

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

**Informe técnico Resultado de la Investigación**

**“BIM COMO HERRAMIENTA DE GERENCIA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION EN LA  
CIUDAD DE BOGOTÁ”**

Elaborado por:

Johanna Bayona B.

Andrés Ortiz G.

German Díaz L.

Vanessa Tamayo B.

**Universidad EAN**

**Escuela de Formación en Investigación**

**Especialización en Gerencia de Proyectos**

**Seminario de Investigación de Posgrado**

Bogotá - Colombia

2022

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

## RESUMEN

En el sector de la construcción en Colombia, todos los días se está buscando la optimización de los procesos, y como mediante esto se optimizan recursos y se obtienen mejores resultados, estos objetivos se han vuelto medibles y necesarios a la hora de entregar un proyecto con calidad. Es por eso que hoy en día las empresas requieren estar al día en avances tecnológicos, metodologías, políticas, procedimientos para que el sector pueda seguir siendo uno de los pilares de la economía colombiana. Es por eso que la Metodología BIM sigue teniendo tanta fuerza y tanto interés en implementarse en las empresas, trayendo consigo alternativas de trabajo integral para el desarrollo gerencial de los proyectos.

**Palabras clave:** Metodología BIM, Gerentes de proyecto, Transformación, Optimización de procesos, Metodologías tradicionales, Construcción en Colombia.

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

## TABLA DE CONTENIDO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
2. OBJETIVOS.....	7
2.1 Objetivo general.....	7
2.2 Objetivos específicos.....	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. MARCO TEÓRICO.....	9
5. ¿QUÉ ES METODOLOGÍA BIM?.....	12
6. MARCO INSTITUCIONAL.....	14
7. METODOLOGÍA DE PRIMER NIVEL.....	15
8. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	19
9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	20
10. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	23
11. ESQUEMA DE METODOLOGIA.....	26
12. CONCLUSIONES.....	27
13. LISTA DE REFERENCIAS.....	28
14. ANEXOS.....	33

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Encuesta. ....	33
-------------------------	----

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La necesidad del ser humano de planear y transformar su entorno ha sido inherente del desarrollo de la civilización (Yovane, 2007). Inicialmente este proceso de diseño y construcción funcionó de manera análoga por muchos años, la producción de los planos constructivos de un edificio se hacía enteramente a mano, una técnica que empleaba utensilios muy precisos de dibujo como rapidógrafos, escuadras, compases, entre otros, que facilitaban el trazado de los planos. A finales del siglo XX gracias a los avances de la computación surge en 1982 el primer software de diseño asistido por computadora llamado AutoCAD, que facilitó el proceso de dibujo 2D e incursionó en el modelado 3D. Se ha convertido un software reconocido internacionalmente por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios y actualmente es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales, entre otros. AutoCAD ha servido por décadas en la producción y coordinación de planos técnicos y de diseño para la construcción a nivel mundial, sin embargo, su implementación dentro del conjunto de procesos es muy limitada.

A principios del siglo XXI es cada vez más conocido el modelado de información de construcción BIM (Building Information Modeling), el cual ya no es solo un software, sino un conjunto de procesos y metodologías para la generación y gestión de datos de un edificio u obra de ingeniería civil durante su ciclo de vida. Desde hace unos diez años la metodología BIM se ha hecho conocida e implementada internacionalmente a un ritmo acelerado. Su uso por parte del sector de la arquitectura, Ingeniería y construcción ha ido creciendo exponencialmente y es hoy un modelo a seguir por la mayoría de las empresas.

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Según Rolong el sector del diseño y la construcción en Colombia, en forma tradicional, ha sido uno de los más rentables desde hace mucho tiempo, tanto así que los movimientos que en él se presenten tienen considerables incidencias en términos de economía nacional (Rolong, 2012), pero la implementación BIM ha sido un dolor de cabeza en la industria de la construcción colombiana. Es necesario presentar la descripción del problema con el siguiente orden: las causas u origen del problema, sus síntomas o situaciones anómalas, el pronóstico de la situación (lo que ocurriría si la situación sigue igual) y el control pronóstico (la posible solución del problema), todo lo anterior descrito en forma de prosa.

BIM es un método mejorado de transferir información y datos de un proyecto de construcción. Este intercambio de información normalmente ocurre entre varias disciplinas y durante todo el ciclo de vida de un proyecto (Walasek, 2017), razón por la cual requiere un proceso de implementación mucho más integral. Se ha evidenciado que, al adoptar nuevos procesos, la industria de la construcción en Colombia muestra signos de fragmentación, ineficiencia y problemas que no permiten una correcta implementación (Lozano, 2018). Algunas de las razones asociadas con la dificultad de implementar la metodología BIM son:

- Inter-operatividad
- Responder a los requerimientos del usuario
- Cambiar el proceso de trabajo convencional
- Problemas legales
- Capacitación y creación de nuevos roles y responsabilidades

**Pregunta de investigación:**

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

¿Cómo se debería implementar de manera eficiente y acertada la herramienta BIM en procesos de construcción en la ciudad de Bogotá?

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Diseñar una estrategia para promover la implementación de herramientas BIM en proyectos de construcción en Colombia.

### 2.2 Objetivos específicos

- Describir la conceptualización, impactos, beneficios, ventajas o desventajas de la metodología BIM
- Realizar un diagnóstico de la implementación de las herramientas BIM en proyectos de construcción de la ciudad.
- Describir casos de éxito donde se evidencie la disminución de tiempo y costo en los proyectos de construcción al usar las herramientas BIM en la ciudad.
- Comprobar la aplicabilidad de los programas tradicionales como Excel, Sinco, Project, entre otros, con las herramientas BIM.
- Evaluar las estrategias utilizadas para la implementación de BIM a nivel nacional e internacional

## 3. JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica desde los siguientes aspectos:

El primero se fortalece cuando se evidencia el constante cambio al cual, el sector de la construcción se ve expuesto, con el fin de implementar herramientas innovadoras en todos los campos, permitiendo tener un mayor control, una mejor optimización de tiempos, minimizando

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá los errores, y tomando de decisiones asertivas y precisas en el momento pertinente. Debido a esta permanente evolución, el mercado ha ofrecido grandes y variados servicios de software que brindan herramientas competitivas para los aspectos que todo el sector desea controlar.

