metodología de trabajo colaborativo, proporcionando múltiples ventajas:

- **Centralización y distribución de documentación**

Mediante este sistema se permite la centralización de toda la documentación relevante del proyecto, facilitando su distribución a todos los agentes implicados. Esto incluye el puente de entrada y salida para la documentación, asegurando que toda la información fluya de manera ordenada y eficiente.

- **Acceso a responsables de Adif**

Proporciona a los responsables de Adif acceso directo para conocer el estado de la actuación, mejorando la transparencia y la capacidad de toma de decisiones.

- **Sincronización en la planificación de las obras**

Permite la sincronización de la planificación de las obras, anticipando posibles conflictos y asegurando que todas las partes trabajen de manera coordinada.

- **Modelo BIM único de coordinación**

Un modelo BIM único sirve como herramienta central de coordinación, asegurando que todas las actuaciones se integren y gestionen de manera coherente.

Resultados

La implementación del entorno CDE y la metodología BIM en las obras de La Sagrera ha demostrado ser una estrategia exitosa. La combinación de estas tecnologías ha optimizado la gestión documental y los flujos de trabajo, estableciendo un nuevo estándar de eficiencia y colaboración en la industria de la construcción.

El 95% de los procesos relacionados con la gestión de planos, informes, planificación y documentación de la calidad de cada una de las obras se gestionan ahora a través del entorno CDE BIM. Este enfoque ha mejorado significativamente

la coordinación, trazabilidad, transparencia, control de la documentación, simplificación de procesos, ahorro de tiempo y, sobre todo, ha generado confianza en el equipo humano.

En conclusión, la experiencia en La Sagrera subraya la importancia de adoptar tecnologías avanzadas y metodologías innovadoras para gestionar proyectos complejos. El uso del entorno CDE y BIM no solo garantiza una mayor calidad y control, sino que también facilita la colaboración y el éxito en la ejecución de grandes infraestructuras. La centralización de la documentación, el acceso directo a la información por parte de los responsables y la sincronización de la planificación son factores clave que han contribuido al éxito de esta implementación.

Conclusión

Implementar BIM con éxito en cualquier organización, sea grande o pequeña, requiere disponer de un equipo capaz y motivado para acometerla con éxito. Además, el apoyo de la alta dirección es imprescindible y en Adif se ha contado tanto con dicho apoyo como con grandísimos profesionales, que con una perseverancia extraordinaria han permitido conseguir los objetivos. Todo el personal de las áreas colaboradoras de la implementación ha contribuido de manera ejemplar y las áreas responsables de la redacción de los proyectos y de la ejecución de obras, con su buen hacer diario y su proactividad, facilitan que el cambio se produzca de manera práctica y real, recogiendo los beneficios de la implementación BIM. Es en estos equipos de proyecto y obra donde se producen dos apreciaciones de forma generalizada:

Implementar BIM con éxito en cualquier organización, sea grande o pequeña, requiere disponer de un equipo capaz y motivado para acometerla con éxito.

- La primera actuación con BIM supone un esfuerzo importante.
- No hay vuelta atrás. BIM aporta un valor indudable.

Todo ello ha servido para que, tras la publicación del *Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública* promovido por la Comisión Interministerial CIBIM, Adif esté en perfectas condiciones para cumplir con el nivel inicial prescrito. El calendario marcado y los requisitos del Plan son una palanca perfecta para promover la transformación de este sector, con un nivel integrado para 2030 que ejerce de polo tractor para convertir Adif en el paradigma de la vanguardia en la gestión de infraestructuras.

Modelo de la estación de Valencia-Joaquín Sorolla.

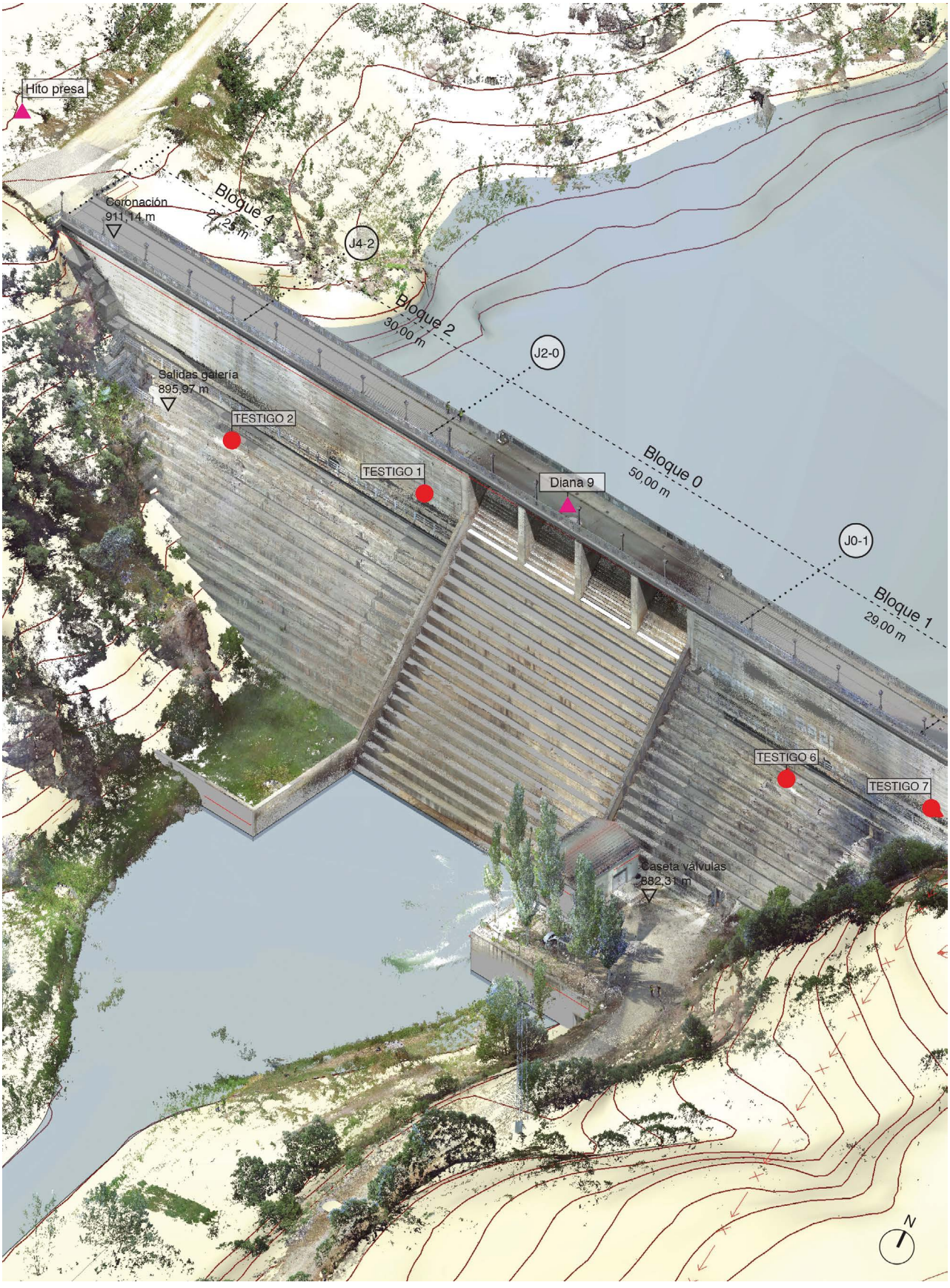


Aplicación de BIM en la investigación de obras públicas y medio ambiente

Innovación BIM en el CEDEX

La metodología BIM actúa como vector de cambio impulsando la innovación y la transformación digital del sector de la construcción. El CEDEX se suma a las AA. PP. con el fin de promover una ingeniería civil más eficiente y sostenible. Así, este organismo investiga la aplicabilidad de BIM en las obras públicas y el medio ambiente, mediante su implantación gradual a través de proyectos piloto singulares; entre ellos, el colapso de una cubierta de grandes dimensiones, la monitorización de una presa y la protección de un tramo de costa. Además, reflexiona sobre fortalezas, retos y oportunidades del uso de BIM en infraestructuras civiles.

- Texto: Vanesa García Alcocer y Áurea Perucho Martínez, CEDEX
- Fotos: CEDEX


Hito presa
Coronación
911,14 m
Bloque 4
27,25 m
J4-2
Bloque 2
30,00 m
J2-0
Salidas galería
895,97 m
TESTIGO 2
TESTIGO 1
Diana 9
Bloque 0
50,00 m
J0-1
Bloque 1
29,00 m
TESTIGO 6
TESTIGO 7
Caseta válvulas
882,31 m
N

Introducción

La diversidad de actividades científico-técnicas desarrolladas en los centros y laboratorios del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas O.A. y M.P. (CEDEX) brinda una formidable oportunidad para investigar la aplicabilidad de la metodología BIM (Building Information Modeling) en los sectores de la ingeniería civil y el medio ambiente. Su actividad abarca actuaciones relacionadas con la conservación de obra construida, dentro de las competencias atribuidas a los ministerios de Transportes y Movilidad Sostenible y para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, por lo que goza de unas condiciones idóneas para explorar e implantar esta tecnología en los trabajos de diversa naturaleza que acomete, tanto por su ámbito de actuación (carreteras, ferrocarriles, puertos, costas, estructuras, hidráulica, hidrología, geotecnia, medio ambiente y patrimonio) como por su tipología (asistencia técnica especializada, impulso de I+D+i o transferencia de conocimiento). Como organismo autónomo y medio propio de la AGE, el CEDEX está alineado con el Plan BIM recientemente aprobado para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública de la AGE y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o dependientes, y cuenta con representación en el Comité Técnico que asiste a la Comisión Interministerial BIM.

La andadura BIM en el CEDEX se inició en 2019 con un proyecto I+D+i enfocado a definir un procedimiento general de digitalización que, a su vez, fuera adaptable a los requerimientos específicos de la actividad de sus diferentes centros y laboratorios. A través del estudio de casos, esta investigación diseñó un plan de trabajo integrado por una fase previa de análisis de requisitos y tres fases de desarrollo (toma de datos, modelado e integración), encaminadas a establecer las bases para construir el gemelo digital.

A raíz de este planteamiento, se está impulsando un proceso gradual de implantación BIM, mediante una serie de actuaciones que el organismo está desarrollando en los sectores de la edificación, la ingeniería y el medio natural.

En el presente artículo se describe este proceso según el grado de consolidación de la metodología: en el primer bloque se describen tres proyectos piloto ejecutados en edificación, obras hidráulicas y recuperación de costas; en el segundo, dos aplicaciones en desarrollo para evaluar el impacto ambiental de la red de carreteras y para proteger y difundir el patrimonio de la obra pública; y en el tercer bloque se identifican unas líneas de oportunidad en ingeniería sanitaria y ferroviaria, conservación de edificios, comportamiento geotécnico y restauración de ecosistemas. Todos estos ejemplos comparten una estrategia de aproximación común y se diferencian en la táctica específica con la que se aborda cada escenario, dada su extraordinaria heterogeneidad. Finalmente, se presentan una serie de conclusiones y reflexiones sobre la experiencia del CEDEX en el proceso de implantación y uso de BIM.

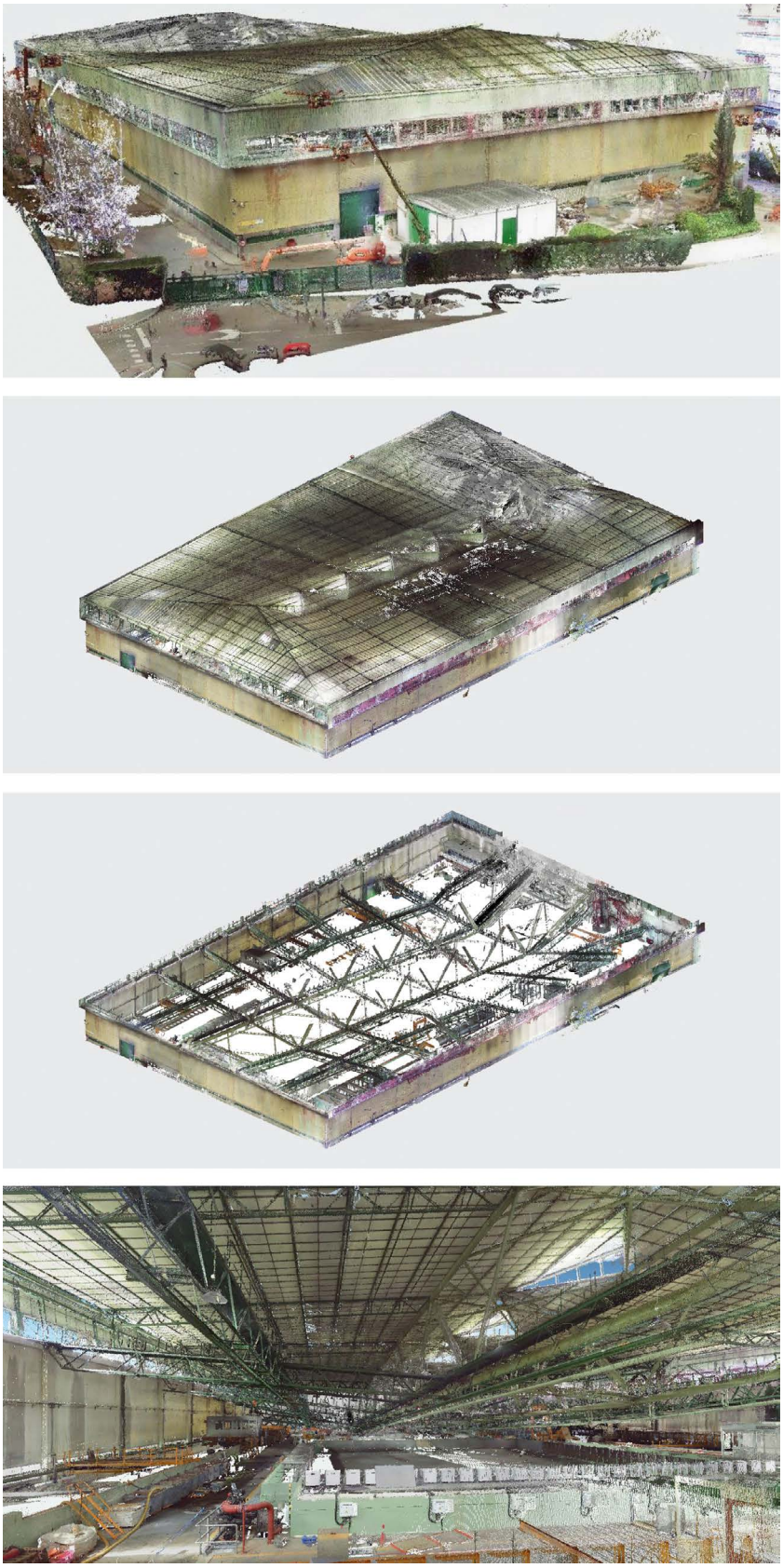
Proyectos piloto ejecutados con BIM

Levantamiento tridimensional de la cubierta del Laboratorio de Experimentación Marítima del CEPYC del CEDEX para su reconstrucción con requisitos BIM

En 2021 el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales (LCEYM) del CEDEX en colaboración con

Fases de aplicación de la metodología BIM a la digitalización de obras construidas.





Vistas exterior, axonométrica e interior de la nube de puntos 3D de la cubierta del Laboratorio de Experimentación Marítima del CEPYC.

el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC) realizó el escaneado 3D de la cubierta, con el objetivo de inspeccionar y valorar el estado de su estructura, tras el colapso sufrido a principios de ese año a causa de los daños de la borrasca Filomena. El resultado permitió identificar con precisión la posición y el deterioro de los elementos constructivos, así como valorar las estrategias óptimas de intervención. Además, sirvió de punto de partida para elaborar las propuestas y ubicar los elementos afectados por las obras.

Cabe destacar que BIM se integró en la fase de redacción y ejecución de la reconstrucción de la cubierta, cuya obra de emergencia supuso un coste mayor de 12 millones de euros. Para ello, se redactó un anexo a la licitación con los Requisitos de Información del Cliente (EIR), donde se definieron los requerimientos técnicos y de gestión, así como las especificaciones sobre objetivos y usos, niveles de desarrollo, equipos y experiencia, entorno común de datos, sistema de calidad, *software* y formatos; con el fin de obtener un modelo final de la obra *as built,* que permitirá al CEDEX realizar la gestión integral y eficiente del mantenimiento y la conservación preventiva del inmueble.

Digitalización de la presa de El Atance para mejorar la gestión de su mantenimiento y explotación

La presa está ubicada en el río Salado (Guadalajara), fue construida en 1997 y pertenece a la Confederación Hidrográfica

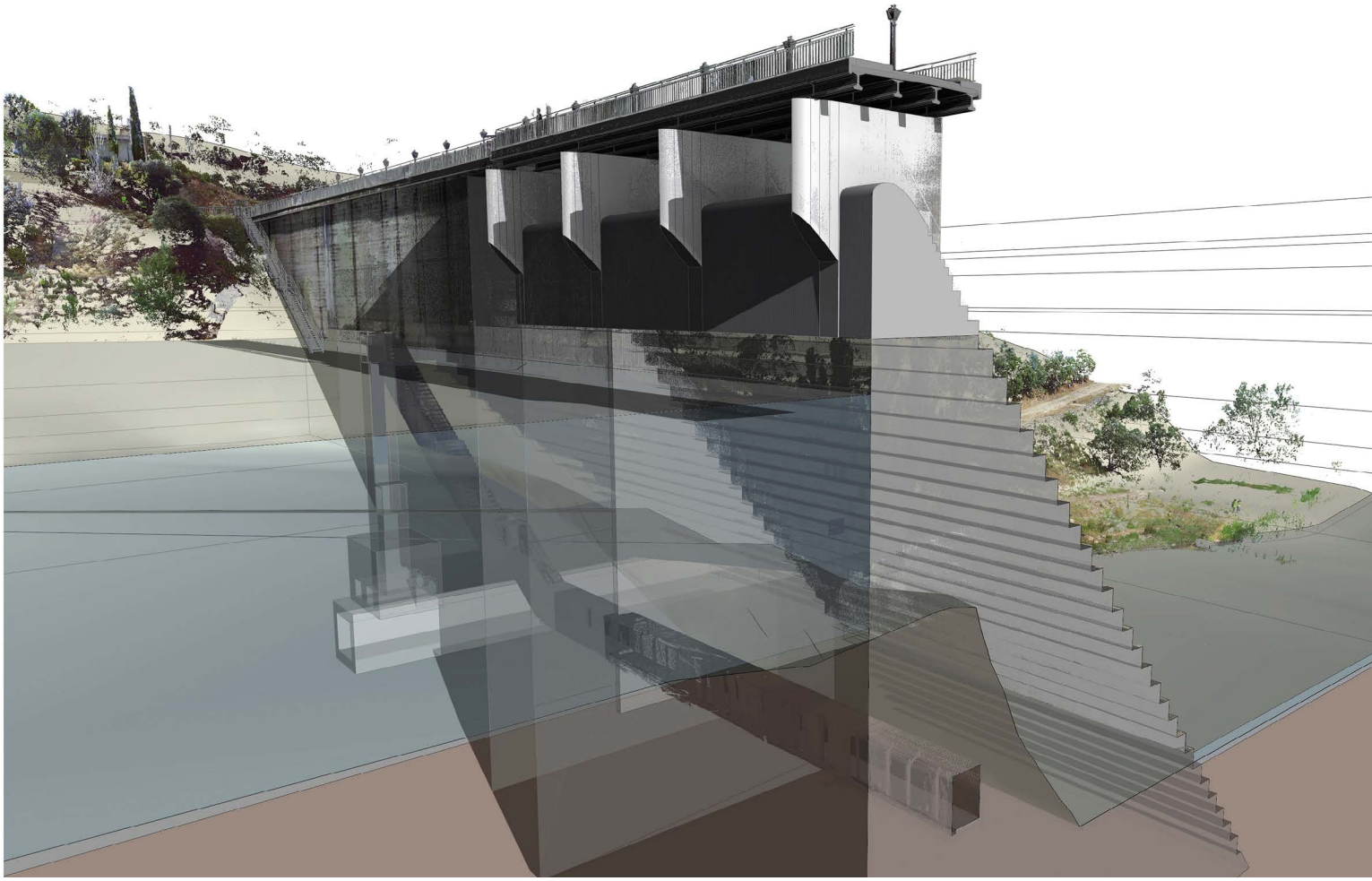


Alzado aguas abajo del modelo BIM de la presa de El Atance en su contexto topográfico (con superposición de nube de puntos 3D).

del Tajo (CHT). La investigación, enmarcada en el proyecto base de I+D+i BIM del CEDEX, se inició en 2021 a solicitud de la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Se obtuvo un modelo BIM vinculado a la realidad construida que permitió centralizar y gestionar toda la información generada durante el ciclo de vida (diseño, construcción y operación) de la obra. Este caso de estudio permitió valorar la aplicabilidad de la metodología BIM a las necesidades de este tipo de infraestructuras hidráulicas.

La investigación desarrollada constó de cuatro fases.

- En la primera, aplicando el proceso Scan-to-BIM, se realizó un escaneado de la presa para capturar su geometría, materiales y estado de conservación en una nube de puntos de alta precisión, utilizando un dron en tomas generales y un escáner láser terrestre para el registro de espacios interiores y detalles. El resultado combinado de estas técnicas de captura posibilitó obtener ortofotos, realizar mediciones, identificar lesiones en la estructura de la presa, y sirvió de base para construir el modelo BIM.
- En la segunda, se geolocalizó el modelo mediante la introducción de coordenadas GPS de varias dianas de control y se planteó de modo que representara los elementos constructivos, estructurales y de instalaciones necesarios para definir la geometría 3D. También se introdujeron los parámetros de caracterización de la presa, cuestión clave para configurar la base de datos vinculada al modelo, ya que permite introducir información de manera clasifica-



Sección trasversal por el aliviadero del modelo BIM de la presa de El Atance desde el alzado de aguas arriba (con transparencia de galerías e instalaciones).

da y garantiza su trazabilidad e intercambio.

- En la tercera, se integró otra información disponible sobre la presa (planos, memorias, informes, ensayos y fotografías) para su registro y gestión desde el modelo. La documentación gráfica se ubicó en el espacio virtual, mientras que los datos no geométricos se integraron en los parámetros del proyecto y en sus datos vinculados. Como ejemplo de estos últimos, se propuso incluir el resultado del estudio del hormigón de la presa, realizado por el LCEYM del CEDEX, para poder consultar los datos de caracterización mecánica y física del hormigón en su ubicación en el modelo, así como los mapas de daños de las patologías detectadas. Todo el proceso se desarrolló conforme a estándares normalizados de modelado y de gestión de información.

La digitalización BIM de la presa busca integrar el sistema de auscultación para su gestión y monitorización en tiempo real.

- Actualmente, la investigación avanza en su cuarta fase: la generación del gemelo digital, mediante la integración del sistema de auscultación de la presa, dotado de un protocolo de comunicación en tiempo real, que permita su gestión desde el propio modelo BIM. El uso del gemelo digital en la fase de explotación resul-

ta clave para programar el mantenimiento correctivo y predictivo de la infraestructura, así como tener el control integral de su ciclo de vida.

Aplicar BIM al control de actuaciones de recuperación de la costa de Denia permitirá adaptar el litoral a los efectos del cambio climático.

Digitalización de un tramo de la costa de Denia para controlar las actuaciones de recuperación del litoral y adaptarlo a los efectos del cambio climático

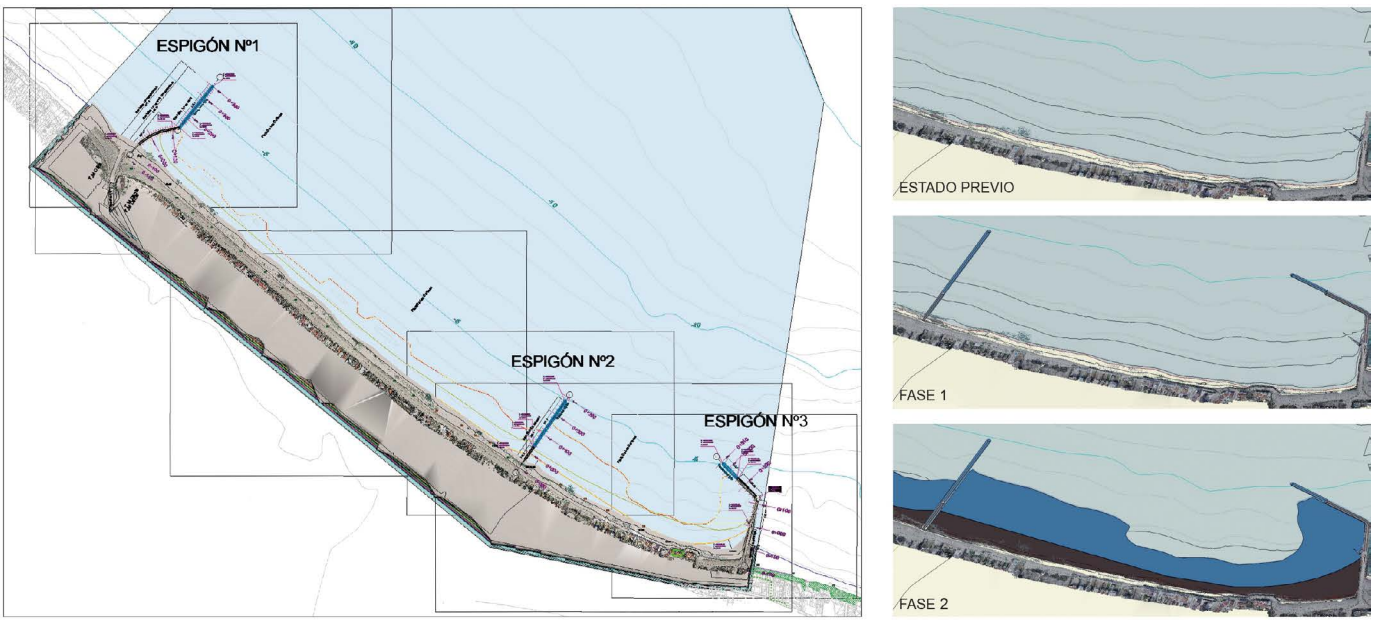
En 2023 la Dirección General de la Costa y el Mar (DGCM) del MITERD realizó un encargo al CEDEX para la innovación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en materias de su competencia. Dentro de las tareas de este encargo, se planteó elaborar un proyecto piloto que estudiara la aplicación de la metodología BIM a una intervención en zona de costa para permitir visualizar y contrastar las ventajas e inconvenientes de distintas alternativas del proyecto de recuperación de la playa.

El desarrollo de este trabajo se realizó en dos etapas.

- La primera consistió en el levantamiento de la nube de puntos 3D de la playa de Les Deveses mediante fotogrametría aérea con drones.
- En la segunda etapa se generó el modelo digital del entorno con el objetivo de servir de apoyo a la gestión con metodología BIM de la intervención prevista.

El área de estudio tiene una longitud de más de 3 kilómetros, lo que ha supuesto un importante reto para su digitalización. El modelado de la playa se ha enfocado fundamentalmente a la creación de los elementos topográficos y estructurales necesarios para su correcta definición sobre una base cartográfica georreferenciada. Además, esta información se ha organizado en distintas fases constructivas con el propósito de diferenciar los elementos que pertenecen al propio litoral (estado previo), tales como la nube de puntos 3D obtenida de los drones y la topografía generada a partir de sus curvas de nivel, de aquellos propuestos en el proyecto de recuperación, como los espigones de protección de la costa y las actuaciones de aporte de arena para regenerar la playa (fases 1 y 2 respectivamente). Este enfoque ha permitido obtener un registro de los estados previo y posterior a la intervención, y así poder establecer comparaciones *in situ* entre las distintas

Planta del modelo BIM de la playa de Denia (con superposición de planimetrías CAD del proyecto y nube de puntos 3D) y comparativa de fases constructivas.



fases constructivas y cronológicas. Cabe resaltar que la resolución y precisión de la topografía, obtenida mediante fotogrametría digital, facilita controlar la evolución de la dinámica litoral de este tramo de costa.

Aplicaciones BIM en desarrollo

El primer proyecto, en fase inicial de desarrollo, surge vinculado a la evaluación del impacto ambiental en la Red de Carreteras del Estado (RCE). El Centro de Estudio del Transporte (CET) del CEDEX trabaja actualmente con la Dirección General de Carreteras (DGC) del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible en el *Estudio y cuantificación de los impactos medioambientales que generan las actividades relacionadas con la carretera a través de la realización de estudios de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de los productos y servicios implicados en su construcción y mantenimiento*.

