

The background features a stylized cityscape with buildings in shades of blue and purple. Overlaid on this are white circuit-like lines with small dots at their ends, suggesting a digital or data network. The overall color palette is cool, dominated by blues and purples, with a red vertical band in the upper center.

# Fundamentos Técnicos de openBIM

Estructuras de Datos, Estándares y  
Protocolos de Intercambio

# Equipo de redacción del documento

El contenido de este documento y de las imágenes incluidas en él es propiedad de buildingSMART Spain, y ha sido elaborado de forma voluntaria por un conjunto de profesionales que representan a los diferentes agentes de la cadena de valor.

## Redactores

- **David Delgado Vendrell**, buildingSMART Spain
- **Sergio Muñoz Gómez**, buildingSMART Spain

## Revisores

- **Alberto Pastor**, ISTRAM
- **Agustí Jardí Margalet**, APOGEA
- **María Benítez Balseiro**
- **Marco Pizarro Méndez**
- **Norena Martín Dorta**, Universidad de La Laguna
- **Quim Moya**, APOGEA

## Derechos de autor

### © 2025 buildingSMART Spain

Los derechos de autor de la información que contiene esta publicación pertenecen a buildingSMART Spain. Esta publicación está disponible bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial - Compartirlgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Esto significa que usted es libre de:

Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar: remezclar, transformar y construir a partir del material.

Bajo los siguientes términos:

Reconocimiento: Debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios.

No Comercial: No puede utilizar el material para una finalidad comercial.

Compartir Igual: Si remezcla, transforma o crea a partir del material, deberá difundir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original.

Para más información: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

# Índice

## 1 El Panorama Digital de la Industria de la Construcción

## 2 Conceptos Fundamentales de Informática en openBIM

### 2.1 Datos

### 2.2 Modelo de Datos

### 2.3 Esquema de Datos

### 2.4 Formato

### 2.5 Archivo

### 2.6 Serialización

### 2.7 Parseo o Análisis Sintáctico

### 2.8 API (Interfaz de Programación de Aplicaciones)

### 2.9 Protocolo

### 2.10 Control de Versiones

### 2.11 Codificación Delta

### 2.12 Transmisión de Paquetes de Datos

### 2.13 Almacenamiento Basado en Objetos

### 2.14 Información vs. Datos

### 2.15 Contenedor de Información

- Clasificación según estructura de datos

- Tipos de Contenedores según uso

- Características Generales

### 2.16 Modelo de Información

- Ejemplos de Modelos de Información en la Construcción

- Aclaraciones Importantes

### 2.17 Mapeo de Datos, Información, Modelos de Información y Contenedores de Información en openBIM

## 3 Arquitectura de Datos en openBIM

### 3.1 Componentes de la Arquitectura de Datos en openBIM

### 3.2 Importancia de la Arquitectura de Datos en openBIM

### 3.3 Desafíos y Tendencias Futuras

## 4 Estándares de buildingSMART: Una Mirada más Profunda

### 4.1 Industry Foundation Classes (IFC)

- 4.1.1 Taxonomía de Datos en IFC: Propiedades, Atributos y Parámetros

### 4.2 Information Delivery Specification (IDS)

### 4.3 BIM Collaboration Format (BCF)

# Índice

## **5 Servicios de buildingSMART: Estructuras de Datos e Interfaces**

5.1 buildingSMART Data Dictionary (bSDD)

5.2 Servicio de Validación

## **6 Interconexiones y Flujos de Trabajo en openBIM**

6.1 Desmitificando el “Flujo de Trabajo openBIM”

6.2 Ejemplo de Flujo de Trabajo openBIM

6.3 Intercambio Basado en Archivos

6.4 Intercambio Basado en API

6.5 Enfoques Híbridos

6.6 Implicaciones para la Industria

## **7 Conclusiones**

Referencias

Anexo: Términos Clave y Acrónimos

# 1. El Panorama Digital de la Industria de la Construcción

La transformación digital está revolucionando la industria de la construcción, exigiendo la adaptación a nuevas tecnologías y metodologías para optimizar los procesos. Esta transformación no se limita a la adopción de herramientas avanzadas, sino que representa un cambio fundamental en la gestión y el intercambio de datos a lo largo del ciclo de vida de un activo construido. En este contexto, Building Information Modeling (BIM) se presenta como una solución clave, facilitando una colaboración más efectiva entre las partes interesadas. OpenBIM, es decir, BIM basado en estándares abiertos, aborda los desafíos de interoperabilidad y comunicación que históricamente han afectado a la industria.

Esta transformación digital se centra en los datos: cómo se estructuran, intercambian y utilizan a lo largo del ciclo de vida de los activos construidos. Para comprender plenamente openBIM, debemos profundizar en los conceptos informáticos subyacentes y explorar sus aplicaciones prácticas. La adopción de tecnologías digitales está redefiniendo la forma en que los profesionales de Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones (AECO) colaboran y gestionan proyectos. El intercambio eficiente y preciso de información es crucial para mejorar la productividad, reducir errores y costes, e impulsar la innovación en todo el sector. OpenBIM se está convirtiendo en un componente central de esta transformación digital.

Dicha transformación no solo responde a necesidades de eficiencia y productividad durante las fases de diseño y construcción, sino que también debe dar respuesta a la creciente necesidad de acceder y gestionar la información del entorno construido durante todo su ciclo de vida. Esta demanda se ve reflejada en el incremento de mandatos gubernamentales que requieren el uso de estándares abiertos, particularmente IFC, como demuestra el reciente informe actualizado "Global openBIM Mandates 2025" de buildingSMART International. En el contexto español, destaca la aprobación en 2023 del Plan BIM para la Contratación Pública, que establece el uso obligatorio de IFC para garantizar la independencia tecnológica en proyectos públicos a partir de abril de 2024. De manera similar, la Generalitat de Catalunya, a través del Acuerdo de Gobierno GOV/54/2025, de 4 de marzo, aprueba la Estrategia BIM 2030, consolidando y ampliando su compromiso iniciado en 2016 con la creación de la Comisión Interdepartamental BIM. Esta estrategia responde a la madurez alcanzada, con casi un 80% del importe total adjudicado para obras durante 2024 realizado a través de actuaciones con prescripciones BIM, evidenciando una clara tendencia hacia la adopción de estándares abiertos como base para la gestión de información durante todo el ciclo de vida de los activos construidos.

A medida que la industria avanza hacia una mayor digitalización, es esencial que los profesionales comprendan los conceptos informáticos que sustentan openBIM. Este conocimiento no solo les permite aprovechar al máximo las herramientas disponibles, sino que también los capacita para liderar la transformación digital en sus organizaciones. Este nuevo paradigma también está transformando los roles profesionales. Las profesiones tradicionales de la construcción, como arquitectos, ingenieros y contratistas, se complementan con nuevos perfiles que integran habilidades en tecnología, análisis de datos y gestión de la información. Los conceptos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) son cada vez más relevantes, ya que el trabajo con datos y herramientas digitales se convierte en una competencia esencial. OpenBIM proporciona un marco para navegar por el complejo panorama de la información en la construcción moderna, ayudando a los profesionales a adaptarse y prosperar en un entorno en constante cambio, donde la colaboración y la innovación son fundamentales para el éxito.

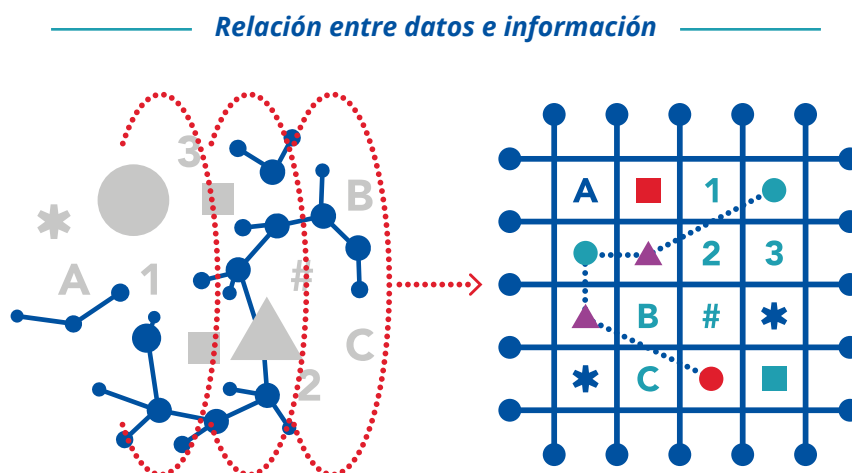
# 2. Conceptos Fundamentales de Informática en openBIM

Para entender cómo openBIM facilita esta transformación, es esencial familiarizarse con varios conceptos fundamentales en informática:

## 2.1. Datos

Los **datos** son la base de todos los procesos digitales en la industria AECO. Representan cualquier información sobre activos construidos durante todo su ciclo de vida (edificios, carreteras, puentes, túneles...), desde propiedades geométricas hasta especificaciones de materiales, costes y programaciones. En openBIM, los datos pueden existir en diversas formas y estados.

Es importante distinguir entre **datos e información**. Mientras que los datos son elementos brutos sin interpretar, la información es el resultado de procesar y dar significado a esos datos dentro de un contexto específico.



## 2.2. Modelo de Datos

Un **modelo de datos** es una representación abstracta de cómo se organizan y relacionan los datos. En openBIM, el modelo de datos principal es **orientado a objetos**, reflejando los componentes físicos y conceptuales de edificios e infraestructuras. Cada objeto o entidad representa un elemento constructivo, como muros, vigas o instalaciones, con sus propiedades y relaciones.

Los enfoques más recientes están explorando **modelos de datos basados en grafos y documentos** para aumentar la flexibilidad. Estos modelos permiten representar relaciones más complejas y no jerárquicas, facilitando la integración de datos provenientes de diferentes fuentes y formatos.



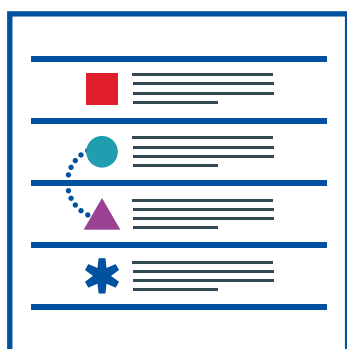
## 2.3 Esquema de Datos

Un esquema de datos define la estructura y las restricciones de un modelo de datos. Especifica los tipos de datos que se pueden almacenar, sus relaciones y las reglas que rigen su uso. En openBIM, el esquema IFC (Industry Foundation Classes, ver 4.1) es el ejemplo más destacado, proporcionando un estándar abierto para garantizar la interoperabilidad entre distintas aplicaciones y disciplinas.

