



**IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROCESO
GERENCIAL EN CONSULTORÍAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA**

ROSA GISELA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

OSBAL DRIGELIO RUIZ CASTRO

DIRECTOR:

CARLOS FERNANDO RIVERA PEÑA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

2021



**IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROCESO
GERENCIAL EN CONSULTORÍAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA**

ROSA GISELA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

OSBAL DRIGELIO RUIZ CASTRO

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TITULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA E
INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES**

DIRECTOR:

CARLOS FERNANDO RIVERA PEÑA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

2021

2

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, junio de 2021

DEDICATORIA

A Dios, porque permitió vivir esta experiencia, que fue de gran ayuda en mi proceso de aprendizaje, no solo como profesional, sino como persona, pues Él me dio la fortaleza y sabiduría cuando la necesité.

A mi familia, porque con sus enseñanzas me han apoyado.

A mis maestros, excelentes profesionales que me enseñaron valiosas lecciones, por todo el conocimiento que aportaron para mi vida profesional.

ROSA GISELA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

A Dios, por salvar mi vida...

A ti, por ser mi gran apoyo, te amo y te admiro...

OSBAL DRIGELIO RUIZ CASTRO

AGRADECIMIENTOS

Damos gracias a Dios, por guiar nuestro camino y permitirnos culminar con éxito este proyecto académico.

A la empresa Nax.innova y su equipo de profesionales, por permitirme explorar sus proyectos para este trabajo académico, por su paciencia y disposición para impartirme sus conocimientos.

A La facultad de Ingeniería civil, a nuestro director de monografía, Ing. Carlos Fernando Rivera Peña, y a los docentes de la especialización en Gerencia e Interventoría de obras civiles, por su paciencia, profesionalismo, diligencia y aportes para desarrollar este proyecto académico.

A nuestra familia, amigos, y colegas, por el apoyo incondicional y por brindarnos aportes de información para desarrollar este proyecto académico.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	15
2. OBJETIVOS	17
2.1. Objetivo General	17
2.2. Objetivos Específicos	17
3. MARCO TEORICO.....	18
3.1. LA METODOLOGÍA BIM.....	18
3.2. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	20
3.3. FACTOR HUMANO EN BIM	21
3.3.1. BIM – MANAGER.....	22
3.3.2. BIM – COORDINADOR.....	23
3.3.3. BIM – ESPECIALISTA.....	23
3.3.4. BIM – MODELADOR.....	24
3.4. DIMENSIONES BIM.....	24
3.4.1. 3D. MODELADO	24
3.4.2. 4D- TIEMPO/PLANIFICACION	24
3.4.3. 5D-COSTOS.....	25
3.4.4. 6D – SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGETICA	25
3.4.5. 7D – MANTENIMEINTO	26
3.5. SOFTWARES BIM	26
3.6. GERENCIA BIM.....	33

4. METODOLOGÍA.....	35
5. ENCUESTAS	36
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS	42
7. DESCRIPCIÓN DE LA METODO EMPLEADO PARA REALIZAR EL PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR REALIZADO POR LA EMPRESA NAX.INNOVA IMPLEMENTANDO LA METODOLOGÍA BIM	68
7.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	68
7.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR.....	68
7.3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM IMPLEMENTADA DESDE EL ENFOQUE GERENCIAL	71
7.4. ASPECTOS DE CONTROL Y COORDINACIÓN DE LA GERENCIA IMPLEMENTANDO LA METODOLOGÍA BIM.....	83
8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA METODOLOGÍA BIM EN CONSULTORIA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA	86
8.1 VENTAJAS DE LA METODOLOGÍA BIM	86
8.2. DESVENTAJAS DE LA METODOLOGÍA BIM	89
9. CONCLUSIONES.....	92
10. RECOMENDACIONES	93
12. BIBLIOGRAFÍA	95

CONTENIDO FIGURAS

Ilustración 1. Respuestas Pregunta No. 1	42
Ilustración 2. Respuestas Pregunta No. 2.	43
Ilustración 3. Respuestas pregunta N0. 3.....	44
Ilustración 4. Respuestas pregunta No. 4.....	45
Ilustración 5. Respuestas pregunta No. 5.....	46
Ilustración 6. Respuestas pregunta No. 6.....	47
Ilustración 7. Respuestas pregunta No. 7.....	48
Ilustración 8. Respuestas pregunta No. 7.....	48
Ilustración 9. Respuestas pregunta No. 7.....	49
Ilustración 10. Respuestas pregunta No. 8.....	50
Ilustración 11. Respuestas pregunta No. 9.....	51
Ilustración 12. Respuestas pregunta No. 10.....	52
Ilustración 13. Respuestas pregunta No. 11.....	53
Ilustración 14. Respuestas pregunta No. 12.....	54
Ilustración 15. Respuestas pregunta No. 12.....	54
Ilustración 16. Respuestas pregunta No. 12.....	55
Ilustración 17. Respuestas pregunta No. 13.....	56
Ilustración 18. Respuestas pregunta No. 13.....	57
Ilustración 19. Respuestas pregunta No. 13.....	57
Ilustración 20. Respuestas pregunta No. 14.....	59
Ilustración 21. Respuestas pregunta No. 15.....	60
Ilustración 22. Respuestas pregunta No. 16.....	61
Ilustración 23. Respuestas pregunta No. 16.....	61
Ilustración 24. Respuestas pregunta No. 16.....	62
Ilustración 25. Respuestas pregunta No. 17.....	63
Ilustración 26. Respuestas pregunta No. 17.....	64
Ilustración 27. Preguntas pregunta No. 17.	64
Ilustración 28. Respuestas pregunta No. 18.....	66
Ilustración 29. Fachada principal.....	70

Ilustración 30. Fachada posterior	70
Ilustración 31. Vista en planta superior de la composición de la vivienda.....	70
Ilustración 32. Topografía del lote vinculada de AutoCAD 2d a Revit.....	73
Ilustración 33. Topografía en 3D.	74
Ilustración 34. Ejes.....	75
Ilustración 35. Planta piso 1.	75
Ilustración 36. Planta piso 3.	76
Ilustración 37. Planta piso 2.	76
Ilustración 38. Modelación de la estructura en el software RAM.	78
Ilustración 39. Vista superior lateral.	79
Ilustración 40. Vista lateral.	79
Ilustración 41. Renderización 3D en el software 3DMax de la sala. Fuente. Archivo digital de la empresa	80
Ilustración 42. Renderización 3D en el software 3DMax de la cocina Fuente. Archivo digital de la empresa	80
Ilustración 43. Renderización 3D en el software 3DMax de cocina	81
Ilustración 44. Renderización 3D en el software 3DMax de habitación principal, baño y vestier.....	81
Ilustración 45. Renderización 3D en el software LUMION de zona de té y gimnasio Fuente. Archivo digital de la empresa	82
Ilustración 46. Renderización 3D en el software LUMION de entrada acceso a la casa	82
Ilustración 47. Renderización 3D en el software LUMION de patio	83
Ilustración 48. Ventajas de BIM.....	88
Ilustración 49. Desventajas BIM.....	91

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Softwares BIM.....	33
-----------------------------	----

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Implementación de la metodología BIM aplicada al proceso gerencial en consultorías de diseño de infraestructura

AUTOR(ES): Osbal Drigelio Ruiz Castro
Rosa Gisela Rodríguez Hernández

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Carlos Fernando Rivera Peña

RESUMEN

Ejecutar proyectos de consultoría de infraestructura en la actualidad contempla el uso de un conjunto de recursos, como lo son el equipo de trabajo, los materiales, la experiencia, el software, el hardware, el tiempo, el dinero, etc, que permiten dentro del proceso gerencial, llevar a cabo un proyecto con éxito.

La adopción de la metodología BIM en proyectos de consultoría de infraestructura resulta conveniente y genera competitividad para los mismos, pues en virtud de los avances tecnológicos que presenta, permite gestionar de forma más eficiente los recursos, y obtener información como áreas, volúmenes, cantidades, y demás, que facilitan los trabajo de ingeniería y arquitectura. lo anterior teniendo en cuenta que el sector de la construcción se ha venido manejando en el país de forma tradicional y con un bajo nivel de tecnología; por lo que se requiere la transformación y evolución en los procesos.

El presente documento se enfoca en realizar una etapa exploratoria de los conceptos básicos y conocimientos de los profesionales en el sector de la construcción sobre la metodología BIM, la descripción de su implementación en un proyecto de vivienda unifamiliar desde en enfoque gerencial, y determinar las ventajas y desventajas de su aplicación en los proyectos de consultorías infraestructura

PALABRAS CLAVE:

Metodología BIM, Gerencia, Ingeniería, Arquitectura, 3D.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Implementation of the BIM methodology applied to the management process in infrastructure design consultancies

AUTHOR(S): Osbal Drigelio Ruiz
Rosa Gisela Rodríguez Hernández

FACULTY: Faculty of Civil Engineering director

DIRECTOR: Carlos Fernando Rivera Peña

ABSTRACT

Executing infrastructure consulting projects currently involves the use of a set of resources, such as the team, materials, experience, software, hardware, time, money, etc., which allow within the management process, to carry out a project successfully.

The adoption of the BIM methodology in infrastructure consulting projects is convenient and generates competitiveness for them, because by virtue of the technological advances it presents, it allows to manage resources more efficiently, and obtain information such as areas, volumes, quantities, and so on, that facilitate engineering and architecture work. This is given that the construction sector has been managed in the country in a traditional way and with a low level of technology; so transformation and evolution in processes is required.

This document focuses on conducting an exploratory stage of the basic concepts and knowledge of professionals in the construction sector on the BIM methodology, describing its implementation in a single-family housing project from a managerial approach, and determining the advantages and disadvantages of its implementation in infrastructure consulting projects

KEY WORDS:

BIM Methodology, Management, Engineering, Architecture, 3D.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los logros de mayor importancia para el desarrollo de la humanidad, ha sido el surgimiento de la arquitectura y las ingenierías, esta necesidad ha requerido el desarrollo de diversas técnicas implementadas específicamente por la arquitectura en pro de optimizar sistémicamente la construcción de los espacios, sean viviendas, edificios, hospitales, aeropuertos entre otros.

En efecto, con el desarrollo de la informática, se han generado herramientas funcionales en múltiples disciplinas, las cuales permiten lograr estos objetivos con mayor eficiencia y eficacia; una de estas en el contexto tanto de la arquitectura como de la ingeniería civil, ha sido la plataforma CAD (dibujo asistido por computador), la cual se materializa como la digitalización del trabajo de dibujo realizado como soporte del producto de un diseño, ya sea arquitectónico, urbano, estructural, eléctrico, mecánico, industrial, hidrosanitario, etc. Claramente esta acción permitió la evolución de los procesos de diseño hacia un mejoramiento sustancial en lo referido a su producción y precisión, pero, aun así, se materializa como una acción mecánica debido a su limitación en la coordinación sistémica de los diseños respectivos que conforman un determinado proyecto.

Una de las acciones de mayor importancia en un proyecto, es la visualización conjunta de diseños, que no se logra en la plataforma CAD, dinámicas no coordinadas, las cuales repercuten en la programación y el presupuesto siendo la mayor limitante, causal del surgimiento de la plataforma BIM (Building Information Modeling).

En esta monografía, se evidencia un proceso investigativo que inicia desde el marco teórico de la metodología BIM, hasta su aplicación en el desarrollo de procesos gerenciales, progresivamente se resaltan los resultados de la encuesta realizada a la población objetivo sobre el conocimiento y la aplicación de la metodología BIM en

el proceso gerencial de consultorias de diseño, evidenciando resultados cuantitativos sobre los diversos aspectos que dan forma a la implementación de la metodología BIM en el proceso gerencial.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, en las consultorías de diseños de proyectos de tipología residencial – vivienda unifamiliar propios de la construcción, se evidencia el continuo surgimiento de desfases, imprecisiones y errores consignados los diseños, que solo son evidenciados en la entrega final de la consultoría o en la construcción de los respectivos proyectos, situación preocupante, ya que al momento de ser evidenciada repercute en la trazabilidad y el avance general del diseño a nivel económico, legal, financiero, administrativo y operativo, dado que ciertamente todos y cada uno de los ítems presupuestales componen una malla que es afectada por esta tipología de errores.

