



**Propuesta para la Implementación BIM en la Empresa CVA Constructora SAS.**

Luis Edgar Salazar Parra

Sebastian Tabarquino Zuluaga

Director de tesis

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Maestría en Gerencia de Proyectos

Tutor: Jairo Armando Páez Ricardo

Septiembre de 2024

## Índice

### Contenido

1. Propuesta para la Implementación BIM En La Empresa CVA Constructora SAS.	2
2. Resumen	2
3. Problema de la investigación	3
4. Descripción del Problema	4
5. Elementos del Problema	5
6. Formulación del Problema	5
7. Objetivo General	6
8. Objetivos Específicos	6
9. Pregunta de investigación	6
10. Hipótesis	6
11. Justificación	7
12. Marco Teórico	8
a) Antecedentes del BIM en Colombia	8
b) Gestión de proyectos	8
c) 1.2 Proyecto BIM	9
d) 1.3 Metodología BIM	10
e) 1.4 Metodología del sistema Building Information Modeling (BIM)	11
13) Estado del Arte	15
14) Metodología	18
15) Resultados	29
16) Discusión y Conclusiones	33
Referencias bibliográficas	36

## 1. Propuesta para la Implementación BIM En La Empresa CVA Constructora SAS.

### 2. Resumen

El documento es una propuesta para la Implementación BIM en la Empresa CVA Constructora SAS el cual se enfoca en la implementación de flujos de trabajo de la metodología BIM, con un enfoque específico en el proyecto de construcción TORRES DE SANTA ISABEL, ubicado en el municipio de Dosquebradas, Risaralda. Los objetivos incluyen realizar un diagnóstico de la estructura organizacional y operacional de la empresa, establecer planes de trabajo BIM, definir roles BIM y objetivos a alcanzar en el ciclo de vida del proyecto, así como evaluar las ventajas financieras de la implementación de BIM.

A partir del diagnóstico, se establecieron **protocolos BIM** para el manejo y almacenamiento de información, alineados con las mejores prácticas recomendadas por organizaciones como Autodesk y BuildingSMART. Se propuso la incorporación de un **BIM Manager**, quien será responsable de liderar la transición hacia un entorno colaborativo BIM, facilitando la capacitación del personal y asegurando que todos los miembros del equipo comprendan y adopten los nuevos procesos.

El proyecto piloto para la implementación de BIM se centrará en "Torres de Santa Isabel". En este contexto, se definirán roles específicos dentro del equipo, estableciendo responsabilidades claras para cada miembro en relación con los flujos de trabajo BIM. Además, se evaluarán las ventajas financieras que esta metodología puede aportar, tales como la reducción de costos a través de una mejor planificación y gestión del tiempo

La metodología de investigación se basa en un enfoque de análisis-síntesis, con revisiones literarias centradas en la metodología Building Information Modeling (BIM) y las competencias gerenciales necesarias para la ejecución de proyectos BIM en la industria de la construcción. Se hace referencia a fuentes como el Foro Económico Mundial y BIM FORUM COLOMBIA para respaldar la propuesta de implementación. El documento presenta una propuesta detallada para la implementación de la metodología BIM en la empresa CVA Constructora SAS, con un enfoque específico en el proyecto TORRES DE SANTA ISABEL. Se basa en un enfoque de análisis-

síntesis y la revisión de literatura especializada en BIM y competencias gerenciales para respaldar la propuesta.

La implementación de BIM en CVA Constructora SAS no solo busca modernizar sus procesos constructivos, sino también posicionar a la empresa como líder en innovación dentro del sector. Al adoptar esta metodología, CVA espera no solo mejorar su eficiencia operativa, sino también ofrecer un valor añadido a sus clientes a través de proyectos más sostenibles y bien gestionados. La estrategia se fundamenta en un enfoque colaborativo que involucra a todos los actores del proyecto, asegurando así una transición exitosa hacia el modelo BIM

**Palabras Claves:** Metodología, BIM, Flujo compartido de datos, reprocesos, estandarización, procesos constructivos, BEP, roles BIM, propuesta de implementación, guía. IFC, Gerente, BIM manager, modelador, paradigmas, Vivienda de Interés Social (VIS), Vivienda de Interés Prioritario (VIP).

### 3. Problema de la investigación

La construcción en Colombia es actualmente un proceso el cual se desarrolla tradicionalmente en las pequeñas y medianas empresas, en donde no hay un flujo de información consistente y con poca capacidad de coordinación entre toda la información que desarrolla durante la vida de un proyecto constructivo inmobiliario, por lo cual se generan bastantes dificultades a la hora de ejecutar los mismos en cada una de sus etapas, generando así un impacto financiero negativo, (Vivero, 2024) por la serie de inconvenientes que esto conlleva, motivo por el cual la empresa CVA CONSTRUCTORA SAS CVA CONSTRUCTORA SAS que es una empresa dedicada a la gestión y desarrollo de proyectos urbanísticos, edificaciones e infraestructura; que benefician y satisfacen las necesidades de nuestros clientes. Ofrece calidad y confort, enfocados en la oferta de vivienda de interés prioritario y social (VIP y VIS) con experiencia de más de 28 años no es ajena a esta problemática actual, debido a que no se tienen flujos claros de trabajo e implementación de tecnologías actuales para compartir y manipular la información por todos los interesados, por lo que no se tienen procesos claros y estandarizados, lo cual se traduce en imprevistos de obra y problemas a la hora de la consecución de las etapas del proyecto, generando sobrecostos afectando directamente el tiempo y las utilidades que la empresa puede obtener.

#### 4. Descripción del Problema

El análisis del macroentorno para la empresa CVA, está rodeado de las características demográficas que juegan un papel importante en relación a la variable de producción de materias primas, lo cual se ve enmarcado por las afectaciones globales que pueden tener incidencia en el desarrollo de infraestructura y vivienda, también es de anotar que finalizando el 2022 las políticas adoptadas por el nuevo gobierno Colombiano en cabeza del Presidente Gustavo Petro han afectado considerablemente al sector constructor de edificaciones y viviendas, puesto que cambió la metodología para Vivienda de Interés Prioritario (VIP) y Vivienda de interés social (VIS) con la que se estaba trabajando, dando como tal una deflación del sector y provocando una recesión en este sector que es de los más importantes a la hora de incidir en el Producto Interno Bruto (PBI), (DANE, 2024) también podemos anotar que las variables económicas como por ejemplo el alza en los impuestos en la mano de obra y el encarecimiento del costo de vida afecta indirectamente el alza de los precios en el sector constructivo, dando como tal una tendencia a la baja en la entrega de los productos ofrecidos por constructoras puesto que los toques VIP y VIS son valores establecidos y de los cuales el vendedor no se puede exceder (constructora). Así mismo, se puede observar que 9 de cada 10 proyectos de construcción tienen sobrecostos por encima del 20% del valor inicial, debido a que las cifras contratadas inicialmente se hacen en base a caracterizaciones aproximadas de los proyectos antes de su inicio versus la realidad del terreno; el entorno o los factores de diversos tipos que se presentan durante la ejecución y que son estrictamente necesarios de incorporarse a las obras. (Sansores, 2016)

Con todo el contexto anterior no es de sorprender que las constructoras busquen alternativas con el fin de ser más rentables y reducir el costo de los procesos constructivos, mediante nuevas tecnologías que permitan la optimización de capital, tanto humano como económico. Es así como la Metodología Building Information Modeling (BIM) juega un papel fundamental en la solución de la problemática actual que vive la constructora, ya que esta le permitirá evitar inconvenientes que pueden significar inversiones económicas considerables. Así mismo el sector de la construcción, a nivel mundial, es de los que menos cambios organizacionales, y procesos de innovación ha sufrido a través del tiempo, según el Instituto

Global Mckinsey y el World Economic Forum en sus artículos “Reinventar la construcción a través de una revolución de la productividad” e “Incrementar la productividad en la construcción en latinoamérica”, intensificando esta situación en países Latinoamericanos.

## **5. Elementos del Problema**

- Poca innovación en el sector constructor.
- reprocesos constantes en obra
- mala comunicación.
- flujos de información poco eficientes.
- Procesos no estandarizados
- necesidad de capacitación en nuevas tecnologías el personal.
- Entorno a nivel global y regional cambiante.

## **6. Formulación del Problema**

La constructora CVA, evidencia actualmente conflictos entre todos los actores que se ven involucrados en la construcción, esto debido a la falta de un proceso claro y estandarizado de flujo de información, sumado a la carencia de socialización de los distintos diseños y especialidades entre sí, por lo cual, los proyectos formulados, llegan a obra con carencias y vacíos técnicos, los cuales solo generan reprocesos e imprevistos que representan dinero.

Todo lo anterior, se ve intensificado con un entorno global y regional cambiante, políticas nuevas que afectan el sector constructor y generan incertidumbre en el futuro próximo, encareciendo los materiales y procesos constructivos. (Montes, 2024)

Es por eso que la CONSTRUCTORA CVA debe comenzar a implementar nuevas tecnologías y procesos, que le permitan optimizar toda la cadena de la construcción, con el fin de aumentar la rentabilidad, y poder mantenerse en el tiempo.

## **7. Objetivo General**

Generar una propuesta de un plan de implementación de flujos de trabajo a la metodología BIM en la empresa CVA constructora SAS.

### **8. Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico general a la estructura organizacional y operacional de la empresa para migrar el flujo de trabajo actual a un entorno de trabajo BIM.
- Establecer los pasos y crear planes de trabajo BIM (BEP) para la implementación en los proyectos de construcción TORRES DE SANTA ISABEL, en el municipio de Dosquebras, Risaralda.
- Establecer una hoja de ruta con los roles BIM y objetivos BIM a alcanzar en todo el ciclo de vida del proyecto.
- Establecer las ventajas de la implementación de la metodología BIM comparado con el flujo de trabajo actual en la empresa y su impacto financiero.

### **9. Pregunta de investigación**

¿Cómo influye la implementación de la metodología BIM en la viabilidad económica y la eficiencia operativa de los proyectos de construcción en la empresa CVA CONSTRUCTORA SAS?

### **10. Hipótesis**

Hipótesis 1: La adopción de la metodología BIM en la empresa supondrá una disminución de los gastos operativos, una mejora significativa de la gestión administrativa y un impulso en la viabilidad económica de sus proyectos.

Hipótesis 2: La adopción temprana de BIM en CVA constructora S.A.S. en las fases de planificación y diseño ha permitido una mejor identificación y resolución de conflictos entre disciplinas, lo que ha llevado a una mayor eficiencia operativa y una disminución del tiempo total de sus proyectos.

Hipótesis 3: La integración de BIM en los procesos de CVA constructora S.A.S. ha facilitado una mejor colaboración entre arquitectos, ingenieros y contratistas, mejorando la calidad del producto

final y asegurando la sostenibilidad de sus proyectos en el largo plazo, en línea con las tendencias mundiales de la construcción.

Al examinar casos específicos dentro de CVA constructora, es posible examinar las hipótesis y evaluar su experiencia con la metodología BIM, así como los costos, tiempos y calidad del proyecto.

## **11. Justificación**

Uno de los factores que afectan directamente la viabilidad de un proyecto de construcción es la referente al uso de los recursos financieros. La falta de liquidez o la debilidad en una estructura económica que le permita la inyección de recursos externos se presenta como dificultad a considerar en la realización de este tipo de proyectos.

Como tal de acuerdo al Foro Económico Mundial, la calidad de la infraestructura ha sufrido paulatinamente un deterioro en muchas naciones, por ende para lograr una inversión eficiente en los macroproyectos de infraestructura, se debe garantizar un flujo de trabajo óptimo entre disciplinas en todo el ciclo de vida de un proyecto, (Rosales, 2018) ya que este es dinámico, por ende puede tener durante el transcurso de desarrollo novedades y cambios, por ende las fases del proyecto (Planeación, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Demolición y Renovación).

Es por ello que a nivel mundial han querido unificar una manera de trabajo encaminada en cubrir las debilidades actuales en el gremio constructor según la metodología tradicional, dando paso a la implementación BIM la cual aporta un conjunto de soluciones tecnológicas para reducir el tiempo y los costos, así como la adopción de todas las especialidades que tienen relación en el proyecto, permitiendo esto la detección de algún problema en una fase anticipada al ciclo al que está pertinente, facilitando también la accesibilidad a la manipulación de la información remotamente. De acuerdo con el mismo reporte los 11 países con la infraestructura de mayor calidad: Hong Kong, Singapur, Holanda, Emiratos Árabes, Japón, Suiza, Alemania, Francia, Inglaterra, España y Estados Unidos.

Mucho de estos países han implementado la metodología Building Information Modeling (BIM) y legislado sobre esta para la implementación en proyectos de construcción que sean



nuevos, regulando así el proceso de la implementación, lo cual es causal de impacto positivo en el sector constructor, mejorando la implementación en las nuevas tecnologías para planear, diseñar, construir, operar y mantener sus activos de mejor manera. (BIM COMMUNITY, 2017) Lo cual indica una tendencia global, a normativizar esta metodología con el fin de incentivar su uso, a lo cual no es ajena Colombia, ya que el Departamento Nacional de Planeación publicó la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2020), donde indica los avances que debe tener la industria de construcción Colombiana durante ese periodo de tiempo en Metodología BIM.

## **12. Marco Teórico**

### **12.1. Antecedentes del BIM en Colombia**

El sector de la construcción en el mundo se ha caracterizado por ser uno de los que presenta más ineficiencias y menor innovación en el último siglo. La revolución tecnológica ha generado la urgencia de tecnificar los procesos constructivos. Como resultado de esto las potencias mundiales han liderado la implementación, adaptación y creación de nuevas estrategias organizacionales para aplicarlas a las obras civiles. La aplicación de filosofías LEAN o metodologías BIM, ocurrieron inicialmente en países como Reino Unido, Estados Unidos, y Alemania a finales del siglo pasado (Botero, 2021).

En Colombia la implementación de este tipo de tecnologías, como la metodología BIM, se ha realizado de manera lenta debido a los retos que esto implica. La industria de la construcción en Colombia presenta una gran necesidad de implementación de nuevas tecnologías. Las dificultades de gestión de la información que se ha identificado en las compañías se han traducido en aumentos de los costos y tiempos de construcción. Esto ocurre debido a que al usar la metodología tradicional de diseño en formatos CAD se generan dificultades en la producción de planos, la formulación de presupuestos y la estructuración de cronogramas de obra. Esto genera dificultades y sobrecostos en la etapa constructiva, donde se identifican de manera tardía los

conflictos, interferencias y errores que se realizaron en la etapa de diseño. Como consecuencia, se aumentan los esfuerzos necesarios para plantear soluciones inmediatas y efectivas, las cuales, en la mayoría de los casos, pudieron ser gestionadas en etapas anteriores, evitando la pérdida del trabajo (Reyes, 2020)

## **12.2. Gestión de proyectos**

La disciplina de gestión de proyectos es responsable de la planificación, organización, supervisión y gestión de recursos para garantizar la ejecución eficiente y efectiva de un proyecto. El éxito de las obras de construcción en ingeniería civil depende de la gestión del proyecto. El marco teórico cubrirá los fundamentos de la gestión de proyectos, sus antecedentes históricos y su uso en ingeniería civil.

La gestión de un proyecto se basa en la planificación, organización, dirección y control de los recursos necesarios para ejecutar un proyecto de manera productiva y eficiente. Se dispone de recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos. Las fases de la gestión de proyectos incluyen planificación, ejecución, control y evaluación (Terrazas, 2016). Por lo expuesto, la planificación debe considerarse una actividad permanente que nos permitirá tomar decisiones, según los resultados de la organización. Los procesos de planificación contienen o incluyen varios planes por lo que se debe delegar funciones a cada departamento o grupo de trabajo. (García Real, 2021)

La etapa organizativa, en la que dominan los procesos de planificación, es cuando el gerente del proyecto puede ofrecer su mayor impacto, por lo tanto, se debe crear una ruta o camino para que la ejecución de las actividades se realice de forma coordinada entre las variables de tiempo, costo y calidad en el proyecto. La planificación es una herramienta para la toma de decisiones con respecto al proyecto, en la cual se intenta cotejar el deseo de un grupo de stakeholders con la realidad de una situación. El proceso consiste en determinar cuáles son las actividades, qué recursos se requieren y cuándo se requieren para la ejecución del proyecto. La planificación es un proceso a través del cual se pretende sistematizar, por adelantado, lo que se tratará hacer en un futuro (Bernal Plaza, 2021), por ello se debe tener clara la importancia de la Metodología BIM dentro de un proceso de planificación en las etapas integrales de un proyecto, el cual debe ensamblar de forma coherente todo lo que se va a realizar durante la ejecución.

### 1.1.1 Gestión de la planificación

Los procesos de planificación son actividades las cuales están regidas bajo un plan diseñado que se convierte en un proceso ininterrumpido y de permanente retroalimentación, se puede decir que un proceso de planificación se está realizando continuamente a pesar de que el diseño este hecho, la planificación deber ser considerada una actividad permanente en la cual se toman decisiones constantemente, los cuales generan unos resultados que se obtienen a través de estos. (Bejerano, 2011)

## **12.3. Proyecto BIM**

La definición de un proyecto BIM es la que engloba diferentes conceptos que se pueden extender en las actividades profesionales que así lo conciernen, bajo la combinación de recursos humanos y tecnológicos, parametrizada bajo un entorno común de trabajo colaborativo para la concepción de proyectos de edificación y obra civil, bajo el entorno común de datos que centraliza la información en un modelo digital desarrollado por todos sus agentes. (Saltarén, 2017)

## **12.4. Metodología BIM**

La industria de la construcción se ha transformado con el desarrollo del modelado de información de construcción bim, una metodología que ofrece un enfoque integral y colaborativo para la gestión de proyectos. La implementación de bim en una empresa constructora requiere de una sólida estrategia para asegurar el éxito y maximizar la eficiencia, la calidad y la rentabilidad. El marco teórico profundizará en los conceptos básicos de bim, factores importantes para una implementación exitosa y brindará recomendaciones para una implementación sólida en el entorno empresarial.