IFC es un estándar ISO que establece una estructura normalizada y neutral para describir, compartir e intercambiar información digital de activos construidos. Desarrollado por buildingSMART, define cómo organizar la información sobre elementos constructivos, sus propiedades y las relaciones entre ellos, permitiendo la interoperabilidad entre diferentes aplicaciones BIM durante todo el ciclo de vida del activo.

La estructura IFC actúa como un lenguaje común que permite que diferentes programas informáticos puedan comunicarse entre sí, independientemente de su fabricante o estructura de datos nativa. Esto facilita que todos los agentes involucrados en un proyecto puedan acceder y utilizar la misma información sin pérdidas en las transferencias entre aplicaciones, consolidándose como uno de los pilares fundamentales del openBIM.”

Para comprender mejor cómo se utilizan y relacionan los esquemas de datos en openBIM, es importante conocer tres conceptos clave:



**1. IDM (Information Delivery Manual):** Es una metodología estándar ISO 29481-1 y 2 utilizada para documentar casos de uso de BIM, específicamente procesos y requisitos de intercambio de información. Tradicionalmente, ha sido el marco metodológico para la generación de MVDs.

**2. MVD (Model View Definition):** Es un subconjunto del esquema IFC que define una vista específica del modelo de construcción para un uso particular. Los MVDs actúan como “filtros” del esquema IFC completo, especificando qué entidades, atributos y relaciones son necesarios para un caso de uso concreto.

**3. IDS (Information Delivery Specification):** Desarrollado por buildingSMART International, IDS complementa a IDM y MVD. Su objetivo es proporcionar un estándar para que los usuarios definan requisitos de información alfanumérica en base al esquema de datos IFC de manera más detallada y específica, incluso a nivel de proyecto. (ver 4.2)

La relación entre estos conceptos se resume en la siguiente tabla:

IDM	MVD	IDS
Documenta los procesos y requisitos de intercambio de información a un nivel general de la industria	Traduce los requisitos en subconjuntos específicos del esquema IFC para su implementación en software	Permite a los usuarios definir requisitos de información más detallados y específicos, complementando los MVDs y adaptándose a necesidades particulares de proyectos u organizaciones

Esta evolución refleja un cambio en la industria hacia un intercambio de información más transaccional y flexible, alejándose del intercambio basado únicamente en archivos. El servicio UCM (Use Case Management) de buildingSMART International facilita la compartición de casos de uso consensuados de la industria, permitiendo identificar intercambios de información específicos que pueden ser definidos mediante IDS.

En el contexto de openBIM, estos conceptos trabajan juntos para asegurar que la información correcta esté disponible en el formato adecuado en el momento oportuno del proceso de construcción, mejorando la interoperabilidad y la eficiencia en la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

## 2.4 Formato

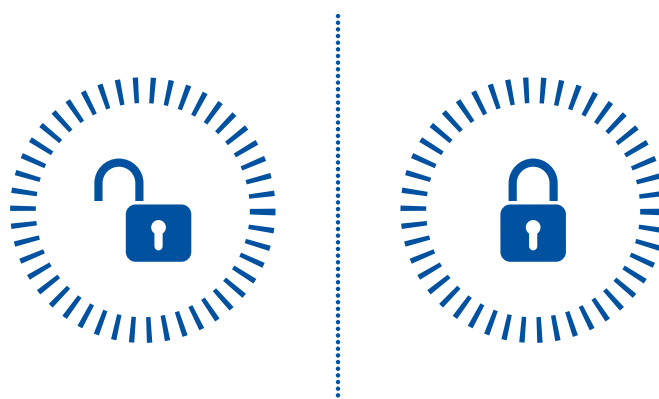
Un **formato** es una forma específica de codificar datos para su almacenamiento o transmisión. Los formatos pueden ser basados en texto (como XML o JSON) o binarios. En openBIM, vemos formatos como:

- **IFC-SPF (STEP Physical File):** Un formato de texto legible por máquina y compacto.
- **IFC-XML:** Representación en XML, más detallada y legible por humanos, aunque más pesada en tamaño.
- **IFC-JSON:** Formato basado en JSON, adecuado para aplicaciones web y servicios en la nube.



Es importante distinguir entre formatos abiertos y propietarios:

- **Formatos Abiertos:** Basados en estándares públicos, promueven la interoperabilidad y no requieren licencias específicas para su uso (ejemplo: IFC).
- **Formatos Proprietarios:** Desarrollados y controlados por empresas específicas, pueden requerir software particular para su uso.

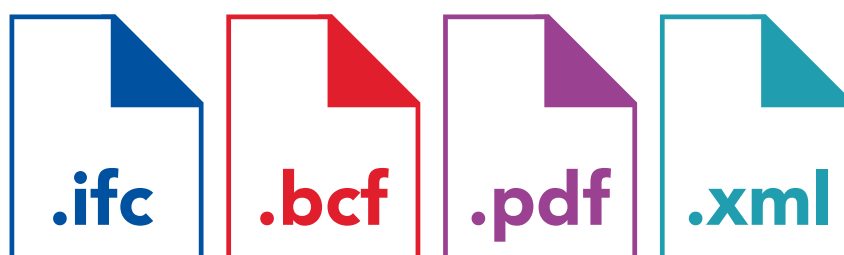




## 2.5 Archivo

Un **archivo** es una colección nombrada de datos almacenados en un sistema informático. En openBIM, los archivos son un método común para intercambiar datos entre diferentes aplicaciones de software. Estos archivos representan la concreción de los esquemas de datos en formatos específicos, conteniendo información tangible y estructurada del proyecto. Los tipos de archivo comunes incluyen:

- **Archivos IFC** (.ifc, .ifcXML, .ifcZIP): Contienen modelos de información del edificio o infraestructura en el estándar IFC.
- **Archivos BCF** (.bcf, .bcfzip): Contienen las incidencias y comentarios, intercambiados entre equipos, en relación a los objetos de los modelos en IFC. (ver 4.3)
- **Archivos PDF**: Contienen la documentación, planos en formato fijo y informes.
- **Archivos IDS** (.xml): Information Delivery Specification, un formato XML que contiene las especificaciones de los requisitos de intercambio de información en proyectos openBIM.



## 2.6 Serialización

La **serialización** es el proceso de convertir estructuras de datos complejas en un formato que pueda ser fácilmente almacenado o transmitido. En el contexto de openBIM, la serialización implica transformar los modelos de datos orientados a objetos (como los modelos BIM) en formatos estandarizados que puedan ser interpretados por diferentes sistemas y aplicaciones.

Este proceso es crucial para el intercambio de información entre diferentes herramientas y plataformas BIM, ya que permite:

1. **Almacenamiento eficiente**: Convierte los datos complejos en formatos más compactos y manejables.
2. **Transmisión de paquetes de datos**: Facilita el envío de información a través de redes, permitiendo la colaboración remota.
3. **Interoperabilidad**: Asegura que los datos puedan ser leídos y utilizados por diferentes aplicaciones BIM.

Por ejemplo, cuando un modelo BIM se guarda en alguno de los formatos IFC, se está realizando un proceso de serialización, convirtiendo la estructura de datos interna del software BIM en un formato estándar que puede ser interpretado por otras aplicaciones compatibles con IFC.

## 2.7 Parseo o Análisis Sintáctico

El **parseo**, también conocido como análisis sintáctico, es el proceso inverso a la serialización. Consiste en leer datos formateados y convertirlos de nuevo en una forma estructurada que el software pueda manipular. En español, el término “parsear” es ampliamente utilizado en el ámbito de la programación y la informática.

El parseo es esencial para la interoperabilidad en openBIM, ya que permite que diferentes aplicaciones interpreten y utilicen la información compartida de manera consistente. Cada software BIM incluye parsers (analizadores sintácticos) especializados para los formatos relevantes, asegurando que los datos puedan ser importados, procesados y utilizados eficazmente en el flujo de trabajo BIM (ver 6.1).

## 2.8 API (Interfaz de Programación de Aplicaciones)

Las **APIs** definen cómo deben interactuar diferentes componentes de software. En el contexto de openBIM, las APIs permiten que diferentes aplicaciones lean, escriban y manipulen datos de información de construcción.

Las APIs pueden ser:

- **Locales:** Operando dentro de un único sistema informático.
- **Basadas en web:** Permitiendo la interacción a través de internet, como servicios RESTful.

Las APIs son esenciales para integrar aplicaciones, automatizar procesos y facilitar el desarrollo de herramientas personalizadas.



## 2.9 Protocolo

Un protocolo es un conjunto de reglas que gobiernan el intercambio de datos entre sistemas. En openBIM, los protocolos definen cómo deben estructurarse y transmitirse los datos, ya sea a través de archivos o llamadas API.

Protocolos como **HTTP** pueden usarse para la comunicación en red, mientras que otro tipo de protocolos específicos pueden usarse para definir cómo se intercambia información dentro del contexto BIM.

## 2.10 Control de Versiones

Los sistemas de **control de versiones** rastrean los cambios en los datos a lo largo del tiempo, permitiendo la colaboración y la capacidad de revertir a estados anteriores. Aunque tradicionalmente se asocia con el desarrollo de software, el control de versiones es cada vez más importante en BIM para gestionar los cambios en los modelos.

