

# "IMPLEMENTACIÓN DE UN AMBIENTE COMÚN DE DATOS BIM EN LOS FLUJOS DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN ASOCIADA CON EL PROYECTO ENTRE UN MANDANTE Y PROVEEDOR DE SERVICIOS DE CONSTRUCCIÓN, APLICADO A LA EMPRESA TALAC EN EL PROYECTO FILE 431"

*F. Alvarez Mora<sup>1</sup>, L. Roa Rojas<sup>2</sup>, C. Correa Rogel<sup>3</sup>*

## **RESUMEN:**

La adopción de la metodología BIM ha crecido considerablemente en los últimos años, enfocándose en el uso de software para la modelización de proyectos, lo que ha llevado a una mayor disponibilidad de datos digitales asociados a los activos. No obstante, persisten problemas técnicos al compartir esta información, lo que hace crítico el modo en que se intercambia entre las partes interesadas. Es clave transferir los datos asociados a un activo durante todo su ciclo de vida, y la eficiencia de los flujos de trabajo y las herramientas utilizadas es esencial para un intercambio óptimo de datos. Adicionalmente, subraya la importancia de entregar un modelo digital As-Built al finalizar la construcción, asegurando datos precisos para la fase operativa del activo. Este enfoque se aplica al Proyecto File 431, realizado por la empresa Talac. Este estudio propone la implementación de herramientas que mejoren la transferencia de información digital entre el propietario del proyecto y la empresa constructora.

**PALABRAS CLAVES:** activo, información, ciclo de vida, intercambio, modelo As-Built.

## **ABSTRACT:**

The adoption of BIM methodology has grown considerably in recent years, focusing on the use of software for project modeling, which has led to greater availability of digital data associated with assets. However, technical problems persist in sharing this information, making it critical how it is exchanged between stakeholders. It is key to transfer the data associated with an asset throughout its lifecycle, and the efficiency of the workflows and tools used is essential for optimal data exchange. Additionally, it underlines the importance of delivering an As-Built digital model at the end of construction, ensuring accurate data for the operational phase of the asset. This approach is applied to the File 431 Project, carried out by Talac. This study proposes the implementation of tools to improve the transfer of digital information between the project owner and the construction company.

**KEYWORDS:** asset, information, cycle of life, exchange, As-Built model

<sup>1</sup>Estudiante, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, [falvarezm@ing.usc.cl](mailto:falvarezm@ing.usc.cl)

<sup>2</sup>Profesor Guía, Depto. de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, [lroa@ucsc.cl](mailto:lroa@ucsc.cl)

<sup>3</sup>Profesor Informante, Depto. de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, [claudiocorrea@ucsc.cl](mailto:claudiocorrea@ucsc.cl)

## 1. INTRODUCCIÓN

Con la aparición de la metodología BIM ha sido posible observar durante los últimos años, cómo un nuevo sistema de trabajo puede incorporar mejoras notables a la forma en la que se trabaja con proyectos de ingeniería y construcción. El trabajo colaborativo relacionado con trabajar en BIM, aporta una gran eficiencia en la comunicación y traslado de información, poniendo énfasis en la importancia que tiene la centralización de la información, según lo mencionado por Preidel (2018).

La implementación de una única fuente de información en un entorno BIM, produce mejoras en el desarrollo de las etapas de diseño y construcción en un proyecto de ingeniería, en consecuencia, se presenta como el centro de almacenamiento de información capaz de vincular a las diversas especialidades involucradas en un proyecto de obra civil BIM. Al utilizar una herramienta colaborativa en donde se crea un flujo de información capaz de recopilar, gestionar, difundir modelos y documentos de información del proyecto en desarrollo, de acuerdo con lo mencionado por Liébana (2020). El entorno común de datos (CDE) en el cual las partes involucradas de un proyecto almacenan información relevante para el desarrollo de un proyecto, brinda reducción del riesgo de repetición de documentos y modelos, asegura los antecedentes actualizados en todo momento, conduce a una reutilización de la información, y a su vez ofrece una mayor accesibilidad para el ingreso de información considerando una mayor seguridad en los datos entregados.

Los proyectos de construcción presentan diferentes etapas en las que se requiere de recopilación de información, donde se hace relevante la gestión de la información con la finalidad que los profesionales de diversas áreas de la construcción utilicen los recursos de una forma eficaz, resolviendo la problemática en los proyectos de obra civil, donde se presentan diferentes especialidades con una gran cantidad de datos. La organización internacional de normalización (ISO), presenta los estándares de modelación de la información en la construcción BIM, tales como ISO 19650-1 y ISO 19650-2, con el propósito de estructurar una serie de información de los proyectos de ingeniería y construcción fundamentados en BIM independiente de su tipo, tamaño y dificultad. Por medio de los estándares ISO, la información de un proyecto se puede presentar en múltiples ubicaciones, el CDE simplifica el trabajo realizando una conexión entre los sistemas informáticos de un proyecto, según Cekin (2020). Los modelos ISO 19650 entregan dos componentes para la realización de un proyecto de ingeniería basado en metodología BIM, gestión de proyectos y entrega de la información; la gestión traza las primeras bases para la configuración de un proyecto en BIM, como también los requerimientos de información por parte del mandante, licitaciones, procesos pactados y plan de ejecución BIM; por otra parte, la entrega de información detalla los procesos vitales para la creación de modelos y el uso de entorno común de datos (CDE), según (Preidel, 2018).

En la actualidad para el mundo de la construcción es de gran relevancia sostener una plataforma de intercambio de datos sólida para garantizar así datos consistentes que cumplan con el requerimiento de información necesario para llevar a cabo un proyecto de manera exitosa, con el propósito de reducir tiempos en el planteamiento y edificación de un proyecto. De esta manera, tener una rápida respuesta de las diferentes áreas involucradas en un proceso de construcción, para prevenir inconsistencias en los datos entregados, retrasos en los tiempos de entrega de un proyecto, el aplazamiento en la verificación de datos entregados entre el mandante y un proveedor y finalmente, la prórroga para la aprobación de presupuestos pertinentes a cada tarea que se deben ejecutar en un proyecto civil.

El estado de Chile en el año 2015 entrega los primeros pasos hacia la metodología BIM en nuestro país, siguiendo la práctica de países con experiencia por medio de un mandato realizado por el sector público, donde se crea un programa *PlanBim*<sup>®</sup> con un proceso paulatino de incorporación BIM en los proyectos del sector estatal. Los objetivos principales de la incorporación en el estado de Chile son el uso de la metodología BIM para tener un aumento de la productividad y competitividad, mejoras en la calidad y eficiencia en todo el ciclo de vida de un proyecto del sector público; también, poder reducir los costos, plazos o ineficiencia en los procesos de construcción y vida útil de un proyecto, asimismo, aumentar la trabajabilidad y transferencia de la información entre los pares fomentando así una industria colaborativa y uso de estándares comunes con el fiel cumplimiento de las normativas de construcción, de la misma forma reduciendo así los tiempos de aprobación de permisos de construcción. Para el estado, la implementación de BIM extiende una mejora en la gestión de la información en las etapas de operación y mantenimiento de los activos de edificación e infraestructura pública que se administran a lo largo de todo el país. La estrategia de *PlanBim*<sup>®</sup> es realizar una incorporación gradual de BIM para los procesos de desarrollo y operación de un proyecto promoviendo la modernización a lo largo de todo el ciclo de vida de los proyectos estatales. Para el 2025 se busca que BIM esté de manera integrada en los procesos de permisos de edificación a través de una plataforma digital del Ministerio de vivienda y urbanismo capaz de realizar trámites en línea con las direcciones de obras municipales. El proyecto ha mantenido el apoyo de instituciones públicas, privadas y academias ligadas al sector de la construcción. *PlanBim*<sup>®</sup> se fundamenta en mantener una estrategia clara con objetivos estratégicos definidos para el uso de BIM. Además, es crucial establecer una estructura organizada que defina los roles y perfiles necesarios, asegurando el desarrollo adecuado de las acciones relacionadas con las personas. A su vez, es esencial comprender cómo se llevan a cabo las actividades necesarias para crear o modificar productos o servicios mediante BIM, lo que implica optimizar los procesos. Por último, se debe incorporar la tecnología adecuada para respaldar la ejecución de todas las actividades vinculadas a BIM. Una de las recomendaciones claves para la administración, intercambio, registro, control y organización de la información en el desarrollo de una edificación, abarcando a todos los actores del proyecto, es la consideración de la norma ISO 19650, parte uno y dos. Esta norma facilita una alineación internacional que permite la colaboración entre empresas de distintas partes del mundo, promoviendo la internacionalización de las empresas nacionales en el ámbito de la metodología BIM, según lo indicado por PlanBim CORFO (2021).

Esta investigación busca establecer un flujo correcto y óptimo de información entre los involucrados en un proyecto de construcción, analizando los datos y los canales usados para la transferencia de estos entre el cliente y la empresa constructora, usando un caso de referencia, de igual forma, establecer una estrategia de intercambio de información digital haciendo uso de herramientas como un entorno común de datos (CDE); así también poder incorporar en las empresas que entregan servicios para el área de la construcción el uso de modelos as-built dentro de los datos o documentos que se entregan al mandante para la posterior operación de los activos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Implementar un ambiente común de datos en los flujos de transferencia de información asociada con proyectos entre un mandante y un proveedor de servicios de construcción.

### **2.2 Objetivos específicos**

- 1) Analizar el tipo de información y los canales usados para transferir los datos entre un mandante y un proveedor de servicios de construcción usando un caso de referencia.
- 2) Establecer una estrategia de intercambio de información digital haciendo uso de una herramienta CDE.
- 3) Incorporar en las empresas de construcción el uso de modelos as-built dentro de los datos que se entregan al mandante de cara a la operación del activo.