### **12.4.1 Fundamentos de Building Information Modeling (BIM)**

#### **12.4.1.1. Definición y evolución de BIM.**

"BIM es una metodología colaborativa basada en modelos que integra datos e información en un modelo 3D compartido para gestionar y visualizar proyectos de construcción durante todo su ciclo de vida" (Eastman et al., 2011).

BIM ha evolucionado desde la representación 3D hasta una herramienta completa de gestión de información y coordinación entre disciplinas.

#### **12.4.1.2 Principales componentes y ventajas de BIM.**

"BIM se compone de elementos geométricos, atributos y relaciones, lo que permite una representación virtual precisa y detallada de los edificios y sus sistemas" (Autodesk, 2021).

La implementación de BIM puede mejorar la colaboración, la coordinación, la detección temprana de conflictos, la toma de decisiones informada y la eficiencia en el ciclo de vida del proyecto (Azhar et al., 2012).

#### **12.4.1.3 Factores Clave para una Implementación Exitosa de BIM en Empresas de Construcción**

- Liderazgo y compromiso de la alta dirección.

"El liderazgo comprometido de la alta dirección es esencial para respaldar la implementación de BIM y garantizar su adopción en toda la empresa" (Yan et al., 2014).

Desarrollo de una estrategia de implementación BIM.

- "La empresa debe establecer una estrategia clara y detallada que aborde la capacitación, la inversión en tecnología, los procesos de trabajo y la integración con otros sistemas" (Kassem et al., 2018).
- Capacitación y desarrollo de habilidades del personal.

"La formación adecuada del personal en el uso de BIM es esencial para maximizar los beneficios de la tecnología y para fomentar una cultura de colaboración y mejora continua" (Eastman et al., 2011).

#### **12.4.1.4 Mejores Prácticas para una Implementación Robusta de BIM en Empresas de Construcción**

Selección del software y herramientas adecuadas.

"La elección del software y las herramientas BIM apropiadas para las necesidades de la empresa es fundamental para garantizar una implementación exitosa" (Koo & Fischer, 2017).

Integración con otros sistemas y flujos de trabajo.

"BIM debe integrarse de manera efectiva con los sistemas y flujos de trabajo existentes en la empresa, como la gestión de proyectos y la gestión de recursos, para una colaboración fluida y eficiente" (Sacks et al., 2010).

#### **12.4.1.5 Gestión del intercambio de información y colaboración.**

"El establecimiento de protocolos y estándares para el intercambio de información y la colaboración entre equipos es esencial para evitar conflictos y garantizar la precisión de los datos" (Azhar et al., 2012).

## 12.5. Metodología del sistema Building Information Modeling (BIM)

La industria de la construcción ha estado discutiendo ampliamente el uso de BIM, un acrónimo de modelado de información de construcción, pero su importancia y significado varían según la definición y el punto de vista de la pregunta.

Algunos creen que BIM es un tipo de software. BIM es un modelo virtual en 3D de edificios, como afirman algunos. Algunos sostienen que BIM es un proceso, mientras que otros argumentan que BIM es simplemente una colección de datos de construcción organizados en una base de datos estructural que se puede buscar fácilmente visual o numéricamente. BIM se puede definir como cualquier cosa que esté tanto sobre el suelo como añadida. (*BIM O Metodología BIM (Qué Es) Más Que Tecnología*, 2024)

El proceso BIM comienza con el diseño de un modelo digital 3D de forma muy inteligente. El modelo es una abstracción geométrica pura, con texturas añadidas para la observación. Un modelo BIM auténtico abarca las representaciones virtuales de los componentes y elementos del edificio que se utilizan. Todas las características físicas y lógicas de sus componentes reales están presentes en estos elementos. El prototipo digital de los componentes físicos de un edificio o infraestructura se utiliza para simularlos en un entorno virtual y conocer su comportamiento antes de la construcción real, o construcción virtual, de un proyecto. Este modelo se emplea para permitir a los proveedores y propietarios de servicios mejorar la administración y gestión de proyectos en sus diversas etapas. (Borkowsky, 2023)

- Planeación
- Diseño
- Construcción
- Operación y mantenimiento
- Demolición

El sistema BIM es una metodología de trabajo con la cual podemos solucionar las deficiencias en la gestión del diseño y del proyecto, pues a partir de la gestión del modelo virtual es posible

realizar un análisis íntegro de toda la construcción del proyecto, una mejor y más rápida toma de decisiones y una mejor documentación para el ciclo de vida de una edificación o infraestructura. Aún en la actualidad y con el avance tecnológico, se sigue obteniendo información en la construcción con los modelos CAD planos (arquitectónicos, estructurales, eléctricos, etc.), teniendo resultados y alcances bastante bajos, pues dependen de modelos independientes que solo son una representación de un elemento determinado, y por ende se requiere de mayor cantidad de tiempo para realizar las actualizaciones dentro del proceso ya que en un solo proyecto se manejan modelos independientes, de tal manera que deben modificarse de manera aislada, siendo muy susceptible a presentar discrepancias a la hora de entregar los documentos de diseño y de ingeniería. (Saltarén, 2017)

En contra parte la metodología empleada por el sistema BIM donde se busca elaborar un modelo digital el cual contenga la información necesaria y valiosa sobre los proyectos de construcción, incluyendo todas sus partes. Con esto obtenemos no solo un modelo geométrico tridimensional, sino que conjuntamente obtenemos información precisa del proyecto como lo son planos constructivos, especificaciones técnicas, costos, recursos, cronogramas, y planes que ayudan a la gestión de todas las etapas del proyecto. (Amaya,2021)

## **1.6 Modelo paramétrico**

El modelo es una representación digital de un objeto que incorpora reglas, características y definiciones para determinar la relación entre los elementos que lo componen en el espacio virtual. Los modelos sólo pueden ser paramétricos y formar parte de un proceso bim si satisfacen criterios específicos. (Eastman et al., 2008).

## **1.7 Interoperabilidad**

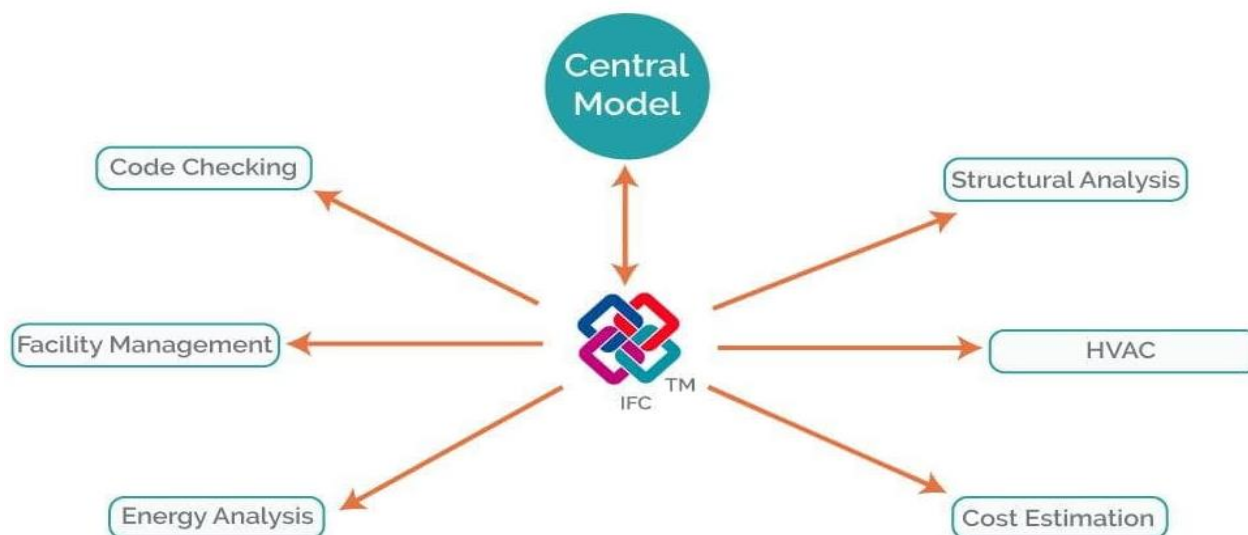
El intercambio de información es un componente clave de los procesos BIM. El término se utiliza para describir el intercambio de información entre diferentes partes involucradas en el mismo proceso, incluido el diseño y la construcción, a pesar de la literatura especializada. Se crea un modelo en software como Autodesk Revit Architecture™ puede ser transferido a plataformas de modelación especializada en estructuras (Autodesk Revit Structure™) y Análisis Estructural (Autodesk Robot Structural Analysis Professional™). Para que esta interoperabilidad sea posible

existen múltiples formatos de código abierto que permiten que la transferencia de información se dé entre softwares de diferentes desarrolladores. Así, un modelo paramétrico creado inicialmente en Revit podría exportarse a otros programas de uso BIM. La interoperabilidad que trae el uso de formatos genéricos, como el IFC (Industry Foundation Classes), hace posible la exportación de datos y modelos entre las herramientas usadas para cada desarrollo BIM. (*¿Qué Es La Interoperabilidad En Un Entorno BIM?*, 2023)

El BCF (Formato de colaboración BIM), desarrollado en 2009 y mantenido por BuildingSMART International, es un formato de archivos abierto basado en XML que tiene como objetivo principal poder simplificar la colaboración entre los diferentes agentes que trabajan en un modelo BIM (BuildingSMART, 2021).

Este tipo de formato permite intercambiar comentarios, informes e imágenes durante la gestión de los modelos BIM compartidos en formato IFC (Industry Foundation Classes). Hay gran variedad de softwares que permiten la exportación e importación de información constructiva en formato IFC. Los que gestionarán cada actor en herramientas que permitan un BCF.

Las plataformas como Solibri, BCFler, o BIMCollab, permiten realizar un seguimiento de las notas o comentarios que se generan durante la colaboración BIM en la fase de diseño y ejecución. Un ejemplo de esto sería la gestión, notificación y resolución de interferencias en el modelo (Clash Detection). El BCF es un formato de intercambio de información descriptiva que ilustra y facilita la gestión de datos que ayudan a resolver los problemas e interferencias identificadas; proporciona un canal independiente a la modelación de la información. (Montes et al., 2020)



*Imagen 1: Interoperabilidad BIM*

*Fuente: KINENERGY*

## 1.8 Constructibilidad

En Estados Unidos, este término se adoptó para denotar proyectos de construcción que tienen un diseño que facilita el proceso de construcción. La definición de constructibilidad refleja con precisión hasta el punto que el diseño satisface las necesidades de los métodos utilizados para construir, minimizando al mismo tiempo los acontecimientos imprevisibles y las incertidumbres presupuestarias. Cuando el diseño facilita la construcción de la obra, el proceso es eficiente, económico y mantiene los niveles de calidad esperados con los materiales, procesos constructivos y modelos paramétricos (Rondón, 2010), por lo tanto a pesar de ser un término que no referencia BIM específicamente, se relaciona directamente.

## 1.9 Niveles de detalle (LOD)

El nivel de profundidad de detalle requerido para cada elemento del modelo debe categorizarse según el alcance del proyecto, como lo describió Kreider Messner en 2013. La madurez de la información de un elemento también es un término utilizado para describirlo. El nivel de detalle no es la única diferencia entre el nivel de detalle y el nivel de desarrollo, ya que no incluye el tipo de información paramétrica que se puede procesar, lo que también se puede hacer en un CAD.



Ser retratado en un elemento BIM. La siguiente tabla ilustra las distinciones entre las etapas de desarrollo utilizadas en BIM. (Van Der Vaart & Stoter, 2024)

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
<p><b>MODELO</b> Sólo se determina la existencia o la envolvente del elemento</p> <p><b>DATOS GRÁFICOS</b> - Existencia del muro. - Ubicación aproximada.</p> <p><b>DATOS NO GRÁFICOS</b> - No determinantes.</p>	<p><b>MODELO</b> Espesor y otras dimensiones en cm de forma aproximada.</p> <p><b>DATOS GRÁFICOS</b> - Existencia del muro. - Unidades, espesor y dimensiones en cm de manera aproximada.</p> <p><b>DATOS NO GRÁFICOS</b> - Debe distinguirse entre tipologías informativamente sin otros datos. - Se incluyen los conocidos pero no son determinantes.</p>	<p><b>MODELO</b></p> <p><b>DATOS GRÁFICOS</b> - Dimensiones - Unidades, espesor y dimensiones (cm). - Materiales - Capas y espesores (cm) - Comportamiento en encuentros.</p> <p><b>DATOS NO GRÁFICOS</b> - Marcas y modelos de capas y materiales. - Datos físicos, químicos y/o mecánicos definitorios y mínimos de normativa si no se definen.</p>	<p><b>MODELO</b> 25 hiladas 30 ladrillos</p> <p><b>DATOS GRÁFICOS</b> - Dimensiones y Materiales - Uds., espesor, dimensiones (cm). - Capas y espesores en cm. - Comportamiento en encuentros. - Plano de replanteo de ladrillo visto del pladurdel intradós.</p> <p><b>DATOS NO GRÁFICOS</b> - Marcas y modelos de capas y materiales. - Datos físicos, químicos y/o mecánicos definitorios y mínimos de normativa si no se definen. - Replanteos de ladrillo, planos de montaje de prefabricados, instrucciones de montaje o instalación de aislamiento, manual de montaje del intradós, etc.</p>	<p><b>MODELO</b> 25 hiladas 30 ladrillos</p> <p><b>DATOS GRÁFICOS</b> - Toda información gráfica es fiel a lo ejecutado en la realidad. - Dimensiones y Materiales - Uds., espesor, dimensiones en cm. - Capas y espesores en cm. - Comportamiento en encuentros. - Plano de replanteo de ladrillo visto del pladurdel intradós.</p> <p><b>DATOS NO GRÁFICOS</b> - Marcas y modelos de capas y materiales. - Datos físicos, químicos y/o mecánicos definitorios y mínimos de normativa si no se definen. - Todos los datos necesarios para el mantenimiento, instrucciones, de mantenimiento, fichas técnicas, información comercial y revisiones...</p>

*Imagen 1: Detalle lod*

*Fuente: BIMnD*

La utilización eficaz del enfoque BIM en una empresa constructora, como lo es para la empresa CVA constructora, es un proceso desafiante pero muy ventajoso. El éxito de esta implementación requiere un liderazgo dedicado por parte de la alta dirección, una estrategia sólida y una formación adecuada del personal. La implementación exitosa de la Metodología BIM en el entorno empresarial se basa principalmente en la selección del software y las herramientas adecuadas, así como en la integración con otros sistemas junto con la capacitación del personal.

### 13) Estado del Arte

Actualmente la construcción es uno de los sectores que más impulsa la economía a nivel mundial, debido a la cantidad de empleo que este genera tanto directo, como indirecto. Sin embargo, es uno de los sectores que menos ha innovado a través del tiempo, sus procesos siguen siendo muy artesanales, y poco sistematizados e industrializados, situación que se ve intensificada en Latino América, que tenemos un atraso con respecto a los países desarrollados de varios años.

Debido a todo lo anterior la construcción viene percibiendo una serie de problemáticas, que son fruto de continuar realizando los mismos procesos por décadas, con unas variaciones mínimas o nulas en la labor. Es así como reprocesos, inconsistencias en los diseños de las distintas especialidades, discrepancias de lo que hay en obra a lo que se proyectó en planimetría, son la regla en el día a día del sector constructor. Esto debido a unos flujos de información poco eficientes entre las distintas especialidades, una planimetría que no nos permite entender el proyecto más que en sus dimensiones 2D, una información que solo es geometría, sin datos, sin especificaciones, y sin aclaraciones. (Rosales,2018)

Es por eso que surge una nueva metodología de construcción apoyada de herramientas tecnológicas actuales, que buscan disminuir esas problemáticas en la construcción, como “El modelado de información de construcción (BIM) es uno de varios modelos de diseño asistido por computadora utilizados por ingenieros, arquitectos y contratistas que trabajan en proyectos de construcción y diseño. BIM es una forma de diseño por computadora y es una evolución de los primeros programas de diseño digital” (Issit, Micah, 2022).

No obstante, no podemos definir el inicio de BIM en una fecha específica ya que ha sido una evolución de los distintos sistemas, softwares y metodologías de trabajo que se han implementado, sin embargo, Issit y Micah establecen el inicio en “1963 con la creación del sketchpad, donde se utilizaba un lápiz óptico y una interfaz de botones para permitir a los usuarios dibujar diseños en la pantalla de una computadora” luego en “1980 comenzaron a aparecer los primeros programas prácticos de diseño digital” Pero no fue sino hasta que Charles Eastman comenzó a hablar de arquitectura tridimensional en su primer artículo en 1974, y obtuvo fondos en 1977 para crear las primeras bases de lo que hoy se llama Metodología BIM con: “el programa Graphical Language for Interactive Design (GLIDE) en 1977, que contenía muchos de los elementos que se convirtieron en estándar en los programas BIM” (Issit, Micah, 2022). En 1982 Autodesk lanzó su programa AutoCAD y en 1984 el físico Gábor Bojár creó ArchiCAD, un programa que permitía dibujar 2D e ir realizando al tiempo el proyecto tridimensionalmente.

