

**PROCESOS COLABORATIVOS PARA IMPLEMENTAR LA METODOLOGÍA BIM  
EN TIEMPOS DE EJECUCIÓN EN OBRA – CASO DE ESTUDIO MULTIFAMILIAR  
VIS PANORAMIK**

María Paula Bedoya Salamanca



Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

**Procesos colaborativos para implementar la metodología BIM en tiempos de ejecución en  
obra – Caso de estudio multifamiliar VIS Panoramik**

**María Paula Bedoya Salamanca**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitectura**

**Director Arq. Yuber Alberto Nope Bernal**



**UNIVERSIDAD**  
**La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

**Programa de Arquitectura, Facultad de Arquitectura**

**Universidad La Gran Colombia**

**Bogotá D.C**

**2023**

**Tabla de contenido**

<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPITULO I – ANTECEDENTES</b> .....	<b>13</b>
PROBLEMA OPORTUNIDAD.....	13
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	14
JUSTIFICACIÓN.....	15
HIPÓTESIS.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
PERFIL DEL USUARIO .....	17
PROPUESTA METODOLÓGICA .....	17
<i>Tipo de investigación</i> .....	17
<i>Técnicas e instrumentos de investigación</i> .....	18
<b>CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>19</b>
<b>CAPITULO III: MARCOS REFERENCIALES</b> .....	<b>24</b>
MARCO HISTÓRICO .....	24
MARCO TEÓRICO .....	26
MARCO NORMATIVO.....	27
<i>Alineación con estándares internacionales</i> .....	27

<b>CAPITULO IV: IDENTIFICAR LOS CONCEPTOS BASICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM BAJO LA NORMATIVIDAD VIGENTE .....</b>	<b>29</b>
Usos BIM .....	29
ROLES Y PERFILES .....	31
TIPO DE INFORMACIÓN .....	35
NIVELES DE INFORMACIÓN .....	38
PLAN DE EJECUCIÓN BIM (PEB) .....	39
NIVEL DE DESARROLLO (LOD).....	42
 <b>CAPITULO V: DESARROLLAR UN SEGUIMIENTO AL CASO DE ESTUDIO QUE PERMITA IDENTIFICAR LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>44</b>
DESCRIPCIÓN GENERAL .....	44
PROGRAMACIÓN DE OBRA .....	48
 <b>CAPITULO VI: CARACTERIZAR UN PROCESO TRADICIONAL DE INTERCAMBIO DE INFORMACION ENTRE DISEÑO Y OBRA ARTICULANDO FLUJOS DE TRABAJO.....</b>	<b>50</b>
DEFINICIÓN PROCESOS TRADICIONALES VS PROCESOS COLABORATIVOS .....	50
FLUJO DE TRABAJO PARA PREGUNTAS TÉCNICAS TQ EN OBRA .....	52
FLUJO DE TRABAJO PARA AVANCES EN EL PROCESO DE ESTRUCTURA .....	53
FLUJO DE TRABAJO PARA MODELOS AS-BUILT .....	54

<b>CAPITULO VI: EJECUTAR EJERCICIOS APLICADOS PARA PROCESOS DE TQ, AVANCES DE OBRA Y PLANOS AS-BUILT DESDE EL MANEJO DE OBRA MEDIANTE EL ENTORNO COMUN DE DATOS BIM360, SOFTWARE COMO NAVISWORKS Y REVIT .....</b>	<b>56</b>
METODOLOGÍA BIM EN PREGUNTAS TÉCNICAS.....	56
METODOLOGÍA BIM EN AVANCES DE OBRA .....	57
METODOLOGÍA BIM EN PLANOS AS-BUILT .....	57
<b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>59</b>

### Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Fases propuesta metodológica .....	17
<b>Figura 2.</b> Estandares normativos .....	28
<b>Figura 3.</b> Usos BIM.....	31
<b>Figura 4.</b> Definición capacidad BIM.....	35
<b>Figura 5.</b> Características del proyecto .....	40
<b>Figura 6.</b> Roles y perfiles .....	41
<b>Figura 7.</b> Localización proyecto.....	44
<b>Figura 8.</b> Sistema constructivo .....	45
<b>Figura 9.</b> Flujo de trabajo en las fases de proyecto CAD vs BIM .....	51
<b>Figura 10.</b> Diagrama RACSI flujo de trabajo TQ .....	52
<b>Figura 11.</b> Diagrama RACSI flujo de trabajo avance proceso estructural.....	54
<b>Figura 12.</b> Diagrama RACSI flujo de trabajo planos as-built.....	55

## **RESUMEN**

Con el transcurso del tiempo la evolución tecnológica ha abarcado aspectos importantes para el desarrollo de cualquier proceso, incluyendo así beneficios positivos para la humanidad, resaltando en el sector de la construcción diferentes estudios metodológicos innovadores que se han ido implementando según las necesidades de los proyectos constructivos, uno de los principales conocimientos es el BIM (Building information modeling) lo cual significa realizar un procedimiento de recolección de información centralizada en tiempo real en las etapas de diseño, obra y entrega en el ciclo de vida de un proyecto. Muchos aspectos positivos se resaltan si se pone en funcionamiento este proceso en la fase de planeación y ejecución, ya que esto ayudara a optimizar en tiempos y costos, así mismo mejorar la productividad de las empresas constructoras.

A causa de estos nuevos cambios tecnológicos el objetivo de este trabajo investigativo es informar como de manera dinámica empresas constructoras pueden obtener conocimientos de los conceptos básicos para implementar la metodología BIM mediante el trabajo colaborativo en procesos puntuales para el desarrollo de obra, esto se logró a partir de experiencias, datos y estadísticas de trabajo, encontrando varios problemas en la parte de coordinación de diseño-obra y la no aplicación de las normas de implementación durante el proceso, dando como resultado sobrecostos e imprevistos que no se tuvieron en cuenta en el desarrollo del proyecto, por otra parte se busca realizar una comparación de cómo se llevan a cabo actividades con metodología tradicional (CAD) vs propuesta de mejoramiento para el control de obra mediante la metodología BIM.

***PALABRAS CLAVE:*** Trabajo colaborativo, Procesos de obra, Flujos de trabajo, Implementación metodología BIM

## **ABSTRACT**

Over time, technological evolution has made important aspects for the development of any process, thus including positive benefits for humanity, highlighting in the construction sector different innovative methodological studies that have been implemented according to the needs of construction projects. , one of the main knowledge is BIM (Building information modeling) which means carrying out a centralized information gathering procedure in real time in the design, construction and delivery stages in the life cycle of a project. Many positive aspects are highlighted if this process is put into operation in the planning and execution phase, since this

will help to optimize time and costs, as well as improve the productivity of construction companies.

Due to these new technological changes, the objective of this investigative work is to inform how construction companies can dynamically obtain knowledge of the basic concepts to implement the BIM methodology through collaborative work in specific processes for the development of work, this will be modified to based on experiences, data and work statistics, finding several problems in the design-work coordination part and the non-application of implementation standards during the process, resulting in cost overruns and unforeseen events that were not taken into account in the development of the project, on the other hand, it seeks to make a comparison of how activities are carried out with traditional methodology (CAD) vs. improvement proposal for the control of work through the BIM methodology.

***Keywords:** Collaborative work, Work processes, Work flows, BIM methodology implementation*

## **Introducción**

Este estudio se propone destacar la relevancia de emplear la metodología BIM en diferentes proceso de obra, identificando así de manera oportuna los conflictos que existen en diferentes especialidades como: arquitectura, estructura, redes hidrosanitarias, gas, rci, redes eléctricas y demás. Puesto que para el profesional arquitecto debe tener los criterios y conocimientos y llevar a cabo estrategias del uso adecuado de esta nueva tecnología, gracias a este documento se investigó 3 pasos importantes en el ciclo de vida de obra los cuales son:

Preguntas técnicas (TQ), avance de obra y planos Asbuilt y se resaltara cómo será el manejo con la metodología tradicional y metodología BIM.

En la actualidad la evolución tecnológica en la arquitectura ha cambiado diferentes formas de desarrollo para el sector de la construcción, así mismo se replantea la forma de implementación de pasar a procesos tradicionales con el manejo de herramientas CAD al surgimiento del BIM (Building Information Modeling), en torno a este nuevo conocimiento mundial, se ha identificado que las obras civiles presentan un gran déficit de utilización de las metodologías para mejorar el proceso del ciclo de vida en la fase constructiva, causando incremento en los costos de la mano de obra y aumentos en los tiempos de ejecución, el cual para cualquier empresa causa un impacto integral, ambiental, económico y social.

La expresión "Industria 4.0" fue introducida por vez primera en la Feria de Hannover en 2011, generando un notable interés desde entonces entre académicos, profesionales, funcionarios gubernamentales y políticos a nivel global. (Suarez, 2019) Plantea el manejo de tecnologías digitales y tecnologías de internet a través de un proceso colaborativo entre los diferentes participantes en la organización y estándares de una empresa. La incorporación de tecnologías digitales emergentes y la obtención de conocimientos llevarán ineludiblemente a la aparición de empleos inéditos y a la adopción de modalidades laborales innovadoras. Esto implicará ajustes en las configuraciones internas de las compañías y en las dinámicas de colaboración entre ellas. (Schuh, 2017).

A nivel mundial países como Inglaterra fueron los primeros pioneros en implementar la tecnología BIM bajo el concepto de optimizar los procesos y desarrollo de los proyectos constructivos luego se globalizo por España y Reino Unido, el cual se vio en la necesidad obligatoria en obras públicas y privadas.

Con respecto al Índice de competitividad global (ICG) Según el informe del Foro Económico Mundial, Chile encabeza la lista de los países más competitivos en América Latina, ubicándose en la posición 33. Le siguen México en el puesto 48, Uruguay en el 54, Colombia en el 57 y Costa Rica en el 62. En el extremo inferior de la región, se encuentran Nicaragua en la posición 109 y Venezuela en la 133. (SNCI, 2019) como resultado del crecimiento en el estudio y elaboración de conceptos tecnológicos se han adaptado de manera habitual e incipiente en pocos países latinoamericanos, identificando una problemática por causa de falta de conocimiento y adquisición de software avanzados, exponiendo así una mayor frecuencia de tiempos y sobrecostos en países en vía de desarrollo.

A nivel nacional, en Colombia aún no se ha logrado un consenso en torno al término BIM. A través de experiencias marcadas por una planificación insuficiente y limitaciones de recursos en el campo, algunas empresas como AMARILO, CONSTRUCCIONES PLANIFICADAS, PEDRO GOMEZ, APIROS, TRIADA y MARVAL están actualmente en fases de implementación y pruebas de la metodología. Estas empresas cuentan con el respaldo de consultores y están llevando a cabo diversas sesiones de capacitación. (Garzon, 2017) en consecuencia a esto empresas privadas realizan una serie de investigación para la organización y

gestión interna de los proyectos de infraestructura para así mismo evitar la mala ejecución en obra, Se seleccionó una muestra de 109 contratos de construcción realizados en los años 2011, 2012 y 2013 por diversas entidades públicas colombianas. Los resultados indicaron que, en términos promedio, los proyectos experimentaron sobrecostos cercanos al 13% y un retraso del 80% en su cronograma de ejecución. (Diab, 2018)

Con la información adquirida sobre los conocimientos de la metodología se realizó la identificación de las problemáticas causadas por la no implementación de estrategias con el uso BIM en obra, con ello se plantearon el objetivo general y específicos, mediante experiencias en los procesos tradicionales de obra

En el segundo capítulo se lleva a cabo las investigaciones de los diferentes referentes bibliográficos ya sea internacionales y nacionales para analizar como en la actualidad se realiza la implementación en las obras y como diferentes autores aplican las teorías necesarias

En el tercer y cuarto capítulo se desarrolló los marcos de referencia argumentado los conceptos básicos de la definición y dimensiones que tiene alcance la metodología BIM, con la aplicación de las normas vigentes.

En el quinto y sexto capítulo ya se actúa con la caracterización del caso de estudio el cual se evidencia los 3 factores claves de la investigación: preguntas técnicas, avances de obra y planos Asbuilt con la finalidad de identificar el uso con el método tradicional mediante flujos de trabajo de los diferentes proceso y revisar los posibles actores responsables de cada tarea

En el séptimo capítulo ya sé que ejecutara desde los criterios adquiridos anteriormente la implementación para los procesos de preguntas técnicas, avances de obra y planos asbuilt pero con la metodología BIM.

## **CAPITULO I – ANTECEDENTES**

### **Problema oportunidad**

El sector de la construcción a nivel mundial cada vez está avanzado con mayor rapidez en cuanto a la evolución tecnológica BIM para los procesos de diseños técnicos y procesos constructivos pero esta implementación solo se ve reflejada de manera oportuna y obligatoria en países desarrollados, esto se debe a la consecuencia de sobrecostos y reprocesos de tiempos mal ejecutados durante el desarrollo en proyectos de obra civil, surgen a partir de estas problemáticas criterios del uso adecuado de la Metodología BIM.

En países de Latinoamérica se esta empezando a obtener conocimiento de esta nueva herramienta tecnológica de manera poco regular, ya que no se considera gubernamentalmente

aplicar estos procesos como normas y estándares para anticipar problemas en la etapa de construcción, en la que la mayoría de empresas constructoras prefieren evitar capacitaciones y asumir costos de las plataformas, conllevando así a que los interesados busquen esta nueva implementación por iniciativa propia.

En relación a este cambio se identifican varios conflictos y problemas asociados al ciclo de vida de la ejecución de una edificación en cuanto a diseños, dimensiones, construcción, operación y mantenimiento, causados por el trabajo a alta presión y exigencia de los clientes en realizar los proyectos a una brevedad de tiempo y no se logra estandarizar un plan para evitar la falta de información, problemas de compatibilización de planos, baja calidad de los diseños y coordinación entre disciplinas implicando a errar en la toma de decisiones.

Para el caso de estudio que se manejará en el proyecto de investigación será dirigido a la empresa Grupo Empresarial OIKOS constituida como una sociedad dedicada a la construcción tipo industrial, institucional, finca raíz, Vivienda y comercial enfocándolo a un proyecto de Vivienda Multifamiliar VIS ubicado en la ciudad de Tunja, el cual el proyecto PANORAMIK se encuentra en proceso de coordinación de diseño y se buscara garantizar el buen funcionamiento de la Metodología BIM durante la fase de obra, para no seguir presentado falencias dentro de la compañía y lograr una sostenibilidad e integración de Diseño- Construcción.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo la adecuada aplicación de la metodología BIM puede llegar a solucionar los conflictos que interviene la mala ejecución por parte de los profesionales en los procesos constructivos de obra?

## **Justificación**

A consecuencia de los cambios tecnológicos el sector de la construcción se ve en la necesidad de crear nuevos sistemas que beneficien el desarrollo de un proyecto, sin embargo la falta de conocimiento y rentabilidad de empresas constructoras no se permite obtener estos nuevos recursos por la resistencia al cambio

Por esta razón es de vital importancia utilizar BIM para mejorar los procesos de planeación y ejecución que se vuelven ejes principales entre los técnicos de obra y diseño para que esta herramienta se use de la manera adecuada, siendo así que cualquier empresa en el sector constructivo tenga el conocimientos y las bases para llevar a cabo un proceso que acorte la entrega al cliente y mejore los sobrecostos que se puede generar por falta de información detallada en el modelo tridimensional.

En el aspecto educativo esta investigación tendrá el propósito de mostrar el desarrollo de forma interactiva para que cualquier personal de obra tenga una guía idónea para implementar la metodología BIM.

## **Hipótesis**

En las obras civiles no se aplica correctamente el uso de la metodología BIM, a causa de que muchas empresas siguen manejando el sistema tradicional y no se obtiene el reconocimiento de que esta metodología es más allá que un software con un modelo 3D, es importante resaltar los beneficios que conlleva tener las capacidades necesarias para incorporar la información en tiempo real en las fases de un proyecto obteniendo así reducción de costos totales de ejecución,

mayor transparencia de la información y más dinamización al momento de entregar el producto al cliente y como resultado tener mayor calidad y organización en el ciclo de vida de obra

### **Objetivo general**

Establecer un proceso para el trabajo colaborativo con la finalidad de desarrollar de manera oportuna la integración de los diseños y el equipo de obra, con el fin de evitar la menor cantidad de cambios y reprocesos, una vez se dé por iniciada la fase de construcción.

### **Objetivos específicos**

- Identificar los conceptos básicos para la implementación de la metodología BIM bajo la normatividad vigente para reconocer atributos presentes y faltantes en las fases críticas de la implementación enfocadas en empresas del sector de la construcción en Colombia.
- Desarrollar un seguimiento al caso de estudio que permita identificar las principales características del proyecto en el desarrollo de la fase de estructura
- Caracterizar un proceso tradicional de intercambio de información entre diseño y obra articulando un flujo de trabajo el cual integre atributos y diferencie la metodología tradicional a metodología BIM.
- Ejecutar ejercicios aplicados para procesos de TQ, Avances de obra y planos As-Built desde el manejo de obra mediante el entorno común de datos BIM 360, software como Navisworks y revit.

## **Perfil del usuario**

Los profesionales de construcción como lo son: arquitectos, ingenieros civiles, contratistas, diseñadores, interventoría, maestros, auxiliares, etc, y cualquier persona que tenga participación en obra podrá utilizar este documento para poder comprender como mejorar la entrega de productos o servicios al cliente, mediante guías educativas con los pasos a seguir de cómo desarrollar los procesos con eficacia y tiempos acordes para todas las partes del proyecto

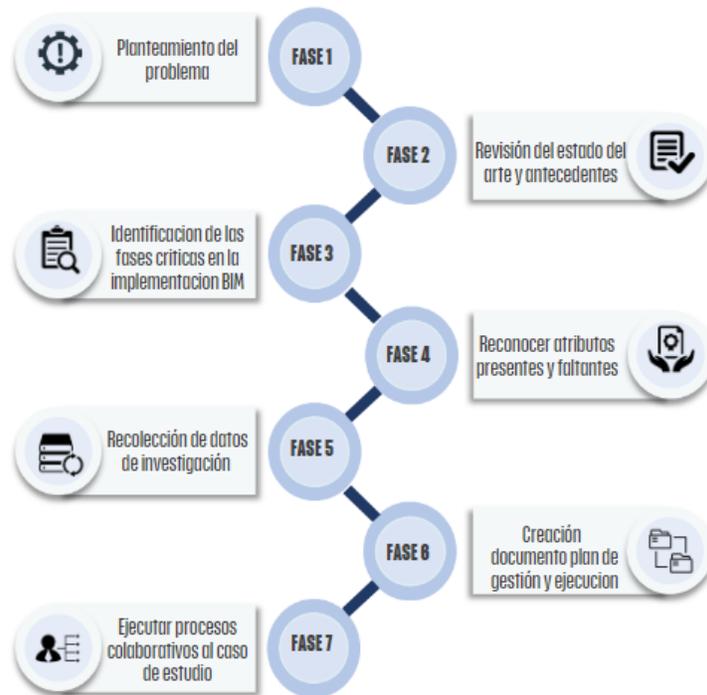
## **Propuesta metodológica**

### **Tipo de investigación**

Para el presente trabajo se propone dos métodos de investigación según el propósito del mismo y como ejecutar el desarrollo del objetivo específico, en primero lugar por medio de la investigación teórica, se lograra recolectar y definir información según los conceptos básicos del BIM, para que así mismo el equipo de obra en general de empresas constructoras adquieran un conocimiento accesible y fácil de entender, creando la necesidad de tener una mejora continua en los sistemas de gestión de calidad evaluados en una empresa y así mismo los profesionales estén capacitados correctamente, en segundo lugar se empleara la investigación aplicada al caso de estudio Oikos- Panoramik puesto que es un claro ejemplo de cómo se pueden resolver problemas reales efectuados durante el ciclo de obra adicionalmente es un proyecto que aún no se ha ejecutado constructivamente y se puede implementar estas guías dando un reporte de resultados favorables en cuanto a tiempos y gestión de la información.

### **Figura 1.**

*Fases propuesta metodológica*



Nota. Elaboración propia

Por lo consiguiente en la anterior imagen se realiza una infografía donde se describen los pasos a seguir de cada fase de la metodología de investigación conforme a que se va avanzando el proyecto se encuentran nuevas soluciones para que finalmente se pueda realizar un trabajo colaborativo

### **Técnicas e instrumentos de investigación**

El objeto del documento de investigación se basa en utilizar la técnica de exploración de campo, analizando directamente el caso de estudio para poder aterrizar las ideas y las principales problemáticas que se genera realmente

## **CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE**

Para la revisión de antecedentes se plantea inicialmente una búsqueda de literatura a través de las bases de datos y revistas especializadas sobre el tema como: Dialnet, Google Scholar, Scielo, Redalyc y acta académica, planteando como propósito la búsqueda de antecedentes internacionales y nacionales

Según (Flórez, García 2018, p.82) Las investigaciones muestran que las personas que trabajan en proyectos de construcción financiados con fondos públicos en Colombia tienen poco conocimiento de los métodos BIM. Esto se debe a que no se han cumplido los requisitos para la introducción de métodos de gestión avanzados como BIM y se han retrasado las solicitudes de presentación de proyectos a diversos organismos públicos. Por lo tanto, el contenido del proyecto

de norma proporciona orientación sobre lo que se debe exigir para presentar un proyecto que se financiará con fondos públicos.

En síntesis, BIM facilita la toma de decisiones, permitiendo prever posibles obstáculos y reducir los riesgos de la inversión sin afectar el costo final del proyecto. Se llevó a cabo un análisis de los resultados, desde la formulación de propuestas de criterios para la implementación de metodologías BIM en proyectos del sector público nacional hasta la ejecución de la fase de validación. Con base en esto, se ajustó el documento y se concluyó la propuesta estándar derivada de la investigación.

En la industria de la construcción, actualmente, surge una considerable controversia relacionada con la restricción de herramientas avanzadas de gestión. Es necesario coordinar y validar la información proveniente de distintas disciplinas, participando en diversas etapas del ciclo de vida del proyecto, especialmente en el contexto colombiano, donde se emplean recursos públicos para la edificación.

Según Trejo (2018) Existen prácticas que podrían ser modificadas o sustituidas de manera provechosa, como la creación de un modelo central en el que los cronogramas y presupuestos estén interrelacionados. Sin embargo, esto es solo un análisis teórico, ya que al implementar nuevas tecnologías y métodos como BIM, se encuentran habitualmente barreras de entrada y desafíos que a menudo dificultan que las empresas adopten estos cambios.

La finalidad de este título es reconocer los efectos y modificaciones derivados de la aplicación de metodologías BIM en el proceso de diseño y supervisión de proyectos de ingeniería y construcción, conforme a las pautas y prácticas sugeridas por PMI en relación con el alcance, el tiempo y el costo.

Debido a estos nuevos cambios tecnológicos, el objetivo de esta actividad investigadora es revelar cómo las empresas constructoras pueden adquirir de forma dinámica conocimientos sobre los conceptos fundamentales de la implementación del método BIM a través de la colaboración en procesos específicos de desarrollo de obra.

Esto se logró a partir de la experiencia, datos y estadísticas de obra, que identificaron varios problemas en la parte de coordinación del diseño y obra, así como la no aplicación de estándares de implementación durante el proceso, lo que generó sobrecostos y durante el desarrollo.

Resulta que esto provocó imprevistos que no fueron considerados. Además, es necesario realizar una comparación entre la ejecución de actividades mediante enfoques convencionales de proyectos (CAD) y sugerencias para mejorar la administración de la obra mediante metodologías BIM.

Según Castellanos (2019) Kanban resulta particularmente beneficioso en entornos laborales donde los productos y dispositivos dependen de las personas. Los principales desafíos surgen de entregas tardías, desequilibrio en la carga de trabajo, falta de enfoque central y multitareas distribuidas. La mayoría de las empresas ya han adoptado o están en proceso de implementar este sistema, mejorando así su capacidad para atender las necesidades de los clientes, adaptarse rápidamente a cambios imprevistos, aprovechar la capacidad de recursos y

equipos, y reducir el desperdicio. Esto, a su vez, conduce a la eliminación o reducción de los tiempos de espera, un aumento en la rentabilidad y el logro de todos los objetivos establecidos. El sistema Kanban constituye una componente crucial en la evolución del sistema Just in Time. Mediante este enfoque, es posible disminuir de manera considerable el inventario de trabajo en progreso en la cadena de suministro, ya que la producción se realiza exclusivamente en función de las necesidades existentes.

En este artículo, examinaremos la metodología Kanban junto con sus características principales. Su propósito fundamental es alcanzar un proceso productivo que sea organizado y eficiente. Originado por Toyota en Japón, se emplea para supervisar el avance del trabajo en la línea de producción. Esta metodología forma parte de la Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing), que se fundamenta en la aplicación de técnicas justo a tiempo (JIT).

Este análisis reconoce las variables adversas y beneficiosas relacionadas con la adopción de métodos BIM en la fase constructiva de un proyecto. Se puede deducir que mediante prácticas y estrategias de gestión apropiadas proporcionadas por BIM, es viable subsanar las deficiencias y desafíos derivados de la gestión de proyectos.

Al diseñar una metodología de investigación aplicada alineada con los conocimientos y destrezas obtenidos en la especialidad, podrá emplear las herramientas pertinentes para reconocer procesos y mejores prácticas de gestión a lo largo del ciclo de vida del proyecto, así como evaluar la repercusión de su implementación. Se centrará en los métodos BIM en el ámbito de la construcción, utilizando estudios de casos como base.

Según (Ríos, N. Viveros, D.E, 2018) Para obtener perspectivas de otras disciplinas, puede referirse al artículo conclusivo titulado "Revisión de la literatura sobre la integración de la

inteligencia artificial y BIM para el desarrollo de la competitividad en el sector de la construcción colombiano" (2018) de Cabo, perteneciente a la Universidad de Los Andes.

El propósito consiste en examinar la perspectiva futura de la industria de la construcción, centrándose en la aplicación y aprovechamiento de la inteligencia artificial en el modelado de información constructiva.

Esta tecnología no solo es adaptable a prácticamente todas las áreas de la construcción, sino que los beneficios que proporciona son tan significativos que podrían ser determinantes para la supervivencia o quiebra de una empresa.

Es sabido que la industria de la construcción está experimentando cambios acelerados, y el empleo de BIM está pasando de ser simplemente una ventaja a convertirse en una necesidad virtual para mantenerse competitivo en este sector

Además, si los conceptos BIM se pueden complementar con inteligencia artificial, los beneficios son inmensos, ya que no sólo reduce significativamente los riesgos laborales y financieros, sino que también reduce el impacto ambiental causado a la industria.

Estos podrían disminuir los plazos de construcción e incluso impulsar la economía del país, generando mejoras en la industria de la construcción de maneras que aún no hemos comprendido completamente.

Según este estudio, un análisis básico del número de artículos buscados por motor de búsqueda en navegadores web reveló que los artículos en el campo del diseño tenían el mayor número de artículos (7 y 2). Aunque esto es mínimamente relevante, sugiere que hay un mayor esfuerzo de integración entre la inteligencia artificial y BIM en estas dos áreas específicas.

## **CAPITULO III: MARCOS REFERENCIALES**

### **Marco histórico**

El BIM fueron conceptos teóricos que surgieron al mismo tiempo que los ordenadores.

En 1962, Douglas Engelbart (quien, entre otras cosas, inventó el ratón de la computadora) soñaba con un software basado en objetos paramétricos en los que los arquitectos ingresarían conjuntos de datos de construcción (como el espesor del piso).

Sus dimensiones, etc. (entre alturas, entre pisos) y finalmente apareció en pantalla el edificio

No fue el único. En 1974, Charles Eastman desarrolló un software conocido como BDS (Sistema de Descripción de Edificios).

El software incluye una biblioteca de elementos empleados en construcción, clasificados según parámetros como materiales y proveedores seleccionables, integrados en modelos y provistos de

una interfaz gráfica básica. A estos programas se sumaron otros a principios de los años 80, tales como GDS,EDCAAD, GLIDE, RUCAPS, Cedar, Réflex, y Sonata.

Resulta que la necesidad de clasificación y parametrización no es nueva. La idea de agrupar elementos por propiedades específicas para garantizar la coherencia entre proyectos nació hace mucho tiempo. Además, estos programas se basaban en el ingreso de datos antes de generar la geometría.

### **Los programas actuales**

La introducción de ArchiCAD para ordenadores personales (una evolución de Radar CH) en 1986 creó el primer programa BIM para informática de consumo y acuñó el término "edificio virtual". Su principal programador y fundador de Graphisoft, el físico húngaro Gábor Bojár, es el genio detrás de esta hazaña.

Hoy en día, ArchiCAD todavía existe y es uno de los programas BIM multiplataforma más importantes, ya que se ejecuta de forma nativa tanto en Windows como en Mac. AllPlan del grupo alemán Nemetschek destaca en el panorama BIM europeo.

El programa comenzó como software CAD en 1984, pero se convirtió a lo que ahora se conoce como BIM en 1997. Además, el grupo adquirió el software BIM Vectorworks en 2000, Graphisoft en 2007 y ArchiCAD.

## **Marco teórico**

### **Definición BIM**

Un enfoque colaborativo para desarrollar y administrar proyectos de construcción. Su propósito es consolidar toda la información del proyecto en un modelo de información digital generado por todos los participantes.

(Smart, 2021) Este proceso incluye varias pautas de implementación dentro del edificio, que incluyen. Características de los elementos estandarizados para la determinación de costos y cantidades de materiales

### **El TI en la construcción**

En el ámbito de la construcción, la sigla "TI" hace referencia a la tecnología de la información. La tecnología de la información (TI) en la industria de la construcción implica la utilización de sistemas informáticos, software especializado, hardware y tecnologías digitales con el objetivo de mejorar y optimizar los procesos de planificación, diseño, construcción, gestión y mantenimiento de proyectos.

La tecnología de la información (TI) en el ámbito de la construcción abarca una diversidad de herramientas y plataformas, entre las cuales se encuentran:

Software de Diseño Asistido por Computadora (CAD): Herramientas como AutoCAD, Revit y SketchUp.

Algunos permiten a los profesionales de la construcción crear modelos digitales tridimensionales (3D) de edificios y estructuras.

## **Constructibilidad**

En construcción, la constructibilidad se refiere a la capacidad de un proyecto para construirse de manera eficiente, económica y sin problemas indebidos durante la ejecución.

Es un concepto que se centra en diseñar para garantizar que los proyectos de construcción sean prácticos y factibles.

La constructibilidad es la evaluación y planificación de la forma más eficiente de construir una estructura o edificio antes de que comience la construcción.

## **Marco normativo**

### **Alineación con estándares internacionales**

Se basa en los requisitos mínimos para el intercambio de información BIM que han sido definidos en diferentes estándares a nivel internacional.

Además, proporciona datos detallados acerca de la aplicación de la información, así como de la utilización de la técnica BIM, entre otras.

Estas definiciones se basan en reglas internacionales que se establecen en cada tema.

**Figura 2.**

*Estándares normativos*

TIPO	NOMBRE	ESTÁNDAR	DESCRIPCIÓN
<b>BASE TEOLÓGICA</b>	IDM Information Delivery Manual	ISO 29481-1: 2016 ISO 29481-2: 2012	Describe procesos
	IFC Industry Foundation Classes	ISO 16739-1: 2018	Transporta información / datos
	BCF BIM Collaboration Format	BuildingSMART BCF	Habilita la colaboración
	IFD International Framework for	ISO 12006-3: 2007 BuildingSMART Data Dictionary	Define terminos
	MVD Model View Definition	BuildingSMART MVD	Traduce procesos en requisitos técnicos
	COBie Construction Operations Building information exchange	BS 1192-4: 2014	Transporta información / datos para operacion

Nota: Elaboración propia

- La Resolución 1449 de 2018 del Departamento de Vivienda, Asuntos Urbanos y Territorios requiere la aplicación de BIM en proyectos de infraestructura pública. Además, hay políticas gubernamentales que promueven la incorporación de esta tecnología en el sector privado.
- ISO 16739: 2013 "La Clase de Infraestructura Industrial (IFC) destinada al intercambio de datos en el ámbito de la construcción y la gestión de instalaciones es un estándar diseñado para facilitar el intercambio y la colaboración de datos BIM entre diversas

aplicaciones de software empleadas por participantes diversos en un proyecto de construcción o gestión de instalaciones. Es un estándar creado con el propósito de ser utilizado.

En la realidad, la norma establece: un modelo conceptual de datos y un formato de archivo de intercambio para los datos que entran en juego en el proceso BIM.

Building SMART BCF: Los modelos de información se pueden utilizar para detectar incidencias (errores, problemas, indefinidos, defectos, etc. Una vez identificados estos incidentes, se deben informar y abordar adecuadamente.

Hoy en día, los incidentes generalmente se ven a través de anotaciones en el plan, ya sea manualmente o en formato PDF, y se notifican por correo electrónico, mensaje o llamada telefónica. Este método no es óptimo para la gestión de incidentes.

## **CAPITULO IV: IDENTIFICAR LOS CONCEPTOS BASICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM BAJO LA NORMATIVIDAD VIGENTE**

### **Usos BIM**

Para llevar a cabo la implementación efectiva de la metodología BIM, se utiliza como referencia el BIM Forum Colombia. Este establece usos específicos para las etapas de planificación, diseño, construcción y operación a lo largo del ciclo de vida de diversos proyectos. En el caso de estudio, nos enfocaremos en la fase de construcción. El objetivo es comprender claramente los propósitos de cada desarrollo del modelo y cómo se aplican durante la ejecución. A continuación, se proporcionará una breve explicación de los usos principales.

**Coordinación 3D:** Utilizar los modelos para identificar las interferencias entre las diferentes especialidades evitando así cruces de redes en la estructura, este proceso es importante

**Planificación Layout:** Es esencial asegurar, a través de los modelos, la planificación en tiempo real de la programación, ubicación y horarios de los equipos de construcción para cada actividad. Esto implica crear un diagrama de Gantt, por ejemplo, que se integre directamente en el modelo 3D, permitiendo a los diversos participantes identificar, analizar y tomar decisiones oportunas en los procesos de construcción.

**Planificación del Sistema de Construcción:** Utilizar los modelos para abordar los diseños de los elementos y la estructura durante la fase de construcción, con el propósito de actualizar las especificaciones técnicas de cada elemento. Esta determinación se realiza conforme a las normativas actuales.

**Fabricación digital:** Emplear los modelos para integrar los costos de fabricación de diversos materiales en una estimación que se ajuste a las variaciones del IPC (Índice de Precios al Consumidor), movimientos en la bolsa de valores y fluctuaciones de precios en el mercado de la industria de la construcción, con el objetivo de obtener datos precisos.

**3D Control y verificación:** Ubicar y gestionar en tiempo real, las actividades del personal en cuanto a la administración, imprevistos y utilizar para establecer flujos de trabajo.

**Planos record:** Representar desde el modelo los cambios y modificaciones que se evidencian en el proceso de ejecución para la entrega de modelos As-built para la consulta en la fase de operación y mantenimiento

**Figura 3.**

Nota. Usos primarios BIM, Usos secundarios BIM. Tomado de "BIM Forum Colombia". Camacol 2017. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>

## Roles y perfiles

Es necesario para el proceso de implementación BIM articular nuevos roles en las compañías, para que puedan funcionar y entender hacia donde se quiere llegar, no es lo mismo el equipo que se tiene de CAD, ya que se requiere un personal que cuente con capacidades específicas para su ejecución en tanto se debe garantizar un acompañamiento a la transformación metodológica BIM y contar con líderes de cada especialidad para cada etapa del proyecto.

Es relevante definir que no se trata de cargos en las empresas si no de funciones, una persona puede llegar a cumplir mas de un rol si obtiene la capacidad de desarrollar la actividad, dentro los principales roles involucrados se encuentran los siguientes:

- Director
- Gestor de proyectos
- Revisor
- Planificador
- Coordinador
- Constructor
- Especialista técnico
- Modelador

#### **Equipos BIM:**

- **Equipo de dirección:** Son los encargados de liderar, quienes son los responsables, que software se necesitan, que tiempos en programación de actividades son los más eficaces para llevar a cabo el cierre del proyecto, cuáles son las necesidades del cliente para poder cumplir con los objetivos, en este equipo es importante la integración del gestor de planificación.
- **Equipo de diseño:** En este equipo de trabajado se reflejan varios roles para que los modelos de diseño cumplan con los estándares adecuados tales como: personal adecuado para obtener un dialogo colaborativo con las diferentes disciplinas, lideres técnicos que aporten especificaciones reales del proyecto, Modeladores con conocimiento suficiente de BIM, consultores e investigadores para renovar la actualización de las diferentes plataformas

- **Equipo de capacitación:** Usualmente este equipo se compone por asesores de las plataformas de autodesk que ayudan a capacitar al personal de manera adecuada
- **Equipo de producción:** Son los encargados de vincular los tiempos y costos reales de lo que en el modelo este representando correctamente
- **Equipo de construcción:** Se encuentran relacionados los contratistas y subcontratistas que deben entender los modelos y las ventajas de visualizar las simulaciones para chequear los avances e incorporar los datos necesarios que se ejecuten en obra
- **Equipo de operación y mantenimiento:** Se deben asociar con los software de entrega al cliente, detectan y comprueban las actualización que se tengan que hacer de los elementos en los manuales de garantías
- **Equipo de cliente:** Es el patrocinador que opta por iniciar y respaldar financieramente el proyecto mediante la metodología BIM. Debe proporcionar asesoramiento y explicar tanto las ventajas como desventajas de la implementación, dado que se trata de un proceso novedoso que implica costos. También debe explorar cómo llevar a cabo la obra de manera productiva.

Según el estándar Plan BIM en Chile se deben garantizar al momento la implementación

5 roles principales que deben contener las siguientes capacidades técnicas:

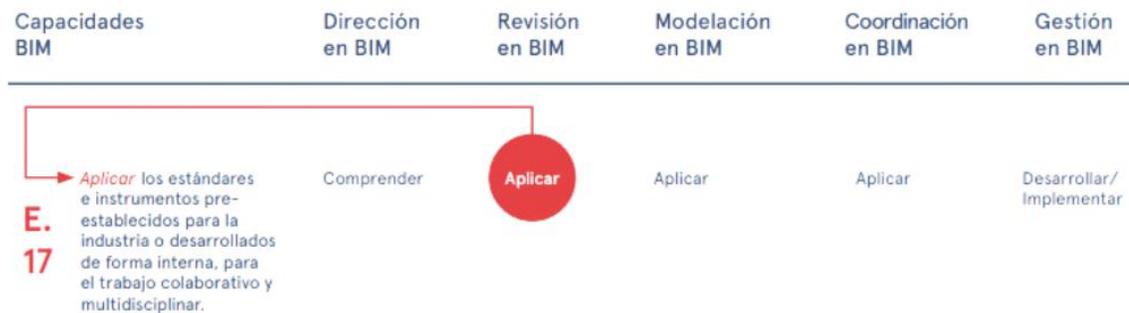
- **Director BIM:** Se requiere que la persona tenga habilidades en la dirección estratégica de la toma de decisiones en la gestión organizativa, con el propósito de proporcionar respaldo en la toma de decisiones de la organización, supervisando

de manera efectiva las condiciones necesarias para la implementación exitosa de BIM.

- **Revisor en BIM:** Conocimiento técnico y normativo en función de cada tipo de proyecto o especialidad que se especifique para revisión, brinda asistencia a la validación y control en la ejecución de los procesos a través de bases de datos de información obtenida en el proyecto.
- **Modelador en BIM:** Disponibilidad de conocimientos y aptitudes técnicas y normativas en el momento de llevar a cabo la modelación y la incorporación de la información necesaria de los proyectos en diversos softwares de diseño.
- **Coordinador en BIM:** Experiencia en la ejecución de proyectos a lo largo de las fases de diseño y construcción, lo cual posibilite la identificación de posibles interferencias entre disciplinas y la gestión eficiente del flujo de información en un entorno de datos compartido.
- **Gestor en BIM:** Individuo encargado de llevar a cabo los procesos operativos del proyecto mediante el modelo BIM, realizando actualizaciones ante cambios y modificaciones durante la ejecución de la obra.

**Figura 4.**

*Definición capacidad BIM*



Nota. Ejemplo de definición de capacidad BIM según Rol. Tomado de ‘Estandar Plan BIM en Chile’ 2020. <https://planbim.cl/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>

En la imagen se muestran los perfiles que se ajustan a diversas acciones y gestiones dentro de una organización, lo cual se realiza de acuerdo con el crecimiento de la organización y las etapas en las que participa, tales como la diseño, la licitación, la construcción y la entrega al cliente con La finalidad de esta delineación de funciones es aplicarla al plan de ejecución BIM con el fin de establecer los objetivos y alcances del proyecto.

**Tipo de información**

De acuerdo con la normativa BIM, este estándar emplea los términos y "niveles de información BIM" (NDI) y "tipos de información" (TDI) para explicar el conjunto de datos que debe incorporarse en las entidades del modelo y el grado de detalle de esta información. Los detalles específicos de estos conceptos se presentan en las secciones siguientes.

- **TDI\_A Características general del Proyecto:** Datos fundamentales de identificación del proyecto, que abarcan aspectos como el tipo de edificio o

infraestructura, el nombre del proyecto, la dirección, los requisitos espaciales y los requisitos programáticos, entre otros.

- **TDI\_B Características físicas y geométricas:** Datos acerca de las características y propiedades físicas de las entidades, como dimensiones, longitudes, alturas, área, volumen, masa, entre otros.
- **TDI\_C Características geográficas y localización especial:** Datos acerca de las características de la ubicación espacial y geográfica de la entidad (latitud y longitud en la georreferenciación del proyecto, número y nombre del piso, número y nombre del salón o área, y cualquier otra información relevante para la ubicación de la entidad).
- **TDI\_D Especificaciones particulares de información particular para el fabricante y/o constructor:** Datos específicos relacionados con la fabricación y/o construcción, como el tipo de elemento (pared, columna, puerta, etc.), su descripción, nombres de los componentes, identificación del producto, entre otros.
- **TDI\_E Características técnicas:** Datos acerca de las especificaciones técnicas de la empresa, como el peso para el transporte, niveles de ruido, etc. Este tipo de información suele aplicarse a todos los productos manufacturados industrialmente, como equipos de sistemas de ventilación, muebles, entre otros.
- **TDI\_F Especificaciones y estimación de costos:** Datos fundamentales para calcular el costo completo de un activo, que incluyen el precio unitario base, el costo base de ensamblaje y el costo de transporte.