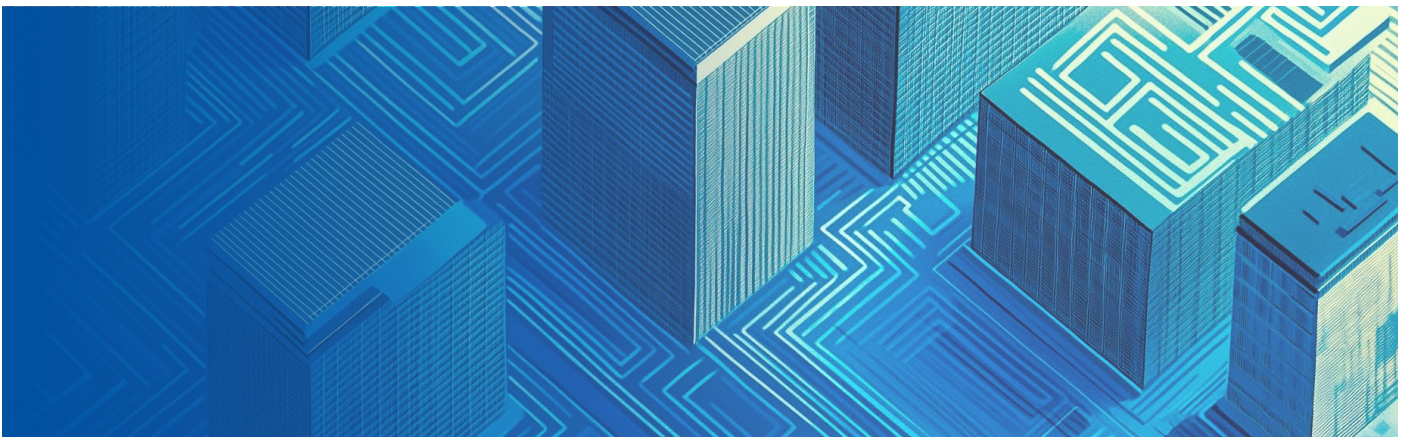
Herramientas como **Git** o soluciones específicas para BIM ayudan a:

- Registrar quién hizo cada cambio y cuándo.
- Gestionar ramas y fusiones de diferentes versiones.
- Mantener un historial completo del desarrollo del modelo.

## 2.11 Codificación Delta

La **codificación delta** es una forma de almacenar o transmitir datos en forma de diferencias entre datos secuenciales en lugar de archivos completos. Esto es particularmente útil para la sincronización eficiente de datos en entornos BIM colaborativos.

Al solo transmitir los cambios, se reduce el ancho de banda necesario y se mejora la eficiencia en la colaboración en tiempo real.

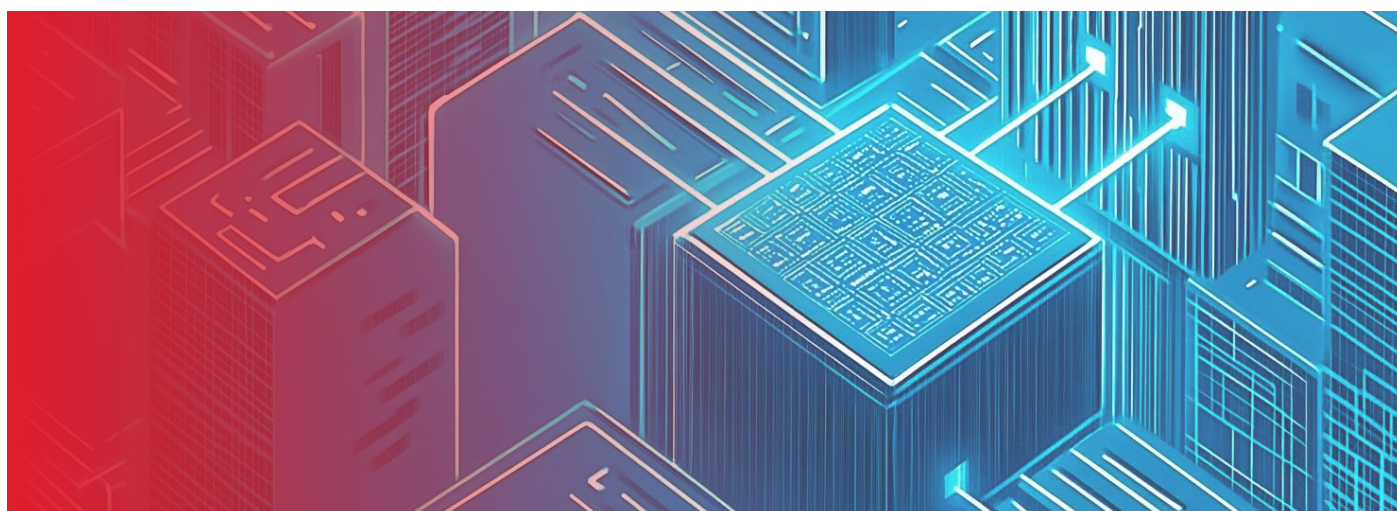
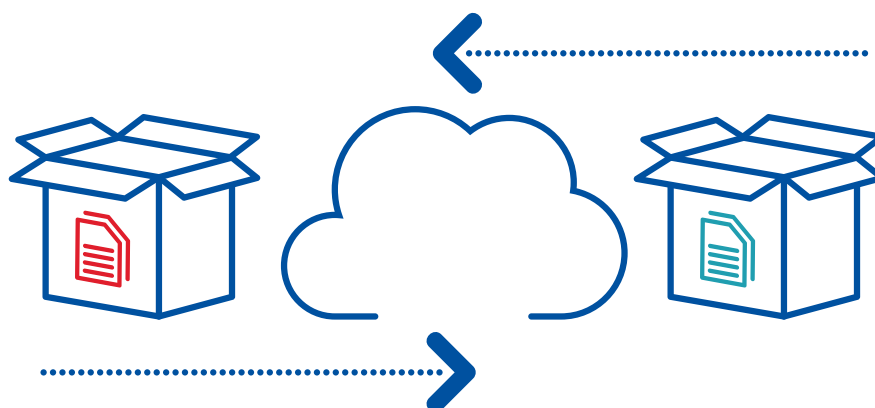


## 2.12 Transmisión de Paquetes de Datos

En el contexto de BIM, la **transmisión de paquetes de datos** se refiere al proceso de enviar y recibir conjuntos estructurados de información digital entre diferentes sistemas y participantes del proyecto. Este enfoque permite:

- 1. Intercambio eficiente:** Los datos se agrupan en paquetes lógicos, optimizando la transmisión y reduciendo la sobrecarga de la red.
- 2. Actualizaciones incrementales:** Se pueden enviar solo los paquetes de datos que han cambiado, en lugar de transmitir todo el modelo cada vez.
- 3. Colaboración en tiempo real:** Los participantes del proyecto pueden recibir y enviar paquetes de datos de forma sincronizada, facilitando el trabajo colaborativo.
- 4. Integración de sistemas:** Diferentes herramientas y plataformas BIM pueden intercambiar paquetes de datos específicos según sus necesidades.

Tecnologías como **WebSockets** o **protocolos de Publicación/Suscripción** facilitan esta transmisión bidireccional y asíncrona de paquetes de datos. Este método supera las limitaciones del intercambio tradicional basado en archivos estáticos completos, siendo fundamental para la implementación de entornos de datos comunes (CDE) y para potenciar la colaboración eficiente en proyectos BIM.







## 2.13 Almacenamiento Basado en Objetos

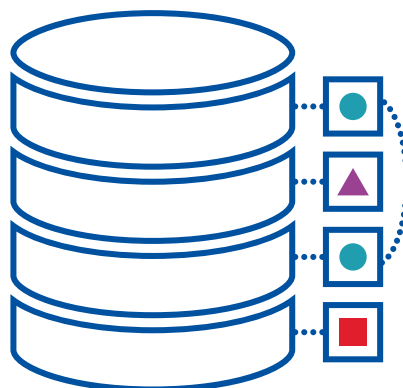
El **almacenamiento basado en objetos** es un paradigma que trata los datos como objetos discretos, cada uno con su identificador único y metadatos asociados. Este enfoque se basa en la programación orientada a objetos, que busca reproducir conceptos del mundo real en el ámbito digital. Por ejemplo, en el estándar IFC (Industry Foundation Classes) utilizado en BIM, encontramos entidades como “muro”, “persona” o “punto cartesiano”, que representan directamente elementos del mundo de la construcción.

Este modelo de almacenamiento puede considerarse una evolución de las bases de datos tradicionales. Mientras que una base de datos relacional organiza la información en tablas con filas y columnas, el almacenamiento basado en objetos permite una estructura más flexible y jerárquica, ideal para manejar la complejidad de los datos BIM.

### Características clave:

- 1. Flexibilidad:** Puede adaptarse fácilmente a diferentes tipos de datos y estructuras.
- 2. Escalabilidad:** Permite manejar grandes volúmenes de información de manera eficiente.
- 3. Metadatos enriquecidos:** Cada objeto puede tener asociada información descriptiva detallada.
- 4. Acceso distribuido:** Facilita el acceso y la colaboración desde múltiples ubicaciones.

Este enfoque es particularmente útil en plataformas de almacenamiento en la nube, donde se requiere gran escalabilidad y acceso simultáneo desde diferentes lugares. En el contexto de BIM, permite gestionar eficientemente la compleja red de relaciones entre los diferentes elementos de un proyecto de construcción, desde los componentes físicos hasta los procesos y la documentación asociada.



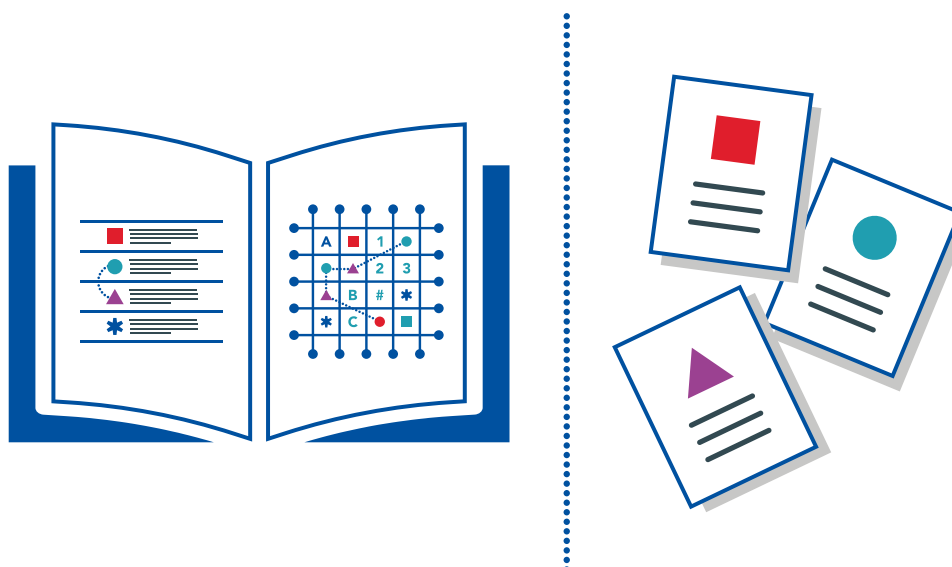
## 2.14 Información vs. Datos

- **Datos:** Hechos o cifras sin procesar, sin contexto ni interpretación.
- **Información:** Datos que han sido procesados, organizados, estructurados o presentados en un contexto determinado para hacerlos significativos y útiles. Según la ISO 19650, se trata de una representación reinterpretable de datos en una manera formateada y adecuada para su comunicación, interpretación o procesado.

