

CONTRA LA TIRANÍA GEOMÉTRICA: FORMATOS ABIERTOS COMO ESQUEMA DE DATOS

César Gómez Ferrer¹, Vicente Cotino Domínguez²,
Evelio E. Sánchez Juncal³

¹ Global Omnium, Valencia, España, cgofer@globalomnium.com

² Global Omnium, Valencia, España, vicodo@globalomnium.com

³ IfcAddict, Lugo, España, evelio@ifcaddict.com

Resumen

Gestionar la complejidad no implica añadir capas visuales, sino simplificar el acceso a la información que estructura un modelo BIM. Desde esta perspectiva, se presenta una línea de trabajo centrada en el proceso de análisis y depuración automatizado de modelos IFC, cuyo resultado práctico es una aplicación de escritorio sin dependencia de representación gráfica.

El proyecto nace como prueba de concepto para evolucionar hasta consolidarse como solución corporativa aplicada en iniciativas PERTE. La aplicación se articula en cuatro módulos: (1) validación sintáctica de archivos IDS; (2) auditoría de la estructura de activos; (3) enriquecimiento masivo y estructurado de datos; y (4) validación IFC-IDS desatendida con generación de informes de cumplimiento automatizados.

Prescindir del renderizado gráfico ha mejorado el rendimiento en modelos de gran tamaño y ha priorizado la calidad del dato. Se reivindican el OpenBIM y el desarrollo de software como bases para la soberanía tecnológica del sector AECO.

Palabras Clave: OpenBIM, Automatización, Datos, Soberanía tecnológica

1 Introducción

La progresiva adopción de metodologías BIM en el sector de la construcción ha consolidado el uso de modelos digitales como soporte central para la gestión de la información. No obstante, en la práctica profesional persiste una identificación casi automática entre gestión BIM y visualización geométrica, lo que ha condicionado tanto el desarrollo de herramientas como la organización de los flujos de trabajo. En entornos de alta complejidad informativa y grandes volúmenes de datos, esta dependencia de la representación gráfica puede convertirse en una limitación operativa, desplazando el foco desde la calidad y coherencia del dato hacia su visualización.

Gestionar la complejidad no implica necesariamente añadir capas visuales, sino simplificar y estructurar el acceso a la información que constituye el contenido del modelo. Desde esta premisa, el presente trabajo aborda el análisis y la depuración automatizados de archivos IFC como base para un enfoque de gestión BIM centrado en los datos y no en la geometría. La hipótesis de partida sostiene que el modelo IFC debe ser tratado prioritariamente como una base de datos estructurada, susceptible de validación, auditoría y enriquecimiento masivo sin necesidad de renderizado gráfico.

El trabajo reivindica el potencial del enfoque OpenBIM, apoyado en los estándares IFC e IDS, como base para desarrollar soluciones tecnológicas propias que refuercen la soberanía tecnológica

del sector AECO. Más allá de la herramienta desarrollada, la contribución principal de la comunicación reside en la formulación y validación de un marco conceptual que desplaza el centro de gravedad de la gestión BIM desde la geometría hacia el dato, proponiendo un modelo de trabajo reproducible, automatizable y alineado con los principios de interoperabilidad abierta.

2 Objetivos

El objetivo de esta comunicación es presentar un flujo de trabajo orientado a la validación y enriquecimiento masivo de modelos IFC. La propuesta se fundamenta en la desvinculación de la gestión de datos de su representación gráfica, optimizando la eficiencia en proyectos de gran envergadura y garantizando la soberanía tecnológica mediante el uso estricto de estándares abiertos.

2.1 Objetivos estratégicos

En un mercado dependiente de ecosistemas de software cerrados, este proyecto busca devolver el control del dato al técnico y a la organización mediante:

- Soberanía tecnológica: Desarrollar una solución autónoma que elimine la dependencia de licencias de terceros y visores comerciales.
- Escalabilidad: Adaptar los flujos de trabajo a las exigencias de auditoría de diferentes clientes de la organización, donde la trazabilidad y veracidad del dato son críticas, permitiendo la configuración de perfiles de validación personalizados.
- Transferencia de conocimiento: Consolidar el salto de una investigación académica basada en recursos open-source hacia una herramienta de grado corporativo operativa.

2.2 Objetivos técnicos

Las características propias del esquema IFC permiten implementar algoritmos de búsqueda y edición que operen directamente sobre el esquema de datos. Abordando los siguientes retos técnicos:

- Optimización del rendimiento: Mitigar las limitaciones que supone el renderizado de mallas geométricas, permitiendo que la CPU se centre exclusivamente en la computación lógica y el parseo de datos.
- Integridad: Asegurar que el árbol de activos del IFC mantenga una coherencia lógica (relaciones de contención, tipos y jerarquías).
- Estandarización: Implementar el estándar IDS como motor central para definir, validar y certificar los requisitos de información sobre esquema IFC como formato de intercambio de información.

2.3 Objetivos operativos

Los objetivos operativos se enfocan en la usabilidad práctica y la eficiencia de los procesos de revisión y edición, transformando flujos de trabajo lentos y propensos al error en procesos industriales, desatendidos y verificables.

- Automatización: Permitir que la validación de grandes volúmenes de archivos, generando informes de cumplimiento sin necesidad de supervisión humana constante.

- Enriquecimiento: Facilitar la inyección masiva de atributos, Property Sets (Psets) y propiedades específicas de forma estructurada.
- Auditoría: Establecer un protocolo de validación sintáctica que detecte errores en el modelo IFC antes de que estos afecten a las fases de operación y mantenimiento.

3 Metodología

3.1 Fundamentos Open BIM: IFC e IDS

La metodología se sustenta sobre el ecosistema de estándares desarrollados por buildingSMART, situando los formatos abiertos no como una alternativa, sino como el requisito indispensable para la transparencia del dato [1]. El uso de IFC (Industry Foundation Classes) e IDS (Information Delivery Specification) garantiza que la información sea agnóstica al software que la generó, eliminando las barreras de los formatos.

Esta apuesta por el Open BIM asegura que la validación no dependa de interpretaciones comerciales, sino de un estándar internacional. Al utilizar IDS como motor de requisitos, se establece un contrato digital legible por máquina [2] que permite que la herramienta actúe como un auditor imparcial, asegurando que el modelo entregado es técnicamente apto para su integración en sistemas de gestión de activos.

3.2 Abstracción del dato

Un pilar metodológico clave de este trabajo es el desacoplamiento de los entornos de visualización. Se ha priorizado la velocidad de acceso al dato sobre el renderizado de la malla geométrica. En proyectos de gran envergadura, el motor gráfico suele actuar como un lastre que consume recursos de computación [3], innecesarios para la mayoría de las tareas de auditoría.

Al abstraer el modelo y tratarlo exclusivamente como una base de datos orientada a objetos[4], se logra una eficiencia radical: la CPU se libera de la carga de procesar miles de polígonos para centrarse en la verificación de relaciones, tipos y propiedades. Este enfoque permite que la toma de decisiones se base en la certeza del dato puro, no en su representación estética[5].

3.3 Iteración

La clave de la madurez del proceso ha sido el ciclo de iteración continua. El concepto aplicado se ha visto enriquecido por el desarrollo a través de:

1. Flujo de automatización: Los módulos no fueron desarrollados cronológicamente según el orden de uso lógico. El avance de cada desarrollo alimentaba el proceso general.
2. Verificación constante: Pruebas con modelos reales de proyectos que presentaban inconsistencias no previstas.
3. Ajuste de Lógica: El análisis de errores de contenido mejoraron la lógica del del algoritmo.
4. Refactorización: Transición de procesos de ejecución aislada (scripts) hacia un ecosistema de automatización modular.
5. Usabilidad: Mejoras en la experiencia de usuario a través de la interfaz y consola.

4 Análisis

El análisis de los flujos de trabajo tradicionales revela una desconexión crítica entre la definición de requisitos y la verificación técnica [6]. Esa verificación técnica se ve dificultada en mayor medida cuando el alcance de los flujos de revisión se basa en la inspección visual.

Este capítulo examina el ciclo de vida del dato bajo cuatro hitos clave: la traslación del EIR, la estructura de activos, la gestión masiva de información y la certificación del entregable.

4.1 Formalización de la demanda

Siguiendo las directrices de la ISO 19650, el punto de partida es la definición de los requisitos de información [7]. La ambigüedad del lenguaje natural en los Employer's Information Requirements (EIR) suele derivar en modelos inconsistentes. Este escenario se ve agravado por la heterogeneidad de requisitos dentro del ámbito nacional e internacional, donde la convivencia de diversos estándares, guías y pliegos de prescripciones [8] dificulta el reaprovechamiento de información.

El foco se centra aquí en la necesidad de traducir la diversidad requisitos contractuales a un formato interpretable digitalmente: IDS se convierte en el recurso técnico que garantiza que el intercambio de información sea verificable.

4.2 Topología del dato

El análisis de activos trasciende la geometría del objeto para centrarse en la estructura relacional del dato, donde la ubicación de un elemento es secundaria frente a la consistencia de su categorización y sus relaciones dentro de un sistema jerárquico [9].

La topología en este contexto no refiere a su ubicación espacial, sino a la organización lógica de las relaciones que permiten definir la identidad del elemento dentro del sistema [10].

4.3 Intercambio de información

La fase de enriquecimiento de datos suele ser el proceso más costoso y propenso a errores en el ciclo de producción [11] lo que evidencia una ineficiencia sistémica en el uso de software de autoría para tareas de gestión masiva de información. Estudios muestran falta de coherencia en agrupaciones y atributos, lo que limita el uso fiable en análisis automáticos, lo que requiere de herramientas que infieran, enriquezcan, validen y corrijan datos IFC [12].

Se explorará la transición hacia un proceso de carga de datos estructurada y desatendida, donde la información se trata como una capa de datos complementaria al modelo tridimensional.

4.4 Certificación técnica desatendida

El flujo concluye con la validación del modelo de información contra a los requisitos definidos. El volumen de información generado en proyectos de gran escala requiere implementar análisis [13] que permitan monitorizar la calidad del dato de forma continua. Esta validación actúa como un termómetro de avance del trabajo, identificando desviaciones y asegurando la calidad entregable final.

5 Desarrollo

La arquitectura del sistema se ha diseñado bajo una premisa de máxima eficiencia: la sustitución del entorno de visualización por un motor de procesamiento lógico.

La trazabilidad de la aplicación reside en la integración de un ecosistema de librerías de Python íntegramente Open Source. El uso de código abierto no es accidental; garantiza que la lógica de validación sea accesible e inspeccionable sin capas de interpretación ocultas entre el dato y el resultado.

5.1 Arquitectura de la aplicación

El diseño de la aplicación, GOpenBIM, se ha articulado bajo una arquitectura desacoplada, separando la interfaz de usuario de la lógica de procesamiento de datos. Este enfoque garantiza que la aplicación sea mantenible y permite futuras integraciones de la lógica de backend en otros entornos (como servicios web o procesos en la nube).

Para responder a la escala de los proyectos de la organización, se propone un flujo de validación desatendida. El usuario puede definir un directorio raíz; la aplicación entonces localiza todos los archivos IFC, los valida contra uno o varios archivos IDS de forma secuencial y genera un registro de errores. Este procesamiento por lotes transforma la auditoría, que tradicionalmente consume horas de un técnico, en un proceso de fondo (background process) que garantiza la calidad de entregas masivas de forma sistemática y certificada.



Figura 1. Menú principal de la aplicación. Fuente: Elaboración propia (2026).

5.2 Validación sintáctica IDS (IDScope)

Constituye la primera línea de defensa de la suite, encargándose de la validación sintáctica de los archivos IDS antes de que sean utilizados en cualquier proceso de auditoría. Su función principal es analizar la estructura XML del archivo para detectar errores de formato, etiquetas mal cerradas o valores no permitidos según el esquema oficial de la buildingSMART.

El núcleo del sistema valida la integridad del fichero IDS mediante un proceso de comparación contra el esquema XSD (descripción del esquema de dato oficial de buildingSMART), que define la validez y el orden jerárquico de las etiquetas. El módulo realiza un análisis del árbol XML para desglosar el archivo en nodos de datos, donde cada elemento es verificado frente a la descripción del esquema.

El sistema extrae la ubicación exacta (número de línea) y la naturaleza del conflicto. Esta metodología asegura que solo los archivos IDS validados avancen hacia la fase de auditoría de modelos IFC.

5.3 Verificación estructura de activos IFC (IFCset)

Su propósito principal reside en certificar el cumplimiento de las reglas de nomenclatura y clasificación sobre el IFC bruto - el archivo tal cual es exportado desde el software de autoría -, detectando inconsistencias previo a la inyección de datos. Esta funcionalidad opera a través de diccionario de códigos que vincula los activos de los archivos IFC originales con una base de datos externa (XLS o .CSV) donde se registra el inventario a modelar.

Partiendo de que los archivos IFC se encuentran adecuadamente nombrados, conforme a la propuesta de nomenclatura realizada por la buildingSMART Spain, se comprueba que el IfcProject, IfcSite e IfcBuilding corresponden a la codificación del fichero. En la siguiente fase, el cruce masivo de datos entre ambas bases de datos (modelo/inventario) permite identificar omisiones, duplicidades o clasificaciones erróneas, determinando el porcentaje de avance real del proyecto de forma objetiva.

El módulo finaliza su ejecución con la generación de documentos PDF o hojas de cálculo que funcionan como una radiografía del modelo, documentando metadatos, estructura geoespacial y el índice de activos inventariados en el archivo IFC exportado desde el software de autoría.

5.4 Enriquecimiento masivo y estructurado de datos (PsetInjector)

Articula el motor de transformación del modelo de datos de la suite, permitiendo la incorporación de información a los modelos desde bases de datos externas. El proceso se articula a través de una pasarela lógica que mapea de forma unívoca cada registro de una base de datos externa con los activos correspondientes dentro del modelo IFC, eliminando la necesidad de edición en el software de autoría.

La operatividad del sistema se fundamenta en la existencia de un identificador único o etiqueta que funciona como "llave primaria" de enlace. Este código, que por su naturaleza debería estar contemplado en el Tag, en ocasiones es requerido en una propiedad y conjunto de propiedades personalizado. El módulo prevé esta dualidad permitiendo la configuración de una propiedad sobre el que realizar la búsqueda ofreciendo una mayor versatilidad.

La filosofía de esta solución responde a un principio de eficiencia operativa. Al aprovechar el esfuerzo previo de estructuración de bases de datos, se evita la duplicidad de procesos dentro del software de modelado. La asociación automatizada mediante el ID del activo permite que el motor de la aplicación distribuya toda la información de forma masiva y precisa, optimizando los tiempos de entrega.

El motor garantiza la trazabilidad modificando la información del Header del documento y actualizando el IfcOwnerHistory de las nuevas propiedades inyectadas. Registra el nombre de la aplicación, el nombre de la organización, obteniendo el usuario de Windows, así como la fecha de modificación; lo que permite que se pueda identificar quien y cuando se enriqueció el modelo[14].

5.5 Certificación IFC-IDS desatendida (IDSight)

La etapa final del flujo operativo dentro de la aplicación es el motor de validación IDS, que actúa como mecanismo de certificación que garantiza el cumplimiento de los modelos IFC respecto a los requisitos definidos. Este componente somete a los archivos - previamente auditados y enriquecidos - a una verificación rigurosa del contenido.

Esta capacidad de certificación introduce una ventaja competitiva mediante el procesamiento masivo desatendido, sin necesidad de auditar los modelos de forma individual. Al permitir el direccionamiento a directorios completos, el sistema ejecuta las reglas de cumplimiento de forma simultánea optimizando los tiempos en proyectos de gran envergadura.

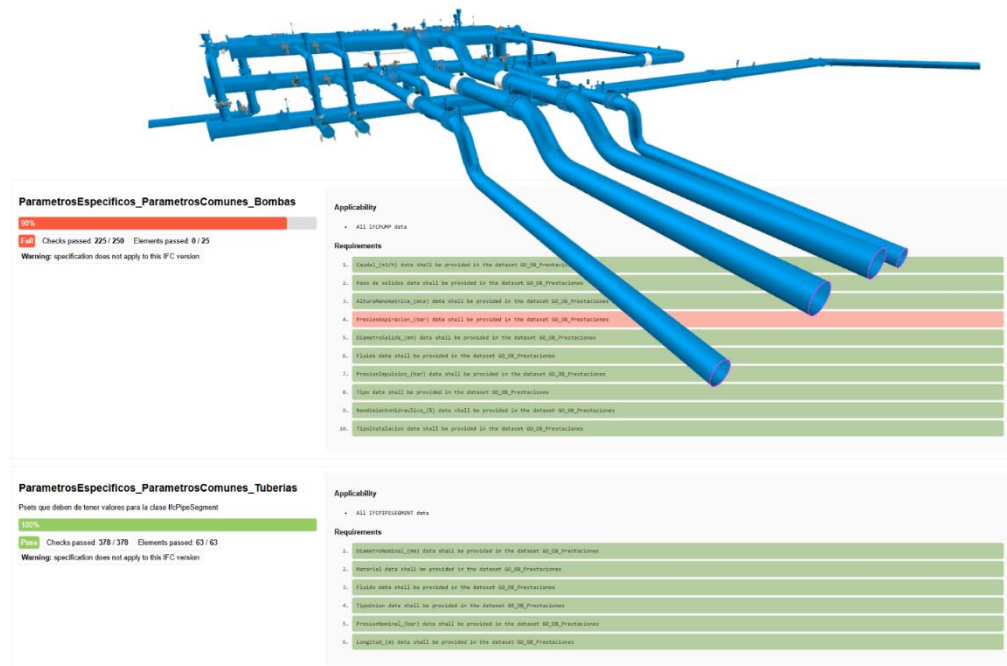


Figura 2. Modelo (visor BIMcollab) e informe HTML (generado por GOpenBIM).
Fuente: Elaboración propia (2026)

6 Implementación

La puesta en marcha de la solución se ha validado en el marco de proyectos estratégicos de infraestructura del sector del agua, enfrentando el reto de gestionar la información de 88 ubicaciones técnicas de forma sistemática y el avance de los **500 modelos federados** incluidos en los PERTE SHINE [15] y DIGITAMED [16], garantizando la trazabilidad del dato.

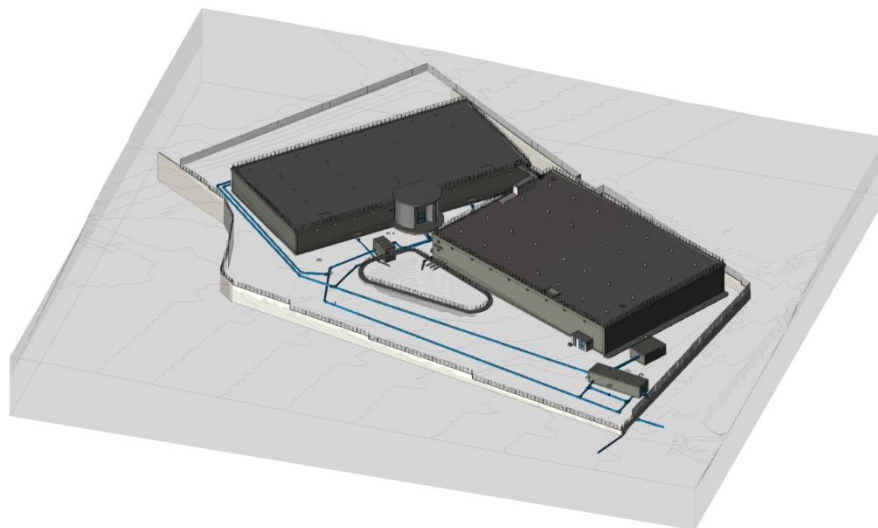


Figura 3. Modelo de ejemplo PERTE SHINE-AMV. Fuente: Elaboración propia (2026).

No obstante, de forma paralela, la herramienta ha sido sometida a un proceso de validación cruzada mediante su aplicación en otros proyectos de la organización de naturaleza diversa. Esta implementación en escenarios heterogéneos ha permitido contrastar la solución frente a:

- Diversidad de requisitos: Adaptación inmediata a los diferentes criterios de cada cliente.
- Pluralidad de softwares: Capacidad de procesar modelos de distintas herramientas de autoría.
- Escalabilidad del entorno: Resiliencia a la escala y naturaleza del contrato.

Los datos demuestran que la eliminación de la capa de renderizado no solo acelera los tiempos, sino que permite un nivel de profundidad en la auditoría del dato que es inalcanzable para las herramientas convencionales cuando el volumen de archivos supera la escala de proyecto unitario.

Esta mejoría en el rendimiento es exponencial conforme aumenta el número de requisitos, modelos y datos. La capacidad de procesar 500 modelos federados de forma secuencial y desatendida permite realizar ciclos de revisión diarios. En un entorno tradicional, una revisión de esta magnitud se demoraría semanas, lo que imposibilitaría el control del grado de avance en tiempo real.

A diferencia de las principales soluciones disponibles en el mercado, esta solución opera exclusivamente sobre el esquema de datos. El desarrollo propio permite además una mayor flexibilidad para adaptarse a situaciones concretas sin depender de las actualizaciones o prioridades comerciales de otra compañía.

7 Conclusiones

El desarrollo y la implementación de la herramienta presentada permiten extraer las siguientes conclusiones fundamentales sobre el cambio de paradigma en la gestión de la información técnica:

- **Cambio de paradigma:** Se confirma que la gestión de la complejidad en proyectos BIM no depende de la visualización, sino de la estructuración lógica de la información. Entender el esquema IFC como una base de datos orientada a objetos desplaza la atención desde la geométrica hacia la integridad del contenido.
- **Optimización del rendimiento:** Permite que la capacidad de procesamiento se concentre en la computación lógica, logrando una escalabilidad que permite auditar y enriquecer cientos de modelos federados de forma masiva y desatendida.
- **Soberanía tecnológica:** El uso exclusivo de estándares abiertos como IFC e IDS garantiza que la organización mantenga el control sobre sus datos, independientemente de los ecosistemas de software propietarios. Este enfoque asegura transparencia y trazabilidad.
- **Gobernanza de datos:** La organización recupera el control de la información, pudiendo externalizar el modelado geométrico e incorporar los datos en una fase posterior sin necesidad de compartir información sensible.
- **Industrialización del dato:** La herramienta desarrollada transforma tareas de revisión lentas en procesos automáticos y verificables. Mediante la validación sintáctica, la auditoría de activos y la inyección masiva de propiedades, se garantiza que los modelos entregados sean aptos para su uso en fases de operación y mantenimiento.

El trabajo valida un flujo de trabajo reproducible y automatizable que posiciona al dato estructurado como el activo central del ciclo de vida de las infraestructuras.

Agradecimientos

Expresar nuestro más sincero agradecimiento a Global Omnium por su visión estratégica y por el apoyo incondicional que permitió el desarrollo e implementación de esta línea de trabajo.

Manifestar nuestro agradecimiento a IfcAddict por todo el conocimiento abierto compartido, que ha sido fundamental para esta aplicación.

Extender nuestra gratitud a BuildingSMART International y a toda la comunidad involucrada en el Open BIM, cuyo trabajo en el desarrollo y promoción de estándares abiertos como IFC e IDS.

Referencias

[1] Otranto, R. B., Junior, G. M., & Pellanda, P. C. (2025). *BIM-FM integration through OpenBIM: Solutions for interoperability towards efficient operations*. *Journal of Information Technology in Construction*, 30, 298-318. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.012>

[2] Lee, Y. C., Eastman, C. M., & Solihin, W. (2021). *Rules and validation processes for interoperable BIM data exchange*. *Journal of Computational Design and Engineering*, 8(1), 97-114. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa064>

[3] Johansson, M., & Roupé, M. (2024). *Real-world applications of BIM and immersive VR in construction*. *Automation in Construction*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105233>

- [4] Solihin, W., Eastman, C., Lee, Y. C., & Yang, D. H. (2017). *A simplified relational database schema for transformation of BIM data into a query-efficient and spatially enabled database*. *Automation in Construction*, 84, 367-383. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.002>
- [5] Ali, U., Shamsi, M. H., Bohacek, M., Purcell, K., Hoare, C., Mangina, E., & O'Donnell, J. (2020). *A data-driven approach for multi-scale GIS-based building energy modeling for analysis, planning and support decision making*. *Applied Energy*, 279. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115834>
- [6] Kaewunruen, S., Sresakoolchai, J., Ma, W., & Phil-Ebosie, O. (2021). *Digital twin aided vulnerability assessment and risk-based maintenance planning of bridge infrastructures exposed to extreme conditions*. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su13042051>
- [7] International Standardisation Organisation. (2018). *ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles*. Recuperado 26 de febrero de 2026, a partir de <https://plataforma-aenormas.aenor.com/pdf/UNE/N0062137>
- [8] *Biblioteca BIM - buildingSMART Spain*. (s. f.). Recuperado 24 de febrero de 2026, a partir de <https://www.buildingsmart.es/observatorio/biblioteca-bim/>
- [9] Whyte, J., Stasis, A., & Lindkvist, C. (2016). *Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and «big data»*. *International Journal of Project Management*, 34(2), 339-351. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.02.006>
- [10] Eastman, C., Fisher, D., Lafue, G., Lividini, J., Stoker, D., & Yessios, C. (1974). *An Outline of the Building Description System*.
- [11] Jiang, S., Feng, X., Zhang, B., & Shi, J. (2023). *Semantic enrichment for BIM: Enabling technologies and applications*. *Advanced Engineering Informatics*, 56, 101961. <https://doi.org/10.1016/J.AEI.2023.101961>
- [12] Solihin, W., Eastman, C., & Lee, Y. C. (2015). *Toward robust and quantifiable automated IFC quality validation*. *Advanced Engineering Informatics*, 29(3), 739-756. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2015.07.006>
- [13] Eastman, C., Lee, J. min, Jeong, Y. suk, & Lee, J. kook. (2009). *Automatic rule-based checking of building designs*. *Automation in Construction*, 18(8), 1011-1033. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.07.002>
- [14] Liebich, T. (2009). *buildingSMART International Modeling Support Group IFC 2x Edition 3 Model Implementation Guide*.
- [15] Global Omnium. (s.f.). *Proyecto SHiNE-AMV*. Recuperado 26 de febrero de 2026, a partir de <https://www.globalomnium.com/Page/2036>
- [16] Global Omnium. (s.f.). *DigitAMED - Digitalización del ciclo urbano del Agua en municipios del arco MEDiterráneo*. Recuperado 8 de enero de 2026, a partir de <https://www.globalomnium.com/Page/2037>