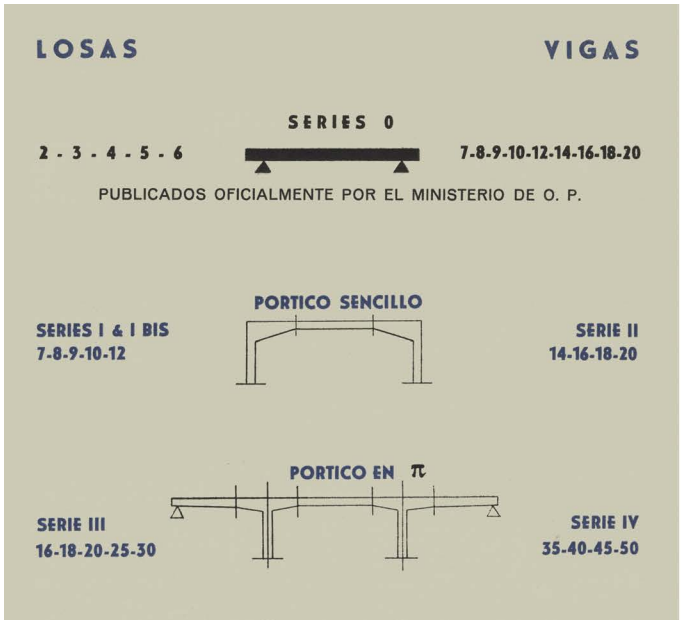
Heritage-BIM enriquece el estudio científico de la Colección de Puentes de Altura Estricta de CFC, auténtico laboratorio de estandarización y sistematización de obra civil en España entre 1933-1955.

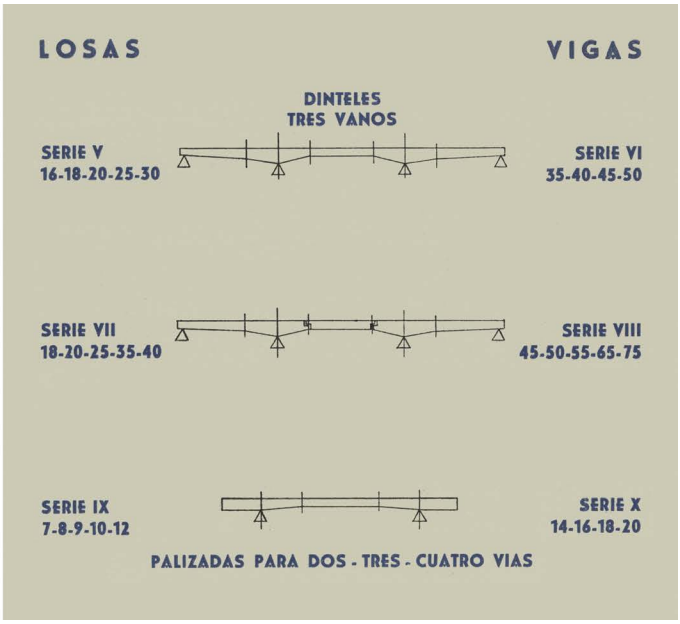
La complejidad del proceso de evaluación requiere de un apoyo informático para salvar las dificultades derivadas del manejo de datos y los cálculos necesarios, así como para facilitar el análisis de los resultados.

De esta forma, el objetivo final del trabajo se centra en elaborar una herramienta de ACV para las secciones de firme de la RCE. Para ello se requiere, en primer lugar, obtener la información ambiental necesaria de todos los productos y actividades relacionados, fiable y representativa del ámbito nacional que se almacenará en una base de datos específica y que servirá como soporte de la herramienta de ACV. Esta base se construirá considerando su futura compatibilidad con BIM y con la base de precios de la DGC, que se encuentra en fase de digitalización y mejora. Este trabajo incide plenamente en los aspectos de digitalización y sostenibilidad, claves en el sector de la construcción, tanto a nivel europeo como nacional.

El segundo proyecto, recientemente iniciado, se integra en el ámbito de la investigación y protección del patrimonio de la obra pública. En 2024, el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU) del CEDEX ha iniciado una *Investigación sobre la Colección de*

Catálogo de soluciones estructurales de la Colección de Puentes de Altura Estricta.
Autor: Carlos Fernández Casado.





Heritage-BIM acerca el patrimonio histórico a la sociedad

En la rehabilitación y conservación del patrimonio histórico de obras públicas y urbanismo, la investigación se erige como un pilar fundamental para comprenderlo, preservarlo y revitalizarlo. Con la integración de las tecnologías digitales, el CEDEX busca, no solo aportar información rigurosa y métodos para la protección y salvaguarda de este patrimonio, sino también ayudar a comprender su contexto cultural, promoviendo así su valor y significado en la sociedad actual. En el estudio multidisciplinar del patrimonio construido, los modelos Heritage-BIM (H-BIM), tanto las digitalizaciones 3D de obras existentes como las reconstrucciones virtuales de aquéllas desaparecidas, son una herramienta clave para alcanzar estos objetivos.

H-BIM permite visualizar las obras en 3D y asociar al modelo virtual datos sobre las técnicas constructivas, materiales y medios auxiliares utilizados en su ejecución, a la vez que facilita la trazabilidad de las fuentes documentales y físicas en las que se basa su modelado. Este cruce entre realidades construida y virtual e información del pasado y presente de la obra, que proporciona la metodología BIM, es esencial para transmitir a las generaciones actuales y futuras la relevancia y funcionalidad de estos bienes.

El uso de H-BIM acerca el patrimonio a la sociedad de manera innovadora y accesible, mediante la integración de contenidos audiovisuales y recorridos interactivos que enriquecen la experiencia expositiva para todos los públicos. Con todo, el fin es contribuir a la toma de conciencia de la sociedad en su conjunto sobre la importancia de la preservación del patrimonio.

Puentes de Altura Estricta (CPAE) de Carlos Fernández Casado. Se trata de un proyecto piloto, de tres años de duración, para la valorización del patrimonio español de la obra pública. El proyecto plantea el desarrollo y testado de una metodología de investigación transferible a otros proyectos utilizando la CPAE como caso de estudio y aplicando las tecnologías digitales, incluido Heritage-BIM (H-BIM) para la documentación, análisis, difusión y divulgación de la colección, y promoción de su conservación.

Estudiar la CPAE empleando H-BIM resulta relevante por la afinidad conceptual que existe entre esta obra de los años 30 del siglo XX y las funcionalidades que ofrece BIM en cuanto a la estandarización de elementos y la sistematización del proceso constructivo exportable a otras obras. La colección se ideó en su día como un catálogo detallado de modelos estructurales que han servido de base para la construcción de al menos 50 puentes distribuidos por el territorio español. Considerando esta doble naturaleza documental y construida que abarca la CPAE, la investigación plantea tres fases de investigación simultáneas: la primera, documental; la segunda, empírica; y la tercera, síntesis. En todas ellas H-BIM juega un papel clave.

En las dos primeras fases H-BIM se emplea como repositorio unificado de datos para generar modelos en 3D que replican una selección de los puentes de la colección. Por un lado, el modelado se apoya en la extensa y variada documentación 2D de la CPAE perteneciente al Archivo Fernández Casado y custodiado por el CEHOPU (planos técnicos, memorias, fotografías); y, por otro, en los datos tomados *in situ* de los puentes de la colección que aún se conservan. En esta segunda fase de trabajo sobre el terreno se emplean drones y escáneres 3D para la captura del estado actual de los puentes a través de nubes de puntos, y GIS para el análisis territorial y del contexto geográfico de las obras. Las dos fuentes de datos (documental y empírica) quedan vinculadas a los modelos mediante la trazabilidad de los códigos integrados en sus parámetros y sirven de base para la tercera fase. En esta última fase de síntesis se plantea utilizar una plataforma digital integradora de los modelos 3D y de la información asociada a ellos, incluido un rico patrimonio inmaterial (testimonios, películas, fotografías), para la puesta en valor y difusión

de la CPAE. El objetivo es que investigadores y profesionales dispongan de una base de datos de la CPAE al completo, con información extendida sobre ella y de fácil acceso. Respecto a la divulgación de los resultados de la investigación, se plantea organizar una exposición que incluirá maquetas físicas, planos y otros documentos originales, además de una pieza digital que permitirá interactuar con los modelos BIM mediante realidad virtual y aumentada. Con esta aplicación de BIM en la museografía se explora su potencial como herramienta de comunicación.

En conjunto, este trabajo pretende avanzar en el uso de H-BIM y apoyar la transición digital del CEHOPU como centro de estudio y difusión de la obra pública y el urbanismo. En principio, se pretende validar la utilidad de esta tecnología en la investigación y divulgación de una obra civil ejemplar que, además, comparte con BIM la lógica proyectual basada en la sistematización y estandarización de soluciones. En el futuro, la intención es replicar la metodología testada en este proyecto y perfeccionarla para extrapolarla a otras obras patrimoniales de ingeniería en España.

Oportunidades del uso de BIM

Se perfilan a continuación una serie de líneas de oportunidad detectadas en varios centros del CEDEX, que previsiblemente facilitarán el estudio y la experimentación de las obras públicas, gracias a la aplicación de la metodología BIM en ámbitos aún no explorados.

BIM facilita la conservación y explotación de infraestructuras, sirviendo de inventario colaborativo y registro temporal de actuaciones.

- Desde el Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) se considera que **BIM puede integrarse en la planificación sectorial del saneamiento y tratamiento de aguas residuales para tratar de mejorar la sostenibilidad del servicio**. Emplear diseño paramétrico en el modelado de infraestructuras hidráulicas permite adaptar fácilmente su configuración a posibles condicionantes estructurales (tipo de terreno, nivel freático…) y a distintos escenarios según las bases planteadas en el proyecto, con el fin de poder estimar rápidamente los requerimientos de superficie y de costes, aspectos que generalmente más condicionan su planificación. Adicionalmente, el diseño paramétrico facilita realizar los dimensionamientos requeridos en el análisis de alternativas para justificar la elección de la línea de tratamiento definitiva. Por ello, sería positivo poner a disposición pública un catálogo con modelos paramétricos de los principales procesos de depuración de aguas.
- Desde el Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) se considera que **BIM puede utilizarse en la digitalización de la red ferroviaria para gestionar el mantenimiento y planificar su conservación preventiva, facilitando la centralización y el registro de mapas digitales de la infraestructura**. Asimismo, su aplicación en laboratorio de vía permitirá controlar los activos de señalización (señales, balizas, desvíos), verificando si el estado de estos elementos y su configuración son adecuados al trazado. Todo ello, enfocado a simular el análisis de su ciclo de vida, optimizar las actuaciones de mantenimiento y coordinar a los agentes encargados de estas tareas.
- Desde el Laboratorio de Geotecnia (LG) se considera de utilidad **disponer de una representación detallada y fidedigna de las infraestructuras objeto de estudio a través de modelos BIM, que incorporen el histórico de las actuaciones acometidas y el registro de los datos de auscultación y monitorización, con el fin de poder planificar adecuadamente las campañas de reconocimientos** y facilitar la evaluación de la estabilidad de las estructuras.
- Desde el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) se plantea la **posibilidad de diseñar con BIM la construcción de los pasos de fauna en autovías y autopistas**. Su generación de forma paramétrica permitirá adaptar su diseño a los casos estudiados de confluencia entre

el tránsito de animales y de vehículos, buscando mejorar la convivencia de ambos flujos y recuperar la conectividad ecológica a ambos lados de la infraestructura lineal, evitando accidentes.

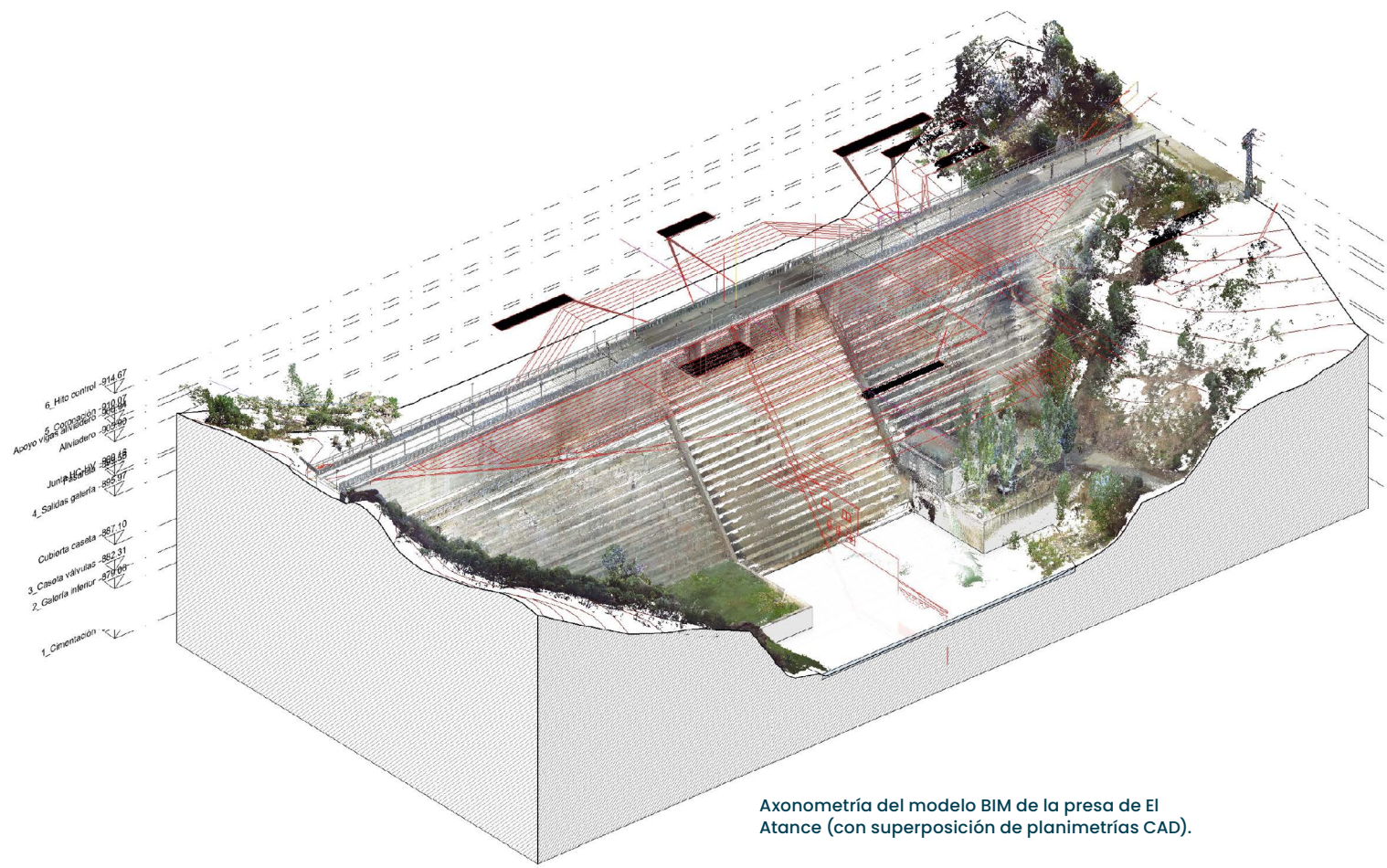
Por último, el CEDEX, a través del Área de Obras y Mantenimiento de su Secretaría, ha propuesto usar BIM para mejorar la gestión documental de los proyectos de intervención y actuaciones de conservación de los diez edificios del organismo. Esta aplicación permitirá dejar constancia de las intervenciones y reparaciones realizadas, así como programar el mantenimiento y gestionar sus incidencias. Estas ventajas se podrían extender igualmente a la gestión ambiental y la documentación del ahorro de consumos energéticos vinculados a las intervenciones realizadas.

Estos valiosos puntos de vista marcan las futuras líneas hacia donde orientar esfuerzos para sacar el máximo partido al potencial de la tecnología BIM en las diversas áreas de estudio de la edificación, la ingeniería y el medio natural.

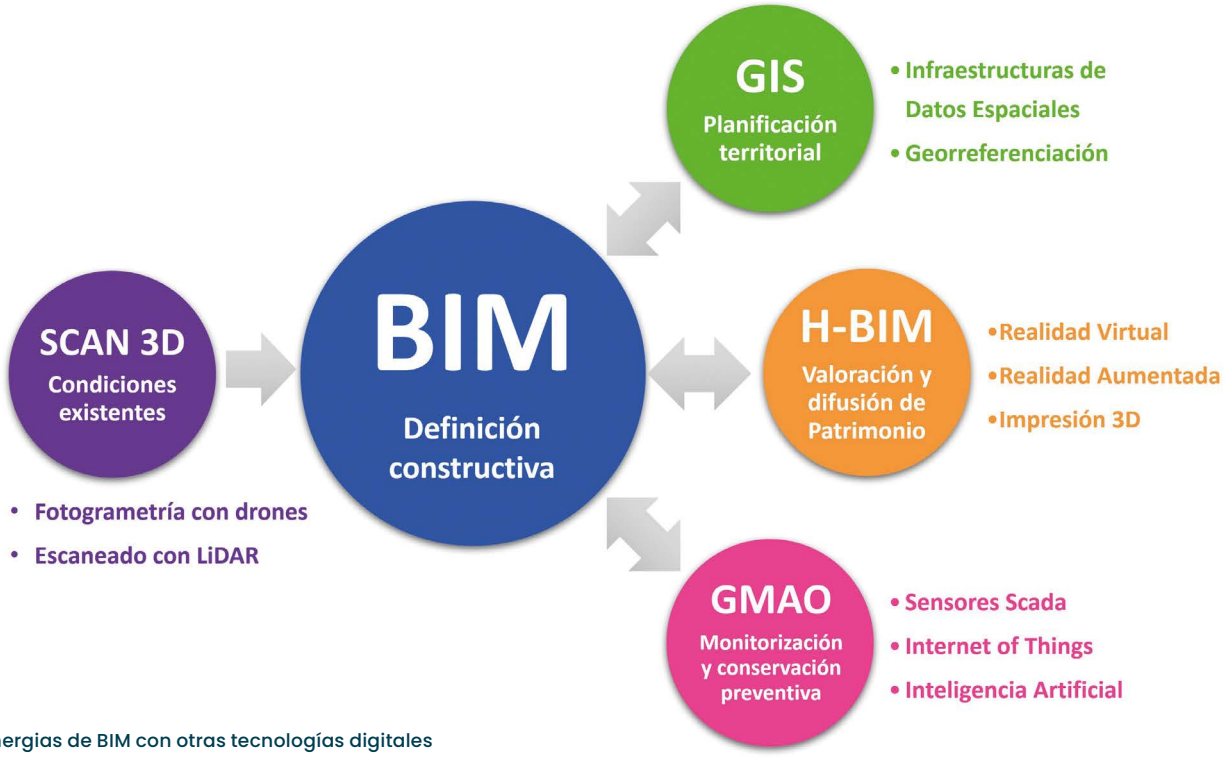
Conclusiones

La apuesta del CEDEX por la aplicación de la metodología de trabajo colaborativa BIM está motivada por su naturaleza innovadora, que coadyuva al abordaje global e integral de los problemas científico-técnicos propios de los sectores de la edificación, la ingeniería y el medio natural.

En el camino recorrido para sentar las bases del proceso gradual de incorporación de BIM, se han obtenido numerosos resultados positivos. Las experiencias presentadas muestran que la digitalización bajo metodología BIM permite obtener un modelo virtual unificado, completo y vinculado a su realidad constructiva. De esta manera,



Axonometría del modelo BIM de la presa de El Atance (con superposición de planimetrías CAD).



Sinergias de BIM con otras tecnologías digitales

su aplicación mejora la precisión en la definición constructiva (gracias a la granularidad de los datos), la coherencia entre la visualización 3D y la consulta de la información vinculada, y la gestión documental (todos los archivos quedan registrados en el modelo por su nomenclatura). Asimismo, queda patente que la digitalización del proceso constructivo con BIM facilita la gestión y explotación de las infraestructuras con una doble finalidad: servir de inventario colaborativo entre los agentes encargados de su mantenimiento, y funcionar como registro temporal de actuaciones y control del ciclo de vida. Otro aspecto positivo es que los archivos BIM generados en los proyectos descritos se entregan en formato abierto (Open BIM), usando las versiones vigentes del estándar de intercambio Industry Foundation Classes (IFC), con la intención de garantizar la interoperabilidad del modelo y permitir su intercambio independientemente del origen de datos y del *software* de creación o visualización.

La principal dificultad ha surgido en la incorporación del entorno construido a los modelos BIM, que conlleva un complejo procesado de los datos capturados en 3D para conseguir que la información sea manejable, reutilizable y fácilmente exportable a formatos abiertos, y que ésta se pueda interconectar con otros entornos del flujo de trabajo Scan-to-bim.

Finalmente, la sinergia de BIM con otras tecnologías digitales abre nuevas vías de explotación de los modelos de información en 3D. Entre éstas, ocupa un lugar interesante la sinergia BIM-GIS (Geographical Information System), que aporta una significativa ventaja en la gestión de infraestructuras lineales, donde es necesario manejar grandes escalas, ya que BIM complementa a nivel de edificación (proceso constructivo) lo que GIS aporta a nivel territorial (planificación estratégica). De forma similar, la vinculación de BIM con los sistemas GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador) supone otro campo de aplicación fundamental para disponer del control del ciclo de vida de los activos. Por último, en el caso específico de BIM aplicado al patrimonio de las obras públicas y el urbanismo, el uso de H-BIM va a permitir explorar su potencial para transmitir la relevancia, el contexto cultural y la funcionalidad de estos bienes promoviendo así su valor y significado en la sociedad actual.



#BIM transforma la edificación

BIM supone una evolución en la gestión y mantenimiento de las edificaciones. Pero además, BIM transforma la planificación urbana y facilita la integración en el proyecto de otros objetivos de interés público como la sostenibilidad, la seguridad y accesibilidad, la eficiencia y la reducción de costes.

En este apartado se contextualiza el uso de BIM en las estrategias nacionales y europeas de urbanismo y arquitectura y se presenta BIM como una herramienta para la planificación y la gestión urbana, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la gestión sostenible de los residuos, la calidad de la arquitectura, la construcción de edificios más seguros y accesibles, o la disminución de los costes de la construcción y del mantenimiento a lo largo de la vida útil de los edificios.

También en este apartado, varios órganos de la Administración General del Estado y organismos públicos exponen el uso de BIM en sus proyectos y obras de edificación. En concreto, se presentan algunas experiencias de la Dirección General del Patrimonio del Estado del Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana o del propio Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, que está elaborando un modelo de información centralizada de la Sede Central del Ministerio y la urbanización del Complejo de Nuevos Ministerios para llevar a cabo una gestión digital mejorando su eficiencia operativa.

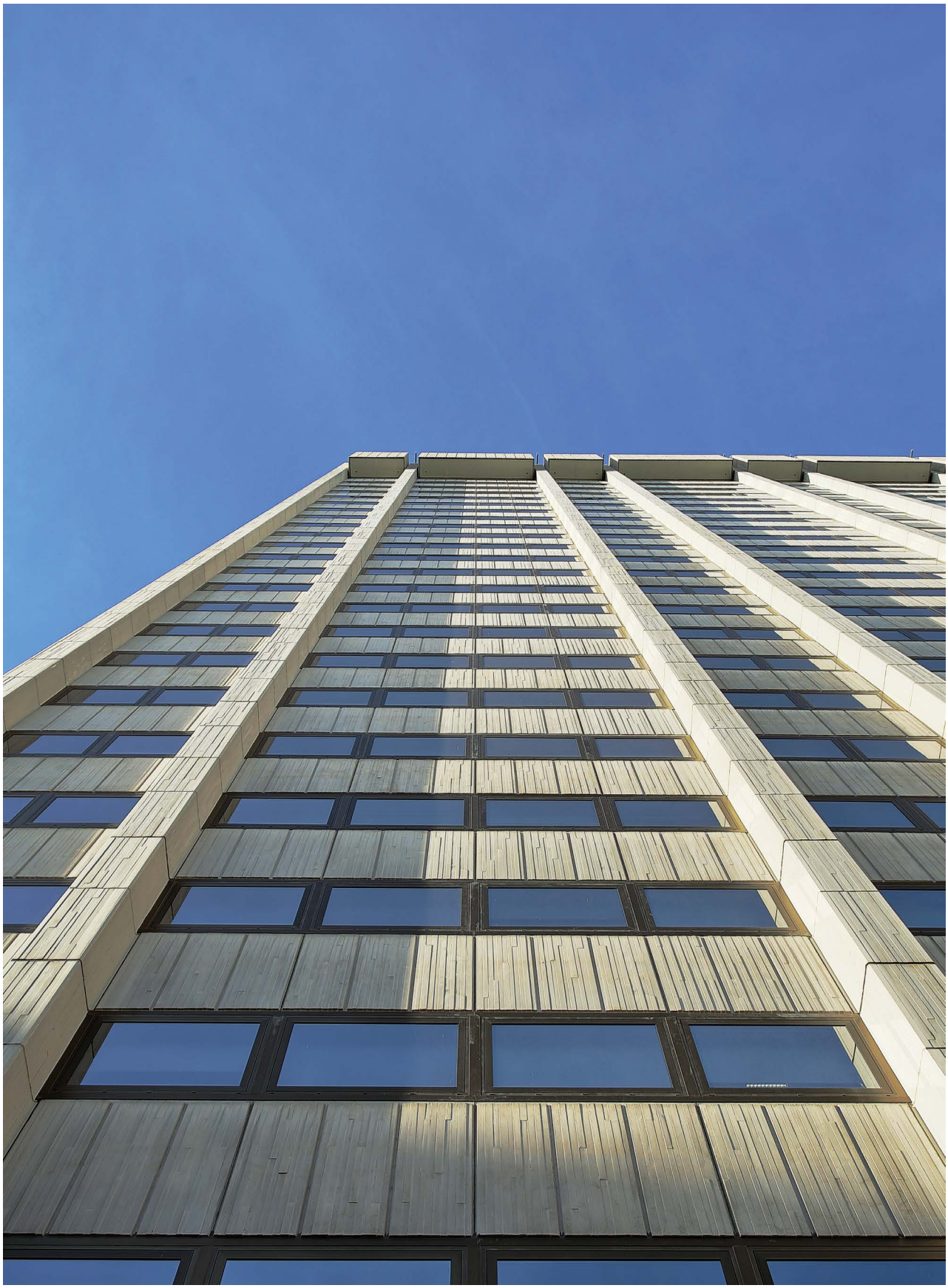
Impulso BIM desde Patrimonio del Estado

La Dirección General del Patrimonio del Estado, que ostenta la Vicepresidencia de la Comisión Interministerial BIM, está presente en el proceso de implantación de la metodología BIM en el sector público desde una doble perspectiva:

En primer lugar, como órgano coordinador de la contratación pública, Patrimonio del Estado ofrece un apoyo fundamental al desarrollo de BIM en el sector público, con el fin de ampliar su alcance y aprovechar al máximo su potencial en los procedimientos de contratación pública.

Por otra parte, la Dirección General del Patrimonio del Estado integra diversos organismos promotores de proyectos y obras en los que se ha consolidado la utilización de la metodología BIM. En el ámbito del sector de la edificación, además de los servicios técnicos propios de Patrimonio del Estado, destacan dos sociedades estatales: SIEPSE y SEGIPSA. Su experiencia constituye un referente en cuanto al proceso de adaptación a nuevas competencias tecnológicas, y a la transformación que ha supuesto el uso de BIM.

Texto: **Ángel Montero Cabrera**, subdirector general de Coordinación de Edificaciones Administrativas y **Enrique Rollón Escudero**, arquitecto de Patrimonio del Estado. Subdirección General de Gobernanza y Coordinación de la contratación pública



BIM (Building Information Modeling) se está consolidando como un vector de cambio fundamental para la transformación digital en el ámbito de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Su utilización permite disponer de una única fuente de información y realizar una gestión digital y colaborativa de la documentación generada durante todo el ciclo de vida de un activo, posibilitando alcanzar mejoras en la productividad y la eficacia de los procesos, el control de las inversiones, y elaborar proyectos más sostenibles.

En este escenario de innovación, en el sector público resulta prioritario incorporar plenamente las ventajas que ofrece la metodología BIM, con el fin de lograr una optimización de los recursos públicos y un crecimiento sostenible y competitivo.

La Dirección General del Patrimonio del Estado desempeña una participación fundamental para el impulso de BIM en proyectos de edificación de la Administración General del Estado y sus organismos y entidades de derecho público dependientes, desde una doble perspectiva:

- Desde el ámbito de las competencias de Patrimonio del Estado en materia de gobernanza y coordinación de la contratación pública, que se constituye como política palanca estratégica para la implantación de la metodología BIM, con pleno respeto al cumplimiento del marco normativo.
- Como centro directivo promotor de proyectos de edificación: desde la Dirección General del Patrimonio del Estado se impulsa la incorporación de BIM en actuaciones desarrolladas por sus propios servicios técnicos; así como en proyectos promovidos por diversas sociedades públicas estatales cuyo control corresponde a Patrimonio del Estado, y que —como se mostrará en ejemplos a lo largo de este artículo— están avanzando con éxito en el proceso de adopción de la metodología BIM en sus organizaciones.

Patrimonio del Estado aporta un apoyo fundamental al desarrollo de BIM en el sector público con el fin de ampliar su alcance y aprovechar al máximo su potencial en los procedimientos de contratación pública.

Impulso en el uso de la metodología BIM a través de la coordinación de la contratación pública

En primer lugar, en el marco de las competencias de coordinación de la contratación pública que tiene atribuidas, **la Dirección General del Patrimonio del Estado mantiene un firme compromiso con el impulso de la metodología BIM**.

Mediante el ejercicio de las funciones de formulación de propuestas y normas relativas a la contratación pública, Patrimonio del Estado aporta un apoyo imprescindible al desarrollo de BIM en el sector público con el fin de ampliar su alcance y aprovechar al máximo su potencial en los procedimientos de contratación pública.