- **TDI\_G Especificaciones energéticos:** Datos acerca de las propiedades energéticas de la unidad, como requisitos de humedad, valor U, consumo de servicio, entre otros.
- **TDI\_H Modelo Sostenible:** Datos sobre condiciones relacionadas con la sostenibilidad, modelos de calidad de iluminación, características de materiales sostenibles y contenido para reciclar, y otros aspectos.
- **TDI\_I Condiciones del lugar y medioambientales:** Se trata de datos sobre las características generales del sitio y su entorno, como las condiciones sísmicas, el uso del terreno, las características del suelo y los niveles de riesgo para las personas, entre otros aspectos.
- **TDI\_J Validación de cumplimiento del cronograma:** Información esencial para llevar a cabo la validación del cumplimiento del programa funcional del proyecto, abarcando áreas planificadas, requisitos de áreas con vidrio, volumetría espacial y servicios necesarios, entre otros aspectos.
- **TDI\_K Cumplimiento de normas:** Datos que posibilitan la verificación del cumplimiento de normativas y requisitos de seguridad para los usuarios del proyecto. Incluye información como requisitos de seguridad contra incendios, criterios de ventilación, dimensiones de acceso, propósito y capacidad de pasajeros, consideraciones de seguridad vial y diseño geométrico de la carretera.
- **TDI\_L Requerimientos de fases, secuencia temporal y programación:** Datos que posibilitan la consideración de las fases, el calendario y la planificación de

áreas o secciones de un proyecto, incluyendo aspectos como las etapas de planificación, las secuencias de hitos del proyecto, las secuencias de construcción, entre otros.

- **TDI\_M Logística y secuencia de obra:** Datos cruciales para verificar la logística y el orden de la construcción, incluyendo la identificación del material, la identificación de la instalación y los números de serie de los componentes instalados.
- **TDI\_N Entrega en la operación:** Datos esenciales para respaldar las operaciones relacionadas con la entrega del proyecto, incluyendo información como el nombre de la empresa, detalles de contacto, nombre de la disciplina y área de trabajo de la empresa involucrada en el proyecto.
- **TDI\_O Gestión de activos:** Datos relacionados con la administración de activos, tales como la categoría del producto, repuestos, fechas de inicio y finalización de la garantía, entre otros.

### **Niveles de información**

- **NDI-1: Datos iniciales generales:** En este nivel, se proporciona información preliminar sobre el área, altura, volumen, posición y orientación de elementos comunes.
- **NDI-2: Datos fundamentales aproximados:** Información esencial acerca del tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación de sistemas, elementos comunes y sus conjuntos.

- **NDI-3: Detalles informativos:** Información minuciosa acerca del tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación que sea pertinente para el ensamblaje de los elementos.
- **NDI-4: Información minuciosa y coordinada:** Detalles coordinados sobre el tamaño, forma, ubicación, cantidad, orientación e interacción entre los sistemas de construcción y sus elementos de ensamblaje específicos.
- **NDI-5: Detalles sobre la producción y ensamblaje:** Información minuciosa acerca de la fabricación y ensamblaje, abarcando aspectos como el tamaño, ubicación, cantidad, orientación e interacciones entre los elementos.
- **NDI-6: Detalles sobre la construcción y puesta en marcha:** Información detallada acerca del tamaño, forma, ubicación, cantidad, orientación y del proceso de puesta en marcha de los elementos construidos.

### **Plan de ejecución BIM (PEB)**

Para poder iniciar la implementación BIM en una empresa constructora, se requiere un aspecto muy importante mediante un documento técnico que contiene la información necesaria de los objetivos y alcances de las capacidades de los profesionales. Deberá incluir aspectos técnicos sobre la descripción general del proyecto, las planificaciones, el diseño y la estructura de la forma de intercambio de información y cómo se ejecutara.

**Figura 5.**

*Características del proyecto*

INFORMACION DEL PROYECTO	
Esta sección define la información técnica general del proyecto.	
<b>Detalles del Proyecto</b>	
Propietario del proyecto:	Grupo Empresarial OIKOS
Nombre del proyecto:	Panoramik
Etapas del proyecto:	Etapas 1
Ubicación del proyecto:	Carrera 6 # 71 -48 Tunja
Descripción del proyecto:	Proyecto de vivienda de interés social (el proyecto está compuesto por 11 torres y 1308 unidades de vivienda)
Duración del proyecto:	2023-2025
Sistema de vinculación de modelos:	BIM 360
Sistema Métrico:	Decimal
Ambiente Común de Datos de proyecto (CDE):	BIM 360

Nota. Elaboración propia

Este diagrama proporciona un ejemplo de cómo caracterizar y explicar características clave como: El nombre, la fase, la ubicación, la duración a la que pertenece el proyecto, los diversos sistemas o entornos de vinculación del modelo, los datos comunes que se utilizarán y las medidas en los sistemas nacionales e internacionales para informar a todo el personal del proyecto y garantizar el éxito.

Para estructurar la información del proyecto se requiere establecer el área de especialización de cada participante, como arquitectura, estructuras, redes o áreas de investigación técnica, que

varían según el proyecto. En este caso de estudio también se requiere un ingeniero civil ya que el terreno presenta diferentes niveles de terreno.

**Figura 6.**

*Roles y perfiles*

DISCIPLINA	EMPRESA	RESPONSABLE	ROL BIM Y NO BIM	CODIGO	TODOS LOS ASPECTOS	EMAIL	TELEFONO
ESTRUCTURACION	Grupo Empresarial Oikos	Jaime Edgar Rodriguez	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	JER	X	<a href="mailto:gerenciaestructuracion@oikos.com.co">gerenciaestructuracion@oikos.com.co</a>	300 658 1836
ESTRUCTURACION	Grupo Empresarial Oikos	Claudia Lorena Paredes	DIRECTOR DEL EQUIPO DE TRABAJO	CLP	X	<a href="mailto:direccionproyectos@oikos.com.co">direccionproyectos@oikos.com.co</a>	314 426 7834
ESTRUCTURACION	Grupo Empresarial Oikos	Maria Paula Bedoya	COORDINADOR BIM	MPB	X	<a href="mailto:coordinadorproyectos2@oikos.com.co">coordinadorproyectos2@oikos.com.co</a>	314 426 7834
OBRA	Grupo Empresarial Oikos	Javier Alfonso Erazo	DIRECTOR DE OBRA RESIDENTE TECNICO BIM	JAE	X	<a href="mailto:directormonteverde@oikos.com.co">directormonteverde@oikos.com.co</a>	321410 0222
OBRA	Grupo Empresarial Oikos	Sergio Andres Gomez	RESIDENTE BIM	SEG		<a href="mailto:residente1monteverde@oikos.com.co">residente1monteverde@oikos.com.co</a>	315 253 3742
OBRA	Grupo Empresarial Oikos	Gabriel Jose Peña	RESIDENTE BIM	GJP		<a href="mailto:asistentetecnicomonteverde@oikos.com.co">asistentetecnicomonteverde@oikos.com.co</a>	315 353 6484
PRESUPUESTO	Grupo Empresarial Oikos	William Ricardo Vento	ANALISTA BIM	WRV		<a href="mailto:planeacionbim@oikos.com.co">planeacionbim@oikos.com.co</a>	320 292 0235
ARQUITECTURA	Ospina Garcia	Daniel Ospina Garcia	DIRECTOR DEL EQUIPO DE TRABAJO	DOG	X	<a href="mailto:daniel.ospina@ospinagarquitectos.com">daniel.ospina@ospinagarquitectos.com</a>	310 854 9519
ARQUITECTURA	Ospina Garcia	Nicolas Ospina Lopez	COORDINADOR BIM	NOP		<a href="mailto:arquitecto2@ospinagarquitectos.com">arquitecto2@ospinagarquitectos.com</a>	300 659 3193
ESTRUCTURA	Pro Ingenieria	Juan Jacobo Pinilla	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	JJP	X	<a href="mailto:juaniacobo@proingenieros.com.co">juaniacobo@proingenieros.com.co</a>	320 230 4803
ESTRUCTURA	Pro Ingenieria	Andres Torres Guzman	COORDINADOR BIM	ATG		<a href="mailto:proyectos2@proingenieros.com.co">proyectos2@proingenieros.com.co</a>	322 854 6136
REVISION ESTRUCTURAL	RAESTRUCTURALES	Roque Armenta Polo	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	RAP	X	<a href="mailto:consultoria@raestructurales.com.co">consultoria@raestructurales.com.co</a>	300 516 0246
ESTUDIO DE SUELOS	Alfonso Uribe S. y Cía. S.A.	Alfonso Uribe Sardiña	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	AUS	X	<a href="mailto:auribe@alfonsouribesuelos.com">auribe@alfonsouribesuelos.com</a>	318 387 6075
TOPOGRAFIA	Buitrago Topografos SAS	Alfonso Buitrago Gomez	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	ABG	X	<a href="mailto:arielbuitrago@hotmail.com">arielbuitrago@hotmail.com</a>	311510 3187
GEOMETRICO	LEMOS WILCHES EDGAR	Edgar Enrique Wilches	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	EEW	X	<a href="mailto:edgarlemos@yahoo.com">edgarlemos@yahoo.com</a>	310 866 3150
MOVIMIENTO DE TIERRAS			DIRECTOR DEL EQUIPO DE TRABAJO				
SEGURIDAD HUMANA	CIAN SEGURIDAD SAS	Andres Mauricio Rodriguez Fuentes	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	AMR	X	<a href="mailto:coordinadorproyectos2@oikos.com.co">coordinadorproyectos2@oikos.com.co</a>	313 252 2661
SEGURIDAD HUMANA	CIAN SEGURIDAD SAS	Andres Mauricio Rodriguez Fuentes	COORDINADOR BIM	MFT	X	<a href="mailto:mafuhe3@gmail.com">mafuhe3@gmail.com</a>	315 892 1745
HIDROSANITARIA - GAS-INCENDIO	HIDROSABOGAL	Julian Sabogal Garzon	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	JSG	X	<a href="mailto:hidrosabogaling@hotmail.com">hidrosabogaling@hotmail.com</a>	320 876 4150
HIDROSANITARIA - GAS-INCENDIO	HIDROSABOGAL	Andres Zuñiga Peña	COORDINADOR BIM	AZP		<a href="mailto:andresz294@gmail.com">andresz294@gmail.com</a>	305 7057832
REVISION HIDRAULICO			DIRECTOR DEL EQUIPO DE TRABAJO				
ELECTRICO	AYM CONSULTORIA Y DISEÑO ELECTRICO	Andrea Moreno Rivera	GERENTE DEL EQUIPO DE TRABAJO	AMR	X	<a href="mailto:aymconsultoria.admon@gmail.com">aymconsultoria.admon@gmail.com</a>	318 6514736
REVISION ELECTRICO			DIRECTOR DEL EQUIPO DE TRABAJO				
PAISAJISMO			DIRECTOR DEL EQUIPO DE TRABAJO				

Nota. Elaboración propia

Del mismo modo, cada experto debe ser informado por su empresa, su superior inmediato y el BIM del que es directamente responsable, de modo que todos estén plenamente informados cuando surjan dudas y se optimice la comunicación entre los expertos. Y la información de contacto.

### **Nivel de desarrollo (LOD)**

El documento AIA (American Institute of Architects) G202-2013, titulado "Architectural Information Modeling Protocol Levels of Development" o LOD (Level of Development), es un enfoque diseñado para especificar los requisitos mínimos y usos particulares relacionados con cada elemento dentro de los seis niveles de un modelo.

**LOD 100:** Los elementos arquitectónicos modelados pueden ser exhibidos visualmente en el modelo mediante el uso de símbolos u otras representaciones convencionales. La información sobre los elementos de construcción modelados puede extraerse de otros elementos presentes en el modelo.

**LOD 200:** Los elementos concebidos se representan visualmente como un conjunto que incluye elementos con dimensiones, formas, posiciones y orientaciones aproximadas. La información no gráfica suele estar vinculada a los elementos modelados. Las representaciones geométricas se fundamentan en la magnitud o espacio asignado a los elementos estructurales que están representando.

**LOD 350:** Los elementos modelados se presentan visualmente como objetos o sistemas específicos, describiendo detalles como cantidad, tamaño, forma, posición y orientación. Las dimensiones, formas, posiciones y orientaciones planificadas se pueden extraer directamente de estos elementos, prescindiendo de información no gráfica.

**LOD 400:** En el modelo se exhiben los objetos o sistemas empleados en la creación, ensamblaje e instalación, ofreciendo detalles exhaustivos sobre su fabricación, ensamblaje e instalación en términos de dimensiones, forma, ubicación y cantidad. Además, es posible obtener información

no gráfica de los elementos modelados. Estas representaciones se crean con precisión para facilitar su fabricación e instalación.

**LOD 500:** Los elementos modelados son representaciones precisas de las estructuras implementadas en el sitio, reflejando aspectos como su tamaño, forma, ubicación y orientación en el proyecto. Estas piezas incorporan información no gráfica y establecen conexiones con otros elementos.

Estas representaciones se generan después de construir el proyecto y son apropiadas para mantener y manipular los elementos que se encuentran dentro de las propiedades

**CAPITULO V: DESARROLLAR UN SEGUIMIENTO AL CASO DE ESTUDIO QUE PERMITA IDENTIFICAR LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL PROYECTO**

**Descripción general**

OIKOS PANORAMIK se encuentra en el sector norte de la ciudad de Tunja, Boyacá, entre la Avenida Norte y la Calle 74. Su cercanía con vías principales le permite tener una conectividad al centro de la ciudad de Tunja, adicionalmente se tiene conectividad directa hacia el sur con Bogotá y hacia el norte con Paipa y otros municipios.

**Figura 7.**

*Localización proyecto*



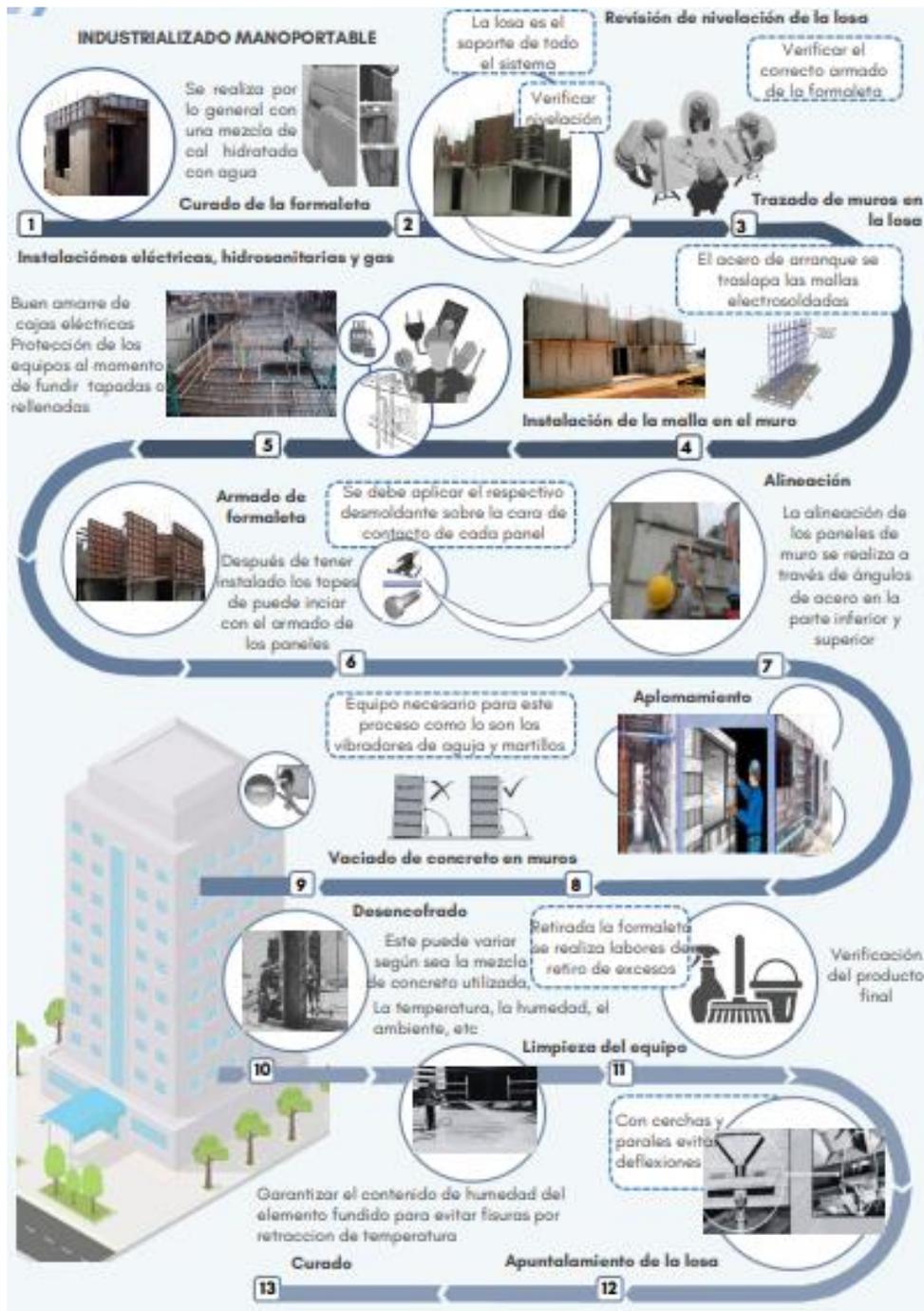
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> Panoramik	<b>EDIFICACIONES:</b> 11 Unidades
<b>ÁREA BRUTA:</b> 70.000.00 m <sup>2</sup>	<b>TIPOLOGIAS:</b>
<b>CESIONES:</b> 16.952.00 m <sup>2</sup>	<b>TIPO A:</b> 54.50 m <sup>2</sup>
<b>AFECTACIONES:</b> 15.404.00 m <sup>2</sup>	<b>TIPO B:</b> 46.84 m <sup>2</sup>
<b>ÁREA ÚTIL:</b> 28.500.00 m <sup>2</sup>	<b>TIPO C:</b> 27.56 m <sup>2</sup>
<b>ÁREA VIP:</b> 7.546.00 m <sup>2</sup>	

ETAPAS	TORRES	UNIDADES DE APTOS
1	1	132
2	2	132
3	3	132
4	4	132
5	5	132
6	6	96
7	7	132
8	8	132
9	9	96
10	10	96
11	11	96
<b>TOTAL:</b>		<b>1308</b>

Nota. Elaboración propia

Figura 8.

Sistema constructivo



Nota.Elaboración propia

**Curado de la formaleta:** La ejecución de esta tarea se lleva a cabo una sola vez durante el transcurso del molde, a excepción de que la limpieza de las superficies de contacto se lleve a cabo mediante elementos mecánicos, tales como una amoladora o un rallador de cerdas de acero.

**Revisión de nivelación de la losa:** Este elemento representa el elemento protector de todo el sistema de encofrado. En caso de que se encuentre una disminución de nivel inferior a 1 cm, se puede iniciar el montaje y rellenar la disminución mediante pequeños trozos de madera.

Se recomienda nivelar las losas con mortero de cemento, que rellenará dichas diferencias.

**Trazado de muros en la losa:** Los muros que se adhieren al concreto en la losa se colocan con un espacio mínimo de 20 cm entre cada línea para garantizar la correcta instalación del encofrado. Es esencial examinar este procedimiento con meticulosidad para asegurar que todas las dimensiones cumplan con las especificaciones indicadas en los planos estructurales.

**La instalación de la malla de muro:** El acero principal se sujeta a la rejilla soldada eléctricamente con el propósito de fortalecer la pared, con el propósito de reforzar la pared se debe instalar barras de refuerzo en función de la necesidad.

**Instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y de gas:** Es importante asegurar de forma segura la caja eléctrica, ya que puede moverse y desalinearse durante el proceso de inyección.

Se recomienda llenar o tapar la caja para evitar que el hormigón entre al lugar de vertido

**Instalación U de tope:** Se recomienda acoplar accesorios a la base para estabilizar el sistema y que el molde no se mueva de su posición original durante el montaje o vaciado.

**Armado de formaleta:** Una vez que se instalaron los topes adecuadamente, se pueden comenzar a construir los paneles de encofrado, las superficies de contacto de cada placa deben estar protegidas por un agente de desmoldamiento constante.

Antes de la revestimenta total de la pared, se deberá efectuar instalaciones de placas de rejilla o espaciadores electrosoldados con el fin de asegurar la adecuada colocación del refuerzo en el element

**Alineación:** Los paneles de la pared se ajustan mediante ángulos de acero ubicados en la parte inferior y superior. Los tensores, que son dispositivos especializados diseñados específicamente para el encofrado, se utilizan en este proceso. La alineación debe realizarse en el exterior, es decir, en la parte más extensa de la pared.

**Aplomamiento:** La placa en la que se fija el encofrado debe ser suficientemente firme.

Este es el caso en que la pared se encuentra en un ángulo de 90 grados en relación al piso, ya que la pared se encuentra en una inclinación vertical. En caso contrario, sería imprescindible nivelar las paredes del sistema a través de diversos elementos y rieles niveladores.

**Vaciado de concreto de muros:** Todos los paneles de pared están debidamente autorizados para presiones de hormigón de hasta 60 kN durante el vertido y se asegura una deformación máxima del panel de 3 mm.

**Desencofrado:** Es necesario establecer el momento preciso para la expansión del sistema.

Esto se puede explicar mediante la combinación de hormigón utilizado, la temperatura ambiente, la humedad, etc. Esta resistencia debe ser especificada por el ingeniero estructural.

**Limpieza del equipo y aseo:** Una vez retirado el molde, se procede a llevar a cabo una tarea de limpieza con el fin de eliminar el exceso de material y verificar si el producto final puede ser transferido a la fundición siguiente.

**Armado y nivelación de la losa:** Una vez efectuados los arreglos de los paneles de losa en sus respectivos soportes, se requiere la aplicación de hilo de nailon previo a la instalación de las barras de refuerzo. Aunque esto es frecuente, en algunos casos se emplean equipos de medición topográfica para esta tarea.

**Apuntalamiento de losa:** Una vez que se haya retirado el molde, es esencial sujetar el panel luminoso con cerchas y pernos con el fin de evitar que se hunda. Esta construcción requiere tres pisos situados debajo del bastidor.

**Curado:** Es importante asegurarse de que la pieza fundida no se contraiga por la temperatura y asegurarse de que el hormigón esté resistente a las grietas.

### **Programación de obra**

La planificación de la construcción implica organizar y coordinar las actividades necesarias para realizar un proyecto de construcción. La gestión de proyectos desempeña un papel esencial en la administración de proyectos en el ámbito de la construcción y la ingeniería.

El desarrollo de actividades de planificación implica la identificación y organización de las múltiples tareas y actividades que deben ser llevadas a cabo como parte del proyecto. Esto comprende todo, desde la elaboración del lugar hasta la finalización de los trabajos de construcción.

La estimación de la duración de cada tarea se basa en diversos elementos, como información sobre los recursos disponibles, las condiciones del sitio, el clima y los requisitos del proyecto. Se definen relaciones de dependencia entre diversas actividades para establecer el

orden de ejecución, y puede surgir la necesidad de completar algunas tareas antes de iniciar otras.

## **CAPITULO VI: CARACTERIZAR UN PROCESO TRADICIONAL DE INTERCAMBIO DE INFORMACION ENTRE DISEÑO Y OBRA ARTICULANDO FLUJOS DE TRABAJO**

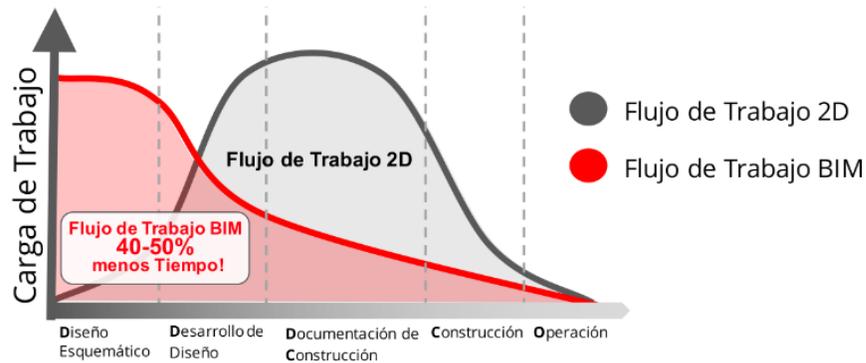
### **Definición procesos tradicionales vs procesos colaborativos**

El método tradicional se ha usado desde los inicios de la construcción para profesionales como arquitectos e ingenieros, desarrollaban sus ideas por medio hoja de papel, gracias a la revolución tecnológica a mediados del siglo XX, se empieza a crear programas de diseño como CAD, el cual se volvió una herramienta fundamental para dar formalismo al momento de entregar a obra, pero así mismo se presentaron varios inconvenientes de transferencia de especialidades ya que cada contenido que se manejaba era totalmente independiente y al proceso de desarrollo de obra si había alguna modificación se tendría que revisar en cada documento y hacer los cambios correspondientes esto conllevaba a tener sobrecostos en las fases tempranas del proyecto

Adicionalmente en las fases de prevención y mantenimiento no se tenía previsto con alguna parametrización las especificaciones del proyecto necesarias para hacer entrega al futuro propietario con ello la metodología colaborativa hizo un gran enfoque al sector de la construcción ya que se empezaron a crear modelos tridimensional en el cual almacenaban cualquier tipo de información y base de datos, para que cualquier integrante pudiera hacer investigaciones e intervenciones en el momento de ejecución en obra

**Figura 9.**

*Flujo de trabajo en las fases de proyecto CAD vs BIM*



Nota. Diagrama desarrollo flujo de trabajo. Tomado de "BIM y CAD representan dos aproximaciones diferentes al diseño arquitectónico y su documentación". Portal construcción. 2017. <https://portal.ondac.com/601/w3-article-115828.html>

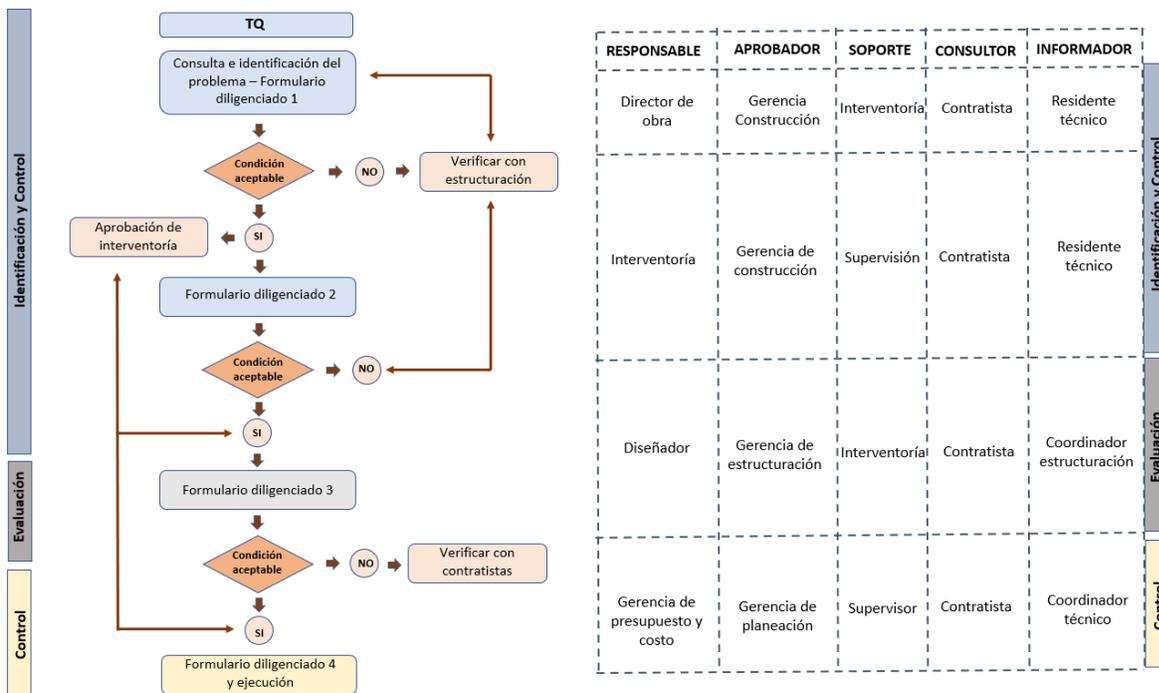
En la gráfica se puede evidenciar como a través del trabajo colaborativo se reduce la carga de trabajo en las fases de construcción y operación y así mismo los costos, se identifican de manera oportuna las inconsistencias en los diseños y no genera un flujo de trabajo en las fases anteriormente mencionadas permitiendo un buen manejo de documentación y administración en la ejecución

**Flujo de trabajo para preguntas técnicas TQ en obra**

Sobre la metodología tradicional para el desarrollo de preguntas técnicas actualmente en la compañía se realiza mediante 3 pasos importantes: Identificación y control de determinado problema, en este punto la consulta surge mediante el director de obra el cual escala la aprobación a la Gerencia de construcción luego interviene la fase de evaluación del problema, si en el caso de no haberse resuelto por medio de contratistas en obra y consultores técnicos, tendrá que pasar por la gerencia de estructuración la cual es la encargada de llevar las pregunta técnicas a especialistas y diseñadores del proyecto, esto con el fin de que se realice el control y ejecución de la solución final que conlleva la gerencia de planificación

**Figura 10.**

*Diagrama RACSI flujo de trabajo TQ*



Nota. Elaboración propia

De lo antes mencionado se desprende que el proceso de preguntas técnicas surgidas en obra para el proceso tradicional se lleva a cabo de manera poco didáctica, ya que se evidencia desorganización y poca respuesta inmediata que se requiere al momento de ejecutar, adicionalmente las preguntas deben contener especificaciones técnicas: dinámicas, fluidas y poder de adaptación según la circunstancia, las herramientas a utilizar no contienen trascendencia ni guarda un historial ya que la mayoría se realizan por correo electrónico, los roles no están totalmente definidos ni contienen responsabilidades en tiempos.

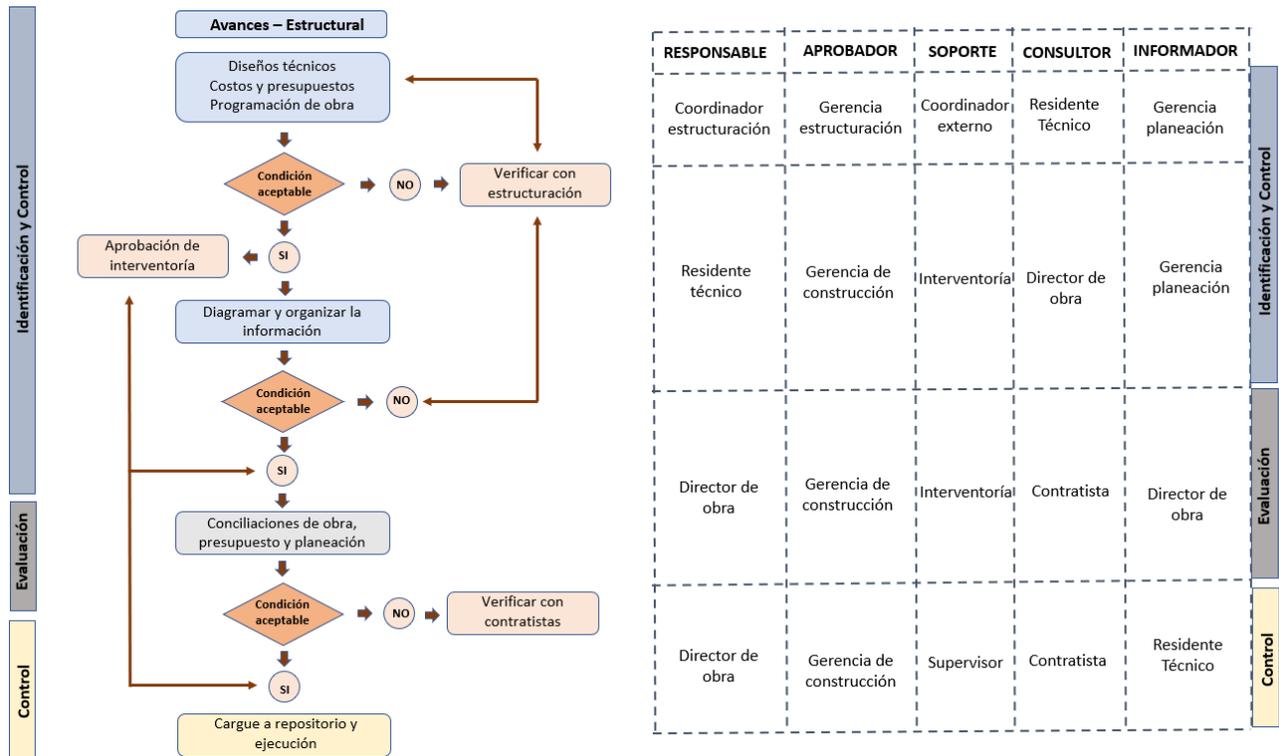
### **Flujo de trabajo para avances en el proceso de estructura**

A medida que evoluciona la programación y ejecución en obra se desarrolla el proceso constructivo de la estructura para la edificación, con ello también se identificaron los procesos que actualmente se llevan a cabo mediante la metodología tradicional. Primero se identifican los diseños técnicos, costos, presupuesto y programación entregada inicialmente por el equipo de estructuración y planeación a la dirección de obra, se debe evaluar por parte del equipo de obra la información entregada y validar si el contenido de la misma es lo suficientemente necesaria para la ejecución de dichas actividades, si el proceso no cumple con las especificaciones técnicas se tendrá que reevaluar la entrega en la fase de planeación.

En segunda instancia el equipo de obra deberá diagramar y organizar la información en tiempos reales y a su vez consultarlas con la intervención y los diferentes contratistas que harán parte de la ejecución, del mismo modo debe ser evaluada mediante conciliaciones de los posibles cambios o modificaciones en cuanto a costos y presupuestos con la dirección encargada, para así llevar a cabo un control en el cargue a repositorio.

**Figura 11.**

*Diagrama RACSI flujo de trabajo avance proceso estructural*



Nota. Elaboración propia

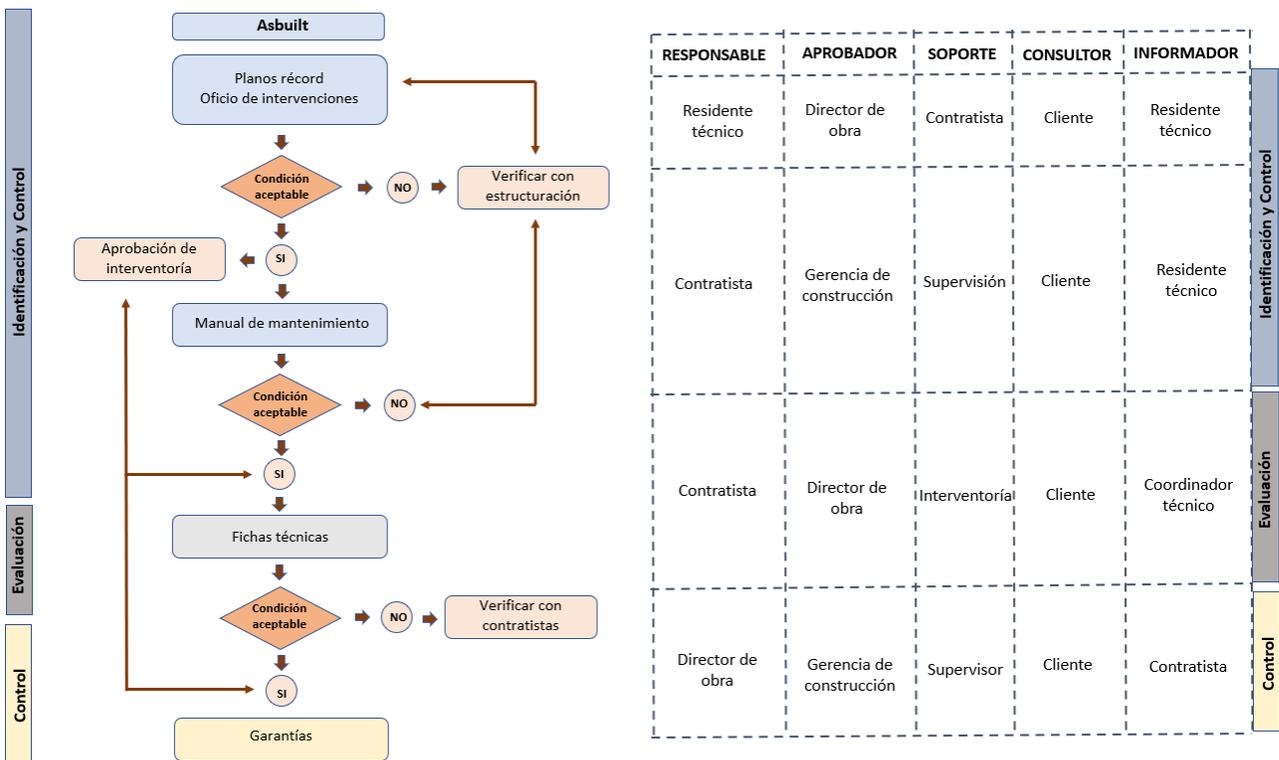
**Flujo de trabajo para modelos As-built**

Según (Est, 2018), Los planos as-built, también denominados planos de línea roja o planos de registro, representan un registro de la construcción efectiva llevada a cabo por un contratista. En estos planos, el contratista destaca los cambios en color rojo para proporcionar una versión detallada de las obras finalizadas.

Los planos de construcción documentan todas las modificaciones efectuadas durante el proceso constructivo, detallando las dimensiones precisas, la ubicación y la geometría de las estructuras finalizadas. Estos planos abarcan las adaptaciones realizadas en los planos de taller. Por ende, en la gestión organizativa, se elaboran a través de la identificación, evaluación y control, especialmente en la parte correspondiente a la obra. Este procedimiento, que está vinculado con la etapa de operación y mantenimiento hasta la entrega al cliente, debe incluir manuales de mantenimiento, fichas técnicas y garantías de todos los equipos instalados.

**Figura 12.**

*Diagrama RACSI flujo de trabajo planos as-built.*



Nota. Elaboración propia

## **CAPITULO VI: EJECUTAR EJERCICIOS APLICADOS PARA PROCESOS DE TQ, AVANCES DE OBRA Y PLANOS AS-BUILT DESDE EL MANEJO DE OBRA MEDIANTE EL ENTORNO COMUN DE DATOS BIM360, SOFTWARE COMO NAVISWORKS Y REVIT**

### **Metodología BIM en preguntas técnicas**

Las consultas técnicas de obra abordan asuntos específicos vinculados a la ejecución y progreso de un proyecto constructivo. Normalmente, se centran en aspectos técnicos y prácticos inherentes a la construcción.

En la mayoría de los proyectos, surgen preguntas técnicas durante la ejecución y desarrollo en tiempo real. Los constructores suelen abordar estas inquietudes utilizando métodos convencionales, como el correo electrónico, o sistemas menos eficientes como video llamadas, reuniones presenciales o simplemente llamadas telefónicas.

- **Identificación del tema:** Precisamente establece el ámbito técnico del cual requiere datos. Este puede estar vinculado a materiales, procesos, normativas o cualquier otro detalle técnico concreto.

La pregunta técnica se refiere a las especificaciones del concreto para ilustrar cómo todos los participantes pueden participar en este procedimiento. La pregunta formulada es la siguiente **¿ESTA CUMPLIENDO LA DURABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LA FUNDIDA PROGRAMADA DE LOS ELEMENTOS DE VIGAS DE CIMENTACIÓN**

### **Metodología BIM en avances de obra**

El gráfico de Gantt, ampliamente empleado en la administración de proyectos, es una representación visual con barras horizontales utilizada para mostrar el calendario de un proyecto, programa o tarea.

Habilita a los usuarios para abrir y fusionar los modelos tridimensionales, explorarlos en tiempo real y examinar el modelo mediante un conjunto de herramientas que comprende comentarios, anotaciones, perspectivas y mediciones.

Para este proceso se realizó primero una programación de obra con tiempos planeados vs reales, se implementó la herramienta TimeLiner para sincronizar la programación y esta misma genere comparaciones con fechas de retraso, identificadas con color rojo y a tiempo con color verde

### **Metodología BIM en planos As-Built**

Para este proceso se realizó primero una programación de obra con tiempos planeados vs reales, se implementó la herramienta TimeLiner para sincronizar la programación y esta misma genere comparaciones con fechas de retraso, identificadas con color rojo y a tiempo con color verde

## **CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Este estudio subraya la relevancia de incorporar la metodología BIM en los distintos procedimientos de construcción, que permite llevar un control eficaz en cuanto al desarrollo y tiempo de ejecución en la fase de construcción, integrando un trabajo colaborativo entre las partes que conforma el proyecto, a través de la plataforma entorno común de datos BIM 360 y Naviswork, contribuyendo a los procesos internos de mejora en la constructora

Mediante la elaboración de la investigación con la metodología aplicada se adquirieron conocimientos de cómo se logra el uso de las herramientas con las nuevas tecnologías y que implicaciones conlleva el mal manejo de los procesos de obra, se identifican las variables negativas y positivas del uso BIM y de la metodología tradicional, creando de esa forma estrategias para la mejora de falencias o problemas que presenta la planificación de un proyecto. Se pudo observar que las metodologías convencionales utilizadas actualmente para consultas técnicas, seguimiento de avances de obra y la creación de planos asbuilt no favorecen la coordinación e interacción entre todos los participantes. Es crucial reconocer que una comunicación constante y oportuna contribuirá a llevar a cabo estos procesos de manera eficiente, con flujos de trabajo que facilitarán la ejecución y entrega del proyecto al cliente, generando una gran satisfacción.

### **Lista de Referencia o Bibliografía**

Diab, J. M. (2018). Maestría en ingeniería . *Analisis comparativo sobre el sobrecosto y atraso en proyectos de construccion* . Bogota D.C.

Garzon, F. (2017). Proyecto de grado. *Lineamiento basicos y beneficios en la implementacion de la tecnologia BIM* . Bogota D.C.

Ocampo, G. (2016). *Ingenieria asistida por computador* . Obtenido de <https://www.iac.com.co/el-bim-en-colombia/>

Schuh, G. (2017). *Managing the Digital Transformation*. Munich: Acatech study.

SNCI. (2019). *Sistema nacional de competitividad e innovacion* . Obtenido de [https://www.colombiacompetitiva.gov.co/snci/indicadores-internacionales/indice-competitividad-global#:~:text=Resultados%20%C3%8Dndice%20Competitividad%20Global%202019&text=En%20Am%C3%A9rica%20Latina%2C%20Chile%20lidera,109\)%20Venezuela%20\(133\).](https://www.colombiacompetitiva.gov.co/snci/indicadores-internacionales/indice-competitividad-global#:~:text=Resultados%20%C3%8Dndice%20Competitividad%20Global%202019&text=En%20Am%C3%A9rica%20Latina%2C%20Chile%20lidera,109)%20Venezuela%20(133).)

Suarez, G. (2019). *Aspectos basicos de la indrustria 4.0* . Bogota. D.C: Oficina asesora de planeacion y estudios sectoriales .