En Colombia desde hace aproximadamente dos décadas se viene desarrollando un enfoque innovador y diferencial en la obtención de la información involucrada en proyectos de construcción, enfoque que pretende la unión dinámica de toda la información, con la implementación del BIM. Esta herramienta hoy por hoy es una tendencia a nivel global dentro de la industria de la construcción por ofrecer resultados que terminan en un proyecto construido con calidad, pero también un proyecto gerenciado con la mayor claridad de información y la mejor capacidad de perspectiva para evaluar decisiones, controlar costos y cuidar la buena producción de diseños. Así lo resalta Ocampo Hurtado, J.G. (2015).

Otro de los aspectos a resaltar durante la investigación es la relevancia del BIM para gerenciar los proyectos de construcción, ya que es una herramienta que conlleva a aumentar ventajas competitivas en formación y cambio de mentalidad a la hora de gerenciar un proyecto, puesto que permite a todo el grupo de especialistas que intervienen en un proyecto, de tener acceso a la información sin necesidad de estar duplicando datos, sino que favorece el uso colectivo de la información que si se ven enfrentados a un cambio son propagados en todos los campos de manera simultánea, eliminando los reprocesos que implica actualizar especialidad por especialidad, por eso a la hora de gerenciar el proyecto y controlar todas y cada una de esas ramificaciones de los proyectos se convierte en una herramienta útil que va más allá de ser la implementación de un software de diseño.

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Finalmente, la implementación de BIM exitosamente, conduce a los profesionales y a las empresas a tener cambios de conducta, cambios culturales, y en tecnologías de información que van a transformar las organizaciones desde el punto cero de los proyectos y sus entornos, adaptando nuevos procesos e implementando nuevos estándares que llevan a Colombia y su entorno empresarial a competir con alta calidad técnica y financiera el desarrollo de los proyectos, a partir de la consciencia de lo que la tecnología informática tiene para ofrecer con las herramientas digitales y su implementación. Por eso el trabajo de investigación está enfocado en hacer evidente los beneficios de la herramienta y los complementos de la misma a la hora de gerenciar un proyecto de construcción.

#### 4. MARCO TEÓRICO

##### **BIM COMO HERRAMIENTA DE GERENCIA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION**

Si la transferencia de tecnología es el paso del conocimiento y descubrimientos al público en general (Martinez, 2017), una de las responsabilidades actuales de las universidades debería ser el formar parte del sistema de transferencia tecnológica aplicada a la gerencia tecnológica informática y en este caso al BIM como sistema de gestión para la construcción. (Ocampo Hurtado, 2015)

Hace varios años se viene hablando del BIM MANAGEMENT PROJECT y de su implementación en la industria de la construcción muchos aseguran estar implementando esta metodología porque realizan diseños en programas como Revit, Archicad, Allplan, etc.

Lo cierto es que BIM no es una herramienta para diseño o renderizado, contrario a esto es un modelo tecnológico en el cual convergen varios componentes que hacen parte de la estructuración de un proyecto arquitectónico o de infraestructura como son: presupuesto,

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá costos, ingeniería y diseño. Esta herramienta estará disponible para todas las especialidades que intervienen en el proyecto; desde diseñadores, constructores, hasta administradores.

Actualmente desde universidades hasta startups vienen desarrollando tesis, investigaciones y aplicaciones que sustentan la importancia de fortalecer la labor gerencial en el sector de la construcción a partir de lo que la tecnología informática tiene para ofrecer en el siglo XXI. Su aplicación en la industria de la construcción se hace cada vez más evidente y urgente ya que de seguir desarrollando proyectos inmobiliarios y de infraestructura mediante sistemas CAD se corre el riesgo de dejar de ser competitivos nacional e internacionalmente ya que si bien estos sistemas permitieron un avance en la forma de hacer arquitectura en los años 80's hoy en día la globalización permite que empresas extranjeras con sistemas de administración BIM entren a participar con altos estándares de calidad. Lo cual permitirá que la industria de la construcción la que mayor empleo genera en nuestro país comience a ser dominada por empresas extranjeras.

Por el contrario, debemos fortalecernos y ser ejemplo en el uso y aplicación de tecnologías gerenciales como ocurrió con el Proyecto Atrio donde unas firmas de arquitectura internacional en conjunto con una nacional se unieron en una sala tecnológica para diseñar y cargar toda la información concerniente al proyecto con una precisión casi milimétrica que les permitió desarrollar el proyecto con los objetivos de tiempo, costos y diseño propuestos.

## **CAD. Como metodología tradicional en BIM**

Si bien BIM y CAD representan conceptos y procesos diferentes, no es imposible comprender un desarrollo de BIM desarticulado del desarrollo de la herramienta CAD. La aparición del dibujo 2D asistido por computador fue la respuesta extraordinaria a limitaciones

BIM como herramienta de gestión de proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá importantes del trabajo en arquitectura, ingeniería y construcción de acuerdo a la necesidad de generar y/o reproducir planos y documentos de obra en escalas diferentes.

Para la entrega de los diseños en 2D, la metodología utilizada para conceptualizar los modelos era la herramienta Autocad, en noviembre de 1982, Autodesk lanzó la primera versión de AutoCAD, que proporcionaba una función de dibujo de línea simple, sin menú, los usuarios necesitaban memorizar el comando y ejecutarlo en la operación DOS Sistema. De 1982 a 1988, después de nueve versiones de las mejoras, la función de dibujo de AutoCAD se mejoró gradualmente, con menús en pantalla, menús desplegables y líneas de estado. En 1988 la versión 10 mejoro la interfaz gráfica para el usuario completa y capacidades de renderización 2D /3D, marcando la madurez de AutoCAD y estableciendo su posición principal en el campo de CAD internacional.

En Europa la industria de la construcción comenzaba a conocer la utilización práctica de los sistemas de computador para obtención de cantidades de obra y generación de documentos. Se gestaron las bases de los sistemas CAD que posibilitaban la integración entre el dibujo 2D y la generación de documentos (cantidades, presupuesto, etc.). Esto ocurrió gracias al arquitecto danés Bjorn Bindslev que en 1959 comenzó una investigación acerca del uso de computadores para comunicación en procesos de construcción y documentación de contratos y generar informes de cantidades de obra.

En 1985 se introduce el modelado 3D, que abre la puerta a soluciones de diseño innovadoras como BIM y Digital Prototyping convirtiéndose en un potente software de dibujo para 2D /3D. Finalmente, las herramientas de diseño usaran la potencia informática con la que ya se está cambiando la forma en que trabajamos.

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

## 5. ¿QUÉ ES METODOLOGÍA BIM?

En 1975, Charles Eastman publicó un artículo describiendo un prototipo llamado Building Description System (BDS). En él se discutieron ideas de diseño paramétrico, representaciones 3D de alta calidad, con una “base de datos única integrada para análisis visuales y cuantitativos”. El trabajo de Eastman básicamente describía el BIM tal y como lo conocemos ahora.

El BDS fue uno de los primeros proyectos en la historia del BIM en crear con éxito una base de datos de edificios; describía elementos individuales de la biblioteca para ser recuperados y añadidos a un modelo. Eastman concluyó que BDS mejoraría la eficiencia de la redacción y el análisis y reduciría los costes de diseño en más del cincuenta por ciento.

La metodología BIM es más eficiente en todas y cada una de las fases que comprenden los proyectos de construcción con respecto a la metodología tradicional pero aun así se sigue manejando los conceptos iniciales de las metodologías tradicionales como lo son el Autocad, project y el manejo del Excel.

BIM es una metodología de trabajo colaborativa que permite la creación y gestión de un proyecto de construcción. El objetivo de la metodología es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costes de operación. Si la transferencia de tecnología es el paso del conocimiento y descubrimientos al público en general (Martinez, 2017), una de las

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá responsabilidades actuales de las universidades debería ser el formar parte del sistema de transferencia tecnológica aplicada a la gerencia tecnológica informática y en este caso al BIM como sistema de gestión para la construcción. (VICSAN, 2021)

Hace varios años se viene hablando del BIM MANAGEMENT PROJECT y de su implementación en la industria de la construcción muchos aseguran estar implementando esta metodología porque realizan diseños en programas como Revit, Archicad, Allplan, entre otros. Lo cierto es que BIM no es una herramienta para diseño o renderizado, contrario a esto es un modelo tecnológico en el cual convergen varios componentes que hacen parte de la estructuración de un proyecto arquitectónico o de infraestructura como son: presupuesto, costos, ingeniería y diseño. Esta herramienta estará disponible para todas las especialidades que intervienen en el proyecto; desde diseñadores, constructores, hasta administradores. Actualmente desde universidades hasta startups vienen desarrollando tesis, investigaciones y aplicaciones que sustentan la importancia de fortalecer la labor gerencial en el sector de la construcción a partir de lo que la tecnología informática tiene para ofrecer en el siglo XXI. Su aplicación en la industria de la construcción se hace cada vez más evidente y urgente ya que de seguir desarrollando proyectos inmobiliarios y de infraestructura mediante sistemas CAD se corre el riesgo de dejar de ser competitivos nacional e internacionalmente ya que si bien estos sistemas permitieron un avance en la forma de hacer arquitectura en los años 80's hoy en día la globalización permite que empresas extranjeras con sistemas de administración BIM entren a participar con altos estándares de calidad. Lo cual permitirá que la industria de la construcción la que mayor empleo genera en nuestro país comience a ser dominada por empresas extranjeras.

Por el contrario, debemos fortalecernos y ser ejemplo en el uso y aplicación de tecnologías gerenciales como ocurrió con el Proyecto Atrio donde unas firmas de arquitectura internacional

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá en conjunto con una nacional se unieron en una sala tecnológica para diseñar y cargar toda la información concerniente al proyecto con una precisión casi milimétrica que les permitió desarrollar el proyecto con los objetivos de tiempo, costos y diseño propuestos.

## 6. MARCO INSTITUCIONAL

Entre 2010 y 2011 algunas de las constructoras más reconocidas de Colombia entendieron la necesidad de incorporar dentro de sus procesos de planeación, diseño, ejecución y administración entre otros, una herramienta o metodología que los ubicara a la par de países como Brasil, Chile y Perú. Es ahí cuando se da el punto de partida para la aplicación de un sistema colaborativo con información centralizada que permitiera mejorar los procesos y optimizar recursos. Esto se conocería como Building Information Building o simplemente BIM. Para el año 2018 la Cámara Colombiana de la Construcción crea el BIM Forum Colombia con el objetivo de generar una relación directa e intrínseca entre los actores involucrados en la industria de la construcción. Y así generar una adopción de las nuevas tecnologías entre las que se encontraba la aplicación de BIM.

Ante la necesidad de involucrar el emergente concepto BIM los primeros en dar el primer paso fueron las constructoras del sector privado. Ejemplo de esto son constructoras como ARPRO y PRODESA quienes actualmente tienen dentro de su cadena de procesos el desarrollo de proyectos bajo los preceptos de la metodología BIM.

### **Constructora ARPRO**

Es una empresa dedicada al desarrollo, gestión y diseño de espacios inmobiliarios. La cual está comprometida con la integración de las tecnologías emergentes de la industria de la construcción.

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Esta cuenta con altos estándares de calidad, seguridad y gestión en sus procesos.

Involucrando dentro de su misión y visión el interés por transformar el entorno que construyen a partir de la innovación.

Dentro de su experiencia se encuentra el desarrollo de un gran número de proyectos que van desde vivienda hasta institucionales pasando por comercio, industria, hoteles e interiorismo.