## **3. METODOLOGÍA**

La línea de investigación que se desarrollará es del tipo explicativa en la cual se busca el origen de los acontecimientos con la existencia de una relación del tipo causa – efecto Fidiás, G. (2006) empleando los estudios en especificación detallada en cada una de las componentes, comprendiendo los rasgos de investigación mediante la problemática fundamentada de la pérdida de información y la demora en la transferencia de datos en los proyectos de construcción, en los cuales se genera un déficit en la productividad y plazos de entrega en la obras de edificación. La presente investigación busca de manera exhaustiva el por qué, de la existencia de un tráfico de información en los proyectos de construcción con carencias de relación entre un mandante y un proveedor en los servicios de ingeniería.

Por consiguiente, se presenta de manera análoga una investigación documental con la búsqueda y recuperación de datos que aporten a la construcción de una respuesta a la problemática planteada, analizando la información y los canales existentes entre los pares que se relacionan en un proyecto de construcción y de este modo poder establecer habilidades para el intercambio de información por medio de la digitalización de datos, fomentando así el uso de un entorno común de datos aportando un conocimiento a las empresas del sector de la construcción para el mejoramiento del traspaso de información, unificando y centralizando la información de un proyecto respaldado en los modelos BIM.

## **4. ANTECEDENTES**

La empresa constructora TALAC SPA fundada en el año 2018 ubicada en Avenida Nueva Providencia 1881 Of.1620, desarrolla proyectos de terminación y acabado de edificios, construcción de carreteras y líneas ferroviarias, proyectándose en tener fines de lucro, pero a su vez aportando a la sociedad en dejar atrás la desigualdad existente en Chile, y así tener su principal política para todos los colaboradores, entregar un trabajo digno, un buen ambiente de trabajo, con sueldos justos, crecimiento y progreso. La misión de la empresa constructora es el desarrollo de proyectos de construcción con excelencia para los clientes, trabajando con compromiso y flexibilidad, otorgando un producto en forma oportuna, satisfaciendo las

necesidades de cada uno de sus clientes, así también, permitiendo el desarrollo de sus colaboradores, como son los proveedores, trabajadores y socios de la constructora.

Uno de los proyectos ejecutado por la empresa constructora TALAC, se llevó a cabo en Manuel Rodríguez Esquina Serrano, comuna de Curacautín. Este proyecto llamado “FILE 431, Curacautín, Shell®”, está a cargo de la implementación de CTK (cambio de tanques) subterráneos y nuevas líneas de piping, para la venta de combustibles en la estación de servicio existente, con nuevas islas y sus puntos de ventas, con cambio de imagen. Se considera cambio de tanque en una sola etapa con la EDS (estación de servicio) cerrada; demolición de pavimento existente isla uno y dos, excavación para nueva batería de TKS, montaje de TKS (tanques) cantidad 4, nuevas líneas de piping, nuevas islas uno y dos, y hormigón de pavimento. Dentro de las actividades consideradas tanto en construcción, demolición, montajes se deben ejecutar en el menor tiempo posible con la finalidad de cumplir la planificación trazada como fin de obra el 01 de marzo del año 2023.

La principal distribuidora de combustibles y lubricantes en Chile *Enex*® corresponde a la empresa mandante para la realización del proyecto FILE 431 con un equipo especializado para la supervisión del proceso de construcción, en el cual se presenta un ingeniero de terreno y un ingeniero de proyecto, a su vez presenta un equipo de inspección técnica a cargo de la empresa Cuatro Puentes con el objetivo de cumplir las labores de ITO residente y coordinador. La empresa constructora a cargo de la realización del proyecto emplazado en la ciudad de Curacautín es la empresa TALAC presentando un equipo de trabajo con visitador de obra, administrador de obra, oficina técnica y fuerza laboral correspondiendo al proveedor principal del servicio para la estación *Shell*®.

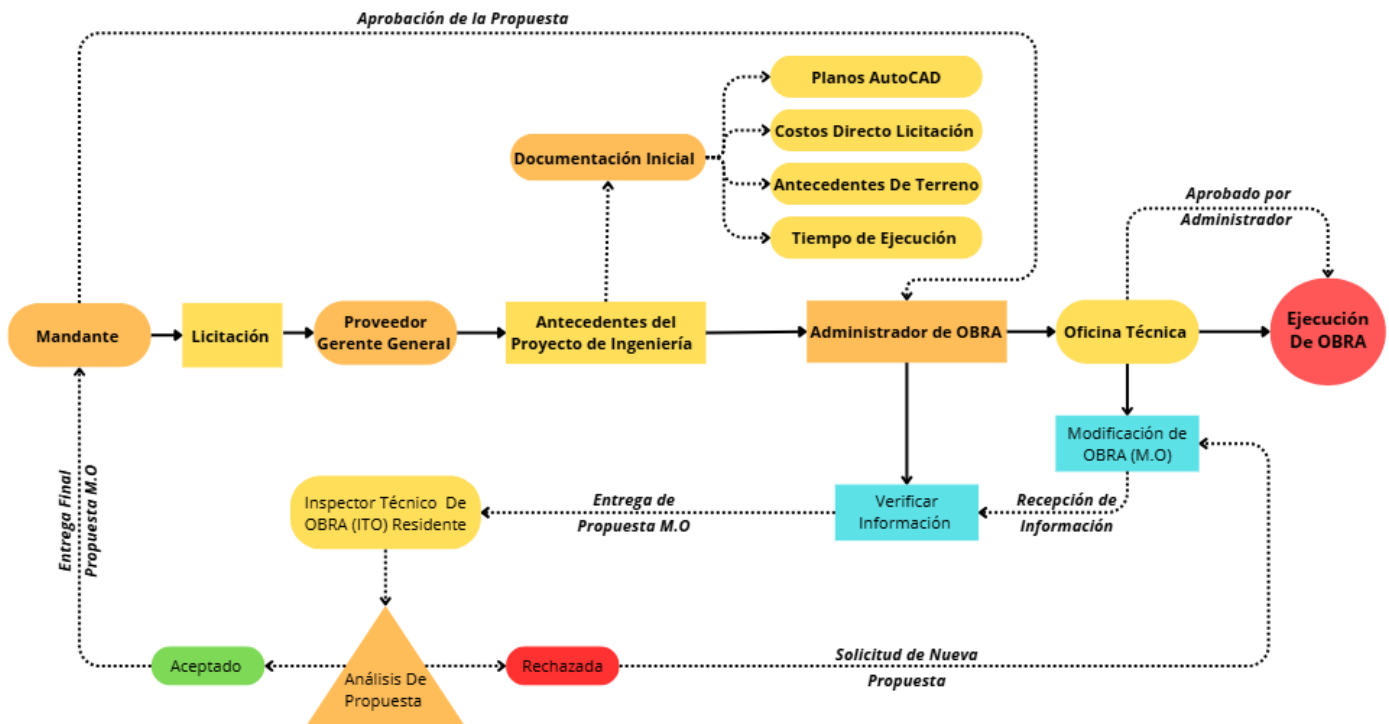
La empresa contratista que efectuó el proyecto mencionado, requieren de información previamente entregada por el mandante que serán relevante para la realización del proyecto, por lo tanto, se entregan en primera instancia planos de arquitectura, eléctricos y piping con formatos *AutoCAD*® siendo la primera herramienta digital utilizada por la empresa para la realización de proyectos de obra civil. Cada uno de los planos entregados por el mandante muestran el detalle de todo los elementos, componentes y bases que se requieren para cumplir con todos los hitos del proyecto, por otra parte, el proveedor de servicios requiere una herramienta gráfica con el objetivo de exponer el tiempo que se precisa para las diversas actividades a lo largo del tiempo establecido para efectuar un proyecto, de este modo, se presenta una *Carta Gantt*® con el objetivo de planificar de manera efectiva los tiempos en la construcción de esta forma terminar en el plazo contractual establecido.

La transferencia de datos entre el mandante y proveedor es esencial para la toma de decisiones, dicho de otra manera, para satisfacer las necesidades requeridas por *Enex*® se presenta una comunicación activa y así se mantiene informada en todo momento a la empresa mandante de las diferentes situaciones que se presentan en el día a día en la construcción, por consiguiente, la oficina técnica de la empresa contratista rinde un informe semanal con las diversas actividades realizadas en la obra con el principal objetivo de mantener informado del avance de la construcción del proyecto FILE 431 Curacautín, dicho informe semanal se entrega en formato reducido en *Ppt*® y *Excel*®, por último, para una mejora en la toma decisiones relevantes a la hora de ejecutar una actividad se reúne de manera presencial la comitiva de la empresa mandante con el proveedor de servicios con la finalidad de verificar las decisiones tomadas sean hechas de manera correcta, a su vez, aprobar de una manera más eficaz presupuestos, modificaciones de obra, requerimiento de información, análisis de precios unitarios, claridad de planos *AutoCAD*®, etc.

Los medios utilizados para la entrega de información en el proyecto FILE 431 *Shell*® Curacautín, principalmente se llevaron a cabo por medio de correos electrónicos en los cuales se entregaban los presupuestos para su aprobación por parte del mandante y así poder llevar a cabo las actividades en el proyecto, también se transmite por este mismo medio las solicitudes de requerimiento de información pertinentes para el cambio de elementos estructurales entregados en los planos, puesto que se hallan déficit

en la claridad en las partidas tales como: fundaciones, radier de equipos generadores emplazados en el proyecto, planos con presencia de escasa claridad. Además, por la vía de correo electrónicos se presentan las modificaciones de obras entregadas por el contratista con el fin de informar actividades no contempladas en el contrato inicial de la obra civil. Los problemas operacionales frecuentes más esenciales se deben a la falta de coordinación entre la empresa y los subcontratos, claridad en los planos entregados por el mandante teniendo así un tiempo de retraso en la ejecución de partidas, sobre dimensiones de excavaciones y trazados en terreno, ausencia de protocolos para el control eficiente de las partidas realizadas, por ende, al momento de realizar todo tipo de actividad en la construcción se necesita de una aprobación de parte de los mandantes para poder cumplir con los requerimientos exigidos por la empresa.