En el contexto de BIM:

- Los **datos** podrían ser una lista de valores numéricos que representan coordenadas.
- La **información** sería estas coordenadas interpretadas como la geometría de un elemento de construcción, con metadatos asociados sobre su tipo, material, etc.

La distinción es crucial, ya que BIM trata de gestionar información útil, no solo datos aislados.



## 2.15 Contenedor de Información

La serie de normas ISO 19650 define un Contenedor de Información como un conjunto persistente y nombrado de información recuperable dentro de una jerarquía de almacenamiento de archivos, sistemas o aplicaciones.

### — Clasificación de los contenedores de información según la estructura de datos

La estructura de los datos determina cómo se organiza y almacena la información, lo que afecta directamente a su procesamiento y gestión. Se distinguen tres categorías principales:

	Definición	Características	Ejemplos
<b>Información Estructurada</b>	Datos organizados siguiendo un esquema rígido y predefinido, típicamente en formato tabular, relacional o siguiendo un esquema específico. Facilita búsquedas y análisis automatizados.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Esquema fijo y predefinido</li> <li>Formato tabular, relacional o schema específico</li> <li>Fácil de procesar por máquinas</li> <li>Validación estricta de datos</li> <li>Relaciones predefinidas entre elementos</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bases de datos SQL</li> <li>Hojas de cálculo completamente parametrizadas</li> <li>Registros de activos en formato tabular estructurado</li> <li>Archivos IFC (Industry Foundation Classes)</li> <li>Modelos BIM en formato nativo</li> <li>Datos tabulares con esquema fijo</li> <li>Bases de datos NoSQL con esquema definido</li> </ul>
<b>Información Semi-estructurada</b>	Datos que tienen cierta organización, pero no siguen un esquema rígido, permitiendo flexibilidad en su estructura y en la definición de sus elementos	<ol style="list-style-type: none"> <li>Estructura flexible pero identificable</li> <li>Etiquetas o marcadores para separar elementos</li> <li>Jerarquía variable</li> <li>Validación flexible</li> <li>Relaciones no predeterminadas</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Archivos CAD (.dwg, .dxf)</li> <li>Hojas de cálculo con formato parcial</li> <li>XML y JSON sin esquema definido</li> <li>Documentos HTML</li> <li>Correos electrónicos</li> <li>PDFs con XML incrustado</li> <li>Documentos de texto con metadatos</li> <li>Archivos de registro (logs) con formato variable</li> </ul>
<b>Información No Estructurada</b>	Datos sin formato predefinido, típicamente en lenguaje natural o contenido multimedia	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sin esquema predefinido</li> <li>Formato libre</li> <li>Difícil procesamiento automatizado</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentos de texto (.docx, .pdf)</li> <li>Imágenes y fotografías</li> <li>Videos</li> <li>Documentación técnica en formato libre</li> </ul>



## — Tipos de Contenedores según uso

### Modelos Geométricos

- Modelos BIM 3D
- Modelos de coordinación
- Nubes de puntos

### Planos

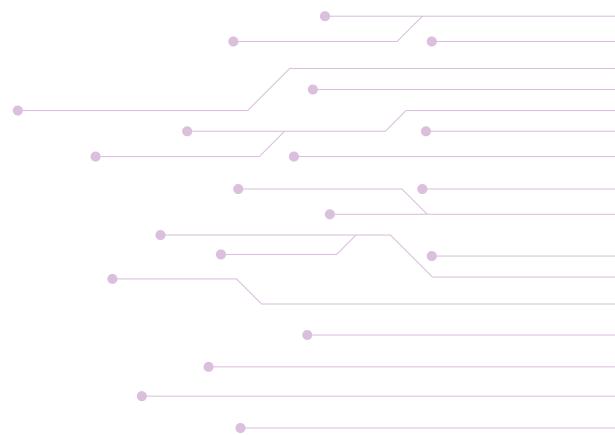
- Representaciones 2D
- Detalles constructivos
- Esquemas

### Documentos

- Especificaciones técnicas
- Memorias
- Informes

### Bases de Datos

- Registro de activos
- Costes y mediciones
- Mantenimiento y operaciones

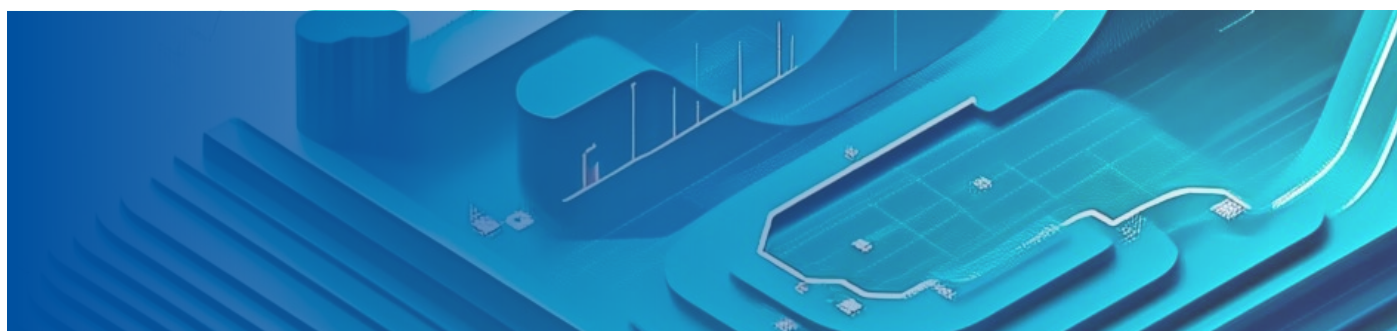


## — Características Generales

**Formatos Variados:** Pueden estar en múltiples formatos según su naturaleza y uso

**Contenido:** Pueden contener uno o varios tipos de información

**Metadatos:** Deben tener metadatos claros para su identificación y gestión eficiente



## 2.16 Modelo de Información

Según la serie de normas ISO 19650, un Modelo de Información es un conjunto de contenedores (ver 2.15) de información que representa la totalidad de la información de un activo o proyecto, abarcando tanto datos geométricos como no geométricos.

### — Ejemplos de Modelos de Información en la Construcción

#### 1. Modelo de Información de Proyecto

- Modelo BIM federado (.ifc)
- Planos de construcción (.pdf, .dwg)
- Especificaciones técnicas (.docx)
- Presupuesto y mediciones (.xlsx)
- Plan de obra (.mpp)
- Documentación de calidad (.pdf)

#### 2. Modelo de Información del Activo

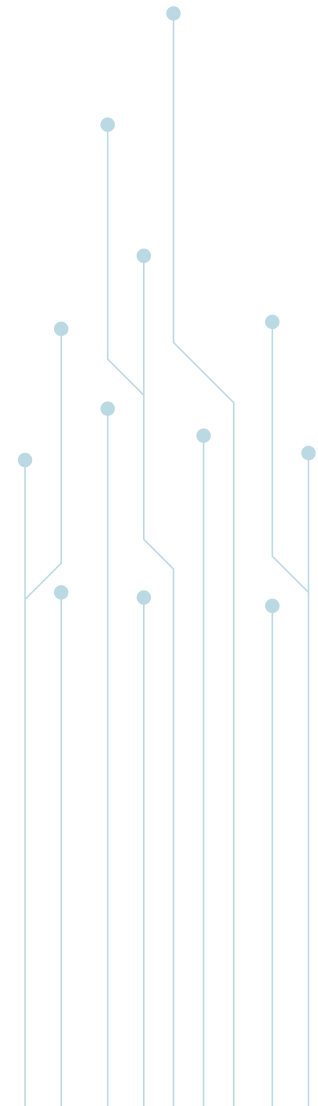
- Modelo as-built (.ifc)
- Manual de mantenimiento (.pdf)
- Base de datos de activos (.sql)
- Histórico de intervenciones (.xlsx)
- Documentación técnica de equipos (.pdf)
- Sistema GMAO integrado

#### 3. Modelo de Información de Licitación

- Memoria descriptiva (.docx)
- Pliego de condiciones (.pdf)
- Mediciones y presupuesto (.bc3)
- Planos técnicos (.dwg, .pdf)
- Estudio de seguridad (.pdf)

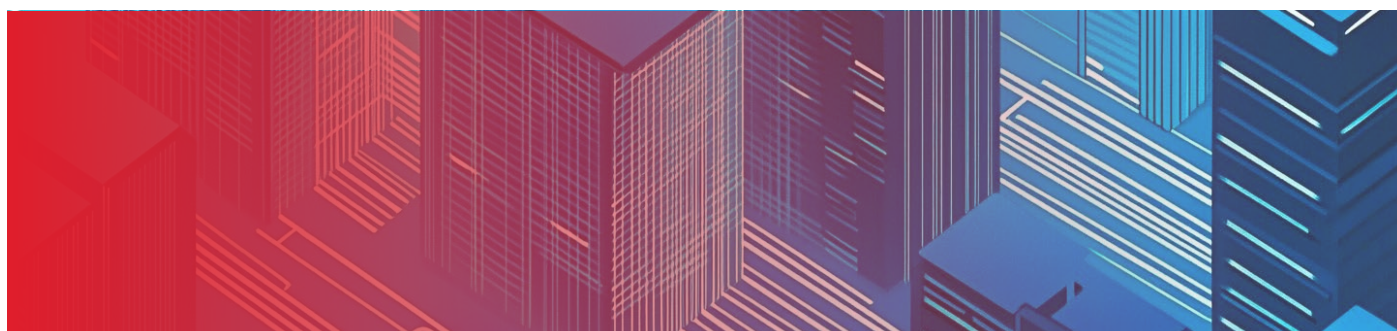
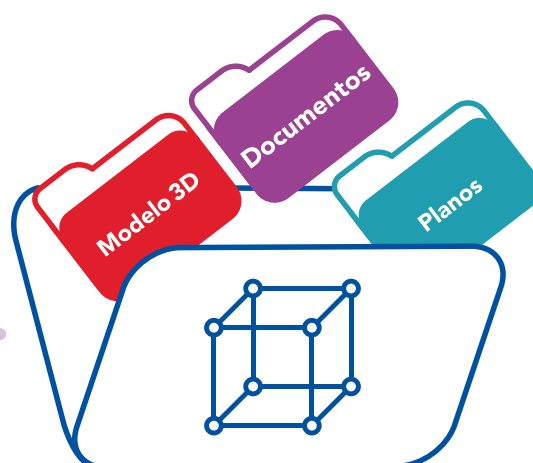
#### 4. Modelo de Control de Obra

- Informes diarios (.xlsx)
- Fotografías de avance (.jpg)
- Certificaciones mensuales (.bc3)
- Actas de reunión (.pdf)
- Modelo BIM de seguimiento (.ifc)



## — Aclaraciones Importantes

- Un **Contenedor de Información individual** (como un archivo .ifc de modelo BIM) puede contener mucha información pero sigue siendo un único contenedor.
- Un **Modelo de Información** es la agregación de múltiples contenedores que, en conjunto, representan la información completa para un propósito específico. Por ejemplo:
  - Un modelo BIM federado es un Modelo de Información porque combina varios contenedores (arquitectura.ifc + estructura.ifc + mep.ifc)
  - Un archivo ZIP de entrega de proyecto es un Modelo de Información si contiene el conjunto completo de contenedores necesarios
  - Una carpeta compartida en la nube con múltiples archivos organizados puede constituir un Modelo de Información
- **La clave está en que el Modelo de Información:**
  1. Tiene un propósito definido
  2. Combina diferentes tipos de contenedores
  3. Integra información estructurada y no estructurada
  4. Proporciona una visión completa para su objetivo



## 2.17 Relación entre Datos, Información, Contenedores de Información y Modelos de Información en openBIM

En el contexto de openBIM:

**0. Datos:** Forman la base, representados por valores y atributos individuales sin contexto.

**1. Información:** Se crea cuando estos datos se estructuran y se les da contexto dentro del entorno BIM.

**2. Contenedores de Información:** Unidades prácticas utilizadas para almacenar e intercambiar partes del Modelo de Información.

**3. Modelo de Información:** Estructura general que organiza toda la información del proyecto, integrando diferentes contenedores.

IFC juega un papel crucial en la transformación de los datos en el modelo de información:

- **Esquema Estandarizado:** Proporciona un estándar abierto para estructurar datos en información significativa.
- **Representación Versátil:** Puede representar Modelos de Información completos o partes específicas.
- **Contenedor en Sí Mismo:** Los archivos IFC actúan como Contenedores de Información transportables.

### *Ejemplo de la relación:*

**Datos:** (0, 0, 0), (5000, 0, 0), (5000, 3000, 0), (0, 3000, 0)



**Información:** Un muro con longitud 5000mm, altura 3000mm



**Contenedor de Información:** Arquitectonico.ifc (que contiene este y otros elementos del edificio)

**Modelo de Información:** Federación de varios contenedores de información: Arquitectónico.ifc - Estructuras.ifc - Instalaciones.ifc

Comprender estas relaciones es crucial para una implementación efectiva de los principios de openBIM y para garantizar que los datos puedan transformarse en información valiosa y procesable a lo largo del ciclo de vida del activo.

# 3. Arquitectura de Datos en openBIM

La **arquitectura de datos** juega un papel crucial en openBIM, proporcionando la estructura y organización necesarias para gestionar eficazmente la información a lo largo del ciclo de vida de un proyecto de construcción.

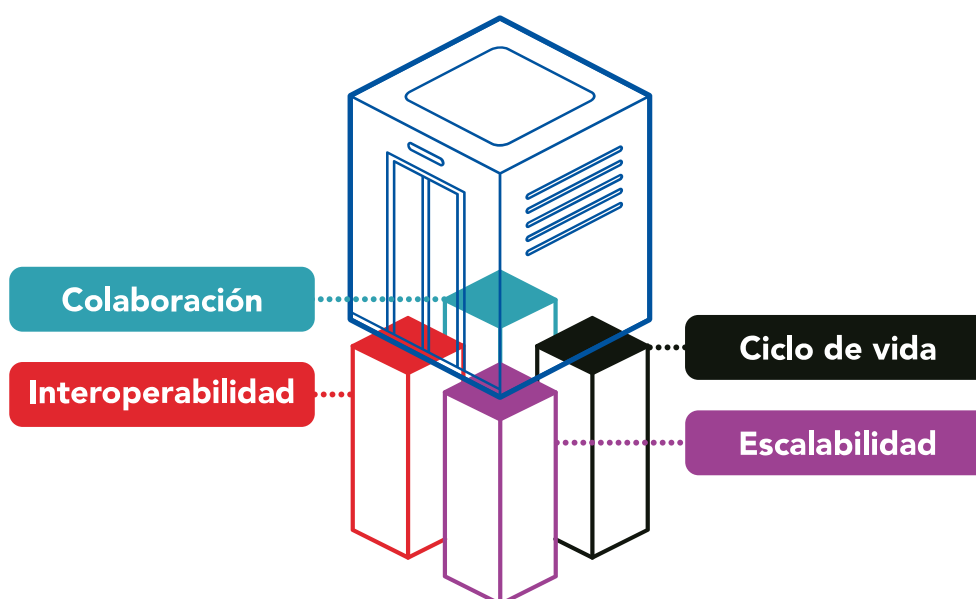
## 3.1 Componentes de la Arquitectura de Datos en openBIM

- **Modelos de Datos:** IFC actúa como el modelo de datos central, proporcionando una representación estandarizada de los elementos de construcción y sus relaciones.
- **Flujos de Datos:** Incluyen intercambios basados en archivos (como IFC) y basados en API, facilitando la colaboración entre diferentes disciplinas y herramientas.
- **Almacenamiento de Datos:** Abarca desde sistemas de archivos tradicionales hasta bases de datos orientadas a objetos y soluciones en la nube.
- **Integración de Datos:** Utiliza herramientas como el buildingSMART Data Dictionary (bSDD, ver 5.1) y tecnologías de datos enlazados para combinar información de diversas fuentes.
- **Gobernanza de Datos:** Implica la aplicación de estándares openBIM, validación de datos (ver 5.2), gestión de versiones y control de acceso para mantener la integridad y seguridad de la información.

## 3.2 Importancia de la Arquitectura de Datos en openBIM

- **Interoperabilidad:** Facilita el intercambio fluido de información entre diferentes sistemas y disciplinas, reduciendo incompatibilidades.
- **Escalabilidad:** Permite manejar proyectos de construcción cada vez más complejos y voluminosos sin perder eficiencia.
- **Colaboración:** Proporciona una base sólida para la colaboración en tiempo real y la toma de decisiones basada en datos precisos.
- **Ciclo de Vida:** Soporta la gestión de información a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio, desde el diseño hasta la operación y mantenimiento, asegurando que la información esté disponible cuando se necesite.

### Importancia de la Arquitectura de Datos en openBIM



## 3.3 Desafíos y Tendencias Futuras

• **Integración de Nuevas Tecnologías:** La incorporación de tecnologías como la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y Blockchain presenta nuevos retos y oportunidades para la arquitectura de datos en openBIM.

• **Inteligencia Artificial (IA):** Ofrece un gran potencial para mejorar el análisis de datos y la automatización de tareas.

• **Internet de las Cosas (IoT):** Facilita la generación continua de datos en tiempo real a través de sensores instalados en los edificios.

• **Blockchain:** Aporta mejoras en la trazabilidad y seguridad de los datos.

• **Gestión del Big Data:** El aumento en la cantidad y complejidad de los datos exige arquitecturas más robustas y eficientes para su almacenamiento y procesamiento.

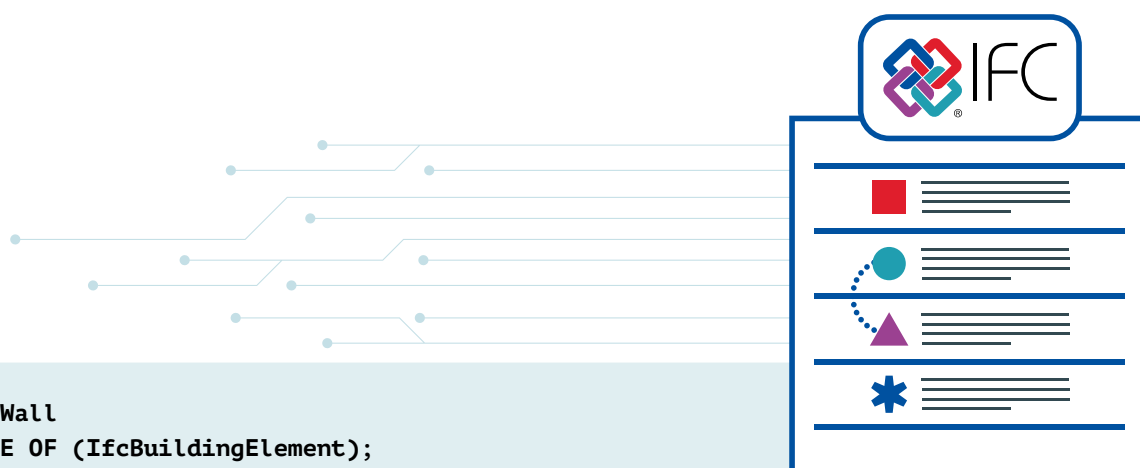
• **Privacidad y Seguridad:** La creciente importancia de la protección de datos requiere arquitecturas que garanticen la seguridad sin comprometer la colaboración, cumpliendo con regulaciones como el GDPR.