A pesar de todos los avances, no es sino hasta “La explosión de las computadoras personales de la década de 1990 condujo al desarrollo de una gran cantidad de nuevos programas BIM. Los

avances en la complejidad del procesamiento informático y el almacenamiento de datos permitieron que las nuevas versiones del software BIM incorporarán sistemas de gestión de datos más detallados, lo que hizo que BIM fuera más práctico para uso comercial. Según un informe SmartMarket de 2013 de McGraw-Hill Construction” (Issit, Micah, 2022).

Así mismo, BIM se distancio en gran medida de los softwares de dibujo asistidos tradicionales (CAD) ya que el primero no solo hace una representación de los elementos como individuos, sino que los parametrizaba y los unía, como un todo, permitiendo que la modificación de uno estuviera atada al otro, también agregó en gran medida funciones adicionales, como la posibilidad de introducir datos con información relevante, lo cual permitía pensar en BIM no solo en 2 o 3 dimensiones, sino en n-dimensiones lo que significaba que se podía modelar más dimensiones en el programa, no solo planimetría, volumetría, también presupuestos, programación de obra, especificaciones, entre otros, como lo indican Issit, Micah en su artículo Modelado de información de construcción (BIM).

Pareciese ser que la Metodología BIM lleva mucho tiempo desde que comenzaron sus desarrollos, sin embargo, su adopción aun es insípida y poco efectiva en la mayoría de lugares, es por eso que se propone crear una propuesta de implementación BIM que permite dar una hoja de ruta a la constructora CVA, fundamentada en los estudios realizados a través del tiempo, pero enfocada a sus necesidades especiales, ya que a pesar de existir muchos estudios que proponen cómo comenzar con esta nueva tecnología, no se es clara la parametrización, estandarización, la adaptación de documentos propios a la empresa, lo cual terminan siendo reuniones BIM, documentos BEP, Flujos de trabajo implementados que no son lo suficientemente efectivos, tal como lo indican Celo, Amelia ; de Oliveira, Daniel P .; Leyte, Fernanda en el artículo Role of BIM Contract Practices in Stakeholder BIM Implementation on AEC Projects.

Ahora bien, para lograr proponer esta implementación se debe basar en la mayor cantidad de teoría que exista y que permita construir una tesis sólida, como lo es tener en cuenta factores relevantes de representación, comunicación, coordinación, colaboración, operación técnica y operación no técnica como lo indican Lee, Ju Hyun ; Ostwald, Michael J .; Arasteh, Samaneh ; Oldfield, Felipe en el reporte nombrado BIM-Enabled Design Collaboration Processes in Remote Architectural Practice and Education in Australia.

Así mismo otra fuente de gran ayuda para lograr el objetivo será BIM FORUM COLOMBIA, la cual es la plataforma Nacional, que busca ayudar a las organizaciones y todos los actores

presentes en el sector construcción a la transformación digital y la metodología BIM, esta plataforma busca convertirse en 2025 en el máximo exponente de este tipo de cambio en Colombia. Con una guía específica la cual podamos implementar y adaptar a Constructora CVA, se podrá empezar definiendo los roles y perfiles en la organización, realizando capacitaciones y estandarizaciones en el modelado, definiendo flujos de trabajo, gestionando la información según las necesidades y requerimientos, así como proponiendo los indicadores BIM, según lo indica BIM FORUM COLOMBIA en el BIM KIT volumen I.

Otra forma de lograr lo que se quiere proponer, es hacerlo mediante dos fases, las cuales sería definir lo que se quiere lograr con la metodología BIM, y el nivel de detalle que se obtendrá y se deberá requerir en las fases tal como lo indican Ying Honga, Ahmed, Hammadb, Akbar Nezhad en su artículo Optimización de la implementación de BIM: un enfoque de programación estocástica de 2 etapas.

En Conclusión, se puede observar que la teoría acerca de la Metodología BIM es basta, tanto a nivel nacional, como a nivel internacional, sin embargo, depende mucho del contexto territorial su forma de implementación, el tener claros los objetivos propuestos, con el fin de definir que se quiere lograr con esta metodología y no perdernos en un montón de información y nuevas prácticas que sean demasiado difíciles de adoptar, y generen reprocesos. Cabe resaltar que se tendrá que prever una curva de aprendizaje, la cual nos permite cometer errores y aprender de ellos, así como generar nuestra propia información aplicada a nuestras experiencias. Es por eso que esta propuesta de implementación va orientada a la CONSTRUCTORA CVA, y no a todos los actores del sector constructor, porque lo que se busca es hacer una propuesta específica y personalizada a las necesidades de esta organización, con el fin de evitar generalidades que no se requieran y puedan significar dinero en un futuro.

## **14) Metodología**

Desarrollo de la metodología mediante la obtención de los objetivos específicos que se plantearon para la implementación BIM en la empresa CVA CONSTRUCTORA SAS, en el proyecto de SANTA ISABEL en el municipio de DOSQUEBRADAS.

### **1. PRESENTACIÓN EMPRESA**

La empresa se dedica principalmente a la construcción de edificios residenciales. A lo largo de los años, CVA CONSTRUCTORA SAS ha demostrado un crecimiento significativo en sus ingresos y patrimonio. Además, emplea a un equipo de profesionales comprometidos con la calidad y la innovación en cada uno de sus proyectos.

### 1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA		
1	Nombre de la empresa	CVA CONSTRUCTORA SAS
2	Propietario	LUIS ALBERTO SANCHEZ MARTINEZ
3	Empleados	200
4	Misión o razón de ser de la empresa	Gestionamos y desarrollamos proyectos de edificaciones e infraestructura que benefician y satisfacen las necesidades de nuestros clientes, ofreciendo calidad y confort; buscando siempre soluciones innovadoras y competitivas ajustadas a los requerimientos del mercado y cumpliendo con las políticas de la calidad. CVA Constructora SAS será una empresa reconocida en el sector de la construcción a nivel nacional, distinguida por las buenas prácticas en gerencia de proyectos de edificaciones e infraestructura, por la aplicación de buenas prácticas de gerencia y satisfaciendo las necesidades de los clientes.
5	Año en que fue fundada	1992
6	Ubicación	Carrera 36 #53A – 18 Apto 506 edificio Managru Bogotá D.C.
		Armenia - Quindío Cra. 15 con calle 15-edificio los Andes 504
7	Líneas y productos	Edificación en altura - Infraestructura Construcción vivienda VIP-VIS - no VIS
8	Capacidad de producción	Capacidad anual de producción de 200 und. de viviendas, donde se contemplan 145 unidades en edificación en altura, y 55 unidades de vivienda.

	<p>En pocas frases describa el proceso de producción</p>	<p>La compañía ha ejecutado contratos con entidades del estado a nivel nacional y municipal, en los cuales se ha incluido soluciones de vivienda de interés prioritario (VIP) y de viviendas intereses social (VIS) bajo la tipología de vivienda unifamiliar, bifamiliar o multifamiliar, en los cuales se ha incluido consecución de licencias de urbanismos y construcción, llevar a cabo diseños urbanísticos y arquitectónicos de las viviendas y ejecutar dichas obras.</p>
10	<p>Tipo de maquinaria empleada</p>	<p>MAQUINARIA PESADA (BULLDOZER - RETROEXCAVADORA - MOTONIVELADORA - VOLQUETAS - MINICARGADOR)</p> <p>MAQUINARIA MENOR (PULIDORA - TALADROS - BOMBAS - TALADROS - MARTILLOS NEUMÁTICOS)</p> <p>EQUIPOS TECNOLÓGICOS (COMPUTADORES - PLOTTER - SERVIDORES - IMPRESORAS - CAMARAS - DRONES - PROYECTORES Y PANTALLAS)</p> <p>EQUIPOS DE BOMBEO Y SUMINISTRO DE CONCRETO</p> <p>EQUIPO DE TORRES GRÚAS</p> <p>EQUIPOS PARA PRODUCCIÓN DE PIEZAS MECANICAS</p>

Tabla 1. Datos Generales de la Empresa. Fuente: Elaboración Propia

## 2. CONTEXTO ORGANIZACIONAL

CVA CONSTRUCTORA; Somos una empresa dedicada a la gestión y desarrollo de proyectos urbanísticos, edificaciones e infraestructura; que benefician y satisfacen las necesidades de nuestros clientes. Ofrecemos calidad y confort, enfocados en la oferta de vivienda de interés prioritario y social (VIP y VIS) con experiencia de más de 28 años.

Misión

Gestionamos y desarrollamos proyectos de edificaciones e infraestructura que benefician y satisfacen las necesidades de nuestros clientes, ofreciendo calidad y confort; buscando siempre soluciones innovadoras y competitivas ajustadas a los requerimientos del mercado y cumpliendo con las políticas de la calidad.
<b>Visión</b>
CVA Constructora SAS será una empresa reconocida en el sector de la construcción a nivel nacional, distinguida por las buenas prácticas en gerencia de proyectos de edificaciones e infraestructura, por la aplicación de buenas prácticas de gerencia y satisfaciendo las necesidades de los clientes.
<b>Valores Corporativos</b>
<b>Calidad:</b> Nos comprometemos a brindar servicios y bienes superiores que cumplan y superen las expectativas de nuestros clientes.
<b>Innovación:</b> En todos nuestros proyectos fomentamos la creatividad y la aplicación de soluciones innovadoras.
<b>Compromiso:</b> Total dedicación para cumplir con los objetivos y satisfacer las necesidades de nuestros clientes.
<b>Transparencia:</b> En todas nuestras operaciones y relaciones, actuamos con integridad y honestidad.
<b>Sostenibilidad:</b> Para ayudar al bienestar del medio ambiente y de la sociedad, promovemos prácticas responsables y sostenibles en todos nuestros proyectos.
<b>Trabajo en equipo:</b> Valoramos el trabajo en equipo y la cooperación para alcanzar los objetivos compartidos.
<b>Responsabilidad Social:</b> Contribuimos al progreso económico y social de las comunidades en las que trabajamos.

Tabla 1. Contexto Organizacional. Fuente: Elaboración Propia

## 1

### 1. Realizar un diagnóstico general a la estructura organizacional y operacional de la empresa para migrar el flujo de trabajo actual a un entorno de trabajo BIM.

CVA CONSTRUCTORA SAS, para prepararse para la migración a un entorno BIM la empresa se debe realizar un diagnóstico organizacional y operativo, tomando en cuenta las nuevas demandas del mercado. El propósito de esta evaluación es valorar la organización actual, identificar áreas que requieren mejora y establecer un flujo de trabajo productivo que incorpore las prácticas bim más efectivas.

El examen implicará examinar los flujos de trabajo actuales, donde se establecerán pasos cruciales y canales de comunicación entre los distintos equipos que trabajan en los proyectos. La

implementación de formatos y métodos especializados implicará documentar el estado actual y sugerir mejoras que faciliten la transición a un entorno colaborativo y orientado a lo digital.

El diagnóstico no sólo proporciona un marco claro para la implementación de bim en CVA constructora sas, sino que también pretende establecer una cultura organizacional que fomente la innovación y el trabajo en equipo. El éxito de la empresa en este proceso no sólo mejorará su competitividad en el mercado, sino que también dará como resultado clientes más satisfechos debido a la entrega de proyectos más eficientes y de alta calidad.

Como podemos observar CVA CONSTRUCTORA SAS está regida por las siguientes áreas que conforman la empresa y que a su vez son las que dirigen la operación de los diferentes proyectos que la empresa gestiona, para esta daremos un esquema breve enfocado en el proyecto de SANTA ISABEL en el municipio de DOSQUEBRADAS:

