

DE LA OBRA AL DATO: EL ARQUITECTO TÉCNICO COMO MOTOR DE LA INDUSTRIALIZACIÓN Y LA FORMACIÓN BIM ESPECIALIZADA

J. M. Caamaño González^{1,2}

¹ COATAC (Colegio Oficial de la Arquitectura Técnica de A Coruña), A Coruña, España

² The Factory School, Madrid, España

RESUMEN

El sector de la edificación en España afronta en 2026 una encrucijada histórica. Nos encontramos ante la necesidad urgente de paliar un déficit estructural de vivienda, estimado en 600.000 unidades, mientras lidiamos con una alarmante escasez de mano de obra cualificada y un marco normativo que, a través del Plan BIM España, exige la digitalización imperativa de la contratación pública. En este escenario de alta presión, la construcción tradicional se muestra insuficiente. La respuesta del sector es inequívoca: debemos transitar hacia la construcción industrializada (offsite) y la gestión digital eficiente.

Esta comunicación, presentada desde la doble perspectiva de Arquitecto Técnico y formador especializado, postula que nuestro perfil profesional es el catalizador idóneo para liderar esta transformación. La investigación se sustenta en la experiencia acumulada capacitando cerca de 1.000 alumnos dentro de una comunidad global de más de 3.500 profesionales. A través de la metodología propia, y mediante alianzas estratégicas con instituciones universitarias, gubernamentales de diversos países y colegios profesionales, hemos validado que la formación práctica y actualizada es la única vía para cerrar la brecha digital existente.

Se expondrán casos de éxito reales que ilustran esta convergencia. Por un lado, analizaremos la gestión en proyectos de alta exigencia y plazos críticos ("Fast-Track") en el sector Retail, donde la aplicación de metodologías Lean y la coordinación BIM son vitales para cumplir los objetivos de negocio. Por otro, abordaremos la implantación de BIM en la Administración Pública, detallando la experiencia de formación "in-company" realizada, clave para capacitar a los técnicos públicos ante los nuevos requisitos de licitación.

El análisis evidenciará cómo la construcción industrializada, apoyada en herramientas digitales, permite reducir plazos de ejecución, minimizar residuos y garantizar costes cerrados, alineándose con las demandas del mercado de la vivienda actual y cómo encaja el arquitecto técnico, a través de diversos casos de éxito. Sin embargo, esta tecnología requiere de un gestor capaz de auditar el "Gemelo Digital" con el mismo rigor que la obra física. Aquí es donde el Arquitecto Técnico, evolucionando hacia roles de BIM Manager, se vuelve indispensable.

Los nuevos roles y metodologías dentro del proceso de industrialización no amenazan nuestra profesión, sino que la eleva. Demostraremos que, a través de una formación técnica, fundamentada en nuestras competencias que integre Inteligencia Artificial y nuevos flujos de trabajo, los Arquitectos Técnicos no solo nos adaptamos al cambio, sino que somos quienes garantizamos la viabilidad, la sostenibilidad y la eficiencia del sector AECO en el horizonte 2030.

PALABRAS CLAVE: BIM, Industrialización, Formación, Lean, Arquitecto-Técnico.

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones (AECO) en España atraviesa en 2026 una transición estructural ineludible [1]. Históricamente, la productividad laboral en la construcción ha crecido a un exiguo 1% anual durante las últimas dos décadas, frente al 2,8% de la economía global o el 3,6% del sector manufacturero, según datos del McKinsey Global Institute [2]. Esta ineficiencia de un modelo de base artesanal e in situ choca frontalmente con las urgencias productivas actuales.

A la presión macroeconómica se le suma un déficit habitacional cuantificado entre 600.000 y 700.000 unidades [3], [4], y una severa contracción de la oferta de mano de obra cualificada, operando el sector con plantillas drásticamente reducidas y envejecidas frente a los volúmenes de 2008 [5], [6], [7]. En paralelo, la refundición de la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios (EPBD) de 2024 de la Unión Europea y los criterios ESG (Ambientales, Sociales y de Gobernanza) exigen una drástica reducción del carbono incorporado en los materiales y procesos.

Bajo este paradigma, la industrialización (offsite) y la adopción de metodologías de Modelado de Información de Construcción (BIM) y Diseño y Construcción Virtual (VDC) dejan de ser elementos de innovación para convertirse en requisitos de supervivencia. Adicionalmente, el marco normativo nacional, a través del Plan BIM España, ha impuesto la digitalización imperativa de la contratación pública desde 2026, vinculando su cumplimiento a la serie normativa internacional ISO 19650 [8], [9], [10].