Por lo anterior, es vital hoy en día la inclusión de la metodología BIM y la generalidad de sus parámetros operativos desde la acción de sus diversos cargos como : modelador de proyecto, especialista modelador, coordinador BIM, gerente BIM (entre otros), todo a razón de la implementación de las diversas estrategias gerenciales que permitan la integración de los diversos profesionales hacia un camino homogéneo que evidencie una coordinación correcta de los proyectos, necesidad esta que nace desde las estrategias generales de la gerencia propia de la consultoría y que debido principalmente a los actuales modos de trabajo aislado y poco colaborativo por parte de los diversos diseñadores y sumado a los errores gerenciales causados entre otros por el volumen de trabajo y la premura de los tiempos de entrega, se generan reprocesos, siendo esta la causa principal de la presente monografía. (HURTADO, 2020)

Según el entorno tradicional en el que se ha manejado el ejercicio de la ingeniería a lo largo de los años en el país, este documento pretende hacer un análisis a los posibles beneficios, ventajas o limitaciones de aplicar el sistema bim a los proyectos de consultoría de diseños de tipología residencial – vivienda unifamiliar, donde el conocimiento, capacitación y manejo de diferentes softwares juegan un papel clave en la implementación de esta tecnología, pues el éxito de nuevos métodos y

técnicas, se representa en la medición y mejora en diferentes etapas del proyecto y en aspectos medibles como el tiempo, costo y calidad.

Los posibles riesgos en la etapa constructiva del proyecto al no llevar a cabo una pre construcción en el inicio del ciclo de vida del proyecto, podrían verse minimizados teniendo en cuenta la implementación de BIM. De la misma manera es posible disminuir los riesgos que se asumen durante la ejecución de la obra.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Presentar la implementación de la metodología BIM en el proceso gerencial aplicado a consultorías de diseño de infraestructura.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar a profesionales de ingeniería y arquitectura, como mecanismo de investigación sobre su conocimiento en el sistema BIM y el proceso gerencial en consultorías.
- Describir los parámetros de la metodología BIM desde el enfoque gerencial de un proyecto de diseño de tipología residencial – vivienda Unifamiliar, que permita visualizar desde el enfoque gerencial las actividades realizadas
- Establecer ventajas y desventajas del uso de la metodología BIM desde el enfoque gerencial en consultorías de diseño de infraestructura.

3. MARCO TEORICO

3.1. LA METODOLOGÍA BIM

Resulta de gran importancia ante el gran cuerpo teórico que representa el sistema BIM, se requiere resaltar lo siguiente:

En efecto, para hablar de BIM, se precisa aclarar el significado de esta sigla, BIM: building information modelling, acrónimo que hace referencia a la modelación de Información para la Construcción, paralelamente cabe resaltar que la definición de este sistema es ciertamente más compleja debido a la interacción de grandes cantidades de información a procesar. El sistema BIM hace referencia a un gran conjunto de herramientas y procesos de tendencia sistémicos para la consolidación de información idónea y óptima para la construcción de todo tipo de edificación en sus diversas fases, la cual se traduce en el desarrollo e implementación de diversos software que logra la inclusión de la información respectiva de los diseños técnicos requeridos, que a su vez será procesada desde diversas perspectivas en pos de la consideración prospectiva sobre el desarrollo general del proyecto. (modeling, 2010)

El origen de este sistema se sienta en los últimos años de las década de los `70 y en los primeros años de los `80 con el surgimiento y uso paulatinamente masivo de los computadores, con lo cual se dio surgimiento de la plataforma CAD (dibujo asistido por computador), la cual aun hoy continua existiendo por medio del programa que desde sus inicios se ha mantenido como pionero, de la casa Autodesk, AutoCAD en sus diversas versiones anuales mantiene la plataforma de dibujo asistido por computador, considerado en cierta manera como un vestigio de sus inicios. Paralelamente, en los últimos años de la década de los `90, surgió el software ArchiCAD, el cual marco un hito en la innovación de camino hacia el

desarrollo de software BIM, este a su vez se mantiene hoy en día como pionero en la implementación e inclusión de herramientas potentes para el desarrollo del proceso BIM en los diversos proyectos de infraestructura. (Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación, 2012)

Actualmente, de acuerdo a la demanda de los diversos mercados en el sector de la construcción, una gran diversidad de software BIM, diseñados para los diferentes requerimientos de estudios y diseños desde la recolección de datos topográficos hasta el desarrollo de las diversas instalaciones especiales que incluyen los diseños de acuerdo a programas arquitectónicos específicos, estos diversos diseños logran enlazarse para la obtención de mejores resultados BIM, tal es el ejemplo del software Naviswork de la casa Autodesk (pionero en la coordinación BIM), el cual permite sincronizar y coordinar la materialización de los diseños de un respectivo proyecto, en pro de simular correctamente el avance constructivo del mismo, logrando evidenciar así las posibles coaliciones entre los diversos elementos que componen cada diseño, de lo estructural con lo hidro-sanitario, a lo arquitectónico con lo eléctrico y demás diseños complementarios, logrando así evidenciar y subsanar con anterioridad en buenos términos de tiempo y costo los posibles imprevistos que surgirían en obra. A grandes rasgos, el origen del BIM, surge hoy en día principalmente por la necesidad de generar procesos complejos y sistémicos que den cuenta cierta del desarrollo certero de la obra y los diversos procesos que en ella se generan, desde la cimentación hasta la posibilidad de incluir procesos de mantenimiento y mejoramiento de la obra en el transcurso del tiempo. (modeling, 2010)

3.2. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.

- BIM: building information modeling, acrónimo que hace referencia al Sistema de interconexión de información para el desarrollo de proyectos propios de infraestructura urbana. (modeling, 2010)
- Sistema BIM: concepto que hace referencia a la gran nube de posibilidades de implementación BIM a través de la operatividad e inter-operatividad de diversos softwares con su respectiva acción en la ejecución de los proyectos. (modeling, 2010)
- Constructividad: este concepto, implementado en tras el desarrollo progresivo de la metodología BIM, surge a través de la construcción de los modelos 3d, ya que la modelación exige la capacidad de interpretar el proceso constructivo de un respectivo proyecto, logrando así la optimización del tiempo y procesos en el desarrollo general de la obra. La Constructividad de un proyecto genera nuevos retos y exigencias a los diversos profesionales que componen los equipos y empresas que se especializan en el sistema BIM. (arquitectura, 2019)
- Diseño colaborativo: debido a que la implementación de la metodología BIM intervienen una cantidad interesante de profesionales, se precisa la acción colaborativa y no competitiva en la construcción de los modelos 3d que componen el diseño del proyecto, en pro de subsanar y coordinar el desarrollo general del mismo y sus diversas implicaciones en la obra al igual que su fase posterior de mantenimiento. El diseño colaborativo integra la opción y oportunidad de nutrir el conocimiento general de un proyecto en sus diversas escalas y proporciones. (arquitectura, 2019)

- Inter-operatividad: este concepto complementa la acción y efecto del diseño colaborativo, ya que hace referencia a la operación entre varias disciplinas en pro de la optimización del proyecto, a su vez hace referencia a la acción remota que pueden realizar los diseñadores que intervienen en el proyecto, ya que desde la conexión en red pueden trabajar de manera simultánea sobre un mismo documento en pro de nutrir en tiempo real las dinámicas del diseño particular y general del proyecto, acción esta que logra evidenciar resultados palpables en tiempo real, característica fundamental para tomar de decisiones acerca del desarrollo general del proyecto. (arquitectura, 2019)
- Ciclo de vida del proyecto: cada proyecto precisa de un ciclo de vida el cual es generado por la calidad de los materiales que son incluidos en el diseño y en la obra respectiva, acción esta que permite medir y llevar control sobre el deterioro posible de los componentes para lograr una conexión sistémica con el avance del ciclo de vida y el mantenimiento requerido e estas edificaciones, información esta que resulta clave para cada cliente que guarda expectativas de garantías y durabilidad de la obra al momento de ser entregada y posterior a su entrega oficial. (arquitectura, 2019)

3.3. FACTOR HUMANO EN BIM

Reconociendo la aplicabilidad de la metodología BIM para desarrollar proyectos, cabe resaltar el impacto del factor humano en esta misma, ya que la operatividad e inter-operatividad del sistema BIM, permite la reducción de los diversos errores que surgen en el desarrollo normal de un proyecto desde la plataforma CAD, ya que esta no permite el reconocimiento de errores de diseño como factor humano en tiempo real, en efecto la plataforma tras el uso de varios de sus software permite simular la construcción de cada proyecto en pro de subsanar en tiempo real y con anterioridad

a la obra, el surgimiento de nuevos errores que repercutan en el factor tiempo y costo de la obra.

El factor humano en BIM, hace referencia a la reducción del error que surge precisamente la gran magnitud de información que se genera en cada proyecto, desde cada diseño y desde la integración general de los diseños. (arquitectura, 2019)

Es desde esta situación de existencia de grandes volúmenes de información, que brotan desde el contexto de la metodología BIM, herramientas complementarias como el software Naviswork, propio de la casa Autodesk, el cual apoya el desarrollo de las acciones BIM, generando procesos de simulación entre los diseños, con resultados definidos como coaliciones, los cuales hacen referencia a la intersección no-funcional entre los diversos elementos que componen los diseños requeridos en el proyecto, siendo hoy esta una de las herramientas de alto calibre en la implementación de la metodología BIM, logrando la reducción de imprevistos, de reprocesos en los diseños y la optimización del tiempo de obra.

A continuación, se describe el perfil de los profesionales que intervienen en un proyecto de consultoría implementando la metodología BIM:

3.3.1. BIM – MANAGER

El rol de BIM-manager, es desde la acción de este importante rol, que la información del proyecto asume un viaje horizontal y longitudinal en pro de alcanzar cada uno de los roles y demás integrantes complementarios que aparezcan en el proceso de la gestión de proyectos de infraestructura, ya que el BIM-manager desde sus procesos gerenciales busca la integración de los criterios generales de diseño y los criterios presupuestales aunados con los criterios técnicos que cada especialista genera a través de sus particulares condiciones, logrando así satisfacer las

necesidad objetivas o subjetivas del proyecto de acuerdo a su tipología. (arquitectura, 2019)

claramente el rol del BIM-manager representa y asume la imagen de las decisiones fundamentales para la trascendencia del proyecto, enmarcando la cadena jerárquica que se integra de manera complementaria para conseguir resultados optimos en el proyecto junto con la integración de las estrategias gerenciales idóneas.

3.3.2. BIM – COORDINADOR

El rol de BIM-coordinador, se adentra a la comunicación continua y certera entre los profesionales y demás roles BIM que intervienen en el desarrollo del proyecto, ya que su labor trasciende a la claridad de las acciones y decisiones que desde el BIM-manager y los especialistas se consoliden a través del proceso general de diseño y determinan la generalidad del proyecto y su ejecución. El BIM-coordinador asume un rol fundamental para la integración general de la información esencial del proyecto, su rol es en efecto transversal.

3.3.3. BIM – ESPECIALISTA

El rol de BIM-especialista, resalta a cada uno de los modeladores especialistas que intervienen desde los demás diseños que componen el proyecto, como lo son los especialistas de redes hidro-sanitarias, especialista de redes eléctricas, especialista de ventilación mecánica, especialista de redes de gases entre otros, estos especialistas nutren el modelo matriz desde diferentes unidades remotas en pro de la mejora continua del diseño para lograr así su posterior consolidación optimizada.