# 4. Estándares de buildingSMART: Una Mirada más Profunda

## 4.1 Industry Foundation Classes (IFC)

- **Naturaleza de los Datos:** IFC es un modelo de datos orientado a objetos que representa conceptos físicos y abstractos en el entorno construido.
- **Modelo de Datos:** IFC utiliza una estructura jerárquica con múltiples niveles de abstracción. En el nivel superior, hay conceptos abstractos como `IfcRoot`, que definen atributos comunes para todas las entidades IFC. Estos se ramifican en entidades más específicas como `IfcProduct` (para elementos físicos) e `IfcProcess` (para actividades).
- **Esquema de Datos:** El esquema IFC se define utilizando el lenguaje EXPRESS. Especifica entidades (similares a las clases en la programación orientada a objetos), atributos, relaciones y restricciones.



```

ENTITY IfcWall
  SUBTYPE OF (IfcBuildingElement);
  PredefinedType : OPTIONAL IfcWallTypeEnum;
  WHERE
    CorrectPredefinedType : NOT(EXISTS(PredefinedType)) OR
    (PredefinedType <> IfcWallTypeEnum.USERDEFINED) OR
    ((PredefinedType = IfcWallTypeEnum.USERDEFINED) AND EXISTS(SELF\IfcObject.ObjectType));
  END_ENTITY;
  
```

- **Serialización:** Los datos IFC pueden convertirse en múltiples formatos para ser interpretables:
  - **IFC-SPF (STEP Physical File):** Un formato compacto basado en texto que utiliza la codificación STEP.

**Ejemplo:**

```

#100= IFCWALL('10sjm$L5X4q000025QrE$V',#42,'Wall-1',$,'An exterior wall',#98,#23,$);
...
  
```



- **IFC-XML:** Una representación XML, más extensa pero legible y ampliamente soportada.

**Ejemplo:**

```
<IfcWall id="i100">
  <GlobalId>10sjm$L5X4q000025QrE$V</GlobalId>
  <OwnerHistory ref="i42"/>
  <Name>Wall-1</Name>
  <Description>An exterior wall</Description>
  <ObjectPlacement ref="i98"/>
  <Representation ref="i23"/>
</IfcWall>
...

```

- **IFC-JSON:** Un formato basado en JSON, adecuado para aplicaciones web y servicios en la nube.

**Ejemplo:**

```
{
  "type": "IfcWall",
  "globalId": "10sjm$L5X4q000025QrE$V",
  "ownerHistory": {"ref": 42},
  "name": "Wall-1",
  "description": "An exterior wall",
  "objectPlacement": {"ref": 98},
  "representation": {"ref": 23}
}
...

```

• **Análisis Sintáctico:** Existen diferentes analizadores sintácticos para cada formato de serialización. Por ejemplo, la biblioteca **IfcOpenShell** puede analizar archivos IFC-SPF, mientras que los analizadores XML estándar pueden manejar IFC-XML.

• **APIs y acceso programático a datos IFC:** hay varias formas de interactuar programáticamente con datos IFC:

1. **Bibliotecas IFC:** Existen diversas bibliotecas de código abierto y comerciales que permiten leer, escribir y manipular archivos IFC. Ejemplos incluyen IfcOpenShell, IFC.js, xBIM, IFC++,...

2. **APIs específicas:**

- a. bSDD API: Permite acceder al buildingSMART Data Dictionary.
- b. openCDE API: Facilita la interacción con Entornos de Datos Comunes. (ver 6.2.6)
- c. BCF API: Para manejar el formato BIM Collaboration Format.

3. **Implementaciones propietarias:** Muchas aplicaciones BIM ofrecen sus propias APIs para interactuar con datos IFC dentro de sus ecosistemas.

Estas herramientas y APIs generalmente permiten operaciones como:

- Consultar la estructura del modelo IFC.
- Modificar propiedades y atributos de elementos IFC.
- Validar contra el esquema IFC para asegurar conformidad.
- Consultar la estructura del modelo.
- Modificar propiedades y atributos.
- Validar contra el esquema para asegurar conformidad.

## 4.1.1 Taxonomía de Datos en IFC: Propiedades, Atributos y Parámetros

**Contextualización:** En la sección anterior hemos visto cómo IFC utiliza una estructura jerárquica orientada a objetos, con entidades que representan elementos físicos y conceptuales del entorno construido. Para comprender mejor cómo se organiza y estructura la información en IFC, es fundamental distinguir entre tres conceptos clave que a menudo se confunden: propiedades, atributos y parámetros.

### Diferenciación Conceptual:

#### 1. Atributos:

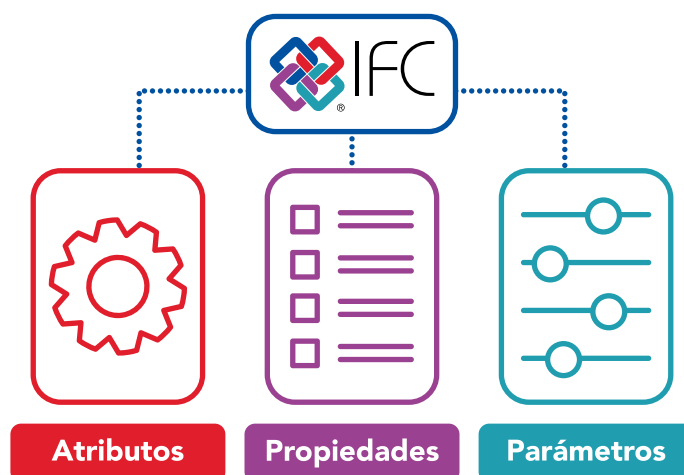
- Campos estandarizados y predefinidos en entidades IFC
- Heredados de IfcRoot por todas las clases descendientes
- Definen características esenciales que aseguran la consistencia global del esquema
- Ejemplo: GlobalId, OwnerHistory, Name, Description

#### 2. Propiedades:

- Datos personalizables organizados en conjuntos de propiedades (Property Set o Pset)
- Proporcionan información adicional sobre entidades IFC
- Flexibles y extensibles según necesidades específicas
- Ejemplo: especificaciones de materiales, requisitos normativos

#### 3. Parámetros:

- No definidos explícitamente en IFC
- Utilizados principalmente en modelado paramétrico
- Controlan comportamiento y restricciones del modelo
- Ejemplo: parámetros que definen relaciones geométricas



## Anatomía de una Propiedad IFC

La estructura de una propiedad en IFC sigue una taxonomía específica:

### 1. Identificación:

- Nombre: Identificador único de la propiedad
- Descripción: Explicación detallada del propósito y uso

### 2. Caracterización:

- Tipo de Datos: Especificación del tipo (IfcInteger, IfcString, etc.)
- Unidad: Unidad de medida aplicable
- Valor: Datos asignados a la propiedad

### 3. Contextualización:

- Conjunto de Propiedades (Pset): Agrupación lógica de propiedades relacionadas
- Aplicabilidad: Entidades IFC donde la propiedad es relevante

### Ejemplo Práctico:

#### Property:

**Name:** FireRating  
**Description:** "Fire rating for this object"  
**DataType:** IfcLabel  
**PropertySet:** Pset\_WallCommon  
**Applicability:** IfcWall  
**Value:** "R90"



## 4.2 Information Delivery Specification (IDS)

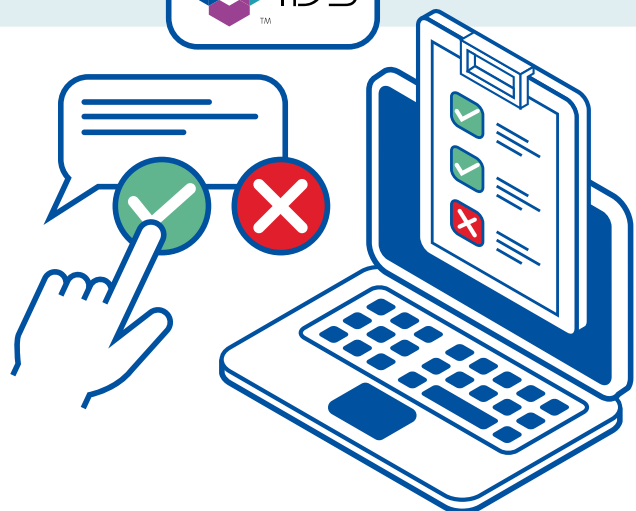
- **Naturaleza de los Datos:** IDS es un formato de especificación legible por máquina.
- **Modelo de Datos:** IDS utiliza un formato estructurado para definir requisitos para intercambios de datos IFC, especificando qué información debe proporcionarse y en qué forma.
- **Esquema de Datos:** El esquema IDS se define típicamente en XML Schema Definition (XSD).
- **Serialización:** IDS se serializa generalmente en formato XML.

### Ejemplo:

```
<ids:ids xmlns:ids="http://standards.buildingsmart.org/IDS">
  <ids:info>
    <ids:title>Requisitos de Intercambio de Muro Simple</ids:title>
  </ids:info>
  <ids:specifications>
    <ids:specification name="Requisitos de Muro" ifcVersion="IFC4" description="Requisitos para muros">
      <ids:applicability>
        <ids:entity>
          <ids:name>
            <ids:simpleValue>IFCWALL</ids:simpleValue>
          </ids:name>
        </ids:entity>
      </ids:applicability>
      <ids:requirements>
        <ids:property dataType="IFCLABEL" minOccurs="1">
          <ids:propertySet>
            <ids:simpleValue>Pset_WallCommon</ids:simpleValue>
          </ids:propertySet>
          <ids:name>
            <ids:simpleValue>Reference</ids:simpleValue>
          </ids:name>
        </ids:property>
      </ids:requirements>
    </ids:specification>
  </ids:specifications>
</ids:ids>
```



- **Análisis Sintáctico:** Se pueden utilizar analizadores XML estándar para leer e interpretar archivos IDS.
- **API:** Aunque no existe una API estandarizada específica para IDS, hay bibliotecas y herramientas que permiten trabajar con ellos programáticamente.