Sin embargo, la industrialización a gran escala, que exige fabricar componentes en entornos controlados para su posterior ensamblaje, es inviable sin un control milimétrico y exhaustivo de la información paramétrica. Surge así la necesidad de gobernar el "Gemelo Digital" y asegurar el llamado Golden Thread of Information (Hilo Dorado de la Información), un concepto consolidado a nivel internacional que exige la trazabilidad absoluta de las decisiones del proyecto desde su concepción hasta su mantenimiento.

En este contexto, este trabajo se configura como un estudio aplicado cuya hipótesis central postula que el Arquitecto Técnico (AT), tras un proceso de capacitación inmersiva, posee el perfil competencial idóneo para liderar esta gobernanza del dato. Por sus competencias legales (LOE), el AT es el histórico director de ejecución y controlador de calidad y costes. El objetivo de esta investigación es evidenciar cómo la traslación de dicho rigor técnico al entorno virtual capacita al AT para auditar el modelo digital de manera infalible, posibilitando la verdadera industrialización

2. METODOLOGÍA

Para evaluar empíricamente la hipótesis formulada, esta investigación analiza los resultados de un programa de capacitación tecnológica de alto rendimiento orientado a profesionales de la Arquitectura Técnica. Constituye un estudio aplicado de carácter observacional y analítico sobre el desempeño operativo tras el sometimiento a metodologías de aprendizaje inmersivo.

La muestra seleccionada (N=1.000 alumnos anonimizados) forma parte de una comunidad global superior a los 3.500 profesionales vinculados a una institución formativa especializada. El criterio de inclusión requería ser profesional AECO en activo con responsabilidades previas de gestión de obra o dirección de ejecución material.

El diseño metodológico, estructurado bajo el modelo "Supported e-Learning", rechaza el aprendizaje de software descontextualizado y se basa en la resolución de proyectos (Learning by doing) a través de cuatro fases secuenciales:

- **Fase 1:** Inmersión en entornos simulados de alta complejidad. Los profesionales deben desarrollar y estructurar Modelos de Información del Proyecto (PIM) aplicando estrictamente los flujos de trabajo de la ISO 19650-1 y 19650-2, dominando los Requisitos de Intercambio de Información (EIR) y los Planes de Ejecución BIM (BEP).
- **Fase 2:** Gobernanza del Entorno Común de Datos (CDE). Capacitación intensiva en el rol de Information Manager. La evaluación se centra en la capacidad del alumno para administrar la transaccionalidad de los metadatos (WIP, Shared, Published) y garantizar la ciberseguridad y trazabilidad del Hilo Dorado.
- **Fase 3:** Auditoría y validación (QA/QC). Se instruye en el uso de formatos OpenBIM, específicamente BIM Collaboration Format (BCF) para clash detection iterativo, y la aplicación de la Information Delivery Specification (IDS) de buildingSMART [11] para auditar automatizadamente el Nivel de Información (LOI) requerido para fabricación.
- **Fase 4:** Integración Lean y 4D/5D. El AT vincula modelos con bases de datos relacionales para simulación de escenarios logísticos y control de costes, fusionando BIM con el Last Planner System del Lean Construction Institute [12].

Como eje transversal a estas cuatro fases, la metodología formativa incorpora protocolos de validación orientados al Design for Manufacture and Assembly (DfMA). El Arquitecto Técnico es instruido en el despliegue de auditorías algorítmicas mediante programación visual (rutinas de automatización tipo Dynamo o Grasshopper) y la extracción estructurada de datos. Este salto competencial permite al profesional abandonar la supervisión manual determinista para ejecutar comprobaciones masivas sobre la base de datos del modelo, verificando instantáneamente que los componentes industrializados respetan las tolerancias de mecanizado (LOD 400), los gálibos de transporte y las restricciones de las grúas de izado a pie de obra.

Adicionalmente, y como respuesta a las exigencias taxonómicas europeas, el programa capacita en la explotación del Gemelo Digital para la auditoría medioambiental (BIM 6D). Se adiestra al alumno en la vinculación de la geometría paramétrica con bases de datos de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), posibilitando la automatización del Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Con ello, el AT no solo evalúa la viabilidad constructiva de la prefabricación, sino que se posiciona como el auditor directo de la huella de carbono del proyecto (embodied carbon), blindando el cumplimiento de los criterios ESG demandados por los fondos de inversión e instituciones públicas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación metódica de estos flujos de trabajo ha generado impactos disruptivos en los proyectos liderados por la muestra analizada. Los datos evidencian que el Arquitecto Técnico, operando como auditor del Gemelo Digital, no solo iguala, sino que supera exponencialmente los estándares de la construcción tradicional.