### **Constructora Prodesa**

Es una empresa dedicada a la construcción de proyectos inmobiliarios con altos estándares de calidad ambiental y sostenibilidad urbana los cuales los ha hecho merecedores a premios y reconocimientos como el Obra Cemex y FIABCI.

Esta cuenta con más de 30 años de experiencia en el sector de la construcción desarrollando proyectos inmobiliarios en algunas de las ciudades más importantes del país como Cartagena, Barranquilla, Ibagué y Bogotá. Y fuera de Colombia en Miami, Florida.

Dentro de sus políticas de calidad está el generar viviendas con calidad y en los tiempos propuestos. Esto a partir de la estandarización e implementación de normas y procesos.

## **7. METODOLOGÍA DE PRIMER NIVEL**

### **Enfoque**

Esta investigación tiene un enfoque Cuantitativo – No experimental. El proyecto se basa en el método científico y analiza la realidad actual de la implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción, como objetivo se analizarán las posturas que existen sobre la metodología BIM, las metodologías tradicionales y se concluirán en el porqué del aumento o

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá  
disminución de su utilización en las empresas seleccionadas para el estudio. Por lo mismo se destaca que es una investigación No Experimental, no hay intervenciones de ningún tipo.

## Alcance

El alcance de la investigación es Descriptivo, ya que se analiza la incidencia de la aplicación de la Metodología BIM en el sector de la construcción.

## Diseño

El diseño de la investigación es transaccional debido a que lo que buscamos con esta investigación es la descripción de variables, y analizar su incidencia e interrelación en las empresas seleccionadas para la investigación.

## Definición de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional
Implementación de la metodología BIM	Esta variable nos permite identificar cómo funciona la herramienta digital de BIM, va enfocada al software y su funcionalidad.	Esta variable será medida mediante la encuesta a nuestro muestreo de población seleccionado.  Hay preguntas que nos ayudan a medir el conocimiento y la perspectiva frente a la metodología BIM.
Control en los proyectos con utilización de herramientas BIM	Esta variable está enfocada en descubrir en las empresas que herramientas se utilizan de la metodología BIM y como son empleadas en el control de los proyectos.	Esta variable será medida mediante la encuesta a nuestro muestreo de población seleccionado.  Hay preguntas que nos ayudan a identificar que herramientas se utilizan y si estas están aplicadas al control de los proyectos o por el contrario no hay utilización de estas.
Gerencia de un proyecto (todo el ciclo de vida del proyecto)	Esta variable está enfocada en el desarrollo del proyecto y como la metodología BIM puede aportar en cada una de esas etapas de planeación, ejecución y control del proyecto.	Esta variable será medida mediante la encuesta a nuestro muestreo de población seleccionado.  Hay preguntas que nos ayudan a identificar si la metodología BIM

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

		funciona para gerenciar un proyecto en todas sus etapas y si es llamativo para las empresas.
Plan de trabajo de BIM	Esta variable está enfocada en todas las etapas de implementación que tiene la metodología BIM y su implementación en las fases de desarrollo del proyecto.	Esta variable será medida mediante la encuesta a nuestro muestreo de población seleccionado.  Hay preguntas en la encuesta que van direccionadas a las etapas de desarrollo que tiene BIM y si estas son utilizadas o identificar y confirmar las percepciones que se tienen de las mismas.

**Población y Muestra**

Para la investigación se han seleccionado dos constructoras en la ciudad de Bogotá, la constructora ARPRO y la constructora PRODESA, ambas se dedican al desarrollo, gestión y diseño de espacios inmobiliarios en todo el país, atendiendo a necesidades de la población, enfocadas y comprometidas con nuevas tecnologías de la industria de la construcción, contando con altos estándares de calidad, seguridad y gestión ambiental en todos los procesos que ejecuta.

Estas compañías actualmente oscilan con una nómina de empleados que esta entre 120 a 150 personas por todo el territorio nacional, dentro de los cuales se encuentran aproximadamente entre 7 a 9 gerentes de proyecto, quienes son los encargados de gerenciar los proyectos que se están ejecutando en cada una de ellas.

Según el enfoque que estamos buscando para la investigación es importante que las personas que se seleccionen para nuestra recolección de información sean personas que estén capacitadas para tomar decisiones en la empresa y tengan pleno conocimiento del desarrollo en todas las etapas de los proyectos, para que desde ese punto de vista nos ayuden con la información que necesitamos para la investigación.

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Para la investigación se establecen los siguientes parámetros sobre los que se definirá la muestra de la misma:

El tamaño de la muestra se definirá teniendo en cuenta que la población a la que aplicaremos la investigación es una población estimada de 16

personas (población entre las dos constructoras objeto de estudio), se estima un nivel de confianza de 95% y un margen de error del 3%.

### Cómo calcular el tamaño de muestra para una población finita

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

**n** = Tamaño de muestra buscado

**N** = Tamaño de la Población o Universo

**z** = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

**e** = Error de estimación máximo aceptado

**p** = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

**q** = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Nivel de confianza	Z <sub>α/2</sub>
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

Basados en los parametros anteriores aplicamos la formula de poblacion finita y nos da como resultado:

### CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA FINITA

Parametro	Insertar Valor
<b>N</b>	16
<b>Z</b>	1,960
<b>P</b>	50,00%
<b>Q</b>	50,00%
<b>e</b>	3,00%

Tamaño de muestra

"n" =

15,78

**Tamaño de la muestra:  
16 personas**

### Segundo nivel

#### Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Basados en las variables que se quieren evaluar, se busca obtener la información de tres maneras:

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

1. La primera fuente de información es propia y suministrada por la empresa, en donde se pueden obtener información muy relevante que nos permitirá evaluar condiciones precisas de los proyectos desarrollados bajo la Metodología BIM, en cuanto a tiempo, costo y calidad de la metodología.

2. La segunda fuente de información, consiste en realizar una encuesta a los Gerentes de Proyectos de las dos constructoras (ARPRO Y PRODESA) para el proceso de identificación de percepciones, medición de utilización de las herramientas de la metodología y en principio interés sobre la misma. En el Anexo 1 se encuentra el formato de encuesta que se diseñó para la investigación en curso, junto con su respectiva calificación

## **8. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Basados en la naturaleza de esta investigación y en instrumento de recolección de datos que se va a seleccionar, la técnica de análisis de datos se puede dar en dos vías:

1. Análisis de datos cualitativos, esta técnica se basa en la interpretación, teniendo en cuenta la información que se va a recibir de las constructoras objeto de investigación.
2. Análisis de datos cuantitativos, que se basa en la obtención de datos tangibles, estos resultados los obtenemos de la encuesta realizada a los Gerentes de Proyectos, para poder evaluar tendencias, percepciones y demás alternativas que se derivaran de la encuesta.

Paralelo a estos métodos nos podemos también apoyar en dos tipos de análisis para complementar los anteriores mencionados y esos son:

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

1. Análisis de datos descriptivo: nos permite ordenar, analizar, e interpretar los datos de tal manera que se pueden convertir en valiosas ideas para la implementación de la Metodología BIM.
2. Análisis de datos prescriptivo: se enfoca en la identificación y uso de patrones o tendencias que se utilizan en las empresas para crear estrategias de implementación en proyectos.

## 9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### **Análisis de datos encuesta:**

Para el análisis de datos recogidos en la implementación de la encuesta nos apoyamos en las variables previamente mencionadas que serán aquellas las que nos permitirán tener un enfoque descriptivo y prescriptivo en la lectura de la encuesta.

#### - Implementación de la metodología BIM (Variable no. 1)

Las preguntas del instrumento (Ver Anexo. Encuesta) que nos brindan soporte para esta variable son las preguntas no. 1,2,10,11,13,16,20 y 21, y en las cuales nos podemos apoyar para concluir que en empresas como ARPRO y PRODESA, los gerentes de proyecto si están interesados en la implementación de la metodología BIM para sus proyectos y el desarrollo de los mismos. Rescatando cualidades del por qué la ausencia de la implementación de la misma, y es principalmente por su desconocimiento, el desconocimiento sobre todas las herramientas digitales que el software tiene disponibles, para planear, ejecutar y controlar los proyectos. A lo largo de las preguntas

## BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

que nos involucran esta variable podemos rescatar que la implementación de BIM funciona para todo tipo de proyectos, es aplicable en cualquier lugar siempre y cuando se tengan claras e identificadas todas las variables que intervienen en un proyecto (escala, alcance del proyecto, actores que intervienen en el mismo, entre otros), y que podría traducir beneficios al proyecto enfocado a coordinación en tiempos y costos; Mayor colaboración y comunicación en las disciplinas que intervienen en el proyecto; y en tener un personal mucho más capacitado en herramientas digitales y de coordinación. Sin embargo, vale la pena resaltar que para este tipo de empresas son claros los motivos por los cuales no se implementa la metodología y la primera y la que más se puede resaltar es la falta desconocimiento sobre la herramienta y el personal capacitado que pueda darle manejo y al mismo tiempo tenga la experiencia para dirigir y organizar un proyecto.

### - Control en los proyectos con utilización de herramientas BIM (Variable No. 2)

Para análisis de esta variable mediante nuestro instrumento de recolección de datos nos apoyamos en las preguntas No. 6, 7, 12, 14, y 17, (Ver Anexo. Encuesta), de la cual podemos rescatar que empresas como PRODESA y en ARPRO si capacitan a sus trabajadores en herramientas digitales, pero estas no son lo suficientemente especificas en metodologías que aporten como herramientas de control de proyectos para los gerentes del mismo, o en otras oportunidades son insuficientes para la finalidad que estas metodologías quieren lograr en los mismos. Este tipo de compañías, se esfuerza por vivir a la vanguardia de los avances tecnologicos para mejorar el desarrollo de sus proyectos, se pueden evidenciar que tratan de ir al ritmo que estos programas lo exigen, pero que complementandose con el resultado anterior, no son lo suficientemente practicas y extensas

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá para toda la organización, sin embargo, resaltan el ahorro que pueden llegar a tener en los mismos, estos oscilan entre un 10% y un 50%, dependiendo de la naturaleza del mismo y las variables que se han mencionado anteriormente que se deben tener en cuenta.

- Gerencia de un proyecto en todo el ciclo de vida del proyecto (Variable No. 3)

Para esta variable tenemos de apoyo las preguntas no. 3, 4, y 8, (Ver Anexo. Encuesta),

Mediante las cuales si se puede rescatar que los gerentes de proyecto de las empresas que se utilizaron para el desarrollo de la encuesta, si consideran pertinente el uso de software para ayudar al desarrollo de un proyecto, sea cual sea la herramienta, su naturaleza, si se considera pertinente su implementacion y actualmente si se utilizan diversas herramientas digitales que permiten la formulacion, la ejecucion y el posterior control de los proyectos.

- Plan de trabajo de BIM (Variable no. 4)

El apoyo para el análisis de esta variable viene de las preguntas 5, 9, 15, 18 y 19 (Ver Anexo. Encuesta). Si bien en el desarrollo de los proyectos los gerentes de los mismos, utilizan y creen en la aplicacion de los software para ejercer control sobre los proyectos, muchas veces es dificil que esto sea aplicado en todos los niveles de la empresa, por que al mismo tiempo existe un % que desconoce las herramientas adecuadas para implementar, como suele suceder con los contratistas y los subcontratistas, se regresa a la idea que para implementar las herramientas BIM, el factor economico influye mucho en la tecnologia como en el personal que utiliza la tecnologia y por eso la coordinacion actualmente resulta tan dificil.

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Sin embargo, en empresas como ARPRO y PRODESA, actualmente se hacen esfuerzos en capacitaciones a su personal permiten trabajos colaborativos en diseño 3D, como REVIT y NAVISWORKS, apuntando hacia lo que se desea con la metodología BIM, de articular las diferentes disciplinas tecnicas que intervienen en un proyecto de construccion y que serviria como apoyo a los gerentes de proyectos.

El plan de trabajo de la herramienta BIM, no se centra unicamente en la aplicación de una sola plataforma digital sino que tiene una amplia gama de programas que según la finalidad que se busque esta herramienta te brinda diferentes opciones, y es a esto a lo que quieren llegar estas constructoras, por eso el amplio interes en la aplicación de una metodología de este nivel.

## **10. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

Una vez analizados los resultados del instrumento de la encuesta, discutidos en el grupo de trabajo de esta investigacion y en compañía de las conversaciones sostenidas con el personal de las empresas de ARPO y PRODESA, la finalidad de este documento se convierte en el acercamiento a una metodología de implementacion de las herramientas BIM, como apoyo a los gerentes de proyecto, para que la eficiencia en cada etapa de los proyectos sea llevada a un nivel cercano al 100% y sea mas facil, mas practico y mejor organizado para los gerentes implementar sus estrategias de desarrollo y de control en los proyectos, permitiendo al maximo la reduccion de errores que llevan a sobrecostos y retrocesos en los proyectos que terminan siendo variables definitivas a la hora de valuar desempeño de un grupo de trabajo y por ende de una empresa.

### **FASE 1 (Concepto)**

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Estructurar un marco teórico desde conceptos, referentes y tecnologías aplicadas en el sector como sustento base y propósito del por que aplicar una metodología BIM. Entendiendo tanto sus beneficios como los requerimientos mínimos para su implementación.

1. Etapa de Inicio del proyecto:

- a. Definir un responsable, que al mismo tiempo, será el patrocinador de nivel estratégico gerencial de la implementación de la metodología BIM.
- b. Realizar un diagnóstico de la compañía en términos de los recursos de la empresa, los proyectos que en este momento se están ejecutando, cómo son las contrataciones de los proyectos que se están ejecutando para revisar la viabilidad de implementar una metodología BIM.
- c. Consultar documentos técnicos de soporte de BIM Forum Colombia y estándares internacionales.

2. Etapa de Planeacion del proyecto:

- a. Alinear la metodología BIM con la misión de la compañía
- b. Establecer objetivos a corto, mediano y largo plazo, con base a los tres pilares de la metodología BIM: tecnología, personas y procesos.
- c. Definición de roles BIM y los perfiles de cada uno (BIM Manager, Especialista BIM, Coordinador BIM y modelador BIM)
- d. Plan de implementación BIM: Qué y cómo, presupuesto para la implementación de BIM, plan estratégico de capacitación.

3. Etapa de ejecucion del proyecto:

## BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

- a. Evaluar y gestionar los riesgos que generan los cambios de implementación como resistencia al cambio y disminución de productividad a través de una estrategia de gestión del cambio que facilite la implementación de la metodología BIM
  - b. Reingeniería de procesos: un estudio de los procesos existentes para analizar como se podrían afectar por la implementación de la metodología BIM y cómo se podrían articular.
  - c. Desarrollar las capacitaciones: Capacitación introductoria, capacitación a los líderes y directivos de los beneficios de usar BIM, una iniciativa académica y práctica de la permanente actualización de las herramientas BIM por parte del equipo que va a implementar la metodología.
  - d. Desarrollar transformación tecnológica a través de los altos directivos donde se evidencie el interés de implementar nuevas tecnologías para la gestión de los proyectos, teniendo en cuenta que deben estar alineados la tecnología con los objetivos de negocios de la organización.
  - e. Desarrollar el proyecto piloto. Aplicar lo anterior al proyecto en específico.
4. Etapas de medición y seguimiento del proyecto:
- a. Desarrollar y definir indicadores de la metodología BIM: que dé cuenta del avance la implementación BIM a través de la definición de unos indicadores.
  - b. Incentivar participación de equipos: diseñar un plan de recompensas o reconocimiento para los equipos y visibilizar a las personas comprometidas con la metodología BIM.

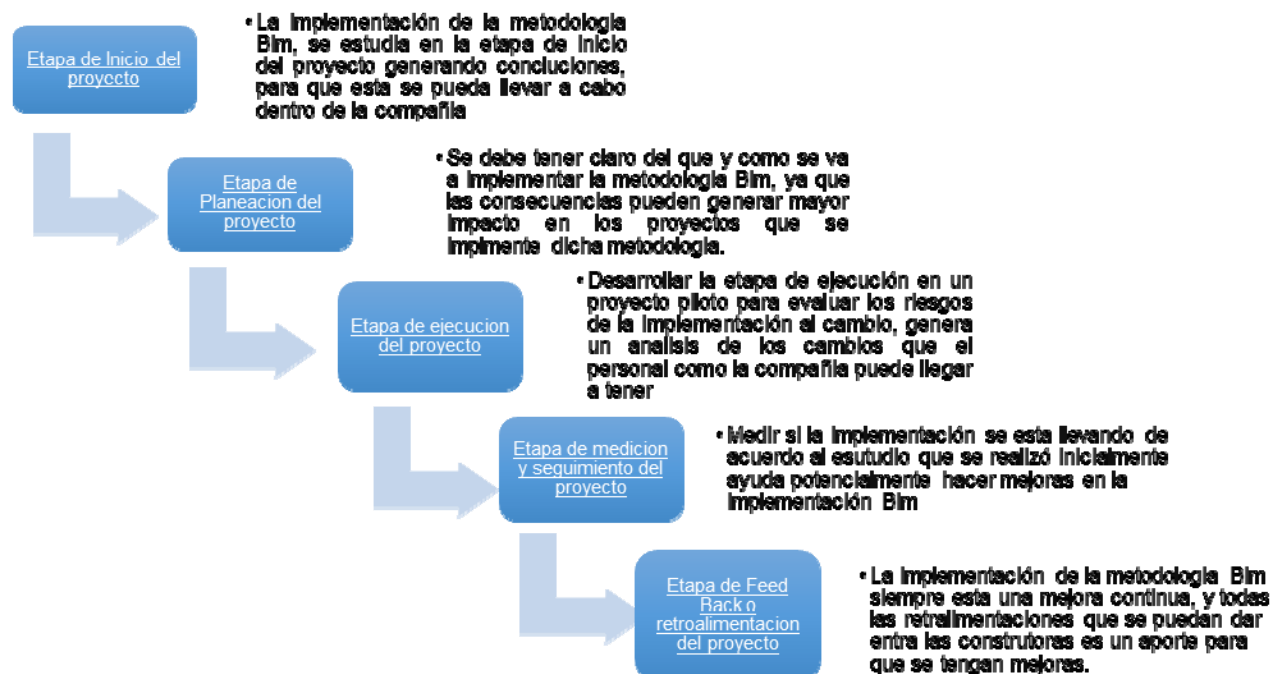
## BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

- c. Identificar las oportunidades de mejora: diseñar un plan de mejora de acuerdo con los indicadores.

### 5. Etapa de Feed Back o retroalimentación del proyecto:

- a. Realizar el análisis de los resultados BIM: consolidar la información de los resultados de los indicadores anteriores para su análisis, retroalimentación e identificar oportunidades de mejora.
- b. Validar el alcance y los entregables obtenidos: si el alcance a la implementación se debe ajustar, replantear o ampliar.

## 11. ESQUEMA DE METODOLOGIA



BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

## 12. CONCLUSIONES

- a. Es necesario que se dé una articulación entre las partes que intervienen en el gremio de la construcción para que se dé una correcta implementación de la metodología BIM. Esta debe ser incluyente para que cualquier persona afín a la arquitectura, ingeniería o construcción pueda aplicarla.
- b. Se debe contar con personal capacitado en metodología BIM el cual deberá contar con habilidades técnicas específicas y de liderazgo ya que será el responsable de la implementación y correcto desarrollo del proyecto bajo la metodología de trabajo BIM.
- c. El proceso de implementación BIM debe contar con una estrategia de planeación que permita definir una ruta de trabajo donde la empresa y sus objetivos estén alineados.
- d. Los actores involucrados en el desarrollo de un proyecto mediante metodología BIM deben crear una sinergia. Esta participación colaborativa les permitirá mejorar los procesos y resultados.
- e. Se requiere la creación e implementación de una metodología de trabajo que sea transversal a las etapas del proyecto. Desde le inicio hasta la retroalimentación pasando por la planeación, ejecución y seguimiento de la obra.
- f. Es indispensable que se reconozca el BIM como una metodología de trabajo con roles definidos. Cada actor participante debe saber el papel que juega dentro del equipo siendo responsable por el dominio y control de un área determinada mas no de la totalidad del sistema.

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

### 13. LISTA DE REFERENCIAS

#### Bibliografía

Andrades Bernuy, S. A., & Flores Velarde, A. A. (2020). *Universidad de San Martin de Porres*.

Obtenido de Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

[https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8567/andrades\\_bsa-flores\\_vaa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8567/andrades_bsa-flores_vaa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Barrera Albarello, P. L. (2011). *Universidad de los Andes*. Obtenido de Facultad de Ingeniería

Civil y Ambiental:

[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/IMPACTO%20DE%20BIM%20EN%20UN%20PROYECTO%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/IMPACTO%20DE%20BIM%20EN%20UN%20PROYECTO%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20(1).pdf)

Barreto Garcia, A. F. (2020). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Facultad de

Arquitectura:

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/EL%20BIM%20EN%20LA%20INTERVENTORIA%20DE%20PROYECTOS.pdf>

Blanco Diazgranados, M. (2018). *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA*. Obtenido de

Facultad de ingeniería civil:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16606/1/2018.05.22%20Proyecto%20de%20grado%20BIM%20-%20MIGUEL%20BLANCO%20DIAZGRANADOS.pdf>

CAMACOL. (Noviembre de 2020). *Estrategia Nacional BIM 2020 - 2026*. Obtenido de

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>

Cardenas Real, L. K. (2016). *Universidad de los Andes*. Obtenido de Facultad de Ingeniería:

[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/An%C3%A1lisis%20del%20retorno%20sobre%20la%20inversi%C3%B3n%20BIM%20ESTRATO%205%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/An%C3%A1lisis%20del%20retorno%20sobre%20la%20inversi%C3%B3n%20BIM%20ESTRATO%205%20(1).pdf)

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Cardona, F. (6 de Noviembre de 2016). Colombia le apuesta a la innovación y la tecnología para elevar la calidad en la educación. *Min Educacion - Sala de prensa*, pág. 1.

Ceron, I. A., & Lievano Ramos, D. A. (2017). *Universidad Catolica de Colombia*. Obtenido de Universidad Catolica de Colombia:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15347/1/PLAN%20DE%20IMPLEMNTACI%C3%93N%20DE%20METODOLOGIA%20BIM.pdf>

Chanduvi Cruz, J. J. (2020). *Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de Programa Academico de Maestria en Gestion Publica:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48663/Chanduvi\\_CJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48663/Chanduvi_CJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cordoba Gelpud, C. A. (2016). *Universidad de los Andes*. Obtenido de Departamento de Ingenieria Civil y Ambiental:

[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/EI%20avance%20en%20las%20herramientas%20BIM.%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/EI%20avance%20en%20las%20herramientas%20BIM.%20(1).pdf)

Dariusz, W., & Barszcz, A. (2017). Analysis of the adoption rate of Building Information Modeling [BIM] and its Return on Investment [ROI]. *Elsevier*, 8.