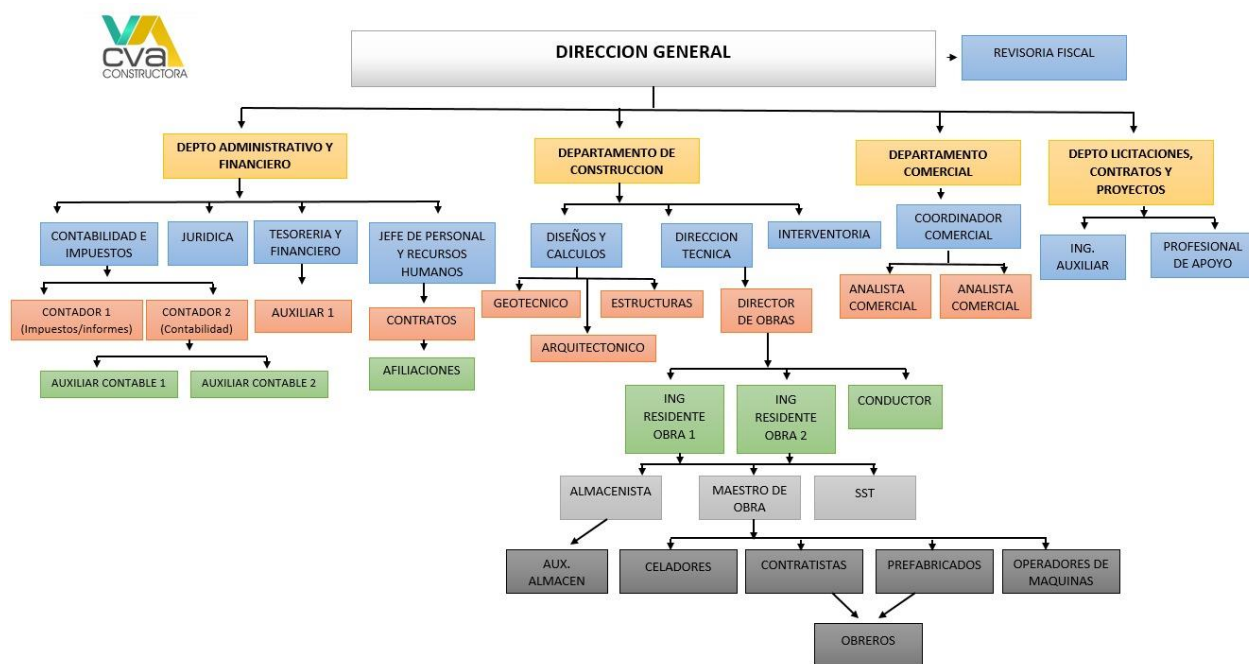


Ilustración 1 Organigrama CVA CONSTRUCTORA - fuente propia



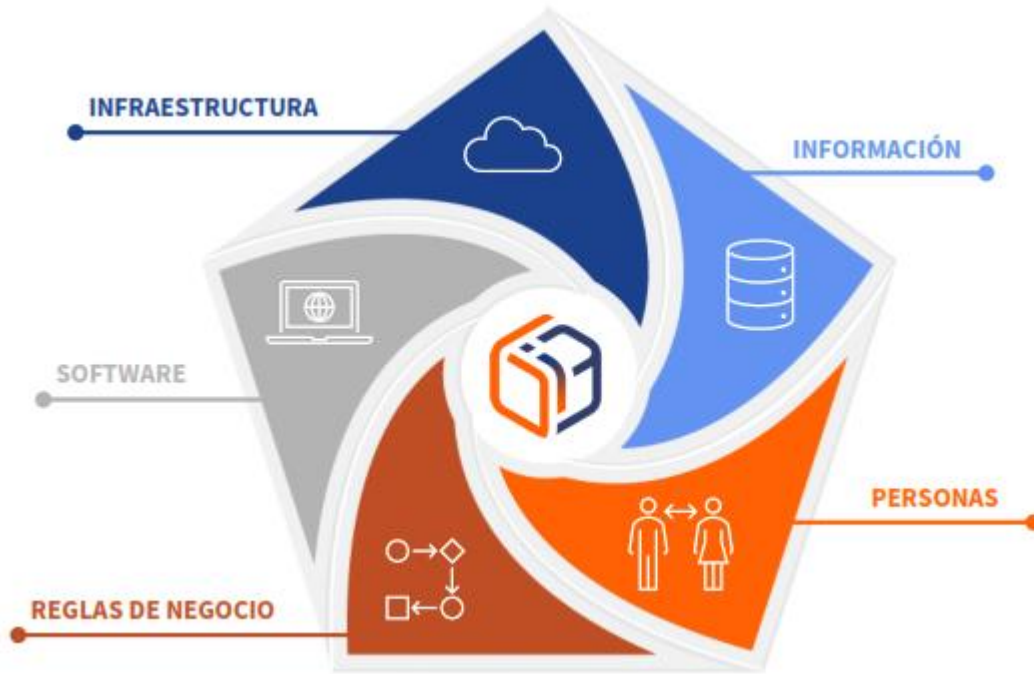


Ilustración 2 Ciclo de vida operativo - fuente propia

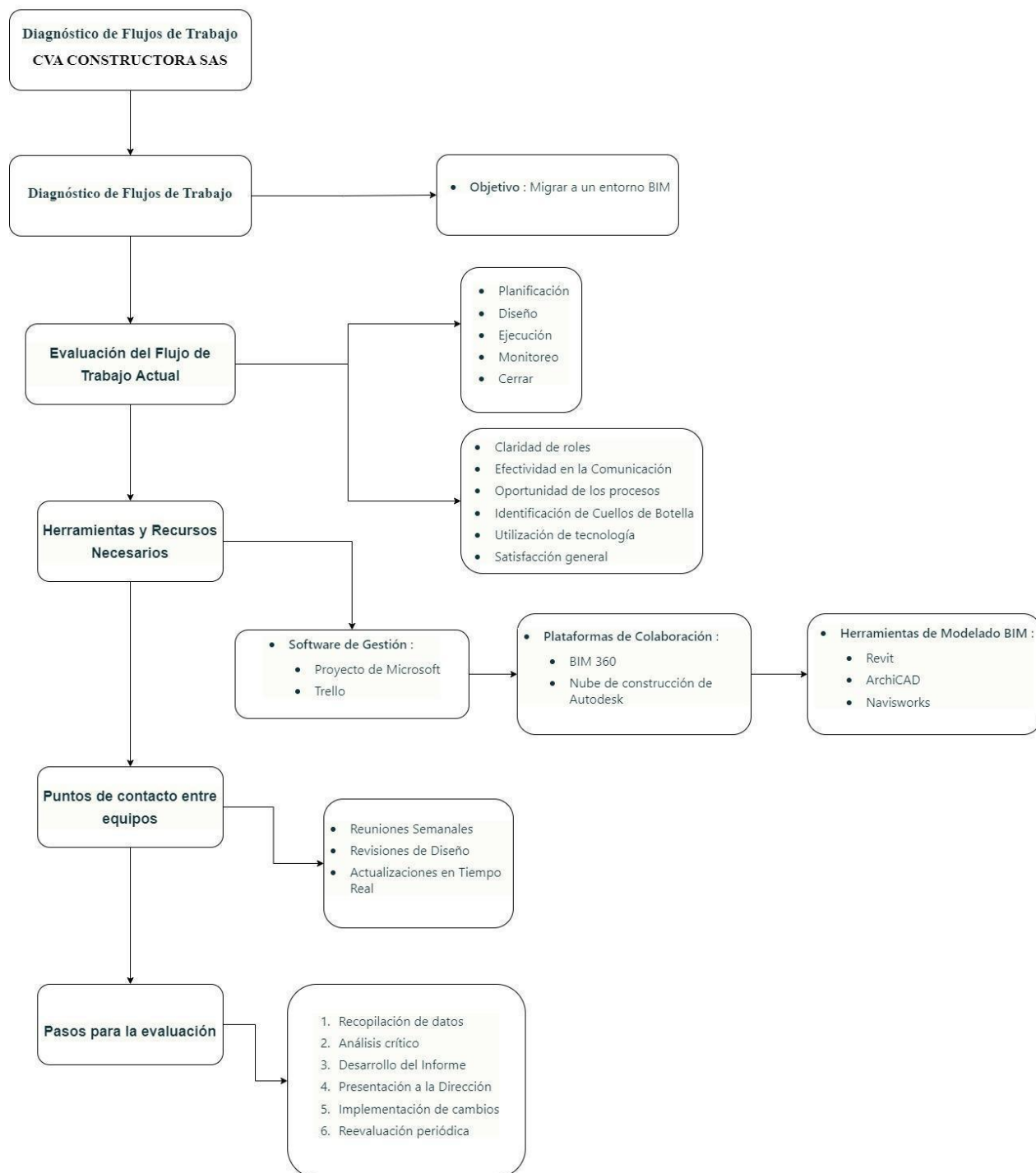


Ilustración 3 Diagrama de flujo - fuente: autoría propia

**Paso a Paso para Realizar un Diagnóstico de Implementación BIM en la CONSTRUCTORA CVA SAS.**

Para ello nos referiremos al siguiente esquema de desarrollo:

## 1. Análisis del Flujo de Trabajo Actual

- **Revisión de Procesos Existentes:** Evalúa cómo se manejan actualmente los flujos de trabajo en la empresa. Identifique los pasos críticos, las herramientas utilizadas y los puntos de contacto entre equipos.
- **Identificación de Cuellos de Botella:** Habla con los miembros del equipo para identificar frustraciones y áreas que necesitan mejora. Pregunte sobre retrasos, errores comunes y falta de comunicación.
- **Documentación de Flujos:** Crea diagramas que representan el flujo de trabajo actual. Esto puede incluir diagramas de flujo o mapas de procesos que muestren cómo se mueve la información a través de la organización.
- **Evaluación de Herramientas y Software:** Haz un inventario del software y las herramientas actuales. Evalúa su eficacia, integración y si cumplen con los requisitos necesarios para un entorno BIM.
- **Análisis de Resultados:** Revisa los datos recopilados para identificar tendencias, problemas recurrentes y áreas donde se pueden implementar mejoras.

## 2. Creación del Organigrama Actualizado

- **Definición de Roles y Responsabilidades:** Identifica los roles existentes en la organización y sus responsabilidades. Incluye roles tradicionales y nuevos roles necesarios para la implementación BIM, como BIM Manager, BIM Coordinador y BIM Modelador.
- **Desarrollo del Organigrama:** Crea un organigrama que representa visualmente la estructura organizacional necesaria para el entorno BIM. Asegúrese de incluir líneas claras de comunicación y jerarquía entre los roles.
- **Integración de Nuevos Roles:** Asegúrate de que el organigrama refleje la introducción de roles específicos para BIM, como el BIM Accountable y el BIM Total Coordinator, que son cruciales para la coordinación entre disciplinas.

## 3. Modelos y Herramientas Necesarias

- **Selección de Software BIM:** Identifica el software necesario para la implementación BIM. Esto puede incluir herramientas para modelado (como Revit o ArchiCAD), coordinación (como Navisworks o Solibri) y análisis (como IES VE o eQuest)

- **Desarrollo de Modelos Iniciales:** Crea modelos iniciales que sirven como base para el diagnóstico. Estos modelos deben reflejar las condiciones actuales y ser utilizados para identificar áreas de mejora.
- **Establecimiento de un Entorno Colaborativo:** Implementa una plataforma centralizada que permita la colaboración entre equipos, facilitando el acceso a datos y documentos relevantes.

#### 4. Recomendaciones para Facilitar la Transición a un Entorno BIM

- **Establecimiento de Objetivos Claros:** Definir metas específicas que se desean alcanzar con la implementación BIM, como mejorar la colaboración o reducir errores en los proyectos.
- **Capacitación del Personal:** Desarrolla un programa integral de capacitación que aborda las necesidades específicas del equipo en relación con las nuevas herramientas y procesos BIM.
- **Fomento de una Cultura Colaborativa:** Promueve una cultura organizacional que valore la colaboración y la comunicación abierta entre todos los miembros del equipo.
- **Revisión Continua y Ajustes:** Establece un proceso regular para revisar el progreso hacia los objetivos establecidos, permitiendo ajustes según sea necesario para optimizar el flujo de trabajo.

La metodología de modelado de información de construcción bim tiene varias ventajas sobre el flujo de trabajo convencional, incluida una mayor eficiencia, menores costos y una mayor calidad de los proyectos en CVA CONSTRUCTORA SAS. Los siguientes son los principales beneficios, junto con los indicadores y kpis clave de desempeño que lo ayudarán a evaluar su efectividad financiera y operativa.

La eficacia del enfoque bim en cva constructora sas, particularmente en el proyecto "torres de santa isabel", depende de una estrecha colaboración con todas las partes interesadas, incluidos clientes, contratistas, consultores y proveedores. Esto debe ir acompañado de un protocolo de implementación de bim bien estructurado, como se indica en bim sinclair, 2012. La elaboración del pib debe ser orgánica y adaptada a las necesidades de la empresa, partiendo de una evaluación

y diagnóstico de la situación actual de cva constructora sas. El diagnóstico permitirá identificar fortalezas y debilidades internas que facilitarán la transición al entorno laboral bim.

Se realizará un análisis exhaustivo de la estructura organizativa de la empresa, destacando los diferentes departamentos y los roles que desempeñan. También se examinarán los canales de comunicación y el intercambio de información entre las partes. Además, el enfoque adoptado por cva constructora sas al analizar la cadena de valor involucrada en la organización, planificación y construcción de sus proyectos facilitará el examen de los procesos internos de la empresa y desarrollará un plan de implementación que satisfaga sus necesidades específicas.

Para recopilar datos se utilizarán encuestas, reuniones y entrevistas con arquitectos, ingenieros, analistas, gerentes de construcción, contratistas, administradores y agentes de ventas. Podemos recopilar datos sobre su rutina diaria y las inquietudes y problemas que encuentran. Se analizará la literatura sobre metodología bim para identificar diversos métodos de medición del desempeño organizacional, incluyendo la identificación de fortalezas y debilidades dentro de cva constructora sas, a través de esta información. Los mejores métodos se seleccionarán a partir de esta revisión bibliográfica. Adecuado y relevante a las circunstancias de las pequeñas y medianas empresas constructoras en Colombia.

La evaluación se basará en las recomendaciones realizadas en el módulo ocho del máster en gestión bim en infraestructuras e ingeniería civil impartido por Eadic Open School of Development in Engineering and Construction.

La propuesta de conectar cva constructora sas a un entorno bim comenzará con la identificación explícita de roles y responsabilidades para todos los miembros de la organización durante las etapas del proyecto. La selección de diseñadores, directores y personal administrativo implicará especificar sus funciones y definir la forma en que deberán interactuar.

Se desarrollará un protocolo para garantizar un proceso de trabajo bien organizado y coordinado para cada uno de los modelos bim, indicando el nivel de progreso realizado. Las clasificaciones que se están considerando incluyen los modelos en desarrollo, los que están en revisión, los aprobados para trabajo conjunto y los que están finalizados. La implementación de esta técnica dará como resultado un flujo jerárquico de información, lo que disminuirá la pérdida de valor y posibles conflictos entre ingenieros y diseñadores.

El alcance de la gestión bim estará influenciado por el tipo de establecimiento y el tipo de empresa en curso. La cva constructora sas tiene muchos proyectos en marcha, por lo que es

importante crear documentación y protocolos bim adecuados. El desarrollo de información organizacional, información de activos aéreos y requisitos de información de sus clientes ha sido descrito por Tamblyn et al. en 2018.

Se finalizará la implementación de herramientas para habilitar el entorno bim. El abanico de posibilidades incluye sistemas de almacenamiento de información y herramientas para compartir modelos y documentos de forma eficiente.

Durante el ciclo del proyecto, se brindarán recomendaciones sobre los requisitos de software y hardware para las diferentes aplicaciones bim. Se elaborará un plan de ejecución de la estrategia del plan bim, conocido como bep bim, para la localidad de torres de santa isabel.

El esquema inmobiliario incorporará una torre que contará con varios pisos de departamentos. La construcción incorporará un sistema industrializado que garantiza una alta resistencia. El proyecto se encuentra actualmente en la fase inicial previa a su construcción, lo que permitirá comparar los diseños convencionales implementados por cva constructora sas y los resultados de la metodología bim.

Los resultados del examen inicial y la ordenación del pib facilitarán la determinación de los beneficios y desventajas que enfrenta cva constructora sas al emplear este método. Se descubrirán las principales barreras y dificultades que la empresa constructora debe afrontar para lograr una implementación exitosa.

Este método demuestra una metodología de investigación con un enfoque de análisis-síntesis, que implica dividir las partes de un conjunto para examinarlas individualmente y luego ensamblar elementos dispersos en un conjunto unificado y coherente. Examinarlos en su completa síntesis.

Se realizó un análisis literario sobre cva constructora sas, con enfoque en la metodología bim de modelado de información de construcción y sus diversos aspectos, para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos. También investigaron las competencias de gestión clave requeridas para este tipo de proyectos y la capacidad de los directores de proyectos para ofrecer resultados sobresalientes en la planificación y ejecución de obras que son características de la industria de la construcción y sus sectores asociados.

La investigación es integral y artificial, y se centra en descomponer los componentes individuales de un conjunto para examinarlos lógicamente e integrar elementos dispersos para investigarlos. Como una recopilación completa.

Se realizó un análisis literario sobre cva constructora sas, con enfoque en la metodología bim de modelado de información de construcción y sus diversos aspectos, para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos. También investigaron las competencias de gestión clave requeridas para este tipo de proyectos y la capacidad de los directores de proyectos para ofrecer resultados sobresalientes en la planificación y ejecución de obras que son características de la industria de la construcción y sus sectores asociados.

La investigación es integral y artificial, y se centra en descomponer los componentes individuales de un conjunto para examinarlos lógicamente e integrar elementos dispersos para investigarlos. Como una recopilación completa.

Paralelamente, se examinó la implementación de la gestión de proyectos en el entorno bim, abarcando la planificación de recursos, la programación de proyectos y el uso de la metodología de trabajo bim en la fase de planificación. Además de otros factores pertinentes.

El impacto de bim en el trabajo del director del proyecto fue significativo y abarcó todas las etapas del proyecto desde el inicio hasta el proceso de planificación. Estas etapas no sólo facilitan la creación de un plan de ejecución más preciso, sino que también proporcionan una mayor coordinación y control.

El proceso procede con la adquisición y evaluación de los datos necesarios para comparar y analizar los hallazgos, y con una metodología combinada que incorpora métodos tanto cuantitativos como cualitativos.

**La investigación acción es el tipo de investigación.**

La investigación-acción implica el uso de la investigación y la implementación práctica para abordar problemas organizacionales, que es una forma de investigación-acción. Su aplicación ayudará a implementar metodologías bim en cva constructora sas en este escenario particular.

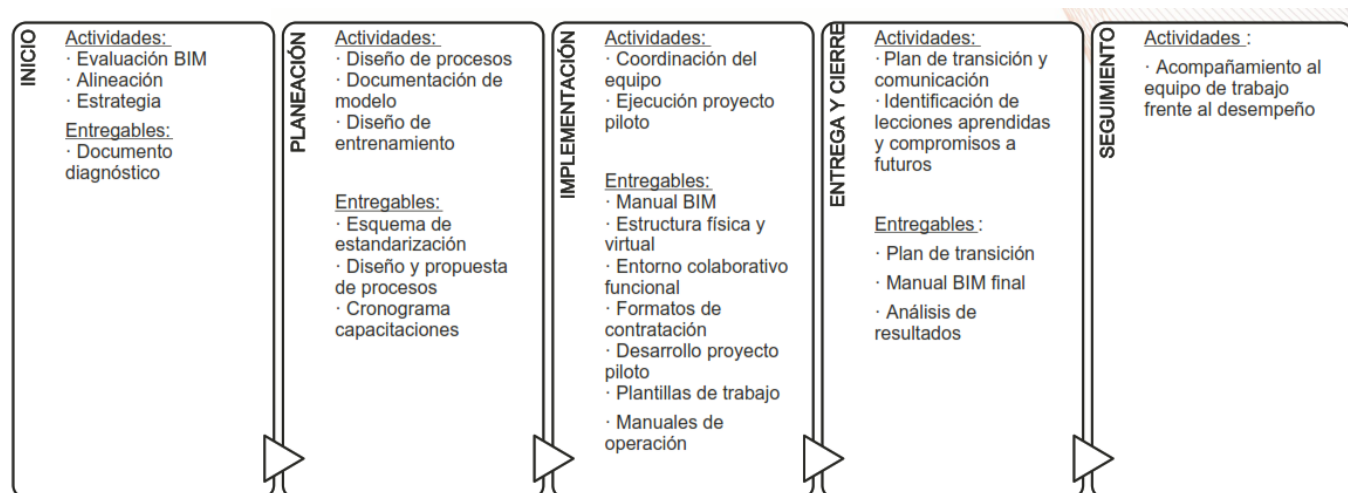


Ilustración 4 Fases de la implementación - fuente propia

Objeto de Estudio: Implementación de Metodologías BIM y LEAN en CVA CONSTRUCTORA SAS para mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos de construcción.

## Diseño de investigación

### Diagnóstico Inicial:

Realizar una evaluación de los procesos actuales de construcción en CVA CONSTRUCTORA SAS.

Identificar los puntos problemáticos, cuellos de botella y áreas de oportunidad en términos de eficiencia y calidad.

Definición de Objetivos:

Después de tener el primer objetivo desarrollado, donde se tiene clara la estructura organizacional y operacional de la empresa, se deberá comenzar con el segundo objetivo específico en esta propuesta de implementación BIM en la constructora.



**2. Establecer los pasos y crear planes de trabajo BIM (BEP) para la implementación en los proyectos de construcción TORRES DE SANTA ISABEL, en el municipio de Dosquebradas, Risaralda.**

Los siguientes son los pasos esenciales para ejecutar el plan de ejecución BIM BEP que dirige el proceso en la construcción de las dos torres de viviendas:

**Cuadro resumen del plan de ejecución BIM (BEP)**

<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Fecha de Inicio</b>	<b>Fecha de Finalización</b>
1. Definición	Establecer objetivos del proyecto	Gerente de Proyecto	01/11/2024	07/11/2024
2. Formación	Capacitación en herramientas BIM	Coordinador BIM	08/11/2024	15/11/2024
3. Plan BIM	Elaborar el Plan de Ejecución BIM	Equipo Técnico	16/11/2024	30/11/2024
4. Modelado	Modelado arquitectónico, estructural y MEP	Diseñadores BIM	01/12/2024	31/01/2025

5. Coordinación	Reuniones semanales para revisión de modelos	Todos los equipos	01/02/2025	Durante todo el proyecto
6. Planificación	Establecer cronograma y control de costos	Gerente de Proyecto	01/02/2025	15/02/2025
7. Ejecución	Inicio de la construcción	Contratista	16/02/2025	30/12/2025
8. Evaluación	Evaluación final del BEP	Gerente de Proyecto	01/01/2026	15/01/2026

*Fuente: Elaboración propia*

## **1. Definición**

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el uso de esta metodología en el proyecto piloto de las torres de santa isabel deben establecerse durante la fase de definición, por lo que el director del proyecto será el principal punto de contacto

El proyecto torres Santa Isabel se propone tener objetivos relacionados con la implementación de la metodología BIM, ya que este será el objetivo principal de toda esta transición organizacional.