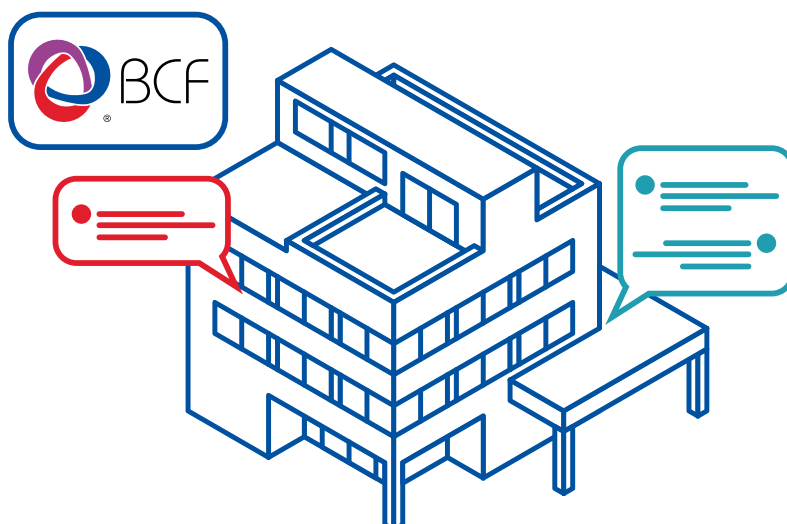
## 4.3 BIM Collaboration Format (BCF)

- **Naturaleza de los Datos:** BCF es un formato de datos basado en XML para el seguimiento de problemas y la comunicación en entornos BIM.
- **Modelo de Datos:** BCF representa temas o incidencias relacionadas con un modelo BIM, incluyendo:
  - **Puntos de Vista:** Capturas de pantalla o vistas del modelo que ilustran el problema.
  - **Comentarios:** Mensajes de texto explicando la incidencia.
  - **Estado:** Información sobre el estado actual de la incidencia (abierto, resuelto, cerrado).
- **Esquema de Datos:** El esquema BCF se define utilizando XML Schema Definition (XSD).
- **Serialización:** Los datos BCF se serializan en formato XML.

### Ejemplo:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Markup>
  <Topic Guid="63E78882-7C6A-4BF7-8982-FC478AFB9C97" TopicType="Issue" TopicStatus="Open">
    <Title>Problema de altura del techo</Title>
    <CreationDate>2021-02-15T12:00:00</CreationDate>
    <CreationAuthor>juan@ejemplo.com</CreationAuthor>
    <Description>La altura del techo en esta habitación es demasiado baja.</Description>
  </Topic>
  <Viewpoints Guid="22BFC000-3501-4AAC-A884-CD172D664DB6">
    <Viewpoint>Viewpoint.bcfv</Viewpoint>
    <Snapshot>Snapshot.png</Snapshot>
  </Viewpoints>
</Markup>
```

- **Análisis Sintáctico:** Se pueden utilizar analizadores XML estándar para leer e interpretar archivos BCF.
- **API:** La **API BCF** permite la creación, lectura y modificación programática de datos BCF. Típicamente se implementa como un servicio web RESTful, facilitando la integración en diversas aplicaciones y flujos de trabajo.



# 5. Servicios de buildingSMART: Estructuras de Datos e Interfaces

## 5.1 buildingSMART Data Dictionary (bSDD)

- **Naturaleza de los Datos:** bSDD es una base de datos de biblioteca de referencia.
- **Modelo de Datos:** Representa objetos, sus atributos y relaciones, admitiendo traducciones multilingües y mapeos entre diferentes sistemas de clasificación.
- **Funcionalidad:**
  - **Referencia Estándar:** Proporciona definiciones estandarizadas para términos y propiedades.
  - **Interoperabilidad Semántica:** Facilita la comprensión común entre diferentes disciplinas y aplicaciones.
  - **Soporte Multilingüe:** Promueve la colaboración internacional.
- **API:** bSDD proporciona una **API RESTful** para consultar y recuperar datos del diccionario.

### *Ejemplo de llamada API:*

`GET /api/Domain/v1/Classifications`





## 5.2 Servicio de Validación

- **Naturaleza de los Datos:** Este servicio procesa archivos IFC y genera informes de validación.
- **Modelo de Datos:** Las reglas de validación se basan típicamente en MVDs (Model View Definitions) u otras restricciones especificadas.
- **Funcionalidad:**
  - **Verificación de Conformidad:** Asegura que los modelos cumplen con estándares y requerimientos específicos.
  - **Detección de Errores:** Identifica inconsistencias y problemas en el modelo.
- **API:** El servicio de validación a menudo expone una API para la presentación programática de archivos y la recuperación de resultados, integrándose en flujos de trabajo automatizados.





# 6. Interconexiones y Flujos de Trabajo en openBIM

## 6.1 Desmitificando el “Flujo de Trabajo openBIM”

Es importante aclarar que no existe un único “flujo de trabajo openBIM” universal. Como señala Evandro Alfieri, Product, Manager del Servicio de Validación IFC en buildingSMART International, openBIM se refiere más a un enfoque flexible basado en estándares abiertos que a un flujo de trabajo específico.

### Conceptos clave:

- **openBIM:** Trabajar con BIM de manera “abierta”, utilizando estándares y soluciones de buildingSMART International (bSI).
- **Flujo de Trabajo:** Secuencia de actividades para lograr un resultado específico.

### Características de los flujos de trabajo openBIM:

- **Diversidad de flujos:** Cada proyecto puede tener su propio flujo adaptado.
- **Uso flexible de estándares:** No es necesario utilizar todos los estándares bSI en cada flujo.
- **Adaptabilidad:** Los flujos varían según las necesidades del proyecto y las herramientas involucradas.
- **Enfoque en la interoperabilidad:** Lo que define un flujo openBIM es su promoción de la apertura y la interoperabilidad.

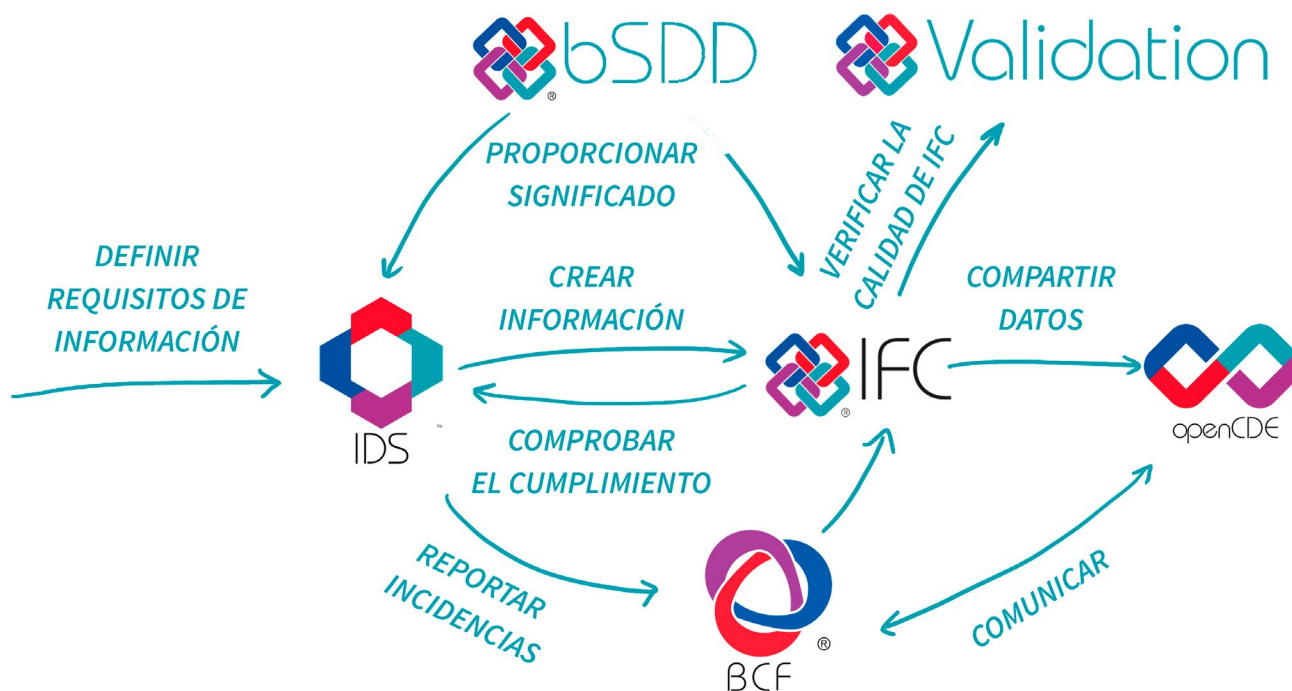


## 6.2 Ejemplo de Flujo de Trabajo openBIM

Aunque no existe un flujo “perfecto”, podemos ilustrar un ejemplo que incorpora principios openBIM:

- 1. Definición de Requisitos:** Utilizar IDS para establecer los requerimientos de información del proyecto.
- 2. Semántica:** bSDD proporciona significado estandarizado a los elementos del modelo.
- 3. Creación de Información:** Generar el modelo BIM según los requisitos de IDS y la semántica de bSDD.
- 4. Validación IFC:** Verificar la calidad y el cumplimiento del modelo utilizando el servicio de validación.
- 5. Exportación IFC:** Convertir y exportar el modelo al formato IFC estándar.
- 6. Compartir Datos:** Distribuir el modelo IFC a través de la plataforma para colaboración compatible con openCDE.
- 7. Comunicación:** Emplear BCF para reportar problemas, coordinar cambios y mantener la comunicación del equipo.
- 8. Comprobación de Cumplimiento:** Verificar que los datos cumplen con los requisitos establecidos.
- 9. Iteración:** Actualizar el modelo IFC, revalidar y compartir según sea necesario durante el desarrollo del proyecto.
- 10. Entrega Final:** Proporcionar el modelo IFC validado junto con toda la documentación asociada.

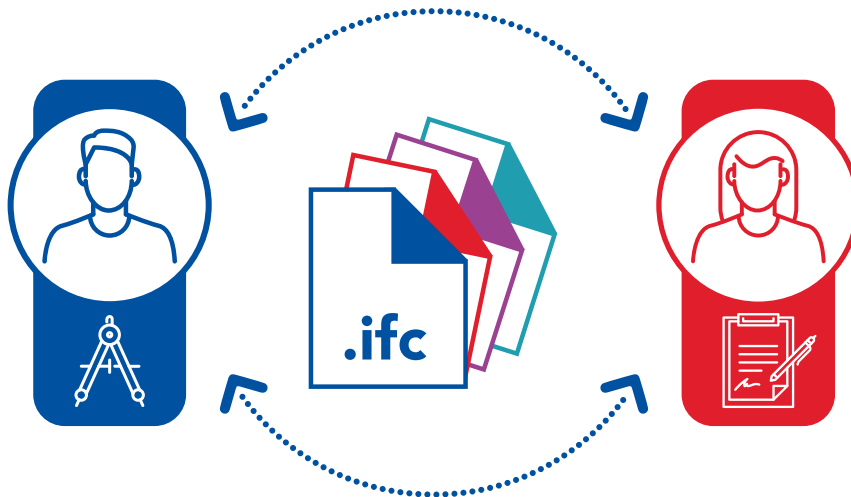
*Ejemplo de flujo de trabajo openBIM y la posible relación entre estándares y servicios bSI*



## 6.3 Intercambio Basado en Archivos

En los flujos de trabajo tradicionales de openBIM, el intercambio de datos a menudo ocurre a través de archivos. Ejemplo:

- Un arquitecto crea un modelo de edificio y lo exporta como un archivo IFC.
- Este archivo se serializa en un formato específico (por ejemplo, IFC-SPF).
- El archivo se comparte con un ingeniero estructural.
- El software del ingeniero analiza sintácticamente el archivo IFC, reconstruyendo el modelo de datos.
- El ingeniero realiza cambios y exporta un nuevo archivo IFC.
- El control de versiones podría gestionarse manualmente o a través de un sistema de gestión de documentos.



### Ventajas:

- **Simplicidad:** Fácil de implementar y entender.
- **Compatibilidad:** Amplio soporte en diversas aplicaciones.

### Desventajas:

- **Ineficiencia:** Archivos grandes pueden ser difíciles de manejar.
- **Desincronización:** Riesgo de trabajar con versiones desactualizadas.



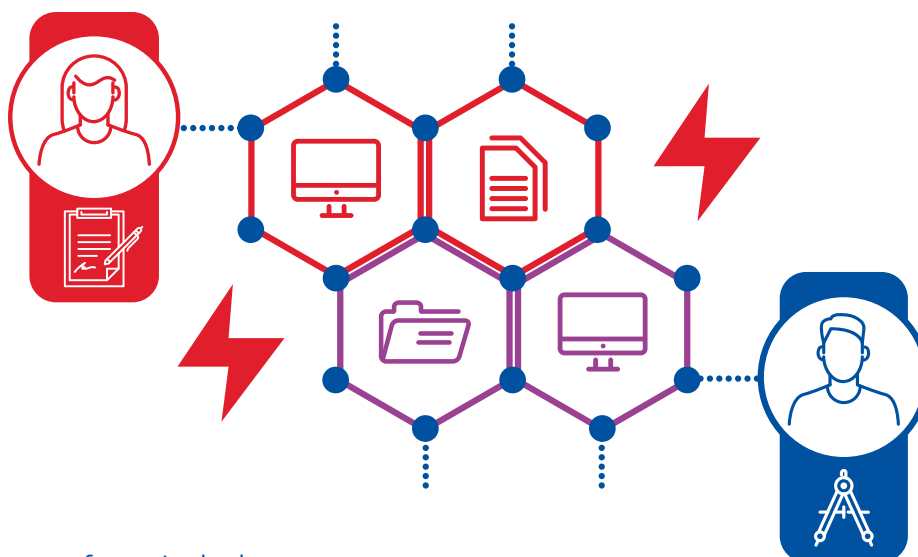
## 6.4 Intercambio Basado en API

Las soluciones modernas de openBIM están utilizando cada vez más intercambios basados en API. Características:

- **Transmisión en Tiempo Real:** Permite actualizaciones inmediatas.
- **Codificación Delta:** Solo se transmiten los cambios, no el modelo completo.
- **Almacenamiento Basado en Objetos:** Gestión flexible de datos.
- **Control de Versiones Granular:** Seguimiento detallado de cambios.

### Ejemplo:

- El software BIM de un arquitecto expone una API que permite la consulta y modificación en tiempo real del modelo.
- Una herramienta de análisis estructural se conecta a esta API, recuperando solo los datos necesarios y devolviendo los cambios.
- El sistema utiliza codificación delta para transmitir eficientemente los cambios realizados.
- El control de versiones es manejado automáticamente, rastreando todos los cambios.



### Ventajas:

- **Eficiencia:** Menor transferencia de datos.
- **Colaboración Mejorada:** Trabajo simultáneo y coordinado.
- **Flexibilidad:** Integración con diversas aplicaciones y servicios.

### Desafíos:

- **Complejidad Técnica:** Requiere infraestructura y protocolos más avanzados.
- **Seguridad:** Necesidad de proteger el acceso y la transmisión de datos.



## 6.5 Enfoques Híbridos

Muchos flujos de trabajo modernos de openBIM combinan enfoques basados en archivos y en API:

- **Transferencias Grandes:** Se pueden utilizar exportaciones de archivos para hacer más eficiente el manejo de grandes volúmenes de datos.
- **Colaboración en Tiempo Real:** Ocurre a través de APIs para actualizaciones más frecuentes y coordinadas.
- **Compatibilidad:** El sistema utiliza almacenamiento basado en objetos internamente, pero proporciona exportaciones de archivos para cumplimiento con estándares o requisitos externos.



## 6.6 Implicaciones para la Industria

Comprender la flexibilidad inherente a los flujos de trabajo openBIM es fundamental para:

- **Adaptabilidad:** Permite a los equipos adaptar sus procesos a las necesidades específicas de cada proyecto.
- **Innovación:** Fomenta la creatividad en la aplicación de estándares openBIM.
- **Mejora Continua:** Facilita la evolución y optimización de los procesos a medida que se desarrollan nuevas herramientas y estándares.

# 7. Conclusiones

El ecosistema openBIM es una interacción compleja de **modelos de datos, esquemas, formatos y servicios**. A medida que la industria continúa evolucionando, también lo harán las estructuras de datos e interfaces subyacentes, impulsando representaciones digitales más flexibles, eficientes e interoperables de nuestro entorno construido. Este documento pretende ayudar en la comprensión de los conceptos informáticos y su aplicación en nuestra industria, dada la necesidad que se presenta de aprovechar eficazmente las tecnologías openBIM.

La **arquitectura de datos en openBIM** desempeña un papel fundamental en esta evolución, proporcionando el marco necesario para organizar, gestionar y utilizar eficazmente la vasta cantidad de información generada en los proyectos de construcción modernos. El conocimiento de los conceptos técnicos aquí expuestos facilita herramientas a los profesionales del sector AECO estar mejor posicionados para liderar la transformación digital de la industria, aprovechando al máximo las capacidades de openBIM para mejorar la eficiencia, la colaboración y la calidad en todo el ciclo de vida de los activos construidos.

Este trabajo pretende apoyar la cultura de **colaboración y aprendizaje continuo**, adoptando estándares abiertos y prácticas recomendadas. El conocimiento de las herramientas y nuevos conceptos en este ámbito permitirán a los profesionales adaptarse a las demandas cambiantes y contribuir activamente a la innovación en el sector.

# Referencias

## Estándares IFC y Documentación Técnica:

[1] buildingSMART International, "Industry Foundation Classes (IFC) 4.3", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: [https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4\\_3/](https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_3/)

[2] buildingSMART International, "IFC Schema Specifications", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

## Estándares de Intercambio de Información:

[3] buildingSMART International, "Information Delivery Manual (IDM)", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://technical.buildingsmart.org/standards/information-delivery-manual/>

[4] buildingSMART International, "Model View Definition (MVD)", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://technical.buildingsmart.org/standards/mvd/>

[5] buildingSMART International, "Information Delivery Specification (IDS)", technical.buildingsmart.org, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/information-delivery-specification-ids/>

## Estándares de Colaboración:

[6] buildingSMART International, "BIM Collaboration Format (BCF)", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format/>

[7] buildingSMART International, "BCF REST API", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://github.com/buildingSMART/BCF-API>

## Servicios buildingSMART:

[8] buildingSMART International, "buildingSMART Data Dictionary (bsDD)", bsdd.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.buildingsmart.org/users/services/buildingsmart-data-dictionary/>

[9] buildingSMART International, "Validation Service", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://technical.buildingsmart.org/services/validation-service/>

## Normas ISO:

[10] UNE, "UNE-EN ISO 19650-1:2019 Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM", Une.org, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0062137>

[11] UNE, "UNE-EN ISO 19650-2:2019 Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM", Une.org, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0062138>

[12] UNE, "UNE-EN ISO 19650-3:2021 Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM", Une.org, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0064661>

[13] UNE, "UNE-EN ISO 19650-4:2023 Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM", Une.org, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0071082>



[14] UNE, "UNE-EN ISO 19650-5:2020 Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM", Une.org, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0064916>

### Recursos Generales:

[15] buildingSMART International, "Technical Resources", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://technical.buildingsmart.org/resources/>

[16] buildingSMART Spain, "Recursos Técnicos", buildingsmart.es, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.buildingsmart.es/recursos/>

[17] buildingSMART International, "openCDE API", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://github.com/buildingSMART/OpenCDE-API>

### Documentación de Implementación:

[18] buildingSMART International, "Implementation Support", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://technical.buildingsmart.org/implementation/https://technical.buildingsmart.org/resources/ifcimplementationguidance/>

[19] buildingSMART International, "Standards Library", technical.buildingsmart.org, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/standards-library/>

# Anexo: Términos Clave y Acrónimos

- **AECO:** Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones.
- **BIM:** Building Information Modeling (Modelado de Información de Construcción).
- **openBIM:** Enfoque basado en estándares abiertos para BIM.
- **IFC:** Industry Foundation Classes, estándar abierto para modelos BIM.
- **API:** Interfaz de Programación de Aplicaciones.
- **CDE:** Entorno Común de Datos (Common Data Environment).
- **ISO 19650:** Norma internacional para gestión de información en BIM.
- **EXPRESS:** Lenguaje de modelado de datos utilizado en IFC.
- **IDM:** Information Delivery Manual.
- **MVD:** Model View Definition, definiciones de vistas del modelo.
- **bSDD:** buildingSMART Data Dictionary.
- **IDS:** Information Delivery Specification, especificación para requisitos de intercambio de información.
- **BCF:** BIM Collaboration Format, formato para la comunicación de problemas en BIM.
- **COBie:** Construction Operations Building Information Exchange, estándar para el intercambio de información de operaciones y mantenimiento.
- **XML:** eXtensible Markup Language, utilizado en formatos como IFC-XML y BCF.
- **JSON:** JavaScript Object Notation, utilizado en el formato IFC-JSON.
- **STEP:** Standard for the Exchange of Product model data, base para el formato de archivo IFC-SPF.
- **IoT:** Internet of Things, mencionado en el contexto de nuevas tecnologías en BIM.
- **IA:** Inteligencia Artificial, mencionada en el contexto de nuevas tecnologías en BIM.
- **GDPR:** General Data Protection Regulation (Reglamento General de Protección de Datos), normativa de la Unión Europea sobre protección de datos y privacidad.