En este sentido, el Comité de Cooperación en materia de contratación pública, que se constituye como el órgano específico de gobernanza y coordinación de la contratación pública con las distintas Administraciones territoriales —de conformidad con lo dispuesto en el artículo 334 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público— y que es presidido por el director general del Patrimonio del Estado, ha diseñado la **Estrategia Nacional de Contratación Pública 2023-2026**, aprobada por la Oficina Independiente de Regulación y Supervisión de la Contratación (OIReScon).

Esta Estrategia Nacional contempla objetivos dirigidos a incrementar la profesionalización de los agentes públicos que participan en los procesos de contratación (Objetivo C); promover la eficiencia económica en los procesos de obtención de bienes, servicios y suministros para el sector público, estimulando la agregación de la demanda y la adecuada utilización de los criterios de adjudicación (Objetivo D); utilizar las posibilidades de la contratación pública para apoyar políticas ambientales, sociales y de inno-

vación (Objetivo F); promover la participación de las pymes en el mercado de la contratación pública (Objetivo G); y promover un marco normativo claro y estable con el fin de dotar de seguridad jurídica a la contratación pública (Objetivo H).

Desde el punto de vista de la gestión pública inmobiliaria, estas líneas de acción coadyuvan a la efectiva implantación de la metodología BIM en las organizaciones.

Asimismo, Patrimonio del Estado ofrece soporte técnico y jurídico esencial a la **Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública (CIBIM)**.

La CIBIM, cuya vicepresidencia ostenta el director general del Patrimonio del Estado y que incorpora en su composición dos vocales de este centro directivo, ha desarrollado el **Plan de Incorporación de la metodología BIM en la contratación pública de la Administración General del Estado y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o dependientes**, que fue aprobado por el Consejo de Ministros el 27 de junio de 2023 y publicado por la Orden PCM/818/2023, de 18 de julio de 2023.

Tal y como refleja el mismo, este Plan se alinea con la política de fomento de la innovación a través de la contratación pública estratégica, impulsada por la Comisión Europea, y con los objetivos de la Estrategia Nacional de Contratación Pública mencionados anteriormente.

Además, la CIBIM gestiona el Observatorio de Licitaciones Públicas BIM, que tiene por objetivo cuantificar el avance de la implantación de la metodología BIM en la contratación pública, y en cuyos informes trimestrales se constatan tasas de crecimiento interanuales de triple dígito —la inversión en BIM y el número de licitaciones con requisitos BIM se doblan interanualmente—. Para la elaboración de estos informes, el Observatorio BIM incluye entre otras fuentes la **Plataforma de Contratación del Sector Público (PLACSP)**, cuya gestión está encomendada a la Dirección General del Patrimonio del Estado.

Por último, cabe señalar que la Dirección General del Patrimonio del Estado se configura como el punto de referencia para la cooperación con las Instituciones de la Unión Europea (UE) y otras organizaciones internacionales en materia de contratación pública. En el cumplimiento de esta función, Patrimonio del Estado intervino en la primera reunión del **Grupo de Decisores públicos de la UE para la incorporación de BIM (EU BIM Public Officials Group)**.

Este Grupo, cuya creación se produjo por iniciativa española bajo la Presidencia Española de la Unión Europea, tiene vocación de servir de foro para compartir ideas y experiencias sobre el desarrollo de políticas públicas para la incorporación de BIM, analizando los desafíos que supone la implantación de BIM en los países de la UE, su adaptación al marco legislativo, su impacto en la pyme y su implementación tecnológica.

BIM en las actuaciones de edificación desarrolladas desde Patrimonio del Estado

Además de lo anterior, Patrimonio del Estado impulsa BIM mediante su incorporación en los proyectos promovidos por este centro directivo.

A este respecto, la **Subdirección General de Coordinación de Edificaciones Administrativas**, en el ejercicio de las funciones de construcción, conservación, reforma y reparación de edificios administrativos, ha consolidado la utilización de la metodología BIM como una forma de gestionar los proyectos y las obras de construcción de manera integral y colaborativa, mejorando la eficiencia y calidad de estas intervenciones.

La transición al modelo BIM ha requerido superar obstáculos iniciales, destinando recursos a capacitación del personal de la unidad, asistencia técnica por entidades expertas, y actualización de equipos informáticos y licencias de programas. Tras la incorporación de proyectos piloto en la estrategia de implementación BIM, se prevé avanzar hacia una etapa de consolidación de logros y de mayor generación de cambios.

La metodología BIM en el ámbito de los proyectos y obras de Patrimonio del Estado se ha incorporado en actuaciones de rehabilitación de inmuebles existentes —como es el caso de las reformas integrales de la sede del Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, y de la sede del Tribunal de Cuentas en la calle


Estudio González Arquitectos S.L.P.

Proyecto de nuevo edificio de uso administrativo en Cádiz. D.G. del Patrimonio del Estado.

Padre Damián 19, ambas en Madrid—, así como en nuevas edificaciones.

Como ejemplo de proyecto de nueva planta con utilización de BIM desde las etapas iniciales de diseño, destaca el del nuevo edificio administrativo en Cádiz. Se trata de la construcción de una nueva sede de servicios múltiples de 7200 m², que posibilitará la integración de unidades dispersas en la ciudad, mejorando la funcionalidad y la eficiencia en la prestación de los servicios.

La redacción del Proyecto Básico y de Ejecución —entre los años 2023 y 2024— ha sido realizada íntegramente siguiendo la metodología BIM, resultando muy favorable para facilitar la concepción de un edificio de alta calidad arquitectónica, funcionalidad y flexibilidad espacial; así como para tomar decisiones respecto a las elevadas prestaciones bioclimáticas y de sostenibilidad que son requeridas.

Todo el proceso se acompaña de una asistencia técnica especializada, dirigida a analizar y validar el correcto cumplimiento de los usos BIM relativos a cada fase del proyecto. Además de revisar el Plan de Ejecución BIM (BEP) presentado por los arquitectos proyectistas, los informes continuos de auditoría verifican aspectos relativos a: taxonomías, colaboración y comunicación; estructuración del modelo; estándares BIM; uso de datos del modelo; obtención de mediciones para el proyecto de ejecución; control de colisiones de conformidad con la matriz integrada en el BEP; entregables; y metadatos.

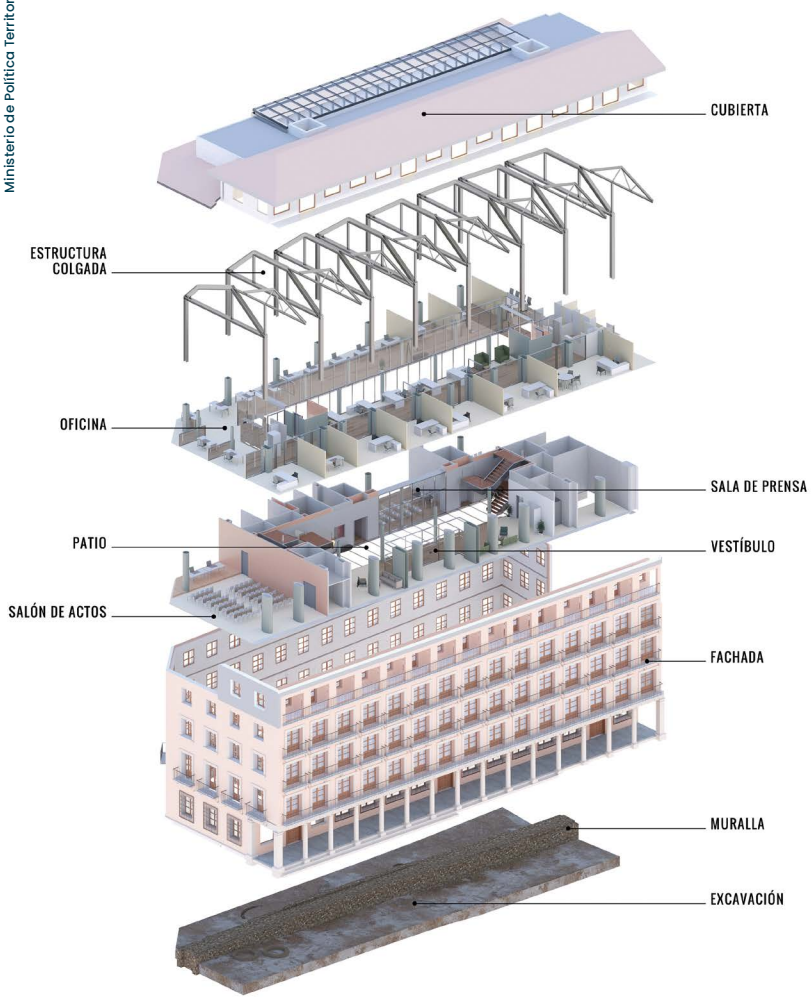
Está previsto que la obra se ejecute también siguiendo la metodología BIM, mediante el replanteo del proyecto, su planificación 4D que ponga de manifiesto los puntos de críticos de la obra, la planificación de acopios, la realización de mediciones, así como la verificación de la correspondencia entre la realidad construida y el proyecto, entre otros trabajos, basados en modelos BIM.

En el ámbito de las sociedades públicas estatales pertenecientes al Grupo Patrimonio del Estado que realizan actuaciones en el sector de la construcción también son varias empresas públicas las que han implantado el uso de la metodología BIM en las licitaciones que promueven.

Así, la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias (SEIASA) está impulsando el uso de la metodología BIM como una forma de trabajo para mejorar la gestión documental y la comunicación con contratistas a través de la solicitud de requisitos BIM y de la implantación

El uso de BIM resulta muy favorable para facilitar la concepción de un edificio de alta calidad arquitectónica, funcionalidad y flexibilidad espacial; así como para tomar decisiones respecto a las elevadas prestaciones bioclimáticas y de sostenibilidad que son requeridas.

Ministerio de Política Territorial



Proyecto de reforma integral del edificio de la Delegación del Gobierno en Castilla-La Mancha en la Plaza Zocodover.

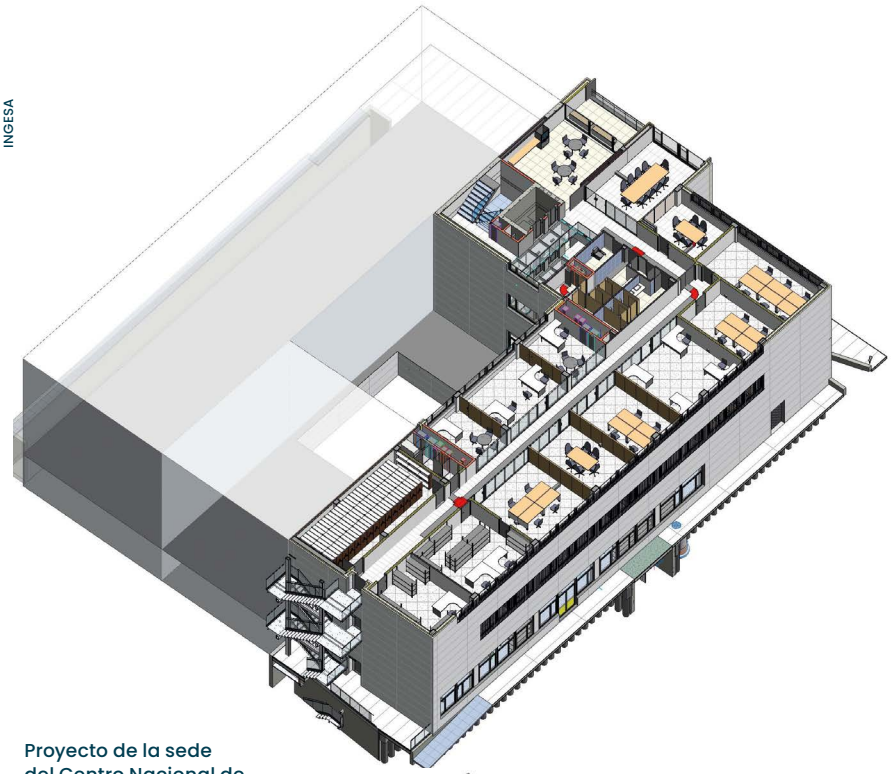
de un Entorno Común de Datos (CDE) en sus licitaciones.

Por su parte, las empresas públicas del sector del agua dependientes de Patrimonio del Estado: Aguas de las Cuencas de España, S.A. (ACUAES) y Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A. (ACUAMED) incorporan el uso de BIM en las licitaciones relativas a proyectos y obras hidráulicas con la finalidad de aumentar su eficiencia y el ahorro de costes, verificando posibles errores de diseño y apoyando a la mejor comprensión de las infraestructuras.

Y con proyectos específicos en el sector de la edificación, destacan dos empresas públicas: la Sociedad Mercantil Estatal de Gestión Inmobiliaria de Patrimonio, M.P.S.A. (SEGIPSA), y la Sociedad de Infraestructuras y Equipamientos Penitenciarios y de la Seguridad del Estado S.M.E., S.A. (SIEPSE).

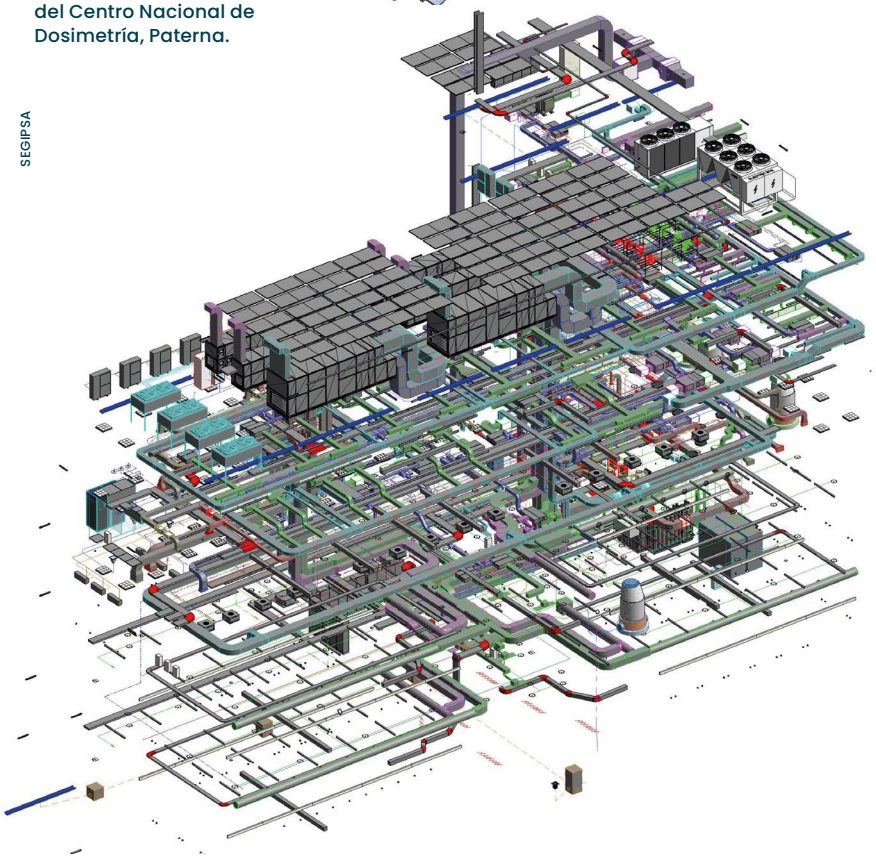
SEGIPSA tiene la consideración de medio propio instrumental y servicio técnico de la Administración General del Estado y de las entidades dependientes de ella para la prestación de servicios relacionados con el patrimonio inmobiliario. Entre sus áreas de actividad, hay que señalar las de proyectos y gestión inmobiliaria, ***project management,*** trabajos catastrales, tratamiento y custodia documental y, en general, consultoría y asesoramiento técnico-arquitectónico.

El proceso de implantación BIM en SEGIPSA se inició en el año 2016 con una formación especializada dirigida a los técnicos del Departamento de Proyectos, y con el desarrollo de



INGESA

Proyecto de la sede del Centro Nacional de Dosimetría, Paterna.



SEGIPSA

un primer proyecto piloto para la adecuación de un edificio en la calle Prim nº 12 de Madrid con el fin de transformar su uso como dependencias judiciales a espacios flexibles de trabajo compartido. Esta intervención requirió la transición completa de herramientas CAD a BIM, mediante la coordinación con otros equipos multinacionales para la definición de espacios, instalaciones, y modelos específicos de mobiliario, todos ellos tabulados y estandarizados.

Con avances firmes hacia una transformación digital efectiva y sostenible, la implementación de la metodología BIM en SEGIPSA ha continuado su proceso, extendiendo su uso a nuevos proyectos de edificación.

Cabe señalar la utilización de BIM en intervenciones en edificios existentes, como el proyecto de **rehabilitación integral de la sede de la Delegación del Gobierno en Castilla-La Mancha**, en Toledo. Con una superficie de actuación próxima a los 4000 m², se trata de un edificio emblemático en el que se reconvierte su interior por completo. El proyecto plantea la recuperación y puesta en valor de los restos arqueológicos descubiertos, diseñando una nueva configuración estructural suspendida de pórticos en cubierta, con una disposición funcional moderna en torno a un patio interior acristalado.

Otro ejemplo de proyecto impulsado desde su inicio con metodología BIM es el de la nueva sede del **Centro Nacional de Dosimetría en Paterna** (Valencia), promovido por el Instituto Nacional de Gestión Sanitaria (INGESA). El uso de BIM está contribuyendo al objetivo de que este edificio de nueva construcción se convierta en una referencia en cuanto a instalaciones de sistemas dosimétricos, tanto a nivel nacional como internacional.

Integrada también como empresa pública en el Grupo Patrimonio del Estado, **SIEPSE**

desarrolla un gran número de actuaciones de edificación en el marco de las infraestructuras de seguridad del Estado: centros penitenciarios, instalaciones destinadas a Policía Nacional y Guardia Civil, y Centros de Internamiento de Extranjeros; así como las correspondientes al Plan de Infraestructuras de la Seguridad del Estado para la Transición Energética, dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, financiado con fondos NextGenerationUE.

SIEPSE destaca en cuanto al alto grado de implementación de BIM y a la transformación digital que ha supuesto el uso de esta metodología en sus procesos. La organización está logrando una implantación de BIM de éxito por medio del avance a través de distintas etapas: análisis inicial, propuesta de transición a BIM, formación técnica, planificación, consultoría especializada, ejecución, y evaluación.

La experiencia inicial de SIEPSE con BIM tuvo lugar en 2015 con el diseño de la primera versión del Centro Penitenciario Norte III en San Sebastián, configurándose el modelo BIM como una potente herramienta para la incorporación de criterios de sostenibilidad y eficiencia energética en el proyecto.

Posteriormente, SIEPSE recibió por acuerdo del Consejo de Ministros el encargo del Plan de Infraestructuras de Seguridad del Estado 2019-2025, que ha supuesto un fuerte impulso para la mejora de edificaciones ya existentes y la creación de otras nuevas en prácticamente toda la geografía nacional. Desde entonces, la documentación generada por los departamentos técnicos de SIEPSE es alojada en un Entorno Común de Datos fiable y seguro de cada una de las infraestructuras, tanto en fase de proyecto como de obra, convirtiéndose en un área de colaboración digital a la que tienen acceso todos los miembros del equipo de trabajo para hacer revisiones o modificaciones según su función.

Como parte de este Plan de Infraestructuras de Seguridad del Estado, en abril de 2024, se ha inaugurado la nueva **Comisaría Provincial de la Policía Nacional en Soria**, cuyo proceso edificatorio ha sido desarrollado con metodología BIM. Esta nueva comisaría cuenta con una superficie construida de cerca de 5500 m², y está compuesta de dos bloques conectados por un cuerpo central que actúa como núcleo de comunicaciones.

El proyecto se ha realizado desde la óptica de un inmueble sostenible, incidiendo especialmente en aspectos medioambientales, bajo la premisa de una construcción de Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN), lo que ha permitido obtener la calificación Verde "4 hojas" certificada por la institución Green Building Council España (GBCe). La utilización de tecnología BIM en la gestión del proyecto ha contribuido de manera determinante a las estrategias de diseño sostenible, y de ahorro y eficiencia energética.

El Entorno Común de Datos (CDE) de SIEPSE

En SIEPSE, cada una de las asistencias técnicas contratadas comparte un CDE por proyecto u obra durante la ejecución de los trabajos, sobre plataformas estándar del mercado.

Es necesario un administrador que gestione los permisos de acceso al CDE de cada proyecto y obra. Actualmente, suele ser el BIM Manager de la empresa externa, siguiendo la matriz de responsabilidades y acceso que es definida desde SIEPSE. Los permisos son restringidos por razones, por un lado, de seguridad, dado que la información es sensible y, por otro lado, de organización, para no comprometer el orden de la misma.

Actualmente SIEPSE está en fase de desarrollo de un CDE común para las infraestructuras de Seguridad del Estado donde alojar los modelos de cada cliente, una vez realizada la entrega del bien inmueble terminado para su uso.

La estructura de este CDE es básica según la ISO 19650 (WIP, Shared, Published, Archive), si bien es el cliente final quien complementa o desarrolla ciertos aspectos de la información que considera necesaria y útil para su gestión posterior.

En el futuro CDE, la actual organización y acceso por infraestructura, cambiará a una estructuración por cliente o usuario final de los bienes inmuebles.

SIEPSE



Comisaría Provincial de la Policía Nacional en Soria. Ministerio del Interior.

La utilización de la metodología BIM en la gestión del proyecto ha contribuido de manera determinante a las estrategias de diseño sostenible, y de ahorro y eficiencia energética.

Por último, otro ejemplo de actuación BIM, en fase de desarrollo por SIEPSE, es el futuro Centro Nacional de Estudios Penitenciarios en Cuenca. Este nuevo equipamiento estará situado en la parcela de 14 500 m² que ocupaba el antiguo Colegio San Julián de Cuenca.

El edificio principal, de cuatro plantas, contará con zona administrativa, mediateca-biblioteca, área de estudio e investigación, gimnasio y seis aulas. Cada una de estas salas podrá, además, dividirse en dos espacios, con el fin de adaptarse a las distintas necesidades formativas. En esa misma edificación estará ubicado un auditorio de 500 plazas que ha sido diseñado con el mismo concepto de versatilidad, por lo que dispondrá de mamparas móviles que permitirán transformar este espacio.

Un segundo edificio, de la misma altura, estará orientado a la formación de carácter práctico y reproducirá las instalaciones de un centro penitenciario.

Actualmente el nuevo centro se encuentra en fase de redacción del Proyecto de Ejecución, con aplicación de metodología

Comisaría Provincial de la Policía Nacional en Soria. Ministerio del Interior.

SIEPSE





Centro Nacional de Estudios Penitenciarios, Cuenca. Ministerio del Interior.

BIM y de principios de diseño de eficiencia y sostenibilidad.

En definitiva, **Patrimonio del Estado tiene una presencia muy relevante en el proceso de transformación digital y sostenible en el ámbito de la edificación, desarrollando acciones de impulso BIM desde una doble dimensión**.

En primer lugar, en el ejercicio de sus competencias como **órgano coordinador de la contratación pública estratégica**. Y, además, con una función ejemplarizante, mediante la **incorporación de la metodología BIM en los procedimientos de licitación de proyectos y obras** promovidos por la propia Dirección General del Patrimonio del Estado y por las sociedades públicas estatales cuyo control le corresponde.

Centro Nacional de Estudios Penitenciarios, Cuenca. Ministerio del Interior.



Levantamiento de la nube de puntos y modelado de los edificios y espacios exteriores del Ministerio con metodología BIM

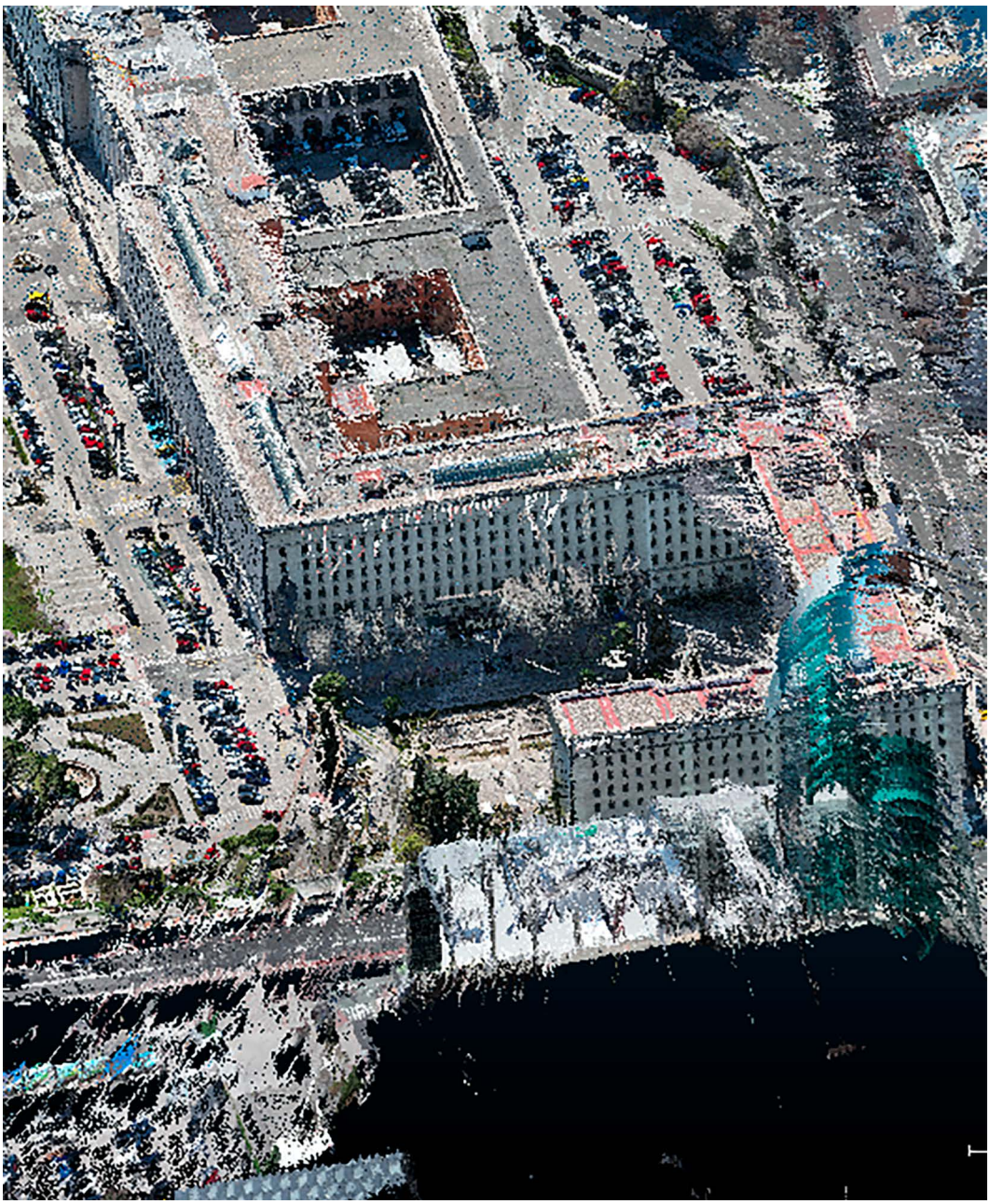
Hacia una gestión digital con BIM en la Oficialía Mayor

El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMS), que ostenta la Presidencia de la Comisión Interministerial BIM, está implantando la metodología BIM en sus dependencias como ejemplo y tractor para otras administraciones, y en línea con los planes y estrategias nacionales y europeos de digitalización de la Administración.

Dentro de las actuaciones de transformación digital del Ministerio, la Oficialía Mayor ha abordado el levantamiento de la nube de puntos y posterior modelado con metodología BIM, tanto del edificio de la Sede Central, como del centro de educación infantil y la urbanización del complejo de Nuevos Ministerios, lo que ayudará al cumplimiento eficaz de las funciones que tiene atribuidas, principalmente la operación y mantenimiento del edificio, la gestión de espacios o la gestión de activos.

Actualmente se está levantando la nube de puntos, mientras que el procedimiento del modelado se encuentra en fase de adjudicación.

• **Texto: Oficialía Mayor,** Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible



Nube de puntos del conjunto exterior de Nuevos Ministerios.

La Oficialía Mayor, dentro de la Dirección General de Organización e Inspección, se encuentra inmersa en el proceso de implantación de la metodología de trabajo BIM en base a una triple necesidad: la propia necesidad de avanzar en la mejora los procesos productivos del entorno de las infraestructuras, la necesidad de alinearse con los planes y estrategias nacionales y europeos de digitalización de la Administración, y la necesidad de, como Ministerio tutelar de la Comisión Interministerial, ser tractor del Sector Público.

En la Oficialía Mayor se está trabajando en el reto de la implantación de BIM, entendida como una metodología de trabajo, no como una nueva tecnología o nuevo *software*, lo cual sería un error y llevaría, probablemente, a una implantación inadecuada. Esta incorporación de BIM va referida a un cambio de paradigma en la gestión.

Para abordar correctamente la implantación ha sido necesaria la elaboración de una hoja de ruta con una primera fase de estudio y análisis de la organización, con el objeto de entender los aspectos del funcionamiento de la Oficialía Mayor que pueden verse beneficiados con la implantación de BIM. Dentro de este estudio, se han analizado las funciones de la Oficialía y los procedimientos existentes, así como las relaciones orgánicas y funcionales.

En cuanto a las funciones, la Oficialía Mayor, dependiente de la Dirección General de Organización e Inspección, por "Real Decreto 253/2024, de 12 de marzo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, y se modifica el Real Decreto 1009/2023, de 5 de diciembre, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales", tiene atribuido el ejercicio de las funciones recogidas en el artículo 15.1, entre otras, las referidas a la gestión del régimen interior y aposentamiento, la política de adquisiciones de los recursos materiales, la dirección y organización de los servicios de documentación o la programación y gestión de la política patrimonial del Departamento, incluyendo las obras de construcción y conservación de los edificios e instalaciones cuya competencia no esté asignada a otros centros directivos.

> **La implementación de BIM en la Oficialía Mayor mejorará la eficacia y eficiencia en la operación y mantenimiento de los activos.**

Estas funciones, se realizan en diferentes áreas/servicios/secciones de la Oficialía Mayor, entre otras:

- La Subdirección Adjunta se ocupa, principalmente, de la operación y mantenimiento del edificio, así como de la tenencia de los fondos documentales del Ministerio. A su vez se estructura en distintas áreas como:
  - El Área de Mantenimiento, que se ocupa del correcto funcionamiento de las instalaciones de los edificios, control de los trabajos de mantenimientos, averías gruesas y reparaciones de fortuna, verificación de trabajos en el ámbito de control de calidad, coordinación de proyectos de renovación de instalaciones…
  - El Área de Conservación que, principalmente, se ocupa de la adecuada conservación de los edificios de los servicios centrales, principalmente la Sede Central y el complejo de Nuevos Ministerios, así como de los edificios periféricos de la DGC (Dirección General de Carreteras), mediante actuaciones de reparación, reforma o rehabilitación.
- El Área de Patrimonio tiene unas funciones muy variadas a las que la nueva metodología afectará de forma limitada, aunque existen algunos servicios que sí se van a ver afectados como, por ejemplo, el Servicio de Régimen Interior encargado de limpieza y aposentamiento, gestión de espacios o la generación de planos de ocupación del edificio.

Será, por tanto, imprescindible la coordinación entre las distintas unidades de la Oficialía Mayor para la adecuada implantación de BIM y la consecución de los siguientes objetivos:

- Cumplir los planes nacionales y la legislación en vigor.

Funciones \ Objetivos	Cumplir con legislación y planificación	Mejorar la informacón del edificio para... Mejorar la gestión de almacenes y otros	Mejorar la comunicación entre unidades	Evitar retrabajos de mantenimiento y	Realizar un mantenimiento eficiente de los equipos	Optimizar la distribución funcional del edificio	conservación, remodelación y
Mantenimiento del edificio							
Labores de mantenimiento	x		x	x	x		
Proyectos y obras	x		x				x
De instalaciones	x			x	x		
De conservación	x			x	x	x	x
De remodelación	x				x	x	x
Operación del edificio	x						
Gestión de espacios	x	x	x				
De salas	x	x			x	x	
De despachos	x	x		x	x	x	
Gestión patrimonial	x		x				
Suministros y servicios	x		x				
Seguridad física	x	x					
Servicios de terceros (Cafetería, peluquería, gim	x	x		x	x	x	
Bienes muebles	x						
Mobiliario	x						
Compra	x						
Almacenamiento	x	x		x			
Asignación a los distintos puestos	x	x				x	
Movilidad	x						
Vehículos	x						
Conductores	x						
Permisos (de conductores y vehículos)	x						
Seguros	x						
Compra y mantenimiento	x						
Mudanzas	x	x		x			
Gestión de RRHH	x						
Biblioteconomía y documentación	x						
Registro General	x	x	x				
Archivo	x	x	x				
Biblioteca	x	x					
Centro de documentación del transporte	x	x					

- Mejorar la gestión de almacenes y otros espacios.
- Mejorar la comunicación entre unidades.
- Evitar la repetición de trabajos de mantenimiento y operación.
- Realizar un mantenimiento eficiente de los equipos (información).
- Optimizar la distribución funcional del edificio.
- Facilitar las obras de conservación, remodelación y rehabilitación haciendo más efectivos los procesos para la redacción de los proyectos, favoreciendo la revisión temprana de los proyectos y obras, así como la toma de decisiones acorde con una gestión orientada a cumplir objetivos.

Para visibilizar cómo la consecución de estos objetivos va a incidir sobre las funciones que se desarrollan en la Oficialía Mayor, se presenta una tabla que cruza objetivos y funciones. En la tabla, se puede ver que el orden en el

que se han dispuesto los objetivos en la lista anterior coincide con la incidencia de estos objetivos respecto de las funciones de la Oficialía Mayor. La buena comunicación de la información entre unidades va a ser un factor clave para medir el éxito de la implantación de BIM según ésta se vaya produciendo.

La metodología BIM documenta todo el ciclo de vida de la edificación y las infraestructuras, es decir, las etapas de planificación, diseño, construcción y operación, generando un repositorio único que contiene toda la información necesaria para todos intervinientes en él.

Del estudio de las distintas áreas y competencias de la Oficialía Mayor, se concluye que, aunque potencialmente la implantación en la Oficialía Mayor se puede producir en las cuatro etapas mencionadas, el porcentaje de trabajo de la Oficialía Mayor de las etapas de planificación, diseño y construcción es netamente inferior al de operación y mantenimiento. Es, por tanto, en la etapa de gestión del edificio donde la Oficialía debe centrar los esfuerzos en implantar la metodología.

Por ello, la Oficialía Mayor está acometiendo los primeros pasos de transformación hacia una gestión digital que mejore el mantenimiento de los activos, obteniendo la información de un repositorio único o modelo BIM y permitiendo así un control y seguimiento de las condiciones de los activos de forma digital.

Este proceso inicial de implantación BIM se está desarrollando en dos fases:

Nube de puntos

Una nube de puntos es una representación de una geometría concreta, ya sea un edificio, instalación o cualquier tipo de objeto a través de un conjunto tridimensional de millones de puntos georreferenciados. Este levantamiento tridimensional se realiza mediante escaneados láser.

La nube de puntos generada a través de un escáner láser terrestre es una herramienta muy valiosa para el posterior modelado BIM (Modelado de Información para la Construcción) de un edificio. Las principales características son las siguientes:

1. **Captura de la realidad:** El escáner láser terrestre mide con precisión milimétrica las distancias y formas del entorno construido, creando millones de puntos que representan las superficies internas y externas del edificio. Esto resulta una representación extremadamente precisa de la arquitectura, estructura e instalaciones visibles existentes.

2. **Creación de modelos precisos:** La nube de puntos sirve como una base detallada y exacta para crear modelos digitales 3D. Los arquitectos, ingenieros y gestores de información utilizan estos puntos para desarrollar o actualizar modelos BIM, asegurando que el diseño virtual coincida con las condiciones reales.

3. **Detección de conflictos y planificación:** Al comparar la nube de puntos con el modelo BIM propuesto o existente, se pueden identificar discrepancias y conflictos potenciales antes de que comience la intervención sobre el patrimonio existente. Esto es crucial para evitar costosos errores y retrasos una vez comenzada la intervención sobre el edificio.

4. **Integración y actualización:** En proyectos de intervención (renovación o ampliación), la nube de puntos proporciona información detallada sobre las partes del edificio que quizás no estén documentadas en planos antiguos o archivos. Esto permite integrar nuevos elementos de manera eficiente y actualizar los modelos BIM existentes.

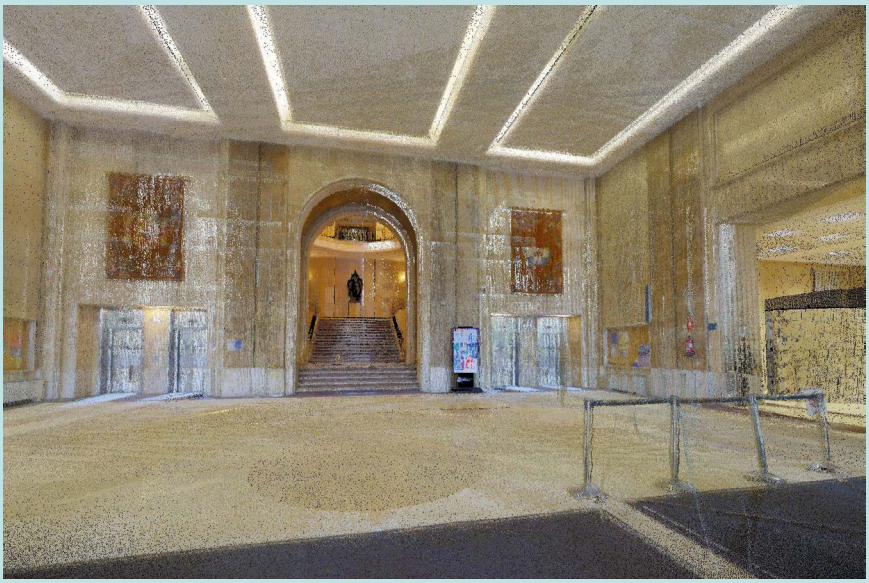
5. **Documentación y gestión:** El modelo BIM enriquecido con datos de la nube de puntos puede servir como un documento vivo durante toda la vida útil del edificio, facilitando la gestión del mantenimiento y las futuras remodelaciones.

6. **Visualización y análisis:** Con un modelo BIM basado en datos precisos de la nube de puntos, los gestores del edificio pueden realizar visualizaciones en 3D para entender mejor el proyecto y evaluar opciones de diseño en futuras intervenciones.

Por tanto, la nube de puntos aporta una base de datos geométricos extremadamente precisa y detallada, indispensable para la creación y manejo eficaz de modelos BIM, asegurando que todos los aspectos del diseño, construcción y mantenimiento del edificio estén basados en la realidad exacta del estado existente en el momento de la toma de datos de la nube de puntos.



Nube de puntos de un pasillo del Ministerio.



Nube de puntos del *hall* del edificio del Ministerio.



Nube de puntos de la fachada del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Primera Fase: levantamiento de la nube de puntos

Consiste en el levantamiento de la nube de puntos y fotografías 360º de la Sede Central del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (aproximadamente 96 500 m²), del centro de educación infantil (aproximadamente 3300 m²) y de la urbanización del complejo de Nuevo Ministerios (aproximadamente 85 000 m²).

Para llevar a cabo este trabajo se ha generado una serie de trabajo de topografía generando una Red General Básica en el espacio urbano que bordea el conjunto de Nuevos Ministerios y en la zona interior de los jardines y aparcamientos en superficie.

La metodología propuesta para su observación se realiza con GPS RTK con conexión GNSS a la Red de Estaciones Permanentes (red fija) GNSS de la Comunidad de Madrid, estableciendo criterios de posicionamiento e inter-visibilidad entre bases allí donde éstas sirvan a la Red de Aproximación.

A partir de éste se genera una Red de Aproximación. Se trata de "acercar" coordenadas de proyecto a las zonas de medición TLS de interiores de edificio. Estas se han materializado en forma de dianas colocadas en el alféizar de las ventanas en distintos espacios y a distintas alturas, de forma que han podido ser capturadas mediante el escáner láser también desde el interior de forma precisa.

Una vez realizado el posicionamiento se ha llevado a cabo el levantamiento mediante escáner láser estático, para lo que se han utilizados tres escáneres de la marca Leica (RTC360, BLK360G1 y BLK360G2) en función de las necesidades de los espacios.

> **El modelo paramétrico ayudará al control de la eficiencia energética, iluminación o condiciones climáticas.**

Esta primera fase se encuentra en desarrollo, estando cercana su finalización, y resultando fundamental para el proceso de generación del modelo digital paramétrico.

Segunda fase: Modelado con BIM

La segunda fase de la implantación de BIM en la gestión de la Oficialía Mayor consiste, principalmente, en el modelado de los edificios y la urbanización del complejo de Nuevos Ministerios utilizando la metodología BIM y estableciendo como fuente de información para dicho modelado tanto los archivos de nube de puntos que se están desarrollando como la planimetría y las bases de datos utilizadas por la Oficialía en la gestión de la información.

Para esta fase, se han redactado los pliegos estableciéndose los requerimientos mínimos en cuanto a objetivos, usos, niveles de desarrollo de elementos del modelo (LOD), nomenclatura y estructura de datos, entorno colaborativo, entregables, equipo técnico, control de calidad y seguimiento del proyecto.

Todos estos datos deberán ser recogidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP, del inglés BIM Execution Plan), documento a redactar por el adjudicatario, en el que se definirán las bases, reglas y normas internas con objeto de que todos los agentes implicados hagan un trabajo coordinado.

La inclusión de la tecnología BIM supondrá la creación de un sistema de gestión centralizado en torno a modelos de información, completo, trazable y accesible en función de las responsabilidades incluidas, tanto en la matriz de roles como en el proceso de gestión del entorno común de datos (CDE, del inglés Common Data Environment).

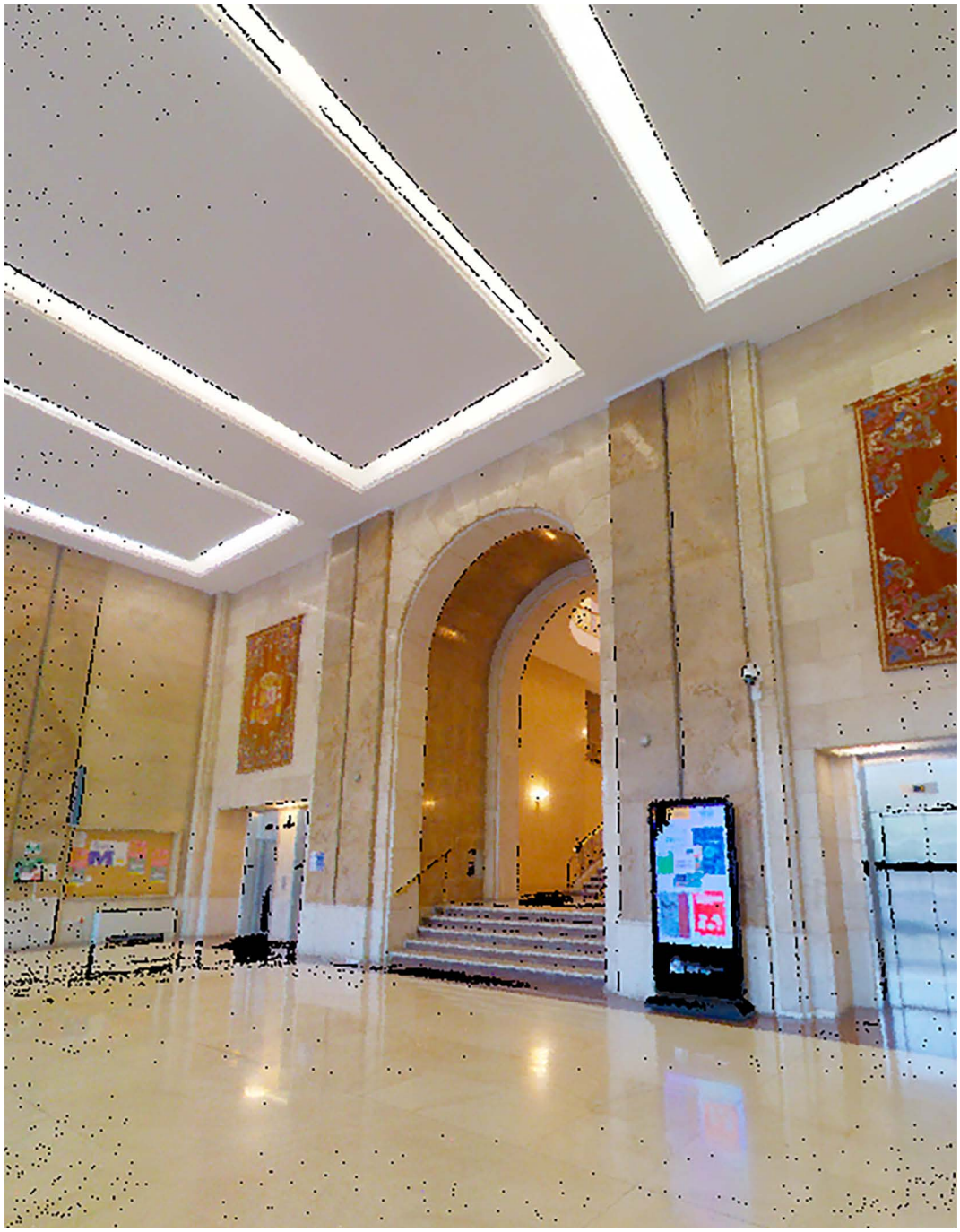
En resumen, la implantación de BIM por parte de la Oficialía Mayor tiene como objetivo principal poseer un modelo de información centralizada que permita la actualización en tiempo real de las intervenciones realizadas en cada uno de los espacios, el mantenimiento de las instalaciones, el seguimiento de la ocupación, la asignación de mobiliario, etc., y que tienda a la gestión digital de los mismos y a la mejora en la eficiencia operativa. En el modelo, no toda la información de los activos estará incluida. Algunos activos se gestionan en una base de datos como GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador) para activos mantenibles o Sorolla II para inventario. No obstante, se definirán los atri-

butos necesarios en los objetos modelados para conseguir un vínculo directo entre las bases de datos y el modelo BIM.

El modelo del edificio combinado con la información de los activos presentes en las distintas bases de datos es la garantía de una solución integrada hacia la gestión digital de los mismos.

Por último, hay que señalar que la implementación de BIM en la Oficialía Mayor del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, así como la creación del modelo BIM de la Sede Central del Ministerio facilitarán a la misma la futura licitación de contratos con requisitos de información BIM, tal y como exige el Plan BIM en la contratación pública.

Nube de puntos del hall del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.



Modelando la sostenibilidad ambiental, económica y social a través de la digitalización de la Arquitectura

BIM y la digitalización como vector de la calidad de la Arquitectura

Desde el Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana se trabaja para que desde las ciudades se encuentren soluciones a los retos que nos plantea la sociedad, basadas en el principio de calidad de la Arquitectura y de manera integral e integrada con el entorno.
Es preciso contemplar la dimensión económica, medioambiental, social y cultural de la Arquitectura, reflejando las circunstancias propias de nuestra sociedad con incidencia directa en el desarrollo individual y colectivo. La digitalización y el creciente uso de BIM contribuirán a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a la gestión sostenible de los residuos y a la construcción de edificios más seguros y accesibles, así como a la disminución de los costes de la construcción y del mantenimiento a lo largo de la vida útil de los edificios.

Texto: María Teresa Verdú Martínez y Álvaro José Fernández-Iruegas Pombo



©Filippo Poli

La Casa de la Arquitectura.

Una apuesta por BIM y la digitalización en la planificación estratégica urbana y territorial

> La aplicación de BIM supone un cambio de paradigma que promueve la colaboración, la eficiencia y la reducción de errores.

Como diagnostica la Agenda Urbana Española (AUE, www.aue.gob.es), en estos momentos, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades. Según recoge ONU-Habitat en su informe *World Cities Report 2022. Envisaging the Future of Cities*, en 2050 lo hará más de un 68%, siendo las ciudades las responsables del 70% de la emisión de gases de efecto invernadero y del consumo del 60% de los recursos. En España, estas cifras son aún más acusadas, ya que el 81% de la población vive en áreas urbanas y estas ocupan el 7% de la superficie del país. Por ello, la planificación de nuestras ciudades debe afrontar los retos no ya de un futuro lejano, sino de un presente que nos reclama acciones inmediatas.

No obstante, como también expone la AUE, "los tradicionales mecanismos de intervención, tanto sobre la ciudad, como sobre el territorio, plantean limitaciones importantes y marcos que ya están ampliamente superados", por lo que, desde su consideración de Política Nacional Urbana, la Agenda Urbana Española constituye en sí misma una metodología innovadora para planificar y definir el futuro de pueblos y ciudades desde una visión estratégica y transversal que busca la mejora de la sostenibilidad. Para conseguirlo, la AUE se articula en 10 objetivos estratégicos y 30 específicos que, a modo de herramienta sistemática y flexible, se ponen a disposición del resto de Administraciones públicas y de otros agentes con competencias para incidir en el diseño de las políticas urbanas, orientar sus propias decisiones desde la reflexión que precisa un diagnóstico previo y garantizar la coherencia necesaria para afrontar los retos sociales, medioambientales y económicos que reclaman los pueblos y ciudades del siglo XXI.

Con esta perspectiva, desde su aprobación en 2019, la Agenda Urbana Española ha transformado la forma de mirar hacia los pueblos, las ciudades y el territorio, mediante la generación de nuevas fórmulas de trabajo que apuestan por la mejora de la gobernanza y que trascienden los rígidos esquemas competenciales para buscar sinergias y alinear propuestas que confluyan en objetivos comunes. Para conseguirlo, resulta imprescindible el reconocimiento del papel de la Arquitectura, como bien de interés general y, también, la apuesta por su calidad que demanda el reconocimiento de los poderes públicos, a los que les corresponde promover su protección, fomento y difusión.

Asimismo, la Agenda Urbana Española es también consciente de la necesidad de acercarse a estos retos mediante el fomento de la innovación, las tecnologías y el conocimiento, y a tal fin, de manera catalizadora, dedica su Objetivo Estratégico (OE) 9 que apuesta por "favorecer la sociedad del conocimiento" y por liderar y fomentar la innovación digital, mediante actuaciones que favorezcan, en la planificación y la gestión urbanas, la incorporación de tecnologías como el *big data*, la minería de datos, la inteligencia artificial, el *cloud computing* o la metodología BIM, entre otras, con el fin de avanzar hacia un modelo territorial, urbano inteligente y sostenible.



Buenos ejemplos dentro de esta triple visión de planificación estratégica, calidad de la arquitectura y apuesta por la digitalización, se pueden encontrar en muchos de los Planes de Acción que en estos momentos se están elaborando y/o implementando por parte de muchas entidades locales y que responden también a los principios de la Nueva Bauhaus Europea. Sirven a título de ejemplo, los municipios de Sant Feliú de Llobregat, con una Agenda Digital que establece un marco de referencia para el desarrollo de un municipio digital, sostenible y resiliente; Ermua, con su proyecto Fibermua, que ofrece una red de comunicaciones de banda ultra ancha, cuyo despliegue ha sido impulsado directamente por el Ayuntamiento y que

ofrece cobertura de fibra óptica a unas 8500 unidades inmobiliarias; Alcoi, que ha hecho una clara apuesta por el concepto *smart city*, buscando modernizar los servicios municipales en su transformación digital para resolver de forma eficaz y eficiente las necesidades y deseos de la ciudadanía y es un ejemplo pionero en transformar la ciudad en un laboratorio de pruebas para la innovación a través de su *sandbox* urbano; Sevilla y su Plan Sevilla+Digital, que es un proceso de reflexión estratégica impulsado y elaborado por el Ayuntamiento de Sevilla, para conseguir una ciudad más vivible, sostenible y adaptada a las personas y empresas, aprovechando de forma óptima las soluciones basadas en la digitalización y las tecnologías, etc.



En este contexto, la alineación de la metodología BIM con los objetivos de la Agenda Urbana es directa, por lo que se plantea como una herramienta muy útil para contribuir a su consecución y permitir, entre otros aspectos, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (OE 3 de la AUE); la gestión sostenible de los residuos (OE 4 AUE); la construcción de edificios más seguros y accesibles (OE2 AUE); así como la disminución de los costes de la construcción y del mantenimiento a lo largo de la vida útil de los edificios (OE7 AUE).

También, en este caso, son muchos los municipios con Planes de Acción o Agendas Urbanas Locales que apuestan por utilizar la metodología BIM, a nivel interno o en sus licitaciones. Sirven a título de ejemplo: Valencia, Sant Feliu de Llobregat, Sant Boi de Llobregat, Sestao, Barakaldo, Alzira, Zaragoza, Alicante, Sevilla, Valladolid, etc.

La Agenda Urbana Española (AUE) fomenta la innovación digital con la incorporación de BIM y otras nuevas tecnologías en la planificación y la gestión urbana para avanzar hacia un modelo territorial, urbano, inteligente y sostenible.

BIM como medio de mejora de la calidad de la Arquitectura

En este contexto de coherencia de políticas, desde la Secretaría General de Agenda Urbana, Vivienda y Arquitectura, y desde la Dirección General de Agenda Urbana y Arquitectura se ha apostado de manera indubitada por impulsar el principio de Calidad en la Arquitectura. La Ley 9/2022, de 14 de junio, de Calidad de la Arquitectura, persigue orientar estas políticas públicas hacia la promoción de esa necesaria calidad. El diseño, la proyección y la dirección de obras deben permitir alcanzar los objetivos de sostenibilidad económica, medioambiental y social, a través de la innovación. Se debe fomentar el respeto a una serie de criterios que garanticen una mejora del entorno y de la vida de las personas, y que estén perfectamente alineados con los tres valores que persigue la iniciativa europea Nueva Bauhaus: inclusión, sostenibilidad y belleza.

Asimismo, la calidad en la Arquitectura contribuye a la creación y mantenimiento de un entorno con valores culturales reconocibles por la sociedad a la que va destinada. Las decisiones de diseño deben tener en cuenta las condiciones propias del lugar y la integración armoniosa en el tejido urbano y en el paisaje. Una Arquitectura de calidad, además de dar cumplimiento a lo exigido en la reglamentación técnica, debe atender a su dimensión sensorial, a sus características espaciales, de luminosidad y acústicas, favoreciendo los ambientes amables para las personas a nivel físico, mental y social.

Desde el punto de vista del marco normativo, la Ley de Calidad de la Arquitectura contempla como fines de la norma el impulso a la investigación, la innovación, la digitalización, la industrialización y la creatividad, así como fomentar el conocimiento de las técnicas tradicionales y locales. Adicionalmente, señala el papel esencial de los poderes públicos, que procurarán ante todo la excelencia y sostenibilidad de las obras en las que ejerzan como promotores, de forma ejempla-

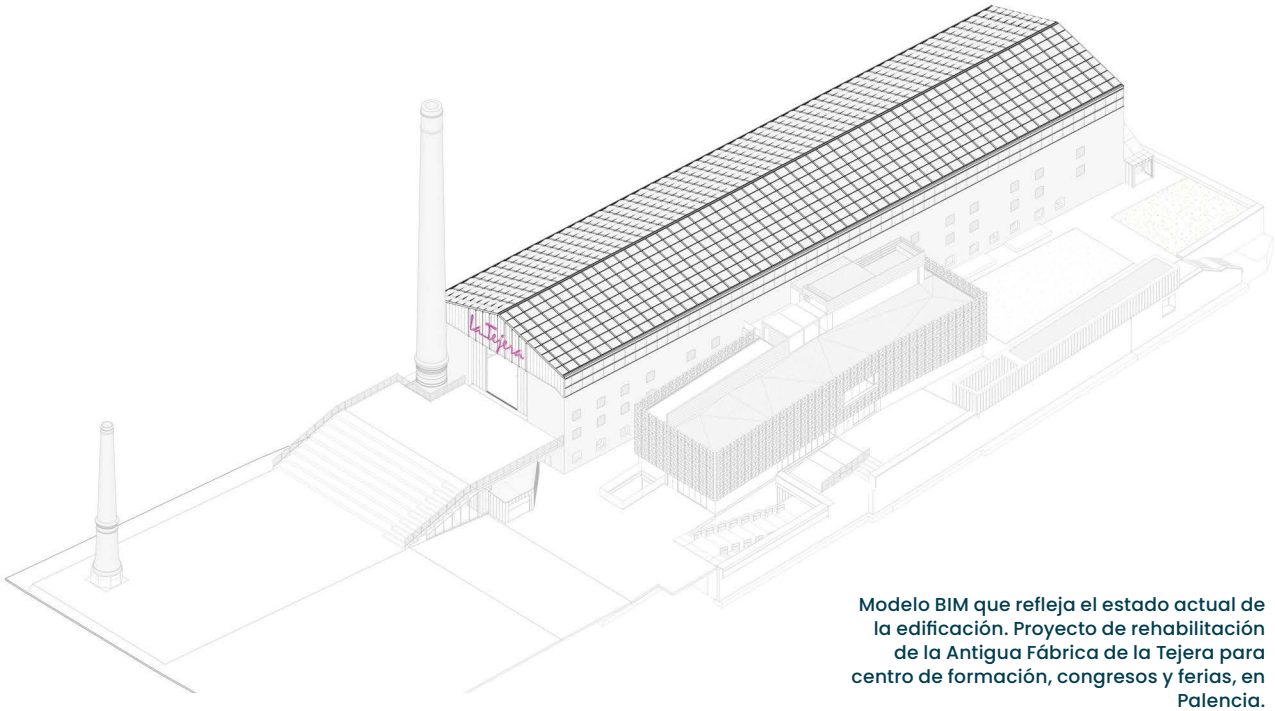


El levantamiento fotogramétrico de lo existente. Proyecto de rehabilitación de la Antigua Fábrica de la Tejera para centro de formación, congresos y ferias, en Palencia.

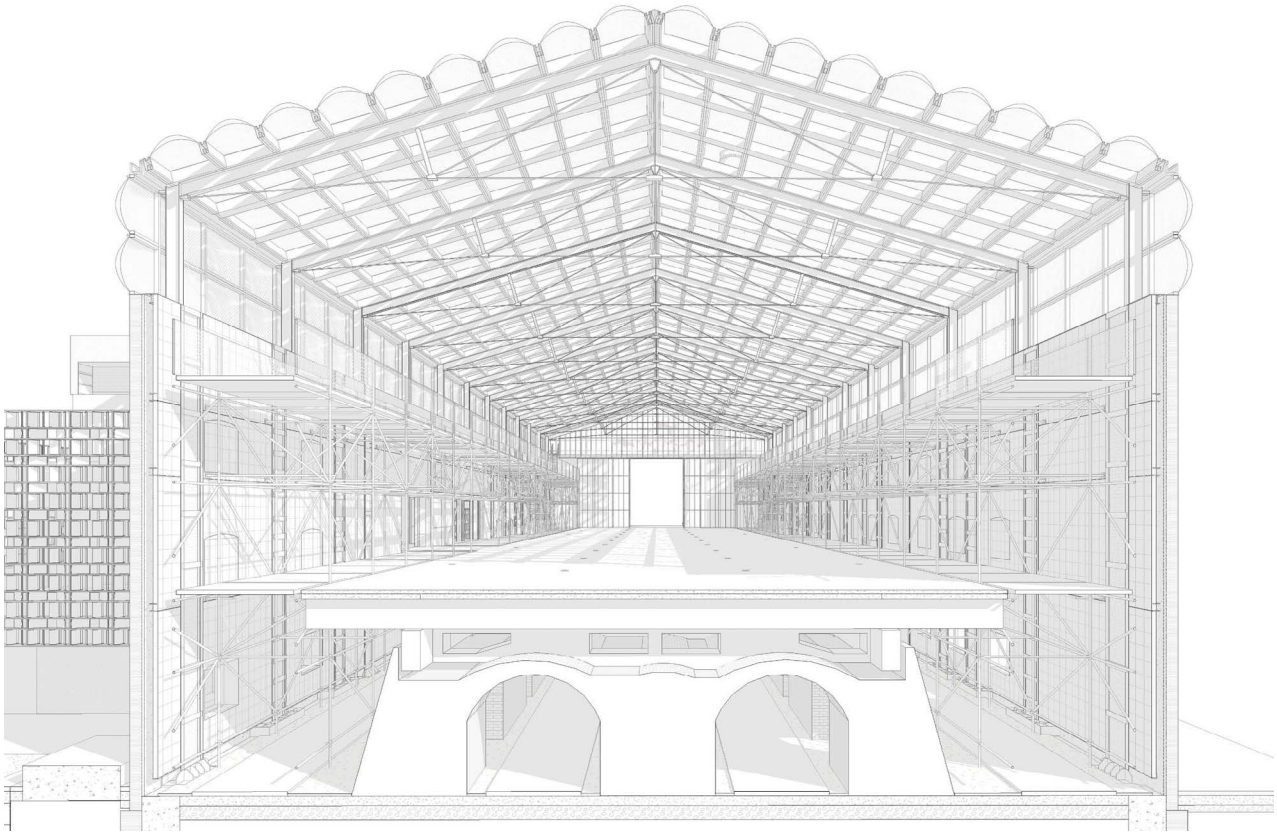


rizante para otros sectores de la sociedad.

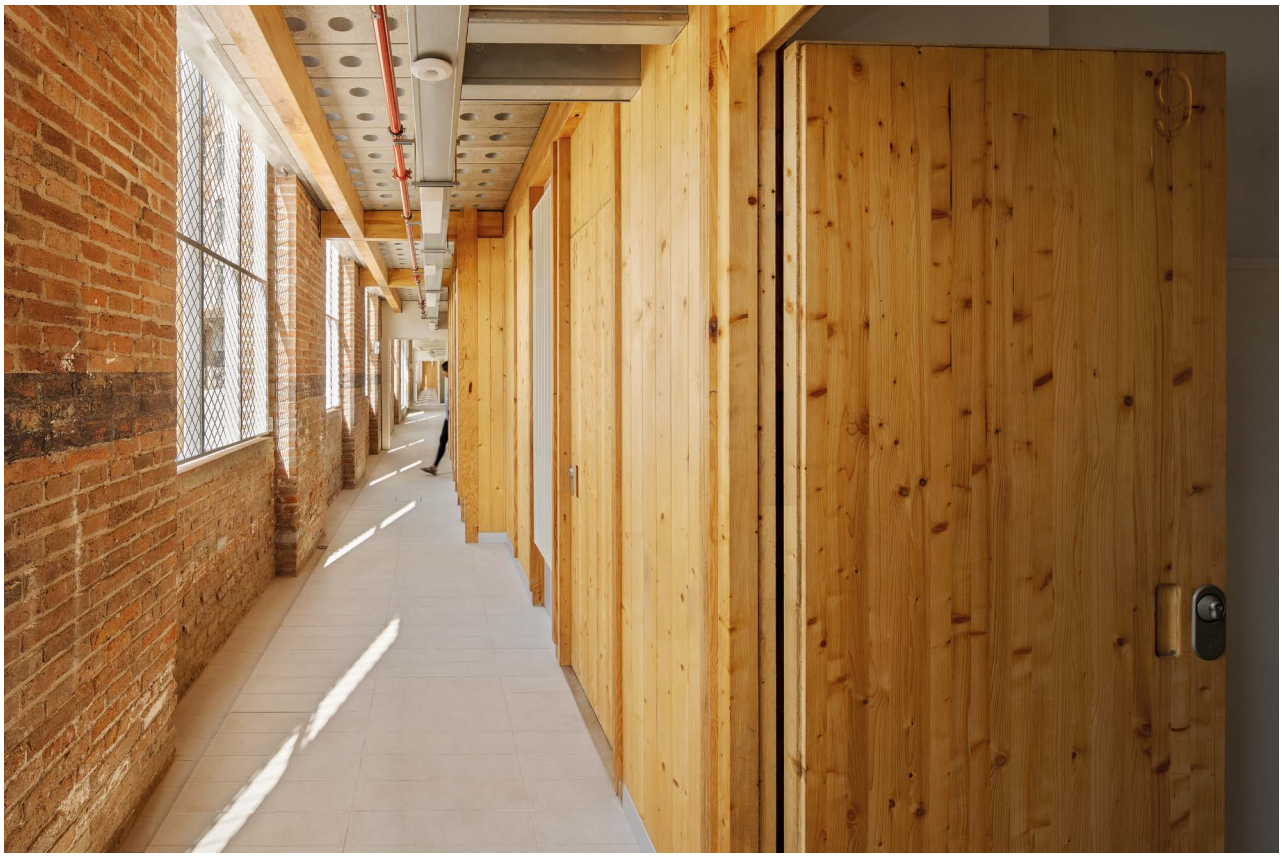
La digitalización y el uso de herramientas tecnológicamente innovadoras facilitarán la redacción de los proyectos y la dirección de la ejecución de la obra, así como el uso y mantenimiento de la edificación. En particular, la Ley recoge que se fomentará en los proyectos del sector público el uso de herramientas electrónicas específicas, tales como metodologías de modelado digital de la información de la construcción, BIM o similares, y la incorporación de técnicas innovadoras.



Modelo BIM que refleja el estado actual de la edificación. Proyecto de rehabilitación de la Antigua Fábrica de la Tejera para centro de formación, congresos y ferias, en Palencia.



En la actualidad se encuentra en fase de redacción el desarrollo reglamentario de la Ley de Calidad de la Arquitectura para la creación del Consejo de Calidad de la Arquitectura. Una vez el Consejo esté en funcionamiento, la digitalización en el ámbito de la construcción será uno de los grandes temas a tratar por este órgano, considerando la trascendencia e interés en el sector. De esta forma, se pretende facilitar, en coordinación con la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública, la digitalización del



Edificio de vivienda social Can Fabra. Fuente: Catálogo de Buenas prácticas.

proceso constructivo en el ámbito de la Arquitectura, así como la incorporación progresiva de modelos de información integrada en el patrimonio público, al objeto de facilitar, optimizar y hacer más sostenible su explotación y mantenimiento.

Si la Arquitectura tiene un poder transformador para crear ciudades que respondan a los retos de la sociedad, la digitalización y la innovación son instrumentos que sin duda contribuyen a lograr dicha transformación. La implementación de tecnologías como BIM (Modelado de Información para la Construcción o, por sus siglas en inglés, Building Information Modeling) permite una gestión digitalizada y eficiente de los proyectos, ayudando a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la gestión sostenible de residuos y la construcción de edificios más seguros y accesibles, siendo una herramienta imprescindible para la mejora de la calidad en la Arquitectura.

La innovación es el motor de la evolución. En el ámbito de la edificación, significa adoptar nuevas tecnologías, métodos de construcción y enfoques creativos que impulsen la eficiencia y mejoren la calidad de vida. La inversión en investigación y desarrollo, la colaboración con empresas e instituciones y la adopción de prácticas innovadoras permitirán superar los desafíos actuales y anticipar las necesidades futuras. La innovación no solo se traduce en edificios más avanzados, sino también en la creación de comunidades más resilientes y conectadas.

La iniciativa BIM garantizará la coherencia y eficacia en todos los niveles del proceso de construcción, desde la planificación hasta la ejecución, así como la gestión de la vida útil del edificio, contribuyendo de este modo a la construcción de un futuro más verde y digital para Europa. Permite, además, la reducción de los procesos administrativos y de los costes, al mismo tiempo que se mejora la eficiencia energética, la rentabilidad, la circularidad y la resiliencia climática mediante el seguimiento del estado actual de los edificios y la integración de las tecnologías digitales existentes.

El proceso de digitalización conseguirá, asimismo, mejorar la seguridad, la salud y el confort de los ocupantes del edificio integrando herramientas de modelado basadas en datos y optimizando funciones. El Parlamento Europeo en el "Informe sobre la aplicación de la Directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios" cuantifica que más del 85 % de los edificios europeos seguirán en uso en 2050, por lo que es necesario tomar medidas para preservar su integridad y valor.

En resumen, la iniciativa europea Nueva Bauhaus junto a la publicación de la Ley 9/2022, de Calidad de la Arquitectura, marcan un presente y futuro de la edificación inseparable de la digitalización y del uso de BIM para la consecución de sus objetivos.

La contribución de BIM en la lucha contra el cambio climático desde la Arquitectura

El cambio climático y la degradación del medioambiente son una amenaza existencial a la que se enfrentan Europa y el resto del mundo. El parque edificado debe transformarse para contribuir a la descarbonización mediante la mejora de la eficiencia energética, la protección medioambiental y la resiliencia ante el cambio climático. Teniendo en cuenta que más del 60 % del parque actual se construyó antes de que existiese ninguna regulación sobre el comportamiento térmico de los edificios, y que los edificios son responsables de alrededor del 40 % del consumo de energía de Europa (según datos de "Transition Pathway Construction" de la Comisión Europea), existe un enorme potencial en la renovación de la edificación, en cuanto a reducción del consumo energético y de mejora del confort interior de los edificios.

Los proyectos han de contemplar la gestión óptima de los recursos, incluyendo el uso de materias primas secundarias, así como la aplicación precisa de materiales y soluciones constructivas bajo el principio de la economía circular, planificando durante todo el ciclo de vida de lo construido, desde la fase de proyecto hasta la demolición, la reutilización y el reciclaje de los materiales empleados.

La Casa de la Arquitectura

La sede de la Casa de la Arquitectura se encuentra en Nuevos Ministerios, que constituye un ejemplo interesante de como la arquitectura existente se transforma para adaptarse a una ciudad cambiante y en evolución. La primera fase del proyecto del complejo de Secundino Zuazo se desarrolló de 1932 a 1937, terminando las obras en 1958 con algunas modificaciones al proyecto original. El conjunto consta de un gran espacio central diáfano con plazas, fuentes y estanques, alrededor del cual se disponen los diferentes ministerios, así como una gran arquería en el lado que da al Paseo de la Castellana, donde se aloja el museo.

En 1982 se planteó la creación de una sala de exposiciones en el espacio de las arquerías, proyecto que se encargó a José María Aparicio y Adolfo Morán, y se inauguró en octubre de 1983 como Sala de Exposiciones del Ministerio de Vivienda, conocida con el nombre de "La Arquería". Posteriormente, y tras un periodo en el que se albergó la colección de la Fundación ENAIRE, en el año 2020 se iniciaron las obras de adecuación como centro de exposiciones, siendo el encargado de llevarlas a cabo el arquitecto ganador del concurso público convocado para acometer la reforma, Juan Pablo Rodríguez Frade.

Las obras que finalizaron en enero de 2023 consistieron principalmente en mejorar las instalaciones de origen, así como adecuar la envolvente para mejorar su comportamiento higrotérmico de la Arquería. La intervención más destacada se refiere al nuevo núcleo de comunicación próximo al acceso con una escalera de varios tiros y ascensor acristalado de grandes dimensiones que conectan todos los niveles del edificio.

La ubicación de la Casa de la Arquitectura, dentro del Paseo de la Castellana, como prolongación del Paseo de Recoletos y del Paseo del Prado, en Madrid, se ha establecido como una gran ruta cultural que ahora se potencia con este museo. Además, ubicado en uno de los grandes intercambiadores de Madrid, hace que propicie la afluencia de un público diverso y ajeno al sector, para convertirse en un referente de la Arquitectura y la difusión de sus valores.

De igual forma, desplegar políticas públicas ejemplarizantes en el ámbito de la contratación por parte de la Administración es también una herramienta poderosa para transformar el ámbito de la edificación. El compromiso con procesos de selección de contratistas basados en criterios éticos y de sostenibilidad, no solo eleva la calidad de las construcciones públicas, sino que también establece un estándar para el resto del sector.

Fomentar prácticas justas, inclusivas y transparentes en los procesos de contratación fortalece la ética empresarial, contribuyendo, además, a la construcción de una sociedad más sostenible, justa y equitativa.

Según se recoge en los considerandos de la Directiva (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición), "los Estados miembros deben fomentar el uso de tecnologías digitales para el análisis, la simulación y la gestión de edificios, también con respecto a las renovaciones en profundidad."

La implementación efectiva de BIM permitirá revolucionar la manera en que se concibe, diseña y construye desde el sector público. La Comisión Europea, en el "Digitalisation in the construction sector, Analytical Report", estima, que el uso de BIM contribuye a la sostenibilidad en el sector de la construcción, a través de la reducción estimada de hasta un 15% del volumen de residuos y a la reducción de hasta un 57% de los costes de gestión de residuos. Esa menor generación de residuos, junto a un diseño optimizado, permiten reducir las emisiones asociadas a la vida útil de un edificio, significando el modelado digital de la información de la construcción una medida clave en la sostenibilidad ambiental y circularidad de la edificación.

Proyecto piloto BIM: La Casa de la Arquitectura

La Ley 9/2022, de Calidad de la Arquitectura creó la Casa de la Arquitectura, que abrió sus puertas el pasado 18 de diciembre, concebida como un museo de titularidad y gestión estatal, adscrito al Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana y con vocación de convertirse en un referente nacional e internacional para la divulgación de la Arquitectura, impulsando esta disciplina como una herramienta de diplomacia cultural.

Como museo contemporáneo, la Casa de la Arquitectura se establece como una plataforma de encuentro, intercambio, comunicación y aprendizaje, dirigida a un público transversal e intergeneracional. La Casa se constituye como una entidad creativa que ensalza el potencial transformador de la Arquitectura y apuesta por la innovación en esta disciplina con el objetivo de mejorar la calidad del entorno construido, potenciar su sostenibilidad en términos sociales, económicos y medioambientales, y favorecer su resiliencia frente a un contexto cambiante.

Con tal fin, será fundamental la colaboración con el sector educativo con el objetivo de mejorar el conocimiento de la Arquitectura desde edades tempranas, implementando estrategias didácticas de formación arquitectónica en enseñanzas preuniversitarias, con acciones educativas y de sensibilización de la Arquitectura, entendida en su sentido más amplio. La sede física del museo se encuentra en Nuevos Ministerios, que constituye un ejemplo interesante de como la arquitectura existente se transforma para adaptarse a una ciudad cambiante y en evolución.

La presencia *online* de la Casa de la Arquitectura se materializa en una ambiciosa plataforma web que permitirá amplificar la misión de esta institución. Consiste en un avanzado repositorio digital que alojará la colección en línea con el fin de dar cumplimiento a los objetivos de divulgación y posicionamiento de la arquitectura española de un modo dinámico y adaptado a la era digital. Se puede visitar la web en el siguiente enlace: Home - La Casa de la Arquitectura.

Para que la Casa de la Arquitectura pueda desarrollar la totalidad de sus funciones, se está trabajando actualmente en un proyecto para la ampliación de su sede física en la Arquería de Nuevos Ministerios. Desde el Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana se ha elegido este proyecto de la ampliación del museo como piloto para la utilización de la metodología BIM en todas sus fases: diseño, ejecución de obras y mantenimiento del edificio durante su vida útil, por su importancia y visibilidad, marcando un hito en los compromisos del Departamento. Para ello, se estudia el desarrollo



La Casa de la Arquitectura.

de un Pliego de Prescripciones Técnicas para la convocatoria de un concurso de ideas en el que se integrarán los requisitos BIM para la ejecución y la vida útil del edificio.

Esta ampliación del museo es una de las actuaciones que se ha incluido dentro del Programa de proyectos piloto BIM de la Comisión Interministerial BIM (CIBIM) para asesoramiento y asistencia a través de la Oficina BIM, con el objetivo de ofrecer servicio de apoyo para abordar la adopción de la metodología BIM en proyectos piloto de la Dirección General de Agenda Urbana y Arquitectura.

La incorporación de la metodología BIM en esta actuación es fundamental para garantizar su éxito. Esta metodología permite centralizar toda la información del edificio existente y de la ampliación en un modelo digital, lo que deriva en una visualización detallada y realista del proyecto en todas sus etapas. Con la metodología se permite a los equipos identificar y resolver problemas potenciales antes de que surjan durante la ejecución de la obra, lo que implicará en el proyecto una reducción de los costes, que se calcula que podrá ser entre un 10 % y un 20 % del coste de la edificación, y recursos requeridos.

Además, facilita la coordinación de todos los agentes involucrados en el proyecto, lo que permite un acceso a la información actual más instantáneo. Al proporcionar una plataforma centralizada para compartir datos y coordinar tareas, BIM facilita una comunicación fluida y una toma de decisiones más informada, reduciendo los conflictos y los retrasos.

Como paso previo, se está diseñando un Entorno Común de Datos desde la Subdirección General de Tecnologías de la Información y Transformación Digital, donde se almacenará toda la información del proyecto. Los pliegos contemplarán la utilización de este entorno para garantizar la operatividad de este nuevo sistema de trabajo en desarrollo en la Unidad, asegurando la trazabilidad de la información. Adicionalmente, dentro de los diferentes trabajos que englobarán la futura ampliación, se ha realizado el levantamiento de la nube de puntos del entorno de la Casa de la Arquitectura, creando un modelo digital del estado actual, que será utilizada como información de partida para los participantes del concurso de ideas.

La aplicación de la metodología BIM no es solo una herramienta tecnológica, es un cambio de paradigma que promueve la colaboración, la eficiencia y la reducción de errores. Al adoptar BIM en los contratos públicos, no solo se acelera el proceso de diseño y construcción, sino que también se mejora la calidad y la precisión de los proyectos.



#BIM para las personas

Algunos especialistas señalan que BIM es un 10 % tecnología y un 90 % cambio cultural. BIM afecta especialmente a las personas y, por tanto, tiene incidencia en otros sectores además del propio AECO (Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones), como la educación o la formación continua.

En este apartado, los representantes de varias profesiones colegiadas, ofrecen su visión sobre la preparación de los profesionales del sector para un uso progresivo de BIM y analizan cuáles serán las tecnologías que, junto a BIM, moldearán el desarrollo de la profesión en los próximos años, tales como la inteligencia artificial, el internet de las cosas o la realidad aumentada.

BIM también tiene especial utilidad para cuidar la salud y protección laboral de las personas. Más de la mitad de los accidentes de trabajo en las obras de construcción están relacionados con decisiones arquitectónicas y/o de organización inadecuadas o con una mala planificación de las obras en su fase de proyecto. En este apartado, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, como órgano científico-técnico de referencia en prevención de riesgos laborales de la Administración General del Estado, explica las ventajas del uso de BIM para la seguridad y la salud laboral.

Explorando las oportunidades de la metodología BIM desde la óptica de la seguridad y salud laboral

BIM y la gestión de los riesgos laborales a lo largo de la vida de una construcción

La implantación de BIM supone un cambio relevante con respecto a la manera tradicional de gestionar los proyectos de construcción, y sus atributos pueden ser aprovechados en beneficio de la prevención de riesgos laborales. Las posibilidades son muy diversas y pueden extenderse a todas las etapas del ciclo de vida de una construcción.

Texto: **Elena Limón García,** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo



BIM desde la óptica de la prevención de riesgos laborales

BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo colaborativa para la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil que centraliza toda la información en un modelo digital. Los datos contenidos en el modelo BIM permiten gestionar los elementos de la edificación o de la infraestructura a lo largo de su ciclo de vida.

En este momento, tras la reciente aprobación del Plan BIM con el que se persigue una incorporación gradual y progresiva de esta metodología en contratos públicos relacionados con la construcción, a nivel estatal, es una necesidad que se sienten las bases para que la seguridad y salud en el trabajo se integren en la misma. En paralelo, la Estrategia Espa-

BARRERAS IDENTIFICADAS	CONSECUENCIAS	OPORTUNIDADES BIM
Diversidad de agentes participantes	Complejidad en su organización y gestión coordinada	Entorno colaborativo en el que se planifican las actuaciones desde el inicio
Fragmentación de los procesos	Complejidad en su organización y gestión coordinada	Cada agente elabora su información sobre la preexistente
	Insuficiente visión a largo plazo o ciclo de vida	Incorpora –desde su concepción– los requisitos, usos y actuaciones de todo el ciclo de vida
Mero cumplimiento formal de obligaciones	Insuficiente eficacia preventiva de actuaciones efectuadas	Metodología basada en la gestión de información, no de documentación
Desacople entre los procesos de diseño del producto final (proyecto) y del proceso de ejecución (planificación del contratista)	Dificultad para integrar la constructibilidad* del activo y las condiciones de trabajo en la definición del proyecto	Facilita la inclusión de los sistemas y de los procedimientos constructivos en la fase de proyecto permitiendo su análisis preventivo
Cultura poco colaborativa y poco proclive a la innovación	Dificultades para desarrollar mejoras en procesos	Promueve que se comparta información y la colaboración entre los agentes intervinientes
Limitaciones de plazo y de presupuestos	Dificultades para desarrollar mejoras en procesos	Anticipa a las fases iniciales la planificación de actuaciones y mejoras de diseño
Insuficiente integración de la prevención en el diseño de la obra	Limitaciones en la mejora de procesos y métodos de trabajo	Facilita el proceso de integración de la PRL en el proyecto para una construcción y mantenimiento más seguros
Enfoque único por proyecto (prototipo a escala natural)	Pérdida de las oportunidades de evitar riesgos y de diseñar soluciones constructivas más seguras	Posibilidad de contar con un gemelo digital y mejorar la capacidad de análisis
Insuficiente participación en materia preventiva de promotores y proyectistas	Pérdida de ventajas de eliminar o de controlar riesgos en etapas previas al comienzo de la obra	Concentra buena parte de las actuaciones, también las preventivas, en la fase de diseño

*Constructibilidad entendida como la facilidad y eficiencia con la que se puede diseñar la construcción de un activo.

Análisis de barreras existentes en la integración de la prevención en el sector de la construcción.
Fuente: Metodología BIM: oportunidades para integrar la PRL a lo largo del ciclo de vida de una construcción (INSST).

ñola de Seguridad y Salud en el Trabajo 2023-2027 remarca que "el desarrollo tecnológico, y en particular la digitalización, presentan oportunidades desde la óptica de la prevención de riesgos laborales" y nos insta a reforzar la investigación a fin de mejorar nuestro conocimiento para gestionar eficientemente los desafíos que presenta la transición digital.

En este contexto, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), como órgano científico-técnico de referencia en la prevención de riesgos laborales (PRL) de la Administración General del Estado, ha desarrollado un estudio con objeto de analizar en detalle las características de BIM y la manera en que estas pueden ser utilizadas en beneficio de la seguridad y salud laboral.

De este modo, BIM busca optimizar el proceso de diseño, concentrando recursos y actuaciones en las fases iniciales, de forma que mejoren la funcionalidad del proyecto al menor coste posible. Aporta un enfoque evolutivo y promueve la participación temprana de los diferentes agentes intervinientes en las distintas fases del ciclo de vida de la futura construcción. Esto supone un cambio en el modo habitual de trabajar –individual y fragmentado– a favor de la generación de información coordinada y de que esta esté a disposición de los agentes intervinientes en las diferentes fases del proceso. Se basa, por tanto, en la colaboración y se articula alrededor de un modelo BIM o una maqueta digital sobre el que se irá integrando una gran base de datos de la construcción.

DECISIÓN DE DISEÑO	INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO
Planificación temporal de los trabajos: plazos y plan de obra	Determina las actividades concurrentes y los posibles trabajos incompatibles durante la ejecución de la obra
Soluciones constructivas: tipologías y métodos de ejecución a emplear	Determina los peligros que afectan a cada actividad y los riesgos a los que estarán expuestas las personas trabajadoras en las etapas posteriores
Gestión y organización de espacios tanto en la ejecución de la obra como en las etapas posteriores	De cara a la ejecución de la obra, delimita los accesos, zonas de acopio e instalaciones auxiliares, las condiciones de evacuación, o las interferencias con el entorno y con terceros
	Determina los accesos y las condiciones ergonómicas de los puestos de operación y mantenimiento, configura zonas peligrosas como espacios confinados
Elección de los materiales a utilizar en cada etapa	Determina la eventual presencia o ausencia de riesgos higiénicos en las diferentes etapas del activo construido
Configuración del activo de cara a etapas posteriores	Determina las condiciones en las que se podrá rehabilitar, reformar o, en su caso, demoler el activo de forma segura

Influencia preventiva de las decisiones de diseño tomadas en el proyecto.
Fuente: Metodología BIM: oportunidades para integrar la PRL a lo largo del ciclo de vida de una construcción (INSST).

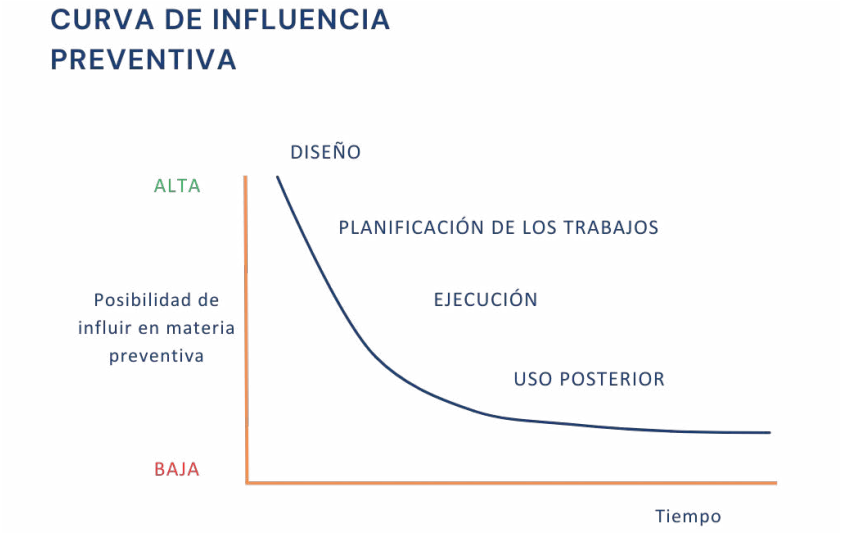
Partiendo de los atributos descritos, el uso de BIM –siempre y cuando cuente con un enfoque preventivo– puede contribuir en gran medida a solventar algunas de las barreras más frecuentes para integrar la prevención en la construcción, tal como se muestra en la tabla de la página anterior.

BIM: oportunidades para integrar la prevención de riesgos laborales a lo largo del ciclo de vida de un activo

Desde un punto de vista preventivo, en el ámbito de la construcción, cabe resaltar que las decisiones que se adoptan en la etapa inicial del proyecto repercuten enormemente

en las condiciones de trabajo asociadas al resto de las fases de vida de la edificación o de la obra civil construida. Tanto es así que, en la propia exposición de motivos de la *Directiva 92/57 /CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles*, se pone de manifiesto que más de la mitad de los accidentes de trabajo en las obras de construcción están relacionados con decisiones arquitectónicas y/o de organización inadecuadas o con una mala planificación de las obras en su fase de proyecto. Es decir, gran parte de los riesgos presentes durante la ejecución de una obra y durante su posterior utilización y mantenimiento podrían haberse eliminado o reducido en el momento de su concepción. Referente a la integración de la prevención en el diseño de una construcción, se deberá tener en consideración lo recogido en los artículos 5.6, 6.3 y 8 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Así, tal y como se refleja en la curva de influencia de la seguridad a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, la posibilidad de influir en materia preventiva disminuye de manera notoria según nos alejamos de la fase de diseño y nos acercamos a la de ejecución. Adicionalmente, hay que tener en consideración que, no en pocas ocasiones, el coste asociado a los eventuales



Curva de influencia de la acción preventiva. Fuente: elaboración propia con base en Construction project safety planning (Szymberski, R. T. 1997).

BIM es una metodología eminentemente colaborativa, su propia configuración promueve la participación de diferentes agentes tanto en la modelización como en las revisiones posteriores.

cambios a realizar se incrementa a medida que va avanzando el proceso de construcción.

Por consiguiente, es crucial partir de un diseño que aúne aspectos preventivos y productivos, y que satisfaga las necesidades que deban cubrirse en todas las etapas de la construcción. Para ello, quienes estén a cargo del diseño de la edificación o de la infraestructura en cuestión deberán llevar a cabo actuaciones como las siguientes:

- Recabar información que les permita conocer las condiciones del entorno que pueden influir en la seguridad de los trabajos o en los requisitos preventivos de los diferentes equipos e instalaciones.
- Analizar las distintas alternativas de diseño con el fin de eliminar riesgos y, cuando no sea posible, reducirlos, así como mejorar el control de los riesgos remanentes. Se valorarán las consecuencias que, desde el punto de vista de la seguridad y salud, conllevan cada una de las alternativas posibles y se priorizarán aquellas que resulten más favorables.
- Definir la solución de diseño y transmitir la información necesaria y relevante para la seguridad y salud laboral de las siguientes etapas.

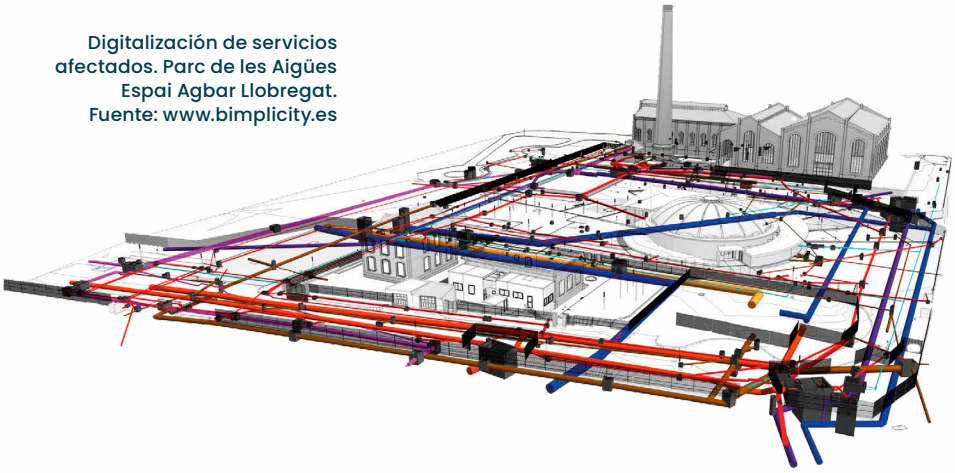
Modelos BIM: uso para la prevención de riesgos laborales

En relación con estas actuaciones, la metodología BIM ofrece ventajas sustanciales frente a la manera tradicional de llevarlas a cabo. Por ejemplo, referente a la recopilación de información, solo el hecho de contar con un Entorno Común de Datos (CDE, por sus siglas en inglés) –adecuadamente parametrizado– que sirva como fuente única de datos y que permanezca actualizada y accesible, ya implica una mejora importante en términos de coordinación y eficacia. Además, la digitalización del entorno puede ayudar a detectar condiciones peligrosas.

De la misma manera, disponer de un modelo digital con información vinculada facilita la valoración de las diferentes opciones de diseño desde la óptica de la seguridad y salud laboral, empleando para ello la denominada jerarquía de controles. La aplicación de dicha jerarquía –cuyo orden de prioridades resulta coherente con los principios de acción preventiva establecidos en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales– supone que, en los procesos de organización, análisis de procedimientos constructivos y/o planificación de los trabajos, se prioricen aquellas soluciones que permiten la eliminación de los riesgos laborales más relevantes en términos de frecuencia y gravedad.

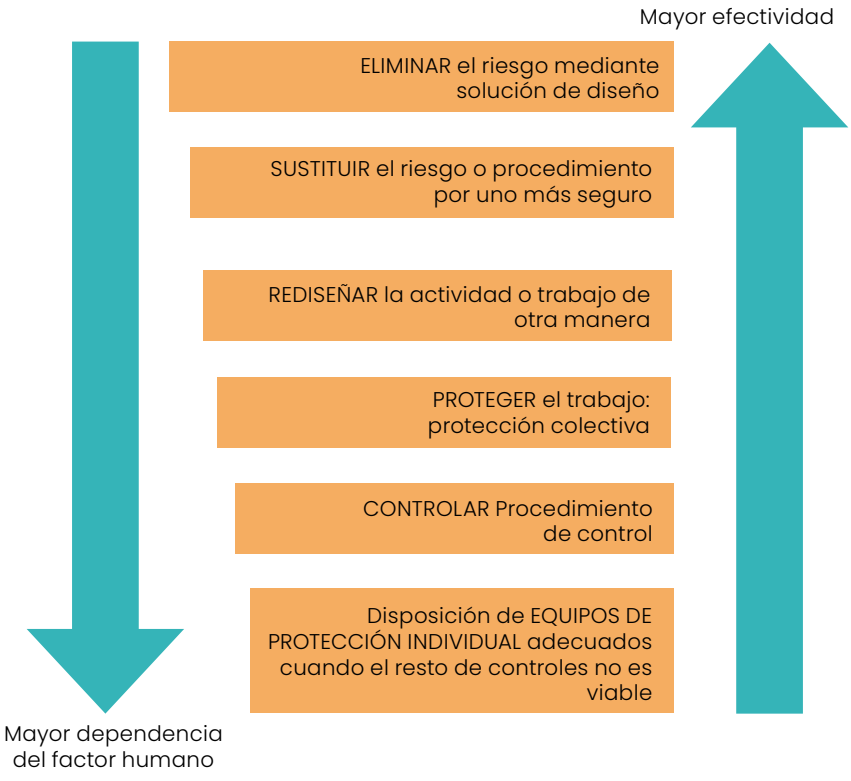
Este proceso se puede agilizar mediante simulaciones constructivas de las alternativas que se estén considerando, se

Digitalización de servicios afectados. Parc de les Aigües Espai Agbar Llobregat. Fuente: www.bimplicity.es

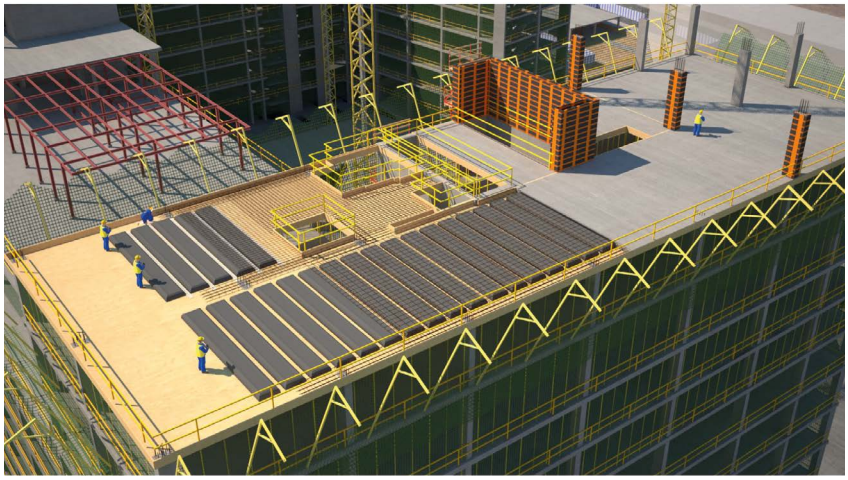


El uso del modelo BIM con un objetivo preventivo permite mejoras en las condiciones de trabajo asociadas a las etapas de ejecución, operación, mantenimiento y eventual demolición de los activos.

Jerarquía de controles: Prioridades de actuación preventiva en la toma de decisiones en la etapa de diseño. Fuente: Nota Técnica de Prevención NTP 1126 Integración de la PRL en el diseño de obras de construcción (I): fundamentos (INSST).



Los modelos digitales facilitan la valoración de las diferentes opciones de diseño desde la óptica de la seguridad y salud laboral.



Simulaciones constructivas: ejecución de forjado unidireccional y ejecución de cubierta. Fuente: OBRASCON HUARTE LAIN S. A.



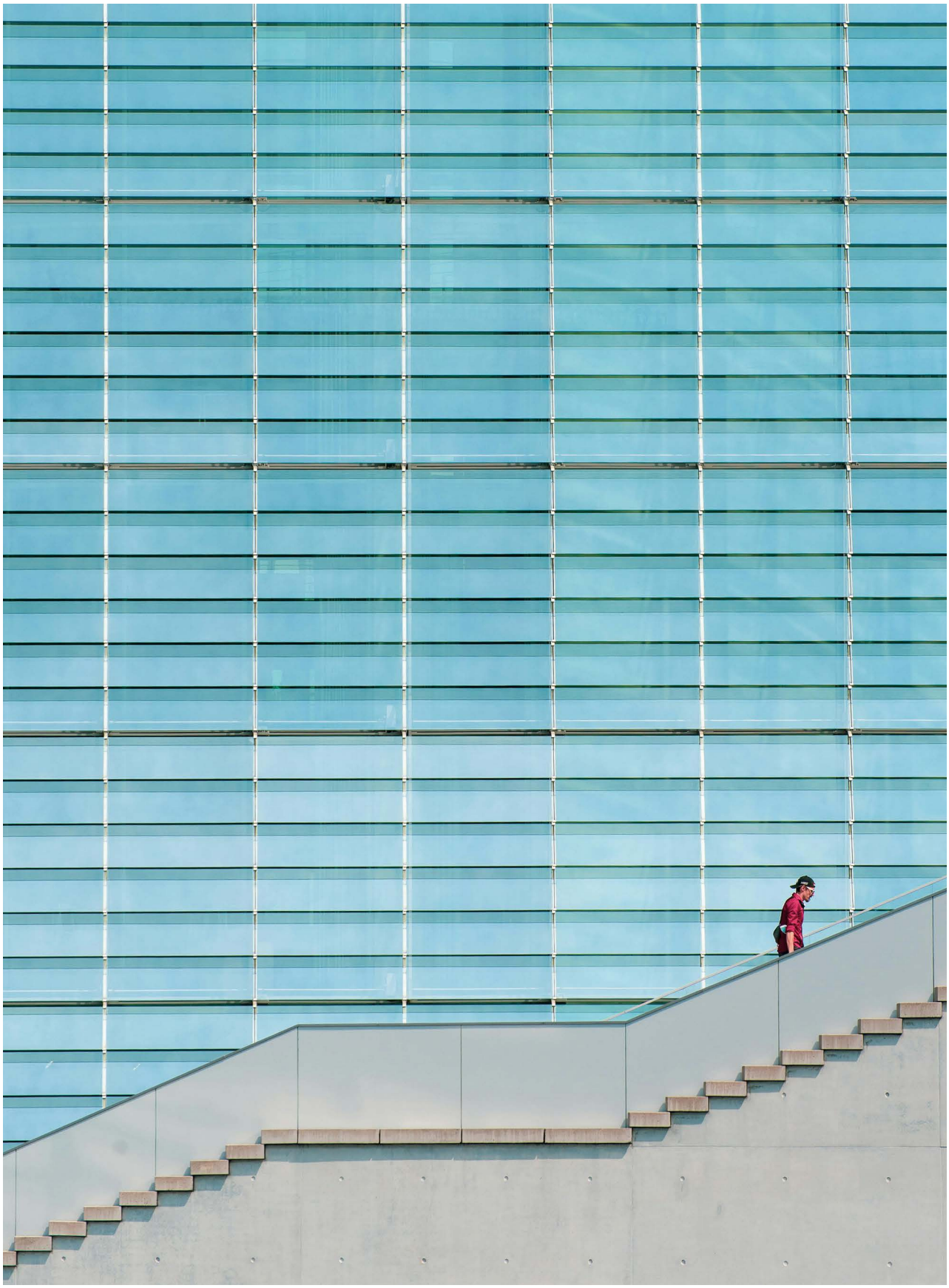
pueden identificar los riesgos previsibles asociados a cada una de ellas y determinar la mejor manera de eliminarlos o, cuando esto no sea factible, reducirlos.

Asimismo, puesto que BIM es una metodología eminentemente colaborativa, su propia configuración promueve la participación de diferentes agentes tanto en la modelización como en las revisiones posteriores. Esto hace posible que se tengan en cuenta sus necesidades preventivas desde las etapas iniciales.

Por último, en lo relativo a la definición de la solución de diseño y a la transmisión de la información, BIM se basa en la existencia de un modelo digital que se emplea a lo largo del ciclo de vida de un activo construido. Es decir, la información preventiva que se incorpore en la etapa de diseño estará disponible para la ejecución de la obra y para las posteriores etapas de construcción, operación, mantenimiento, rehabilitación y, en su caso, demolición.

Como conclusión, los atributos inherentes a la metodología BIM hacen que cuente con un potencial cierto para integrar la seguridad y salud laboral a lo largo de todo el ciclo de vida de una construcción. Evidentemente, para que se produzca una mejora en las condiciones de trabajo asociadas a las etapas de ejecución, operación, mantenimiento y eventual demolición, es necesario que se utilice el modelo BIM con un objetivo preventivo. Por tanto, cuando se establezcan los usos y los objetivos que se quieren dar al mismo, la prevención de riesgos laborales deberá formar parte de ellos.

Por otra parte, aunque las oportunidades de BIM pueden extenderse a lo largo del ciclo de vida, es en la etapa de diseño en la que deben concentrarse los esfuerzos ya que, es en este momento, cuando la capacidad de influencia para mejorar la seguridad y salud laboral es máxima y, de esta forma, mayor será el beneficio para las personas trabajadoras.



Una visión de futuro de las profesiones y los profesionales

Entrevista efectuada a:



- **Marta Vall-llossera Ferran,** presidenta del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).



- **Miguel Ángel Carrillo Suárez,** presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (CICCP).



- **Germán Fernández Marín,** presidente del Consejo General de los Colegios Profesionales de Delineantes (CONPRODEL).

Implantar BIM en el sector de la construcción requiere un cambio cultural y supone un desafío crucial para impulsar la innovación y la adaptación de los profesionales a nuevas tecnologías. Los Colegios Profesionales, junto con otros agentes del sector y la Administración pública, desempeñan un papel esencial para impulsar BIM y contribuir a la transformación digital de la industria de la construcción, proporcionando capacitación y formación a los profesionales, procurando una transición fluida hacia métodos de trabajo más eficientes y colaborativos y participando en la promoción de material de apoyo para la implementación de BIM.



BIM en la contratación pública

La introducción de BIM en la contratación pública implica un proceso de transformación cuyo eje fundamental son las personas. El salto tecnológico y el cambio cultural en un sector muy maduro constituyen los principales retos de esta transformación que involucra a dos importantes colectivos: por una parte, los profesionales del futuro y, por otro lado, los profesionales actuales. Este es el colectivo que requiere una mayor dedicación, pues se trata de técnicos muy cualificados y en muchos casos con un alto nivel de experiencia y un conocimiento profundo de la profesión. Los retos mencionados pueden suponer la aparición de incertidumbres y una cierta sensación de inseguridad en un contexto tecnológico cada vez más cambiante. En este contexto, los Colegios Profesionales juegan un importante papel.

¿Qué esperan los Colegios Profesionales del Plan BIM y del proceso de transformación que implica? ¿Cuáles son los principales retos y oportunidades?

CSCAE: La reciente publicación del Plan BIM en la contratación pública, que define un calendario de implantación gradual y progresivo desde 2024 hasta 2030 y establece niveles de complejidad creciente, supondrá un revulsivo cambio para el sector de la construcción y, por supuesto, para el colectivo de arquitectos. Este Plan afecta únicamente a los contratos públicos celebrados con la Administración General del Estado; no obstante, tendrá efectos sobre todo el sector. Por otro lado, la próxima publicación de un estándar BIM servirá de catalizador para la transformación digital del sector de la construcción.

CICCP: El Plan BIM, impulsado por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, pretende unificar una metodología de trabajo colaborativa en todos los *stakeholders* implicados. Nuestro principal reto es dar formación de calidad para que los ingenieros puedan trabajar en estos entornos, ofreciéndoles la oportunidad de un posicionamiento ventajoso en la internacionalización de nuestras empresas y profesionales.

CONPRODEL: Esperamos que su aplicación se extienda más allá de los contratos públicos y que llegue al sector educativo para evitar que la responsabilidad formativa recaiga solo en las empresas para la adaptación de profesionales. Los Colegios Profesionales jugamos un papel crucial facilitando la transición allí donde BIM forma parte integral de la industria constructiva y ofreciendo una mejora continua en la formación y capacitación de nuestros profesionales en metodología BIM. La integración interdisciplinar es esencial en la implementación de proyectos BIM, suponiendo mayor colaboración y comunicación entre Colegios Profesionales del sector: arquitectos, ingenieros, delineantes..., en el proceso de implantación. Otro gran reto es la integración en los Colegios de sus profesionales para sensibilizar y promover el uso de BIM.

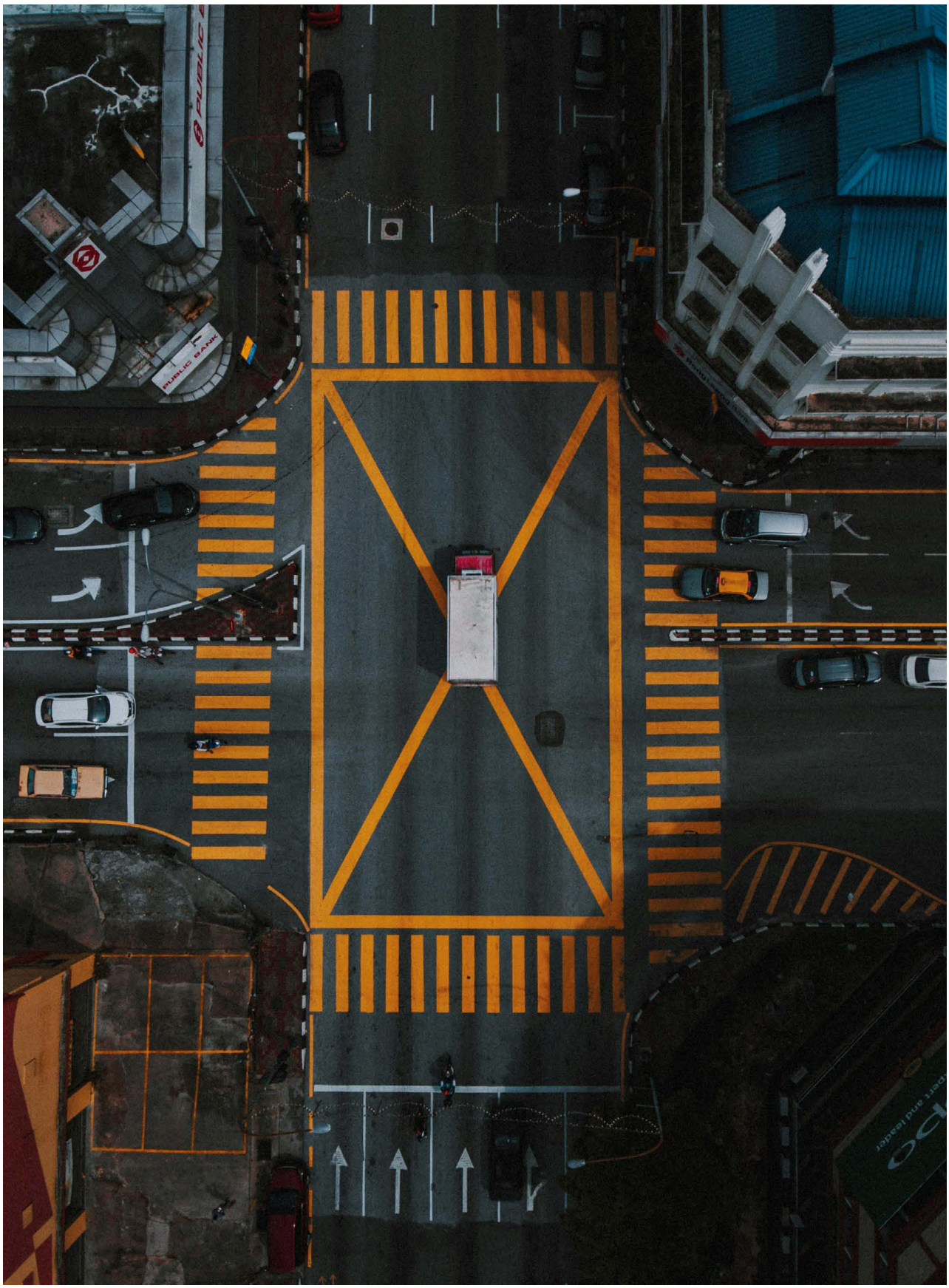
¿Están los profesionales preparados para la transformación que supone la incorporación de BIM a la contratación pública? ¿Cuáles son los principales retos que afrontan?

CSCAE: La implantación de BIM en los estudios de arquitectura se ha venido produciendo, mayoritariamente, por iniciativa propia. De acuerdo con los resultados de las encuestas, si el grado de implantación es bajo, el de colaboración con otros agentes es aún más bajo. Resulta muy significativo que la utilización de la metodología se concentre en las fases de proyecto más vinculadas a la concepción, diseño arquitectónico y generación de entregables de proyecto, siempre en detrimento de otras fases de proyecto que implican la colaboración con otros profesionales.

Para dar respuesta a los retos que plantea la implantación de BIM es necesario, junto con la inversión económica, avanzar en su uso generalizado entre los diferentes agentes del sector y continuar impulsando la formación de los profesionales.

CICCP: Nuestra profesión está acostumbrada a aceptar nuevos retos, transformándose para asumir cualquier cambio. Entre ellos, adaptarse a las nuevas metodologías para desarrollar los proyectos junto con la Administración pública, siguiendo siempre sus criterios.

Además de la formación, ya indicada anteriormente, uno de los mayores retos será el uso de


PUBLIC BANK



CONPRODEL: "Afrontamos desafíos en materia BIM, aprovechando las oportunidades que nos brinda la transformación digital y sostenible en la industria de la construcción".

nuevas soluciones informáticas. Se requerirá, en la mayor parte de las ocasiones, equipos que permitan trabajar junto con las sedes electrónicas de los distintos entes públicos.

CONPRODEL: Los delineantes están preparados para afrontar los desafíos, debido al uso, desde hace años, del ecosistema de *softwares* y la familiaridad con las herramientas digitales. El principal reto es abordar la resistencia al cambio de nuestros profesionales, así como, adquirir conocimientos sobre protocolos y marcos normativos, estructurar y gestionar los modelos BIM, facilitar la integración con actores de otras disciplinas; y mantenernos actualizados en un entorno tecnológico evolutivo.

¿Cómo valoran el programa de subvenciones del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible para la formación en BIM de los Colegios Profesionales? ¿Qué resultados están obteniendo?

CSCAE: Consideramos que el programa de subvenciones del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible para la formación BIM es muy positivo. Gracias a la ayuda recibida en 2023, la formación que el CSCAE está ofreciendo a los Colegios de Arquitectos y, a través de ellos, a los colegiados, es gratuita o con un coste testimonial al alcance de todos. Esto contribuye a romper la barrera económica en formación. Respecto al resultado de la formación BIM cofinanciada por el Ministerio en el año 2023, el CSCAE distribuye el curso a todos los Colegios Oficiales de Arquitectos y, de acuerdo con el reporte de actividad del seguimiento real ejecutado y los resultados provisionales que estamos recibiendo, más de un 5 % de colegiados —esto es, unos 2500 profesionales, aproximadamente— han seguido el curso, lo que es muy satisfactorio.

CICCP: El programa del Ministerio nos ha dado la posibilidad de impartir esta formación, capacitando a un elevado número de profesionales. Con esta subvención, se han realizado distintos grupos formativos con más de 300 alumnos, una gran parte de ellos pertenecen a profesionales de la Administración. Estos resultados son una muestra clara de la necesidad de formación de los propios profesionales para implar así la metodología BIM como método de trabajo.

CONPRODEL: Pensamos que el programa es positivo para los Colegios Profesionales y sus colegiados, y que contribuye significativamente a democratizar la formación, permitiendo ofrecer cursos de alta calidad con garantía en el acceso a cualquier profesional colegiado, fortaleciendo la capacitación técnica y el avance del colectivo en el campo de la metodología BIM.

Hemos participado en el programa durante tres años y nuestros colegiados han aprovechado la oportunidad brindada para mejorar sus habilidades y conocimientos en BIM; su agradecimiento pone de manifiesto el impacto positivo y la relevancia de esta iniciativa en nuestra comunidad técnica.

Papel de los Colegios Profesionales en la formación y capacitación en BIM

Se requiere incorporar formación específica en BIM en los planes de estudio de los profesionales del futuro; además, son necesarios programas de capacitación y desarrollo profesional para actualizar las habilidades y conocimientos de los profesionales en el uso de BIM y otras herramientas digitales. Esto no solo incluye aspectos técnicos, sino también habilidades de gestión del cambio y trabajo en equipo.

¿Qué acciones vienen desarrollando los Colegios Profesionales de cara a facilitar la transformación de los profesionales? ¿Qué resultados están obteniendo?





> **CSCAE: "Para dar respuesta a los retos que plantea la implantación de BIM es necesario, junto con la inversión económica, avanzar en su uso generalizado entre los diferentes agentes del sector y continuar impulsando la formación de los profesionales."**

CSCAE: Debido a la evolución constante de las normativas y a su implicación en la seguridad de las personas, los arquitectos siempre han estado muy preocupados por adquirir el conocimiento técnico y tecnológico necesario para aplicarlo a la arquitectura. La complejidad del proyecto arquitectónico exige la utilización de diversas herramientas tanto para el cálculo de estructuras e instalaciones como para la evaluación de la demanda energética de cada edificio. Esto se complementa con trabajos de justificación, comprobación, seguimiento de obras, etc., para las que también se utilizan medios digitales. Para facilitar el ejercicio profesional, los Colegios de Arquitectos imparten, entre otros, cursos de *software* aplicado al ámbito arquitectónico.

CICCP: El Colegio de Ingenieros de Caminos, desde hace años, está impulsando la transformación digital de sus profesionales. Desde la impartición de cursos para obtener certificados de Project Manager (más de 500 profesionales acreditados), al Máster en Tecnología Digital e Innovación en Ingeniería en colaboración con UNED (con cinco ediciones), certificación en temas relacionados con la sostenibilidad (Certificado profesional en Infraestructuras Sostenibles con el Institute for Sustainable Infraestructure), entre otras.
Los resultados obtenidos muestran un marcado interés por la formación continua, con más de 1000 alumnos anuales, facilitándoles el acceso a un mercado laboral cada vez más cambiante.

CONPRODEL: Hemos facilitado contenido para el Curso de Especialización BIM y formación BIM gratuita, de nivel iniciación para colegiados, asegurando el aprovechamiento para una formación BIM más especializada. Se han realizado charlas en centros de Formación Profesional de toda España y se ha efectuado una participación pública en proyectos normativos. Los resultados muestran una evolución positiva. Inicialmente, el interés se centraba en la formación de *software* pero, con el tiempo, ha evolucionado hacia una formación BIM más general. Estas iniciativas han aumentado la demanda de técnicos colegiados por las empresas, reflejando así un impacto positivo en los Colegios Profesionales.

¿Cómo podrían los Colegios Profesionales ayudar a la pyme en su proceso de adaptación?

CSCAE: La implantación de la metodología BIM en los estudios de arquitectura debe venir acompañada de un conocimiento general y transversal de su potencial. No puede quedar limitado a la incorporación de una colección de *softwares* de alguna herramienta que acelere la producción de entregables. Tal y como establecen los marcos normativos de referencia, la madurez en la implantación de la metodología se basa en el grado de colaboración con el resto de los agentes implicados en el desarrollo de un proyecto.

CICCP: El Colegio de Ingenieros de Caminos, ya en el año 2018, fue seleccionado como Oficina de Transformación Digital (OTD) en la Comunidad de Madrid por el programa europeo Red.es, y asumió la misión de asesorar a la pyme y emprendedores en su proceso de informatización. Dentro de la estructura del propio Colegio, existen dos comisiones (Emprendedores y Autónomos) que impulsan a estas empresas.

CONPRODEL: Los Colegios Profesionales de Delineantes pueden ofrecer a colegiados integrados en empresas formación especializada y asesoramiento técnico a las pymes en la contratación de perfiles profesionales con habilidades técnicas específicas.

¿Cómo están adquiriendo la competencia en BIM los profesionales?

CSCAE: Los arquitectos están adquiriendo competencia en BIM de tres modos diferentes: a través de la formación que ofrecen los Colegios de Arquitectos con el apoyo de CSAE, de manera autodidacta o a través de centros especializados.

CICCP: El Colegio de Caminos viene ofreciendoa los profesionales, desde hace cinco años, formación continua en BIM a través de diferentes actividades formativas. De ellas, las realizadas con la colaboración del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible son las que más éxito de participación han tenido.

CONPRODEL: Los delineantes adquieren la competencia en BIM con la formación reglada de los títulos habilitantes de Técnico Superior, cuyo desarrollo forma a los futuros profesionales con herramientas BIM. Con la FPCE, a través del Curso de Especialización en Modelado de la construcción BIM. Con los certificados de aprovechamiento de los másteres BIM especializados y con la formación BIM subvencionada del propio Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Formación y capacitación en BIM de los profesionales del futuro: estudiantes de Grados universitarios, de Cursos de especialización en BIM de la Formación Profesional y Grados superiores de Formación Profesional

¿Cómo valoran la formación que se está impartiendo para preparar nuevos profesionales con formación en BIM?

CSCAE: La enseñanza de BIM y otras herramientas tecnológicas en los planes de estudio es dispar en función de las universidades y también de si son públicas o privadas. Para facilitar la formación continua de nuestros profesionales y ampliar sus conocimientos, su competitividad y su liderazgo en el sector, los Colegios de Arquitectos están impartiendo, de manera generalizada, cursos en diferentes formatos y niveles fruto, algunos de ellos, de las subvenciones recibidas y que han tenido muy buena acogida.

CICCP: Nos trasladan, desde las universidades y escuelas que imparten el Máster en Ingeniería de Caminos Canales y Puertos, que todavía están en proceso de adaptación.

CONPRODEL: La formación BIM en los títulos habilitantes de nuestra profesión está en proceso de adaptación. Requiere actualizar los planes de estudio a la demanda actual e incluir formación más especializada en BIM, para facilitar la integración tecnológica en el sector laboral, tanto privado como público.

¿Cuál es el impacto de BIM y otras herramientas tecnológicas en los actuales planes de estudio?

CSCAE: La enseñanza de BIM y otras herramientas tecnológicas en los planes de estudio es dispar en función de las universidades y también de si son públicas o privadas.

CICCP: Los planes de estudio son responsabilidad de cada una de las universidades y escuelas y deberán adaptarse a las necesidades y requisitos que demande el sector.

CONPRODEL: El impacto de BIM, y las herramientas de su ecosistema, requiere de una actualización de contenidos curriculares, del desarrollo de nuevas habilidades y de la incorporación de nuevos roles y responsabilidades. La integración de *softwares* debe extenderse más allá del modelado a áreas como planificación, coordinación y gestión documental, demandando inversiones y formación continua del profesorado.

Los jóvenes profesionales que se incorporan al mundo laboral, ¿conocen BIM?

CSCAE: Aunque depende de los planes curriculares de las Escuelas de Arquitectura , iniciarse en las nuevas herramientas tecnológicas y, en concreto, en BIM, en un nivel básico, suele ser fácil para unos jóvenes profesionales acostumbrados al uso de tecnologías digitales. Son una generación que se maneja bien en la esfera digital, si bien avanzar en su conocimiento requiere de una formación específica y continua y facilitar el acceso a estas herramientas.

CICCP: Los jóvenes egresados de las Escuelas de Ingenieros de Caminos son conscientes de su importancia, y nos demandan como Colegio Profesional una formación en entornos BIM especializada y de calidad.



CONPRODEL: Los jóvenes delineantes suelen tener, en su mayoría, un conocimiento básico de BIM. Su conocimiento suele ser más sólido en el manejo de herramientas de diseño en 3D, y en la coordinación de modelos. Sin embargo, dado los diferentes grados de conocimiento y necesidades BIM, las empresas reconocen la necesidad de formar a los nuevos técnicos.

Difusión de BIM

Es necesario promover una cultura de colaboración y comunicación abierta para superar la resistencia al cambio y fomentar la adopción de nuevas prácticas. Esto implica incorporarse y participar en la Comunidad BIM, crear espacios para el intercambio de ideas y experiencias, así como reconocer y celebrar los éxitos y logros en la implementación de nuevas tecnologías.

¿Qué acciones vienen desarrollando de cara a facilitar la comunicación? ¿Qué resultados están obteniendo?

CSCAE: Hemos desarrollado planes de comunicación para difundir los cursos de formación BIM subvencionados por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, en cada una de las convocatorias en las que ha sido beneficiado el CSAE, con objeto de formar el mayor número de profesionales. Consideramos que es un dato muy positivo que este año se hayan formado unos 2500 profesionales, según resultados provisionales. Por supuesto, hay mucho camino que recorrer y vamos a seguir trabajando en esta dirección para mejorar un ejercicio profesional que redunda en el bienestar de las personas.

CICCP: Desde el Colegio de Ingenieros de Caminos se realizan numerosas jornadas, con la participación en muchos casos de la Administración, dando a conocer, casi a tiempo real, las necesidades que se están detectando y los objetivos de mejora mediante la transformación digital y metodología BIM. Estas acciones muestran el alto interés, tanto de profesionales de entidades privadas como públicas, para homogeneizar y poner en común su labor consiguiendo un aforo total superando cualquier previsión.

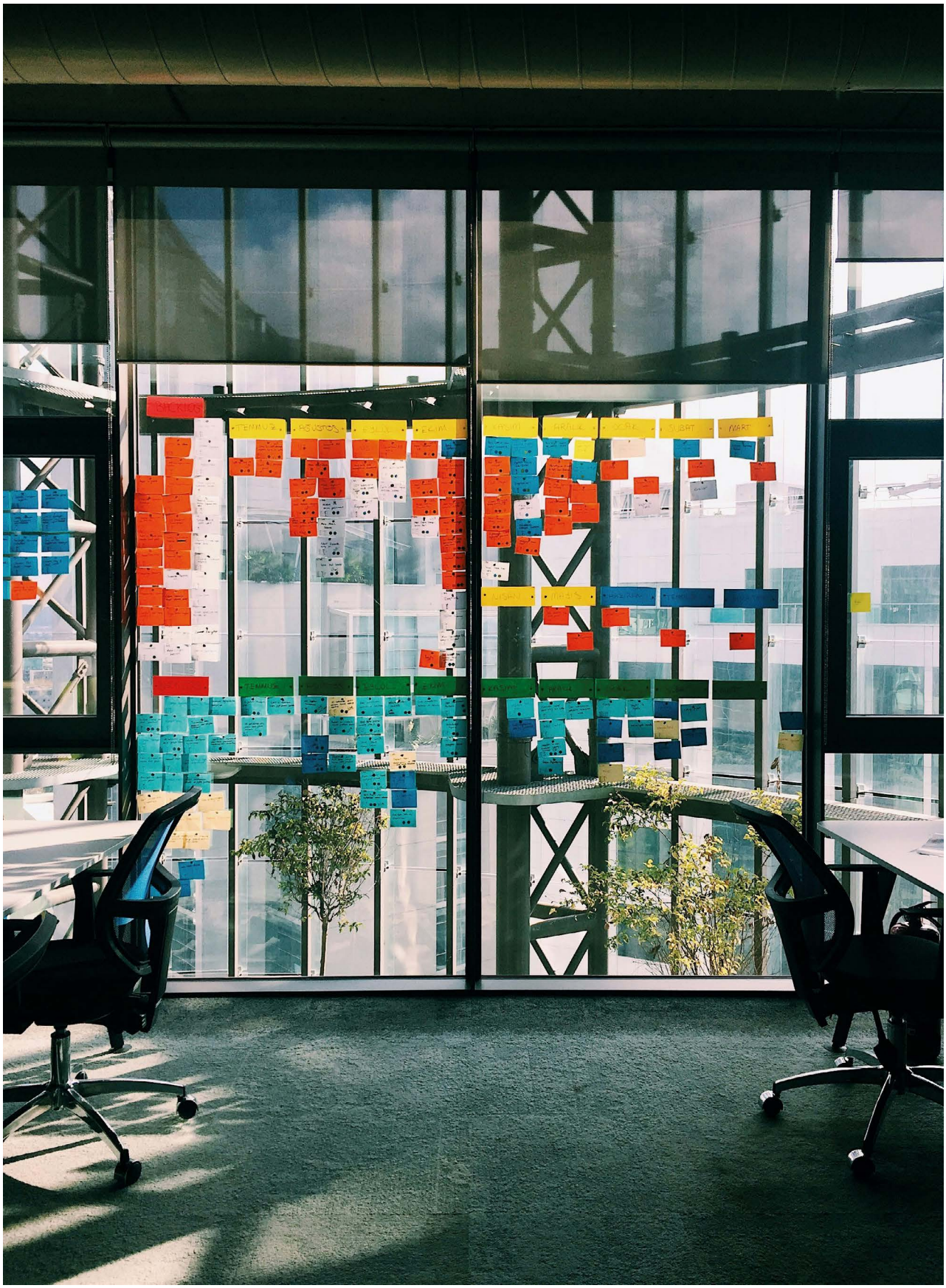
CONPRODEL: Los Colegios Profesionales de Delineantes organizamos charlas en los IES para mejorar la comunicación entre el profesorado, estudiantes y empresas, y compartir experiencias técnicas. También ofrecemos nuestro asesoramiento a empresas y personas consumidoras, ofreciendo servicios a través de nuestro portal web. Utilizamos las redes sociales para difundir avances tecnológicos y conectar a colegiados y estudiantes con innovaciones. La conexión con los institutos y nuestra presencia en las redes sociales han tenido un impacto significativo en el aumento de la participación de la comunidad en las plataformas digitales.

¿Qué acciones vienen desarrollando de cara a facilitar la colaboración? ¿Qué resultados están obteniendo?

CSCAE: Actualmente, tanto el CSCAE como los Colegios de Arquitectos estamos centrados en responder a las demandas formativas que tienen nuestros colegiados para avanzar y profundizar en la metodología. Es una primera fase y, sin duda, es preciso crear espacios para el intercambio de experiencias y celebrar los éxitos y logros en la implementación, lo que requiere de un trabajo de colaboración y cooperación con las Administraciones y con el conjunto del sector.

CICCP: Todas las acciones formativas (tanto cursos como jornadas), aun dirigidas fundamentalmente a nuestros ingenieros siempre están abiertas a cualquier otro profesional que quiera asistir. De esta forma, nuestras actividades se difunden más allá de nuestros medios internos de comunicación, y facilitan el acceso y el conocimiento a todos aquellos profesionales interesados en formar parte de la gran Comunidad BIM.

CONPRODEL: Nuestro Consejo General viene colaborando de forma activa con las Administraciones públicas para abordar necesidades tecnológicas y mejorar la integración de nuestros colegiados, participando en consultas, charlas y eventos relevantes para el colectivo, asegurando su implicación. Los resultados son positivos para todas las partes involucradas en nuestra colaboración, tanto para las empresas privadas como para las Administraciones públicas. Gracias a nuestra colaboración y participación, han adquirido un mejor conoci-





> CICCP: "Esperamos de la Administración pública apoyo y colaboración para materializar el Plan BIM en todas las instancias administrativas; más inversión en subvenciones para la formación; plataformas de intercambio de datos que aseguren la confidencialidad e integridad de la información; acuerdos para estandarizar procesos, protocolos y requisitos, todo ello para agilizar la preparación, adaptación e implantación en las empresas del sector".

miento sobre nuestra profesión y la integración de BIM.

Visión de futuro de la profesión

Las tecnologías digitales y la colaboración multidisciplinaria desempeñan cada vez más, un papel central en la creación y gestión de entornos construidos sostenibles, eficientes y resilientes.

¿Cómo valoran el futuro de la profesión en este contexto tan dinámico en el que las tecnologías, como BIM, IA, IoT, etc., cobran una relevante importancia?

CSCAE: Los arquitectos, conscientes del contexto de cambio en el que nos encontramos y de la necesidad de dar la mejor respuesta a los retos a los que nos enfrentamos, entienden estas tecnologías como herramientas facilitadoras que mejoran la eficiencia de los procesos y que pueden contribuir a reducir tiempos y dar respuesta a nuevas exigencias y requerimientos normativos, teniendo siempre como base la calidad de la arquitectura y de la edificación como garantía de bienestar y salud para todos.

CICCP: Nuestra profesión siempre ha sido motor de las transformaciones de la sociedad, adaptándose a sus necesidades, colaborando en todos los avances que van surgiendo con la mejora de los profesionales. Consideramos BIM, ya no como un futuro, sino como un presente, al igual que, por ejemplo, los drones, las energías renovables o la impresión 3D.

CONPRODEL: La profesión se está reforzando con la unión de nuevas tecnologías que se alimentan las unas de las otras para la optimización de resultados, que garantizarán la reducción de tiempos en procesos repetitivos o productivos y facilitarán que el técnico dedique más tiempo al aumento cualitativo de los proyectos.

¿Qué se plantea, desde los Colegios Profesionales, para esa profesión del futuro?

CSCAE: Seguiremos fomentando la formación permanente de los arquitectos, facilitando su ejercicio profesional para que puedan desempeñar su labor con la máxima capacidad y solvencia, dando así la mejor respuesta a los grandes retos de futuro.

CICCP: El planteamiento frente a nuestra profesión es muy claro: seguir siendo un motor de desarrollo y evolución de la economía de este país. Se aboga por una formación continua en nuevas tecnologías y enfoques promoviendo la innovación, la sostenibilidad y la colaboración interdisciplinar, garantizando que nuestros profesionales estén preparados para afrontar los desafíos futuros.

CONPRODEL: Proponemos tener más visibilidad y participación en las Administraciones públicas, solicitando ser considerados en los cambios que afecten al colectivo. Ofrecer iniciativas para mejorar planes de estudio,



promoviendo la formación continua actualizada, y fomentar la comunicación y la colaboración, en apoyo de la adaptación a los cambios.

¿Qué tecnologías creen que moldearán el futuro de la profesión?

CSCAE: En nuestra opinión, la inteligencia artificial (IA), la digitalización y las nuevas tecnologías deben entenderse como herramientas de ayuda en la optimización y gestión de procesos al servicio de los profesionales, que, a través del conocimiento, pensamiento y capacidad creativa, van a dar respuestas personalizadas a las necesidades de cada cliente y de cada proyecto en función de variables como el lugar, el clima, el entorno o la cultura. Deben ser herramientas para alcanzar una mayor calidad arquitectónica al servicio del bien común y de la preservación de los signos culturales e identitarios que generan sentimientos de arraigo y pertenencia a los territorios, como persiguen la Nueva Bauhaus Europea y la Ley de Calidad de la Arquitectura.

CICCP: Consideramos que la evolución y mejora de las tecnologías ya es una realidad. Algunas irrumpirán con fuerza y, también, moldearán nuestra profesión como por ejemplo: la IA, las interconexiones entre entidades y profesionales, la realidad virtual y aumentada, las TIC, el IoT, etc.

CONPRODEL: Las nuevas tecnologías en proyectos BIM requieren *hardware*, *software* y formación. Algunos *softwares* no están preparados para aprovechar todas las capacidades BIM, por lo que se recurrirá a recursos adicionales como la programación y la IA. La integración de BIM y la IA mejorarán la eficiencia y precisión en el diseño, mientras que el internet de las cosas (IoT) facilitará la creación de hogares e infraestructuras inteligentes.

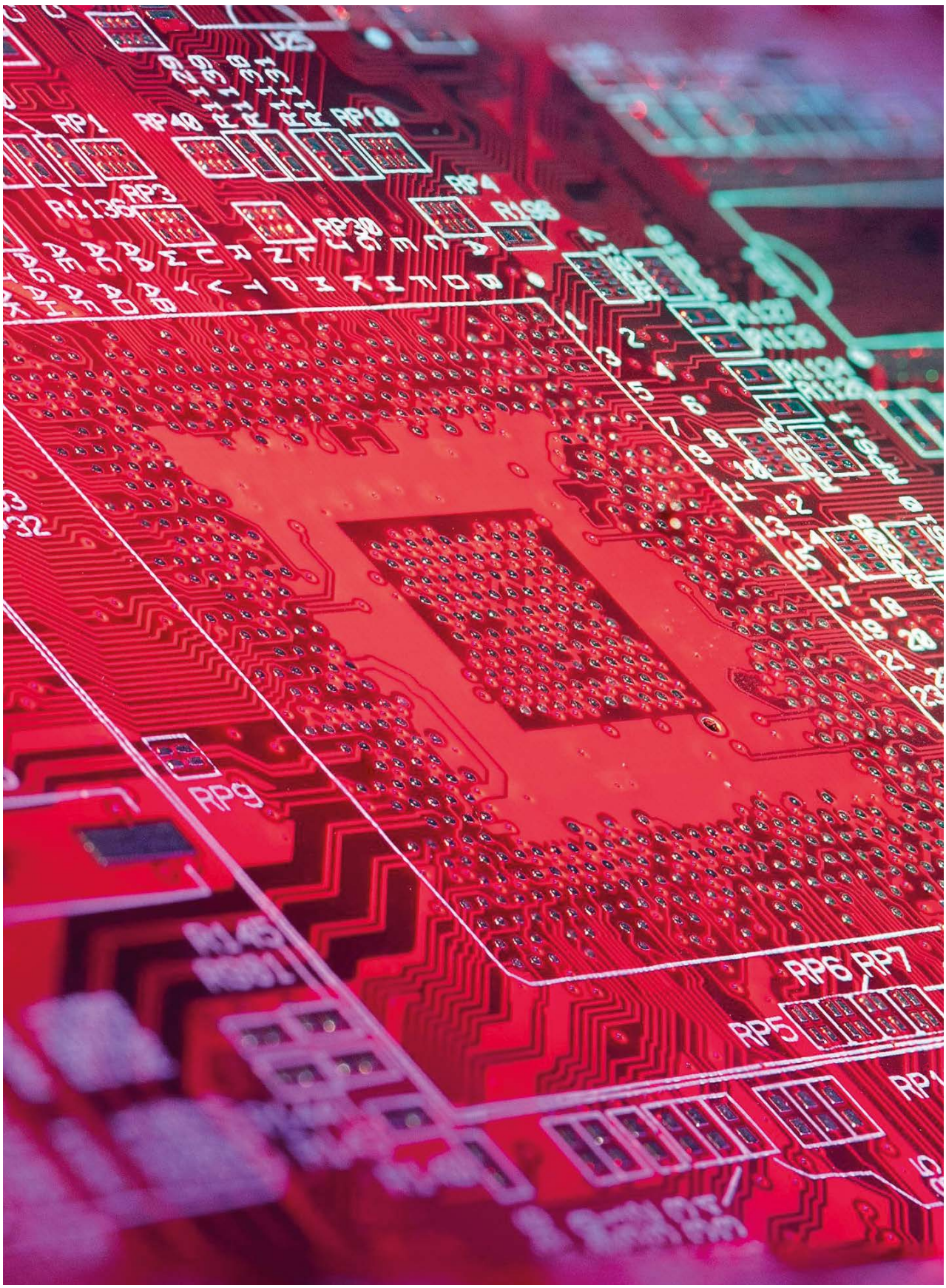


Conclusiones

CSCAE: La arquitectura y el rol de los arquitectos son determinantes para garantizar el bienestar y la seguridad de las personas, a través de la edificación de viviendas e infraestructuras, la planificación urbana y la conservación del patrimonio natural y cultural. Por eso, para el CSCAE resulta esencial trabajar codo con codo con las Administraciones públicas, para facilitar el acceso a la formación continua de la metodología BIM y sus herramientas. Esto redundará en la eficiencia de los procesos edificatorios y en una mayor calidad arquitectónica para el conjunto de la sociedad, que es el objetivo último de nuestro trabajo.

CICCP: Queremos poner en valor el relevante papel que tienen los Colegios Profesionales en temas de formación continua dirigida a sus profesiones y, de forma muy destacada, a la hora de impartir esta formación cada vez más demandada en los nuevos entornos BIM. En general, estamos comprometidos en facilitarles a nuestros profesionales un mejor acceso a las nuevas tecnologías.

CONPRODEL: Desempeñamos un papel activo en la ordenación de nuestro ejercicio profesional, sujeto a la colegiación, así como en la preparación de profesionales al servicio de los intereses de la sociedad. Afrontamos desafíos en materia BIM, aprovechando las oportunidades que nos brinda la transformación digital y sostenible en la industria de la construcción. Nuestro enfoque en la formación continua, la colaboración y la integración de tecnologías emergentes es crucial para nuestro futuro profesional. Estamos comprometidos en proporcionar los recursos y el apoyo necesario a nuestro colectivo para adaptarse y prosperar en un mundo laboral en constante evolución. Y, para ello, necesitamos apoyo y refuerzo de las Administraciones públicas para poner en valor a nuestros delineantes colegiados.


RP9
RP6
RP7
RP5

#BIM para la transformación digital

El Plan BIM contempla como elemento central de la implantación de BIM la solución tecnológica que integra el flujo de trabajo para gestionar, entregar y revisar la información por parte de todos los agentes involucrados, y ha previsto que desde la CIBIM se pueda trabajar en el establecimiento de un Entorno Común de Datos (CDE) a nivel de la Administración General del Estado.

Disponer de toda la información de los contratos de obra y de servicios vinculados de forma estructurada a través de los modelos BIM y de los CDE supone avanzar hacia el dato único, y es el punto de partida de la digitalización del sector de la construcción y de la Administración pública, que permitirá una gestión más eficiente de los activos, y el desarrollo de servicios innovadores sobre los mismos que permitan soportar nuevas capas, como la inteligencia artificial o la tecnología analítica de datos.

En este apartado conoceremos la experiencia del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, que como Presidencia de la CIBIM, ha puesto en marcha a través de la Subdirección General de Tecnologías de la Información y Administración Digital un ambicioso desarrollo de un CDE al servicio de la Dirección General de Carreteras que pueda emplearse en distintos casos de uso de la Administración General del Estado.

En consonancia con los requisitos previstos en el Plan BIM para la contratación pública esta plataforma de CDE se diseña para gestionar todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción desde la perspectiva administrativa, garantizando la neutralidad tecnológica.

La plataforma tecnológica clave para la implementación de la metodología BIM

Un Entorno Común de Datos de la Administración

El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, bajo la dirección de la Subdirección General de Tecnologías de la Información y Administración Digital, está desarrollando un Entorno Común de Datos. Esta plataforma colaborativa permite el intercambio de información entre la Administración y los distintos agentes involucrados en las fases del ciclo de vida de proyectos y obras que implementan la metodología BIM.

El Entorno Común de Datos, en consonancia con los requisitos del Plan BIM, proporciona funcionalidades avanzadas de gestión documental, incluyendo un control de acceso basado en roles y la posibilidad de definir nomenclaturas para carpetas y archivos. También proporciona visores para una variedad de formatos, incluyendo la visualización de modelos en 3D. Al ser un desarrollo propio, la Administración tiene control sobre los datos y la evolución de la propia plataforma, y permite favorecer la estandarización de formatos y el uso de estándares abiertos.

- Texto: **Carlos Martín-Nieto González y Francisco Gijón Romero,** Subdirección General de Tecnologías de la Información y Administración Digital



Uso de un visor 3D para analizar una carretera en tiempo real. Composición elaborada por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Introducción

El pasado 1 de abril de 2024, entró en vigor el Nivel Inicial del plan de incorporación de la metodología BIM en la contratación pública de la Administración General del Estado y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o dependientes, aprobado por el Consejo de Ministros el 27 de junio de 2023.

Este plan contribuye a los objetivos establecidos por varios instrumentos estratégicos sobre la transición ecológica y digital a nivel global, comunitario y nacional, tales como la Agenda 2030, el Pacto Verde Europeo o la Estrategia Española de Economía Circular, entre otros, y se alinea con la política de fomentar la innovación a través de la contratación pública estratégica, impulsada por la Comisión Europea, así como con la Estrategia Nacional de Contratación Pública.

BIM es el acrónimo del término inglés Building Information Modeling, que se traduce como Modelado de la Información de la Construcción. Consiste en una forma de trabajo en el sector de la construcción basada en la colaboración entre los agentes intervinientes durante las fases del ciclo de vida de las infraestructuras o edificaciones, en torno a modelos digitales. La serie de normas UNE-EN ISO 19650 define BIM como el uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación del activo y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones.

El CDE es una plataforma *online* que integra flujos de trabajo para gestionar, entregar y revisar la información en proyectos constructivos. Su objetivo es unificar la información generada y garantizar la colaboración e interoperabilidad entre los agentes involucrados.

La adopción de BIM en los proyectos permite una colaboración más eficiente entre los equipos de proyecto, facilitando la identificación temprana de posibles conflictos o errores en el diseño. Esto evita costosos cambios durante la construcción y reduce el riesgo de retrasos. Además, BIM permite realizar análisis avanzados para optimizar el diseño y minimizar los gastos.

¿Qué es un CDE?

En esta nueva forma de trabajo colaborativa, el Entorno Común de Datos (CDE) desempeña un papel fundamental. Se trata de una solución tecnológica en forma de plataforma *online* que integra los flujos de trabajo necesarios para gestionar, entregar y revisar la información en proyectos constructivos por parte de todos los agentes involucrados, con el objetivo de unificar la información generada y garantizar la colaboración e interoperabilidad.

Los flujos de trabajo del CDE se basan en estados y procesos de revisión que se van transitando según el estado de madurez de la información y según el objetivo con el que se comparte con el resto de los participantes. Esto garantiza el control y la trazabilidad durante todo el proceso en el que se genera, comparte, revisa y aprueba dicha información.

Además de los flujos de trabajo, la plataforma permite que los documentos cuenten con metadatos, lo que facilita la búsqueda y clasificación de la información. También lleva un registro detallado de las modificaciones, incluyendo quién y cuándo se realizó cada cambio. Además, la plataforma puede emitir notificaciones automáticas a los interesados cuando se producen actualizaciones relevantes. En la actualidad, una plataforma de este tipo ofrece muchas otras más funcionalidades que, si bien no están definidas en la ISO-19650, las soluciones comerciales se están desarrollando.

Un CDE para la Administración

El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible está liderando el desarrollo de una plataforma CDE adaptada a los casos de uso de la AGE. El Plan BIM establece, dentro de las acciones que encomienda a la CIBIM, estudiar la posibilidad de establecer un CDE a nivel AGE adaptado a sus casos de uso.

El Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible está desarrollando una plataforma CDE diseñada para los casos de uso de la AGE. Esta plataforma permitirá gestionar todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción desde la perspectiva administrativa.

Desde el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, como Presidencia de la CIBIM, se ha puesto en marcha este ambicioso desarrollo.

El objetivo es que el CDE pueda gestionar integralmente el ciclo de vida de un proyecto de construcción desde la perspectiva administrativa.

El proyecto se suele iniciar con la evaluación de las necesidades, la recopilación de datos de referencia y antecedentes, para pasar posteriormente al procedimiento de licitación y evaluación de propuestas.

Continúa con la fase de ejecución, caracterizada por la entrega y revisión periódica de la documentación generada. Es importante destacar, que en esta fase el CDE de la Administración es una plataforma complementaria y no sustitutiva a las plataformas de los adjudicatarios, donde estos seguirán realizando sus trabajos del día a día y sus revisiones internas, previas a la entrega de información en el CDE de la Administración.

Finalmente, se procede a la fase de archivo definitivo del proyecto y, si procede, con la integración de la información clave en los sistemas de gestión de operaciones y mantenimiento, también conocidos como Facility Management o GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador).

Apuesta por un desarrollo propio

En el mercado existen soluciones comerciales de este tipo de plataformas colaborativas para proyectos con BIM, sin embargo, el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible ha hecho una apuesta por el desarrollo propio de la solución por varias razones, entre las que destacan:

- Control directo sobre la plataforma para garantizar las condiciones de seguridad de la información, conforme al Esquema Nacional de Seguridad, así como el principio de neutralidad tecnológica.
- Estandarización a través del uso de una única plataforma que se reutiliza para distintos proyectos y órganos de la Administración, posibilitando la integración e interoperabilidad con otros sistemas y su estabilidad en el tiempo.
- Facilitar los mecanismos y garantías propios del funcionamiento digital de la Administración, conforme a la regulación de la actividad y funcionamiento de las Administraciones públicas en aspectos como la identificación y firma de los interesados, el registro o los estándares de interoperabilidad.

Compromiso con la interoperabilidad y los estándares abiertos

La plataforma se ha diseñado con el foco en la interoperabilidad, siendo compatible con los principales estándares de la industria con el fin de garantizar el intercambio de información de formatos de ficheros abiertos no propietarios. Algunos de estos estándares son:

- IFC (Industry Foundation Classes), formato de archivo abierto utilizado para representar información tanto geométrica como alfanumérica sobre objetos de construcción en modelos BIM.
- BCF (BIM Collaboration Format), formato de archivo abierto que permite agregar comentarios textuales y capturas de pantalla sobre la capa de modelo IFC.
- IDS (Information Delivery Specification), estándar de muy reciente creación pensado para mejorar el proceso de intercambio de requisitos en proyectos BIM. Permite representar las necesidades del proyecto mediante una lista de requisitos de información que los modelos IFC deben cumplir.

Asimismo, se apuesta por el uso de *software* de código abierto, de forma que la práctica totalidad de las librerías de terceros integradas son de código abierto, como por ejemplo, la

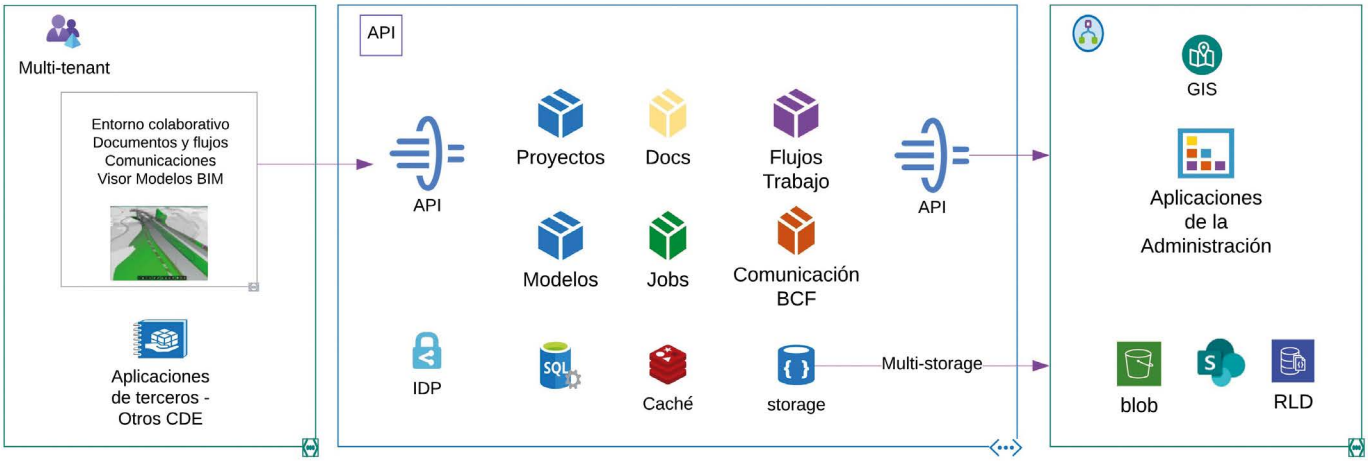


Diagrama de componentes de la plataforma de CDE.

tecnología base que permite la visualización de modelos en 3D.

Una plataforma abierta a la Administración General de Estado, otros organismos y la ciudadanía

La plataforma podrá abrirse a diversos ámbitos y usos, para posibilitar la divulgación de información sobre proyectos relevantes para la ciudadanía, así como a la participación de actores interesados en el ámbito de la construcción y la digitalización con BIM.

Otra característica importante de la arquitectura es que sigue el principio conocido como tenencia múltiple: mediante una única instancia de plataforma y servidores, se puede ofrecer servicios a organizaciones y proyectos, cada uno con datos y configuraciones independientes. Esto permite que la plataforma pueda dar servicio a distintos organismos y entidades públicas, optimizando los recursos tecnológicos. Incluso dentro de una misma organización, la información de los diferentes proyectos se mantiene separada, sin necesidad de que quienes participan en varios proyectos de distintos organismos creen usuarios diferentes.

Una plataforma modular, escalable, integrable y segura

La plataforma consta de diferentes módulos, basados en su mayoría en componentes *software* de código abierto, que están diseñados para poder desplegarse en una infraestructura independiente de la nube y poder escalar adecuadamente, esto es, poder adaptarse y responder a medida que aumentan sus necesidades de uso.

Por otra parte, ofrecerá una API (interfaz de programación de aplicaciones) destinada a su consumo por parte de diferentes aplicaciones de clientes, ya sean interfaces de usuario o aplicaciones de terceros, entre las que se encuentra la posibilidad de integración con los CDE de los adjudicatarios o con aplicaciones de gestión. Esto permite que la solución esté preparada para cumplir con los requisitos del último nivel del Plan BIM, el denominado Nivel Integrado, que tiene como requisito mínimo el permitir el acceso a datos de la plataforma mediante servicios web.

En cuanto a la seguridad de la plataforma, hay que destacar que el acceso seguro a ella se realiza mediante un componente de proveedor de identidad, que aparte del acceso al propio CDE, permite la integración de diferentes aplicaciones, sistemas e incluso repositorios documentales.

Principales funcionalidades del CDE

La plataforma CDE organiza las funcionalidades por módulos, entre los que destacan el gestor documental, las comunicaciones y los visores.

- Gestor documental

El módulo de gestión documental permite subir documentación, añadir atributos para su ordenación y búsqueda, y su almacenamiento en una estructura de carpetas. Permite además la creación de plantillas de proyectos tipo, que facilita configurar estructuras de carpetas predefinidas y reglas de nomenclatura para los documentos de dichos proyectos.



Principales funcionalidades de la plataforma de CDE.

Además, posee un potente control de versiones para poder mantener la trazabilidad de los cambios en los documentos.

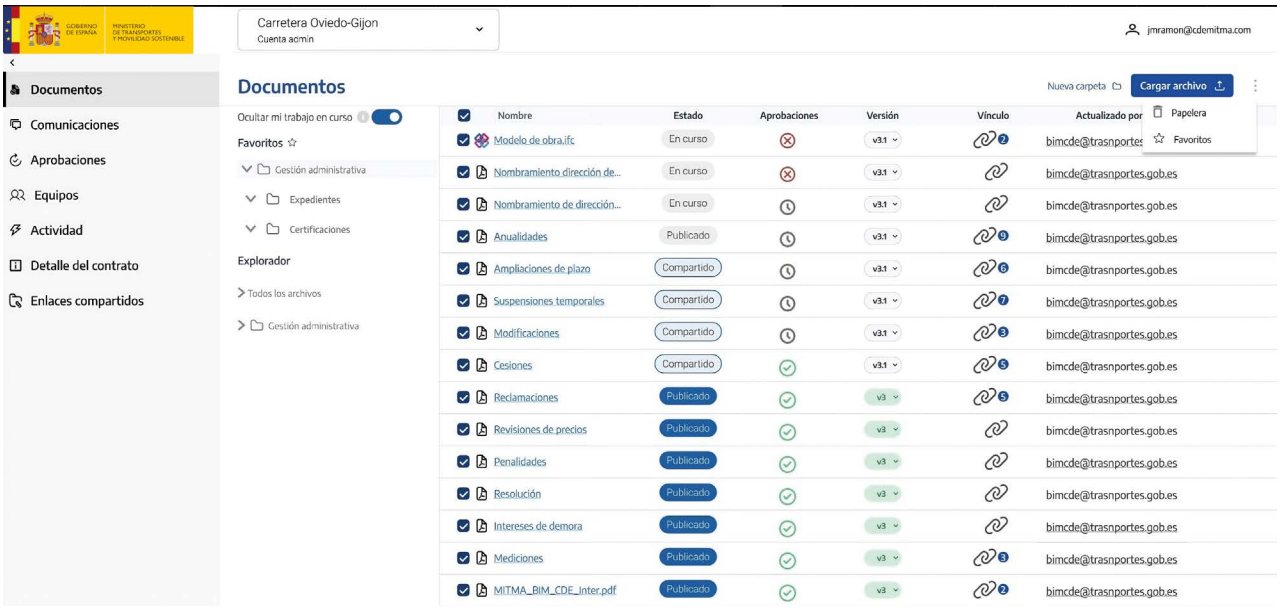
En el caso de las carpetas, éstas cuentan con permisos de lectura y escritura para poder controlar la información a la que accede cada usuario. Los usuarios pueden organizarse en equipos, que permiten agrupar usuarios con permisos homogéneos sobre carpetas de un proyecto.

También dispone de una herramienta de aprobaciones,

Requisitos del CDE según el Plan BIM

El Plan BIM en la contratación pública define los niveles BIM (PreBIM, Inicial, Medio, Avanzado e Integrado) a alcanzar en cada hito del Plan y los requisitos BIM que deben solicitar los órganos de contratación para cada nivel, agrupado en varios ámbitos: estrategia, procesos, tecnología y personas. En el ámbito de tecnologías se recogen explícitamente los requisitos mínimos que tiene que cumplir una solución CDE.





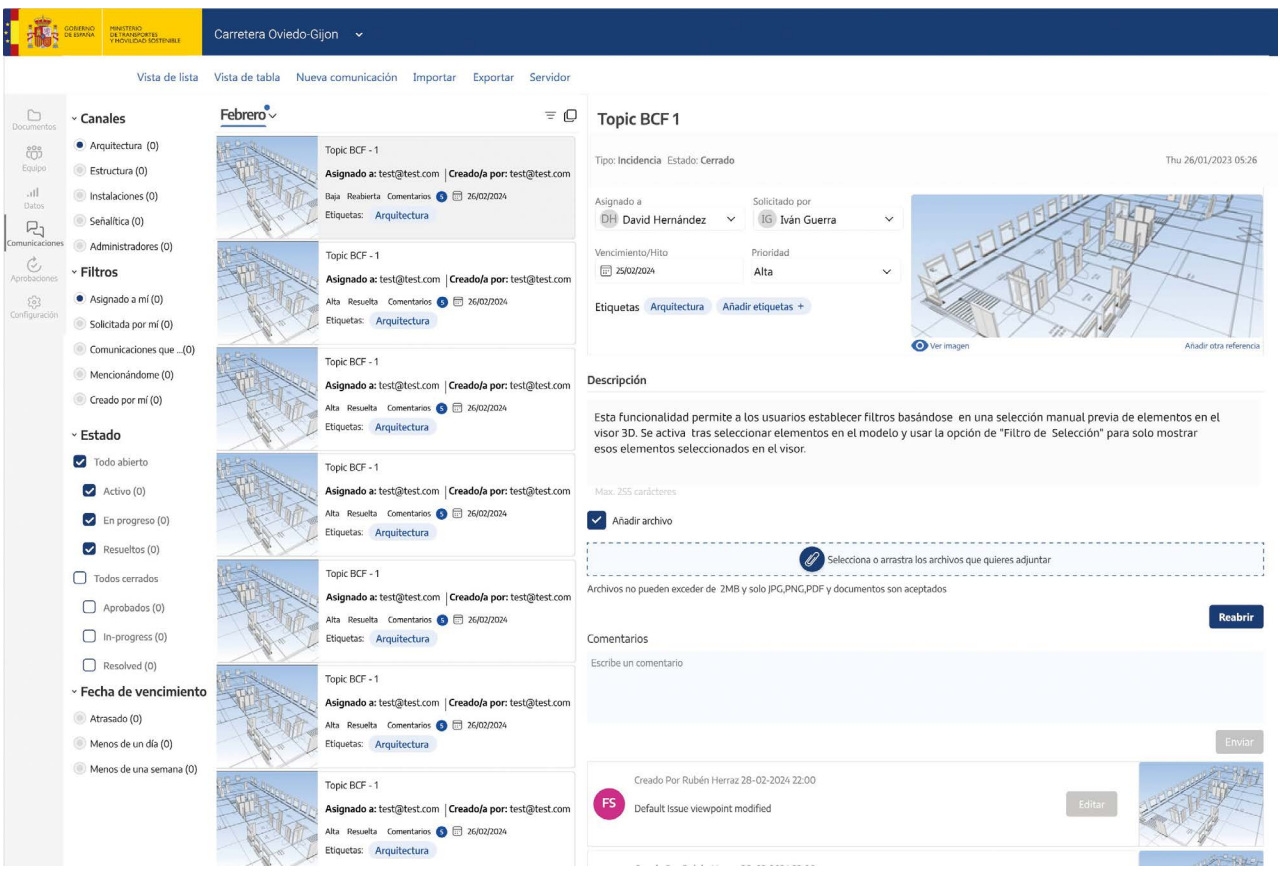
Apariencia del módulo de gestión documental.

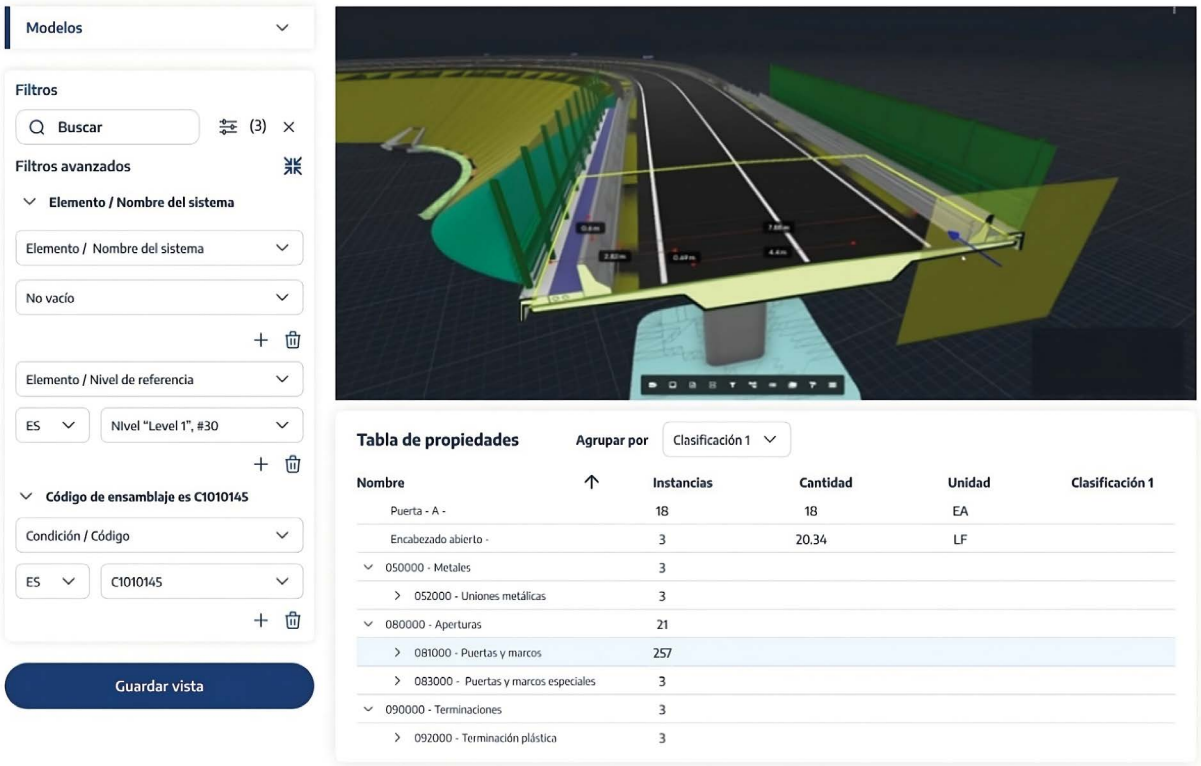
para que los usuarios puedan solicitar la revisión y aprobación de los entregables, y una herramienta para compartir documentos o carpetas completas con agentes externos que participen de forma puntual en el contrato.

- **Comunicaciones**

El módulo de comunicaciones permite crear incidencias, tareas y anuncios, asignarlos a uno u varios usuarios, poner una fecha límite, adjuntar documentos y capturas de pantalla, hacer comentarios, y cambiar el estado de las incidencias, por ejemplo, de abierta a resuelta.

El módulo de comunicaciones hace uso del estándar BCF para la gestión de incidencias y tareas.





El visor de la Plataforma permite examinar las geometrías y los parámetros de los modelos.

Se basa en el estándar abierto BCF, lo que permite a los usuarios crear y consumir estas comunicaciones en plataformas de terceros que soporten este estándar. Aunque BCF presenta importantes ventajas sobre el correo electrónico tradicional para la gestión de incidencias y tareas de proyectos de construcción, como por ejemplo la realización de anotaciones específicas sobre vistas y elementos concretos de los modelos, que permiten mejorar la precisión en las comunicaciones entre usuarios, no resulta un estándar muy conocido. Por ello, para facilitar su adopción y uso efectivo por los usuarios, se ha diseñado la interfaz de forma que sea lo más parecida a un gestor de correos tradicional.

Visores

La plataforma integra varios visores que permiten visualizar los documentos en los formatos más habituales, sin tener que descargarlos. Estos visores comprenden desde los formatos más típicos de documentos ofimáticos como PDF, DOCX o XLSX hasta la visualización de diseños y modelos en 3D.

Para este último caso de visualización de modelos en 3D, destaca el soporte IFC que, como se mencionaba antes, es un formato abierto propio del sector de la construcción que sirve para almacenar diseños en 3D con toda la información de los elementos constructivos. El visor proporcionado es particularmente valioso, especialmente considerando que el formato IFC no es ampliamente conocido y muchos usuarios no cuentan con aplicaciones de escritorio para abrirlo, ya que beneficiándose de las últimas tecnologías de renderización de gráficos en navegador web, permite explorar y examinar los diseños directamente en el navegador del usuario, sin la necesidad de instalar un *software* adicional en su equipo. Además, el visor está equipado con un conjunto de herramientas especializadas que permiten realizar acciones como encender y apagar la visualización de objetos, consultar detalles específicos de estos, enlazarlos con su documentación correspondiente, etc., facilitando así una gestión más eficiente del proyecto.

Un punto diferenciador del visor es su optimización para proyectos de obra lineal (carre-

El visor en 3D desarrollado por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible ofrece funcionalidades para los casos de uso habituales de visualización y consulta sobre los modelos. Entre sus características diferenciales se encuentran el soporte nativo de IFC y las optimizaciones incorporadas para proyectos de obra lineal, aspecto no muy habitual en los visores comerciales, pero que es fundamental en los proyectos del ámbito del Departamento.

teras, líneas de ferrocarril, etc.), aspecto poco común en los visores comerciales, pero muy importante en la mayoría de los proyectos del ámbito del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

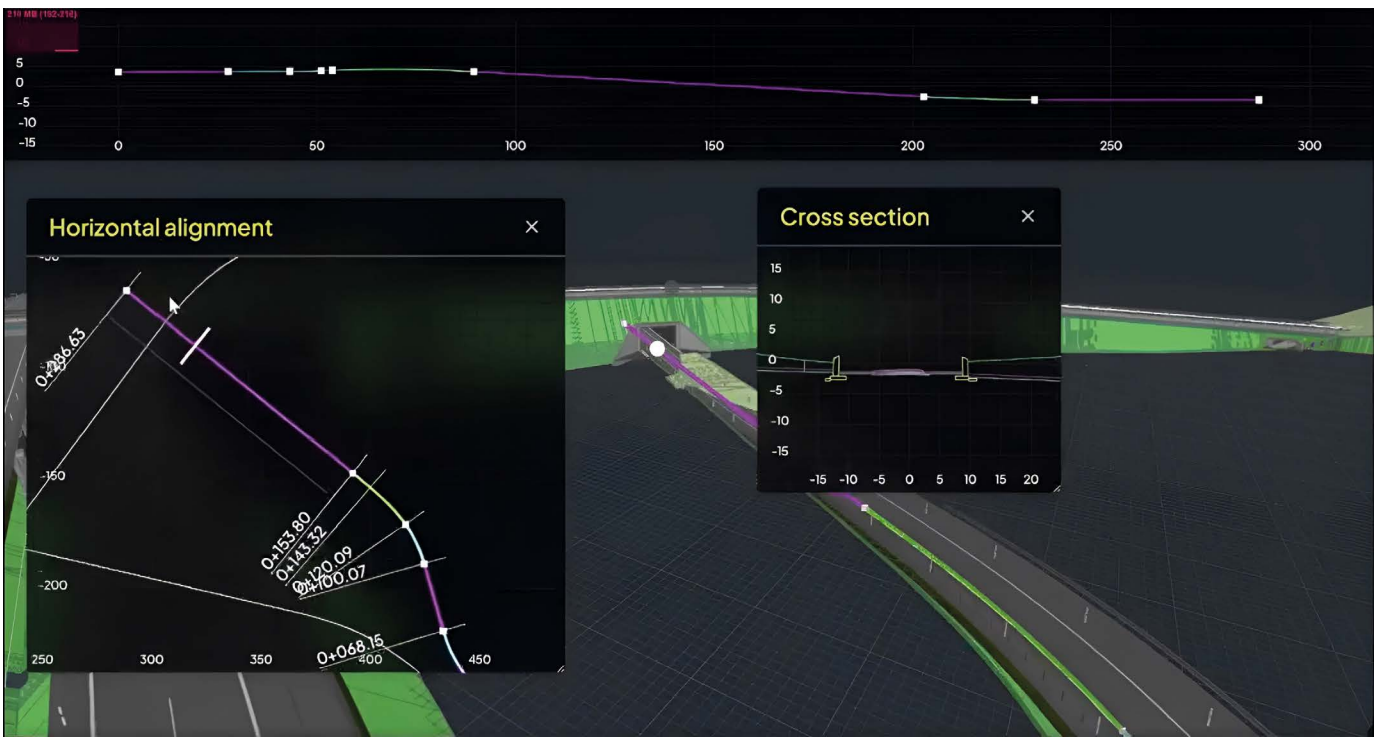
El visor está basado en una tecnología de código abierto que va a permitir desarrollar y extender funcionalidades específicas, como mapas de carreteras indexados por sus puntos kilométricos o realizar secciones longitudinales y transversales al eje de la carretera, soportadas en la reciente versión IFC 4.3 que añade, entre otras, las extensiones de infraestructura para carreteras.

Trabajo presente y futuro

En la actualidad, la Subdirección General de Tecnologías de la Información y Administración Digital del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible continúa con el desarrollo y evolución de la plataforma.

En abril, se liberó la primera versión del CDE, acorde a los requisitos definidos para el Nivel Inicial en el Plan BIM, a usuarios de la Dirección General de Carreteras. A lo largo del presente año, conforme a la hoja de ruta del proyecto, se liberarán sucesivas versiones evolutivas de la plataforma, con el objetivo de

La entidad IFC Alignment permite definir un sistema de referencia para posicionar elementos en obras de construcción lineales.

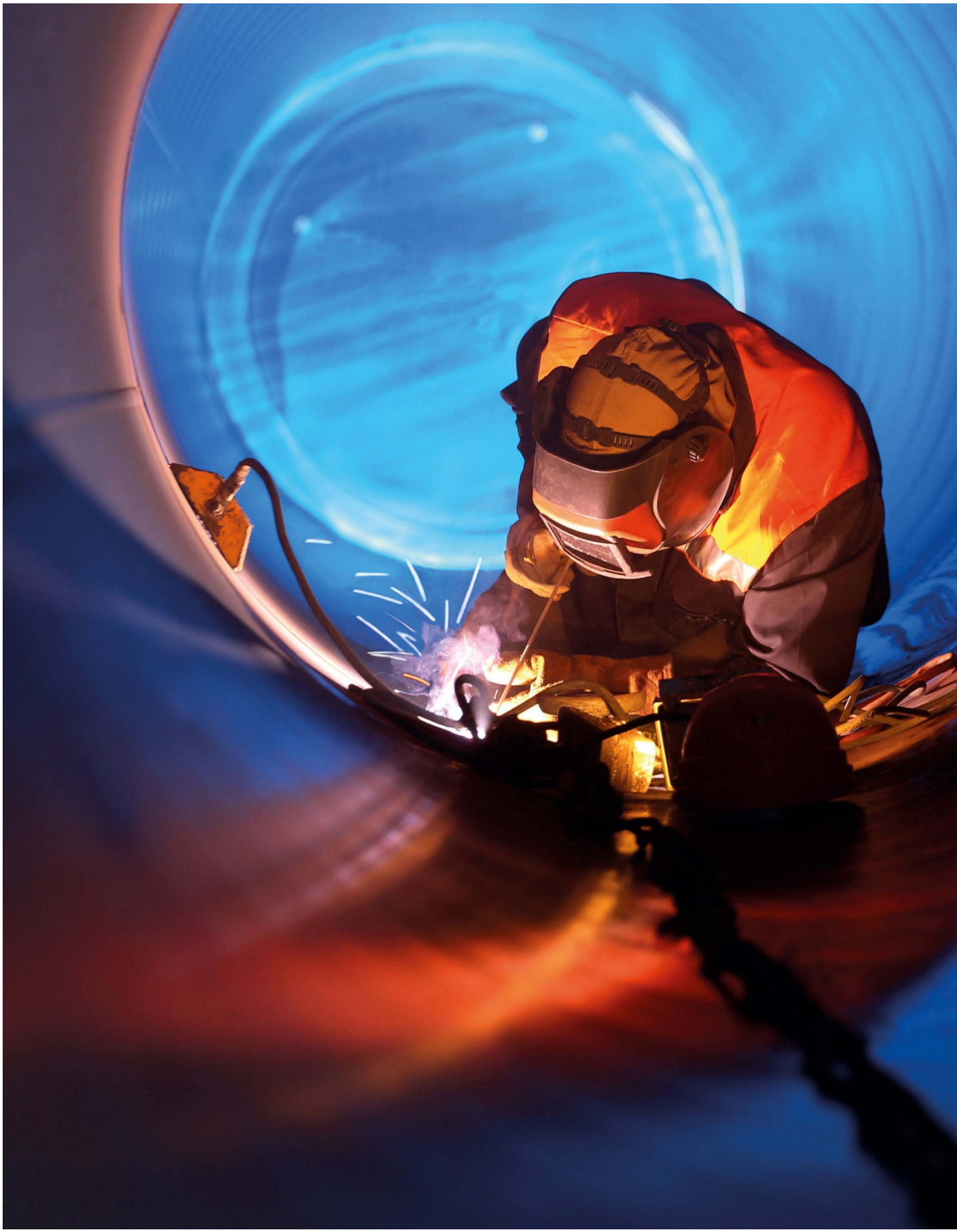


que a corto plazo comiencen a realizarse pilotos basados en proyectos reales por parte de la Dirección General de Carreteras. Además, se ofrecerá apoyo de consultoría especializada para la implantación de la tecnología BIM en los proyectos, mejores prácticas para el uso y manejo de los modelos, así como programas de soporte técnico continuo. La información y realimentación obtenida en estas primeras experiencias reales será clave para la evolución de la plataforma en el medio plazo.

Es crucial destacar que, además de la importante participación de la Dirección General de Carreteras, que se perfila como uno de los usuarios más activos de la plataforma debido al volumen y complejidad de proyectos que maneja, su diseño y desarrollo se han concebido con una visión abierta y flexible que permita responder a las necesidades de distintas unidades de la Administración, como se propone en el Plan BIM liderado desde este Ministerio.

De manera simultánea a las tareas de desarrollo e implantación, en los próximos meses se desarrollará una estrategia integral de comunicación y formación con el objetivo de maximizar el alcance y la eficacia de la plataforma. Esta estrategia incluirá la creación de materiales informativos y educativos, la organización de talleres y seminarios, y la implementación de campañas de difusión para asegurar que todos los usuarios potenciales estén plenamente informados sobre cómo utilizar la plataforma y aprovechar todas sus capacidades.



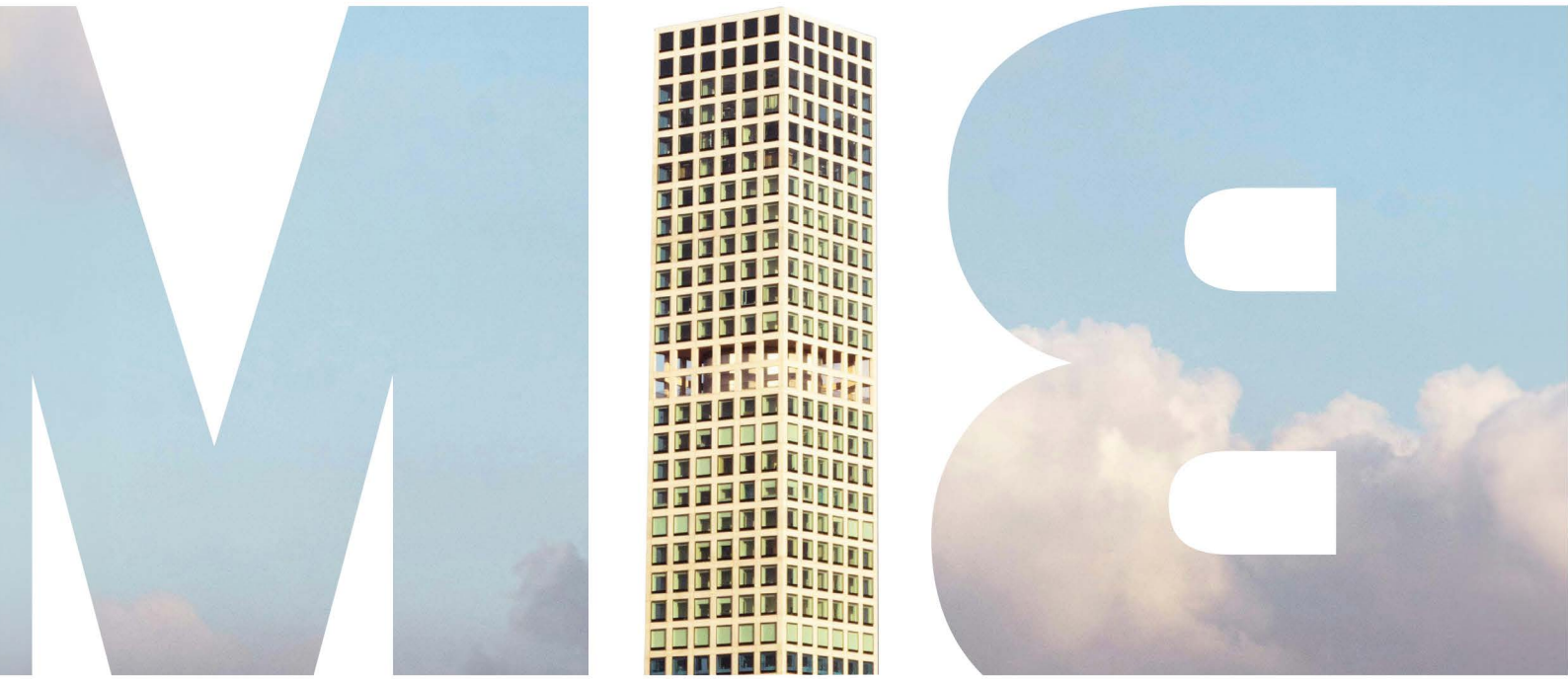




BIM.
Construimos juntos







GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE