



# UNIVERSIDAD LA SALLE

---

---

## FACULTAD DE NEGOCIOS

Con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la  
Secretaría de Educación Pública según acuerdo número 954318  
de fecha 30 de octubre de 1995

### ESTUDIO DE CASO

“Coordinación de especialidades para la optimización de interferencias BIM en  
despacho de ingenierías de instalaciones”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN

PRESENTA:

Luis Daniel Ramos Araiza

Asesor: Dr. Cesaire Chiatchoua

Ciudad México.

2022

Ciudad de México a 21 de enero de 2022

MTRA. ANA MARCELA CASTELLANOS GUZMÁN  
DIRECTORA DE GESTIÓN ESCOLAR  
UNIVERSIDAD LA SALLE  
P R E S E N T E

Le informo que el (la) C. **LUIS DANIEL RAMOS ARAIZA** Egresada (o) de la Facultad de Negocios de la UNIVERSIDAD LA SALLE, de la **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN** con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación Pública acuerdo número 984030 de fecha de 19 de febrero de 1998.

Ha elaborado el trabajo Elaboración de un Estudio de Caso titulado: **“Coordinación de especialidades para la optimización de interferencias BIM en despacho de ingeniería de instalaciones”**. De conformidad con la modalidad para la obtención de grado aprobada para esta Maestría de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del Sistema Educativo de las Universidades la Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo la conducción del Dr. Cesaire Chiatchoua quien fungió como asesor tiene la calidad suficiente para ser la base de sustentación de su Examen de Grado por lo que se le autoriza presentarlo.



Mtro. José Ramón Barreiro Iglesias  
Director Facultad de Negocios

## DEDICATORIA

A mis padres, que son ellos quienes me han apoyado e impulsado a superarme día a día, son ellos quienes han visto el potencial en mi y apoyado a explotar cada parte de él. Gracias por ser como son conmigo, por ello agradezco la persona que soy hoy en día.

A mi hermano, quien, de igual manera me ha ayudado en este tramo de la vida, sin importar el tiempo invertido, parte fundamental de este logro y me ha abierto el panorama de distintas maneras de como seguir adelante en cada obstáculo que se presente.

A mi institución, quien me ha dado las herramientas necesarias para afrontar la vida laboral con una licenciatura y ahora, brindándome una herramienta más como lo es la espacialidad y maestría; su tiempo, atenciones y humanidad que me han brindado a lo largo de mi vida académica.

## Índice de contenido:

INTRODUCCIÓN .....	6
OBJETIVOS .....	7
<b>General</b> .....	7
<b>Específicos</b> .....	7
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	7
<b>Justificación</b> .....	18
PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	20
<b>TEORÍAS</b> .....	23
<b>ESTADO DEL ARTE</b> .....	26
MARCO CONCEPTUAL.....	29
<b>Antecedentes</b> .....	29
<b>Situación Actual</b> .....	32
ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN .....	36
CONCLUSIONES .....	38
FUENTES DE CONSULTA.....	41

## Índice de Tablas:

TABLA 1 .....	11
TABLA 2 .....	12
TABLA 3 .....	13
TABLA 4 .....	13

TABLA 5 ..... 14

TABLA 6 ..... 15

TABLA 7 ..... 15

TABLA 8 ..... 16

TABLA 9 ..... 17

TABLA 10 ..... 17

**Índice de Figuras:**

**DIAGRAMA INTERACCIÓN BIM..... 9**

**COMBINACIONES DE INTERFERENCIAS ..... 24**

**ANÁLISIS FODA..... 35**

**DIAGRAMA DE ISHIKAWA..... 36**

## 1. Introducción.

Este trabajo muestra que el uso de la metodología BIM (Building Information Modeling/Modelado de Información de Construcción) ayuda a la resolución de interferencias de especialidades en la etapa de proyecto, esto mediante una coordinación de todas las especialidades involucradas, con la ayuda de las herramientas 3D, ya que las herramientas que normalmente se manejaban en 2D, no muestran un grado de coordinación adecuado para los tiempos que los clientes o inmobiliarias buscan en los mercados de hoy, la metodología BIM ayudará a la resolución de conflictos en proyecto para que las repercusiones en obra sean mínimas o en su defecto no se tengan; hablando en cuestión de interferencias.

En este documento se aplicará una metodología cualitativa con la intención de describir cada una de las ideas que se buscan demostrar con esta investigación. Para la obtención de datos, se realizará una encuesta a diversas personas involucradas en el medio, tanto ingenieros como arquitectos encargados de edificios de departamentos principalmente, cada uno de los datos será analizado con base a la cantidad de respuestas en las que coincidan y así se podrá reflejar la tendencia que actualmente BIM está teniendo en el medio.

Para la aplicación de esta encuesta se hará usando un corte transversal, ya que este estudio se enfoca en este momento, en el que la demanda de edificios inmobiliarios se está dando al alza y la implementación de la metodología BIM está en auge, por lo que la encuesta se realizará en un tiempo específico del 10 al 14 de agosto de 2020.

El rápido crecimiento poblacional que se ha tenido en la Ciudad de México, ha obligado a que las empresas inmobiliarias tengan que desarrollar edificios departamentales, ya que desarrollos horizontales no son factibles por el poco espacio que se tienen o las restricciones de metros cuadrados a construir, no haciendo rentable la construcción y mejor optar por una edificación vertical, el rápido desarrollo ha llevado a la ejecución continua de proyectos y la implementación herramientas que ayuden a mejorar los proyectos y eficientizar los tiempos y costos en obra.

## 2. Objetivos

### 2.1. General.

- Estructurar una coordinación de especialidades mediante el uso de la metodología BIM, para la optimización de interferencias en proyecto.

### 2.2. Específicos.

- Identificar las especialidades involucradas en un despacho de ingeniería.
- Visualizar puntos específicos que permitan optimizar las interferencias.
- Determinar la manera de coordinar a las especialidades dentro de un proyecto.

## 3. Descripción del problema.

La construcción en nuestro país es de las principales actividades que apoyan al movimiento de la economía, es por ello que en las grandes ciudades, las inmobiliarias han tomado un papel importante, ya que éstas son las principales responsables de construir conjuntos habitacionales, ya sean de manera horizontal o de manera vertical; actualmente en la Ciudad de México, la construcción de viviendas ha ido creciendo en desarrollos verticales debido a la falta de espacio horizontal, además de poder generar mayor número de viviendas, más metros cuadrados de construcción a vender y mayor utilidad o ganancia para la inmobiliaria que posteriormente le servirá para el desarrollo de otros conjuntos.

Al tener construcciones en puerta, se requiere de los servicios de inversionistas, arquitectos e ingenieros que puedan materializar las cosas, además de herramientas y tecnologías, tanto aplicables a la parte de proyecto como de la construcción; en la parte de proyecto de instalaciones, que es el tema que abordamos, anteriormente se trabajaba únicamente con restiradores, estilógrafos, escuadras etc., después y por muchos años se utilizó un programa llamado AutoCAD que solo mostraba un trabajo en planta (2D), por mucho tiempo únicamente se entregaban estos planos y se hacían pocos cruces en la etapa de proyecto, se vio en la necesidad de generar detalles de construcción o instalación de piezas a detalle para tener una mejor dimensionamiento, aún así, se generaban más dudas en obra por cuestiones de espacio o de despiece.

“Durante mucho tiempo en Colombia se ha manejado toda la información técnica de un proyecto a través de planimetrías en 2D sin ningún tipo de metodología que se preocupe por la sostenibilidad y la integración de un proyecto.” (Cerón, 2017, pág. 7)

Como todo se trabajaba en la plataforma de 2D, los planos salían relativamente rápidos, puesto que, en la parte de instalaciones, basta con trazar líneas a manera de representar la alimentación de agua, gas, trayectorias de desagüe, trayectorias eléctricas, así que no se hacían cruces de ingenierías, se sobreponían en planta para ver que no se ocupen las mismas trayectorias y si lo hacían, solo era en esas partes donde se daban niveles o en el mejor de los casos, en un corte, se planteaban todas las tuberías que pasaban por un pasillo, por ejemplo, en ese corte se daban las aturas por las que cada tubo debe de moverse, pero no era un proceso tan fino como el de ahora.

“Los modelos BIM también permitan verificar la “constructibilidad” de proyectos, que unido a un análisis del orden de los procesos constructivos y análisis de los recursos utilizados permiten hacer análisis de tipo ¿Qué pasa sí? para tomar mejores decisiones.” (Arboleda, 2016, pág. 35)

Sin embargo, para mejorar y/o reforzar la parte de proyectos, en todas las disciplinas, se comienza la implementación de la metodología BIM, esta metodología trae ciertos beneficios a los proyectos que se están gestionando cómo por ejemplo:

- Se utilizan elementos propios de ingeniería y de arquitectura.
- Detección y solución de conflictos en las diferentes fases del proyecto.
- Elaboración de mediciones y presupuestos.
- Elaboración de maquetas digitales.
- Engloba todas las partes del proyecto.
- Las modificaciones al proyecto se pueden ir visualizando en tiempo real.
- Se agilizan las modificaciones y detección de errores.
- Reducción del tiempo en cada tarea a corregir.

(Structuralia, Structuralia, 2018)

La metodología BIM es una metodología donde el trabajo es de manera colaborativa, en tiempo real a través del uso de herramientas de software para el modelado de edificios; “BIM logra centralizar toda la información de un proyecto en un único modelo, permitiendo estudiar todo su ciclo de vida, desde el diseño hasta su posterior demolición” (Barbieri, 2020)





- **Diagrama de Interacción BIM**

Imagen obtenida de (Méndez, 2019)

Dentro de la implementación de la metodología BIM, existen ciertos programas que se adecuan o pueden ser utilizados para la implementación de esta metodología como lo son:

- ArchiCAD 19.
  - Considerado el primer programa para implementar la metodología BIM, es una herramienta que genera modelos y presentaciones en 2D y 3D.
- Softplan.
  - Ofrece modelos BIM, así como crear documentos de construcción y listas de materiales.
- Chief Architect.
  - Cuenta con información en 3D, listado de materiales y documentos para ingeniería y construcción.
- Allplan.
  - Engloba todo el ciclo de vida del proyecto, desde los planes de ingeniería, construcción y costos.
- Autodesk Revit.

- Software mas utilizado, concibe 3 dimensiones de trabajo, visualización, simulación y coordinación.

(Structuralia, Structuralia, 2020)

Revit es la herramienta principal que usa la metodología BIM, la cual permite trazar las tuberías en planta y a su vez dando un parámetro de altura, ya que esta herramienta permite generar vistas en 3D, permitiendo tener un poco más de “tacto” con el proyecto arquitectónico y estructural, ir visualizando choches contra estas dos disciplinas y las demás instalaciones involucradas, sin embargo, el realizar todo esto lleva más tiempo del que anteriormente se hacía, los tiempos en el mejor de los casos se duplican, no obstante, los profesionistas que tienen más tiempo en este campo, no han podido cambiar la forma de trabajo, ya que no ven que si bien con esta herramienta se pueden minimizar los problemas en obra, se lleva más tiempo.

Tiempo que muchas veces los inversionistas no quieren dar puesto que para ellos el tiempo equivale a dinero perdido, tiempo en el que no se puede poner en marcha el arranque de obra y sus tiempos de apertura sean más lejano, haciendo que el retorno de inversión no sea el esperado.

“La estrategia de implementación también debe abordar el modo en que la nueva solución coexistirá inicialmente con las aplicaciones de diseño 2D y modelado 3D. Abandonar de forma masiva estas aplicaciones de diseño que van a ser sustituidas es poco práctico y, a menudo, poco acertado, pero a medida que se amplía la implantación, la estrategia también podría incluir planes para la retirada por fases de los sistemas antiguos, en caso necesario.” (Salinas, 2014, pág. 238)

Con esta investigación se busca crear conciencia acerca de la implementación de Revit con la metodología BIM, permitiendo así tener una mejor interacción entre todas las disciplinas involucradas en el proyecto, minimizar la duplicidad de elementos en planos y así no confundir en la etapa de construcción y no crear incertidumbre de lo que se debe de ejecutar, la implementación de esta herramienta pretende disminuir conflictos en obra, disminuir tiempos de ejecución, respetar en la medida posible los cronogramas de obra que muchas veces se pegan en los campers, haciendo que el control de avance se esté dando con respecto a lo planeado desde un inicio, sin embargo, si requiere un poco más de tiempo en la etapa de desarrollo del proyecto, para poder generar un afine más cercano por disciplina al proyecto que el inversionista

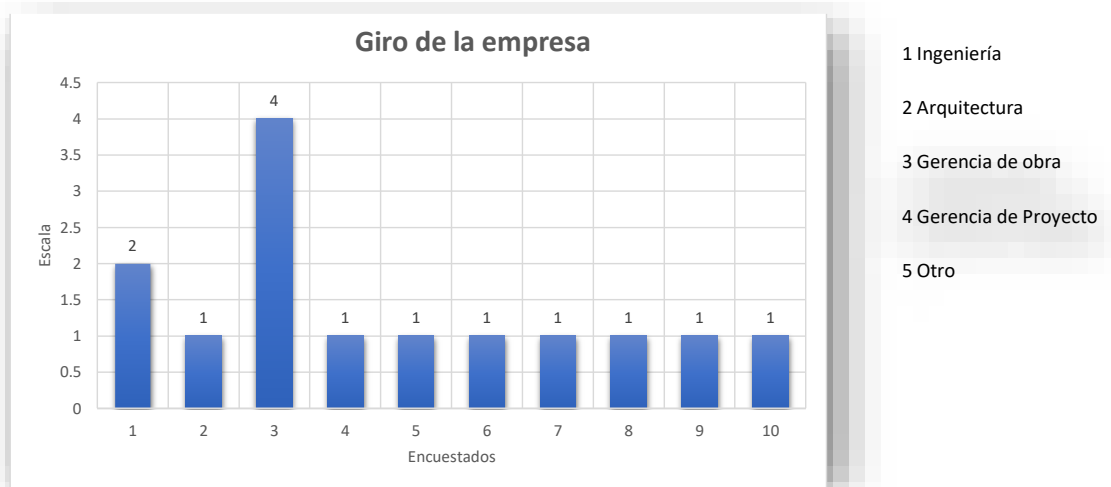
o cliente está esperando, a través de la coordinación que tanto se busca llevar ya a obra.

La interacción que cada disciplina tiene dentro de un proyecto es de igual importancia como la construcción de todo el edificio con el menor número de juntas para solución de conflictos en sitio, BIM consume tiempo para una buena planificación y acomodo de elementos, pero reduce costos inesperados por retrabajos, materiales no utilizados, material que se desecha, compras que se hacen y que al final no sirve o no se puede instalar por no visualizar mejores espacios, recorridos, etc. Por ello la implementación BIM puede sustituir, no al 100%, el uso de AutoCAD para la generación de planos para construcción.

“En conveniente el utilizar nuevas tecnologías en el proceso de diseño a la hora de hacer un proyecto ejecutivo de la manera más eficiente, para unificar y mejorar productividad y mejorar la calidad del proyecto que se entrega al cliente.” (Berdeja, 2017, pág. 4)

A continuación, se muestran unas tablas que muestran el uso de la herramienta BIM en sus empresas como en obras y sus implicaciones.

- **Tabla 1 Giro de la empresa.**



Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

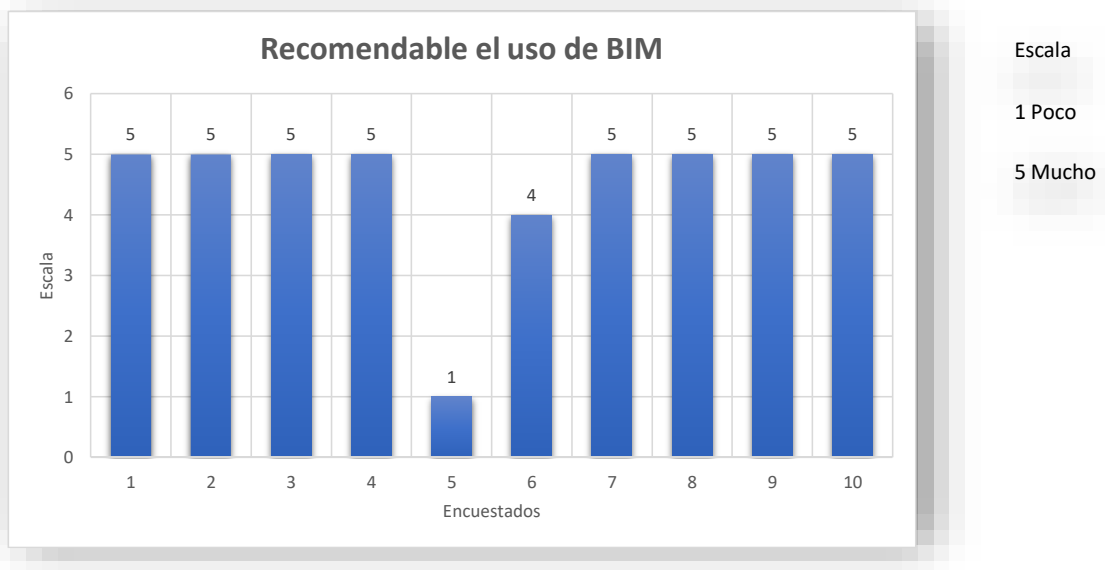
La encuesta se realizó a personas relacionadas con la construcción, ya sé que estén en la parte de proyectos, construcción o parte administrativa (gestión de obra o proyectos), dando como promedio que las empresas a las cuales se les hizo la consulta

están en despachos dedicadas a la parte de ingeniería 8/10, una persona en un despacho de ingeniería y otra en la parte de gerencia de proyectos.

Esto nos habla que, dentro de un proyecto, son más la parte de ingeniería que interviene para la realización del proyecto, ya sean ingenierías como: estructural, hidráulica, eléctrica, especiales, aire acondicionado, mecánicos, electromecánicos y por otro lado es el arquitecto del proyecto, uno de interiores y quien lleva la coordinación ya sea la misma parte de arquitectura o la gerencia de proyectos.

Al ser más la parte de ingeniería quienes se involucran en el proyecto, son más los ingenieros involucrados en la parte de BIM en esta etapa y los encargados no solo del cálculo sino del diseño y correcta ubicación de cada una de sus disciplinas.

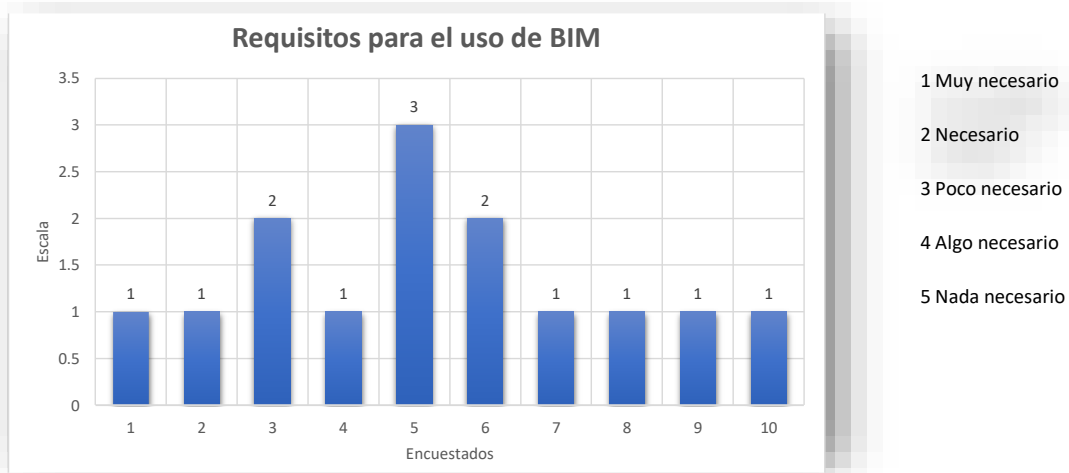
- **Tabla 2 Recomendable el uso de BIM.**



Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

En esta gráfica se muestra que el uso de la metodología BIM es altamente recomendable durante la etapa de proyectos, esto como bien se mencionaba para evitar y anticipar futuros conflictos en el proceso de obra.

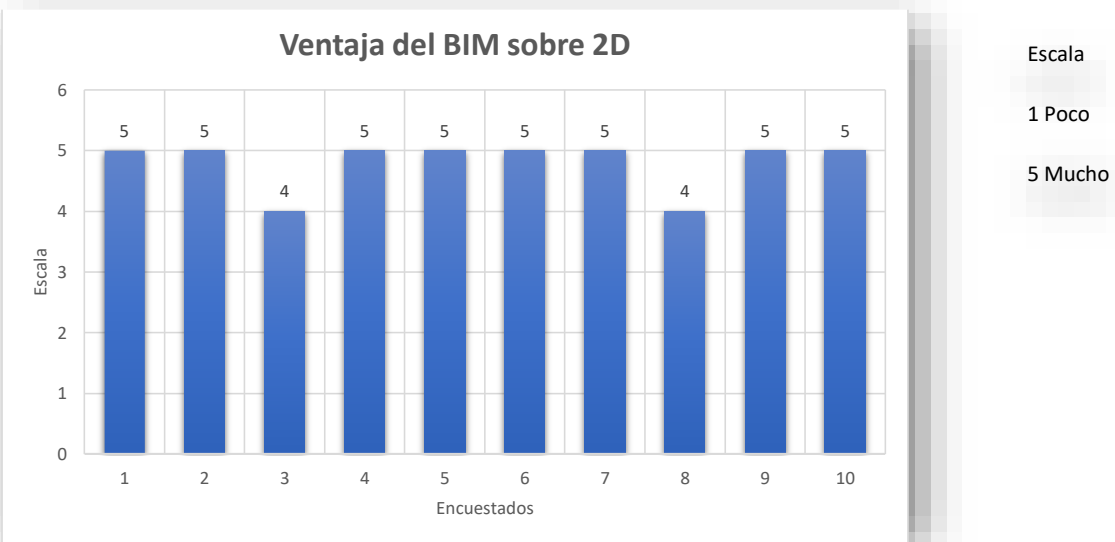
- **Tabla 3 Requisitos para el uso de BIM.**



Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

Los requisitos para usar la metodología BIM es muy necesaria según las personas encuestadas, ya que para esta metodología se deben de cumplir muchos puntos a lo largo de la vida del proyecto, desde la etapa de diseño hasta la etapa de construcción, todo un seguimiento.

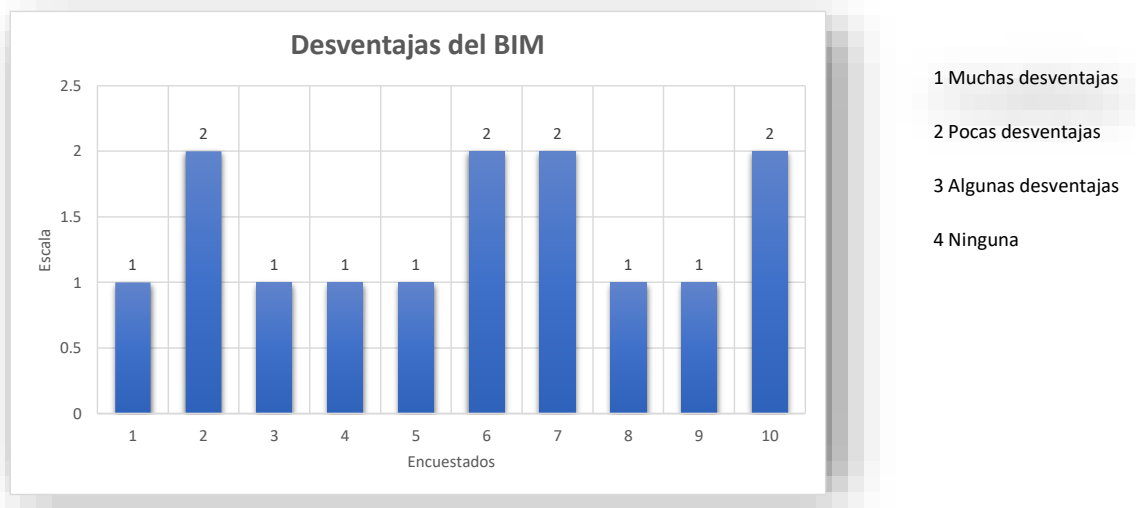
- **Tabla 4 Ventaja del BIM sobre 2D.**



Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

La transición que se debe de dar del 2D a 3D debe de darse a pasos agigantados, ya que las ventajas que tiene la metodología BIM son muy superiores a seguir trabajando los proyectos sobre 2D únicamente, esto ha sido visto por las personas encuestadas y dan fe de las ventajas obtenidas.

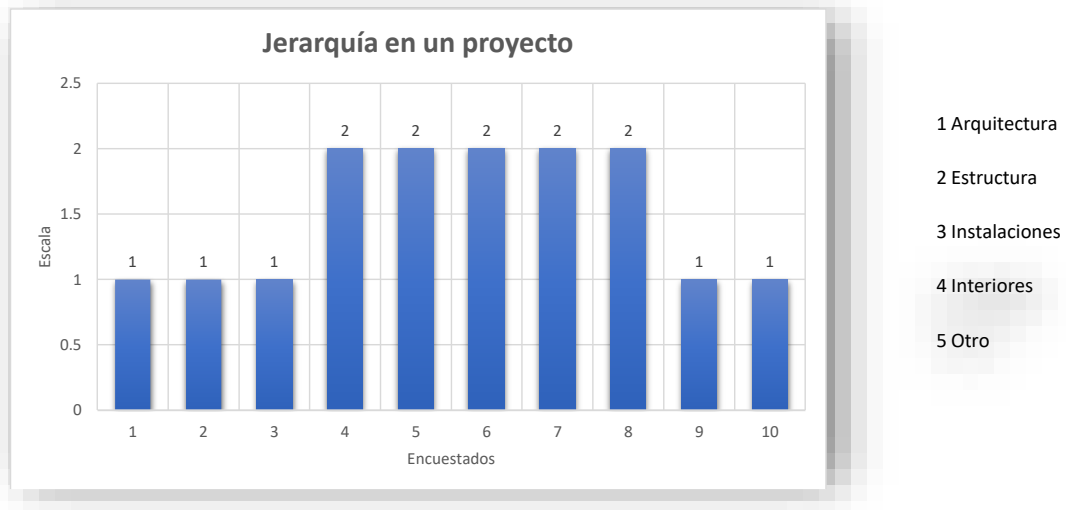
- **Tabla 5 Desventajas del BIM.**



Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

Las desventajas que le ven muchas veces es el tiempo de ejecución en el modelado, contra los tiempos que el medio exige, además de la infraestructura y capacitación que se le debe dar al personal, la transición que muchas empresas tengan que dar para implementar BIM.

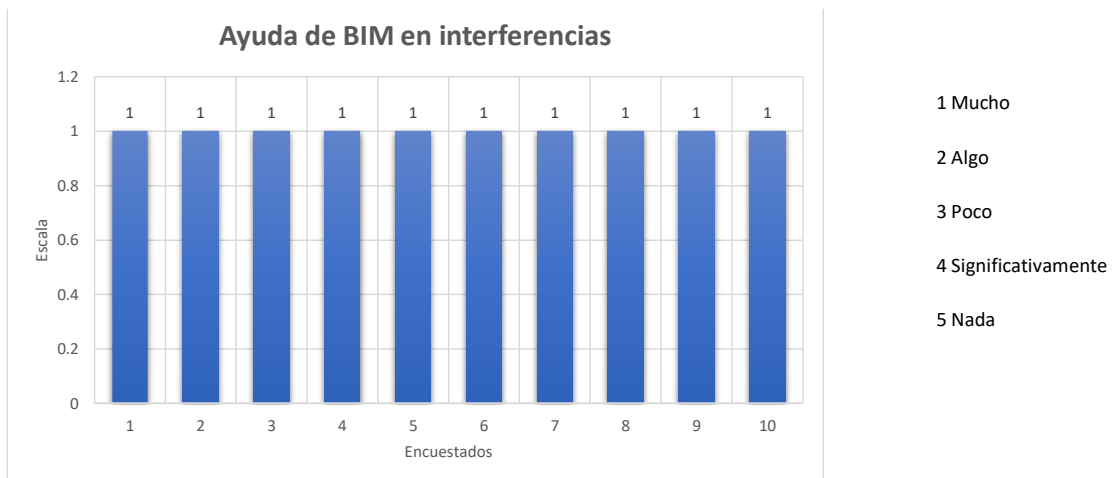
- **Tabla 6 Jerarquía en un proyecto.**



Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

Esta tabla un 50% mencionando que la parte arquitectónica tiene mayor importancia en el proyecto y el otro 50% menciona que es la parte estructural quien más importancia debe tener, recordando que fueron 8/10 ingenierías involucradas en esta encuesta, esto nos dice que muchas veces se tiende a la estética y a la seguridad en los proyectos.

- **Tabla 7 Ayuda de BIM en interferencias.**

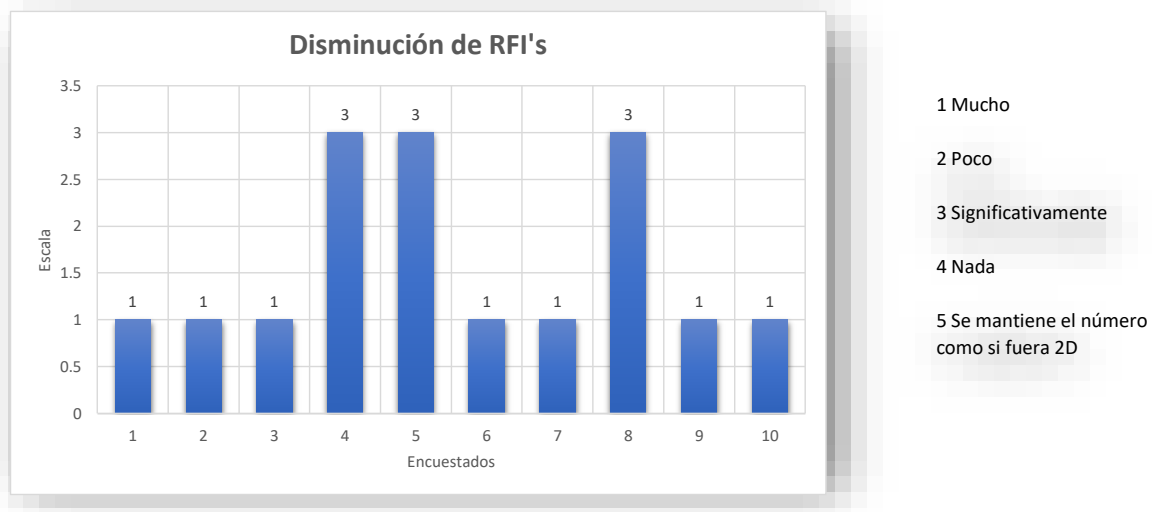


Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

Todos mencionan que la metodología BIM es efectiva para la detección de interferencias y así poderlas atender desde la parte de proyecto para así evitar

problemas al momento de la ejecución de obra, evitando sobre costos y sobre tiempos, haciendo que el área de proyectos de las soluciones a obra y esta salga en los tiempos que el cliente pide.

- **Tabla 8 Disminución de RFI's.**

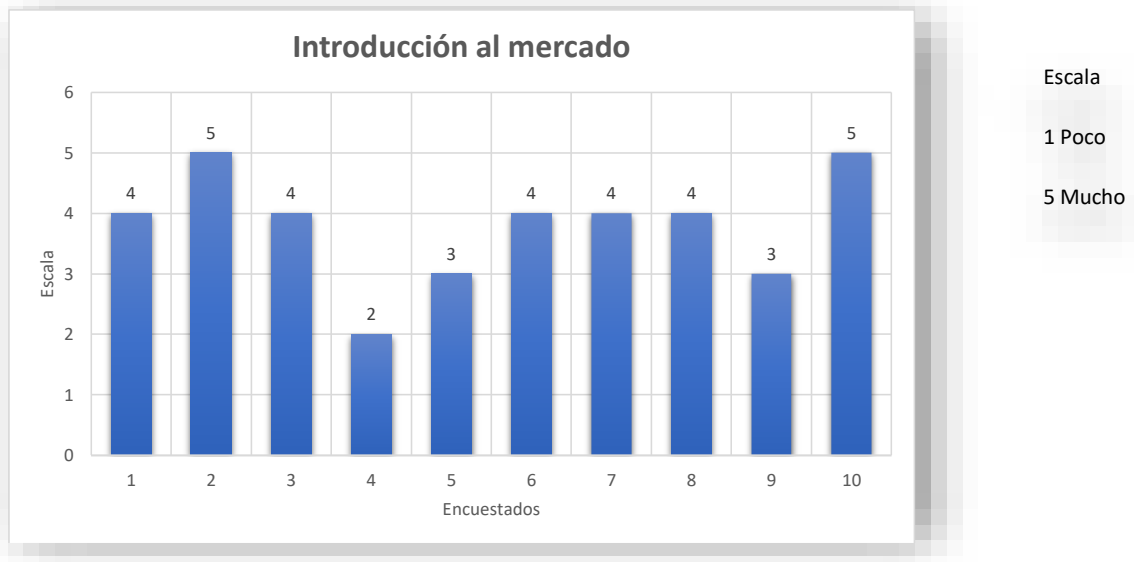


Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

Relacionada con la tabla anterior, los RFI's (Request For Information/Solicitud de Información) normalmente vienen de obra, estos se disminuyen al poder sacar detalles, visualizar elementos en el modelo y evitar mandar dudas y disminuir los tiempos en los que se da respuesta, los RFI no desaparecen ya que estos también son por especificaciones y fichas técnicas que no vienen como tal de BIM.



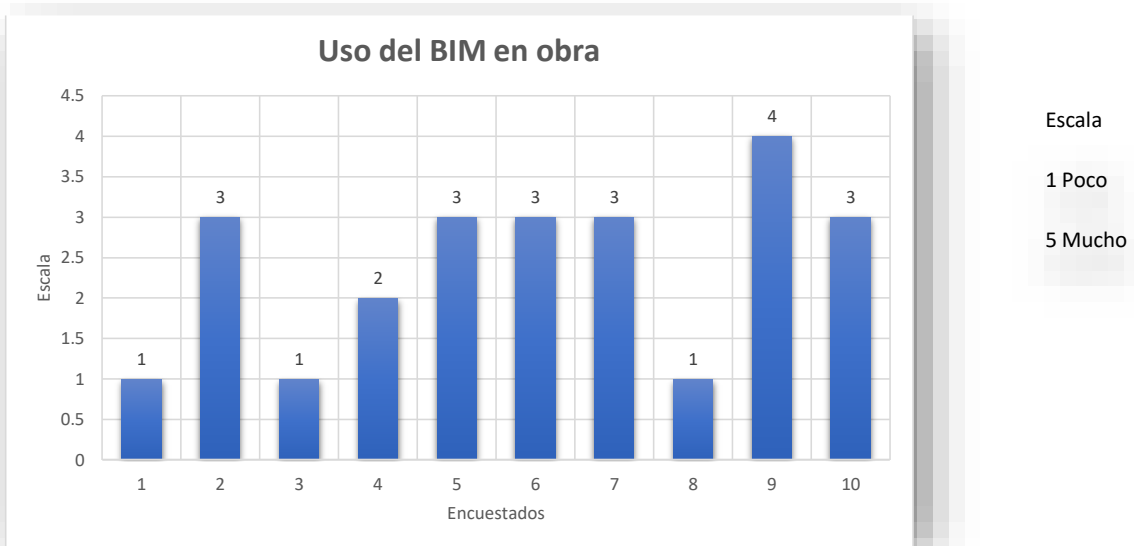
- **Tabla 9 Introducción al mercado.**



Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

La transición que se está teniendo del BIM al mercado tiende a ser mucha, por ello la transición del 2D al 3D se debe dar cada vez más continua y se debe dar mayor capacitación a las personas involucradas en los equipos BIM.

- **Tabla 10 Uso del BIM en obra.**



Elaboración propia con base a la encuesta aplicada, 2020

A pesar de que la metodología BIM es parte de toda la vida del proyecto, diseño y ejecución, su implementación en obra es poca, haciendo que todo el esfuerzo de coordinación y ubicación de las tuberías se vea opacada y en ciertas formas inutilizadas ya que en obra está acostumbrado a únicamente implementar planos impresos o digitales, no usar equipos para el uso de modelos BIM, haciendo así que la calidad que se logró desde proyecto y la que el cliente muchas veces realiza recorrido virtuales, no sea la misma que se ejecutará en obra.

### **3.1. Justificación.**

El tener un proyecto coordinado desde la etapa de proyecto, puede ayudar a tener un mejor control de costos, tanto en las veces que se esté ejecutando el proyecto, ya que la mayoría de las empresas realizan los pagos contra entrega, así que mientras menos movimientos se tengan en proyecto, el costo de este será menos; cuando se llega a la culminación de proyecto y ya se requiere la entrega de una lista de materiales o catálogo de conceptos, el catálogo de conceptos puede salir del Revit, una de las ventajas de utilizar la herramienta BIM, por lo cual al momento de tener el proyecto coordinado, la volumetría, piezas y tramos de tubería no tendrían una variación de cantidades ya en obra, lo cual hace que en temas de costo disminuyan, no se tengan sobrecostos por adquisición de material para realizar movimientos en sitio para poder resolver ciertas interferencias.

“Hay que tener en cuenta que vivimos en un sector en el que muchas veces no se dispone de todo el tiempo que se debería aportar para reuniones, tenemos tiempo limitado y no siempre es posible detallar los aspectos como se debiera.” (Pérez, 2015, pág. 10)

Al disminuir costos en proyecto, costos en obra, el presupuesto inicial para poder ejecutar todo el proyecto se vería considerablemente reducido a como hoy en día se realiza, otro punto en donde se disminuyen costos en obra, derivado de la coordinación de proyecto, es la disminución de horas hombre, esto dependerá de la experiencia de los contratistas y colaboradores que ejecuten los trabajos de obra, sin embargo, el no tener que realizar soluciones en sitio, movimientos que no se tenían previstos en

proyecto, es tiempo efectivo que se ocupa para sacar adelante el proyecto, disminuyendo retrasos en obra y tener a los colaboradores detenidos y se les continúe pagando, tener a los colaboradores enfocados en dar mayor cuidado y terminado a sus actividades ya establecidas desde inicio, cuidado de igual manera la calidad de mano de obra y producto terminado a entregar.

Para que un proyecto tenga éxito en la coordinación de las diferentes especialidades dentro de un proyecto es mantener bien al recurso más importante de cualquier empresa, el capital humano, si tenemos a nuestros colaboradores en buenas condiciones, las cosas marcharán de la mejor manera, esto también desencadenaría una buena comunicación entre todos los involucrados, ya sea entre las mismas personas de una empresa o entre las diferentes empresas que estén participando en el proyecto, la comunicación es clave en todos los proyectos.

En muchas ocasiones, una especialidad depende de otra, requiere de interacción y/o vistos buenos, sin perder de vista de una coordinación, de tal forma que se puedan pasar requerimientos de una a otra especialidad sin que tenga que pasar mucho tiempo, sin que el coordinador retenga la información, no quiere decir que se tenga que brincar a la persona encargada de la coordinación, sino que se puede tener enterado sin la necesidad de triangular la comunicación para que después nos la termine regresando, la comunicación debe ser de forma directa con el especialista con el cual requerimos de información para desarrollar cada una de las ingenierías o la misma arquitectura.

Cada uno de los especialistas involucrados en el proyecto, saben cómo desarrollarse en sus ramas, sin embargo, en muchas ocasiones y como se ha mencionado es necesario e importante la relación con las demás disciplinas involucradas en proyecto para una correcta implementación en planos y una posterior ejecución en sitio sin tantos problemas.

“El trabajo de muchos de los ingenieros y arquitectos en las universidades, asociaciones, institutos, fundaciones y de las empresas privadas es buscar mejorar el ciclo de vida de la edificación, pero para ello se debe conocer el edificio saber cuáles son sus ventajas y desventajas, para optimizar los recursos económicos, el tiempo, su personal, etc.” (Cerón, 2017, pág. 7)

Este trabajo busca dar a conocer las bondades de la metodología BIM y su herramienta principal o base que viene siendo el Revit (modelado en 3D), donde los diferentes profesionistas vean que esta herramienta podrá implementar mejoras en los proyectos que actualmente se están ejecutando, el momento de ejecutarlos visualizar todo el entorno en el cual las instalaciones, estructura, arquitectura, fachada, entre otros, conviven entre sí, yendo más allá de las 2 dimensiones, siendo más realista y poder tener un acercamiento a la realidad y a lo que se ejecutará en obra, lo que se tendrá ya como producto final y visualizar con mayor facilidad las ventanas de oportunidad y mejora que el mismo proyecto tiene.

Realizando así una conciencia en todos los que van o ya están implementando esta metodología para la mejora en tiempo, costo, personal y actualización tecnológica que hoy en día se presentan para tener proyectos de mejor calidad en las etapas de proyecto, visualizando la interacción con todas las especialidades.

#### **4. Procedimiento metodológico.**

En este documento se aplicará una metodología cualitativa con la intención de describir cada una de las ideas que se buscan demostrar con esta investigación.

Las características que busca proyectar este trabajo son los beneficios que se obtienen con el uso de la metodología BIM en la mayoría de los proyectos inmobiliarios, como lo son un seguimiento al proyecto ya en la etapa de construcción, donde todo el trabajo y coordinación que se vino desarrollando no quede a un lado y así disminuir las interferencias o soluciones en sitio.

Para la obtención de datos, se realizará una encuesta a diversas personas involucradas en el medio, tanto ingenieros como arquitectos encargados de edificios de departamentos principalmente, cada uno de los datos será analizado con base a la cantidad de respuestas en las que coincidan y así se podrá reflejar la tendencia que actualmente BIM está teniendo en el medio.

La encuesta es una técnica de recogida de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. Con la aplicación de las encuestas es fácil conocer opiniones, actitudes y comportamientos de las personas encuestadas o involucradas en el tema que estemos indagando.

Para la aplicación de esta encuesta se hará usando un corte transversal, “Los diseños transversales suelen incluir individuos con y sin la condición en un momento determinado (medición simultánea) y en este tipo de diseño, el investigador NO realiza ningún tipo de intervención (interferencia). El investigador realiza una sola medición de la o las variables en cada individuo (número de mediciones)” (Milena Rodríguez, 2018) , ya que este estudio se enfoca en este momento en el que la demanda de edificios inmobiliarios se está dando al alza y la implementación de la herramienta BIM está en su auge, por lo que la encuesta se realizará en un tiempo específico del 10 al 14 de agosto de 2020.

La intención de implementar esta encuesta es para conocer: el giro de la empresa, el uso de la metodología BIM para la coordinación de proyectos, la facilidad de utilizarla o si existe dificultad, requisitos, saber si se han encontrado ventajas y/o desventajas en el uso de esta herramienta, si observa una tendencia en el mercado en el uso de esta metodología y principalmente si ayuda a la detección temprana de las interferencias en proyecto antes de que estas se ejecuten en obra.

La encuesta estará formada por las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el giro de la empresa?
  - Ingeniería. ( )
  - Arquitectura. ( )
  - Gerencia de obra. ( )
  - Gerencia de Proyecto. ( )
  - Otro ( )
  
2. En escala del 1 al 5, donde 1 es poco y 5 es mucho, ¿Qué tan recomendable es usar BIM en tu empresa?
  - ( )
  
3. ¿Crees necesario contar con algunos requisitos para poder manejar el BIM?
  - Muy necesario. ( )
  - Necesario. ( )
  - Poco necesario. ( )
  - Algo necesario ( )

- Nada necesario. ( )
4. En escala del 1 al 5, donde 1 es poco y 5 es mucho, ¿Qué tanta ventaja presenta el BIM sobre los softwares de 2D?
- ( )
5. ¿Se tienen desventajas al usar BIM?
- Muchas desventajas. ( )
  - Pocas desventajas. ( )
  - Algunas desventajas ( )
  - Ninguna. ( )
6. ¿Quién tiene mayor jerarquía en un proyecto?
- Arquitectura ( )
  - Estructura ( )
  - Instalaciones ( )
  - Interiores( )
  - Otros (¿Cuáles?) ( )
7. ¿Qué tanto ayuda BIM a visualizar interferencias?
- Mucho. ( )
  - Algo ( )
  - Poco. ( )
  - Significativamente ( )
  - Nada. ( )
8. ¿Qué tanto ayuda BIM a la disminución de RFI's en etapas de pre construcción y construcción?
- Mucho. ( )
  - Poco. ( )
  - Significativamente. ( )
  - Nada. ( )

- Se mantiene el número como si fuera en 2D. ( )

9. En escala del 1 al 5, donde 1 es poco y 5 es mucho, ¿Cómo crees que se haya incrementado la implementación BIM en el mercado?

- ( )

10. En escala del 1 al 5, donde 1 es poco y 5 es mucho, ¿Qué tanto crees que se utiliza la metodología BIM en obra?

- ( )

#### **4.1. Teorías.**

BIM promete ser útil durante todo el ciclo de vida del proyecto. Sin embargo, su aplicación se limita a las fases de diseño, pre-construcción y en algunos casos, construcción dejando de lado la fase de post-construcción. Esta última, encierra las actividades de operación y mantenimiento, en las cuales se da la mayor inversión debido a la constante implementación de actividades reactivas y falta de planeación de las preventivas. (Alix Albarello Forero, 2019)

Durante la etapa de planificación de un proyecto, se busca que se resuelvan la mayor cantidad de dudas que surgen durante el desarrollo del proyecto, dudas, cuestionamientos, mejoras, ingenierías de valor, propuestas, disminución o ampliación de espacios, sin que su impacto sea inmediato, como en todo, los movimientos siempre son analizados, desde la parte de arquitectura (espacios y estética) hasta la parte de costos (presupuesto), en muy pocas veces se contemplan los espacios de operación y mantenimiento de equipos, como lo pueden ser tablero eléctricos, manejadoras de aire, válvulas de corte, etc.

Al igual que en todo siempre existen herramientas que facilitan o mejoran los procesos como se hacen las cosas, una de ellas es la metodología BIM, dentro de las cuales la principal herramienta que lleva al desarrollo BIM es el programa llamado Revit, dentro de este programa, se analizan primordialmente los espacios dentro del edificio, se hacen combinaciones de especialidades para ver interferencias, choques e inconsistencias como se muestra a continuación.

- **Combinaciones para determinar interferencias.**

Arquitectura vs	Estructura
	Hidraulica
	Interiores
	Eléctrica
	Especiales
	HVAC
	Paisajismo

Estructura vs	Arquitectura
	Hidraulica
	Interiores
	Eléctrica
	Especiales
	HVAC
	Paisajismo

Hidráulica vs	Arquitectura
	Estructura
	Interiores
	Eléctrica
	Especiales
	HVAC
	Paisajismo

HVAC vs	Arquitectura
	Estructura
	Interiores
	Eléctrica
	Especiales
	Hidráulica
	Paisajismo

Elaboración propia con base a experiencia laboral, 2020

Dependerá del número de especialidades que se encuentren involucradas en el proyecto y se atenderán las interferencias según sea la jerarquía en que cada especialidad se encuentre, por ejemplo, un choque de estructura contra arquitectura, será estructura quien tenga que mover su diseño para cumplir con arquitectura en lo mejor posible y dentro de la normatividad, pero cuando es estructura contra hidráulica, será esta quien tenga que evitar choques contra la estructura y de no ser posible conciliar pasos en elementos estructurales para no afectar alturas y siendo así perjudicando interiores y arquitectura.

Raúl Ralph (2015) menciona que dentro de su tesis evidencia aportes significativos en la etapa de planificación, logrando incrementar la confiabilidad de los planes, presentando oportunas y anticipadas decisiones y contribuyendo a la constructibilidad, con el propósito de optimizar los proyectos haciéndolos más eficientes y sustentables. (Pág. 2)

Por otro lado, como se menciona al inicio de este trabajo, el rápido crecimiento demográfico ha llevado que muchos clientes o inversionistas quieran sacar sus proyectos más rápidos para poder recuperar su inversión, poder tener su margen de utilidad y poder invertir en más desarrollos habitacionales, para ello se busca que la



implementación BIM sea de gran utilidad para aquellos que estén en la etapa de ejecución de proyectos.

La empresa donde actualmente laboro es una empresa dedicada a la ingeniería de instalaciones hidrosanitarias, gas, protección contra incendios y eléctricas, dentro de estas instalaciones es siempre sabido que los espacios para cada especialidad son diferentes y se tendrán que adecuar según el proyecto, para ello la empresa ha optado por buscar la manera de ser más eficientes en el momento de estar modelando las tuberías, evitando choques contra las mismas tuberías y como contra la estructura principalmente.

Es también el caso de Nicolás Ospina (2019), quien menciona que el lugar donde el laboral, una empresa del sector de la construcción dedicada a la gestión, construcción y diseño de proyectos arquitectónicos, cuenta con 10 años de experiencia en el medio y desea innovar e implementar nuevas tecnologías y metodologías para que sus proyectos se ejecuten en un menor tiempo, con menos pérdidas y costos, aumentando las utilidades y que cumplan con las expectativas de sus clientes. (Pág. 18)

Realmente, para los despachos de proyectos, cualquier disciplina, tiene la tendencia a innovar en sus procesos de mejora en calidad y tiempos de entrega para poder dar una buena imagen en el medio, como una empresa que además de entregar buena ingeniería, entrega planos entendibles, planos completos, puede tener un ritmo de entregas constantes, entregas de calidad y en el caso de BIM puede entregar modelos coordinados entre si (internamente en el caso de traer todo el paquete de instalaciones) así como con las demás especialidades que comparten el proyecto.

Una de las ventajas que la metodología BIM nos ofrece además de las ya mencionadas, que es la convivencia de todas las disciplinas dentro del proyecto es que nos permite generar las listas de materiales, mismas que nos dan la cantidad exacta y necesaria para el desarrollo del proyecto, así evitando mermas al momento de la construcción, evitando sobrecostos en obra o faltante de material, muchas veces estas listas de materiales sirven más como un parámetro para todos los concursantes de obra, serán ellos quienes decidan trabajar con esta lista o tendrán un parámetro para comparar sobre su cuantificación.

La generación de volúmenes de obra es considerada como uno de los procedimientos más engorrosos, tardados y susceptibles a equivocarse. El tiempo

invertido en esta actividad debería ser reducido con las nuevas tecnologías de la información. (Dr. Julio Rodríguez Baeza Pereyra, 2017).

La metodología BIM dentro de los proyectos de igual manera permite desarrollar un trabajo colaborativo, esto quiere decir, que un modelo, un archivo, puede estar siendo trabajado por dos personas al mismo tiempo, o incluso la parte arquitectónica puede estar sufriendo cambios a la par que estructura o la parte de instalaciones está realizando sus adecuaciones al proyecto esto ofrece algunas ventajas como:

- Actualización constante de los modelos.
- No se requeriría de estar esperando los modelos de cada especialidad.
- Se puede avanzar de forma más rápida para cada entrega.
- Un tercero puede ir revisando lo que se va trazando.
- Se puede ir realizando la coordinación de varias instalaciones en tiempo real, así como la visualización de estas.

#### **4.2. Estado del arte.**

“En todo proyecto suele haber, además de la persona o entidad que lo promueve, un grupo de personas, con distintas misiones, que se ocupan de hacerlo viable y desarrollarlo.” (Fabriciano, 2018). Hace años, cuando se empezaron a desarrollar grandes proyectos, que requerían de distintos tipos de especialistas, encargados de áreas, coordinación y quien llevara la parte de presupuestos, fue cuando los gerentes de proyecto comenzaron a ser mencionados.

Un gerente de proyectos es quien tiene la responsabilidad de coordinar las acciones y recursos con lo que se pretende desarrollar un proyecto y así llegar a cumplir el objetivo dentro del presupuesto, tiempo y alcances acordados con el cliente, será él quien lleve, en ciertas ocasiones, la coordinación de las distintas especialidades que se encuentren en el proyecto.

El gerente de proyectos puede ser tanto de manera interna como externa, primero si el gerente es interno, será dentro de la empresa, en este caso de instalaciones, será quién de los resultados de la coordinación y desarrollo de estas ingenierías para poder mostrarlas a arquitectura, estructura y cliente, dando así un paquete más limpio para

que el gerente externo, quien coordina junto a las demás especialidades, revisé este paquete contra los demás y de sus observaciones.

“El gestor de proyectos debe siempre coordinar las acciones de todos los que están implicados en el programa y de dar solución a todos los problemas que surjan en su desarrollo.” (Fabriciano, 2018)

Durante el desarrollo de proyectos se han tenido otros cambios relacionados con la gerencia de los proyectos, anteriormente la forma de trabajar los proyectos, la forma de plasmar los planos eran en hojas albanene, uso de estilógrafos, escuadras, regla t, etc. Es por ello que al principio quien daba la pauta de un proyecto era arquitectura, plasmaba las plantas, espacios, cortes, alzados, para que una vez ya casi cerrado y de la mano de estructura pudiera cerrar planos.

Una vez que arquitectura cerraba planos, compartía los planos a partir de copias en “maduros” para que así estructura pudiera hacer su representación en planos y poder ahora trabajar en la parte estructural, adecuaciones principalmente y no era hasta que arquitectura y estructura terminaban sus planos, era entonces que se pensaba que el proyecto ya se tenía terminado y se olvidaban de los espacios y alturas en las cuales las instalaciones debían de pasar, las dimensiones de los cuartos de máquinas y en algunos casos los cuartos de agua caliente y sub- estaciones.

Al ser las instalaciones quienes eran los últimos en entrar, los espacios tenían que ser optimizados, usar lo que se tenía y era entonces que la coordinación de todas estas debía de contar con los cortes y alzados de arquitectura, para así definir acomodos en horizontal y las alturas a las que cada tubería, disciplina, debería ir, algo consensuado con arquitectura y estructura si es que se veía en la necesidad de generar pasos en trabes.

Todo esto era un trabajo “artesanal” por todas las herramientas, calidad de líneas, detalles a realizar, esto llevaba a que los tiempos de ejecución de proyecto muchas ocasiones fueran muy prolongados, pero con pocas incidencias o repercusiones en obra.

De igual forma para evitar que se tuviera que trabajar doble, por lo que se menciona anteriormente, los cambios en proyecto, principalmente arquitectónico era muy pensado y analizado, ya que se tenían que rehacer todos los planos, desde cero

para poder ahora tener los cambios solicitados por cliente y esto conllevaba a generar paquetes para estructura e instalaciones y se volvieron a representar las cosas.

Si los cambios eran mínimos, se podía generar una especie de parche en planos de cada una de las especialidades para no tener que rehacer todo este trabajo.

Javier Gutiérrez Lerdo de Tejada, actual dueño del grupo Gutiérrez Tello, menciona en un artículo que “No se le da importancia al diseño de espacios para las instalaciones”, la mayoría de las situaciones que generan mayores situaciones complicadas a la parte arquitectónica tanto en altura como en planta, ya que para arquitectura mientras más espacio rentable o para venta se tenga mejor para ellos, incluso si se tiene que sacrificar espacios en ductos o cuartos de máquinas.

Dejando a un lado la parte “artesanal”, surgió la plataforma de AutoCAD, por el año de 1982, esta plataforma retiró a los dibujantes y proyectistas de los restiradores, haciendo que las hojas albanenes, escuadras, regla T y estilógrafos ahora fueran sustituidos por una computadora, donde la proyección fuera totalmente digital y diseñada por líneas y un ratón de computadora.

La interfaz que maneja el AutoCAD es muy sencilla y agradable para el usuario, permitiendo que el trazo de las instalaciones sea muy sencillo, permitiendo que la arquitectura, la estructura, objetos e instalaciones se pueda trabajar en distintas capas para un mejor manejo, así como lo era con los estilógrafos, en el AutoCAD se puede manejar la calidad y estilos de líneas, que para ingenieros y arquitectos de ese momento no era lo mismo, les era complicado aceptar esta nueva plataforma.

Sin embargo, este software fue muy bien recibido y utilizado, actualmente, 2020, es usado en la mayoría de los despachos de arquitectura e ingeniería, en esta plataforma a pesar de que ofrece trabajar en un formato de 3D, no es muy utilizada debido a la cantidad de memoria que requiere para la baja calidad que ofrece, no por ello no es utilizado, sino que se enfoca más en el uso de 2D, haciendo que el uso de cortes sea aún necesario para poder definir alturas y acomodos.

Al tener ya esta herramienta digital, los cambios en proyectos arquitectónicos y estructurales vieron la ventana en donde el realizar cambios no llevaba tanto tiempo en la parte de modificar, era más sencillo el borrar y mover los espacios para una mejor distribución con ello cada una de las especialidades involucradas podía tener las

nuevas plantas arquitectónicas en menos tiempo para tener sus planos y adecuaciones actualizadas.

Fue hasta el año 2000 que el programa Revit, perteneciente a Autodesk, misma compañía que introdujo el AutoCAD, al ser una nueva herramienta que servía para el mismo propósito que el AutoCAD muchos despachos de arquitectura e ingeniería optaron por no apostar al uso de Revit sino seguir en el uso de AutoCAD.

“Existe resistencia a la iniciación de nuevos procesos. En la mayoría de casos, los ingenieros/arquitectos con mayor experiencia y quienes manejan procesos tradicionales por varios años, creyendo que funciona eficiente y productivamente, son los que mayor resistencia al cambio ofrecen.” (Vela, 2015)

Por ello quienes han utilizado en toda su vida profesional el AutoCAD son quienes son más renuentes al cambio de software para el desarrollo del mismo trabajo, ya que no ven una diferencia en cuanto al fin de la herramienta y al tener la herramienta frente a ellos ya están sugestionados a que no funcionara y se escudan en que no entienden la herramienta y por ello no la van a manejar.

## 5. Marco conceptual.

### 5.1. Antecedentes.

El rápido crecimiento poblacional que se ha tenido en la Ciudad de México ha obligado a que las inmobiliarias tengan que desarrollar edificios departamentales, el rápido desarrollo ha llevado a la ejecución continua de proyectos y a implementar herramientas que ayuden a mejorar los proyectos y eficientizar los tiempos y costos en obra, para ello se han consultado diferentes artículos que a continuación se menciona lo siguiente:

En primer lugar, tenemos el trabajo **“Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM”** (Taboada, 2011), donde mencionan que debido a la complejidad que presentan los proyectos de edificaciones, así como los requerimientos que piden los clientes, es mayor, teniendo variedades de instalaciones, materiales, insumos y procedimientos, que no solo requieren herramientas enfocadas a la gestión y planificación en la construcción, sino también se requieren herramientas para llevar a

cabo la revisión, compatibilización y realimentación del diseño de proyecto antes de que la construcción arranque.

De no contar con la revisión en proyecto, muchas veces en plena construcción se tienen que tomar decisiones de como acoplar las instalaciones, lo cual puede incidir negativamente en los plazos y costos, en este artículo se explica como el uso del Modelado de la Información de la Edificación (BIM) ayudará a la optimización del diseño y alertar tempranamente la ocurrencia de interferencias antes de pasar al proceso de construcción.

En este artículo cuentan con dos objetivos, el primero se plantea como detectar y corregir tempranamente las interferencias en el diseño de un proyecto antes de llegar a campo y el segundo es establecer procedimientos para revisar y optimizar el diseño usando la tecnología BIM.

Teniendo otro artículo titulado “**Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios**” (Salinas, 2014), en este artículo hablan acerca del importante crecimiento de la demanda de viviendas, las empresas inmobiliarias y constructoras se han visto en la necesidad de acelerar los procesos de diseño, muchas veces presentándose deficiencias como la falta de detalles, incompatibilidades y cruces entre especialidades e inconsistencias que generan problemas que repercuten en la etapa de construcción.

Por lo que toman la metodología BIM, la cual es una propuesta importante en la gestión de diseño y construcción a través de la representación digital de un producto (modelo) que es desarrollado colaborativamente, propone un marco que permite que todos los involucrados que forman parte de la industria de arquitectura, ingeniería, construcción y operaciones entiendan los campos de acción de la metodología, cada una de sus etapas de implementación y los objetivos que se deben de alcanzar con su implementación.

El objetivo que tiene su investigación es presentar los resultados de la implementación BIM en los procesos de diseño y construcción en una empresa inmobiliaria y constructora, como propuesta para la mejora de la productividad y analizar su impacto en la organización.

Un artículo llamado “**La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM** (Oussouboure, 2016), nos habla acerca de la

metodología de la gestión de proyectos, esta ha tenido un amplio desarrollo en el proceso de inversionistas, su objetivo principal es el desarrollo de la gestión de proyectos, la dirección integrada de proyectos y la introducción de la metodología BIM.

El artículo **“Optimización del planteamiento y control de un proyecto inmobiliario, a través de LPS y un modelo BIM para el secuencia miento e identificación de restricciones”** (Ñaupari, 2018), demuestra la viabilidad de poder integrar la metodología Lean Construction, con el BIM generando una mejora en la productividad en las etapas de diseño y de las de construcción, esto con la finalidad de poder tener una detección temprana de las interferencias que se tengan en proyecto, pudiendo tener el tiempo para poder resolver cada interferencias y evitar re trabajos, ya que la implementación de la metodología BIM aporta una parte visual de lo planificado y de lo ejecutado.

Por último, el artículo consultado **“Planificación y control de proyectos aplicando Building Information Modeling un estudio de caso”** (Arboleda, 2016), a nivel internacional existe un avance significativo en materia de tecnologías de información aplicadas al sector de la construcción. En el caso de nuestro país, debido al desconocimiento de las herramientas y nuevos desarrollos tecnológicos se están desaprovechando grandes contribuciones a la productividad del sector. Tradicionalmente, los diseños, la cuantificación de materiales y la programación de obra no se relacionan entre sí y los profesionales trabajan de forma aislada. Esta situación genera múltiples problemas en el momento de la ejecución del proyecto como inconsistencias de diseño, ausencia de programación detallada de actividades, planos obsoletos, entre otros.

La disponibilidad de herramientas BIM en Colombia representa una nueva forma de diseñar, planear, ejecutar y operar proyectos de construcción.

Los cinco artículos hablan acerca de que la metodología BIM es una que puede ayudar a minimizar los tiempo de ejecución en obra, ya que en la etapa de proyectos la herramienta permite la detección de interferencias o de inconsistencias como lo marcan los diferentes artículos, los beneficios que trae la aplicación es la disminución de costos al momento de la ejecución de proyecto, evitando también que en campo se hagan arreglos poco eficientes o funcionales, la aplicación BIM ofrece una mejora en el

desarrollo de proyectos inmobiliarios siempre que se aplique en la etapa correcta y con todos los involucrados en proyecto.

## **5.2. Situación actual.**

Actualmente la empresa donde laboro se denomina GHA y asociados S.A. de C.V., es un despacho de ingeniería dedicada al proyecto de instalaciones, dentro de sus alcances están el diseño, proyecto ejecutivo, modelado, coordinación, cálculo y consultoría; la empresa tiene alrededor de 50 años en el mercado, a lo largo de su trayectoria, la empresa fue pionera en el diseño y cálculo de las instalaciones de protección contra incendios y de las primeras empresas de instalaciones en incursionar en la metodología BIM.

Los mercados principales donde la empresa se ha desempeñado han sido: centros comerciales, hotelería, edificios de oficinas, edificios de usos mixtos, escuelas, universidades, hospitales, pocas casas habitacionales, naves industriales y principalmente el desarrollo de edificios departamentales; estos últimos debido a la constante demanda de las inmobiliarias por dar un espacio donde las personas puedan habitar, para ello la empresa ha estado en constante actualización de su personal.

Dentro de la forma de mantener a sus colaboradores actualizados en la materia de instalaciones, se han mandado a ciertas personas a cursos para que a su vez esta pueda compartir lo aprendido hacia los demás colaboradores de la empresa, otros cursos son impartidos dentro de la empresa por proveedores de equipos, materiales y herramientas que a su vez podemos especificar por la garantía que estos dan a las empresas y se puedan utilizar los productos en los distintos proyectos donde estemos participando.

Dentro de los principales cursos que la empresa ha invertido en sus colaboradores resaltan:

- Actualización de NFPA 13.
- Conocimiento de diversos materiales, así como su instalación y conexiones.
- Manejo de la herramienta AutoCad.
- Manejo de la herramienta SprinkCad.
- Manejo de la herramienta Revit.
- Manejo de la herramienta Naviswork



Estas dos últimas fueron aprendidas hace unos 5 años, momento en el cual la tecnología BIM entraba poco a poco a México, para ello se tomó la decisión de ir aprendiendo el manejo de esta herramienta para poder generar una curva de aprendizaje interna y estar preparados cuando algún cliente requiriera del uso de esta herramienta.

La parte de aprender la metodología BIM a partir del uso de las herramientas Revit y Naviswork permitió que la empresa comenzara su participación como de las primeras empresas en el manejo de esta herramienta permitiéndole aprender junto con los despachos de arquitectura, estructura y coordinadores de proyecto e ir viendo cómo sería la implementación de esta herramienta para nuevos proyectos y ver la factibilidad de sustituir la herramienta del 2D a 3D.

Actualmente del 100% de los proyectos que se tienen en la empresa, el 70% de estos ya tienden a iniciar desde la etapa de diseño esquemático en Revit, esto para poder tener una mejor percepción de los espacios que se pretenden ocupar.

El restante 30%; 80% son proyectos que actualmente se encuentran en etapa de diseño y que para generar planos constructivos ya se pasarán a manejar en 3D para tener un mejor manejo de espacios y coordinación, el 20% restante son proyectos que en AutoCad ya están cerrando documentos constructivos y poco probable el uso de la herramienta de 3D por el porcentaje de avance que se tiene el proyecto.

Es por ello que la empresa se ve en la necesidad e importancia de mantener a sus colaboradores actualizados de manera constante para que puedan llevar a cabo los trabajos que actualmente el mercado demanda, mantener un alto estándar en las entregas que actualmente se requieren por arquitectura y clientes.

Al ser tanta la demanda de Revit, software que es mayormente requerido en los proyectos que se realizan en la empresa, por parte de los clientes por ser uno de los más conocidos, completos y con mayor facilidad de manejo, como se menciona en las debilidades del análisis FODA, al ser pocos los involucrados en el manejo de la herramienta y muchos los proyectos que se tienen en puerta y en algunas ocasiones en las mismas fechas para entregar, es poca la atención y detalle que se le da a cada proyecto es necesario capacitar e involucrar a las personas que actualmente solo manejan el AutoCad, realizar la transición con aquellos que aún no lo manejan.

Muestra de ello se vio principalmente en esta pandemia del Covid-19 en 2020, donde por necesidad y seguridad de cada uno de los colaboradores cada uno se fue a

sus casas a seguir trabajando, los primero en irse fueron quienes trabajan en AutoCAD ya que sus computadoras son portátiles, ya que este programa no requiere de una gran capacidad para poder funcionar, los últimos en salir fue el equipo de BIM ya que a diferencia del AutoCAD, el Revit requiere un gran espacio, una amplia tarjeta gráfica para poder correr todos los procesos de 3D que se requieren.

Una vez en casa la comunicación entre el equipo se vio comprometida, pero el principal problema por el cual se pasó fu la cantidad de trabajo que en ese momento se tenía, la gran cantidad de trabajo en Revit para las 5 personas responsables de estas entregas, mientras que el equipo de AutoCAD no tenía esos problemas.

Fue entonces que el director de la empresa comenzó a tomar la decisión de que las personas que están en AutoCAD comiencen el proceso de transición de trabajar de 2D a 3D, comiencen a trabajar en la plataforma Revit, esto permitiría no solo tener más personas en el Revit, sino que los tiempos en los que se requieren las entregas se acortarían y se cumplirían.

De igual manera se busca que estas personas del AutoCAD quienes son los responsables del diseño y posterior a este se pasa al área de modelado, sean ellos quien ya diseñen directamente en el modelo y se evite ese doble trabajo de diseñar para después pasarlo a 3D sino que ya sea en un solo proceso y sean ellos quienes tengan una mejor visualización de los espacios y se eviten retrabajos y mayor tiempo en el que se extienden la entregas y no se cumplen.

Sin embargo, la transición ya se había intentado tiempo atrás con la introducción del Revit en la oficina, no pasó más de dos meses en que las personas que tenían más tiempo en AutoCAD decidieran abandonar el Revit ya que no le entendieron a nueva dimensión a las que ya estaban acostumbrados, no le veían futuro al Revit y tenían la idea de que los proyectos iban a seguir saliendo de AutoCAD como siempre lo habían hecho.

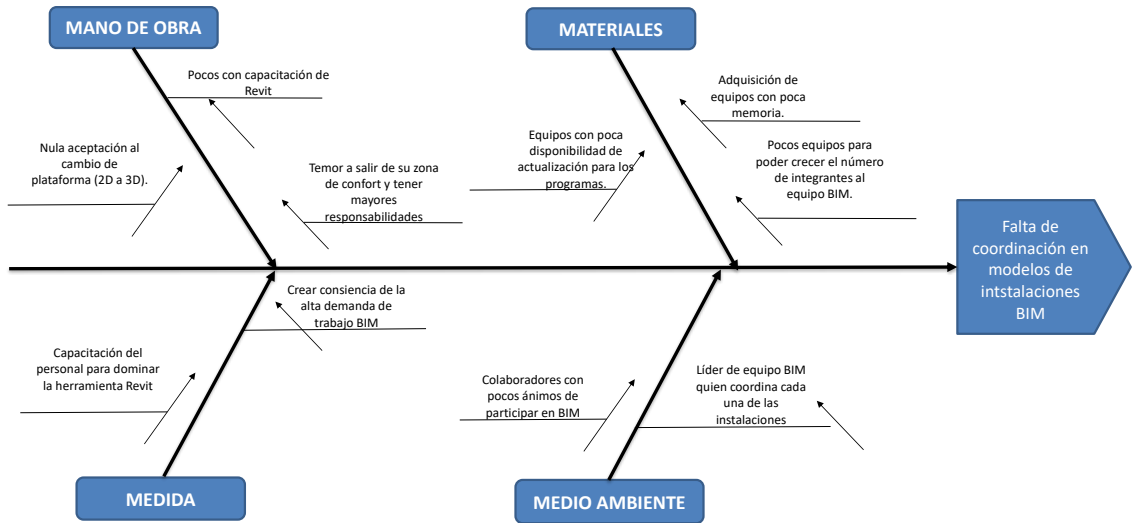
Quienes más problemas tuvieron para poder aceptar esta idea fueron ingenieros, proyectistas y arquitectos de edad, quienes ya tienen bastante tiempo en el uso de AutoCAD, por otro lado, las personas jóvenes, quienes aún no estaban tan viciadas en este aspecto fueron quienes tuvieron mayor facilidad de manejar la herramienta y quienes ahora son líderes del manejo del área Revit.

- **Análisis FODA**

<p style="text-align: center;"><b><u>Fortalezas</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en modelado BIM.</li> <li>• Experiencia en distintos tipos de edificación.</li> <li>• Experiencia en generación de coordinación de especialidades.</li> <li>• Cartera de clientes amplia.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><u>Oportunidades</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuar en el mercado actual donde los clientes cada vez buscan más que sus proyectos sean en Revit.</li> <li>• Poder dar el paquete completo de instalaciones hidrosanitarias, especiales, eléctrica y aire acondicionado a los clientes y aplicarlo en proyectos.</li> <li>• Comunicación con proveedores para que nos ayuden con sus modelos en 3D y poderlos plasmar en proyecto así el cliente ve que proveedores están actualizados y a su vez ve que nosotros lo estamos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b><u>Debilidades</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco personal relacionado con la carga de trabajo.</li> <li>• Poca capacitación de los colaboradores en el manejo de la herramienta Revit.</li> <li>• Colaboradores con el arraigo a continuar trabajando en AutoCAD (2D).</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b><u>Amenazas</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas relacionadas con las instalaciones.</li> <li>• Empresas con mayor manejo de la herramienta Revit.</li> <li>• Clientes con poca noción de tiempos relacionados con el modelado en 3D.</li> <li>• Poca comunicación con la parte de arquitectura y atención a las necesidades de cada</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos para poder realizar las coordinaciones de las especialidades.</li> </ul>	<p>especialidad, lo cual genera retrasos en los procesos.</p>
---	---

- **Diagrama de Ishikawa.**



## 6. Alternativa de solución.

Con ayuda de lo obtenido en las gráficas anteriores, se puede observar que la gran mayoría son despachos de ingeniería quienes ocupan la metodología BIM; trayendo esto a mi empresa, muchas de las cosas que actualmente se presentan en la etapa de diseño son en planos 2D, estos mismos diseñadores son quienes ya no dan el salto para continuar su proyecto en 3D, sino que ya pasa a un departamento de modelado que si bien no está tan involucrado en las bases de proyecto como el diseñador inicial.

Por ello la propuesta es mantener a la misma persona que diseña los primeros pasos del proyecto en ese hasta la culminación del proyecto, si bien darle la capacitación de poder manejar la metodología BIM y una de sus herramientas como viene siendo el Revit, teniendo la capacitación obligarle a explotar la capacitación en su proyecto y sea quien conozca su diseño y quien conoce el proyecto a fondo, siendo así que la toma de decisiones al momento de juntas de coordinación, sean más rápidas, con un mejor esquema de soluciones y evitar una triangulación de información que el modelador, a falta de conocimiento de lo que se quiere proyectar, realice una solución que no sea la que el proyectista este pensando.

Con esto se evitarían retrabajos, prácticas que quizás no se entienda del todo el mensaje, retrabajos si el esquema de trabajo que se tiene es: primero diseñar en 2D para después pasarlo al área de modelado, muchas veces estos procesos se comen el tiempo que la coordinación da a la empresa, tiempo que solo es para modelado 3D y no contempla un diseño en 2D.

Esta práctica la hemos aplicado en la empresa con un par de proyectos, donde personalmente quise iniciar un proyecto desde la etapa 2D hasta la transición al 3D, los tiempos de ejecución bajaron, puesto que yo conocía el proyecto, alturas, áreas, mayor y mejor coordinación en el proyecto, al menos entre mis mismas instalaciones, los tiempos de entrega se cumplían mucho mejor que con el esquema de esperar un diseño en 2D para después plasmarlo en 3D.

La implementación y capacitación del personal no solo es la necesaria, sino la mentalidad del cliente, quien se aprecia con un arraigo aún a manejar todo en 2D, cambiar es forma de pensar y arrancar los proyectos ya desde la plataforma BIM, visualizar desde el inicio las alturas, que en muchos casos son lo primero que buscan, llevando de la mano la coordinación de todas las especialidades, evitando choques tanto internos como con las demás partes como lo pueden ser estructura y arquitectura.

Es más sencillo poder visualizar desde un inicio los requerimientos, que como ingenierías se buscan atender o resolver para un mejor funcionamiento del edificio y no retrasar el proyecto por cuestiones de atrasos o malas entregas, entregas que por cumplir no se modelan todos los elementos o no se logra tener la coordinación por la falta de tiempos en las que la coordinación y/o cliente lo llegan a pedir.

La implementación de 2D no desaparecería, ya sería una forma rápida de implementar al momento de tener boletines en el proceso de construcción, cambios que se dieron por coordinación en obra, por algo ajeno a proyecto, ya que en la etapa de ejecución la emisión de información debe ser más rápida y es más específica, siendo el momento donde la implementación de 2D se puede dar ya de un proyecto que viene lo más coordinado posible y mejor estudiado en la etapa de proyecto.

Con base a la experiencia en los proyectos en los que he participado, la participación del BIM desde el inicio del proyecto ha sido de mucha ayuda, plantea

una visión mas amplia a la hora de la toma de decisiones la manera de poder resolver los conflictos que involucran todas las especialidades, todo esto coordinado a través de un BIM Manager, esta figura, será la encargada de la dirección de todos los movimientos que se deban de realizar para la resolución de interferencias.

Será entonces la participación del BIM Manager, desde el inicio del proyecto hasta la consumación de obra, quien sea el encargado de llevar toda la coordinación que se realizó en proyecto hasta la ejecución, ya que será el quien lleve un 90% de coordinación a obra, haciendo así que el número de conflictos sean menores y ayudando de igual manera a la reducción de tiempos, costo y mano de obra empleado.

## **7. Conclusiones.**

La coordinación de las especialidades dentro de un proyecto que hoy en día se desarrollan es de suma importancia para evitar retrasos durante la ejecución de obra, sin embargo, con la información recabada en campo, nos muestra que muchas veces la gente de obra solo se dedica a mirar los planos y no un modelo, que no es erróneo del todo, siempre se ha construido con planos, pero si la implementación BIM menciona que es en toda la etapa del proyecto y una de ellas es la construcción, de debe de llevar a la parte de obra, la ejecución de las obras sería más rápida, sencillo, eficiente y sin tantos sobrecostos por arreglos que se hacen en sitio por coordinación.

La parte de obra, sobre todo las personas de mayor edad, deben aprender que las cosas han cambiado de como anteriormente de realizaba a como actualmente se ejecutan, los proyectos se han vuelto mas dinámicos en tiempo y forma de poder coordinar cada uno de estos, los tiempos en que cada disciplina puede ir actualizado es cada vez mas rápido y en cierta manera eficiente, eso sin tomar el tema de comunicación.

Mostrando así, que, en la parte de proyecto, la forma de trabajar y de la implementación BIM es efectiva para el desarrollo de los proyectos, para ello es importante que desde esta etapa la colaboración tanto de los colaboradores de cada uno de los despachos involucrados, arquitectura, ingeniería, interiores,

acústica, etc., puedan emitir desde un principio sus modelos en la plataforma de 3D para desde un inicio visualizar espacios y alturas y que la parte de la coordinación respete los tiempos en que cada consultor se comprometa a entregar las instalaciones ya coordinadas y evitar re entregas con la idea de coordinar.

La coordinación o el BIM Manager es una figura que poco a poco toma fuerza en esta etapa de desarrollo de proyectos, es el quien toma el liderazgo de visualizar cada uno de los modelos y será quien emita un reporte con todas las interferencias por haber en el proyecto, será quien tenga el compromiso de que las cosas sucedan para el bien del proyecto y pensando en la óptima ejecución en obra; sin embargo, como bien se menciona, esta figura aún no es tan reconocido como un Project Manager, así que sería un buen tema que se pueda abordar como complemento a este trabajo.

El BIM Manager, podrá ir de la mano con los especialistas en proyecto para así entregarlo de una manera más completa, pero continuando en la etapa de proyecto con un equipo de modelado, esto se ha observado en unas cuantas obras, donde existe una duda, se interviene en el modelo para poder visualizar acomodados y saber él porque de este arreglo o solución, incluso se ha visto que este mismo equipo puede hacer movimiento de los modelos para soluciones de obra.

En este trabajo no se pudo contemplar a un BIM Manager debido a que no es sencillo poder encontrar a uno y si los hay son colaboradores de las mismas empresas, de manera interna, quienes por cuestiones de logística y estrategia deben de tomar este papel para cuidar la emisión de los paquetes que se emiten en cada una de las entregas y que estas sean lo más completas, no solo en trazo y representación sino en el tema de la coordinación.

La implementación BIM para que se puedan visualizar resultados buenos y que no tengan grandes repercusiones de tiempo, coordinación, monetarias e interferencias, principalmente, es que desde el inicio del proyecto se arranque desde la plataforma 3D para así implementar la metodología BIM desde los inicios, dejar a un lado la plataforma 2D para la parte de boletines ya en la cuestión de obra donde las respuestas que se necesitan son directas, puntuales y deben ser lo más ágiles posibles para no detener los procesos que se ejecuten en ese momento.

La metodología BIM no debe quedar únicamente en la parte de proyecto, sino para cumplir con esta metodología se debe de implementar en la parte de obra, a su vez, esta parte deberá de comprometerse a realizar revisiones de este modelo para entendimiento de las trayectorias y acomodos de las tuberías y demás elementos donde se tenga un mayor conflicto o se tenga una gran carga de elementos y así no proponer soluciones en obra que alteren proyecto en material, costo y tiempo.



## 8. Fuentes de consulta.

- Alix Albarello Forero, L. A.-B.-T. (2019). *BIM para el mantenimiento: más planeación menos sobrecostos*. Recuperado el 22 de Julio de 2020
- Arboleda, M. (2016). *Planificación y control de proyectos aplicando Building Information Modeling un estudio de caso*. Recuperado el 14 de Junio de 2020
- Barbieri. (14 de Julio de 2020). *Barbieri*. Recuperado el 26 de Junio de 2021, de <https://www.adbarbieri.com/blog/que-es-como-funciona-bim>
- Berdeja, C. C. (Agosto de 2017). *Implantación de Procesos de Diseño en Proyectos Ejecutivos BIM*. Tecamachalco, Estado de México, México. Recuperado el 27 de Junio de 2020
- Cerón, I. A. (Noviembre de 2017). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto*. *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto*. Bogotá, Bogotá, Colombia. Recuperado el 27 de Junio de 2020
- Dr. Julio Rodríguez Baeza Pereyra, D. G. (2017). *Revit: Una herramienta con interoperabilidad BIM*. México. Recuperado el 22 de Julio de 2020
- Fabriciano. (31 de Enero de 2018). Recuperado el 25 de Julio de 2020, de <https://www.batiburrillo.net/gestion-de-proyectos-en-el-pasado-y-en-la-actualidad/>
- Méndez, V. A. (12 de Junio de 2019). *Prontubeam*. Recuperado el 26 de Junio de 2021, de <https://www.prontubeam.com/articulos/2019-06-12-La-tecnologia-BIM-y-la-Ingenieria>
- Milena Rodríguez, F. M. (Septiembre de 2018). *Diseño de Investigación de Corte Transversal*. Recuperado el 2020 de Agosto de 2020, de [https://www.researchgate.net/publication/329051321\\_Disenio\\_de\\_investigacion\\_de\\_Corte\\_Transversal](https://www.researchgate.net/publication/329051321_Disenio_de_investigacion_de_Corte_Transversal)
- Ñaupari, C. (2018). *Optimización del planeamiento y control de un proyecto inmobiliario, a través de LPS y un modelo BIM para el secuenciamiento e identificación de restricciones*. Recuperado el 14 de Junio de 2020
- Oussouboure, I. G. (2016). *La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM*. Recuperado el 14 de Junio de 2020
- Pérez, C. G. (2015). *Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos*. Recuperado el 27 de Junio de 2020
- Salinas, J. R. (2014). *Implementación de BIM en Proyectos*. Recuperado el 12 de Junio de 2020
- Structuralia. (2016 de Noviembre de 2018). *Structuralia*. Recuperado el 19 de Junio de 2021, de <https://blog.structuralia.com/por-que-tu-empresa-necesita-implantar-la-metodologia-bim>
- Structuralia. (26 de Marzo de 2020). *Structuralia*. Recuperado el 19 de Junio de 2021, de <https://blog.structuralia.com/5-software-bim-que-deberias-conocer>
- Taboada, J. (2011). *Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM*. Recuperado el 12 de Junio de 2020

Vela, R. R. (Noviembre de 2015). Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación. Perú. Recuperado el 22 de Julio de 2020