### **1.1 Mejorar la Colaboración entre Equipos**

El objetivo principal de Bim es promover una mejor colaboración entre todas las partes involucradas en el proyecto, incluidos arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios. Mediante el uso de bim, todos los participantes pueden acceder a un modelo digital del proyecto que es actual y útil para reducir las brechas de comunicación y los malentendidos. Al garantizar

que las partes interesadas estén plenamente informadas sobre los objetivos del proyecto desde el principio hasta el final, esto no sólo mejora la coordinación entre disciplinas sino que también reduce el riesgo de errores y retrabajos costosos.

### **1.2 Optimizar el Proceso de Diseño**

El uso de bim tiene como objetivo agilizar el proceso de diseño al permitir simulaciones y visualizaciones en 3D. Esto permite a los diseñadores experimentar con diferentes configuraciones y soluciones antes de construir, lo que da como resultado un diseño más funcional y visualmente agradable. El uso de herramientas bim puede ayudar a identificar problemas potenciales, como conflictos entre sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería, con anticipación, lo que puede ayudar a evitar retrasos en la construcción.

### **1.3 Mejorar la Estimación de Costos**

La integración de datos financieros en el modelo bim a través de modelos 5d es un enfoque clave para la estimación de costos, mejorando la precisión. Esto permite a los equipos proporcionar estimaciones más precisas al principio del proyecto, evitando sobrecostos inesperados durante la construcción. El control de costos puede ayudar a tomar decisiones informadas que conduzcan a un presupuesto más alto.

### **1.4 Facilitar la Planificación y Gestión del Proyecto**

La metodología bim está diseñada para mejorar la planificación de proyectos. El uso de herramientas digitales para crear cronogramas detallados y administrar recursos puede ayudar a identificar cuellos de botella antes de que ocurran. La mejora no sólo mejora el flujo de trabajo en el sitio de construcción sino que también ayuda a cumplir los plazos.

La metodología bim puede ayudar a lograr los objetivos del proyecto al reducir el tiempo del proyecto y la eficiencia operativa. El proceso general puede acelerarse mediante un modelo digital centralizado que permita la ejecución de múltiples tareas a la vez, en lugar de hacerlo de una sola vez. Además, una mejor coordinación del equipo también reduce los retrasos causados por malentendidos o falta de información. De manera similar, las funciones avanzadas de detección de conflictos de bim permiten solucionar problemas antes de que se conviertan en

costosos errores de construcción. Al garantizar que se sigan los estándares desde el principio y se garantice la satisfacción del cliente desde el comienzo del proyecto, esto no solo ahorra tiempo y dinero, sino que también mejora la calidad general del proyecto. Hasta que se complete el proyecto. El uso de visualizaciones y simulaciones mejora la participación del cliente, lo que lleva a una experiencia más agradable.

## 2. Formación del equipo de trabajo

La empresa seleccionará un equipo de profesionales de diversos campos, como arquitectos, ingenieros y especialistas en bim, y determinará qué personas de la empresa son capaces de manejar las nuevas responsabilidades y desafíos asociados con la transición, al mismo tiempo que reclutará nuevos talentos para la Iniciativa torres de santa isabel. Por lo tanto, la siguiente tabla contiene consultas particulares para el personal actual o los contratados recientemente que pueden visitar la empresa.

Formato de preguntas y conocimientos necesarios para equipo multidisciplinario en la implementación de la Metodología BIM

Rol	Preguntas Clave	Conocimientos Necesarios
<b>Arquitecto</b>	1. ¿Cuál es tu experiencia en proyectos residenciales?	- Diseño arquitectónico y normativas locales, prefactibilidades entre otros
	2. ¿Cómo manejas la coordinación con otras disciplinas en un proyecto?	- Herramientas de modelado (Revit, AutoCAD, Archicad, Navisworks, plataforma colaborativas)
	3. ¿Qué estrategias utilizas para optimizar el flujo de trabajo entre los distintos actores de un proyecto?	- Drive, Microsoft 365, BIM 360.

<b>Ingeniero Estructural</b>	1. ¿Qué software utilizas para el modelado estructural?	- Modelado en Revit
	2. ¿Cómo asegurar la integración con los modelos arquitectónicos?	- Normativas de construcción y diseño estructural mediante plataformas como Navisworks y revit o Archicad
	3. Describe un proyecto donde hayas identificado y resuelto un conflicto estructural.	- Conocimiento en BIM y software como Revit o Tekla
<b>Ingeniero MEP</b>	1. ¿Cómo abordan la coordinación de sistemas mecánicos, eléctricos y plomería?	- Diseño MEP y normativas específicas
	2. ¿Qué experiencia tienes en la detección de interferencias en modelos BIM?	- Herramientas BIM (Navisworks, Revit MEP)
	3. ¿Cómo garantizas la eficiencia energética en tus diseños?	- Cálculos de carga y eficiencia energética
<b>Especialista BIM</b>	1. ¿Cuál es tu experiencia implementando BIM en proyectos anteriores?	- Herramientas BIM avanzadas (Navisworks, Dynamo)
	2. ¿Cómo gestionas la formación del equipo en el uso de herramientas BIM?	- Conocimientos sobre estándares BIM

	3. Describe un desafío que enfrentaste al implementar BIM y cómo lo resolviste.	- Capacidad de liderazgo y gestión de cambios
--	---------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------

De manera similar, se examinará el potencial para capacitar al equipo multidisciplinario en el uso de herramientas bim relevantes como Revit y Navisworks para garantizar que todos los miembros puedan usarlas de manera efectiva para mejorar la colaboración y la eficiencia en los proyectos.

<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>	<b>Responsable</b>
1. Evaluación Inicial	Evaluar el nivel actual de conocimiento del equipo	1 semana	Coordinador BIM
2. Introducción a BIM	Taller sobre conceptos básicos de BIM	2 días	Experto en BIM
3. Capacitación Revit	Curso intensivo sobre diseño arquitectónico en Revit	3 semanas	Instructor Certificado
4. Capacitación Navisworks	Curso sobre coordinación y detección de conflictos	2 semanas	Instructor Certificado
5. Práctica Guiada	Proyecto práctico donde se aplican los conocimientos adquiridos	4 semanas	Todo el equipo
6. Evaluación Final	Evaluación del aprendizaje mediante ejercicios prácticos	1 semana	Coordinador BIM

7. Feedback y Mejora Continua	Sesiones regulares para discutir experiencias y mejorar procesos	Mensual	Todo el equipo
----------------------------------	------------------------------------------------------------------	---------	----------------

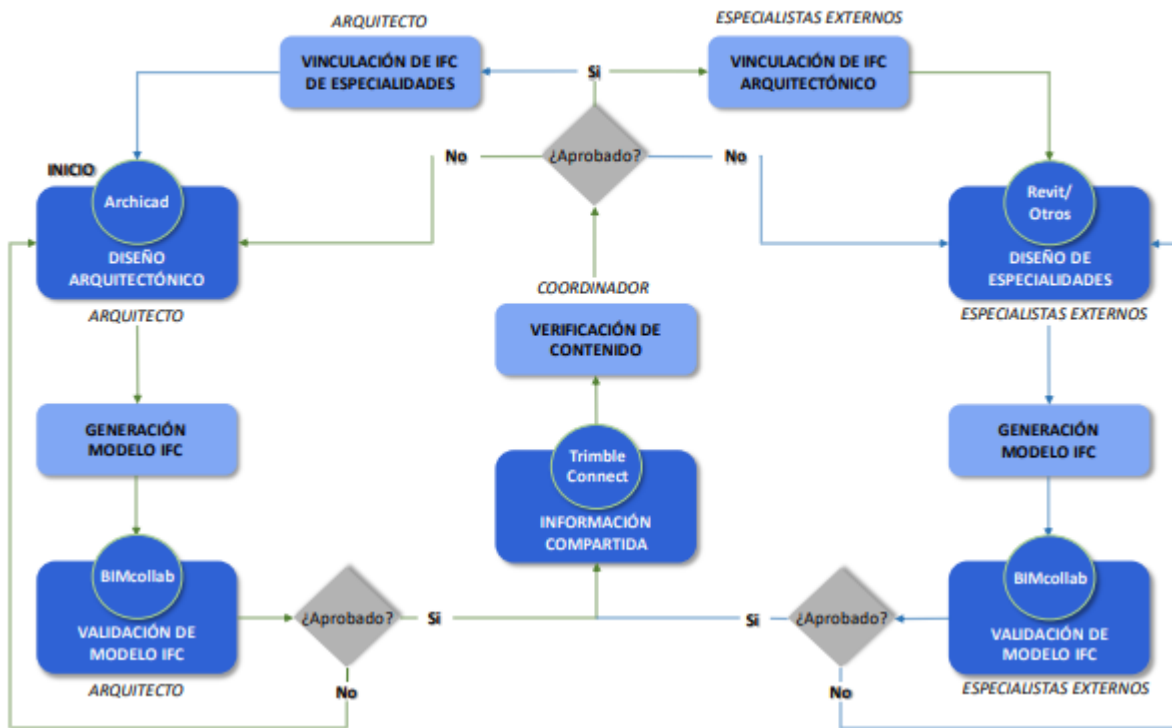
La empresa debe contar con las licencias adecuadas para Revit y Navisworks, junto con computadoras que cumplan con las especificaciones técnicas necesarias para cumplir con todo lo anterior. Es necesario ofrecer manuales, tutoriales y recursos de aprendizaje en línea, y establecer un sistema de seguimiento para rastrear la aplicación práctica de los conocimientos aprendidos después de la formación. La implementación de este enfoque no solo prepara al equipo para el uso de herramientas Bim, sino que también fomenta una cultura colaborativa que es crucial para la implementación exitosa de la metodología Bim, como se demostró en el proyecto de las torres de Santa Isabel.

### **3. Plan de desarrollo BIM**

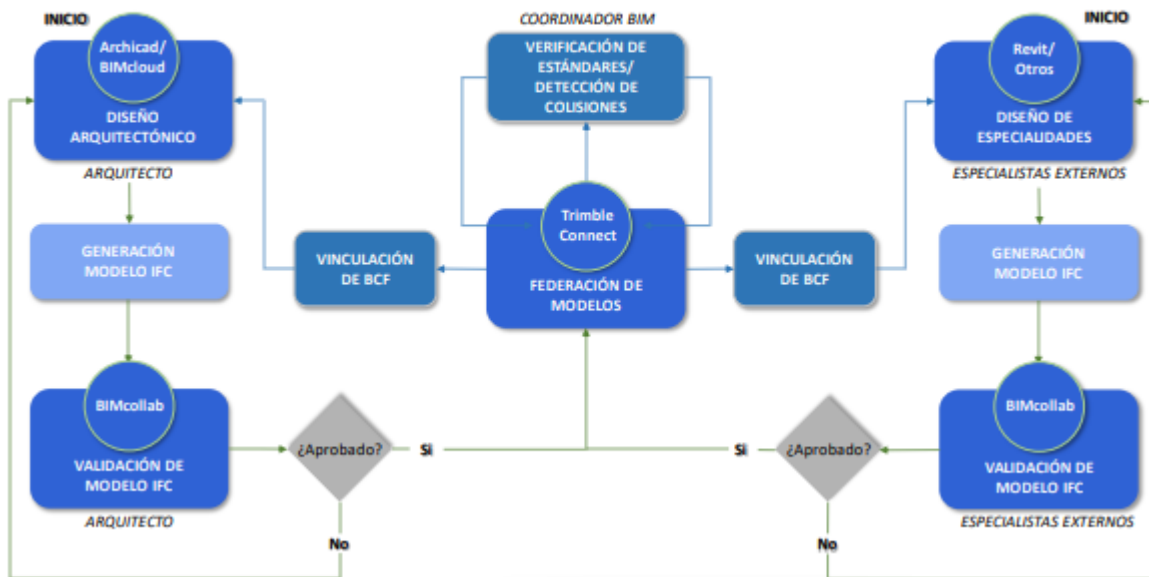
Luego de identificar los objetivos, beneficios y equipo involucrado en la implementación de la metodología, se debe iniciar el plan de ejecución Bim, delineando la ruta para implementar la metodología en cada fase del proyecto, incluyendo diseño, coordinación, presupuesto y

cronogramas.

### Proceso de diseño

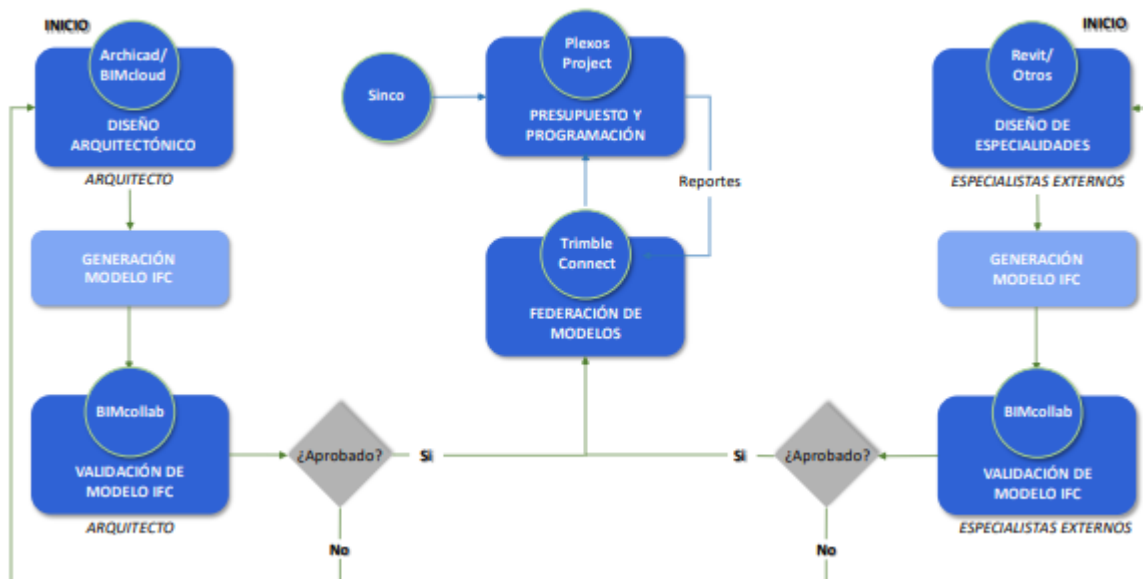


### Proceso de coordinación





### Proceso de elaboración presupuesto y programación



#### 4. Modelado de Información

El uso de software especializado como Revit, Navisworks y Bim 360 es esencial para lograr un enfoque estructurado en el modelado arquitectónico, estructural, mecánico, eléctrico y de plomería de manera compatible y sincronizada. Al permitir una resolución clara de conflictos a través de la representación visual, este proceso no solo mejora la colaboración entre los equipos de trabajo sino que también mejora la eficiencia del diseño y la construcción.

El proceso Bim comienza con la ejecución del modelado arquitectónico. El edificio se modelará en 3D, incorporando todos los detalles arquitectónicos necesarios como paredes, ventanas, puertas y techos. Este modelo no sólo proporciona una representación visual del diseño sino que también proporciona información sobre las propiedades esenciales de cada elemento. En esta fase se establecerá una nomenclatura definitiva para los elementos del modelo, que permita una fácil identificación y cruce con otros modelos.

Además, el modelo debe inspeccionarse periódicamente para garantizar que cumple con las especificaciones del cliente y cumple con las leyes y regulaciones locales. Al utilizar herramientas como bim 360, un equipo puede trabajar en conjunto en tiempo real para revisar y aprobar diseños antes de pasar a la siguiente fase.

La estructura de Revit se utiliza para agregar elementos estructurales al modelo de modelado arquitectónico una vez más. La adición de columnas, vigas, losas y cimientos es un aspecto crucial del sistema arquitectónico. La colaboración entre ingenieros estructurales y arquitectos es crucial para garantizar la inclusión precisa de todos los componentes estructurales en el diseño general.

En esta etapa, los análisis estructurales son necesarios para confirmar la viabilidad del diseño y asegurar su cumplimiento con las regulaciones locales. Al utilizar la función de "coordinación" en Revit, es posible gestionar la sincronización de modelos arquitectónicos y estructurales y mostrar ambos simultáneamente para identificar posibles interrupciones.

El modelado Mep es un aspecto crucial del proceso bim, que implica diseñar e integrar sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería dentro del edificio. Revit mep permite a los ingenieros desarrollar modelos detallados para diversos sistemas de climatización y plomería, incluidos ventilación, climatización, iluminación y plomería. Para evitar conflictos durante la construcción, es fundamental colaborar estrechamente con los modelos arquitectónicos y estructurales. El diseño de sistemas HVAC requiere una cuidadosa consideración del espacio disponible en el techo o entre pisos. Navisworks facilita la evaluación de modelos arquitectónicos, estructurales y mep combinándolos para identificar posibles interferencias antes de que comience la construcción física. Este método ahorra tiempo y recursos y reduce la probabilidad de errores costosos.

El establecimiento de un entorno de datos centralizado es esencial para garantizar la compatibilidad y sincronización de todos estos modelos. Bim 360 servirá como depósito central para todos los modelos y documentos relacionados con el proyecto. Esto permite que todos los miembros del equipo tengan acceso a la información más reciente en tiempo real, impulsando la colaboración entre departamentos.

Además, los estándares abiertos, como las clases básicas de la industria de ifc, son esenciales para garantizar la compatibilidad entre varias plataformas y software utilizados por diferentes equipos. El mantenimiento de la coherencia durante todo el ciclo de vida del proyecto se

garantiza garantizando que todos los cambios realizados en un modelo se reflejen automáticamente en los demás modelos relacionados.

## **5. Coordinación y Revisión**

Las dos torres de Santa Isabel deben trabajar juntas para garantizar que se mantenga su calidad, eficiencia y cumplimiento de plazos. Se establecerán sesiones periódicas de coordinación para asegurar que los modelos generados por cada disciplina sean revisados y se identifiquen los conflictos potenciales antes de que se vuelvan problemáticos durante su construcción. Este enfoque proactivo no sólo reduce el riesgo de errores costosos sino que también fomenta una cultura de colaboración entre todos los miembros del proyecto.

Las reuniones de coordinación semanales contarán con representantes de diversos campos, incluidos arquitectura, ingeniería estructural, ingenieros mecanicistas, eléctricos y de plomería, y especialistas en bim. Durante estas reuniones se utilizarán navisworks y otras herramientas para revisar modelos 3D, permitiendo la integración de diferentes modelos y el análisis de interferencias. La función principal de este dispositivo es identificar y resolver problemas entre sistemas, como tuberías que chocan con estructuras o elementos arquitectónicos que obstruyen las instalaciones mecánicas. Al simular el proceso de construcción e identificar problemas potenciales, el equipo puede tomar decisiones informadas y planificar en consecuencia, aprovechando navisworks.

Además de identificar posibles conflictos, las sesiones de coordinación brindan una plataforma para el diálogo constructivo, actualizaciones del estado del proyecto y resoluciones. La documentación producida durante estos montajes se almacenará en un cde de entorno de datos común, como bim 360, donde todos los miembros del equipo tendrán acceso a información actual y relevante en tiempo real. Esto garantiza que todos estén en el mismo proyecto y agiliza el flujo de trabajo.

El plan de ejecución bim bep implica la programación periódica de sesiones de coordinación, lo cual es esencial para establecer pautas para la gestión de la información y la colaboración entre disciplinas. El bep proporcionará detalles sobre cómo se llevarán a cabo las revisiones, el software que se utilizará para realizarlas, quién será responsable de cada tarea y la documentación de las decisiones tomadas durante las reuniones. El enfoque sistemático no sólo mejora la

comunicación entre los equipos, sino que también promueve la transparencia en el proceso de construcción.

## **6. Planificación y control de costos**

La metodología bim implica la creación y gestión de un cronograma integral que cubre todas las fases del proyecto, lo cual es crucial para la gestión de costos y la planificación del proyecto. La utilización de esta técnica no sólo gestiona los recursos de manera eficiente, sino que también permite la integración de estimaciones de costos utilizando el modelo bim. El proceso de planificación comienza con la definición del alcance del trabajo. El proceso implica identificar socios potenciales, como clientes, arquitectos, ingenieros y contratistas. En esta etapa se deben considerar tanto los costos como el tiempo de ejecución, así como la calidad esperada del proyecto. Es necesaria una comunicación efectiva con todas las partes involucradas para garantizar que se cumplan los objetivos del proyecto.

Posteriormente, se crea un cronograma integral que cubre todas las etapas del proyecto, incluida la planificación, el diseño, la construcción y la operación. Con herramientas como Microsoft Project, puede construir diagramas de Gantt que muestren las etapas y sus interrelaciones. Para gestionar cada etapa, es necesario dividirla en distintas tareas con sus correspondientes fechas de inicio y finalización, y asignar a los responsables de cada tarea. El cronograma proporcionará una hoja de ruta para rastrear el progreso del proyecto y permitirá la identificación en tiempo real de cualquier desviación.

Al integrar información detallada sobre materiales, cantidades y precios directamente en el modelo digital, el enfoque bim puede proporcionar estimaciones de costos más precisas. La creación de un presupuesto se puede automatizar mediante software como Revit o Navisworks, que son capaces de generar el modelo 3D. El proceso implica la construcción de un "modelo 5d" que vincula los datos financieros con cada componente del modelo. La implementación de medidas de control de costos más estrictas desde el principio puede conducir a decisiones informadas que resulten en una mejor utilización de los fondos del proyecto.

## **7. Ejecución**

Al comienzo del proyecto se celebrará una reunión de inicio en la que todos los miembros del equipo discutirán las directrices de bep. La reunión discutirá los protocolos de gestión de la información y la comunicación y los roles y responsabilidades que los individuos y los grupos deben asumir. La implementación exitosa de la metodología bim durante todo el ciclo de vida del proyecto requerirá el uso de las pautas establecidas en el bep.

Se implementará un sistema de seguimiento para garantizar que el proyecto avanza en la dirección correcta, que incluirá:

**Reuniones de seguimiento semanales:** los equipos se reunirán una vez por semana para revisar el estado del proyecto, su progreso y resolver problemas. Las reuniones brindarán la oportunidad de comunicar el progreso y garantizar que todos alcancen las metas descritas en el bep.

La utilización de herramientas tecnológicas como bim 360 y otras opciones permitirán la gestión de la documentación y el flujo de información en tiempo real. Al proporcionar a todos los miembros del equipo información actualizada sobre el progreso del proyecto, se puede mejorar la colaboración y permitir una respuesta inmediata a cualquier evento potencial.

El uso de navisworks permitirá realizar revisiones visuales periódicas del modelo 3D mediante seguimiento visual. La identificación de diferencias entre arquitectura, estructura y mep se puede lograr para evitar posibles conflictos durante la construcción. Cada mes, habrá sesiones de revisión abiertas para todos los interesados.

## 8. Evaluación

El procedimiento se implementará para evaluar y retroalimentar el plan de ejecución del bim que se utilizará en la construcción de las dos torres residenciales. La evaluación evaluará los pros y los contras del bep, y también recopilará información para mejorar futuras implementaciones en proyectos similares a este.

La preocupación inicial es determinar si los objetivos del bep eran alcanzables y alcanzables. Esto implica examinar si los objetivos del proyecto, la implementación de bim y las responsabilidades de los miembros del equipo se han definido con precisión en el bep. Un bep exitoso debe proporcionar una estructura clara que permita a todos los participantes del proyecto colaborar y comunicarse de manera efectiva. Asimismo, valorar si se siguieron los

procedimientos establecidos para la creación y evaluación de modelos, así como la gestión de la información. Es necesaria una verificación para establecer si se emplearon las herramientas y tecnologías especificadas en el bep, como revit o navisworks, y si estas herramientas permitieron la resolución de conflictos y la colaboración entre disciplinas, y si los resultados obtenidos fueron similares a los previstos. La tarea implica evaluar si el trabajo completado cumple con el cronograma, los costos o los estándares de calidad previstos. La eficacia de un proyecto se puede medir analizando datos sobre su desempeño en relación con los indicadores clave de desempeño establecidos en el PBE.

Además, todas las personas involucradas en el proyecto recibirán cuestionarios para evaluar la eficacia del BEP y sus herramientas.

Pregunta	Respuesta (1-5)	Comentarios
¿Cómo calificarías la claridad del BEP?		
¿El BEP facilitó la coordinación entre disciplinas?		
¿Se cumplieron los plazos establecidos en el BEP?		
¿Qué tan efectivo fue el monitoreo del progreso?		
¿Qué herramientas fueron más útiles?		
¿Qué aspectos del BEP consideras que necesitan mejorar?		

### Registro de Lecciones Aprendidas

<b>Lección Aprendida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Recomendaciones para Futuras Implementaciones</b>
Comunicación inefectiva entre equipos	Se presentaron malentendidos frecuentes	Establecer protocolos claros de comunicación
Procesos establecidos pero que no se implementan.	Los colaboradores prefirieron saltarse procesos porque les parecían poco efectivos y una carga administrativa alta	Revisar como podemos hacer mas practica la implementación de un proceso establecido, o si definitivamente se debe eliminar.

Después de recopilar la información necesaria, se examinarán los resultados de las encuestas y de las reuniones y actas. El examen descubrirá errores comunes, áreas críticas que requieren mejora y posibles lagunas. El crecimiento de la empresa de construcción se ve impulsado por la combinación de los factores anteriores. Al registrar las lecciones aprendidas, se establece una base sólida para optimizar proyectos futuros, lo que resulta en una implementación más eficiente y efectiva de la metodología BIM.

### **3. Establecer una hoja de ruta con los roles BIM y objetivos BIM a alcanzar en todo el ciclo de vida del proyecto.**

#### **Establecer objetivos distintos y medibles para BIM**

#### **Formación y Capacitación:**

Brindar instrucción sobre los principios fundamentales de bim y lean a todos los integrantes de cva constructora sas.

Identificar un equipo de trabajadores esenciales. para recibir una capacitación más profunda y convertirse en líderes de implementación.

**Selección de Proyectos Piloto:**

Utilizar proyectos piloto adecuados para implementar metodologías bim y lean de forma controlada. Los proyectos deben ser un reflejo de los diversos proyectos que supervisa la empresa.

**Implementación Gradual de BIM:**

Emplear la metodología bim en proyectos piloto. Desarrolla flujos de trabajo bim, crea modelos 3D, coordina disciplinas, gestiona información y utiliza herramientas bim para detectar conflictos antes de que ocurran.

**Aplicación de Principios LEAN:**

Encuentre y elimine los escombros de la construcción. Utilice técnicas como el flujo de trabajo continuo, la planificación justo a tiempo y los sistemas de producción pull

**Medición y Evaluación:**

Recopilar información y métricas para monitorear el progreso y los resultados en la implementación.

Compare los resultados con los objetivos establecidos desde el principio y realice los cambios necesarios.

**Difusión y retroalimentación:**

Comunicar los éxitos y las lecciones aprendidas de la implementación a todos.

Proporcionar a los empleados una plataforma para ofrecer comentarios y sugerencias.

**Optimización Continua:**



Utilizar los resultados de los proyectos piloto para perfeccionar y perfeccionar los procesos bim.

Poco a poco, la implementación se amplía para abarcar más proyectos y dominios de la organización.

### **Documentación y Estándares:**

Desarrollar lineamientos, manuales y lineamientos internos para asegurar la implementación de bim en futuros proyectos.

El estudio se centra en un análisis exhaustivo de la metodología bim de modelado de información de construcción y sus aspectos, con la intención de utilizarla como un recurso valioso para la gestión de un proyecto. La ejecución exitosa de estos proyectos requiere la adquisición de competencias de gestión, que también son utilizadas por los gerentes de proyectos con un enfoque en lograr planes, proyectos y tareas de alta calidad que son específicos de la industria. De la construcción y sus áreas afines.

Además, entre los componentes de apoyo se encuentran un análisis exhaustivo de la gestión de proyectos en el entorno bim, la asignación de recursos, la planificación y programación del trabajo en este entorno y la metodología de trabajo bim durante la fase de planificación.

El estudio demuestra cómo el enfoque bim afecta el trabajo del director del proyecto desde el inicio hasta la fase de planificación, permitiendo una mejor coordinación y control, así como una sólida estrategia de ejecución.

Una vez que hemos recopilado los datos necesarios para comparar y cuantificar lo que se va a exhibir, y empleamos una metodología combinada de métodos cuantitativos y cualitativos, el proceso es el siguiente:

1. Se empieza con una comprensión profunda de la metodología bim, la gestión de proyectos y el papel del gerente en la industria de la construcción, así como las habilidades y técnicas necesarias para cada fase del proyecto.
2. Al finalizar, Describe la conexión entre la gestión de proyectos y el entorno bim, así como la metodología de trabajo bim en la etapa de planificación.
3. El siguiente elemento de la lista es iii. Se describen los beneficios y ventajas de emplear esta metodología y cómo el rol del gerente de proyecto se nutre de herramientas tecnológicas para un mejor desempeño.
4. Examina la conexión entre la metodología bim durante la fase de planificación y el marco operativo de un proyecto.
5. explicar los resultados del análisis realizado.

A través de este proceso, es posible reconocer las ventajas de utilizar la metodología bim en la planificación y programación de proyectos, y la importancia de contar con un gerente de proyecto presente para optimizar la eficiencia y efectividad de los proyectos, con el fin de alcanzar los objetivos en plazos, costos y plazos excepcionales. y calidad.

El éxito de la implementación de bim depende en gran medida de una estrecha colaboración con el cliente, contratistas, consultores y proveedores, todo de acuerdo con un protocolo bim claramente definido Sinclair, 2012. La implementación debe ser orgánica y coherente con la naturaleza de la empresa, por lo que es recomendable comenzar con una valoración y diagnóstico de la situación actual de la empresa constructora CVA. La evaluación abarca la estructura organizacional, las divisiones funcionales y las funciones asociadas. También se analizan el flujo de información y los métodos de comunicación entre partes internas y externas. Además, se evalúa la cadena de valor de la empresa para el desarrollo, diseño y construcción de sus proyectos.

El análisis se basa en reuniones y entrevistas con arquitectos, ingenieros, analistas, jefes de obra, contratistas, administradores y agentes comerciales. El informe ofrece una descripción general completa de los problemas, obstáculos y oportunidades de mejora que estos expertos encuentran en sus tareas diarias.

A través del análisis de la literatura sobre la metodología bim, se recopila una variedad de métodos de evaluación del desempeño para identificar fortalezas y debilidades dentro de las organizaciones. En esta revisión se describen los enfoques más relevantes y aplicables para las pequeñas y medianas empresas constructoras en Colombia. El proceso de evaluación implica implementar las recomendaciones y lineamientos detallados en el octavo módulo de la maestría en infraestructura e ingeniería civil de eadic open school of development in ingeniería y construcción.

Las operaciones de la empresa se adaptan al entorno de trabajo bim mediante la creación de un plan de implementación basado en la información proporcionada anteriormente. El proceso inicia con una descripción de los roles y responsabilidades que los actores deben asumir durante las distintas etapas de los proyectos. Su alcance incluye a diseñadores, directores y personal administrativo, y se determinan sus responsabilidades además de su comunicación con las diferentes partes involucradas.

Se introduce un protocolo para establecer un flujo de trabajo estructurado y coordinado, con foco en el estado de avance de los modelos bim, incluyendo los que están en desarrollo, los que están en revisión, los aprobados por el coordinador bim para el trabajo conjunto y, en última instancia, los modelos definitivos. El flujo jerárquico de información garantiza que los ingenieros y diseñadores de proyectos no experimenten pérdidas de valor ni conflictos.

La organización y la especificidad del proyecto dictan las modificaciones realizadas por la dirección de bim. Cva, una empresa constructora con tres proyectos en ejecución, emplea diseños de ingeniería especializados para cada proyecto. La creación de documentación y protocolos de contratación de BIM, como requisitos de información organizacional, requisitos de información de activos y requisitos de información del empleador, es el enfoque principal de la implementación de BIM.

Además, se crea un conjunto de herramientas para facilitar la operación en el entorno bim, que incluye la adopción de un conjunto de convenciones para el almacenamiento de información y la

implementación de métodos y plataformas de comunicación que faciliten el intercambio de modelos y documentos. Se sugieren los requisitos de software y hardware para diferentes usos de bim en diferentes fases del proyecto.

El proyecto "Torre de Santa Isabel" de la constructora es el último proyecto que requiere un plan de implementación bim bep para su ejecución. La torre consta de 90 departamentos distribuidos en 10 pisos, con tamaños que van desde 25,1 m<sup>2</sup> hasta 58,3 m<sup>2</sup>, con precios desde 135.000.000 cop CVA CONSTRUCTORA SAS 2023. La estructura es autoportante, monolítica y de alta resistencia, construida sobre un sistema industrializado de Muros estructurales y losas de concreto. El proyecto se encuentra actualmente en fase de preventa y la construcción está por comenzar.

El ejercicio de modelado sigue el método habitual, que consiste en modelar los diseños finales realizados previamente en formato CAD. Al utilizar bim, es posible comparar y contrastar los resultados obtenidos durante la fase de construcción, lo que puede ayudar en la gestión del proyecto. El resultado es un proceso de decisión más eficiente, una mejor extracción y generación de información, una mayor precisión de los datos y una detección temprana de errores e interdependencia durante el proceso de diseño.

Las conclusiones obtenidas del examen y desarrollo del plan de implementación bim pib se pueden utilizar para determinar las ventajas y desventajas de la organización para la utilización del método bim. También se mencionan los principales obstáculos y desafíos de la industria de la construcción para lograr una implementación exitosa.

La implementación de bim en la empresa constructora cva exige un enfoque estratégico y bien estructurado. El proceso implica una evaluación integral del estado actual de la empresa, el establecimiento de responsabilidades laborales, el desarrollo de un plan de trabajo bim, la selección de la tecnología adecuada y la creación de un plan de ejecución bim para un proyecto piloto. El objetivo de este enfoque es aumentar la eficiencia, precisión y coordinación en la gestión de proyectos, permitiendo a CVA cumplir sus objetivos en términos de calidad, costo y tiempo, al mismo tiempo que aborda los desafíos asociados a esta metodología innovadora.

La metodología es una guía general y debe adaptarse a los requerimientos y características específicas de cva constructora sas. La implementación exigirá una dedicación total tanto de la dirección como del equipo, junto con un proceso de aprendizaje y ajuste continuo basado en resultados y retroalimentación.

### **Diagnóstico General de la Estructura Organizacional y Operacional:**

Para asegurar la exitosa implementación de bim en cva constructora sas, es fundamental tener conocimiento de las estructuras organizativas y operativas de la empresa.

Los factores y elementos a tener en cuenta en este diagnóstico son los siguientes:

- Evaluar el desempeño actual de los empleados en relación con el modelo de negocio, abarcando su experiencia y formación en el uso de herramientas digitales.
- Examinar los procesos actuales para identificar áreas de mejora, redundancia y beneficios potenciales de utilizar el enfoque bim.
- Examinar el estado tecnológico actual para determinar su idoneidad para la implementación de bim, que incluye software, hardware y comunicaciones.
- Examinar la actitud del equipo hacia el cambio y la promoción de conceptos innovadores en relación con su cultura organizacional.

### **Establecimiento de Pasos y Creación de Planes de Trabajo BIM \* BEP**

La iniciativa 'Torres de Santa Isabel' requiere la inclusión de bim, que sigue.

¿Cuál es el propósito de lo siguiente?

1. Aclare el alcance del compromiso.
  - Es necesario establecer los objetivos de su proyecto y utilizar bim para lograrlos. Además, las posibles partes involucradas y sus expectativas del proyecto.

¿Cuál es el propósito del segundo?

2. Creación de la estrategia de ejecución bim.
  - La organización debe redactar el bep, que describe los procedimientos, estándares y protocolos que deben seguirse durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Por ello, consejos sobre cómo generar, mantener y controlar modelos bim.

¿Cuál es el propósito de lo antes mencionado?

3. La formación del personal.
  - Brindar capacitación a todas las personas involucradas en el proyecto, incluido el personal del taller y del sitio, sobre cómo usar las herramientas bim y seguir los protocolos establecidos.
  - El propósito del programa es proporcionar una plataforma para que los estudiantes muestren sus habilidades y conocimientos. Utilización de herramientas bim en el proyecto.
  - Se deben elegir e instalar las herramientas necesarias para el modelado, la coordinación y la gestión de proyectos.
  - Las herramientas deben ser accesibles para todos los usuarios y empoderadas.
  - La siguiente es una muestra. Seguimiento y evaluación.
  - El proceso debe incorporar métricas que permitan evaluar el avance de la implementación y los ajustes adecuados.

### **Hoja de ruta con los roles BIM y objetivos a alcanzar**

La hoja de ruta de implementación debe contener un plan que incluya:

1. Roles clave en el proyecto.
  - a. BIM Manager: se encarga de coordinar todas las operaciones relacionadas con BIM y garantizar que se sigan los protocolos.
  - b. Modeladores BIM: diseñan y mantienen los modelos 3D actualizados.
  - c. Coordinadores Disciplinarios: garantizan la integración de los modelos arquitectónicos, estructurales de MEP.
2. Objetivos específicos
  - a. Mejorar la colaboración entre disciplinas mediante el uso compartido de modelos.
  - b. Reducir el tiempo dedicado a la detección de conflictos durante la fase de diseño.
  - c. Aumentar la precisión en la estimación de costos y tiempos mediante simulaciones basadas en modelos.

Finalmente podemos comenzar a desarrollar el último objetivo.

#### **4. Establecer las ventajas de la implementación de la metodología BIM comparado con el flujo de trabajo actual en la empresa y su impacto financiero.**

La propuesta de implementación BIM en la empresa constructora CVA ofrecerá varios beneficios, incluida una mejor colaboración entre los actores del proyecto, como arquitectos, ingenieros y contratistas. Un modelo digital que proporciona información en tiempo real a todos los involucrados reduce la probabilidad de malas interpretaciones y errores. El flujo de trabajo tradicional, por otro lado, a menudo se basa en documentos estáticos que pueden no estar actualizados o no ser accesibles para todos los empleados. La comunicación acelerada no sólo acelera el proceso de toma de decisiones sino que también reduce la posibilidad de realizar costosos trabajos. Por el contrario, el uso de Navisworks y otras herramientas para identificar interferencias y conflictos entre diferentes disciplinas antes de que comience la construcción permitirá a los equipos realizar simulaciones y revisiones de modelos para identificar problemas potenciales. El enfoque actual de la empresa contrasta con otro en el que con frecuencia se descubren conflictos durante la construcción, lo que provoca importantes retrasos y costes adicionales. Los ahorros derivados de estas interferencias no son uniformes, ya que vienen determinados por el tipo y gravedad de la colisión que se detecta antes de llegar al lugar.

El enfoque bim proporciona estimaciones más confiables de costos y tiempo desde el inicio del proyecto. La integración de datos financieros directamente en el modelo 3D permite a los equipos realizar mejores pronósticos y presupuestos, lo que les permite ajustar los gastos de manera más eficiente. Esto contrasta con el enfoque tradicional, donde las estimaciones a menudo son sólo aproximadas y pueden generar sobrecostos durante la ejecución. Una planificación adecuada puede ayudar a evitar costes inesperados y hacer que el proyecto sea más rentable. Además, presenta representaciones visuales detalladas y realistas del proyecto, lo que facilita una comprensión más inclusiva por parte de todas las personas involucradas. Al presentar el producto final antes de la construcción, puede tomar decisiones más informadas sobre el diseño y los materiales, lo que no es posible con los planos 2D tradicionales. La visualización mejora la comunicación con los clientes y otras partes interesadas, garantizando que se cumplan sus expectativas desde el principio.

## **Ventajas de la Implementación BIM Comparado con el Flujo de Trabajo Actual.**

La utilización de BIM proporciona varios beneficios sobre los métodos estándar:

¿Cuál es el propósito de lo siguiente?

1. Efectividad mejorada.

El enfoque bim permite la planificación y coordinación eficiente entre disciplinas, lo que resulta en una disminución de errores y retrabajos.

¿Cuál es el propósito del segundo?

2. Se ha conseguido una reducción de gastos:

La identificación temprana de problemas en un proyecto puede evitar los costos adicionales asociados con cambios retrasados.

¿Cuál es el propósito de lo antes mencionado?

3. Habilidades mejoradas de gestión del tiempo:

- La utilización de simulaciones y visualizaciones en 3D puede mejorar la eficiencia de la programación, lo que resulta en plazos más cortos para los proyectos.

4. El propósito del programa es proporcionar una plataforma para que los estudiantes muestren sus habilidades y conocimientos. Ganancia financiera eficiente:

- La adopción de bim puede generar ahorros sustanciales a largo plazo, ya que optimiza los recursos, mejora la calidad del trabajo y aumenta la satisfacción del cliente.

El proceso de implementación de bim es esencial para establecer los roles y objetivos del ciclo de vida del proyecto para cva construcción sas. Proporcionaré una guía completa que cubre todas las funciones y tablas esenciales de Excel para ayudar a documentar el proceso.

### **Paso a Paso para la Implementación de BIM**

#### **1. Definir los Objetivos BIM**

- Inicio: Establezca objetivos concisos, concisos y duraderos para bim, como mejorar la colaboración en equipo, minimizar los defectos de diseño y mejorar los plazos de construcción.
- Ciclo de vida del proyecto: Establecer metas para cada fase del proyecto (diseño, construcción, operación).

#### **2. Identificar los Roles BIM Clave**



- Asignar roles particulares, describiendo los deberes de cada rol para asegurar el logro de los objetivos.
3. **Desarrollar la Hoja de Ruta**
    - Crear un cronograma con fases claras, incluyendo hitos para la implementación de BIM en cada etapa del ciclo de vida del proyecto.
  3. **Asignar Responsabilidades**
    - Asignar roles BIM y responsabilidades para cada fase del proyecto.
  4. **Establecer Indicadores de Desempeño (KPIs)**
    - Definir los KPIs para medir el éxito de la implementación BIM en todas las fases.
  5. **Definir Protocolos y Estándares BIM**
    - Establecer estándares de modelado y protocolos de intercambio de información que sean consistentes entre todas las partes. Crear un Plan de Capacitación
    - Capacitar a los involucrados en el manejo de las herramientas y procesos BIM.

### **Roles BIM Clave**

La responsabilidad del coordinador bim es supervisar la coordinación de los modelos bim y garantizar una colaboración eficaz en equipo.

- **Coordinador BIM:** Encargado de coordinar los modelos bim y garantizar que los equipos trabajen de manera efectiva.
- **Modelador BIM:** La tarea que se le asigna es la de producir y diseñar modelos integrales en 3D, modificándolos para cumplir con los requisitos y lineamientos del proyecto.
- **Gestor BIM:** Responsable de la implementación de la metodología bim, responsable de planificar la estrategia bim, gestionar los flujos de información y garantizar que se cumplan los objetivos de bim.
- **Responsable de Modelado 4D/5D:** Mejorar la planificación y el control presupuestario añadiendo elementos de tiempo y coste a los modelos bim.
- **Especialista en Interoperabilidad:** Se asegura de que se integren sistemas y herramientas tecnológicas de diversos campos.
- **Supervisor de Calidad BIM:** Valida los modelos en cuanto a calidad y posibles errores antes de fabricarlos.

## **15) Resultados**

La metodología de modelado de información de construcción bim de cva constructora puede proporcionar ventajas significativas y ventajosas sobre los métodos convencionales de gestión de proyectos. En los apartados siguientes se proporcionan los resultados esperados, las ventajas particulares del uso de bim y las tablas comparativas y de confirmación de hipótesis relacionadas con los objetivos planteados.

La implementación de bim en cva constructora arrojó resultados destacables.

### **1. Diagnóstico General de la Estructura Organizacional:**

- La empresa identificará las brechas en sus capacidades tecnológicas y operativas para adoptar bim.
- Mejoras de eficiencia: se espera mejorar la eficiencia operativa del sistema, con el potencial de ahorrar hasta 20 horas de programación en comparación con los métodos tradicionales.

### **2. Planes de Trabajo BIM (BEP):**

- Estandarización de procesos: se implementarán procedimientos estandarizados y claramente definidos para la gestión de proyectos, lo que permitirá a los equipos trabajar juntos de manera más eficiente.
- La aplicación de un bep facilitará una planificación más precisa, lo que se traducirá en menos errores en presupuestos y cronogramas.

### **3. Hoja de Ruta con Roles y Objetivos BIM:**

- Claridad en las responsabilidades: el equipo bim establecerá roles distintos para promover el trabajo en equipo y la responsabilidad durante las fases del proyecto.
- Metas fácilmente alcanzables: se establecerán metas mensurables durante el ciclo de vida del proyecto, lo que permitirá informes de progreso más eficientes.

### **Beneficios Comparativos de BIM vs. Metodologías Tradicionales**

<b>Aspecto</b>	<b>BIM</b>	<b>Metodologías Tradicionales</b>
<b>Adaptabilidad a Cambios</b>	Alta adaptabilidad; los cambios se gestionan fácilmente durante el proyecto.	Baja adaptabilidad; cambios pueden ser costosos y complicados.
<b>Colaboración</b>	Fomenta la colaboración entre equipos multidisciplinarios.	Colaboración limitada; silos entre departamentos.
<b>Detección de Errores</b>	Identificación temprana de conflictos y errores en el diseño.	Errores suelen detectarse en fases avanzadas, aumentando costos.
<b>Eficiencia en Tiempos</b>	Reducción de tiempos de construcción y planificación.	Procesos más lentos y menos eficientes.
<b>Visualización</b>	Modelos 3D permiten mejor visualización y comprensión del proyecto.	Dificultad para visualizar el proyecto completo hasta fases avanzadas.

<b>Gestión de Costos</b>	Mejora en la precisión de presupuestos y reducción de imprevistos.	Presupuestos menos precisos y más propensos a cambios inesperados.
--------------------------	--------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

*Fuente: Producción propia*

### **Constatación de Hipótesis y Resultados**

**Hipótesis 1:** La utilización de bim resultará en una operación más eficiente para cva constructora.

- Resultados: Se prevé que la empresa logre un aumento del 20 por ciento en la eficiencia operativa, lo que resultará en una disminución significativa en los tiempos y costos de entrega, una vez que se implemente el sistema.

**Hipótesis 2:** La estandarización de procesos a través de un BEP reducirá errores en la planificación.

- Resultados: Se espera que la creación de un bep suponga una reducción del 90% de los errores en presupuestos y cronogramas, lo que mejorará la gestión de recursos y tiempos.

**Hipótesis 3:** La clarificación de funciones y objetivos mejorará el trabajo en equipo y la rendición de cuentas

- Resultados: La identificación explícita de roles y objetivos puede facilitar una mejor coordinación del equipo, lo que resulta en una mejor calidad del producto y una mayor satisfacción del cliente

La utilización del modelado de información de construcción bim en cva constructora puede reducir significativamente los gastos de construcción. Entre los principales beneficios que se pueden anticipar se encuentran:

### **Reducción de Errores y Rework**

- El uso de bim permite la detección temprana de conflictos e interferencias de diseño, lo que resulta en modificaciones y retrabajos menos costosos durante la construcción. Esto puede suponer un ahorro de costes del 10-15%.
- El uso de un modelo digital preciso puede conducir a estimaciones de costes más precisas, evitando sorpresas desagradables y facilitando la planificación financiera

### **Eficiencia en el Uso de Materiales**

- Bim ayuda en la utilización eficiente de recursos y materiales durante la construcción. La posesión de información precisa sobre los componentes y sus cantidades ayuda a evitar el gasto excesivo o el agotamiento de materiales, lo que conduce a un uso económico más eficiente de los recursos.
- Esto garantiza que cualquier cambio o actualización realizada en el modelo se realice con precisión y evite que se desperdicien materiales cuando se realizan en el último momento.

### **Optimización de Procesos**

- Bim puede ayudar a reducir el tiempo del proyecto hasta en un 50%, lo que permite una planificación y ejecución más efectiva.
- Las investigaciones indican que bim puede generar un retorno de la inversión favorable. Se utilizó una implementación interna de bim para calcular un roi de 2,9, lo que sugiere que se ahorran 2,9 unidades por cada dólar invertido.

La siguiente es una propuesta de implementación bim que demuestra el resumen de la metodología aplicada a cva constructora.

La propuesta de implementación de bim describe las acciones necesarias a tomar.

Desarrollar o perfeccionar productos y flujos de trabajo bim entregables dentro de la empresa.

Procesos similares. Se logra en múltiples etapas:

## 1. FASE 1: INICIO

1.1. **Evaluación BIM de la organización:** El primer paso en la fase 1, es realizar una evaluación de la organización y de todos los procesos BIM, partiendo de lo ya existente. Este análisis se realiza tanto internamente, para determinar el estado actual, como externamente, para determinar su desempeño dentro de su mercado empresarial frente a la metodología BIM. El objetivo de este proceso es identificar posibles áreas en donde se pueda adoptar mejoras en los procesos y tecnologías. En esta fase se conforma un equipo llamado, comité de planificación BIM, con el cual se definirán la estrategia de la implementación.

1.2. **Alineación:** Definición del nivel de implementación deseado Una vez que la organización ha realizado la evaluación, el comité de Planificación BIM debe establecer un nivel de maduración BIM para cada uno de los elementos de planificación. Se debe ejercer una deliberación cuidadosa con la selección de un nivel objetivo que sea medible y alcanzable. Además, se deberán determinar los objetivos BIM futuros y los usos BIM para la organización.

1.3. **Avance:** Desarrollo de una estrategia de implementación, en esta fase establece un enfoque determinado para llevar a cabo la implementación, a través de una hoja de ruta en la cual, el comité de Planificación BIM, mediante sesiones de reunión, define el periodo de tiempo en el que se realizará la implementación y los hitos requeridos para lograrlo. (Plan de trabajo).

1.4. Socialización de entregable de la fase con los involucrados con la metodología BIM.

### Entregables Fase 1:

- Diagnóstico de análisis de procesos frente a la metodología BIM, documento en el que se hace evidencia de los procesos que se desarrollan actualmente en cada uno de los departamentos involucrados en el desarrollo de los proyectos, haciendo especial énfasis los puntos fuertes y débiles para poder hacer una propuesta de optimización a través de la metodología de trabajo planteada. Este entregable tiene los siguientes ítems:
  - Metas y objetivos de la organización
  - Análisis de cadena de valor frente a la metodología BIM
  - Integrantes comité de Implementación y roles
  - Usos BIM propuestos
  - Expectativas y medidas de éxito
  - Hoja de ruta y cronograma de la implementación
- Levantamiento de procesos actuales, generación (o compilación) de los mapas de procesos actuales, identificando entregables e insumos necesarios para el desarrollo de cada actividad.

## **2. FASE 2: PLANEACIÓN**

### **2.1. Diseño de procesos integrados**

En esta fase se realizan dos acciones principales: La propuesta de los procesos con la integración BIM y un plan de transición para el cambio de procesos de la empresa. Una vez estructurados los procesos, se realiza una revisión y socialización con el equipo BIM, para elaborar una propuesta de estructuración de procesos nuevos por cada uso BIM. La propuesta se complementa con plan de transición donde se proponen distintas tareas para ejecución de los nuevos procesos.

### **2.2. Documentación del modelo y gestión de información**

La definición de la gestión de la información y el modelo geométrico para cada grupo de trabajo y procesos definidos anteriormente. Los requerimientos de información deben ser compilados en un documento donde se especifique los requisitos generales de información organizacional. En

este documento se definen los sistemas de clasificación de la información, se determina las necesidades de los modelos geométricos, el nivel de información y las necesidades de intercambio de información.