El flujo de información dentro de la empresa TALAC se basa en el uso de una red que permite enviar y recibir mensajes electrónicamente, así como reuniones presenciales para atender las solicitudes más urgentes y evitar retrasos, tomando las decisiones más eficaces. Como se ilustra en la **Imagen 1**, el flujo de información entre el mandante y el proveedor se organiza a través de estas herramientas de comunicación, asegurando la transmisión de datos y gestión del proyecto.



**Imagen 1:** Flujo de información Mandante y proveedor.  
**Fuente:** Elaboración propia.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Entorno Común de Datos (CDE)

Una base fundamental para el trabajo colaborativo en la gestión de la información es el uso de un CDE, que actúa como una fuente principal para la interoperabilidad, de acuerdo con los requerimientos de la empresa y los proyectos específicos, según la información entregada por Liébana (2020). El CDE es una plataforma digital diseñada para recopilar la documentación de diversas áreas en un proyecto de construcción, permitiendo así una gestión integral de los activos derivados de un proyecto civil. Su objetivo es difundir de manera efectiva la información del proyecto a través de un proceso de gestión, sirviendo como la única fuente válida de información en un entorno BIM.

El propósito central de este espacio compartido es facilitar la colaboración entre las distintas áreas involucradas, promoviendo un enfoque multidisciplinario que es esencial para el éxito de cualquier proyecto complejo. A través de herramientas integradas, los equipos pueden trabajar simultáneamente, aportando sus conocimientos y habilidades para resolver problemas y optimizar procesos. Este acceso seguro a la información durante toda la vida útil del activo no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también fomenta la innovación y la sostenibilidad. La innovación se impulsa al permitir la rápida adaptación de soluciones tecnológicas que optimizan recursos y tiempos, mientras que la sostenibilidad se ve reflejada en la capacidad del CDE para integrar prácticas eficientes y reducir el impacto ambiental. Al centralizar la información en un solo espacio digital, se facilita una gestión más precisa de los recursos y materiales, lo que minimiza el desperdicio y mejora la planificación de las fases del proyecto. Además, el CDE permite realizar un seguimiento continuo de las operaciones, lo que facilita la implementación de estrategias para reducir el consumo de energía y las emisiones de carbono, permitiendo a los equipos de proyecto hacer ajustes sobre la marcha para cumplir con los objetivos ambientales. De esta manera, los proyectos no solo se adaptan mejor a las necesidades cambiantes del entorno, sino que también contribuyen a un desarrollo más responsable y respetuoso con el medio ambiente. El CDE, por lo tanto, no es solo una herramienta de gestión, sino un facilitador de sinergias que impulsa el éxito de los proyectos en el ámbito de la construcción.

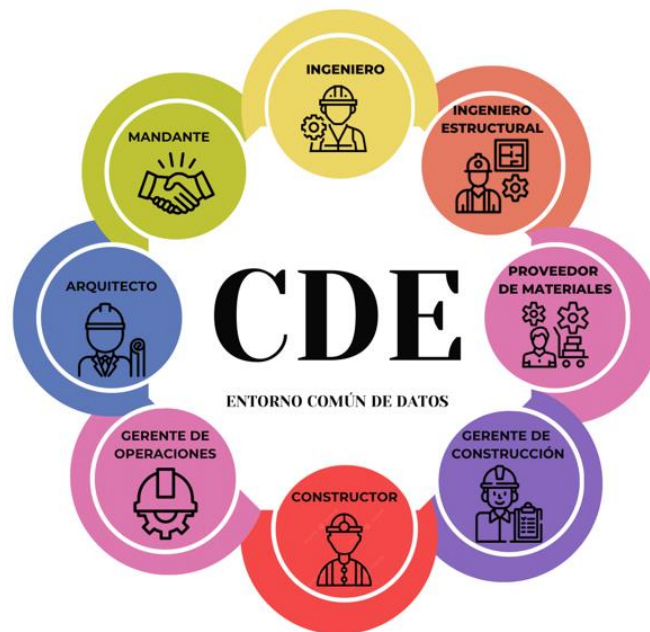
PlanBim Corfo, define a un CDE como fuente única de la información para recopilar, gestionar y difundir documentos y modelos entre los participantes del proyecto mediante procesos de estandarización, garantizando así la seguridad y la calidad de la información entregada en el entorno, por consiguiente, un sistema de gestión de la información debe considerar una plataforma de colaboración que permita trabajar con la información de manera centralizada, plataforma de gestión documental teniendo precisamente un control de los intercambios de los documentos y modelos BIM administrando de este modo los cambios de costos y tiempos de una construcción, formato de requerimiento de información y colaboración para la revisión de los modelos BIM a través de BIM Collaboration Format en conjunto con los modelos BIM IFC, comunicando los requerimientos de información de un proyecto en formatos abiertos (openBIM).

Un entorno de datos compartidos, según el PlanBim de Corfo, incluye componentes claves como:

- A. **Plataforma de colaboración:** Esta debe facilitar el trabajo con la información de forma unificada y centralizada, promoviendo la consolidación de modelos federados o integrados. Su objetivo es asegurar una administración efectiva y un respaldo sólido de los modelos BIM.
- B. **Plataforma de gestión de documentos:** Esta herramienta permite controlar todos los procesos de intercambio de documentación y modelos BIM, gestionando los cambios y el seguimiento de costos y tiempos en los proyectos en construcción.

- C. **Formatos de solicitud de información y colaboración:** Los modelos BIM se desarrollan utilizando formatos que aseguran el registro y la trazabilidad. Por lo tanto, es esencial emplear un formato de colaboración BIM, que, junto con el formato IFC, posibilita la comunicación de los requerimientos de información de un proyecto mediante formatos abiertos.

Como se ilustra en la *Imagen 2*, la estrategia de colaboración CDE estándar BIM integra estos componentes clave, permitiendo una gestión eficiente de la información y un trabajo más fluido entre todos los participantes del proyecto.



*Imagen 2: Estrategia de colaboración CDE estándar BIM.  
Fuente: Elaboración propia.*

## 5.2 Aspectos normativos

En la industria de la construcción la utilización de un CDE permite a los participantes de un proyecto acceder a la misma información en tiempo real con datos de la información actualizada constantemente (Preidel, 2018). Según el autor, una herramienta de colaboración es la base principal para un formato bien definido de cooperación entre los miembros de un equipo entregando una única fuente de almacenamiento de la información de documentos y modelos de un proyecto, por lo tanto, un CDE aminora los riesgos de reiteración en la información garantizando a los miembros de un equipo la utilización de una misma información conduciendo a una mayor reutilización de la documentación.

La organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil, de acuerdo con lo entregado por el estándar ISO 19650 se establece un marco para la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida proporcionando una mejora en la colaboración y el intercambio de datos entre las diversas partes involucradas en un proyecto civil, mejorando la eficiencia, productividad y permitiendo un mejor traspaso de documentación entre diferentes proyectos y sistemas. Sus principales componentes son la ISO 19650-1 para el establecimiento de un marco universal para la gestión de la información BIM, así también, la ISO 19650-

2 asienta los requisitos para la entrega de proyectos de obra civil, por consiguiente, la norma ISO 19650 brinda ayuda a la organización y mejora de un entorno de datos compartidos.

La norma ISO 19650-1 ofrece una ruta a los activos de construcción debido a que la información se presenta en múltiples ubicaciones, estableciendo los conceptos y principios claves para generar un correcto manejo de la información, a su vez, aporta eficiencia para los registros de información proveniente de diversas entidades colaborativas conectando diversos sistemas informáticos o plataformas para mejorar el flujo de trabajo. PlanBim Corfo, para la estrategia de colaboración en un entorno común de datos debe existir una plataforma de colaboración en la cual se realice un trabajo con la información centralizada para seguir la estrategia de consolidación (modelos federados o integrados), a fin de obtener una mejora en la administración y respaldo de modelos BIM. Por otro lado, para el control de los datos y versiones de los modelos BIM, se debe presentar un formato de requerimiento y colaboración realizado a través de plantillas que permitan el registro y trazabilidad de la data para comunicar los requerimientos de manera abierta, así también plataformas de documentación para la gestión de los datos que permitan el control de los procesos de intercambio de documentos y modelos BIM, esto para una clara gestión de los cambios y seguimientos a los costos y tiempos de ejecución de un proyecto.

La norma ISO 19650-2 indica que se define un proceso detallado para la gestión de la información durante la fase de desarrollo de un proyecto de construcción, desde la evaluación inicial hasta el cierre del proyecto. Para la evaluación inicial se define un plan de gestión de la información que incluya quién gestionará los datos, qué información se necesita, cuándo se necesita, cómo se producirá, dónde se almacenará, cómo se compartirá y cómo se evaluará todo el proceso. Posteriormente, se establecen requisitos de intercambio de documentos para los licitadores con los datos de referencia y los recursos compartidos por medio de los requisitos de respuesta a la licitación y criterios de evaluación.

Como respuesta a la licitación se define el equipo de entrega evaluando su capacidad y competencia desarrollando un plan de movilización y despliegue, identificando y recopilando los datos para la propuesta. Una vez, confirmado el equipo de entrega se desarrolla una matriz de responsabilidad detallada en donde se establezcan los requisitos de intercambio de documentación con un plan de entrega de datos del equipo y las actividades para la adjudicación. Luego de lo anterior, después de movilizados los recursos e infraestructuras necesarias para generar la información, se efectúan pruebas a los métodos y procedimientos definidos en las etapas previas, una vez verificado el acceso a la información y los recursos de entornos compartidos (CDE) se genera la data llevándola a un control de calidad, revisión y aprobación para ser compartida generando una producción colaborativa.