Fonseca Uribe, R. A. (2018). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo:

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/OPTIMIZACION%20PROCESOS%20CONSTRUCTIVOS.pdf>

Garcia Lopez, J. D., Stand Villareal, F., Gomez Cabrera, A., & Nuñez Moreno, F. A. (2016). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de Facultad de Ingenieria:

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/GarciaLopezJuanDiego2016.pdf>

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Giraldo Aguirre, J. D. (Julio de 2019). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de Facultad de Ingeniería:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/47308/Giraldo%20Aguirre%20Juan%20David%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gomez Alarco, J. M. (2019). *Universidad Continental*. Obtenido de Facultad de Ciencias de la Empresa:

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5529/1/IV\\_FCE\\_308\\_TI\\_Gomez\\_Alarco\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5529/1/IV_FCE_308_TI_Gomez_Alarco_2019.pdf)

Gomez Muñoz, G. (Mayo de 2017). *Esbim*. Obtenido de Encuesta de Situacion Actual:

[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/encuesta-esbim%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/encuesta-esbim%20(1).pdf)

Guzman Lopez, J., & Pablo, O. M. (2019). *Universidad Catolica de Colombia*. Obtenido de Facultad de Ingeniería:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24126/1/Proyecto%20de%20Grado%20Validacio%CC%81n%20De%20La%20Herramienta%20%28Calidad%20Car%29%20Para%20Modelacio%CC%81n%20De%20La%20Calidad%20Agua.pdf>

Lacaze, L. (Enero de 2021). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de Encuesta BIM: América Latina y el Caribe 2020: <https://publications.iadb.org/es/encuesta-bim-america-latina-y-el-caribe-2020>

Lopez Ruiz, L. I. (2017). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60797/Leidyl.L%C3%B3pezRuiz.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martinez Cardozo, J. S. (2014). *Universidad de los Andes*. Obtenido de Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental:

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/AN%C3%81L%20Y%20EVAL%20DE%20LA%20GESTI%C3%93N%20Y%20COORDINACI%C3%93N%20DE%20LOS%20DISE%C3%91OS%20T%C3%89CNICOS%20MARVAL%20(1).pdf

Martinez, E. K. (Febrero de 2017). *Baja Design Engineering*. Obtenido de AutoCAD a través del

Tiempo: 11 Datos Importantes relacionado a su Historia.:

<https://bajadesignengineeringblog.academy/2017/02/02/autocad-a-traves-del-tiempo-11-datos-importantes-relacionado-a-su-historia/>

Miranda Echaiz, M. A., & David, M. M. (2015). *Universidad Ricardo Palma*. Obtenido de

Facultad de Ingeniería:

[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2191/miranda\\_mamunoz\\_jcd.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2191/miranda_mamunoz_jcd.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mojica Arboleda, A., & Fernando, V. R. (2012). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de

Facultad de Ingeniería Civil: <https://core.ac.uk/download/pdf/71419247.pdf>

Moreno Gracia, J. D., & Gutierrez Bucheli, L. A. (s.f.). *Universidad de los Andes*. Obtenido de

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental:

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Estudio%20de%20caso%20de%20BIM%20aplicado%20a%20Facility%20Management%20(1).pdf

Muñoz Bolívar, S. A. (2018). *Universidad de los Andes*. Obtenido de Departamento de

Ingeniería Civil y Ambiental:

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LAS%20HERRAMIENTAS%20BIM%20EN%20LA%20ESTIMACI%C3%93N%20DE%20COSTOS%20DE%20FACTIBILIDAD%20PARA%20PROYECTOS%20INMOBILIARIOS%20EN%20COLOMBIA%20(1).pdf

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Muñoz Garcia, G. A. (2020). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Facultad de

Arquitectura:

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/INTEROPERABILIDAD%20EN%20EL%20ENTORN  
O%20BIM.pdf

Ocampo Hurtado, J. G. (2015). LA GERENCIA BIM COMO SISTEMA DE GESTIÓN PARA  
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. *Revista Gerencia Tecnologica Informatica*, 13.

Prada Sanchez, S. J. (2016). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de Facultad de

Ciencias Economicas:

[https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14433/PRADASANCHEZSIL  
VIAJULIANA2016.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14433/PRADASANCHEZSILVIAJULIANA2016.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

Rivas Galarreta, E. (11 de Agosto de 2009). Problema, hipótesis y objetivos de la investigación.

*Problema, hipótesis y objetivos de la investigación*. Profesor de Filosofía y Ciencias  
Sociales.

Rolong Nieto, F. (2012). El auge de la construcción en Colombia: un crecimiento real del sector  
o una burbuja que puede estallar. *Dictamen Libre*, 4.

Salazar Alzate, M. F. (2017). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Magister en

Construccion:

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/IMPACTO%20ECONOMICO%20DEL%20USO%20D  
E%20BIM.pdf

Sandoval Carreño, D. A., Bermudez Becerra, E. M., & Torres Fonseca, H. B. (2018).

*Universidad Catolica de Colombia*. Obtenido de Facultad de Ingenieria Civil:

[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16133/1/0.1%20Proy.-  
%20Grado%20MEP-%26-BIM-07-2018-APA-OK.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16133/1/0.1%20Proy.-%20Grado%20MEP-%26-BIM-07-2018-APA-OK.pdf)

BIM Como herramienta de gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá

Segui Segui, P. (2016). *OVACEN*. Obtenido de Historia de la vivienda a través del tiempo:

<https://ovacen.com/historia-de-la-vivienda-a-traves-del-tiempo/>

Trejo Carvajal, N. A. (2018). *Universidad de Chile*. Obtenido de Facultad de Ciencias Fisicas y

Matematicas: [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodolog%C3%ADa-BIM-en-la-planificaci%C3%B3n-y-control-de-proyectos.pdf?sequence=1)

[impacto-del-uso-de-la-metodolog%C3%ADa-BIM-en-la-planificaci%C3%B3n-y-control-](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodolog%C3%ADa-BIM-en-la-planificaci%C3%B3n-y-control-de-proyectos.pdf?sequence=1)

[de-proyectos.pdf?sequence=1](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodolog%C3%ADa-BIM-en-la-planificaci%C3%B3n-y-control-de-proyectos.pdf?sequence=1)

VICSAN, U. (2021). HISTORIA DEL BIM. *Vicsan*.

## 14. ANEXOS

Anexo A. Encuesta BIM como herramienta de Gerencia en proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá