



**IMPLEMENTACIÓN BIM BAJO LA NORMA ISO 19650 EN UNA EMPRESA DE  
CONSTRUCCIÓN DE LA CIUDAD DE CARTAGENA**

**LUISA MARÍA ACEVEDO FUENTES**

**TRABAJO DE GRADO**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
CARTAGENA D.T. y C.**

**2021**



**IMPLEMENTACIÓN BIM BAJO LA NORMA ISO 19650 EN UNA EMPRESA DE  
CONSTRUCCIÓN DE CARTAGENA**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN: ESCONPAT**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: GERENCIA DE PROYECTOS**

**AUTOR:**

**LUISA MARÍA ACEVEDO FUENTES**

**DIRECTOR:**

**ING. RAFAEL JULIO MADRID GARCÍA**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARTAGENA D.T. y C.**

**2021**



## NOTA DE ACEPTACION

---

---

---

---



---

Firma del director  
ING. RAFAEL MADRID GARCÍA



---

Firma del jurado  
ING. JORGE ALVAREZ CARRASCAL



---

Firma del jurado  
ING. ANDRÉS CAMARGO BOCANEGRA



## DEDICATORIA

*Primeramente a Dios porque darne la sabiduría para seguir este camino.*

*A mi madre que me ha apoyado en este sueño con sacrificio y amor.*

*A mi padre y mi hermano por ayudarme a seguir mi sueño.*

*A mis tías y mi tío William por estar siempre conmigo guiándome en cada paso que doy.*

*A Alfredo Bolívar, eres una parte muy importante en este camino.*

*A mis primos por cuidarme en cada momento.*

*A mis profesores, especialmente a Rafael Madrid, por guiarme en este recorrido.*

*A mis amigos por todos los momentos que compartí con ustedes estos años.*

## AGRADECIMIENTOS

Ing. Rafael Madrid, Jefe del Departamento de Construcción, Director de Trabajo de Grado.

Cuerpo Docente del Programa de Ingeniería Civil.

Familia Acevedo Fuentes.

Familia Fuentes Sabalza.

Familia Cogollo Fuentes.

Alfredo Bolívar de la Hoz.



## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.1. PREGUNTA PROBLEMA .....	13
2. MARCO REFERENCIAL .....	14
2.1. ANTECEDENTES .....	14
2.2. ESTADO DEL ARTE .....	16
2.3. MARCO TEÓRICO .....	19
2.3.1. Definición de la Norma ISO 19650 .....	19
2.3.2. Definición de BIM .....	20
2.3.3. Origen de BIM.....	21
2.3.4. Plan de ejecución del BIM.....	24
3. JUSTIFICACIÓN .....	25
4. OBJETIVOS.....	27
4.1. OBJETIVO GENERAL .....	27
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	27
5. ALCANCE.....	28
5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	28
5.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	28
5.3. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL.....	28
5.4. RESULTADOS ESPERADOS.....	28
5.5. PRODUCTO FINAL A ENTREGAR.....	28
5.6. PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS.....	28
5.7. LIMITACIONES .....	29
6. METODOLOGÍA .....	30
6.1. Fuentes de Información .....	30
6.1.1. Fuentes Primarias .....	30
6.1.2. Fuentes Secundarias.....	30



<b>6.2.</b>	<b>TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	30
6.2.1.	Observación Directa.....	31
6.2.2.	Experimento de la Metodología .....	31
<b>6.3.</b>	<b>INSTRUMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN</b> .....	31
<b>6.4.</b>	<b>PROCESAMIENTO DE DATOS</b> .....	31
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	33
7.1.	EL CASO DE ESTUDIO .....	33
7.1.1.	Información de la Empresa .....	33
7.1.2.	Misión .....	34
7.1.3.	Visión .....	34
7.1.4.	Ética .....	34
7.1.5.	Talento Humano .....	34
7.1.6.	Ubicación.....	34
7.1.7.	Organigrama de la Empresa .....	35
7.2.	IMPLEMENTACIÓN BIM EN LA EMPRESA.....	36
7.2.1.	Antecedentes .....	36
7.2.2.	¿Qué se quiere realizar? .....	36
7.3.	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 19650.....	37
7.4.	PROPUESTA DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM .....	39
7.4.1.	Beneficios.....	39
7.4.2.	Modelo de Implementación .....	40
7.4.3.	Fases de Implementación.....	40
7.4.4.	Construcción de los perfiles BIM que conformaran la empresa.....	41
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>9.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	48
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	49



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ciclo de Vida de la Información utilizada.....	20
Ilustración 2. Integrantes Ciclo de Vida BIM.....	21
Ilustración 3 Ubicación de la Empresa.....	35
Ilustración 4.Organigrama de la Empresa Constructora .....	35
Ilustración 5. Modelo BIM implementado en la empresa actualmente.....	36
Ilustración 6. Metodología a realizar en la Empresa.....	37
Ilustración 7. Entrada del Cliente promotor del proyecto.....	41
Ilustración 8. Ingreso del PMT al Proyecto.....	43
Ilustración 9. Ingreso del IDPT.....	44
Ilustración 10. Entorno Colaborativo en el BIM.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronología Metodología BIM.....	21
Tabla 2. Esquema de Procedimiento a seguir en el Proyecto.....	32
Tabla 3. Fases de la Implementación de la Norma ISO 19650-2.....	39



## RESUMEN

En estas últimas décadas la Ingeniería Civil ha ido trascendiendo utilizando mejores formas de manejo de recursos a la hora de realizar proyectos civiles por lo que se ha buscado mejores metodologías que ayuden a este dilema; en Colombia especialmente ésta búsqueda de nuevos métodos es altamente difícil ya sea por los mismos ingenieros hasta por la falta de visión que se ha tenido desde siempre en ella.

La metodología BIM ha ido acaparando un lugar importante en el desarrollo del país por lo que buscamos seguir implementándola como se ha estado realizando en estos últimos años desde el interior del país hasta la Costa Caribe despertando el interés de los estudiantes de Ingeniería en todas las universidades, llevando ese interés hacia las empresas constructoras que buscan mejorar cada día generando más ganancias intelectuales y económicas.

Una de estas empresas es nuestro caso de estudio, la cual queriendo sobresalir en la costa se le realizó una propuesta de implementación del BIM y llevándola a un mejor estado siguiendo las pautas de la Norma ISO 19650, la cual genero un impacto en ella manejando la unificación de las áreas de la empresa hacia una armonía, que todavía se está terminando de implementar.





## ABSTRACT

In recent decades Civil Engineering has been transcending using better ways of resource management when carrying out civil projects, so it has been looking for better methodologies to help in this dilemma; in Colombia especially this search for new methods is highly difficult either by the engineers themselves or by the lack of vision that has always been had in it.

The BIM methodology has been gaining an important place in the development of the country so we seek to continue implementing it as has been done in recent years from the interior of the country to the Caribbean Coast arousing the interest of engineering students in all universities, bringing that interest to construction companies seeking to improve every day generating more intellectual and economic gains.

One of these companies is our case study, which wanting to excel in the coast was made a proposal to implement BIM and taking it to a better state following the guidelines of ISO 19650, which generated an impact on it by managing the unification of the areas of the company towards a harmony, which is still being finalized to implement.



## INTRODUCCIÓN

Los procesos de construcción han ido cambiando a través de los tiempos, desde realizar los proyectos y edificaciones entre otras construcciones de manera empírica sin ningún tipo de refuerzo en la cual han sobrevivido siglos y con solo piedras o madera, hasta generar un buen desarrollo de un boceto que se adecuará a las necesidades de los usuarios que las necesitan, pero hasta estas transformaciones han sufrido cambios ya que se necesita tener la visión de lo que se va a realizar para poder generar las demás especificaciones como son los costos y duración, mediante el uso de técnicas que auguran un buen resultado del mismo.

Antes del CAD (Diseño Asistido por Computador) que actualmente es uno de los más utilizados a nivel mundial por su completa implementación en las computadoras, el desarrollo de una construcción desde su diseño e idealización se realizaba a mano el cual era aún más difícil y traía retrasos y complicaciones a las organizaciones sobre todo en el manejo del tiempo y el costo. Con la ayuda del CAD el manejo de todas estas especificaciones pudieron generarse de una manera rápida y concisa por lo que se puede decir que las últimas generaciones se han terminado acoplado a este sistema y esta implementación ha acaecido que se descubran las falencias que tiene este sistema. Aunque sea de forma virtual, y se puedan determinar los costos y las duraciones, no se tiene una completa visión clara de lo que significa organizar un proyecto ya que no va de la mano con las áreas que trabajan en pro del desarrollo de la producción a realizar. (López, 2017)

Notando todos estos problemas y con la ayuda de la tecnología se creó la Metodología BIM (Building Information Modeling o Modelado de la Información de la Construcción) en la que además de manejar la información gráfica completa del proyecto a realizar se pueden precisar y analizar los procesos que este necesita para su completa organización, no sólo en las construcciones sino también al interior de las empresas para encontrar una mejor optimización de los desarrollos y de gestión. El BIM poco a poco se ha ido forjando su nombre por lo que en diversos países europeos y en E.E.U.U. Por su alta capacidad de mejorar resultados se debe utilizar obligatoriamente en los proyectos y empresas. (Pinzón, 2020)



Así es como llegamos a nuestro caso de estudio, la Empresa Constructora es desde hace años una de las pioneras en la incorporación de diferentes métodos novedosos en diversos sectores de la construcción pero al ser esta metodología relativamente nueva y ellos ser contratistas no han introducido un poco más a fondo el método BIM, ya que solo lo utilizan de forma esporádica por lo que el objetivo de la investigación es realizar una práctica de implementación paso a paso para llegar a su totalidad en todas las áreas de ella y así analizar los resultados obtenidos y dar una mejor conclusión en las ventajas de adquirir esta metodología en sus redes, además de que esta deberá seguir los lineamientos expresados en la Norma ISO 19650 que fué presentada en el año 2020 con el fin de garantizar una mejor comprensión del BIM.

De acuerdo al objetivo expuesto se busca realizar un estudio de la situación actual de la empresa con respecto a la Metodología BIM y su Norma ISO 19650 y presentar una propuesta de Estrategia que sea viable a la hora de diseñar y coordinar la implantación de la Metodología, esperando que se implemente en corto y mediano plazo de tiempo generando grandes resultados que puedan mostrar un cambio significativo en todos los procesos del portafolio de la empresa y se convierta además en un modelo piloto a seguir por otras organizaciones.

Esta propuesta forma parte del Grupo de Investigación ESCONPAT (Estructura, Construcción y Patrimonio) dentro de la línea de investigación de Gerencia de Proyectos ya que el principal objetivo es la aplicación de la metodología BIM que es una rama nueva y altamente innovadora de esta línea a lo largo del ciclo de vida del proyecto desde la concepción, diseño, construcción y de la administración o gestión de proyectos en el sector de la construcción.



## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sector de la construcción está en constante crecimiento por lo que los proyectos realizados o en proceso han comenzado a tener un enfoque más global y han traído diversas metodologías que han agilizado la obtención óptima de resultados como lo es el BIM (Building Information Modeling) que sirve para modelar toda la información obtenida al momento de realizar el proyecto dándole un enfoque hacia la realización integral y completa del mismo.

Todo parece indicar por medio de los reportes realizados por las firmas Oxford Economics y Global Construction Perspective acerca del Mercado Global que el sector de la construcción tendrá un crecimiento de 8 trillones de dólares estipulado para el año 2030, en el que alcanzará un tamaño de 17.5 trillones, presentando un crecimiento total del 85% con un incremento anual de 3.9% para el año expresado. (Toribio, 2019).

En Colombia desde siempre se ha proporcionado toda la realización de los proyectos a través de planos en formato 2D (como AutoCAD o planos antiguos a mano) por lo que el BIM apenas ha comenzado su incursión y auge en diversas empresas y personas del medio constructor, pero la gran mayoría no están altamente familiarizados. Para contrarrestar este problema, se creó desde el 2017 el ASOBIM (Asociación Colombiana de BIM) que realiza tutorías, clases y actividades en pro de un mayor conocimiento de esta herramienta tecnológica que agiliza los tiempos y actividades futuras. (Cerón, Ramírez. 2017).

El BIM es la actualidad y el futuro de la construcción, por lo que este al momento de implementarse requiere de unos estándares que sean fundamentales para la transferencia y el cambio de información, así como el trabajo de las distintas disciplinas mediante la colaboración en tiempo real de los integrantes del proyecto. Por esta razón la International Organization for Standardization (ISO) emitió el Estándar Internacional para Implementar el Building Information Modeling en la construcción (Norma ISO 19650). (Toribio, 2019).

La Norma ISO 19650 es la encargada de regular los programas electrónicos como REVIT, CYPE, entre otros (la mayoría de ellos usando la metodología BIM), para su completo desarrollo encontrando las pautas para llegar a un mayor enfoque tecnológico sin dejar de lado la esencia del proyecto utilizado.



La empresa a estudiar en la actualidad se desarrolla como contratista de diversas construcciones alrededor de la ciudad y al pasar por la Certificación de Calidad ISO requiere implementar de forma completa la Metodología BIM ya que sólo la utilizan de forma esporádica por lo que necesita expandir los horizontes al diseño 3D dejando de lado el CAD o 2D. El propósito de este proyecto es determinar los elementos necesarios para que se pueda implementar la metodología mencionada en la empresa pero siguiendo los altos estándares establecidos en la Norma ISO 19650 y para así pronosticar con sus resultados que estándares más acordes llevarían a la empresa a su máximo nivel.

### **1.1. PREGUNTA PROBLEMA**

¿Cómo se puede intentar la implementación del BIM a la cumpliendo con la Norma ISO 19650?

¿Cuál es la ventaja competitiva de una empresa con Implementación BIM bajo el protocolo ISO 19650 sobre una empresa que no la aplica?

¿Qué parámetros cumple la empresa antes de conseguir el objetivo?

¿Qué procesos se deben mejorar al interior de la empresa de construcción para alcanzar los estándares que le permita lograr su mayor eficiencia en el desarrollo de los proyectos?



## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. ANTECEDENTES

El BIM en Colombia se ha incorporado de una forma lenta, aunque es una metodología nueva y revolucionaria a la hora de generar resultados óptimos en un menor tiempo, muchas empresas nacionales y multinacionales se rigen por el modelo anterior para el desarrollo de sus proyectos.

La Universidad de Cartagena ha sido pionera en la utilización de esta metodología aplicando los criterios establecidos como modelos de investigación principalmente en el estudio de las Murallas que rodean la ciudad y en otros proyectos que realizan modelación 3D, de las cuales se destacan algunos casos a continuación:

DE LA PEÑA M., RODRIGUEZ M. (2020) *MODELO 3D DE LAS MURALLAS DE CARTAGENA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM, INTEGRANDO INFORMACIÓN ESPECIFICA SOBRE SU ESTADO DE CONSERVACIÓN EN EL TRAMO COMPRENDIDO DESDE EL BALUARTE DE SAN MIGUEL HASTA EL BALUARTE DE SANTA TERESA*. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

Esta investigación permitió la elaboración de un modelo 3D de un tramo del cordón amurallado de la ciudad de Cartagena en el que aplicó la Metodología BIM utilizando el software Revit con el fin de integrar de forma visual e interactiva información disponible y necesaria que propiciara su monitoreo y conservación.

Se realizaron estudios y tomas gráficas de la muralla y con la ayuda del Software Revit se hizo la modelación utilizando de manera extra bibliografía antigua del tramo estudiado para así aplicarle el monitoreo respectivo.

Como conclusión se pudo evidenciar que la muralla tiene un excelente estado de conservación a diferencia de varias partes del cordón amurallado por lo que se le puede realizar una investigación más profunda a los elementos usados para su construcción y con la ayuda del modelado en 3D, se dedujo como era su forma original antes de que la erosión haya hecho su trabajo.



FONSECA E., GÓMEZ O. (2020) *MODELADO 3D DEL TRAMO DE MURALLA ENTRE LOS BALUARTE DE SAN JOSÉ Y SANTA BÁRBARA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM PARA INTEGRAR INFORMACIÓN ESPECÍFICA SOBRE SU ESTADO DE CONSERVACIÓN*. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

Este proyecto como el anterior tuvo el objetivo de realizar un modelo 3D de la muralla en el tramo que comprende los Baluartes de San José y Santa Bárbara utilizando la metodología BIM para poder realizar un monitoreo de las condiciones que tiene la estructura para su posterior conservación.

Para poder ejecutar el proyecto primero se tomó evidencia bibliográfica e histórica de las murallas, de segundo se cogió toda la evidencia fotográfica para notar los problemas patológicos que posee el tramo, por último se realizó el modelo tridimensional con el que se pudo sacar las conclusiones finales.

Se concluyó que en este tramo de la muralla se está evidenciando un daño patológico mayor que en otros lugares, comenzando por el hecho de que están en cercanía a manglares que le generan un daño biológico además del humano, y que al momento de ejecutar trabajos de restauración, este documento serviría de guía.

ECHAVEZ E., POVEDA J. (2020) *MODELACIÓN 3D DEL CORDÓN AMURALLADO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL BALUARTE DE SANTO DOMINGO HASTA EL BALUARTE DE SAN IGNACIO*. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

Como en los trabajos anteriores, se realizó el trazado 3D de unos de los tramos de las murallas el cual está comprendido entre el Baluarte de Santo Domingo y el Baluarte de San Ignacio con el fin de aplicar BIM en la elaboración de proyectos históricos.

Para comenzar se investigó la información histórica del tramo comprendido y también del centro amurallado de la ciudad para identificar los pormenores que ha sufrido la estructura; luego se obtuvo evidencia con cámara fotográfica y con la ayuda de un Drone que permitió estudiar la patología que se encuentra en la construcción y por último se trazó el modelo tridimensional para su posterior exposición.



Se pudo concluir que la estructura tiene diferentes patologías que ponen en riesgo la muralla si no se les hace una debida conservación pero no se pudo ahondar más sobre otros factores debido a la pandemia ocasionada por el COVID-19 presentada en el año 2020.

SAN JUAN C., TORRES E. (2019) *IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS BIM 5D Y LÍNEAS DE BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL, CASO DE ESTUDIO: MZ. 72 BARRIO BICENTENARIO*. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

Este trabajo tuvo el objetivo de comparar la planeación de proyectos de Viviendas de Interés Social implementando las Metodologías BIM nivel 5D y líneas de balance, optimizando su planeación mediante la proyección de tiempos y la evaluación de los costos a tener.

Para ejecutarlo primero se realizó una investigación acerca del proyecto con datos cuantitativos generados que proporcionó la empresa constructora luego se le aplicó la Metodología LDB en cada una de sus etapas y esos resultados se usaron para ejecutar el modelo BIM 5D.

Este trabajo demostró como conclusión que la planeación usando BIM es más factible que la manera en que se hacía antiguamente por lo que sus resultados fueron satisfactorios, además de llevarlo al siguiente nivel al usar la tecnología 5D.

## **2.2. ESTADO DEL ARTE**

Como se describió anteriormente en Colombia hay problemas para la implementación de esta metodología que no es para nada nueva en el país pero no se ha afianzado completamente en el núcleo colombiano por falta de oportunidades y estrategias de inducción hacia el BIM por parte del gremio de la construcción en el país, los cuales tienen problemas altamente puntuales que requieren corregirse como son: la mala organización y planeación de las obras, el paupérrimo desarrollo del presupuesto y la alta corrupción que no deja avanzar los proyectos, entre otros.

Así como en Cartagena, en el resto del país las Universidades han tomado la bandera en la aplicación de la Metodología BIM generando estrategias de implementación como son la realización de diplomados, conferencias y posgrados de la Estrategia además de la aplicación de esta en los proyectos de construcción que se están realizando ya que los han utilizado





como desarrollo de la investigación y posterior aplicación de ésta en América Latina y el resto del mundo. Aquí unos ejemplos:

CUCHIMBA A., DONATO D., HERNÁNDEZ D., MOSQUERA A. (2019) *IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA BIM PARA LA EMPRESA W&D OBRAS Y SERVICIOS S.A.S, EN LA POSTULACION DE PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA*. UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.

Este proyecto tuvo el objetivo de implementar la metodología BIM de forma principal en los proyectos de construcción de estructuras educativas que realiza la Empresa W&D OBRAS Y SERVICIOS S.A.S. para así cambiar la forma tradicional utilizada por ella que no es óptima.

Como es un caso de estudio, se recopiló la información de la estructura del Mega Colegio Antonio Ricaurte además de la metodología usada. Después se realizó un plan de mejoramiento en el que asignaron etapas para una mejor optimización del ciclo y por último se pudo implementar a la empresa para tomarlo en cuenta en el caso de estudio.

Como conclusión se encontró que la empresa internamente presentaba problemas que originaron malos resultados en el proyecto, como la efectividad de la metodología aplicada y sólo se logró menos del 5% esto, causado por las diversas incoherencias presentadas en los documentos de plan de construcción en la empresa.

LOPEZ RUIZ L. (2017) *PLANTEAMIENTO DE UNA ESTRATEGIA DE INCLUSIÓN DE BIM PARA EMPRESAS MEDIANAS DE ARQUITECTURA EN LA ETAPA DE DISEÑO*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ.

Este proyecto tuvo como objetivo plantear una estrategia para incluir a BIM en empresas de crecimiento mediano en su etapa de diseño.

Para poder ejecutarlo se tuvo que realizar una investigación bibliográfica exhaustiva de la Metodología a aplicar, luego se realizó la planeación de inclusión hacia la empresa y por último se implementó conceptualmente dando pie a ejecutarlo en campo para obtener resultados.



Se pudo concluir que los resultados fueron favorables para las empresas estudiadas la implementación de BIM en su etapa de diseño y ejecución usando Autodesk y CIC (Computer Integrated Construction) dando pie a que muchas otras empresas utilicen el método.

BAHAMON M., BOTERO A., SALAZAR (2019) D. *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM CON EL PROGRAMA REVIT PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO URRUTIA*. UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA SEDE IBAGUÉ.

Este trabajo tuvo el propósito de implantar la metodología BIM usando el Software REVIT y el MICROSOFT PROJECT como programa de reserva para la modelación de los diseños existentes del Edificio Urrutia ubicado en la ciudad de Ibagué.

Como primera medida se buscó la información acerca de la estructura a estudiar además de referencias bibliográficas acerca del método a utilizar, luego se formuló un planteamiento para la ejecución del objetivo propuesto y como último se realizó el proceso de implementación de modelación de los diseños hechos del Edificio.

Como conclusión se encontró que el diseño del Edificio Urrutia presentó problemas al momento de implementar la Metodología mencionada ya que al ser una construcción histórica no tiene algún sistema específico de construcción utilizado en la actualidad, además que apenas se está entrando a esa área en América Latina por lo cual la información a menudo no era tan estable.

CASTRO DIAZGRANADOS M. (2018) *CAMBIANDO EL CHIP EN LA CONSTRUCCIÓN, DEJANDO LA METODOLOGÍA TRADICIONAL DE DISEÑO CAD PARA AVENTURARSE A LO MODERNO DE LA METODOLOGÍA BIM*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.

Este proyecto tuvo el objetivo de realizar una comparación entre el modelo tradicional CAD y la metodología BIM para así dar un resultado más satisfactorio del mejor.

Para ejecutarlo se realizó en 6 etapas comenzando desde la investigación del modelo actual y los antecedentes de éste, hasta la revisión bibliográfica del BIM para poder realizar la



comparación y generar recomendaciones de mejora para el uno y el otro, y por último establecer cuál es el más óptimo.

Se pudo concluir que la Metodología BIM es la mejor de las dos por las condiciones prácticas favorables que posee, como el ahorro de tiempo y recursos para un completo estudio de los proyectos futuros.

Cabe destacar que en todos los proyectos antes mencionados no aplicaron la norma ISO 19650 que es la que se quiere desarrollar e implementar con el BIM en esta investigación.

## **2.3. MARCO TEÓRICO**

### **2.3.1. Definición de la Norma ISO 19650**

La Norma ISO 19650 es un documento de ámbito internacional que gestiona y establece los principios y requisitos que se deben tener en cuenta al momento de ejecutar la metodología BIM (Building Information Modeling) en los ciclos de vidas de los proyectos en cada una de las empresas de construcción; esta Norma está basada en el estándar británico BS 1192 y el PAS 1192-2 que garantizan un mejor utilización de los Activos obtenidos para así generar mejor inversión. (Manríquez, 2020)

Este documento está dividido en 5 partes, 2 que fueron sacados a la luz en el 2020 y 3 más en proceso de autorización, que son:

- ISO 19650-1 Conceptos y principios: En este capítulo nos presentan los términos generales y los pasos a seguir para organizar la información requerida hacia la implementación de la metodología BIM.
- ISO 19650-2 Fase de entrega de los activos: Se presenta el proceso de gestión y organización de los activos.

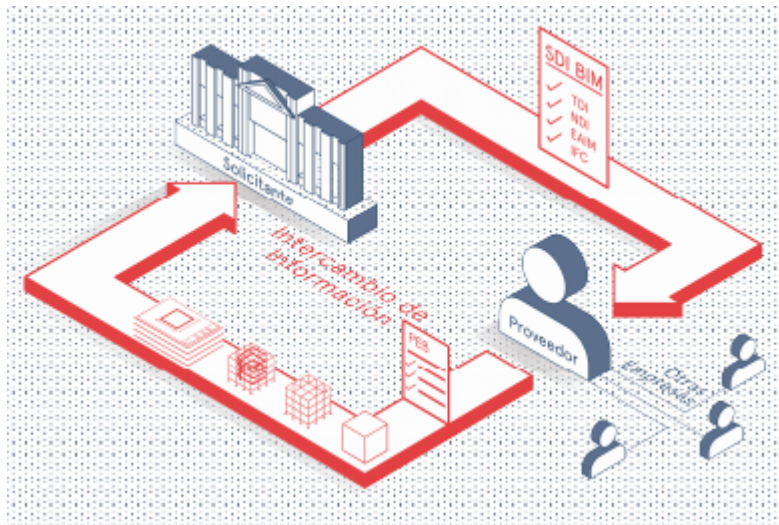
Las próximas 3 no están todavía completamente establecidas:

- ISO 19650-3 Fase de explotación de los activos.
- ISO 19650-4 Intercambio de información.



- ISO 19650-5 Enfoque de la gestión de la información desde el punto de vista de la seguridad de la información.

En la siguiente imagen se presenta el ciclo de vida que presentan la información de los proyectos al momento de trabajar con la metodología BIM pero guiándonos de la Norma ISO 19650



*Ilustración 1. Ciclo de Vida de la Información utilizada.*

*Fuente: Sebastián Manríquez Planbim. (Enero de 2020)*

### 2.3.2. Definición de BIM

El BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo en el cual realiza una cooperación o trabajo en equipo, que genera de forma integral un proceso de construcción mucho más ágil y armonioso, diferente a las gestiones anteriores, ya que no solamente se realiza el trabajo de diseño y construcción sino que también colaboran en la realización de este los demás entes como los presupuestos y el lado social por lo que obtendrá mejores resultados a un tiempo relativamente corto.

La mayoría de las personas asocian esta metodología como si fuera un programa de Software como ARCHICAD ó Revit pero está alejado, ya que no solo es un programa sino un conjunto de elementos que se colaboran al mismo tiempo para generar mayores satisfacciones



*Ilustración 2. Integrantes Ciclo de Vida BIM.*

*Fuente: Sebastián Manríquez Planbim (Enero de 2020)*

### 2.3.3. Origen de BIM

Para tener una visión clara del desarrollo del BIM se le presenta la siguiente cronología:

#### Cronología de BIM

*Tabla 1. Cronología Metodología BIM.*

<p><b>1962</b></p>	<p>Douglas C. Englebart nos presenta una nueva perspectiva en su obra <i>Augmenting Human Intellect</i> sobre BIM.</p>
<p><b>1963</b></p>	<p>Ivan Sutherland crea el Programa Sketchpad y además se comienzan a crear los inicios de SAGE.</p>
<p><b>1970-1980</b></p>	<p>Entran en escena el sistema CSG (<i>Constructive Solid Geometry</i>) y el BREP (<i>Boundary Representation</i>) estos sistemas tenían la opción de intersectarse entre sí para generar formas más completas a las iniciales.</p>



<b>1980</b>	En Inglaterra se desarrollaron diversos sistemas que se usaron en proyectos primitivos de construcción.
<b>1982</b>	Aparece la versión 1.0 de AutoCAD
<b>1982</b>	En CMU, Eastman crea el GLIDE (Graphical Language for Interactive Design) en el que da pie una nueva metodología BIM.
<b>1982</b>	En Hungría se crea el ArchiCAD por Gábor Bojár, como forma de protesta contra el gobierno imperante en ese tiempo de corte comunista.
<b>1984</b>	Para reforzar ARCHICAD se creó el Software Radar CH con su respectivo sistema operativo.
<b>1985</b>	Graphisoft vende los primeros licenciamientos de Radar CH a la empresa <i>Parametric Technology Corporation</i> (PTC) y esta lanza la primera versión de Pro / ENGINEER en 1988.
<b>1986</b>	Se crea el sistema de software RUCAPS por la GMW Computers y se convirtió en el primer programa que utilizó el concepto de fase temporal de los procesos de construcción.
<b>1988</b>	La fundación del Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE) marca otro hito en el desarrollo de BIM ya que esto creó una fuente de estudiantes de doctorado y colaboraciones de la industria para fomentar el desarrollo de modelos de construcción con atributos de tiempo para la construcción.
<b>1993</b>	Se desarrolla el Building Design Advisor, que es una herramienta de simulación que demostraba sugerencias al constructor para encontrar soluciones de forma más rápida.
<b>2000</b>	La compañía Charles River desarrolló el Software 'Revit', el cual abrió más el campo de la programación a una mayor velocidad de las anteriormente usadas.
<b>2002</b>	Autodesk compró la compañía Charles River Software y empezó a promover fuertemente el software en competencia



	con su propio software basado en objetos 'Architectural Desktop'
<b>2003</b>	Algunas de las plataformas BIM que tienen una pequeña cuota de mercado, pero que han tenido grandes impactos en el mundo del diseño, incluyen a Generative Components (GC), desarrollado por Bentley Systems en 2003. El sistema GC se centra en la flexibilidad paramétrica y la geometría de escultura y soporta superficies NURBS.
<b>2004</b>	Aparece el trabajo colaborativo o multiusuario. Esta característica publicada en Revit 6 en 2004, permite a grandes equipos de arquitectos e ingenieros trabajar en un modelo integrado, una forma de software colaborativo.
<b>2006</b>	Digital Project un programa similar desarrollado por Gehry Technologies a mediados de 2006 basado en CATIA, un programa de diseño (y uno de los primeros programas de CAD) que fue desarrollado como un proyecto interno por los sistemas Dessault, un fabricante francés de aviones.
<b>2007- 2011</b>	ArchiCAD ha obtenido ganancias sustanciales en la base de usuarios, principalmente como una herramienta para desarrollar proyectos residenciales y pequeños proyectos comerciales en Europa.
<b>2008</b>	Patrick Schumacher ha acuñado el movimiento de modelos paramétricos de construcción en arquitectura, específicamente aquellos que permiten a las superficies NURBS y entornos de scripting como 'parametricismo' en su 'Parametricist Manifesto'.
<b>2012</b>	Ya casi terminando el año 2012 Autodesk creó Formit que es una aplicación que desarrolla en BIM desde una forma conceptual en los teléfonos móviles.
<b>2013</b>	Algunas de las plataformas BIM que tienen una pequeña cuota de mercado, pero que han tenido grandes impactos en



	el mundo del diseño, incluyen a Generative Components (GC), desarrollado por Bentley Systems en 2003. El sistema GC se centra en la flexibilidad paramétrica y la geometría de escultura y soporta superficies NURBS.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Fuente: Leidy Lopez Ruiz. Planteamiento de una estrategia de inclusión de bim para empresas medianas de arquitectura en la etapa de diseño. (2017)*

#### **2.3.4. Plan de ejecución del BIM**

Este plan es una oferta para generar una mayor organización en los roles y reglas utilizados en los modelos constructivos que se basan en el BIM, ya sea de forma bidimensional o tridimensional; todo esto conlleva a realizar un documento con toda una serie de pasos a seguir hacia las empresas que quieran implementar esta metodología como es el suceso de la Empresa Cartagenera que es el caso de estudio.

Estos documentos permiten desde la fase más temprana adquirir gran experiencia en la organización de proyectos con el BIM, por lo que no solo la empresa sino centro educativos como universidades pueden expandir sus horizontes de investigación.

Todas la obligaciones que se deben tener en cuenta deben estar estipuladas en el documento para no generar mayor equivocación y que cada parte del proyecto sea acorde a las necesidades pactadas.

Por último, para poder realizar este plan se guiará de la Norma ISO 19650 para una mejor comprensión de las obligaciones adquiridas.





### 3. JUSTIFICACIÓN

Generalmente todas las organizaciones y empresas tanto en Colombia como en el mundo la Gerencia de Proyectos ha generado grandes dificultades a la hora de cumplir con los objetivos desde la etapa de diseño y la construcción hasta con el desarrollo de los parámetros esenciales como son el costo y el tiempo a utilizar ya que generalmente el éxito y satisfacción del cliente no se consigue de manera completa por todas las faltas de organización expresadas. (D'amato, 2010).

La metodología BIM ha entrado al país pisando fuerte ya que ha demostrado que genera una mejor optimización en los procesos de las distintas etapas de la realización de cada uno de los proyectos mostrando una visión más grande de lo que la actividad abarca desde su comienzo hasta su final, como es la mejora de tiempos y costos. Además de lo anterior, permite crear un mejor ambiente entre todas las partes que participan en cualquier proyecto, en este caso, una mejor comunicación entre las áreas que conforman la empresa.

Todo el sector de la construcción se debe expandir a mayores horizontes que generen grandes cambios que ahora mismo nos puede mostrar esta herramienta relativamente nueva pero que en muchos lugares ya se está estandarizando para que sea usado de manera obligatoria.

Aunque esta herramienta está tomando un auge excepcional muchas empresas fallan al accionarlo ya que cometen diversos errores, aquí mencionaremos algunos:

- Implementar BIM sin saber su estructura y modelo.
- Aferrarse a la antigüedad.
- No prestar atención a las áreas que se encuentran en la empresa que serán clave en la implementación.
- No tener un modelo específico o solo hacerlo en unas áreas y otras no.
- No hacerle seguimiento a la transición.

Todas ellas hacen que las empresas desistan del cambio que necesita en este milenio. (Structuralia, 2019)



Para implementar BIM se deben tener unas normas o estrategias que nos ayuden a ejecutarlo de manera exitosa la herramienta por lo que se debe usar la Norma ISO 19650 que nos da una reglamentación específica acerca del BIM. Esta norma es relativamente nueva ya que se lanzó al sector constructivo en el año 2020, pero todavía se está expandiendo por lo que hay espera a tener más reglas y guías; por lo tanto todo esto se debe tomar en cuenta en el área profesional y se le debe acoger por parte de las empresas.

Debido a todo lo anterior en nuestro caso de estudio que es la Empresa en Cartagena, se desea fomentar la implementación de la metodología BIM para mejorar su competitividad en el mercado a partir de una transformación profunda en los esquemas de trabajo que se tienen, ya que se quiere migrar del método tradicional CAD al BIM porque tiene mayor campo de acción dentro del ciclo de vida de los proyectos.

Actualmente la empresa a estudiar utiliza la herramienta pero de forma parcial en algunos sectores ya que es una empresa contratista, por lo que al implementarla se busca la mejoría en todos sus niveles gerenciales que le permitan una transformación completa.

Los resultados obtenidos en esta investigación ayudaran a ella y a otras empresas del sector de la construcción a aumentar su competitividad y productividad a nivel local y nacional en el mercado al implementar en sus procesos el modelo BIM bajo los lineamientos de la Norma ISO 19650.



## 4. OBJETIVOS

### 4.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una forma de implementación de la Metodología BIM bajo los lineamientos de la Norma ISO 19650 en la Empresa de Construcción con el fin de presentar recomendaciones de los procesos durante el ciclo de vida de los proyectos futuros a realizar.

### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de nuestro caso de estudio con el propósito de identificar las falencias a mejorar con la nueva Implementación.
- Planificar la propuesta de Implementación BIM en todos los procesos de la Empresa siguiendo los lineamientos de la Norma ISO 19650, analizando a su vez los riesgos del programa a seguir.
- Plantear paso a paso las prioridades en los procesos BIM que permita una mejora y la obtención de resultados.
- Presentar recomendaciones que permitan a futuras empresas la Implementación de la Metodología BIM.



## **5. ALCANCE**

### **5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El proyecto a realizar se centrará en la ciudad de Cartagena de Indias, específicamente en una empresa Constructora.

### **5.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

La ejecución del proyecto se prevé realizar en el primer periodo académico del 2021 de la Universidad de Cartagena que inicia desde Marzo y culmina en Julio por lo que tendría una duración de 14 semanas en los cuales se deberá desarrollar la propuesta de Implementación BIM.

### **5.3. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL**

Para este trabajo se pretende realizar un diagnóstico del caso de estudio que utiliza En estos momentos el modelo tradicional de construcción para poder implementar la Metodología BIM, actualmente método que permitirá una optimización completa de todos los procesos, como son la reducción de tiempo y costos de operación llevando la ingeniería al siguiente nivel de ahorro en operación pero de mayor calidad de la construcción diseñada. (Structuralia, 2019)

Para lograrlo se necesitan parámetros y literatura como son bibliografía acerca del BIM y también la forma de cómo aplicarlo usando la Norma ISO 19650 que define todos los pasos a seguir e implementar en los proyectos desde su planeación hasta su ejecución.

### **5.4. RESULTADOS ESPERADOS**

Una propuesta de Implementación de la Metodología BIM bajo los lineamientos de la Norma ISO 19650 en la empresa asignada.

### **5.5. PRODUCTO FINAL A ENTREGAR**

Modelo a seguir por la empresa para realizar la implementación del BIM con la Norma ISO 19650.

### **5.6. PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS**

Este proyecto puede servir de guía hacia las empresas que todavía usan el método tradicional y desean implementar la nueva tecnología BIM siguiendo las pautas de acuerdo a la Norma



ISO 19650 que es la que rige esta metodología para poder realizar una buena transición hacia el futuro.

### **5.7. LIMITACIONES**

No se tendrá en cuenta el ámbito social del proyecto, y tampoco se realizara una encuesta de satisfacción al respecto.

No se pretende en este trabajo de investigación realizar la implementación de la metodología BIM, si no presentar una propuesta de implementación bajo la Norma ISO 19650.



## 6. METODOLOGÍA

La propuesta es ofrecer un modelo de Implementación de la Metodología BIM a la empresa elegida en la cual se utilizaría dos tipos de investigación de acuerdo a unos parámetros establecidos las cuales serán mixto ya que se recopilara varias fuentes de información cuantitativa y también de campo al obtener información valiosa de la empresa, en la cual utilizaremos diversos recursos tanto bibliográficos como lo son informes, trabajos de grado, sitios web, normas, entre otros para complementar el estudio; que tendría un tiempo de desarrollo establecido de 40 días comenzando con la recopilación de datos hasta finalizar con la propuesta de implementación. Para lograrlo utilizaríamos las siguientes fuentes de información:

### 6.1. Fuentes de Información

Son toda la información recopilada que podemos utilizar en nuestra investigación las cuales nos dan un margen más amplio de datos para tomar mejores decisiones. Estas pueden ser primarias y secundarias:

#### 6.1.1. Fuentes Primarias

Las fuentes primarias como lo dice su nombre son las recogidas directamente del objeto a investigar en este caso la Empresa, donde los datos generalmente no se han editado o interpretado de ninguna manera por lo cual es la obtención más confiable de lo que necesitamos. (Castro, 2010)

#### 6.1.2. Fuentes Secundarias

Estas fuentes son las actualmente utilizadas en la propuesta ya que es información que ha sido proporcionada por otros medios e investigadores, por lo que la tomamos como punto de referencia para lograr lo que queremos llegar con la investigación. En este caso es el BIM en el que al investigar sus características podemos denotar las incidencias que se podrían generar en la fase de ejecución del proyecto. (García, 2017)

### 6.2. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Estas técnicas son las herramientas disponibles que presenta el investigador para poder obtener datos e información útiles para su proyecto. Aun así éstas no tienen conclusiones



consistentes y totalmente correctas por lo que se debe necesitar de un tipo de metodología para recibir grandes cambios. (Raffino, 2020)

En esta investigación usaremos dos principalmente que son:

### **6.2.1. Observación Directa**

Como su nombre lo indica con esta técnica podemos saber de primera mano cómo se encuentra la situación actual de la empresa a estudiar para identificar su problema y generar soluciones de manera temprana.

### **6.2.2. Experimento de la Metodología**

El principal aspecto metodológico corresponde al planteamiento de un modelo para la Implementación de la metodología BIM y presentar recomendaciones viables a la Empresa para este propósito.

## **6.3. INSTRUMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN**

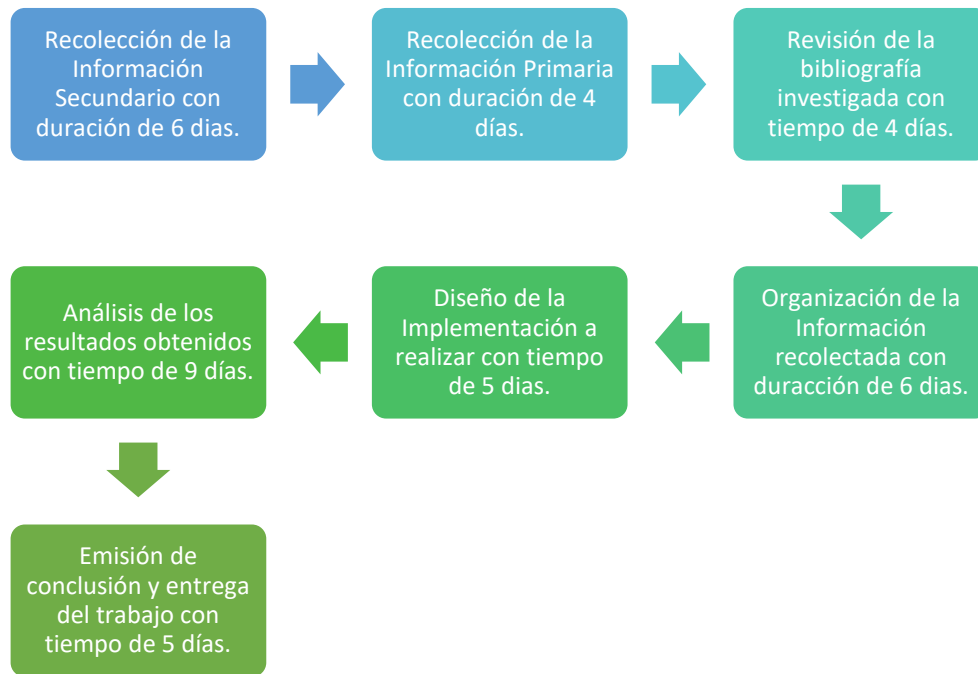
Los instrumentos favorecerán la recolección de la información suministrada. Al utilizarlos se puede denotar dos aspectos que son el contenido y la forma de este. En la forma se encontrará el tipo de nivel que debe llegar al empírico y el contenido es la información recolectada específicamente, los cuales para generarlos se necesitan una serie de pasos que van desde la medición de las variables hasta los elementos registrados. (Sabino, 1992). Para la propuesta se utilizarán las guías de observación y el posterior análisis cualitativo.

## **6.4. PROCESAMIENTO DE DATOS**

Con el dueño de Empresa se llenará el Manual Piloto de Implementación BIM que Autodesk genera para poder determinar fortalezas y debilidades que esta posee y que se deben reforzar. El siguiente paso será el levantamiento de la información con el fin de determinar los pasos a seguir por la empresa para lograr la implementación BIM. Todos estos resultados que se obtengan se incluirán en un archivo de Excel para su mejor comprensión, y por último se diseñará y planteará una forma de implementación con los lineamientos de la Norma ISO 19650 con la ayuda del Programa REVIT para un posterior análisis de resultados. (Autodesk Inc., 2014)



Para una mejor representación de la metodología a realizar se presenta el siguiente esquema del procedimiento:



**Tabla 2. Esquema de Procedimiento a seguir en el Proyecto.**

*Fuente: Propia.*





## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. EL CASO DE ESTUDIO

#### 7.1.1. Información de la Empresa

La empresa es una compañía de construcción, ingeniería e interventoría creada en el año 2010 por un Ingeniero Civil siendo él mismo el único accionista de la empresa, con el fin de generar soluciones sosteniblemente arquitectónicas en estructuras más que todo de concreto y en formas metálicas para así generar un alto impacto en las obras de mayor envergadura en la ciudad de Cartagena y sus alrededores, así como a nivel nacional en la que la empresa mantiene el más mínimo detalle desde la concepción del proyecto pasando por su ejecución y culminando con la entrega satisfactoria de los servicio prestados.

La empresa presenta diversos enfoques en su organización por lo que aquí se presentara en que se especializan:

- El diseño de obras de ingeniería en la que se enfocan en lo arquitectónico mediante la planificación y orden de ideas además teniendo en cuenta siempre los controles de calidad basados en los principios de la construcción y de los reglamentos para estos.
- La elaboración de software para la programación y costo de proyectos para así determinar que sobrecostos generarían y que rutas críticas se debe tomar a la hora de elaborar un proyecto de magnitudes específicas, la empresa elabora una optimización de los presupuestos desde su planificación hasta culminación de proyectos.
- El equipo técnico tiene las facultades y capacidades de realizar supervisiones y asesorías para las elaboraciones de expedientes de obras civiles y así ayudar en supervisar los resultados de otros proyectos en ejecución.
- La empresa cuenta con servicio de interventoría administrativa, técnica y financiera en todas las obras civiles en las que hace cumplir el Reglamento de Sismo Resistencia que está vigente en el país el NSR-10.
- Son especialistas en la construcción de estructuras en base de concreto de diversos proyectos constructivos de cualquier índole, en los que manejan la máxima calidad descrita anteriormente.



- Por último, la empresa presta el servicio de alquiler de máquinas pesadas para el desarrollo de proyectos constructivos.

#### **7.1.2. Misión**

Construcciones de proyectos con duradera sostenibilidad protegiendo inversiones.

#### **7.1.3. Visión**

Seremos una constructora reconocida por la calidad de nuestros proyectos y servicios, integridad de nuestros colaboradores y responsabilidad social empresarial.

#### **7.1.4. Ética**

La empresa tiene el compromiso de ser equitativos, íntegros y resolver los ámbitos que se presentan con transparencia y procurando el bien común en el trabajo y su comunidad, estableciendo criterios individuales para así resolver los problemas colectivos que generan los grandes proyectos en lugares en donde la comunidad es hostil con los constructores.

#### **7.1.5. Talento Humano**

La empresa cuenta con un total de 33 empleados en área administrativa que cuentan con un alto nivel de estudios y competitividad en el área constructiva, además de tener subcontratistas al momento de ejecutar obras de gran altivez.

#### **7.1.6. Ubicación**

La empresa se encuentra en la ciudad de Cartagena, Bolívar; la cuenta su única sede está ubicado en el Barrio Olaya Herrera sector 11 de noviembre Cra 54 31B-31.



Ilustración 3 Ubicación de la Empresa.

Fuente: Google Maps. (2021)

### 7.1.7. Organigrama de la Empresa

A continuación se presenta el organigrama de la empresa a estudiar en las cuales se presentan los niveles en las que está constituida:

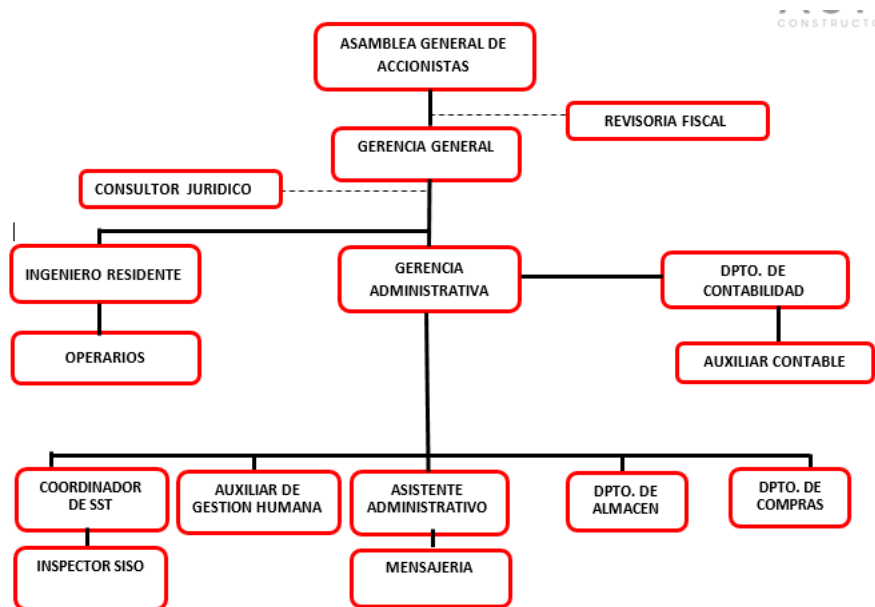


Ilustración 4. Organigrama de la Empresa de Construcción

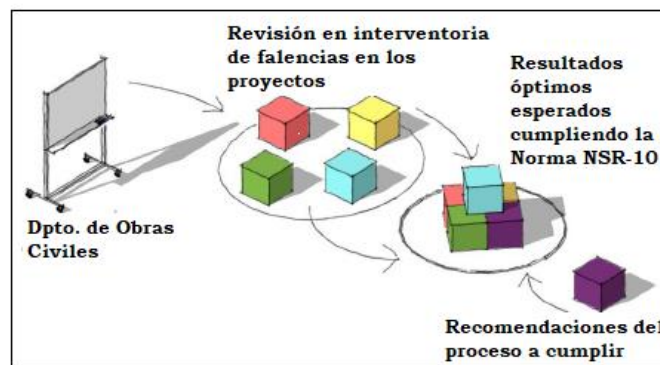
Fuente: Empresa de Construcción



## 7.2. IMPLEMENTACIÓN BIM EN LA EMPRESA

### 7.2.1. Antecedentes

A partir del año 2019 se está haciendo una implementación gradual del esquema BIM (Building Information Modeling) en el desarrollo de los proyectos contratados hacia la empresa, comenzando con la implementación de la metodología en los trabajos de interventoría hasta incluirla poco a poco en la intervención de los proyectos de construcción vigentes, encontrando falencias que hacen un poco difícil su rápida incorporación a la empresa en sí. Cuentan con el software para el modelado que son los principales como Autocad y Revit, además de comenzar a incorporar el 3dx Max y Lumion, todo para generar una mayor satisfacción al cliente. Esto tiene como finalidad generar una mayor optimización del presupuesto y cronograma de las obras realizadas.



*Ilustración 5. Modelo BIM implementado en la empresa actualmente.*

*Autor: Blanco M, Propio.*

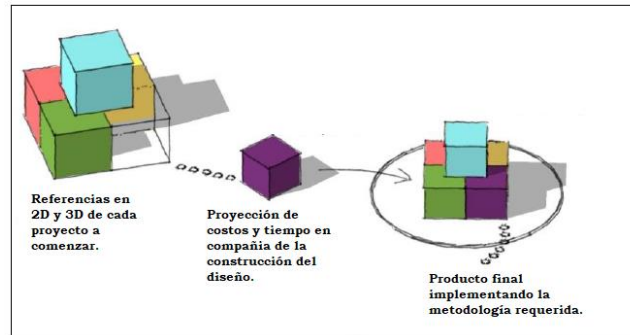
### 7.2.2. ¿Qué se quiere realizar?

Las obras realizadas en la empresa siempre han estado constituidos en entregar calidad del producto y satisfacción hacia el cliente siempre buscando ese principio de idoneidad hacia lo mejor, últimamente por este año y el anterior ha habido un decrecimiento de proyectos en los que el COVID-19 ha tenido un papel muy importante en el bajo rendimiento que ha tenido la empresa por lo que para mejorar se debe cambiar su metodología de trabajo.

De acuerdo a los problemas presentados anteriormente se está presentando una forma de implementación en la cual se puedan integrar todos los departamentos en una sola base



armónica en la cuales se puedan ahorrar costos y tiempos en el desarrollo de los proyectos en este, no solo aplicar esta teoría en las actividades de interventoría sino también en sus propios proyectos que han estado abriendo campo en la ciudad de Cartagena y que han ido creciendo a través de la costa, de la siguiente manera.



*Ilustración 6. Metodología a realizar en la Empresa.*

*Fuente: Blanco M., Propia.*

### **7.3.CUMPLIMIENTO DE LA NORMA ISO 19650**

La ISO que es la International Organization for Standardization presentó una norma de ámbito internacional en donde presenta especificaciones que las empresas deben tomar al momento de utilizar la metodología BIM en las ejecuciones de obras y proyectos, comenzando desde el diseño hasta la entrega de total satisfacción de la obra ejecutada. Esta se puede desarrollar en todo tipo de empresas y organizaciones especialmente las que realicen proyectos arquitectónicos. Por ahora solo se utiliza la ISO 19650-2 que presenta una serie de puntos ya que la ISO 19650-1 solo presenta el propósito y las definiciones de lo que es el BIM. Esta norma se puede utilizar en con diferentes fines:

- Aumentar el valor capital de la empresa por los proyectos.
- Agilizar el trabajo grupal.
- Generar los diseños de los proyectos de una forma rápida manteniendo la calidad.
- Mayor adquisición de obras arquitectónicas.

La ISO 19650-2 genera unas grandes recomendaciones que son altamente indispensables para mejorar el trabajo en equipo en cada empresa que lo use, presentando una mejor

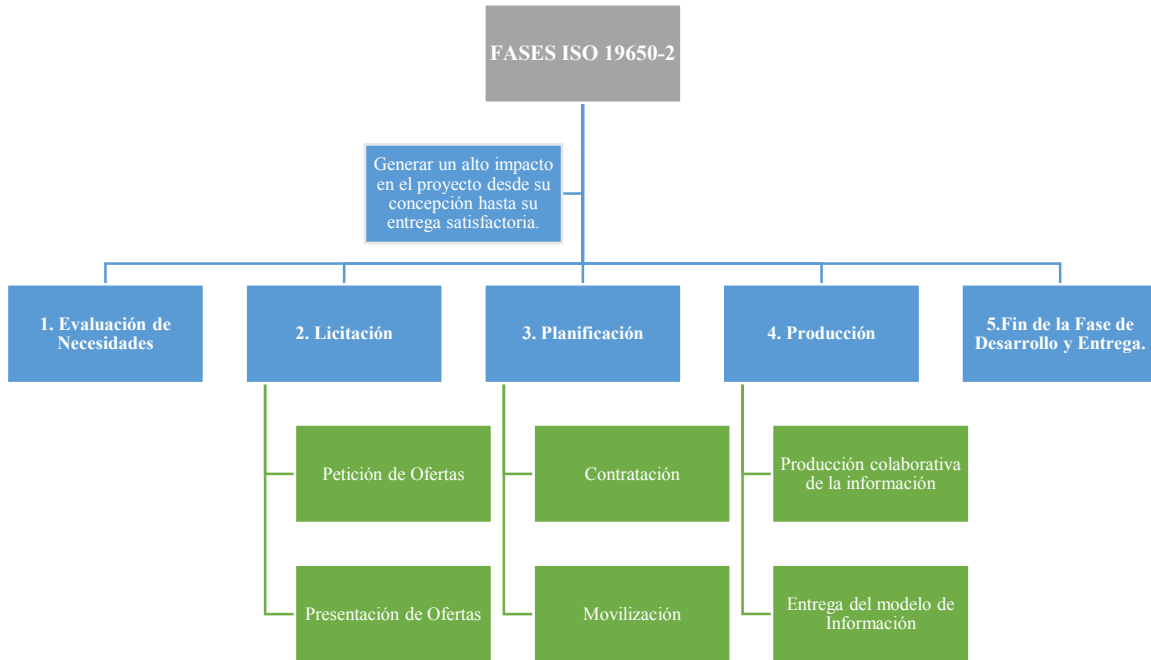


organización, un mayor cambio de ideas individuales y mayor autonomía y armonía entre todos los departamentos que estén incluidos en el proyecto a seguir. Esta se incluyó en todo el ciclo de vida de cada proyecto a realizar desde su planificación estratégica en su diseño hasta el final de los acabados en él. Esta debe ser tomada en cuenta por varios seguidores como son:

- Departamentos de la empresa.
- Gerente de los activos.
- Clientes de los proyectos.
- Consumidores del resultado final.
- Abastecimientos de la producción.

Al tener un aire más complementario se debe realizar una guía de detalles a los usuarios del proyecto para así adaptarlos a esta nueva metodología en función de sus necesidades y requerimientos personales e individuales que puedan tener, solo por algún punto haya un error y todo se puede desmoronar ya que se trabaja de una forma cíclica en todo el periodo de tiempo de la obras a realizar y de las interventorías a las cuales deba asistir, todo esto se hará para presentar un resultado más eficaz en el cual todo el equipo esté vinculado de una forma especial. (López, 2017)

La ISO 19650-2 funciona de la siguiente forma:



**Tabla 3. Fases de la Implementación de la Norma ISO 19650-2.**

*Fuente: ATBIM (2020)*

## 7.4. PROPUESTA DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM

### 7.4.1. Beneficios

- Partiendo del principio fundamental de que una de las finalidades más importantes de la empresa es satisfacer las necesidades y requerimientos del cliente, la implementación del modelo BIM priorizará la participación activa y concertada del usuario a través del trabajo mancomunado y eficiente de todas y cada una de las áreas mediante la escucha como análisis, planeación y desarrollo de las estrategias necesarias para el desarrollo de procesos en paralelo que permitan llegar a una solución completa de la necesidad del ser, teniendo presente que él mismo será la pieza fundamental o brújula para guiar todo y cada uno de los procesos.
- Esta propuesta le abriría puertas de desarrollo y reconocimiento a la empresa en la Costa Caribe, generando mayores ingresos que han sido recortados por el COVID-19 en este par de años y colocándola en el mapa de la vanguardia tecnológica a los ojos de una región y un país que está siendo anticuado en el manejo de nuevas plataformas de implemento organizacional.



- Cada elemento fundamental de la constructora como el talento humano estarán mejor equipados a la hora de despegar de forma individual hacia el mundo, generando más pro actividad en los proyectos que se generen a partir de ahora; en estos momentos la empresa maneja solo en una parte el Modelo BIM, por lo que una parte de ellos maneja los conceptos, se quiere es que se maneje de manera global en la empresa.
- Todas las formas de procesamiento de datos deberán actualizarse, además de que se generaría una mejor infraestructura interna entre ellos.

#### 7.4.2. Modelo de Implementación

Partiendo de los 3 modelos existentes en la Metodología BIM que son:

- **Modelo A:** Cambio en el equipo que conforma la empresa realizando un cambio de personas expertas en el manejo del BIM.
- **Modelo B:** Completa compra e incorporación de equipo tecnológico que ayude a introducir el BIM en la corporación.
- **Modelo C:** Preparación del personal profesional que se encuentra en la empresa la cual va enfocado hacia el BIM.

Viendo todos los pormenores que debe tener cada modelo, el mejor que se puede utilizar en la empresa estudiada es el Modelo C, ya que como se ha indicado anteriormente, se están adquiriendo equipos de modelado BIM por lo cual se necesita que todo el personal operativo y de diseño se ilustre para manejar mejor la metodología mencionada y así generar mayores ingresos en esta.

#### 7.4.3. Fases de Implementación

Al ser usado el Modelo C se deberá realizar 3 fases organizacionales que irán de forma escalada la cuales son:

- **Fase 1:** En esta fase, se establecerá con recursos humanos una serie de clases y diplomados con cada departamento de la empresa constructora para así determinar los roles que manejara cada elemento de la empresa a partir de la decisión de cambiar el modelo estratégico.





- **Fase 2:** Se determinara los procesos que se verán afectados por el cambio, se puede decir que serán todos los procesos que se han ido realizando anteriormente ya que se ha usado el modelo antiguo CAD y de autonomía en cada departamento constructivo.
- **Fase 3:** Se utilizara un proyecto piloto de vanguardia para así corroborar lo aprendido. (CADBIM3D, 2017)

#### 7.4.4. Construcción de los perfiles BIM que conformaran la empresa

Ya que esta es una propuesta la cual no ha involucrado encuestas con el personal operativo, podremos deducir los perfiles BIM de acuerdo a las funciones que tiene cada miembro de la empresa dependiendo del organigrama presentado y de la información que adquirirán al final de las inducciones que realizaran, por lo que no están obligados a hacerlos de esta manera:

##### 7.4.4.1. Equipos y Perfiles BIM

Al momento de realizar los diversos proyectos deben contar con los mismos parámetros de continuidad en los planes piloto hasta que el modelo este tan constituido que se pueden revertir los equipos y trabajen como un solo núcleo de trabajo en el ciclo de vida del proyecto a realizar:

- **Equipo Promotor (CLIENT TEAM):** Aquí podemos clasificar a todos los clientes (CLIENT/OWNER) que vienen a buscar un servicio en la empresa, esta persona o conjunto de personas estarán siempre como colaboradores del proyecto.



*Ilustración 7. Entrada del Cliente promotor del proyecto.*

*Autor: Choclán A.*



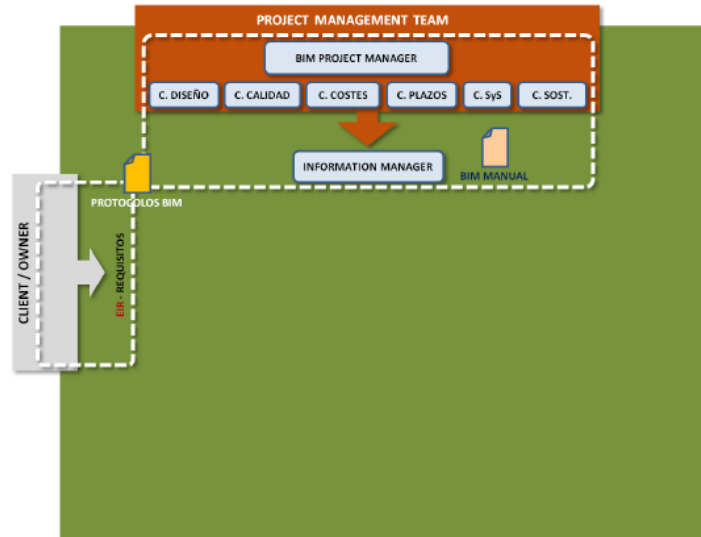
- **Equipo de Gestión del Proyecto (PROJECT MANAGEMENT TEAM):** Este grupo lidera el proyecto en sí, en la cual se elige un director nombrado por el cliente y por la conformación del grupo, en los que tiene diversas funciones algunas de ellas son:
  - ✓ Desarrollar el protocolo BIM con sus objetivos y alcances en el proyecto.
  - ✓ Realizar todo el papeleo judicial de este así como el presupuesto a acordar de él.
  - ✓ Realizar seguimientos a esta asociación.

Al desarrollar este punto se nombraría en el PMT como integrantes:

- ✓ Al Accionista Mayoritario.
- ✓ Al Revisor Fiscal a cargo.
- ✓ Al Consultor Jurídico.
- ✓ Al Gerente General de la Empresa a cargo.

De los cuales el cliente preferiblemente usara al accionista mayoritario como responsable del PMT o **Director del Proyecto BIM** (BIM PROYECT MANAGER).

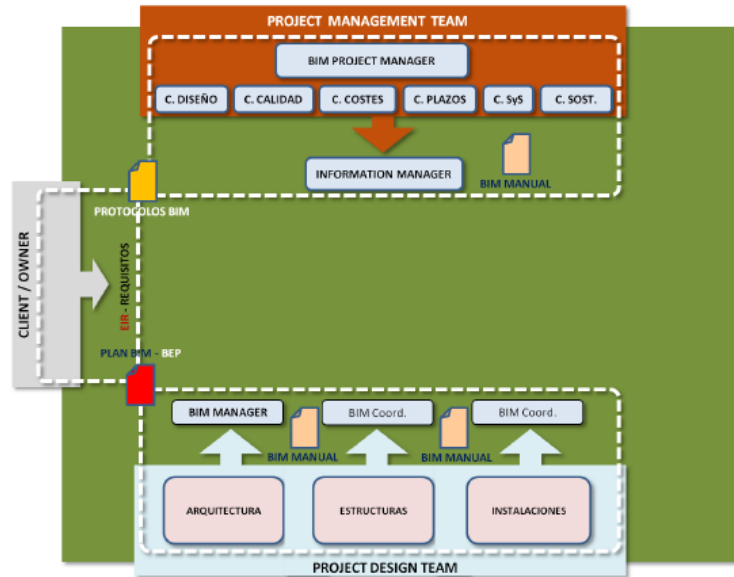
Además de tener un **Director de la Gestión de la Información** (INFORMATION MANAGER) el cual se encargara en mantener la información completa del proyecto al día en las cuestiones jurídicas y de diseño, el ancla entre los demás equipos conformados y este, se encargaría la Gerencia General con el Consultor Jurídico.



*Ilustración 8. Ingreso del PMT al Proyecto.*

*Autor: Choclán, A.*

- **Equipo de Diseño del Proyecto (INTEGRATED DESIGN PROJECT TEAM):**  
Son los encargados de realizar y aprobar el diseño arquitectónico de trabajo a realizar, sus costos directos e indirectos y realizando la programación que se llevaría a cabo al realizarlo.  
Este grupo está liderado por el **Director Técnico BIM (BIM MANAGER)** que aprobará todo lo que realice el **Director de la Gestión de Diseño (LEAD DESIGNER)**.  
Estos en la empresa constructora serían la Gerencia Administrativa como BIM MANAGER y el asistente administrativo con los arquitectos encargados de diseño como LEAD DESIGNER.



*Ilustración 9. Ingreso del IDPT.*

*Autor: Choclán, A.*

- **Equipo de Construcción y Mantenimiento (CONSTRUCTION AND FACILITY TEAM):** Este sector es el que realiza la ejecución y finalización con entrega satisfactoria del proyecto, en compañía de todos los demás equipos formando un entorno altamente colaborativo entre todos.

Este equipo también tiene su director llamado **Director de la Gestión de la Construcción** (LEAD CONSTRUCTION) el cual su principal función es garantizar que el diseño sea ejecutado en el tiempo estipulado y sin generar mayores costos de lo concertado hacia el cliente por el PMT.

Siendo así, en la empresa mencionada serían los Residentes de Obra que tiene la empresa para solventar los proyectos que se avecinan. (Choclán, 2017)

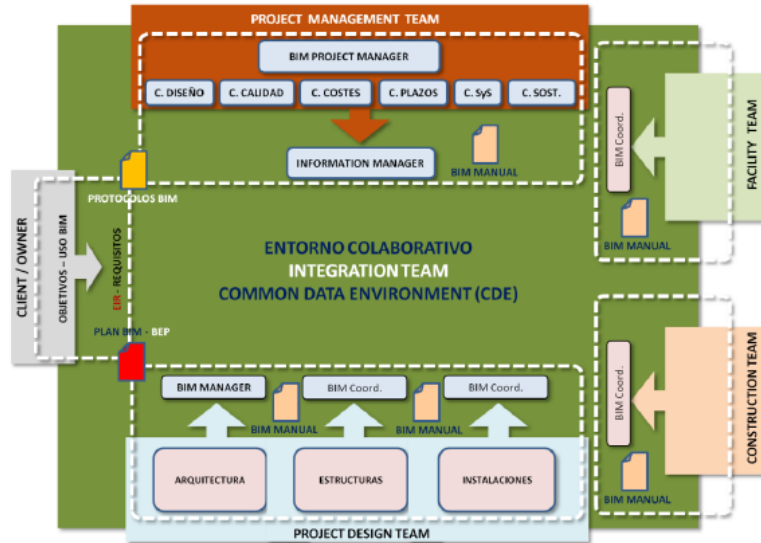


Ilustración 10. Entorno Colaborativo en el BIM.

Autor: Choclán, A.

#### 7.4.4.2. Norma ISO 19650 en los Grupos BIM

Siguiendo la NORMA ISO 19650 en lo pactado anteriormente cada equipo como paso a paso del proyecto sigue los parámetros estipulados en esta de la siguiente forma:

##### 1. EVALUACION DE LAS NECESIDADES:

Aquí entra el Equipo Promotor (CLIENT TEAM) estos analizan la necesidad que tienen de realizar algún proyecto, su causas y que consecuencias positivas a sus carencias podría resolver la obra.

##### 2. LICITACIÓN:

El Equipo de Gestión del Proyecto (PROJECT MANAGEMENT TEAM) ingresa a etapa en la cual el cliente los busca para dar solución a la necesidad que se tiene, presentan su oferta y que ganancias tienen al realizar la obra con la empresa, estos a su vez dan su visto bueno de manera legal y presupuestaria de si genera beneficios a la compañía.



### **3. PLANIFICACIÓN:**

Ingresa el Equipo de Diseño del Proyecto (INTEGRATED DESIGN PROJECT TEAM) la cual tiene la misión de realizar el diseño final en compañía del cliente acerca de lo que quiere para su construcción, todo esto trabajando de forma colaborativa con el PMT.

### **4. PRODUCCIÓN:**

Se incorpora el Equipo de Construcción y Mantenimiento (CONSTRUCTION AND FACILITY TEAM) que como su nombre lo indica edifica los diseños aprobados por todos los equipos mencionados anteriormente, atendiendo recomendaciones de ellos para una mejor calidad de servicio.

### **5. FIN DE DESARROLLO Y ENTREGA:**

Después del gran trabajo colaborativo entre los equipos se entrega un trabajo con garantía y calidad de servicio, con menos costos y menor tiempo de servicio.



## 8. CONCLUSIONES

En los últimos años el CAD ha ido en baja en el mundo principalmente por la crisis financiera que ha ocurrido a principio de milenio y estallo con la pandemia del COVID-19, por lo que hemos concluido que se debe tener nuevos aires en el ámbito de la construcción.

Estos nuevos aires requieren nuevos planteamientos desde el ámbito de recursos y talento humano hasta en el desarrollo de nuevos software que ayuden a alivianar los problemas, inquietudes y retrasos que se desarrollen en las obras desde su inicio, desarrollo y completa terminación.

Desde el año 2016 con la creación de la Sociedad BIM en Colombia, se ha tratado de implementar estrategias que sean más asequibles para los profesionales emergentes, pero todavía no es suficiente por todos los costos elevados que influyen en la educación del país (López, 2017).

En base al análisis realizado, se ha logrado determinar que en la costa caribe seria de las primeras veces que se implementaría la metodología BIM estableciendo un hecho histórico en la nueva era de la priorización y ejecución de actividades mancomunadas que logren el establecimiento del proceso simbiótico entre diferentes áreas de la empresa, generando de dicha manera un ejemplo a seguir en toda la zona norte de Colombia.

En la empresa estudiada, la propuesta se ha ido implementado poco a poco en ciertas áreas que se ha estado manejando, comenzando con interventoría pero se proyecta para finales del año 2022 tener completa una unificación de todas las zonas de esta para un mejor rendimiento después del bajo rendimiento por pandemia, lo cual esta propuesta es altamente importante para ella y además genera un interés mediático en su metodología.

Ciertamente nos enfocamos solo en la aplicación en BIM pero no hay que dejar de lado que al volverse este modelo más universal debe cumplir ciertos parámetros que garanticen su alta calidad por lo que la NORMA ISO 19650 esta enfocándose de forma activa en esta metodología, los dos como una sola formula son un éxito que se puede plantear a todos los ámbitos de esta profesión, generando buenas referencias de esta aunque solo tenga un año de emerger para salvaguardar el BIM.



## 9. RECOMENDACIONES

Al culminar este proyecto podemos realizar unas recomendaciones a seguir por la empresa y también para otras empresas que quieran seguir el modelo BIM para el futuro.

- Como Ingenieros Civiles se debe echar un vistazo hacia el futuro, el modelo CAD ya está llegando a un punto de quiebre por el alza de costos y pérdida de tiempo que genera y más con la crisis financiera mundial que ocurrió con el COVID-19 en la cual nos enseña que se debe trabajar de una forma más armónica y unificada.
- El modelo BIM debería ser instaurado en la Empresa a través de charlas y diplomados gestionados por Recursos Humanos hacia los empleados de la empresa para su completo conocimiento y así no tener inquietudes a la hora de aplicarlos en los proyectos arquitectónicos en donde se necesite.
- La mayor dificultad para la transición es la resistencia a ella por eso se debe tratar con cada elemento de la empresa el cambio a realizar, ya que si solo uno se está resistiendo a la variación de panorama no funcionará la metodología completamente, generando resultados nada buenos en la compañía.
- La Norma ISO 19650 deberá tomarse en cuenta de ahora en adelante ya que muestra de una forma organizada como mejorar los recursos de la empresa utilizando el BIM aunque esa una norma que todavía está en evolución, presenta altos lineamientos que generan éxito.
- El que se esté haciendo una propuesta con BIM no quiere decir que los antiguos métodos sean de un modo totalmente erróneos pero una completa armonía en todos los gremios producirá mayores beneficios que es el principal objetivo de la empresa que se estudió.





## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arquitectura, K. (2020). *¿QUÉ ES EL BIM?* Obtenido de <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
- Asis, J. C. (Agosto de 2021). *ASIS CONSTRUCTORA SAS*. Obtenido de <http://www.asisconstructora.com/>
- ATBIM. (22 de Enero de 2020). *Esquema sistemático de la Norma ISO 19650-2*. Obtenido de <https://atbim.com/descarga-pdf-esquematico-de-la-norma-iso-19650-2-bim/>
- Bahamon, M., Botero, A., & Salazar, D. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM CON EL PROGRAMA REVIT PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO URRUTIA*. Ibagué: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Blanco, M. (2018). *CAMBIANDO EL CHIP EN LA CONSTRUCCIÓN, DEJANDO LA METODOLOGÍA TRADICIONAL DE DISEÑO CAD PARA AVENTURARSE A LO MODERNO DE LA METODOLOGÍA BIM*. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.
- CADBIM3D. (2017). *PLAN DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA BIM*. Obtenido de <https://www.cadbim3d.com/2017/03/plan-de-implantacion-de-metodologia-bim.html>
- Castro, G. (09 de Junio de 2010). *FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/Giovannycastromz/fuentes-y-tecnicas-de-recoleccion-de-informacion>
- Cerón, I., & Liévano, D. (2017). *PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA BIM EN EL CICLO DE VIDA EN UN PROYECTO*. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.
- Choclán, A. (2017). *ROLES EN PROCESOS BIM*. Valencia, España: es.BIM.



D'amato, N. (2010). *BUILDING INFORMATION MODELING*. Medellín: Universidad EAFIT.

De la Peña, M., & Rodríguez, M. (2020). *MODELO 3D DE LAS MURALLAS DE CARTAGENA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM, INTEGRANDO INFORMACIÓN ESPECÍFICA SOBRE SU ESTADO DE CONSERVACIÓN EN EL TRAMO COMPRENDIDO DESDE EL BALUARTE DE SAN MIGUEL HASTA EL BALUARTE DE SANTA TERESA*. Cartagena: Universidad de Cartagena.

Echavez, L., & Poveda, J. (2020). *MODELACIÓN 3D DEL CORDÓN AMURALLADO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS*. Cartagena: Universidad de Cartagena.

EINFORMA.COM. (4 de Octubre de 2021). *EINFORMA.COM*. Obtenido de [https://www.einforma.co/servlet/app/portal/ENTP/id\\_sess/00053947310000094285290000037046/screen/SProductoClienteWeb/prod/AVISO\\_CONSUMO/prod\\_most\\_rar/INF\\_BASICA\\_REGISTRADOS/saldo/0/nif/1700252124200000/mostrar\\_aviso/1/prod/INF\\_BASICA\\_REGISTRADOS/](https://www.einforma.co/servlet/app/portal/ENTP/id_sess/00053947310000094285290000037046/screen/SProductoClienteWeb/prod/AVISO_CONSUMO/prod_most_rar/INF_BASICA_REGISTRADOS/saldo/0/nif/1700252124200000/mostrar_aviso/1/prod/INF_BASICA_REGISTRADOS/)

Fonseca, E., & Gómez, O. (2020). *MODELADO 3D DEL TRAMO DE MURALLA ENTRE LOS BALUARTE DE SAN JOSÉ Y SANTA BÁRBARA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM PARA INTEGRAR INFORMACIÓN ESPECÍFICA SOBRE SU ESTADO DE CONSERVACIÓN*. Cartagena: Universidad de Cartagena.

García, C., & Torres, E. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS BIM 5D Y LÍNEAS DE BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL, CASO DE ESTUDIO; MZ. 72 BARRIO BICENTENARIO*. Cartagena: Universidad de Cartagena.

García, J. (2017). *METODOLOGÍA BIM EN LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. ESTUDIO DE 6 VIVIENDAS ADOSADAS EN GILET*. Valencia, España: Universitat Politecnica de Valencia.

Inc., A. (2014). *MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN BIM*. San Rafael, California, E.E.U.U.



- Lopez, L. (2017). *PLANTEAMIENTO DE UNA ESTRATEGIA DE INCLUSIÓN DE BIM PARA EMPRESAS MEDIANAS DE ARQUITECTURA EN LA ETAPA DE DISEÑO*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Manriquez, S. (Enero de 2020). *¿QUÉ ES EL ISO 19650?* Obtenido de [https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2020/01/20191217\\_Presentaci%C3%B3n-ISO-19650-y-EBPPP\\_v01.pdf](https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2020/01/20191217_Presentaci%C3%B3n-ISO-19650-y-EBPPP_v01.pdf)
- Mosquera, A., Hernández, D., Donato, D., & Cuchimba, K. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA EMPRESA W&D OBRAS Y SERVICIOS S.A.S. EN LA POSTULACIÓN DE PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA*. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Pinzón, H. (2020). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL PROYECTO CARRA-CUSEZAR PARA LA SUPERVISIÓN TÉCNICA EN ETAPA DE ESTRUCTURA*. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia.
- Raffino, M. (04 de Agosto de 2020). *TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN*. Obtenido de <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>
- Rivas, L., & Rada, M. (2020). *OPTIMIZACIÓN DE LAS LABORES DE INTERVENTORÍA MEDIANTE EL USO DE UN SOFTWARE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)*. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Sabino, C. (1992). *EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN*. Caracas, Venezuela: Panapo.
- Structuralia. (2019). *COMO ABORDAR LA IMPLANTACIÓN BIM EN MI EMPRESA*. Obtenido de <https://blog.structuralia.com/como-abordar-la-implantacion-bim-en-mi-empresa>
- Structuralia. (2019). *GUIA PASO A PASO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN ORGANIZACIONES*. Madrid, España.
- Toribio, R. (2019). *NORMA ISO 19650: UN ESTÁNDAR GLOBAL PARA BIM*. Obtenido de <http://blog.triart.com.do/2019/03/07/norma-iso-19650/>