Posteriormente la información se revisa y autoriza, enviando el modelo al mandante o solicitante, quién aprueba el modelo y por último archiva la información del proyecto para su mantenimiento, reutilización, auditorías u obtención de lecciones aprendidas. La ISO 19650-2 proporciona un marco integral para la gestión de la información durante la fase de desarrollo de un proyecto de construcción, asegurando que los datos se generen, se compartan y se usen de manera eficiente y efectiva a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

De acuerdo con PlanBim Corfo, a nivel global la ISO 19650 parte uno y dos presentan cuatro estados de la información para un CDE:

1. **Trabajo en progreso:** se refiere a los datos en desarrollo de los activos manejado por un equipo de trabajo especializado en un área de la construcción, siendo documentos exclusivos de un conjunto de profesionales.
2. **Compartido:** estado donde la documentación ya ha sido revisada y aprobada por un coordinador o revisor designado, permitiendo el desarrollo colaborativo de los modelos de información dentro de los diferentes grupos de trabajo.
3. **Publicado:** en esta fase, los documentos han sido autorizados para su utilización de forma oficial, disponiéndose para todos los participantes del proyecto.
4. **Archivado:** en esta etapa, la documentación no está en uso activo, pero se conserva de igual manera para próximos proyectos, manteniendo un registro de todos los contenedores de información ya compartidos y publicados utilizados durante los procesos de gestión de la información. La documentación archivada ayuda a conservar el historial de los datos.

La **Imagen 3** ilustra de manera visual estos estados, mostrando cómo la información transita desde su desarrollo inicial hasta su almacenamiento final. Esta representación facilita la comprensión de cómo se organiza y gestiona la documentación en un entorno de datos compartidos a lo largo de las distintas etapas de un proyecto de construcción.



**Imagen 3:** Estados de la información en un CDE  
**Fuente:** Elaboración propia.

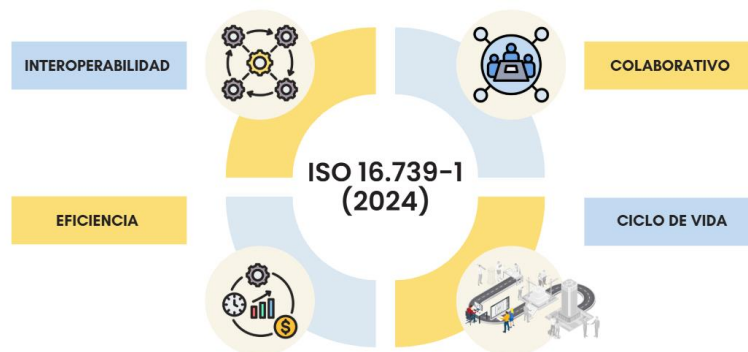
### 5.3 Formato IFC

La expansión de proyectos colaborativos en la actualidad está transformando la manera en que se gestiona la información a lo largo del ciclo de vida de un activo, lo que hace indispensable la adopción de estándares de formato que aseguren tanto la accesibilidad como la reutilización de los datos. En este contexto, los Industry Foundation Classes (IFC) emergen como un estándar de transferencia de datos abiertos fundamental en el

modelado de información de construcción BIM. Este estándar no solo facilita el intercambio ágil de contenido entre diversas plataformas de software, sino que también promueve la interoperabilidad en la industria de la digitalización BIM.

Gracias a su diseño flexible, los IFC permiten a las empresas transferir una amplia variedad de información, que abarca desde propiedades mecánicas y físicas hasta costos y plazos de construcción. Esta versatilidad es esencial para la colaboración eficaz entre diferentes actores del proyecto, ya que posibilita una comprensión más integral de los datos involucrados. Como señala Okonta (2024), los modelos IFC van más allá de la simple transacción de documentos geométricos; se extienden a la gestión de atributos asociados a múltiples componentes de un edificio, tales como recursos, estructuras, vigas y columnas. Esta rica capa de información no solo mejora la calidad y la coherencia de los datos, sino que también promueve la sostenibilidad al facilitar la colaboración entre diversas entidades participantes en un proyecto, optimizando así la toma de decisiones y la planificación a lo largo del ciclo de vida del activo.

*BuildingSmart*<sup>®</sup> es el líder mundial en la creación de estándares relacionados con la digitalización en los sectores de arquitectura, ingeniería, construcción y operación. Los estándares para modelos IFC desarrollados por esta organización, son de gran utilidad como formato de intercambio de datos entre los distintos actores involucrados en un proyecto de obra civil. Estos parámetros permiten la estandarización y la gestión efectiva de la información, facilitando la contención y el transporte de datos sobre objetos, así como sus atributos y propiedades, y las relaciones existentes entre ellos. Mediante la norma ISO 16739-1:2024, se define la Industry Foundation Classes como un estándar internacional que define un formato abierto y neutral para la transferencia de documentación en la industria de la construcción y gestión de instalaciones. En otras palabras, es un lenguaje común que permite a diferentes softwares de construcción “comunicarse o hablar” entre sí en una misma sintonía, facilitando la colaboración y eficiencia en los proyectos. La *Imagen 4* ilustra la importancia de la norma ISO 16739-1:2024, destacando cómo el uso de este estándar facilita la interoperabilidad y el intercambio eficiente de datos entre las plataformas utilizadas en los proyectos de construcción.



**Imagen 4:** Importancia de la Norma ISO 16739-1:2024.  
**Fuente:** Elaboración propia.

La norma ISO 16739-1:2024 es fundamental en el ámbito de la construcción y la digitalización, ya que promueve la interoperabilidad al eliminar las barreras entre diferentes plataformas y softwares. Esto permite que los datos de un proyecto se compartan de manera fluida entre todos los participantes, desde arquitectos hasta contratistas, lo que a su vez facilita una colaboración más efectiva. Además, al reducir la necesidad de reingresar datos manualmente, la norma contribuye a mejorar la eficiencia y a minimizar errores y omisiones, lo que es crucial

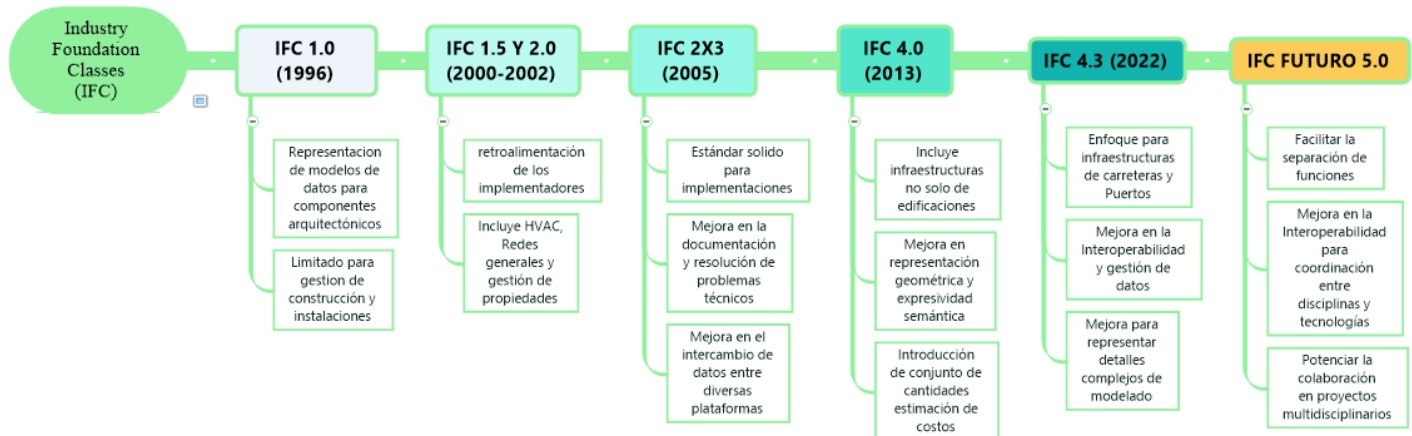
para el éxito de cualquier proyecto. Por último, la ISO 16739-1:2024 acompaña el ciclo de vida completo del activo, desde su diseño inicial hasta su operación y mantenimiento, asegurando que toda la información relevante esté disponible y sea fácilmente accesible en cada etapa del proceso.

La utilización de la norma ISO 16739-1:2024 ofrece múltiples beneficios que impactan positivamente en el desarrollo de proyectos de construcción tales como:

- a) **Mejor toma de decisiones:** El acceso inmediato y continuo a información completa y actualizada a lo largo del ciclo de vida del activo permite a los equipos de proyecto evaluar diversas opciones y escenarios con mayor claridad. Esto no solo fomenta una mayor confianza en la toma de decisiones, sino que también permite anticipar y mitigar riesgos potenciales. Al contar con datos precisos, los responsables pueden realizar análisis más profundos, optimizar recursos y ajustar planes de manera proactiva, lo que resulta en una gestión más efectiva del proyecto.
- b) **Reducción de costos:** La automatización de procesos desde las etapas iniciales del proyecto no solo minimiza los errores, sino que también acelera la ejecución de tareas. Al reducir la necesidad de revisiones y correcciones, se logran importantes ahorros en tiempo y dinero. Esta eficiencia se traduce en menores costos de construcción y operación del activo, permitiendo que los recursos se utilicen de manera más efectiva.
- c) **Aumento de calidad:** La norma garantiza que la información utilizada en el diseño y la construcción sea precisa y esté actualizada, lo que se traduce en una mejora significativa en la calidad de los resultados finales. Al promover la colaboración y la comunicación entre todos los actores involucrados, se logra una coherencia en las especificaciones y requisitos del proyecto.
- d) **Sostenibilidad:** : La norma ISO 16739-1:2024 no solo se enfoca en la eficiencia económica, sino que también incorpora consideraciones ambientales en la evaluación del desempeño de un edificio. A lo largo de su ciclo de vida, se pueden analizar aspectos como el consumo de energía, la gestión de residuos y el impacto ambiental. Esta capacidad de evaluación permite a los equipos de proyecto adoptar prácticas más sostenibles, mejorar la huella ecológica de las construcciones y cumplir con las normativas ambientales cada vez más exigentes.

*BuildingSmart*<sup>®</sup> ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de los Industry Foundation Classes (IFC) desde sus inicios en 1996, cuando se introdujo el estándar inicial IFC 1.0. Este primer estándar se centró en componentes arquitectónicos, aunque presentaba limitaciones en áreas como HVAC, gestión de construcción y gestión de instalaciones. Con el tiempo, se llevaron a cabo mejoras significativas basadas en la retroalimentación de los implementadores, lo que permitió un refinamiento arquitectónico y una mayor cobertura en sistemas HVAC, redes generales y gestión de propiedades en las versiones IFC 1.5 y 2.0. Posteriormente, se estableció un estándar para implementaciones en la versión IFC 2X3, que mejoró la documentación y abordó problemas técnicos menores. En la actualidad, las versiones IFC 4.0 y 4.3 (2022) han ampliado el esquema para incluir infraestructuras, incorporando mejoras en la representación geométrica, la expresividad semántica y un conjunto de cantidades para la estimación de costos. Esta última versión se centra especialmente en la aplicación a infraestructuras como carreteras y puertos. Finalmente, la futura versión IFC 5 busca implementar un enfoque modular, introduciendo una capa de interoperabilidad estándar que permitirá una mejor coordinación y separación de funciones, mejorando así la colaboración entre diversas disciplinas y tecnologías, según Okonta (2024). En la **Imagen 5** se ilustra la evolución de los IFC, destacando las características clave de cada versión:

desde la representación arquitectónica inicial en IFC 1.0, hasta la inclusión de infraestructuras en IFC 4.0/4.3, con un enfoque en la estandarización y mejoras en la coordinación modular en la versión futura IFC 5.



*Imagen 5: Evolución de Industry Foundation Classes IFC.  
Fuente: Elaboración propia.*

#### 5.4 Documentación exigible

La implementación efectiva de BIM en proyectos de ingeniería comienza con una Solicitud de Información BIM (SDI) detallada. Este documento, incluido en el expediente técnico, justifica claramente el uso de BIM, define los objetivos del proyecto, establece los requisitos de información y detalla la estrategia de colaboración. De esta manera, se garantiza una base sólida para la ejecución exitosa del proyecto. Adicionalmente, el proveedor elabora una propuesta detallada en respuesta a la SDI, centrándose en el desarrollo del modelo de información PEB ( Plan de Ejecución BIM). Esta propuesta incluye la metodología de modelado a emplear, los protocolos de gestión de la información, así como los procedimientos para transferir datos entre las diversas disciplinas del proyecto. Asimismo, el proveedor detalla las competencias de su equipo para garantizar la calidad y la integridad del modelo.

Para alcanzar modelos BIM de alta calidad y consistencia, es fundamental establecer estándares mínimos definidos en la Solicitud de Información BIM (SDI). Estos estándares contemplan la elaboración de un Plan de Ejecución BIM (PEB), que evoluciona a lo largo del proyecto. El PEB de Oferta, presentado inicialmente, establece los objetivos generales y la estrategia inicial de implementación de BIM. A medida que el proyecto avanza, este PEB se transforma en un PEB Definitivo, detallando los procedimientos técnicos, asignando responsabilidades y seleccionando las herramientas adecuadas. Esta evolución garantiza una implementación exitosa de BIM, optimizando la colaboración entre los equipos y mejorando la calidad de la información del proyecto.

Siguiendo las directrices de PlanBim CORFO (2022), una solicitud de información establece los requisitos mínimos para la entrega de un expediente BIM. El Plan de Ejecución BIM (PEB) especifica los parámetros para cada proyecto, incluyendo la representación 3D basada en entidades y enriquecida con información detallada. Los modelos BIM requeridos deben abarcar desde el análisis del sitio hasta el estado As-Built, e incluir toda la información asociada. Durante el proyecto, es esencial definir los datos a intercambiar en los entregables BIM, considerando los usos BIM, los estados de avance, los tipos de información (TDI) y los

niveles de información (NDI). Los NDI determinan la profundidad y el detalle de la información contenida en un modelo BIM, que puede ser tanto geométrico (forma y tamaño de los elementos) como no geométrico (materiales, propiedades, etc.). A medida que el proyecto avanza, la información se enriquece y se detalla progresivamente. Los niveles de información están estrechamente relacionados con los tipos de información, que especifican qué datos se incluyen en los modelos BIM. Los Niveles de Información (NDI) describen la profundidad y el detalle de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto, desde un nivel general (NDI-1) con información básica, hasta un nivel altamente detallado (NDI-6) que Incluye datos sobre la construcción y puesta en marcha. A medida que el NDI aumenta, también lo hace la precisión de la información geométrica y no geométrica, lo que facilita una mejor coordinación y toma de decisiones en las diferentes fases del proyecto. En resumen, los NDI no se asignan a los modelos en su totalidad, sino a las entidades que los componen, permitiendo que un modelo contenga entidades con diferentes niveles de información.

## **6. MODELOS AS-BUILT**

En los ámbitos de la arquitectura, ingeniería, construcción y operación, es común que los proyectos experimenten desviaciones significativas respecto de su planificación original debido a desafíos inherentes a la ejecución. Sin embargo, para garantizar operaciones y mantenimientos eficientes, es crucial contar con modelos actualizados y precisos que reflejen fielmente el estado real del activo. Estos modelos deben ser accesibles a todos los involucrados en el proceso, proporcionando información confiable y coherente. La discrepancia entre los modelos y el activo ejecutado puede comprometer seriamente las operaciones y mantenimientos, generando la necesidad de constantes revisiones y actualizaciones.

Uno de los grandes desafíos asociados con el modelo creado con metodología BIM (Building Information Modeling) es asegurar que el archivo sea lo más objetivo y preciso posible. Esto es fundamental para llevar a cabo una operación eficiente y para realizar cualquier actividad relacionada sin la necesidad de recurrir constantemente a la revisión de lo ejecutado y lo modelado. La precisión en el modelo permite a los equipos de trabajo tomar decisiones informadas y reducir riesgos, optimizando así el tiempo y los recursos durante la fase de operación.

Además, es importante reconocer que un proyecto de ingeniería no siempre puede desarrollarse de acuerdo con el planteamiento inicial. Desde el comienzo de la obra hasta su finalización, es común que surjan modificaciones y ajustes, impulsados por una variedad de factores, como cambios en los requisitos del cliente, descubrimientos inesperados en el sitio de construcción o actualizaciones en las normativas. Por esta razón, un modelo As-Built se convierte en una herramienta invaluable, ya que representa un recurso más fiable, actualizado y adaptable. Este tipo de archivo no solo refleja con precisión las condiciones finales del activo, sino que también permite realizar modificaciones conforme se presenten nuevas necesidades a lo largo del proceso. En consecuencia, de lo anterior, la implementación de un modelo As-Built, respaldado por una metodología BIM precisa, es esencial para garantizar que la operación y el mantenimiento del activo se realicen de manera efectiva, minimizando las desviaciones y mejorando la gestión a lo largo de todo su ciclo de vida. Esto no solo facilita una mejor planificación y ejecución, sino que también contribuye con la sostenibilidad y eficiencia operativa a largo plazo.

Según Antonio Galiano-Garrigos (2018), un modelo As-Built es una representación precisa de un edificio tal como fue construido, incluyendo todas las modificaciones realizadas durante el proceso de construcción. Este tipo de modelo facilita la gestión y el mantenimiento del inmueble al ofrecer documentación actualizada y centralizada sobre sus características y cambios. Además, su aplicación es crucial en la planificación del mantenimiento y la gestión de instalaciones, asegurando que la información del edificio se mantenga al día a lo largo de su ciclo de vida.

Para el autor, la implementación de BIM en el mantenimiento de un edificio permite una gestión centralizada y eficiente de la información, facilitando el acceso a todos los datos relevantes sobre el proyecto. Asimismo, el uso de datos predictivos contribuye a la elaboración de planes de mantenimiento, mejorando la planificación y reduciendo los costos asociados con este proceso. De igual manera, proporciona una mejora en la toma de decisiones al ofrecer un modelo As-Built que apoya la identificación de problemas y optimiza los procesos de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.

La modelación As-Built se realiza como un método de aplicación de la metodología BIM durante el ciclo de construcción y operación de un activo perteneciendo a uno de los veinticinco usos BIM según lo planteado por Plan BIM Corfo (2021), la representación con exactitud de las condiciones físicas de todo los elementos que son parte de una edificación es de vital importancia para una buena mantención del activo, para una mejora en la efectividad de este proceso es necesario tener diversos recursos tales como:

1. Software de modelado BIM.
2. Software herramienta de manipulación de modelos BIM.
3. Software que permita el acceso a la información de lo construido.
4. Modelos BIM con niveles de información (NDI).
5. Base de datos del activo y los equipos.
6. Hardware apto para procesar modelos BIM.
7. Infraestructura de tecnología de la información (TI) necesaria.

En la **Imagen 6** se presenta la tabla de usos BIM para proyectos públicos según PlanBim Corfo, destacando la importancia de estos recursos para la correcta implementación de la metodología BIM en los proyectos de construcción y operación de activos.



**Imagen 6:** Tabla Usos BIM.

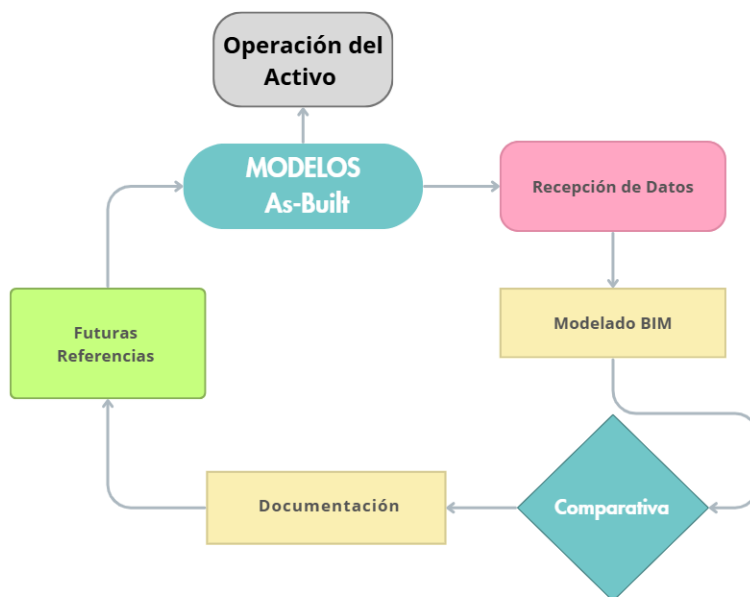
**Fuente:** Estándar BIM para proyectos públicos, Plan BIM Corfo 2021

Un modelo As-Built elaborado con metodología BIM contribuye significativamente a la reducción de conflictos y mala interpretación que pueden surgir en los proyectos de construcción. Al ofrecer una representación precisa y actualizada de cómo se ha construido realmente un edificio, este modelo minimiza las ambigüedades que a menudo complican la comunicación entre los distintos actores del proyecto, desde arquitectos e ingenieros hasta contratistas y propietarios.

Además, gracias a sus beneficios, proporciona un registro histórico de la construcción que resulta invaluable para futuras referencias, inspecciones y auditorías. Este archivo detallado no solo facilita el cumplimiento de normativas y regulaciones, sino que también actúa como un recurso esencial durante la evaluación del desempeño del edificio a lo largo del tiempo.

Los modelos As-Built son, por otra parte, una fuente vital para la correcta ejecución del mantenimiento, ya que ofrecen una visión clara del posicionamiento de los elementos en todo el activo, lo que permite planificar intervenciones de manera más efectiva. Al conocer la ubicación exacta de instalaciones eléctricas, hidráulicas y otros sistemas, se reduce así los riesgos de daños durante las labores de mantención y se optimiza de igual manera los tiempos de intervención.

Asimismo, contar con información completa y precisa garantiza la reutilización de datos para proyectos futuros. Esta capacidad de acceder a la información histórica no solo facilita la planificación y ejecución de nuevas iniciativas de proyectos, sino también, contribuye a la sostenibilidad, al evitar la duplicación de esfuerzos y recursos. En resumen, un modelo As-built, cuando se implementa correctamente, se convierte en una herramienta integral que mejora la gestión del ciclo de vida de un edificio, desde su construcción inicial hasta su mantención y futuras renovaciones. La **Imagen 7** complementa y visualiza la información presentada, ofreciendo una representación gráfica del proceso de creación de un modelo As-Built. Ilustra cómo se desarrolla este modelo, su aplicación durante la operación del activo y la forma en que su información puede ser reutilizada en proyectos futuros. En la imagen se destacan la relevancia de los modelos As-Built como una herramienta esencial para la gestión integral del ciclo de vida de un edificio, abarcando desde su construcción inicial hasta su mantenimiento y posibles renovaciones.



**Imagen 7:** Proceso de creación de Modelos As-Built BIM.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 7. PROPUESTA DE CDE PARA LA EMPRESA TALAC

Reconociendo el flujo de información en la empresa TALAC, se observa que la comunicación actual entre el mandante y el proveedor se lleva a cabo principalmente a través de redes electrónicas. Este método se utiliza para gestionar los requerimientos y solicitudes de información desde el inicio de la obra hasta su culminación. Sin embargo, esta estrategia presenta diversas falencias que afectan la efectividad de la comunicación. Una de las principales limitaciones radica en el uso de herramientas como el correo electrónico, que a menudo resultan en información poco clara y difícil de interpretar. Esta falta de claridad puede obstaculizar la toma de decisiones oportunas, especialmente en momentos críticos que requieren una respuesta rápida. Además, esta situación se complica aún más cuando se deben definir cambios estructurales significativos, ya que estos pueden tener un impacto considerable en los costos y en el tiempo de ejecución de las partidas dentro de un proyecto civil.

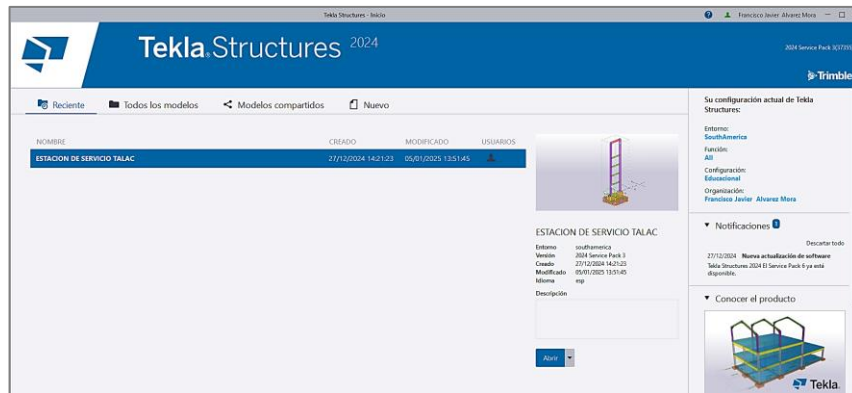
Es crucial abordar estas deficiencias en la comunicación para optimizar la gestión del proyecto. Implementar herramientas más eficientes y claras podría facilitar un intercambio de información más fluido, permitiendo que tanto el mandante como el proveedor de servicios tomen decisiones informadas y colaboren de manera más efectiva. Así, se podrá garantizar no solo la transparencia en los procesos, sino también una mejor planificación y ejecución de las obras, reduciendo riesgos y mejorando los resultados finales.

La propuesta de un entorno común de datos (CDE) se centra en la digitalización de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto. Este enfoque utiliza modelos estandarizados que permiten el acceso libre y continuo a la información, facilitando así la colaboración efectiva en los diseños desde el inicio hasta la finalización del ciclo de vida de un activo. Además, la información no gráfica del proyecto se presenta de manera digital, con el objetivo de centralizar todos los datos en un único sistema accesible. En este contexto, se analiza la implementación del CDE como una herramienta clave para optimizar la gestión de la información y mejorar la coordinación entre todos los participantes del proyecto.

Para la presente investigación, se tomará como referencia el uso de un entorno común de datos, específicamente *Trimble Connect*<sup>®</sup>. Esta plataforma se destaca por su capacidad para facilitar la colaboración y gestión de la información en proyectos de construcción, permitiendo una integración efectiva de datos y mejorando la comunicación entre los diferentes actores involucrados.

*Trimble Connect*<sup>®</sup> es una plataforma que ofrece soluciones ideales para diversas industrias, enfocada en la mejora de la eficiencia y colaboración en los proyectos. Gracias a su tecnología, permite la gestión de documentación en tiempo real, optimizando los flujos de trabajo y facilitando tanto la comunicación entre todos los participantes de un proyecto, así como mejorando la calidad de la data entregada entre los pares. Al integrar herramientas y procesos específicos de cada área, *Trimble Connect*<sup>®</sup> impulsa la innovación y proporciona a las empresas las herramientas necesarias para los desafíos del mercado de la digitalización.

En la **Imagen 8** se presenta la base de modelos exportados en Trimble Connect, donde se inicia la modelación, mostrando cómo los modelos son integrados y gestionados en esta plataforma. Este paso es crucial para garantizar que todos los datos y elementos de diseño se mantengan actualizados y accesibles a todos los miembros del equipo, facilitando así la colaboración y la toma de decisiones en tiempo real, lo que mejora significativamente la eficiencia del proyecto.



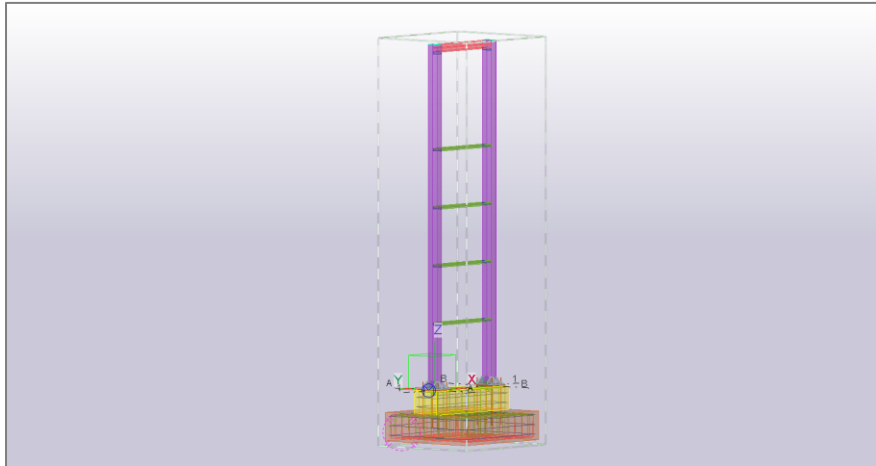
**Imagen 8:** Base de Modelos exportados en Trimble Connect®  
**Fuente:** Elaboración propia en Trimble Connect®

A través del uso de *Trimble Connect*®, se gestionó la partida correspondiente a la fundación del tótem. Para ello, se solicitó un requerimiento de información (RDI) en el que se incluyeron las rectificaciones necesarias en las medidas, asegurando la correcta ejecución de la fundación. Esta partida fue una de las últimas en realizarse en la obra, dado que inicialmente solo se requería la construcción de la fundación con anclajes. Posteriormente, se solicitó la instalación del tótem de 7 metros de altura, para lo cual fue necesaria la utilización de una grúa asistida, garantizando así el adecuado posicionamiento de este. La coordinación precisa entre las partes involucradas fue clave para la eficiencia en la ejecución de estas tareas.

Una vez resuelta la solicitud y con la información necesaria confirmada, se procedió a la entrega del plano detallado para la fundación del tótem. Este plano incluyó todos los detalles estructurales esenciales para su correcta ejecución, asegurando que se cumpliera con los requisitos técnicos y de seguridad. El plano entregado en formato *AutoCAD*®, en el que se especifican claramente las dimensiones, materiales y parámetros definidos por el mandante. Además, el plano incluye notas y especificaciones adicionales, que permiten una correcta interpretación por parte del equipo de construcción, garantizando que la ejecución se realice de acuerdo con los estándares establecidos.

El empleo de *Trimble Connect*® permite una visualización tridimensional avanzada de la estructura a ejecutar, brindando una ventaja significativa en la planificación y coordinación de los elementos constructivos. Esta herramienta facilita la integración completa de los componentes estructurales de una obra, optimizando la interconexión precisa de elementos como vigas, columnas, armaduras, estribos, entre otros, en un entorno digital colaborativo. Dicho enfoque no solo mejora la identificación de posibles interferencias entre los componentes, sino que también incrementa la precisión en la ejecución, proporcionando una representación clara y detallada de cómo se relacionan entre sí los diversos elementos de la estructura.

En la **Imagen 9**, se observa la modelación tridimensional de la estructura del tótem, donde se visualizan con claridad todos los componentes clave para su construcción. En la parte inferior de la imagen, se muestra la zapata corrida, diseñada para distribuir de manera uniforme el peso de la estructura, garantizando una base sólida y estable. En la parte superior, se detallan los anclajes del tótem, que incluyen los pilares estructurales conectados de forma precisa, asegurando la estabilidad y resistencia necesarias para la instalación. El uso de estas herramientas digitales no solo facilita la visualización de la obra, sino que también optimiza el proceso de planificación y ejecución, minimizando riesgos y mejorando la eficiencia de las intervenciones en la obra.



**Imagen 9:** Modelo exportado en Trimble Connect® fundación tótem.  
**Fuente:** Elaboración propia en Trimble Connect®

*Trimble Connect*® es una plataforma colaborativa que permite a los equipos de construcción y diseño gestionar proyectos de manera eficiente. Gracias a la combinación de un programa de modelado como *Trimble Connect*® y un ambiente común de datos para compartir la información, los usuarios pueden optimizar el flujo de trabajo y la toma de decisiones. Una de sus principales capacidades es la generación de informes detallados, los cuales permiten extraer información clave para la ejecución de un proyecto.

Entre las funcionalidades destacadas, se encuentra la posibilidad de calcular la cantidad de materiales necesarios para cada partida o fase del proyecto. Esta herramienta facilita la elaboración de informes precisos sobre las cantidades de materiales, como concreto, acero o madera, que se utilizarán en la construcción. De este modo, los usuarios pueden optimizar el proceso de planificación y logística, asegurando que se cuente con los recursos adecuados en el momento preciso, lo que a su vez contribuye a la reducción de costos y mejora la eficiencia en la ejecución del proyecto. En la **Imagen 10** se presenta el listado detallado de materiales necesarios para la ejecución de la fundación del tótem del proyecto, específicamente en lo que respecta al cálculo de la enfierradura para esta partida. A través de esta información, se estima una cantidad aproximada de 205,9 kilogramos de fierro de hormigón A630-420 H que se deberá solicitar al proveedor especializado en estos elementos estructurales. Por otro lado, en la **Imagen 11** se muestra el cálculo efectuado utilizando la herramienta de informes de la plataforma *Trimble Connect*®, la cual facilita la visualización de un desglose preciso de las armaduras de acero, obtenidas a través del modelo BIM de *Tekla*®. Al ingresar las componentes estructurales del diseño, la herramienta genera un listado organizado que muestra el detalle de cada elemento asociado a la fundación, permitiendo así una visión clara y ordenada de la distribución de las barras de refuerzo. Este análisis automatizado arroja un total aproximado de 159,4 kilogramos de acero de refuerzo requerido para la fundación del tótem. Esta diferencia en los cálculos revela la importancia del uso de herramientas tecnológicas avanzadas como *Trimble Connect*®, que, al generar informes precisos y basados en modelos 3D, reduce significativamente los errores de cálculo que podrían surgir mediante procesos manuales. Este nivel de precisión es crucial en la fase de presupuestos, ya que no solo garantiza una mejor planificación de los recursos, sino que también permite optimizar los costos tanto para el mandante como para el proveedor de los materiales, asegurando que las cantidades solicitadas estén alineadas con las necesidades reales del proyecto.

SEGÚN SECCION 1 DEL PLANO TOTEM							
CANTIDAD	DIAMETRO	LARGO (m)	ESPACIAD	C X L (mm)	C X L (m)		COEF Kg/m
12	10	2800	200	33600	33,60		0,617
12	10	2800	200	33600	33,60	67,20	41,5
12	12	2800	200	33600	40,32		1,0656
3	12	2370		7110	8,53		
3	12	2370		7110	8,53		
3	12	2370		7110	7,82	65,21	69,5
62	8	840	1 m2	52080	52,08	52,08	0,395
							24,7
SEGÚN ELEVACIÓN TOTEM							
12	10	3000	200	36000	36,00		22,2
12	12	3000	200	36000	43,20		46,0
NECESITAMOS BARRAS DEL 10							64,67
NECESITAMOS BARRAS DEL 12							116,52
NECESITAMOS BARRAS DEL 8							24,69
							205,9

**Imagen 10:** Memoria de Cálculo para Armadura de fundación tótem.

**Fuente:** Elaboración Oficina técnica Talac Proyecto File 431.

LISTADO DE ARMADURAS DE TEKLA STRUCTURES																		
Modelo: ESTACION DE SERVICIO TALAC																		
DIMENSIONES																		
MARCA	DIAM.	TIPO	POSICIONAMIENTO	CANT.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	a	R	UNIT. mm.	TOTAL m.
AR1	10	4	AR ZAPATA	12	365	2248	365									30	2978	35.736
AR2	12	4	AR ZAPATA	12	365	2248	365									36	2978	35.736
AR3	10	4	AR ZAPATA	12	339	2078	339									30	2756	33.072
AR4	12	4	AR ZAPATA	12	337	2078	337									36	2752	33.024
AR5	10	7	AR ZAPATA	3	1503	2270	2100	2270	896							20	9039	27.117
AR6	12	1	AR ZAPATA	5	2296												2296	11.480
AR7	10	7	AR ZAPATA	12	161	987	526	987	161							30	2822	33.864
AR8	10	7	AR ZAPATA	2	2310	550	2320	550	310							25	6040	12.080
RESUMEN DE PESOS POR DIÁMETRO																		
DIÁMETRO	kg/ml	LARGO (mts)	PESO (Kgs.)															
10	0.620	141.869	87.959															
12	0.890	80.240	71.414															
TOTAL KG.			159.372															

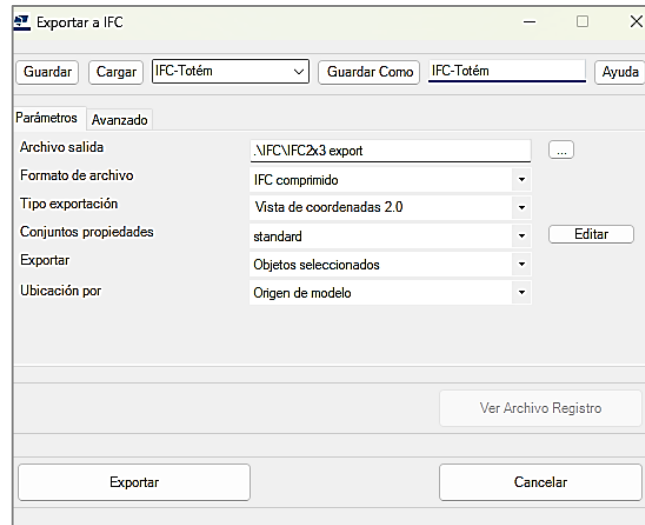
**Imagen 11:** Reporte Informe Armadura de fundación tótem.

**Fuente:** Elaboración propia en Trimble Connect®

Mediante la utilización de la plataforma digital *Trimble Connect*®, se entrega a los usuarios una interfaz fácil de usar que permite un rápido movimiento en los modelos y documentos sin complicaciones, interactuando con modelos en 3D lo que facilita la comprensión del proyecto y la rápida identificación de problemas potenciales antes de la construcción, a su vez presenta una amplia compatibilidad con múltiples formatos de diversas aplicaciones como *Revit*®, *AutoCAD*®, permitiendo flexibilidad en la gestión de datos, la plataforma incorpora otras soluciones de *Trimble*®, como *Tekla*® y también software de gestión de proyectos como *Microsoft Project*® entre otros.

Para una mejor conectividad en espacio y tiempo, *Trimble Connect*® ofrece una plataforma accesible desde dispositivos móviles, lo que permite a los usuarios revisar información y colaborar desde cualquier lugar del mundo, así también brinda un control de versiones para mantener un historial amplio de todos los cambios y versiones de los documentos, lo que se reduce en una ayuda significativa a la hora de realizar un flujo de trabajo colaborativo. Facilitando a su vez la asignación y seguimiento de tareas dentro del equipo de trabajo, mejorando la organización del proyecto.

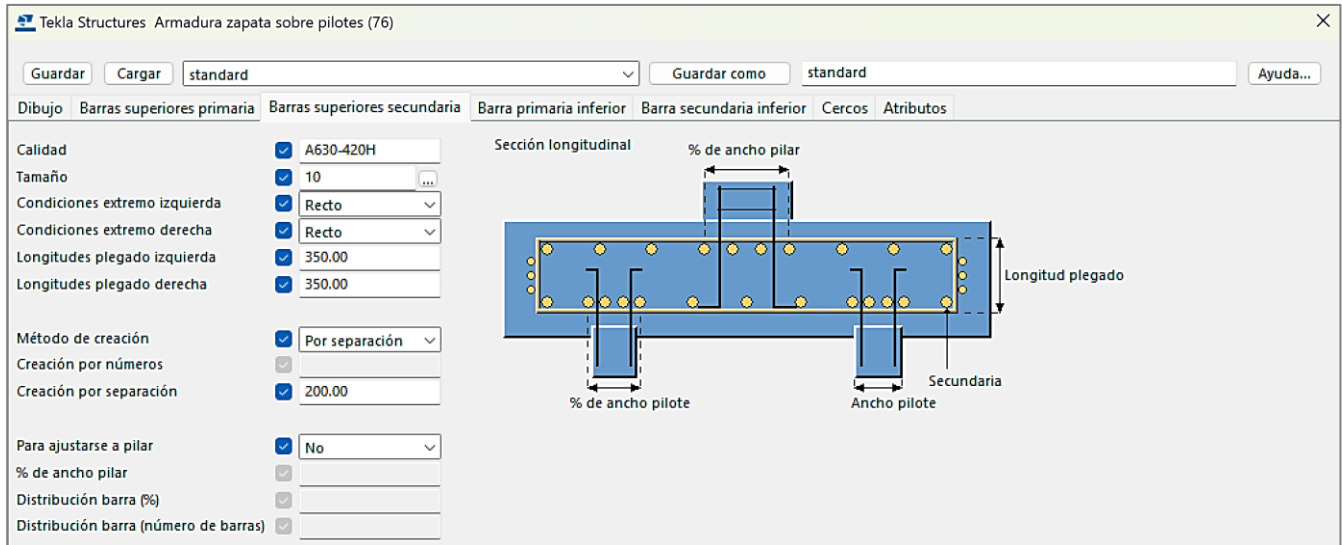
A través de *Trimble Connect*<sup>®</sup> es posible usar un modelo IFC que permite visualizar información clave sobre los procesos de construcción de un proyecto, abarcando todas las fases del ciclo de vida, desde el diseño hasta el mantenimiento. La digitalización ofrece una representación tridimensional de edificios y estructuras, facilitando la identificación y caracterización de los componentes. Además, el modelo IFC mejora la interoperabilidad entre plataformas y software, optimizando la colaboración entre equipos multidisciplinarios, reduciendo errores y costos por modificaciones tardías. También favorece la gestión de la información, mejorando la planificación, ejecución y sostenibilidad del proyecto. La **Imagen 12** muestra la herramienta para exportar un modelo *Tekla*<sup>®</sup> a IFC, demostrando cómo este flujo de trabajo mejora el intercambio de datos y la toma de decisiones.



**Imagen 12:** Exportar modelo a IFC..

**Fuente:** Elaboración propia en *Trimble Connect*<sup>®</sup>

Además, se proporciona información detallada sobre los materiales utilizados, incluyendo propiedades térmicas, acústicas y mecánicas. La plataforma, al integrarse con modelos IFC, también ayuda a las empresas a gestionar datos financieros al ofrecer información sobre los costos asociados con los elementos estructurales. Asimismo, brinda datos sobre plazos y secuencias de construcción, así como información crítica para el análisis estructural, que es fundamental al tomar decisiones durante el diseño. Esta información permite evaluar la resistencia y el comportamiento de los materiales y elementos estructurales. Gracias a la centralización de la documentación y la capacidad de visualizar elementos, *Trimble Connect*<sup>®</sup> mejora la colaboración entre arquitectos, ingenieros, constructores y propietarios, optimizando así la eficiencia en los procesos de ejecución de obras civiles. En la **Imagen 13** se pueden observar las características detalladas de la armadura de la zapata de la fundación Tótem, donde se especifica la calidad del acero a utilizar, que corresponde a un acero de tipo A 630-420 H según la normativa chilena. Además, se detalla el diámetro del acero de refuerzo, las longitudes de plegado y las distancias de separación entre las barras de acero, cumpliendo con las especificaciones normativas para garantizar la correcta resistencia y distribución de esfuerzos en la estructura.



**Imagen 13:** Componente de Armadura Zapata Fundación Tótem en Trimble Connect®.

**Fuente:** Elaboración propia en Trimble Connect®

## 8. CONCLUSIONES

La transferencia de datos entre el mandante y el proveedor en el proyecto FILE 431, Curacautín, Shell®, ha demostrado la relevancia de la correcta gestión de la información y la utilización de canales de comunicación eficientes para asegurar la ejecución exitosa del proyecto. En este contexto, la calidad y precisión de los datos entregados, tales como planos técnicos, cronogramas y presupuestos, resultan fundamentales para la planificación y el progreso de la obra. La identificación de limitaciones en los canales de comunicación utilizados, como los correos electrónicos y las reuniones presenciales, resalta la necesidad de implementar soluciones más efectivas, como plataformas digitales que integren la información de manera centralizada.

Además, se ha identificado la importancia de adoptar metodologías avanzadas y estándares internacionales para mejorar la coordinación y eficiencia operativa. El uso de plataformas digitales especializadas, como un entorno común de datos (CDE), puede reducir los riesgos asociados a los proyectos y permitir una mayor transparencia y trazabilidad en la ejecución. La implementación de estas herramientas también optimiza la toma de decisiones, contribuyendo significativamente al cumplimiento de los plazos y presupuesto establecidos.

La investigación también ha destacado la importancia de integrar modelos As-Built actualizados en la entrega de datos al mandante. Esta metodología, basada en la utilización de BIM, asegura que el activo se entregue con una representación fiel de su condición final, lo que es esencial para su posterior operación y mantenimiento. Este enfoque contribuye no solo a la mejora de la calidad de la operación, sino también a la reducción de riesgos en la gestión del activo a lo largo de su ciclo de vida.

Los avances tecnológicos en la gestión de la información, el uso de plataformas digitales y la integración de modelos As-Built son componentes claves para asegurar el éxito en proyectos de construcción. Estas soluciones no solo optimizan la eficiencia operativa y la coordinación durante la ejecución de la obra, sino que también facilitan la gestión del activo a largo plazo, contribuyendo a la sostenibilidad tanto económica como ambiental de los proyectos. La digitalización de los procesos, mediante plataformas como CDE, permite una mayor transparencia y una trazabilidad más precisa, lo que asegura que todos los actores involucrados trabajen con la información más actualizada y precisa en tiempo real.



# UCSC

La implementación de los modelos As-Built proporcionan una base sólida para la fase de operación y mantenimiento del activo, asegurando que los futuros ajustes o renovaciones se realicen de manera precisa y eficiente. Estos modelos, basados en metodologías como BIM, representan no solo una mejora en la calidad operativa, sino también una reducción de riesgos asociados con la gestión del activo a lo largo de su ciclo de vida. Al adoptar estas tecnologías, las empresas pueden transformar la forma en que gestionan sus proyectos y activos, optimizando los recursos, reduciendo costos y mejorando la calidad de la obra, mientras aseguran un impacto positivo a largo plazo, tanto en la sostenibilidad como en la efectividad operativa.

## 9. REFERENCIAS

**Liébana, Oscar & Barroso, Ivan & Carrasco, César. (2020).** CDE Extendido Implementación de herramienta en la nube para la gestión masiva de BIM360 en una promotora residencial.

**Preidel, Cornelius & Borrmann, Andre & Mattern, Hannah & König, Markus & Schapke, Sven-Eric. (2018).** Common Data Environment.

**Çekin, Erhan & Seyis, Senem. (2020).** BIM Execution Plan based on BS EN ISO 19650-1 and BS EN ISO 19650-2 Standards.

**Akgüneş Ahmed, İlknur & Pehlevan, Esin. (2023).** Investigation of Effectiveness of Common Data Environments (CDEs) Utilized in Metro Projects.

**Okonta, Ebere & Vukovic, Vladimir & Hayat, Ezri. (2024).** Prospective Directions in the Computer Systems Industry Foundation Classes (IFC) for Shaping Data Exchange in the Sustainability and Resilience of Cities. Electronics.

**Azhar, S., & Brown, J. (2011).** BIM for Dummies. Wiley. Implementing a Common Data Environment in BIM Projects.

**Ingeniería, C. (2024, agosto 19).** Modelos As-built con metodología BIM. Captiva Ingeniería. <https://captivaingenieria.cl/modelos-as-built-con-metodologia-bim/>

**Puell, M. S. (2020, febrero 27).** ¿Qué es el archivo BIM “As-Built”? Retain Technologies. <https://retaintechologies.com/que-es-el-archivo-bim-as-built/>

**Todo lo que debes saber sobre el modelo As Built. (2024, agosto 21).** Euro Innova International Online Education. <https://www.euroinnova.com/blog/revista-educacion-espana/modelo-as-built/>

**Estándar BIM para proyectos públicos - Planbim. (2022, abril 25).** Planbim -; Planbim. <https://planbim.cl/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>

**IFC. (s/f).** buildingSMART Spain. Recuperado el 25 de noviembre de 2024, de <https://www.buildingsmart.es/bim/openbim/ifc/>

**Industry Foundation Classes (IFC). (2018, mayo 14).** buildingSMART Technical. <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>

**Trimble Dimensions Opening Keynote. (s/f).** Trimble.com. Recuperado el 20 de noviembre de 2024, de <https://www.trimble.com/en/developer>

**Los 3 beneficios principales de usar Trimble Connect. (2022, enero 24).** Tekla.com. <https://www.tekla.com/la/blog/articulos/beneficios-de-trimble-connect>

**A. GalianoGarrigós & MD AndújarMontoya, Int. J. Sus. Desarrollo.** Planificar. vol. 13, núm. 1 (2018) 1–11

**ISO 16739-1:2024. (2024).** ISO. <https://www.iso.org/standard/84123.html>

**Arias-Odón, Fidas. (2006).** Fidas G. Arias - El Proyecto de la Investigación.

**NCh ISO 19650-2: Primera edición 2019.12.23.** Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets.

**NCh ISO 19650-1: Primera edición 2019.12.23.** 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.