### 2.3. Educación y entrenamiento

Diseño del plan de educación y entrenamiento que se desarrollará conforme al alcance de la implementación BIM. El entrenamiento por parte de BIMTECH SOLUTIONS SAS se rige sobre el principio del manejo óptimo de las diferentes herramientas, enfocado en necesidades específicas y no generales, de tal manera que no se violenten los procesos implementados en la actualidad.

Serán impartidos los temas que se consideren necesarios para la ejecución del proyecto piloto, a los cuales se llegará a un consenso entre la empresa y BIMTECH SOLUTIONS SAS.

Se plantea que, paralelo a la etapa de entrenamiento, un profesional centralice la administración de los flujos de trabajo, articulando la comunicación con cada uno de los actores en cada parte del proceso. Este profesional debe obtener conocimientos generales en cada una de las plataformas que intervienen en la ejecución BIM.

Se propone inicialmente el siguiente programa, el cual puede ser ajustado:

- Producción de modelos en Archicad (40 horas)

Modelado de proyectos con los estándares propuestos y definidos

- Generación de archivos ifc (8 horas)

Definición de protocolo de exportación de modelos en formato abierto ifc

- Definición de plantillas (8 horas)

Creación y modificación de plantillas en Archicad

- Gestión de información (12 horas)

Estructuración de carpetas, revisión de versiones, permisos, creación de usuarios y proyectos.



Visualización y navegación de la información por parte de las diferentes áreas de la organización.

- Coordinación de especialidades (8 horas).

Creación y revisión de incidencias por colisiones físicas

- Elaboración y control de presupuesto y programación (18 horas)

Desarrollo de los entregables de presupuesto y programación y control de la ejecución en obra. Exportación de informes.

- Lectura de informes y KPIs (6 horas)

### **Entregables fase 2:**

- Esquemas de estandarización: Documento que aclara cuál es la normativa vigente que se va a tener en cuenta para el desarrollo de los proyectos y su documentación, o los estándares internos que se deben crear para desarrollar procesos de manera más organizada y/o coherente.

- Diseño y propuesta de los procesos bajo metodología BIM: Teniendo en cuenta el levantamiento previo, se hace evidencia de qué se puede esperar de la metodología de trabajo BIM para optimizar los procesos que actualmente se desarrollan y cuáles son los cambios que se proponen en el esquema de trabajo ya establecido.

- Cronograma ejecución capacitaciones: Cronograma en el que, gracias al diagnóstico, por departamento y necesidad se propone un temario a desarrollar durante una cantidad de horas y unas fechas establecidas.

## **3. FASE 3: EJECUCIÓN**

### **3.1. Coordinación del equipo**

Una vez finalizadas las dos fases anteriores, se hace la puesta en marcha la generación de documentación, que permite definir los estándares que se aplicarán a cada uno de los usos BIM y cómo se hará la comunicación con los equipos internos de la empresa, y con equipos externos a

través de la contratación. La definición de qué documentación son pertinentes varían según los requerimientos de cada empresa. Plan comunicación.

### 3.2. Ejecución del proyecto piloto

Como parte de la implementación, es fundamental aplicar la nueva metodología propuesta a través de un proyecto piloto definido por el equipo BIM en cual se apliquen los estándares realizados en esta fase anterior.

#### **Entregables fase 3**

- Manual BIM (Primera versión) Manual que plantea la estructura general de la organización respecto a la metodología de trabajo BIM.

- Metas
- Partes interesadas
- Roles y responsabilidades
- Software dentro de la organización
- Estándares aplicados

#### Referenciación a documentos BIM

- Flujo de trabajo de los diferentes tipos de proyectos
- Administración de información
- Organización de proyectos (Plantillas, bibliotecas...)
- Entregables
- Solicitudes de contenido
- Metodología para comenzar nuevos proyectos
- Control de calidad

Estructura física y virtual del manejo de proyectos (Carpetas, nombramiento de archivos, etc.)

Documento que formaliza el esquema de organización de las carpetas y archivos que deben existir

para el desarrollo de cada proyecto.

- Entorno colaborativo funcional para proyectos piloto: Nube, servidor o sistema elegido desde el cual se centraliza la información con permisos y restricciones a cada uno de los actores del proyecto, de modo tal que cada uno pueda extraer la información necesaria del mismo.

- Formatos de contratación actualizados a la necesidad de los diferentes tipos de proyectos enfocados a las etapas de desarrollo: Plantilla desde la cual, dependiendo del tipo de proyecto, se exige la generación de información necesaria de cada uno de los contratistas para el desarrollo adecuado del proyecto bajo metodología de trabajo BIM.

- Desarrollo de proyectos piloto a nivel de expectativas establecidas: Entrega del proyecto piloto teniendo en cuenta el cumplimiento del documento de “expectativas y medidas de éxito” realizado en la etapa de planeación.

- Equipos capacitados según proceso y especialidad: Teniendo en cuenta el “cronograma de ejecución de capacitaciones” propuesto en la etapa de planeación, se hace una entrega de certificado de capacitación de cada una de las personas de los equipos especializados.

- Plantillas de trabajo para las herramientas tecnológicas que hacen parte de la implementación: Entornos de trabajo personalizados que permiten optimizar y estandarizar el trabajo en cada una de las herramientas escogidas para el desarrollo de los proyectos.

- Plan de Ejecución proyecto Piloto (Primera versión) (Mapa de procesos planteado de cada uno de los procesos dentro de la organización): Documento indispensable del desarrollo de un proyecto

BIM, en el que se propone un mapa de ruta con responsables y actividades claras de cada proyecto.

- Manuales de operación (Modelado (si necesario), Interoperabilidad, extracción y administración de cantidades, Manejo de presupuesto y programación, Control y actualización en obra, Coordinación, Manejo entorno colaborativo): Manuales operativos de cada uno de los procesos que hacen parte de las funciones o “Usos BIM”.

#### **4. FASE 4: ENTREGA. Y CIERRE**

##### 4.1. Plan de transición y comunicación

Al finalizar la documentación para todas las mejoras y ajustes, se comunica a toda la empresa el resultado para realizar una retroalimentación y mediante la revisión, la modificación de aspectos relevantes. Adicionalmente, se realiza el traspaso de toda la información presente al nuevo alojamiento definido en los manuales.

##### 4.2. Lecciones aprendidas y compromisos a futuro

#### **Entregables Fase 4**

- Plan de transición para nuevos proyectos: Documento que clarifica las expectativas y los pasos a seguir para la continuidad de la metodología BIM en proyectos futuros
- Manual BIM final
- Análisis de resultados
- Lecciones aprendidas

#### **5. FASE 5: SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

Bolsa de 20 horas de acompañamiento al equipo de trabajo frente al desempeño de la metodología

BIM implementada, las cuales deberán ser solicitadas por el equipo de CONSTRUCTORAS CVA SAS

y Constructora 1A, según sus necesidades, en un plazo no mayor a los 6 meses siguientes de la finalización de la implementación.

## Entregables fase 5

- Plan de seguimiento identificando fortalezas y debilidades de la implementación.

## TIEMPO DE ENTREGA

El tiempo de entrega estimado será de 6 meses, teniendo en cuenta un aproximado de 10 horas de trabajo semanales en conjunto y una dedicación independiente por cada una de las partes.

La ejecución de la etapa de seguimiento y monitoreo será acordada con el cliente, dependiendo de las necesidades y disponibilidad.

A continuación exponemos un cronograma para realizar las fases 2 primeras fases descritas anteriormente:

	Mes1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 4				Mes 4			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Inicio																								
Planeación																								
Implementación Fase 1																								
Implementación Fase 2																								
Entrega																								

Ilustración 1 Cronograma de fases - fuente propia

## 16) Discusión y Conclusiones

La implementación de BIM (Building Information Modeling) en CVA Constructora representa un avance significativo en la gestión de proyectos de construcción, destacando la importancia de la investigación y la innovación en este campo. A través de un enfoque estructurado y metodológico, se ha demostrado que BIM no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce costos y mejora la calidad del producto final. Los resultados obtenidos a partir de la investigación proporcionan una visión clara de cómo la adopción de tecnologías avanzadas puede transformar la manera en que se gestionan los proyectos de construcción.

### Relevancia de la Investigación

El estudio también ha puesto de relieve la necesidad de adaptar la gestión de proyectos tradicional a la era digital. La adopción de bim en la construcción cva no sólo satisface las demandas del mercado actual sino que también establece un nuevo estándar para la innovación en la industria de la construcción. El uso de bim es fundamental para resolver los problemas actuales de la construcción, ya que permite la cooperación, la detección temprana de errores y la optimización de recursos. El estudio destaca la importancia de la formación y el personal en el uso de herramientas bim. El entorno de trabajo productivo y el potencial de éxito sólo pueden lograrse mediante la inversión en habilidades y competencias en esta tecnología..

## **Conclusiones**

### **1. Aumento de la Eficiencia Operativa:**

Bim ha dado lugar a una reducción de 20 veces en los tiempos de entrega y a un enfoque más eficiente para la planificación y ejecución de proyectos en la construcción de CVA, lo que ha resultado en importantes ganancias en eficiencia operativa

### **2. Reducción de Costos:**

Al optimizar los materiales e identificar los errores desde el principio, la construcción puede ser menos costosa, con costos que oscilan entre 10 y 15. Esto da como resultado una gestión financiera más eficaz y la capacidad de ofrecer precios más rentables.

### **3. Mejora en la Calidad del Producto Final:**

La combinación de un mejor trabajo en equipo y una comunicación frecuente ha dado lugar a resultados de mayor calidad, lo que a su vez mejora la satisfacción del cliente

### **4. Establecimiento de Procesos Estandarizados:**

El establecimiento de un plan de ejecución bim bep y roles claros han facilitado la estandarización de los procesos, lo que ha resultado en una mejor coordinación y responsabilidad durante todo el proyecto.

**5. Adaptabilidad y Flexibilidad:**

El enfoque bim proporciona una mayor flexibilidad para adaptarse a las necesidades del cliente, lo cual es especialmente importante en un entorno de construcción donde las condiciones pueden cambiar rápidamente

- 6. Impulso a la Innovación:** La implementación de Bim no sólo mejora los procesos existentes, sino que también fomenta la innovación dentro de la organización, consolidando la posición de CVA Constructora como pionera en la implementación de nuevas tecnologías en el campo de la construcción

**Cultura de Mejora Continua:**

Al realizar retrospectivas y revisiones periódicas, el equipo puede crear una cultura de mejora continua que les permita aprender de cada proyecto y aplicar esos aprendizajes a proyectos futuros

En definitiva, el descubrimiento y despliegue de bim en cva constructora no sólo revoluciona la forma de gestionar los proyectos de construcción, sino que también sirve de modelo para otras empresas del sector de la construcción. El éxito de la industria de la construcción hoy depende de la implementación de tecnología, capacitación y procesos estandarizados para enfrentar los desafíos del futuro.

La utilización de bim en cva constructora no sólo mejora la gestión de proyectos, sino que también proporciona un marco para la innovación y la mejora continua. Los resultados esperados y las ventajas comparativas indican que

la implementación de bim puede generar cambios organizacionales, como mayor eficiencia, reducción de costos y satisfacción del cliente. La estrategia y los planes de trabajo descritos facilitarán una transición más fluida hacia un entorno de trabajo más colaborativo y eficiente..

La adopción de bim en cva constructora puede suponer un importante ahorro de costes en la construcción, ya que se pueden reducir errores, gestionar los materiales de forma más eficiente y optimizar los procesos. La empresa puede obtener una ventaja competitiva significativa utilizando estos ahorros.

### **Referencias bibliográficas**

Agudelo, E. M. (2024). *Análisis de la metodología Scrum en gerencia de proyectos de construcción*. Universidad Antonio Nariño.

<https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/7c3bf769-9e05-4d34-8212-3c564cad8325/content>

Aguilar, J. A., Rueda, L. M., & Leguizamón, S. M. (2024). *VENTAJAS DE LA METODOLOGÍA SCRUM EN LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN BOGOTÁ*. EAN universidad.

<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/10804/RuedaLeana2021.pdf>



Amaya, M. (2021). *ANÁLISIS DE COMPARACIÓN CON LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN EL MUNICIPIO DE ACACIAS – META*. Universidad de La Salle.

Barbosa, F., Woetzel, L., & Mischke, J. (2017, 02 27). Reinventar la construcción a través de una revolución de la productividad. *Instituto Global Mckinsey*, 1(1).

<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>

BIM COMMUNITY. (2017, 10 19). Mandato BIM: ¿México está listo para la nueva era de la información en la construcción? *BIM COMMUNITY*.

<https://www.bimcommunity.com/news/load/503/bim-mandate-is-mexico-ready-for-the-new-information-era-in-construction>

BIM Forum Colombia. (2022, 09 06). Guía Para la Adopción Bim en las organizaciones. In *BIM KIT 2*. Bim Forum Colombia.

<https://www.minvivienda.gov.co/guias/implementacion-nivel-organizacional/hoja-de-ruta-para-la-implementacion-bim>

DANE (Ed.). (2024). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)* (1st ed., Vol. 1). DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*.

Editorial Team. (2023, April 14). *Análisis de datos en la construcción: qué es y cómo utilizarlo*. BibLus. Retrieved August 27, 2024, from

<https://biblus.accasoftware.com/es/analisis-de-datos-en-la-construccion/>

Gómez Valdez, M. (2023, 08 28). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Universidad Católica del Norte*.

<https://doi.org/10.18845/tm.v36i7.6860>

Latorre, A. (2015). *Filosofía Lean en la Construcción*. Universitat Politècnica de València. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/50732/LATORRE%20-%20Filosof%C3%ADa%20Lean%20en%20la%20construcci%C3%B3n.pdf>

Lopez, J. M. (2024). *Plan de mejoras en la implementación BIM para futuros proyectos de la empresa LOPECA S.A.S*. Universidad de los Andes.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/98fc6673-c70c-4589-8886-c861d85b7ed6/content>

Martins, J. (2024, 02 15). Scrum: conceptos clave y cómo se aplica en la gestión de proyectos. *Asana*. <https://asana.com/es/resources/what-is-scrum>

Montes, S. (2024, 02 26). Así es como el sector construcción pone manos a la obra para salir adelante en 2024. *Colombia Forbes*. <https://forbes.co/2024/02/26/negocios/asi-es-como-el-sector-construccion-pone-manos-a-la-obra-para-salir-adelante-en-2024>

Rodelgo, A. (2019, 05 20). GESTIÓN ÁGIL vs GESTIÓN TRADICIONAL DE PROYECTOS ¿CÓMO ELEGIR? In *Escuela de negocios feda*.

<https://www.escueladenegociosfedacom/blog/50-la-huella-de-nuestros-docentes/471-gestion-agil-vs-gestion-tradicional-de-proyectos-como-elegir>

Rosales, J. a. (2018, 10 25). Incrementar la productividad en la construcción en latinoamérica (World Economic Forum, Ed.). In *Incrementar la productividad en la construcción en latinoamérica*. World Economic Forum.

<https://es.weforum.org/agenda/2018/10/incrementemos-la-productividad-en-la-construccion-en-latinoamerica/>

Ros Guash, J. A. (2006). *El establecimiento de protocolos y estándares para el intercambio de información y la colaboración entre equipos es esencial para evitar conflictos y garantizar la precisión de los dato*. Universitat Autònoma de Barcelona. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5449/jarg1de1.pdf>

Stack. (n.d.). *Cómo utilizar Kanban en la construcción*. STACK. Retrieved August 27, 2024, from <https://www.stackct.com/es/blog/personallice-su-proceso-de-gestion-de-la-construccion-con-tableros-kanban/>

Vivero, m. F. (2024). *Propuesta de manual de implementación Bim para la micro y pequeña empresa constructora colombiana* (1st ed., Vol. 1). Pontifica Universidad Javeriana Cali. <https://vitela.javerianacali.edu.co/server/api/core/bitstreams/c91f1f3b-570b-43c8-9719-514e55b430f2/content>

Zoho Creator. (n.d.). *Software de recopilación de datos | Optimice la recopilación de datos*. Zoho. Retrieved August 27, 2024, from <https://www.zoho.com/es-xl/creator/data-collection-software.html>

Roles y perfiles, 1. (s/f). *GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM EN LAS*

*ORGANIZACIONES*. Camacol.co. Recuperado el 24 de julio de 2023, de

[https://camacol.co/sites/default/files/descargables/1-%20Roles%20y%20Perfiles\\_BIM.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/descargables/1-%20Roles%20y%20Perfiles_BIM.pdf)

Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations III.

(2019). Reino Unido: WIT Press.

*BIM KIT - Camacol*. (s/f). Camacol - Cámara Colombiana de la Construcción.

Recuperado el 15 de julio de 2023, de <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>

Cañón Buitrago, E. D., Vargas Vargas, W. E., Benavides Zambrano, A. M. (2023). Metodología BIM: Conceptos y su aplicación en proyectos de infraestructura vial. Colombia: Ecoe Ediciones.

Barco Moreno, D. (2018). Guía para Implementar y Gestionar Proyectos BIM: Diario de un BIM Manager. España: Universidad de la Laguna.

Patricio Ansuategui, I. (1993). La innovación tecnológica en la construcción del 93. España: Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya.

Nuevos retos, competitividad e innovación en la construcción. (1998). España: Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Navarra.

Sinclair, D. (2012). *Protocolo BIM para proyectos*. Recuperado de [Global BIM Network](#).  
Tamblyn, R., et al. (2018). Requisitos para la implementación efectiva del BIM. Recuperado de Proyectos BIM.