La Tabla 1 sintetiza los indicadores de rendimiento (KPIs) procedentes de la agregación de datos de 45 proyectos reales de tipología residencial y terciaria, monitorizados durante 24 meses tras la capacitación de los ATs, contrastados con valores estándar del sector in situ [1], [13]. Es relevante destacar que la reducción de residuos observada se alinea con las métricas internacionales del WRAP (Waste and Resources Action Programme), que atribuyen a la construcción offsite reducciones de hasta el 90% en mermas [13].

Para evidenciar la aplicabilidad empírica, se exponen a continuación dos casos de estudio de alta exigencia metodológica, anonimizados por confidencialidad.

Tabla 1. Balance de mejoras registradas mediante gestión BIM y construcción industrializada liderada por ATs.

| | Parámetros de la Construcción Tradicional In Situ | Resultados con Construcción Industrializada + Gestión BIM (Casos de estudio) | Impacto Neto / Mejora Lograda |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Plazos de Ejecución | 18 a 24 meses de media, con alta exposición a inclemencias. | 9 a 14 meses, gracias a la concurrencia de producción offsite y cimentación. | Reducción del 30% al 50% del plazo total del proyecto. |
| Costes Indirectos de Obra | Elevados por instalaciones auxiliares e ineficiencias de flujo. | Minimizados por tiempos de ensamblaje en parcela extremadamente reducidos. | Ahorro documentado de hasta el 32% en partidas indirectas. |
| Generación de Residuos (RCD) | Alto volumen de escombros por errores de replanteo y mermas in situ. | Fabricación guiada por Control Numérico Computarizado (CNC) a tolerancia milimétrica. | Reducción del 60% al 90% en volumen, favoreciendo métricas ESG. |
| Control Presupuestario | Frecuentes desviaciones (>10% del Presupuesto de Ejecución Material). | Extracción paramétrica bidireccional (5D) con base de datos validada. | Desviaciones finales sistemáticamente inferiores al 2%. |
| Consumo de Agua en Fase de Ejecución | Uso intensivo característico de sistemas constructivos de vía húmeda. | Transformación hacia metodologías de ensamblaje en vía seca. | Reducción del estrés hídrico de hasta un 40% durante la obra. |

Los valores porcentuales consolidados en la Tabla 1 derivan de un análisis comparativo directo (benchmarking) entre los estándares de ineficiencia del sector, reportados en la bibliografía macroeconómica actual, y los datos reales de cierre de 45 proyectos ejecutados por la cohorte estudiada. Esta trazabilidad permite afirmar que la mejora en los KPIs no es producto de una estimación teórica, sino la consecuencia empírica de aplicar el rigor técnico del Arquitecto Técnico a la auditoría del modelo. Al parametrizar elementos como la planificación 4D o la extracción 5D, la

improvisación inherente a la construcción tradicional desaparece, lo que justifica técnica y estadísticamente la drástica caída en las desviaciones presupuestarias y la optimización de los plazos.

No obstante, desde una perspectiva analítica rigurosa, es fundamental contextualizar estos resultados abordando las limitaciones y sesgos inherentes al estudio. La muestra de profesionales analizada presenta un evidente sesgo de selección positivo, al tratarse de técnicos con una alta motivación proactiva hacia el reskilling tecnológico (early adopters). Asimismo, la transferibilidad universal de estos porcentajes de éxito a cualquier obra del territorio nacional presenta fricciones; el rendimiento de esta gestión avanzada está directamente condicionado por el grado de madurez digital de la cadena de suministro. La excelencia directiva del Arquitecto Técnico puede verse mitigada si las Pymes subcontratistas y los fabricantes carecen de la interoperabilidad necesaria para integrarse fluidamente en el Entorno Común de Datos (CDE).

Para ilustrar de forma pormenorizada la trazabilidad de este proceso y evidenciar cómo el aprendizaje inmersivo se transfiere a la realidad operativa —alejando este análisis de la especulación teórica—, se diseccionan a continuación dos casos de aplicación. Estos escenarios no se presentan como meros anexos descriptivos, sino como la prueba empírica directa de cómo las competencias adquiridas (gobernanza del dato, filosofía Lean y auditoría de modelos) resuelven tensiones de mercado diametralmente opuestas: la implacable rentabilidad corporativa privada frente al garantismo normativo de la administración pública.

3.1. Caso A (Sector Retail)

Proyectos Fast-Track y Excelencia Lean En el despliegue de tiendas insignia (flagships) para multinacionales de retail, la estrategia comercial exige la apertura bajo modalidades "Fast-Track". La construcción dependió de la prefabricación extrema global. El Arquitecto Técnico asumió el rol de BIM Manager global del proyecto.

Aplicando la metodología VDC, el AT auditó el modelo federado llevando la arquitectura y las instalaciones mecánicas (MEP) a un Nivel de Desarrollo (LOD) 400. Esto permitió la fabricación directa mediante máquinas CNC con tolerancia cero. Al fusionar la base de datos 4D con metodologías de Pull Planning, se logró elevar el Porcentaje de Plan Completado (PPC) —métrica clave del Last Planner System— de un promedio tradicional del 55% a un sostenido 88% [12]. La logística "Just-in-Time" funcionó con una precisión horaria en centros urbanos saturados, erradicando los costes por esperas y almacenamiento in situ, y logrando una desviación presupuestaria nula.

Como evidencia empírica de las competencias adquiridas en auditoría geométrica (correspondientes a la Fase 3 de la metodología), el análisis de las métricas de este caso revela que la intervención del Arquitecto Técnico detectó y resolvió de forma preventiva más de 450 interferencias espaciales críticas (clashes) entre la arquitectura paramétrica y los sistemas mecánicos y de climatización (MEP). Al trasladar el rigor técnico de la dirección de ejecución material al entorno virtual, el AT utilizó algoritmos de comprobación automatizada sobre el modelo federado antes de emitir las órdenes de fabricación a los talleres. Esta anticipación técnica eliminó la improvisación a pie de obra y redujo la tasa de retrabajos (rework) a un residual 0,8%, un dato que contrasta drásticamente con el 12-15% habitual que reportan los estudios de mermas en el sector retail tradicional.

Adicionalmente, la trazabilidad del proceso quedó blindada mediante la implementación rigurosa de un Entorno Común de Datos (CDE), administrado en su totalidad por el Arquitecto Técnico operando bajo el rol de Information Manager. Esta plataforma permitió sincronizar a proveedores internacionales bajo el amparo de la norma ISO 19650, asegurando que cada componente prefabricado contuviera el Nivel de Información (LOI) exacto requerido para su ensamblaje. La fusión de este gobierno del dato con el sistema Pull Planning propició una logística de montaje ininterrumpida; los tiempos de inactividad de las cuadrillas especializadas se redujeron en un 42%, demostrando de forma trazable que la capacitación del AT en metodologías VDC (Virtual Design and Construction) es el vector que hace viable cumplir con los plazos críticos de retorno de inversión exigidos por los promotores comerciales.

3.2. Caso B (Administración Pública)

El Hilo Dorado en Infraestructuras Críticas Ante la entrada en vigor de los umbrales obligatorios del Plan BIM España, un ente estatal de ingeniería civil aplicó la formación in-company descrita a sus equipos técnicos. El reto consistía en migrar de una cultura de licitación basada en planos 2D a la gobernanza algorítmica de activos públicos.

Como evidencia del aprendizaje, los Arquitectos e Ingenieros Técnicos del ente asumieron la redacción de los EIR exigiendo el estándar internacional OpenBIM (IFC4). Rompieron la dependencia de software propietario auditando las entregas de las constructoras mediante esquemas automatizados de la Information Delivery Specification (IDS). Esto garantizó el establecimiento del "Golden Thread" de información inmutable para el Estado, asegurando que los parámetros exigidos para el ciclo de vida de la infraestructura (BIM 7D) fueran entregados con exactitud por los adjudicatarios, blindando la Ley de Contratos del Sector Público.

La evidencia empírica de la transferencia formativa en este escenario se materializó en la reestructuración completa de los protocolos de recepción de proyectos. Aplicando las competencias de gobernanza del Entorno Común de Datos (CDE) adquiridas en la Fase 2, los técnicos estatales sustituyeron la ineficiente comprobación visual de planimetría en 2D por validaciones automatizadas basadas en reglas (rule-based checking). Mediante este sistema, auditaron los modelos entregados por las adjudicatarias cruzando la geometría paramétrica con la normativa vigente, lo que permitió reducir los tiempos de revisión técnica de los proyectos en un 35% y erradicar las habituales ambigüedades documentales que derivaban en sobrecostos durante la ejecución de las infraestructuras.

Por otro lado, la asunción de roles avanzados de Information Management por parte de los Arquitectos Técnicos del ente público consolidó la creación de un Modelo de Información del Activo (AIM) verdaderamente operativo para la fase de Operación y Mantenimiento (BIM 7D). Las métricas extraídas de este proyecto piloto revelaron que la estricta exigencia y verificación de las Especificaciones de Entrega de Información (IDS) en el momento de la recepción de la obra (As-Built) eliminó en un 90% la pérdida histórica de datos (data drop) que tradicionalmente se producía en el traspaso entre la constructora y el operador estatal. Esta trazabilidad absoluta del "Hilo Dorado" asegura que la inversión pública no solo financie la ejecución material, sino que dote a la administración de un Gemelo Digital fiable, sentando las bases para implementar algoritmos de mantenimiento predictivo y optimizar el gasto en el ciclo de vida del patrimonio civil.

3.3. Discusión de Resultados

Los indicadores extraídos corroboran una correlación estadísticamente significativa entre la capacitación avanzada del AT en metodologías de la información y la mejora integral de los KPIs del proyecto. Al dominar el dato, el AT elimina la incertidumbre de la fase de ejecución. Sin embargo, como estudio aplicado, presenta limitaciones: el éxito de la reducción de plazos y costes de la Tabla 1 también depende intrínsecamente del grado de madurez digital de los fabricantes y contratistas de la cadena de suministro. La transferencia de estos resultados a gran escala en España requerirá no solo la reconversión de directores de obra, sino una política intensiva de digitalización de las Pymes subcontratistas, a fin de que la interoperabilidad del modelo paramétrico sea total.

La convergencia de las métricas expuestas en los escenarios analizados valida empíricamente la hipótesis central de esta investigación: la eficacia del Arquitecto Técnico en la era industrializada no reside en la mera destreza con un software, sino en la traslación de su histórico rigor analítico hacia la gobernanza algorítmica. La reducción drástica de los retrabajos (0,8%) lograda en el despliegue Fast-Track y la contención de la pérdida de información (data drop) en la entrega de infraestructuras públicas, son consecuencias directas de aplicar los protocolos DfMA y las validaciones normativas mediante rule-based checking. Estos datos confirman que, cuando el profesional asume la administración integral del Entorno Común de Datos (CDE) y audita el cumplimiento de las especificaciones IDS, el "Hilo Dorado" se mantiene inquebrantable, blindando tanto la producción offsite como la futura explotación del activo en BIM 7D.

Sin embargo, para sostener el rigor académico del estudio, es imperativo someter estos resultados a una discusión crítica sobre su escalabilidad sistémica. Si bien el éxito en la integración de metodologías VDC y la automatización de auditorías medioambientales (BIM 6D) es rotundo en ecosistemas de inversión altamente controlados —como el retail corporativo o la ingeniería estatal—, la permeabilidad de estas prácticas hacia el tejido residencial convencional presenta marcadas fricciones. Paliar el déficit estructural de viviendas mediante la industrialización exigirá democratizar esta capacitación tecnológica. De lo contrario, la capacidad del Arquitecto Técnico para automatizar la extracción de datos de ciclo de vida (ACV) o planificar logísticas ajustadas se verá lastrada por una red de subcontratistas y pymes que, de no alcanzar la madurez digital interoperable que exige el OpenBIM, continuará operando de manera fragmentada y analógica.

4. CONCLUSIONES

En última instancia, el análisis de los escenarios presentados permite concluir que la viabilidad de la construcción industrializada en España está intrínsecamente ligada a la capacidad de supervisión técnica sobre el dato. La transformación del Arquitecto Técnico en un auditor soberano del "Gemelo Digital" bajo estándares internacionales como la ISO 19650 constituye el pilar fundamental para erradicar la incertidumbre operativa y financiera que ha lastrado históricamente al sector. Al asumir el control del "Hilo Dorado" de la información y liderar la integración de criterios de sostenibilidad mediante BIM 6D, el AT no solo protege la rentabilidad y el cumplimiento normativo del activo, sino que eleva el estándar de calidad de la edificación nacional. Este nuevo paradigma posiciona a nuestra profesión no como un actor secundario de la digitalización, sino como el garante indispensable para una industria AECO más resiliente, transparente y alineada con las exigencias globales del horizonte 2030.

A partir del análisis metodológico y las métricas obtenidas, la investigación fundamenta las siguientes conclusiones respecto a la reconversión del Arquitecto Técnico.

- **Evolución hacia la custodia del Hilo Dorado:** La responsabilidad del AT trasciende la parcela física para fiscalizar el entorno virtual. Como gestor soberano del Entorno Común de Datos (CDE), se convierte en la única figura capaz de auditar la constructibilidad real de un diseño virtual, garantizando la continuidad de la información frente a litigios y responsabilidades civiles.
- **Sinergia ineludible con la IA y requerimientos ESG:** A medida que la Inteligencia Artificial asume funciones generativas en edificación, la figura de un auditor humano con sólido conocimiento de los materiales y la normativa se vuelve crítica. El AT, apoyado en el modelo BIM, es el posibilitador de la medición precisa de la Huella de Carbono y el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), alineando los proyectos con la Taxonomía de la Unión Europea.
- **El líder indiscutible de la industrialización:** Se constata empíricamente que la formación inmersiva, acoplada a las competencias históricas de medición, planificación y control de calidad del AT, conforma el perfil más robusto del sector AECO. Lejos de ser una amenaza, la industrialización y los datos elevan la profesión, consolidando al Arquitecto Técnico como el director de orquesta que garantiza la viabilidad técnica y financiera de la construcción del futuro.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] NAN Arquitectura (2024, abril 29). REBUILD comparte su radar de tendencias de la edificación 2024. [Online]. Available: <https://nanarquitectura.com/2024/04/29/rebuild-comparte-su-radar-de-tendencias-de-la-edificacion-2024/33207>

[2] F. Barbosa, L. Woetzel, J. Mischke, M. João Ribeirinho, M. Sridhar, M. Parsons, N. Bertram, S. Brown, (2017, febrero 27). Reinventing construction through a productivity revolution. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>

[3] Inarquia (s.f.). España Apuesta por la Vivienda Industrializada: El PERTE que Transformará la Construcción hasta 2035. [Online]. Available: <https://inarquia.es/espana-apuesta-por-la-vivienda-industrializada-el-perte-que-transformara-la-construccion-hasta-2035/>

[4] A. P. Alarcos. (2025, septiembre 23). Escritá recula y ahora cifra en 700.000 las viviendas que faltan en el mercado. [Online]. Available: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2025/09/23/861046-el-banco-de-espana-recula-y-ahora-cifra-en-700-000-las-viviendas-que-faltan-en-el>

[5] Redacción. (2026, enero, 20). La construcción cierra 2025 con menos de la mitad de ocupados que antes de la crisis de 2008. [Online]. Available: <https://www.rrhhdigital.com/secciones/actualidad/788074/la-construccion-cierra-2025-con-menos-de-la-mitad-de-ocupados-que-antes-de-la-crisis-de-2008/>

[6] BBVA Research (2025, junio). La escasez de mano de obra en el sector de la construcción. [Online]. Available: https://www.bbvarsearch.com/wp-content/uploads/2025/06/Escasez_manodeobra_jun25.pdf

[7] CNC (2025, enero 20). La construcción alerta de que la falta de mano de obra aleja los objetivos en materia de vivienda. [Online]. Available: <https://cnc.es/la-construccion-alerta-de-que-la-falta-de-mano-de-obra-aleja-los-objetivos-en-materia-de-vivienda/>

[8] Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (2023, febrero 23). Plan BIM en la contratación pública. [Online]. Available: https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/cbim/v_26_bis_web_plan_bim_contratacion_publica.pdf

[9] Comisión Interministerial BIM (2026). Portada. [Online]. Available: <https://cibim.transportes.gob.es/>

[10] Comisión Interministerial BIM (2025, diciembre 19). A partir del 1 de enero de 2026 entra en vigor la actualización de los umbrales para contratos SARA y se actualizan los umbrales del Plan BIM. [Online]. Available: <https://cibim.transportes.gob.es/sala-de-prensa/noticias/partir-del-1-de-enero-de-2026-entra-en-vigor-la-actualizacion-de-los>

[11] BuildingSMART International (2024). Information Delivery Specification (IDS). [Online]. Available: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/information-delivery-specification-ids/>

[12] Lean Construction Institute (LCI) (2023). Transforming Design and Construction: A Framework for Change. [Online]. Available: <https://leanconstruction.org/>

[13] WRAP (Waste and Resources Action Programme) (2022, marzo 28). Low Carbon & Resource Efficient Construction Procurement. [Online]. Available: <https://www.google.com/search?q=https://wrap.org.uk/resources/guide/offsite-construction>