3.3.4. BIM – MODELADOR

El rol de BIM-modelador, hace referencia al profesional encargado de generar los modelos arquitectónicos y urbanos en tres dimensiones espaciales necesarios para el desarrollo general del diseño en sus diferentes etapas y con sus diferentes componentes de diseño como los acabados, procesos de instalación, accesorios de ensamble, y materialidad que van desde la modelación de muros con especificaciones generales de diseño (contenido de acabados) hasta la modelación de acabados especiales. El modelador BIM, da inicio a la cadena operativa de los profesionales que desde la metodología BIM impulsa la inclusión de contenido a los diversos proyectos. (arquitectura, 2019)

3.4. DIMENSIONES BIM

Con el fin de coordinar con precisión de forma simultánea las diferentes áreas y etapas del proyecto, se definieron las siguientes dimensiones BIM:

3.4.1. 3D. MODELADO

Es un modelo orientado a objetos que encarna la geometría del proyecto integralmente, incluyendo las especialidades que intervienen en el proyecto, generando en un modelo 3D la geometría detallada de todas las partes del proyecto. (dataIaIng, 2020)

3.4.2. 4D- TIEMPO/PLANIFICACION

La cuarta dimensión tiene como finalidad controlar la logística del proyecto por medio de la inclusión de la dimensión del tiempo. Ayuda a vislumbrar y hacer control a la duración y la eficiencia en las diferentes fases de la ejecución de un proyecto, donde es posible la simulación de los tiempos y las actividades a ejecutar. contribuyendo a que la etapa de ejecución, así como el producto final permitan resultados con mayor calidad, eficiente y seguridad.

La modelación en 4D contribuye a la estimación en los costos, dada la afectación de los rendimientos y la duraciones de las actividades a ejecutar, impactando, los recursos establecidos, los Análisis de Precios unitarios de las actividades y las tareas proyectadas. (Navarro, 2021)

3.4.3. 5D-COSTOS

Comprende controlar la proyección de los gastos y los costos de un proyecto. El modelado 5D permite estimar las cantidades de insumos, bien sea equipos, personal, materiales y su respectivo costo, y al mismo tiempo controlar y organizar los gastos en las diferentes etapas del proyecto. Permite la elaboración del presupuesto para el seguimiento eficiente de proyecto, Logra mejorar de la rentabilidad del proyecto. genera el aumento de la vida útil del mismo y una reducción significativa de los costos de mantenimiento y uso. (Navarro, 2021)

3.4.4. 6D – SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGETICA

Dimensión Green BIM, que abarca realizar análisis de sostenibilidad y energéticos por medio de simulaciones; permite conocer una proyección del comportamiento energético del proyecto previo a la toma de decisiones relevantes y el inicio de la etapa de construcción, estableciendo si el proyecto cumple los requisitos indispensables para adquirir certificaciones energéticas y es eficiente,

permitiendo la optimización de procesos, como remodelaciones, reparaciones e inspecciones a futuro. (dataing, 2020)

3.4.5. 7D – MANTENIMIENTO

Dimensión empleada para el mantenimiento del edificio al finalizar las actividades de obra. Llevando un seguimiento logístico por medio de inspecciones, mantenimientos y reparaciones; genera información valiosa de posibles fallas de funcionamiento, espacios que podrían mejorar del proyecto y del estado actual de las instalaciones, para una gestión más eficiente del mismo, optimizando recursos y evitando complicaciones de mayor repercusión económica. (Navarro, 2021)

3.5. SOFTWARES BIM

Es conveniente tener conocimiento de los diferentes softwares de BIM que hay en el mercado, dado que supone una gran inversión de recursos, humanos, financieros, materiales y técnicos, que implican diferenciar y seleccionar la opción más acertada, según las necesidades del proyecto.

Por lo anterior, una gran variedad de softwares se encuentra disponibles, especializados para diferentes etapas y necesidades del proyecto, clasificados de la siguiente forma:

SOFTWARES	APLICACIÓN	FUNCION	CICLO BIM
ArchiCAD	Modelado y renderización	Genera modelos virtuales muy completos y representaciones graficas en 2D, tiene	2D Y 3D

	<p>una biblioteca de objetos prediseñados como ventanas, techos, paredes,, puertas, y muebles, además de una amplia base de datos de información constructiva. (graphisoft, 2021)</p>
Revit	<p>Software con gran popularidad de autodesk para el trabajo colaborativa y la modelación paramétrica para diseño de elementos constructivos y objetos, para diseño arquitectónico, MEP, diseño estructural, detalles, ingeniería y construcción. (Autodesk, Autodesk, 2021)</p>
Allplan	<p>software para pasar de 2D a la dimensión 3D, utilizado para renderizar imágenes de óptima calidad (BIMnD, 2021).</p>
aecoSIM	<p>Permite Visualiza, Diseñar, documentar y analizar, edificaciones de todo tamaño, envergadura y complejidad. supera los impedimentos entre los equipos distribuidos geográficamente y las disciplinas de la construcción. Ejecuta edificios con una alta confianza en los diseños, con mejor rendimiento, velocidad, herramientas, flujos de trabajos, y entregables. (Bentley, Bentley, 2021)</p>
3DS MAX	<p>Utilizado para la modelado y renderización y visualización en 3D de</p>

		animaciones, diseños y juegos. Cuenta con herramientas flexibles y completas para la creación de diseños de alta calidad con un control artístico total. (autodesk, 2021)
Edificius		Diseñado para el diseño en el sector de la construcción, mecánica industrial paisajismo y entretenimiento, Contiene varios módulos como Landmark, Fundamentals, Architect, y Designer. (BIMnD, 2021)
BIM Collab Zoom		Software que fusiona el BIM por medio de renderización en tiempo real y la visualización del proyecto mientras que se modela. Integra todas las funciones de architecture design y architectural visualization (Software, 2021)
Solibri Model Viewer	Visores	Visor gratis y compatible con muchos softwares, Trabaja a gran velocidad para abrir un IFC; adicional a esto, cuenta con flujos de trabajo BCF y permite hallar y visualizar errores de información, por medio de la filtración y colorear objetos. (BIMnD, 2021)
BIMx (Graphisoft)		Software para compartir información para ahorrar recursos como el dinero y el, logra la apertura y visualización de todos los archivos IFC y también editados con Model Solibri y Checker.. (BIMnD, 2021)

Lumion		Software de representación arquitectónica que facilita la comunicación de los proyectos para que se traduzcan en experiencias y emociones de la vida real, da personalidad al proyecto; Permite mostrar diseños exteriores, interiores, paisajísticos o urbanos de forma asertiva, haciendo que la experiencia de diseño sea visible. (Lumion, 2021)
A360		Visor muy popular, en la versión de escritorio y móvil. Cuenta con tecnología Hyper-Modelo, lo cual permite navegar de forma fluida en el modelo en 2D y 3D. (BIMnD, 2021)
Etabs		visor en línea, con una alta tecnología en detalles desde que se acceda desde un dispositivo de buena calidad. Es Compatible con CAD y visualización de BIM sin tener que instalar más softwares para ello. (BIMnD, 2021)
SAP 2000	Estructuras	Software de dimensionamiento de edificios y análisis estructural. Con una alta tecnología para análisis lineal y no lineal, en gráficos, diseños e informes esquemáticos que mejoran la comprensión de los análisis y resultados., diseños sofisticados y que comprenden una extensa gama de materiales. (Spain, Csi Spain, 2021)

CYPE 3D	Software de la casa Cype de elementos finitos utilizado con el fin de modelar, analizar y dimensionar estructuras (Spain, Csi Spain, 2021)
CypeCAD	Programa de la casa Cype para llevar a cabo el cálculo de estructuras en 3 dimensiones de acero, hormigón, mixtas, madera, aluminio, u otro material, con la ventaja de dimensionar placas de anclaje, uniones, etc. (Cype, Cype, 2021)
Tricalc	Software de la casa Cype, diseñado para el cálculo, análisis y dimensionamiento de obras civiles y edificaciones, que son sometidas a acciones verticales, horizontales, y el fuego. (Cype, Cype, 2021)
RAM	Software diseñado para el cálculo de estructuras y obras civiles como pilotes, losas, muros de contención en concreto, acero, mixtas y de otros materiales. (BIMnD, 2021)
Tekla Structures	Software de diseño estructural para edificios, que permite la ejecución de diseños económicos y de alta calidad en proyectos estructurales, usando materiales como acero y concreto; software que ofrece un análisis completo de edificios, diseños y bocetos. (Bentley, www.bentley.com , 2021)

<p>CYPECAD MEP</p>	<p>Instalaciones</p>	<p>Software de la casa Cype para el dimensionamiento, calculo y diseño de las instalaciones, la envolvente y la distribución, de edificaciones por medio de la modelación en 3D que permite integrar las demás especialidades del proyecto. (Cype, Cype, 2021)</p>	
<p>SYNCHRO</p>		<p>Software que cuenta con la capacidad de abrir y mezclar los modelos en 3D, navegar de forma interactiva en tiempo real y realizar revisiones por medio de herramientas que incluye comentarios, mediciones redlining, punto de vista, perfecto para localizar interferencias, y realizar simulaciones en 4D. (BIMnD, 2021)</p>	
<p>Navisworks</p>	<p>Planificación</p>	<p>Software de la casa Autodesk para planificación y revisión, que da la facilidad de navegar de forma realista e interactiva por todas las especialidades del proyecto por medio de simulaciones, combinando datos de diseño y etapa constructiva, especial para detectar interferencias y errores. (Autodesk, Autodesk, 2021)</p>	<p>4D</p>
<p>Arquímedes (CYPE)</p>		<p>Software de la casa Cype para edición, visualización, análisis, y rastreo de forma. Permite que se involucren los profesionales del equipo en un proceso</p>	

		<p>permitiendo optimizar los proyectos. (BIMnD, 2021)</p>	
Presto - Cost It		<p>Programa para realizar presupuestos, mediciones, pliegos de condiciones, certificaciones, y manuales de uso, operación y mantenimiento de proyectos. (BIMnD, 2021)</p>	5D
Gest.MidePlan	Presupuesto	<p>Software de presupuesto que realiza mediciones en su totalidad para estimar, evaluar o licitar el proyecto y extraer la información necesario, como las áreas construidas y las áreas útiles, los diferentes aspectos a tener en cuenta para establecer precios o documentación. (BIMnD, 2021)</p>	
EcoDesigner		<p>La modelación BIM en formato IFC permite Realiza mediciones automáticas de proyectos. Para conseguir de forma automatizada una apreciación. (BIMnD, 2021)</p>	
Green Building Studio	Gestión ambiental y Eficiencia energética	<p>Software para llevar a cabo evaluaciones del rendimiento energético de la edificación por medio de alta tecnología que tiene en cuenta el cumplimiento de normas, cuenta con soporte de gran variedad de bloques térmicos. El profesional realizar cálculos energéticos dinámicos durante las diferentes etapas del proyecto. (BIMnD, 2021)</p>	6D

RIUSKA		Software para simulaciones del rendimiento energético para optimizar su eficiencia en las etapas iniciales del proyecto, fundamentadas en la nube. Cuenta con herramientas para diseñar edificaciones que cuentan con altos estándares de calidad y mejoras en el rendimiento. Con un costo y un tiempo menor comparado con los métodos convencionales. (BIMnD, 2021)	
Maximo (IBM)		Software de simulación energética y comodidad versátil y eficiente. Perfecto para cálculos minuciosos de refrigeración y carga de calefacción y consumo de energía. (BIMnD, 2021)	
ARCHIBUS	Facility Management	Plataforma que se integra en los proyectos BIM para obtener desde el punto de vista financiero y operativo un perfil de los activos y mantenimientos, cuenta con planos actualizados, los cuales pueden ser observados por la administración, para llevar a cabo la fase de mantenimiento. (BIMnD, 2021)	7D

Tabla 1. Softwares BIM

Fuente: Elaboración propia.

3.6. GERENCIA BIM

La formación gerencial y la apropiación de elementos tecnológicos potencian crean el ambiente ideal a través del conocimiento para disminuir la brecha tecnológica en el la ingeniería y la arquitectura, la revolución tecnológica facilitó la forma de

interactuar a través de la tecnología, mejorando los procesos gerenciales. (Ocampo Hurtado, 2021)

Lo anterior permite que el profesional a partir de una formación en gerencia combine sus conocimientos con el desarrollo tecnológico de la metodología BIM, para mejorar sus competencias de gestión sobre mayor magnitud de información, y de mejor calidad; estas capacidades gerenciales generar ventaja comparativas y competitivas en el campo laboral, propiciando una revolución tecnológica y gerencial en el ejercicio de la ingeniería y arquitectura. (Ocampo Hurtado, 2021)

La gerencia tecnológica basada en la metodología BIM fortalece el sector de la construcción, pues eleva los indicadores de calidad de los proyectos de consultorías de diseño de infraestructura, permitiendo una estructuración integral del proyecto, superando los sistemas tradicionales de gerencia y elevando la estructuración integral de los proyectos. (Ocampo Hurtado, 2021)

Mediante el proceso de gestión la gerencia BIM se encarga de mantener el ciclo del proyecto controlado y asegura estándares de calidad de acuerdo con lo especificado por las plataformas existentes.

La gerencia BIM es de gran utilidad para los alcances deseados; pues por medio de auditoria de todos los modelos, la integración a estándares de calidad y la verificación de que toda la información integrada sea correcta, se logra la estructuración de un proyecto ejecutado con los más altos estándares de calidad.

Adicional a esto, al efectuar la integración de todas las especialidades de manera precisa en correcta georreferenciación espacial, se obtiene análisis adecuados que permiten la óptima coordinación en todo momento del ciclo de edificación. Con ayuda de herramientas gerenciales enfocadas a BIM, es posible generar reportes específicos que monitorean el estado de avances y el control financiero de la obra. (Construbim, Construbim, 2020) Bajo una ideal gestión BIM en el acompañamiento a lo largo de todo el proceso. (Construbim, Construbim, 2020)

4. METODOLOGÍA

A continuación, se presentan las actividades que fueron realizadas para la caracterización, el análisis y la implementación de parámetros propios de la metodología BIM en la gerencia de consultoría en proyectos de diseño de infraestructura:

- Se realizaron encuestas por medio de la plataforma digital Google Forms, para la obtención de datos relevantes sobre el conocimiento de la metodología BIM y su aplicación en el proceso gerencial en consultorías de diseño de infraestructura a profesionales de la ingeniería y Arquitectura.
- Se selecciono un (1) proyecto de consultoría de tipología residencial – vivienda unifamiliar, gestionado con el sistema BIM, para realizar una descripción del sistema empleado paso a paso para concebir el proyecto, incluyendo el punto de vista gerencial utilizado a lo largo de todo el ciclo de trabajo.
- se consideraron los resultados de las encuestas realizadas a profesionales de ingeniería y arquitectura, y a su vez, la descripción de la metodología BIM en un proyecto de consultoría de tipología residencial – vivienda unifamiliar, para evidenciar y describir las ventajas y desventajas de la implementación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura.

5. ENCUESTAS

Las Encuestas realizadas permitieron generar una evaluación para conocer datos relevantes sobre el conocimiento de la metodología BIM y su aplicación en el proceso gerencial en consultorías de diseño de infraestructura a profesionales de la ingeniería y Arquitectura.

La encuesta se llevó a cabo a través de la herramienta digital Google Forms, como herramienta de medición de conocimiento, la cual facilita la integración de medios de informática, que posibilitan tanto la comunicación como la colaboración entre personas, pues son parte fundamental en la generación, propagación, gestión y acceso al conocimiento. (Gutierrez, 2021)

El enfoque implementado en la encuesta, se sustenta desde la tipología de "Encuesta Exploratoria", la cual teóricamente se define como una tipología de encuesta que busca un primer acercamiento al fenómeno o tema de estudio en pro de evidenciar características generales del tema a estudiar, y poder establecer hipótesis para trabajar desde marcos conceptuales y significativos sobre las dinámicas del tema a estudiar en pro del enriquecimiento de la investigación

De acuerdo al cambio progresivo de plataformas para llevar a cabo los proyectos de infraestructura CAD y BIM respectivamente, se precisa conocer por medio de la encuesta como herramienta de investigación, el conocimiento de los profesionales de ingeniería y Arquitectura en torno al sistema BIM, su funcionalidad, sus capacidades, sus acciones y proyecciones. Paralelamente, entendiendo la operación de este sistema, se precisa entender su cooperatividad desde el enfoque gerencial, ya que las herramientas generales de la metodología BIM presenta grandes potenciales en torno a la gerencia de los proyectos de infraestructura.

De acuerdo a este contexto, se precisa el "para que" de la encuesta, debido a las capacidades de las diversas herramientas y componentes de la metodología BIM,

este presenta un gran impacto en el desarrollo de la gerencia de proyectos de infraestructura, con lo cual, el desarrollo de la encuesta permitirá entender la acción retroalimentativa entre el sistema BIM y la gerencia de los proyectos de infraestructura y los diversos diseños que componen dichos proyectos, partiendo desde el diseño arquitectónico y atravesando los diseños estructurales, eléctrico e hidro-sanitario, hasta llegar a diseños especializados según la tipología y necesidad del proyecto, logrando así evidenciar ventajas y desventajas gerenciales de proyectos de infraestructura.

La siguiente encuesta consta de 18 preguntas, realizadas a 34 profesionales en arquitectura e ingeniería civil, a los cuales se les realizó una serie de preguntas relacionadas con el sistema BIM, y su implementación desde el enfoque gerencial.

1. Edad

- Entre 20 y 24 años
- Entre 25 y 30 años
- Entre 30 y 40 años
- Más de 40 años

2. Profesión

- Ingeniero Civil
- Arquitecto
- Otra_____

3. ¿Conoce el sistema BIM?

- Si
- No

4. ¿Qué tipo de formación en el sistema BIM ha recibido?

- Curso experto
- Curso de iniciación o básico
- Autodidacta
- Postgrado
- Maestría
- Doctorado

5. De las siguientes herramientas relacionadas con la metodología BIM ¿Cuáles conoce o ha utilizado?

- ArchiCAD
- Revit
- SAP 2000
- CYPE
- Ram
- 3DMax
- Navisworks
- Otra

6. Los errores más comunes en la implementación de la metodología BIM se presentan debido a:

- Falta de comunicación entre especialistas

- No implantación de una especialidad sobre otra
- Cada especialista hace su trabajo sin tener en cuenta el de los demás
- Poco tiempo de entrega
- Errores involuntarios de digitación
- Acumulación de trabajo

7. ¿Cómo cree que podría mejorar la metodología de trabajo del equipo BIM?

- _____

8. El Equipo profesional está compuesto por (Varias respuestas):

- BIM modelador
- BIM coordinador
- BIM manager
- BIM especialista
- OTRO _____

9. ¿Qué beneficios considera que BIM ha aportado en su trabajo?

- reducción de equivocaciones
- Aumento de la producción
- Reducción de los costos de diseño
- Cumplimiento de la entrega
- Ninguno
- Otros

10. Que tipología de proyectos realiza en BIM

- Residencial
- Comercial
- Oficinas
- Industrial
- Hospitalario

11. ¿Qué dimensiones BIM ha abordado dentro de sus proyectos?

-
- 3D (Modelado)
- 4D (Tiempo)
- 5D (Control de costos y gastos)
- 6D (Green BIM)
- 7D (Operación y mantenimiento)

12. ¿desde su experiencia, cuáles son las ventajas de la implementación de la metodología BIM?

13. ¿desde su experiencia, cuáles son las desventajas de la implementación de la metodología BIM?

14. ¿ha recibido capacitación sobre la gerencia de proyectos?

15. ¿desde su experiencia, considera que los profesionales que actualmente gerencian y coordinan proyectos de infraestructura, están capacitados para la implementación de la metodología BIM?

- Si

- No
- ¿por qué? _____

16. ¿Cómo puede la implementación de la metodología BIM mejorar el proceso gerencial de un proyecto?

17. ¿Cuál es la función de un gerente/maneger BIM?

18. ¿considera necesaria la inclusión de la metodología BIM (y su componente gerencial) como parte fundamental en el proceso educativo de los profesionales de la ingeniería y la Arquitectura?

- Si
- No

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS



Ilustración 1. Respuestas Pregunta No. 1

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la relación de edades, se presenta que la metodología BIM tiene mayor impacto sobre la población en el rango de entre 25 y 30 años, población que tiene mayor relación con las herramientas tecnológicas; en efecto, cabe resaltar que la implementación de la metodología BIM está estrechamente relacionada con la tecnología; es así pues, como se evidencia que el segundo mayor porcentaje corresponde a la población de entre 20 y 24 años, dejando los profesionales con edades superiores a 40 años con los porcentajes más bajos de conocimiento de la metodología BIM.

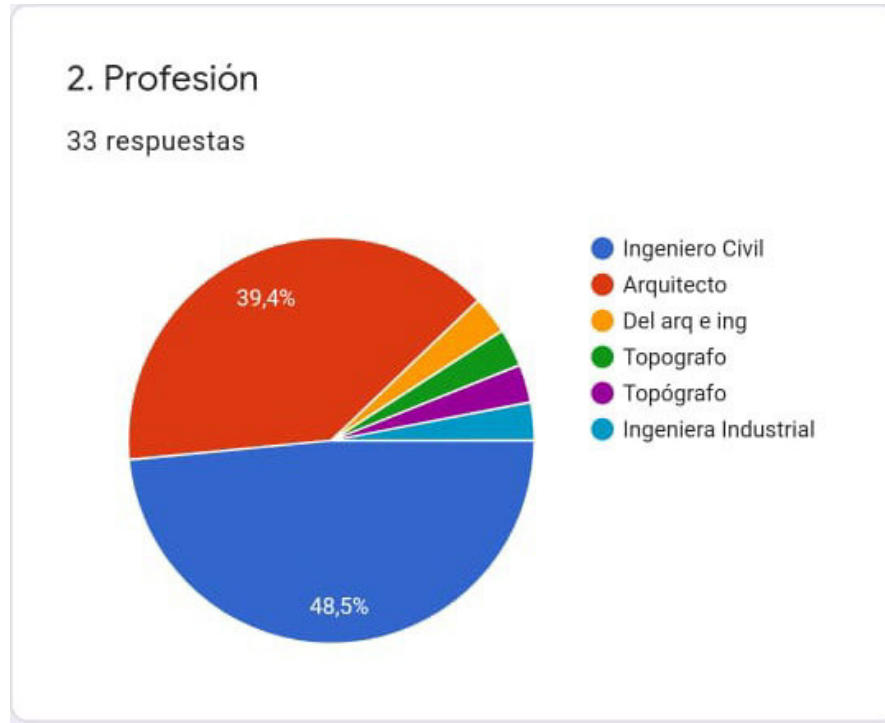


Ilustración 2. Respuestas Pregunta No. 2.

Fuente. Elaboración propia

La encuesta se orientó principalmente a profesionales de la arquitectura y la ingeniería civil, pero tal como se evidencia en los resultados, topógrafos e ingenieros industriales dieron respuesta a la temática de la misma. En mayor porcentaje los profesionales de ingeniería presentaron la encuesta, seguido de los profesionales de arquitectura y carreras a fines; lo cual indica que la implementación de la metodología BIM se encuentra en su mayoría aplicada a carreras del sector de la construcción.

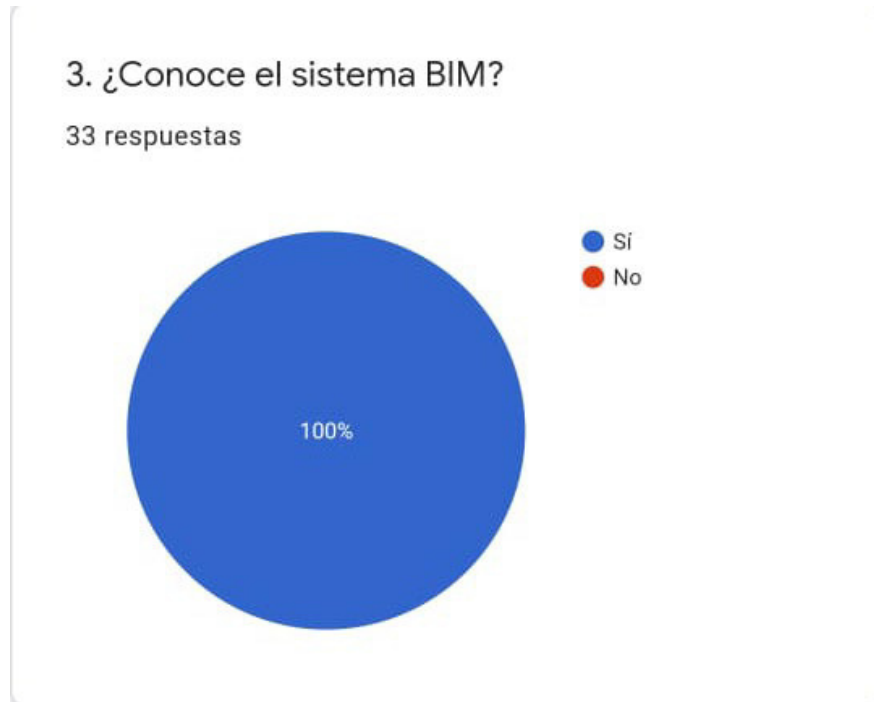


Ilustración 3. Respuestas pregunta N0. 3

Fuente: Elaboración propia

Claramente, de cada uno de los profesionales que participo en la encuesta, dieron un si sobre el conocimiento de la metodología BIM, en efecto se puede resaltar que es una metodología emergente que está teniendo una acogida progresivamente positiva, aun mas en la población de profesionales jóvenes.

4. ¿Qué tipo de formación en el sistema BIM ha recibido?

33 respuestas

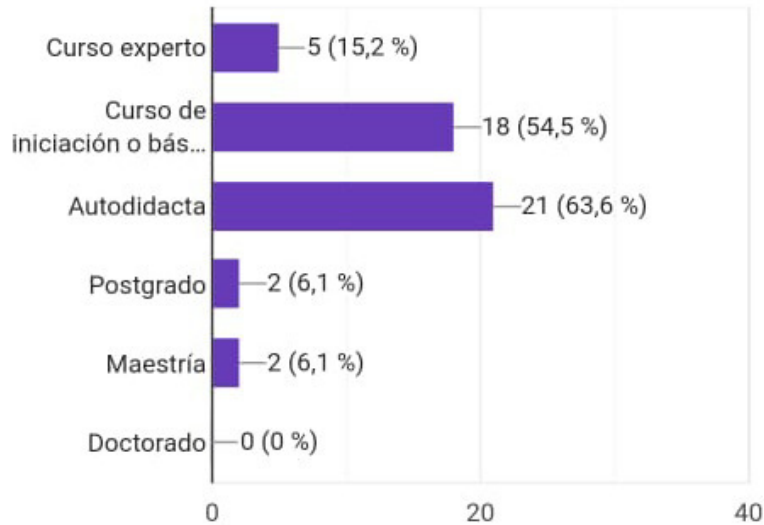


Ilustración 4. Respuestas pregunta No. 4.

Fuente. Elaboración propia

El resultado de esta pregunta resalta la habilidad que impacta mayormente los software de diseño, y es la capacidad de ser autodidactas en la gestión del conocimiento sobre los software, siendo esta la responsable del surgimiento e implementación de los posteriores niveles de conocimiento, cabe resaltar que hoy en día, con el surgimiento continuo de plataformas de conocimiento online, se ha generado una gran y fructífera carrera de diversos niveles de conocimiento en torno a la metodología BIM, como lo son las especializaciones, maestría y diversos posgrados BIM. Este resultado de la capacidad autodidacta, resalta gran

importancia sobre la necesidad de incurrir desde temprana edad profesional en el conocimiento de la metodología BIM.

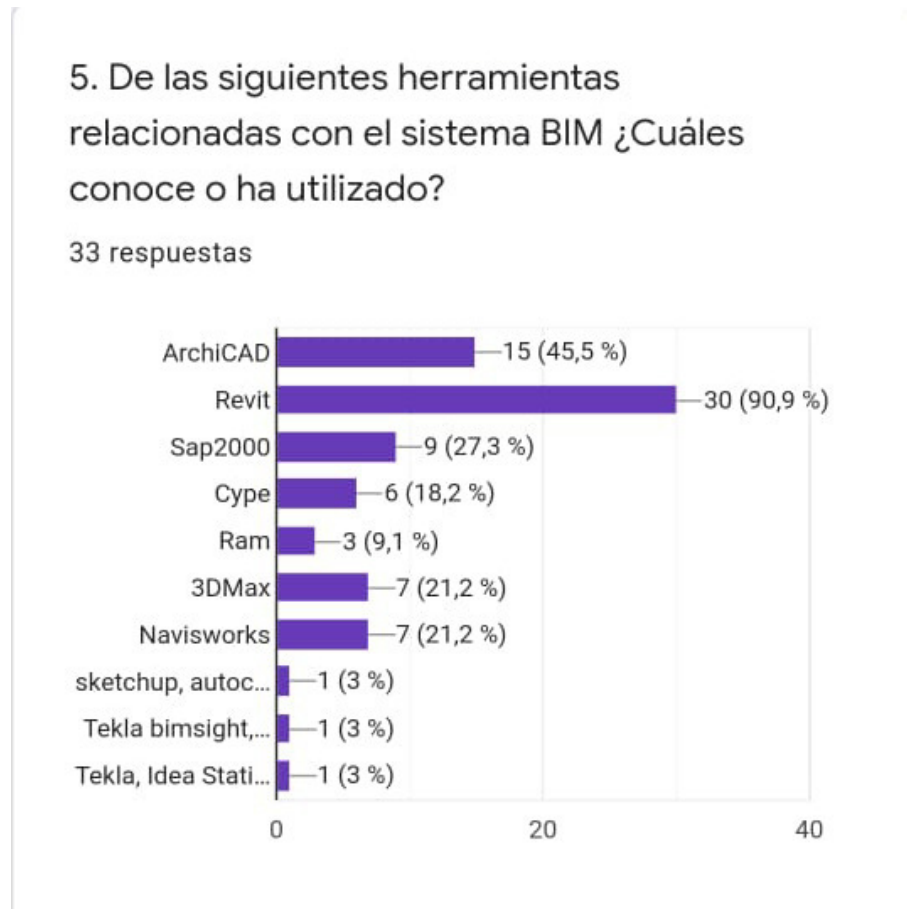


Ilustración 5. Respuestas pregunta No. 5.

Fuente. Elaboración propia

El software BIM, conocido como Revit, propiamente de la casa Autodesk, hoy en día a nivel mundial se reconoce como el programa más popular para la implementación de la metodología BIM, ya que al ser propiedad de la casa Autodesk, ha tenido gran acogida por la población. Este software, junto con ArchiCAD, se destacan como los softwares principales para el desarrollo de la metodología BIM; cabe resaltar que son los principales en el desarrollo de los proyectos de infraestructura, los cuales inician desde el diseño urbano-

arquitectónico y complementan el desarrollo y operatividad de los demás software de diseño BIM como Robot (diseño estructural), Revit Mep (diseño de redes), entre otros.



Ilustración 6. Respuestas pregunta No. 6.

Fuente. Elaboración propia

Los errores más comunes por los que surge la implementación de la plataforma BIM son como lo resalta el resultado de esta particular pregunta, la falta de comunicación entre los profesionales que intervienen en el desarrollo general de los proyectos de infraestructura, ya que no existe un trabajo colaborativo que permita evidenciar de manera simultánea y complementaria entre los diseños, los errores propios de cada diseño, lo cual a su vez repercute en los diversos imprevistos que surgen en el desarrollo general de las obras.

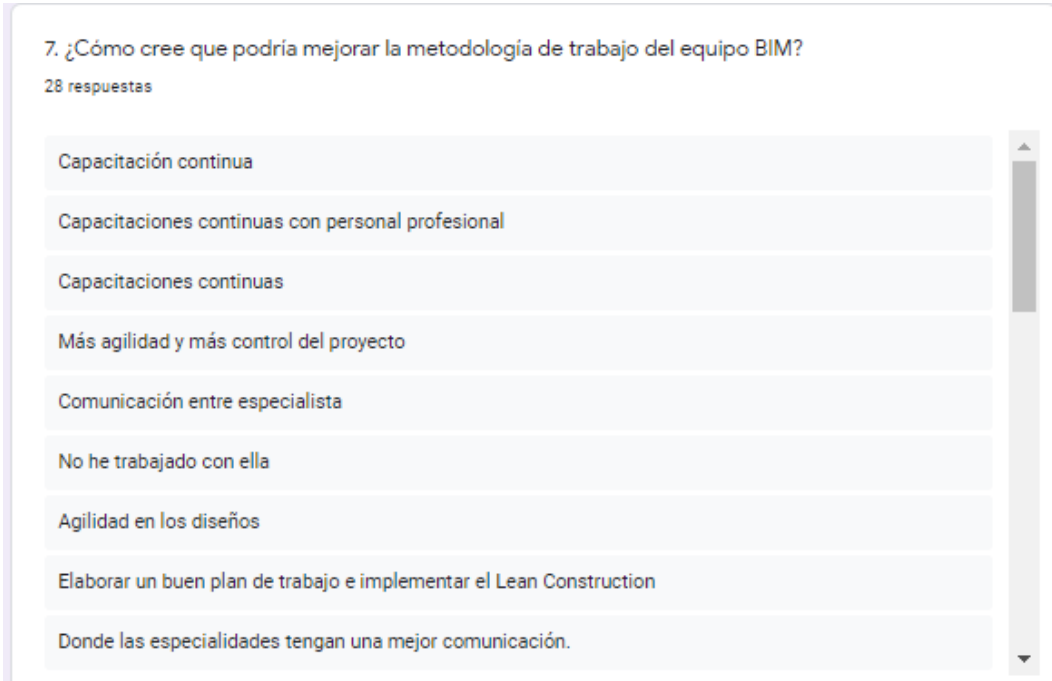


Ilustración 8. Respuestas pregunta No. 7.

Fuente. Elaboración propia

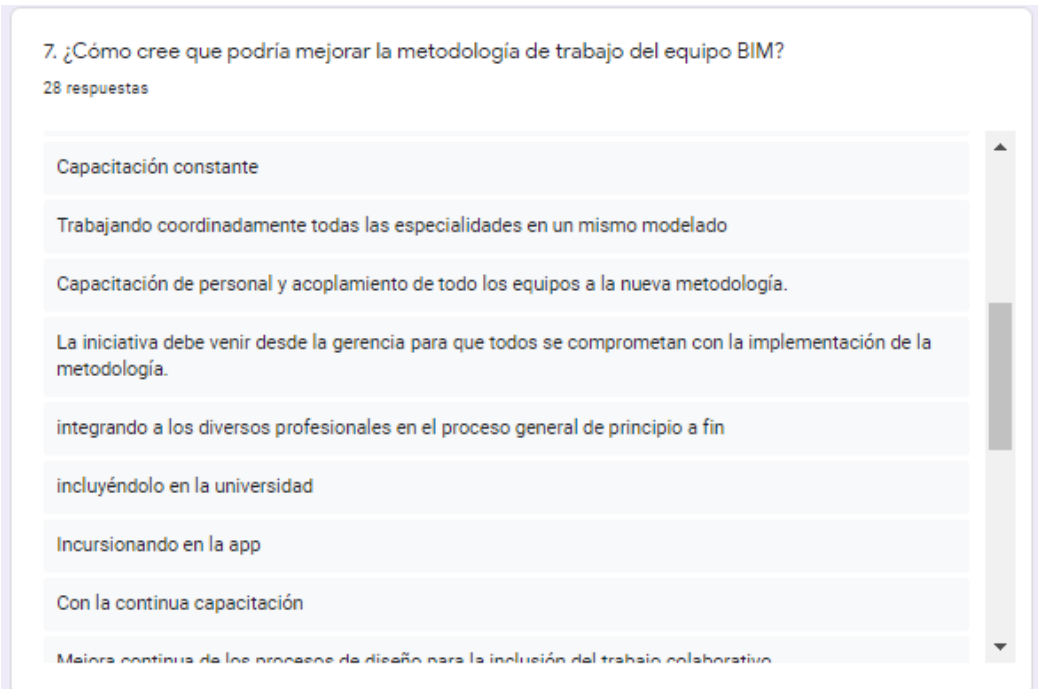


Ilustración 7. Respuestas pregunta No. 7.

Fuente. Elaboración propia

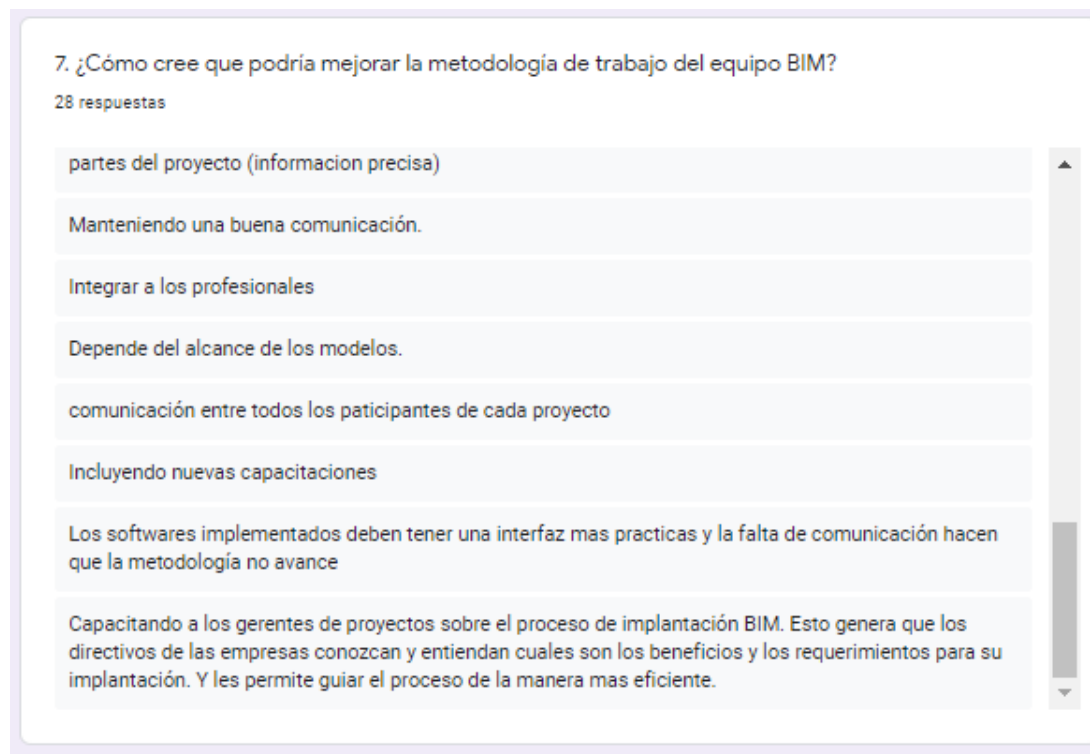


Ilustración 9. Respuestas pregunta No. 7.

Fuente. Elaboración propia

En esta pregunta de opinión (abierta), se evidencian varios aportes por parte de las personas encuestadas, los cuales se consolidan en las siguientes premisas:

- La capacitación constante por parte de los profesionales que intervienen en el desarrollo de los proyectos, con lo cual se precisa la educación continuada en pro de generar nuevas conexiones de conocimiento.
- Tal como se resalta, se precisa la importancia de incluir esta metodología en las universidades en pro de evidenciar mejores resultados en los profesionales que están en formación.

- Estas ideas en general, se consolidan con el enfoque de la comunicación entre los diversos profesionales, ya que esta es vital para la reducción de la brecha de error al momento de consolidar los proyectos en sus diferentes etapas. La comunicación entre los profesionales es esencial para la construcción del trabajo colaborativo.
- La oportunidad de generar un mayor control en el desarrollo de los proyectos de infraestructura, se resalta como una de las claves que sustentan la implementación de la metodología.
- El desarrollo de nuevos procesos de comunicación entre profesionales, se resalta como una labor propia del gerente inmerso en los proyectos, ya que es esta la figura que engloba la necesidad de coordinar los diseños y entregar un resultado satisfactorio.



Ilustración 10. Respuestas pregunta No. 8.

Fuente. Elaboración propia

Son estos los dos cargos principales sobre los cuales surge el desarrollo e implementación de la metodología BIM, el modelador logra materializar de manera digital las ideas provenientes del diseño, y el coordinador logra integrar las diversas situaciones técnicas que surgen en los diseños. Con lo cual cabe resaltar que esta es la base sobre la cual se inicia en la implementación de la metodología BIM.



Ilustración 11. Respuestas pregunta No. 9.

Fuente. Elaboración propia

En efecto, la reducción de equivocaciones y el aumento de la producción que compone un diseño, tal como se resalta en el resultado de esta pregunta, son los puntos de mayor importancia a resaltar en la gestión de los proyectos de infraestructura, teniendo en cuenta que estos son la base de la generación de imprevistos de obra, los cuales en varias ocasiones se extralimitan del porcentaje destinado inicialmente para ellos, es en este punto donde la simulación digital de la

obra a cargo del software Naviswork, toma fuerza por los resultados acertados en sus diversas simulaciones de los diseños de un proyecto.



Ilustración 12. Respuestas pregunta No. 10.

Fuente. Elaboración propia

Esta respuesta evidencia la implementación de la metodología BIM principalmente en el desarrollo de proyectos residenciales, ya que si es tenido en cuenta el desarrollo paulatino que refleja la metodología, se precisa con mayor acción en esta tipología, en la medida en que la metodología aumenta su grado de sofisticación por parte del profesionales, se ven inmersiones en nuevas tipologías hasta llegar a la tipología institucional, la cual es la más exigente y requiere mayores conocimiento en la implementación de la metodología BIM.

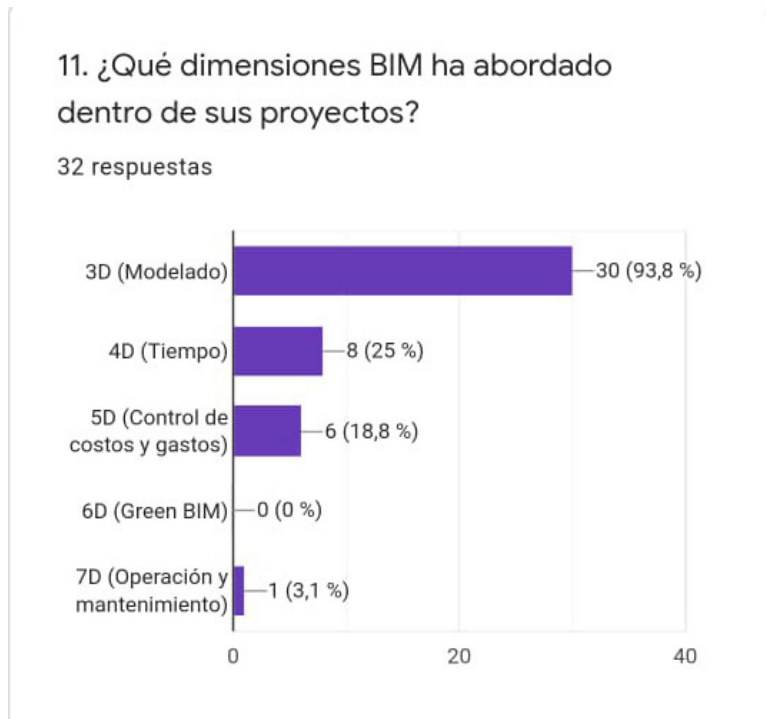


Ilustración 13. Respuestas pregunta No. 11.

Fuente. Elaboración propia

Tal como se resaltó anteriormente, la dimensión 3d de BIM de modelado es la de mayor implementación en la población en general y particularmente en la encuesta, ya que esta es la inicial y a su vez presenta mayor carga de información para el mejoramiento y crecimiento de los diseños, en efecto el rol y la dimensión de BIM – el modelado en 3D es fundamental para el desarrollo de los demás roles operativos de la plataforma BIM.

Las demás dimensiones (4D, 5D, 6D y 7D), como se puede evidenciar en la encuesta tienen una acogida menor en la implementación de los proyectos, dado que requieren de un costo mayor, y debido a que la metodología BIM es una nueva tecnología en el país, las demás dimensiones requieren de un tiempo mayor de aprendizaje y acogida.

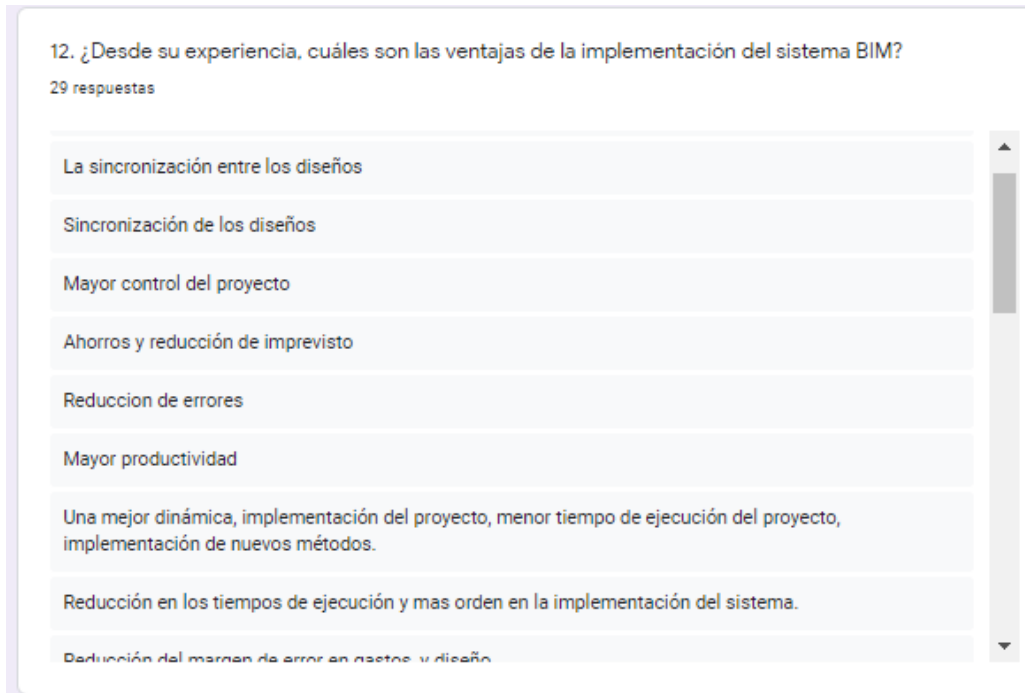


Ilustración 14. Respuestas pregunta No. 12.

Fuente. Elaboración propia

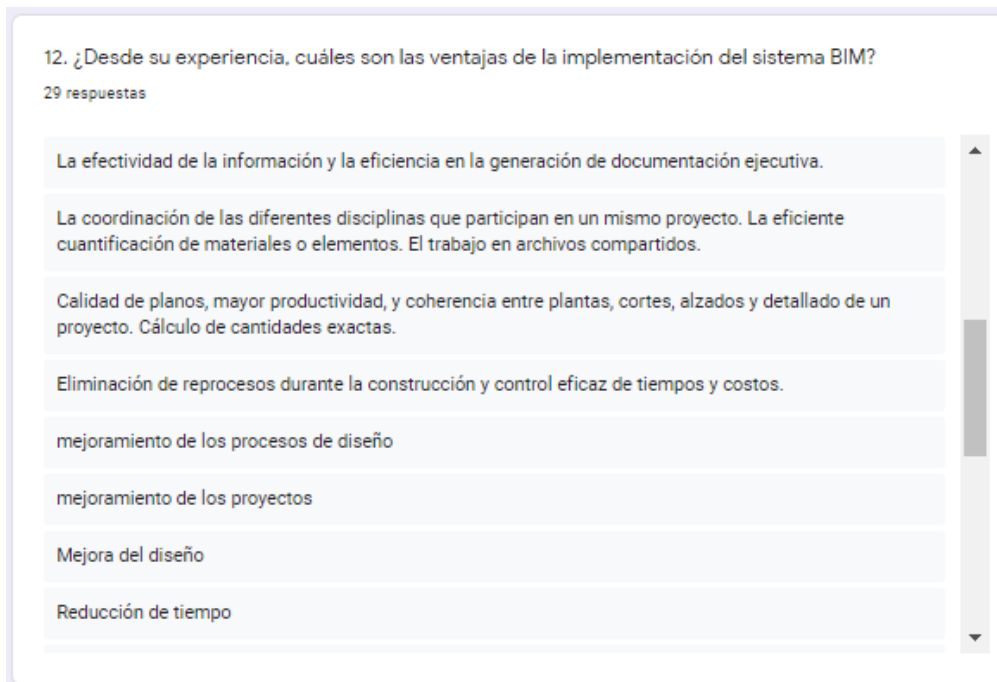


Ilustración 15. Respuestas pregunta No. 12.

Fuente. Elaboración propia

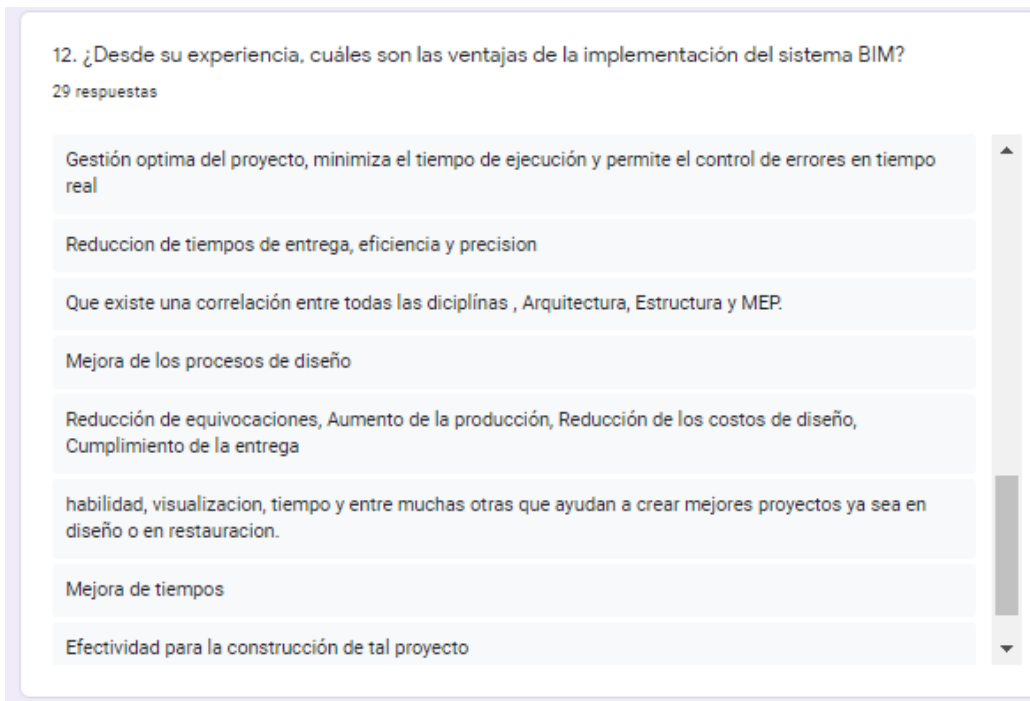


Ilustración 16. Respuestas pregunta No. 12.

Fuente. Elaboración propia

La implementación de la metodología BIM brinda muchos beneficios, directamente relacionados con la elaboración y coordinación en los proyectos de ingeniería; a continuación, se describe un resumen de las principales ventajas informadas por los profesionales encuestados, donde se puede concluir, que los mayores beneficios están enfocados en:

- La efectividad de la información y la eficiencia en la generación de documentación ejecutiva.
- La coordinación, sincronización, integración y correlación de las diferentes disciplinas como la Arquitectura, Estructura y MEP, que participan en un mismo proyecto, La eficiente cuantificación de materiales o elementos. El trabajo en archivos compartidos.

- Reducción de equivocaciones, imprevistos, margen de error en gastos, tiempos de entrega y costos de diseño
- Aumento y mejoras en la producción, procesos de diseño, detección de interferencias en el proceso de planeación, cumplimiento de la entrega, orden en la implementación del sistema, control del proyecto, eficiencia y precisión
- Efectividad para la construcción del proyecto, pues genera facilidad durante la construcción para los planes de trabajo, Calidad de planos, mayor productividad, y coherencia entre plantas, cortes, alzados y detallado de un proyecto y cálculo de cantidades exactas.

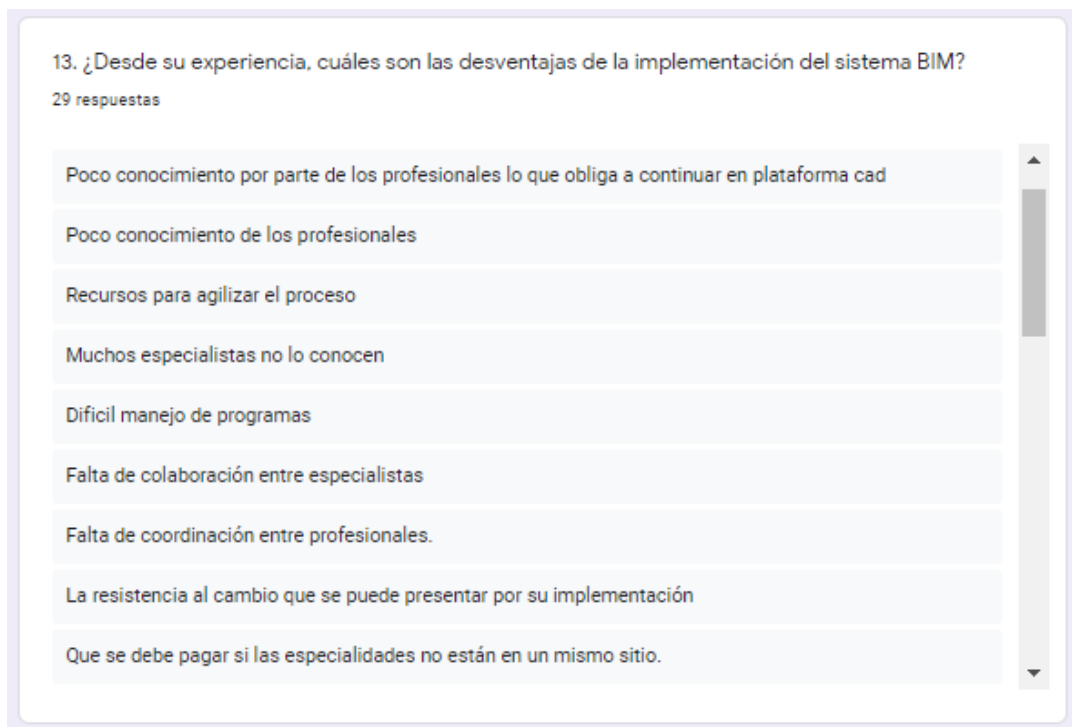


Ilustración 17. Respuestas pregunta No. 13.

Fuente. Elaboración propia

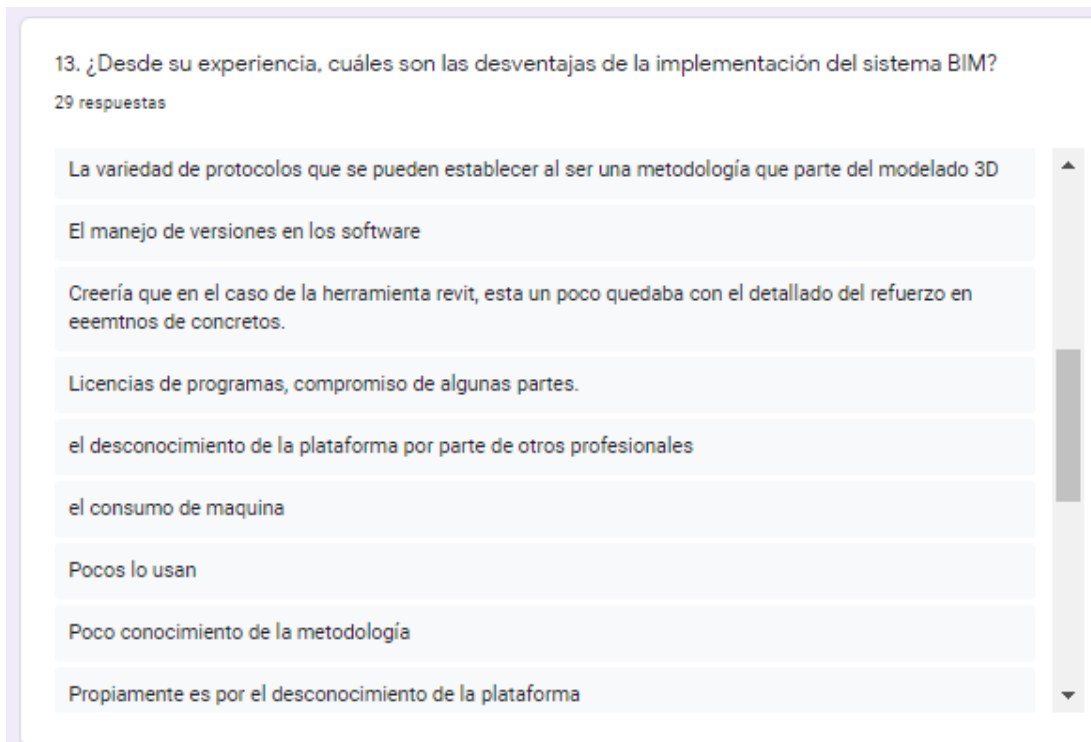


Ilustración 19. Respuestas pregunta No. 13.

Fuente. Elaboración propia

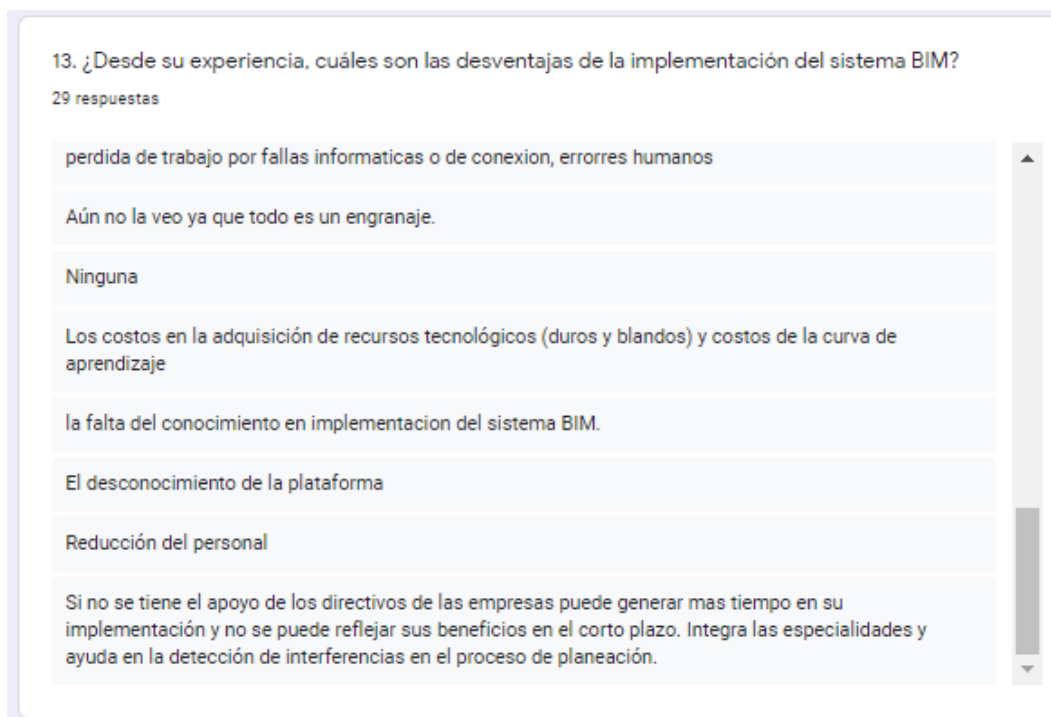


Ilustración 18. Respuestas pregunta No. 13.

Fuente. Elaboración propia

Consolidando las ideas que dan forma a estas respuestas, se evidencia claramente en la inexperiencia sobre lo que es y forma la metodología BIM, ya que sucede comúnmente, que en consultorías de proyectos no todos los profesionales que intervienen, poseen conocimiento e implementación sobre la metodología BIM, con lo cual nuevamente se ralentizan los proyectos, generando reprocesos que buscan alinear a los profesionales, dificultando a su vez la posibilidad de reducir los errores de diseño.

A continuación, se describe un resumen de las principales desventajas informadas por los profesionales encuestados, donde se puede concluir, que las mayores limitantes están enfocadas en:

- El desconocimiento de la metodología BIM por parte de los profesionales lo que obliga a continuar en plataforma CAD
- Recursos para agilizar el proceso
- Difícil manejo de programas
- Falta de colaboración y coordinación entre profesionales y especialistas y compromiso de algunas partes.
- Resistencia al cambio que se puede presentar en la implementación
- Costos adicionales en la adquisición de Licencias de programas, recursos tecnológicos (duros y blandos), equipos de cómputo avanzados, y que las especialidades no están en un mismo sitio y de la curva de aprendizaje
- La variedad de protocolos que se pueden establecer al ser una metodología que parte del modelado 3D
- El manejo de versiones en los softwares
- En el caso de la herramienta Revit, está un poco quedaba con el detallado del refuerzo de concretos.
- poca demanda de profesionales con estudio en el tema
- perdida de trabajo por fallas informáticas, de conexión, o errores humanos

14. ¿Ha recibido capacitación sobre la gerencia de proyectos?

32 respuestas

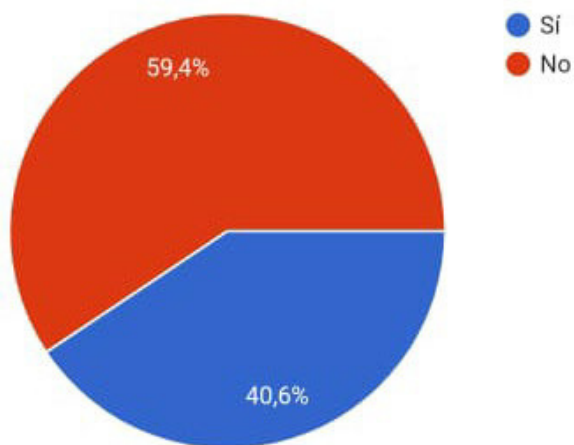


Ilustración 20. Respuestas pregunta No. 14.

Fuente. Elaboración propia

El 59.4% de la población encuestada, no ha recibido capacitación sobre la gerencia de proyectos, evidentemente la mayoría de la población encuestada desconoce las capacidades de implementar la metodología BIM como complemento del proceso gerencial en el desarrollo de los proyectos, nuevamente evidenciando la desconexión que existe entre la dinámica de la metodología BIM y la dinámica de la gerencia de proyectos, con lo cual desde la edad temprana del profesional se materializa la continua acumulación de errores respecto a la idea del trabajo colaborativo, la interoperabilidad y la Constructividad de los proyectos.

15. ¿Considera que los profesionales que actualmente gerencian y coordinan proyectos de infraestructura, están capacitados para la implementación del sistema BIM?

32 respuestas

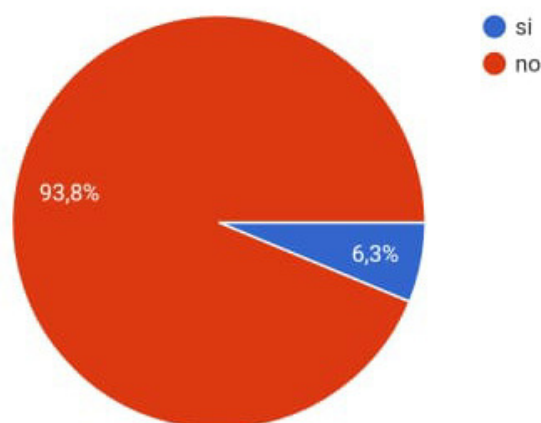


Ilustración 21. Respuestas pregunta No. 15.

Fuente. Elaboración propia

Evidentemente la mayoría de los encuestados resaltan que los profesionales no están capacitados para la implementación de la metodología BIM, situación está que tiene gran impacto, ya que principalmente las personas que gerencian los proyectos, se concentran en puntos diferentes de los proyectos, puntos más allá de la coordinación de los diseños, y es preciso que en las capacitaciones y educación continua sobre la metodología BIM, se relacionen conexiones entre la gerencia de los proyectos y la implementación de la metodología BIM, toda vez que esta sinergia permita mejorar de manera sustancial la ejecución de los proyectos.

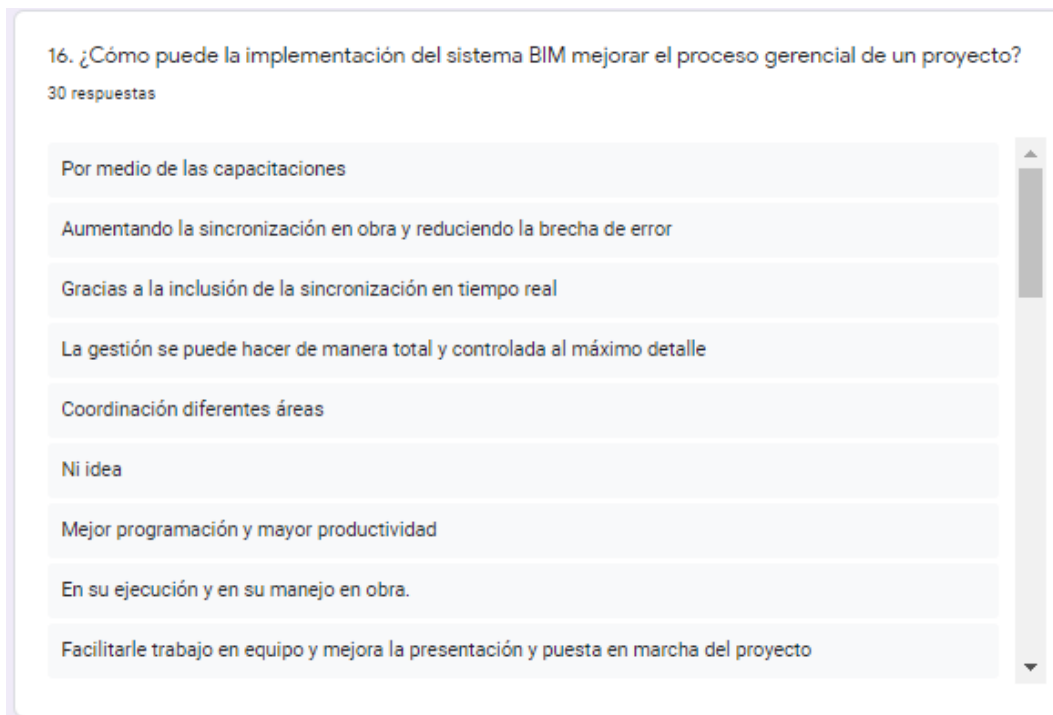


Ilustración 23. Respuestas pregunta No. 16.

Fuente. Elaboración propia

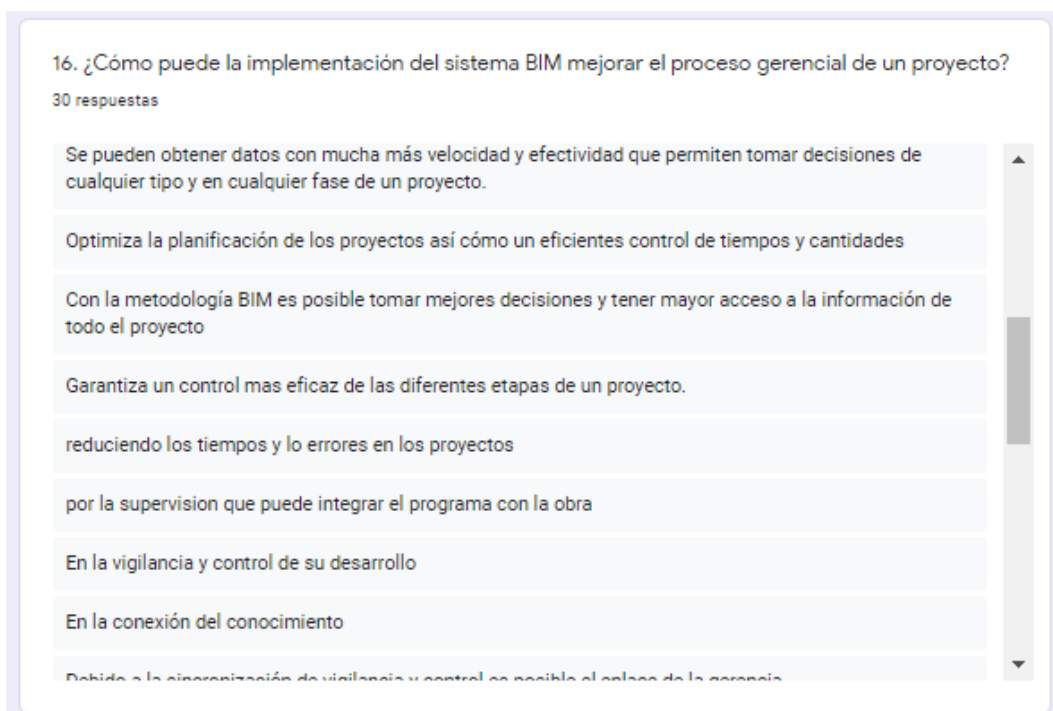


Ilustración 22. Respuestas pregunta No. 16.

Fuente. Elaboración propia

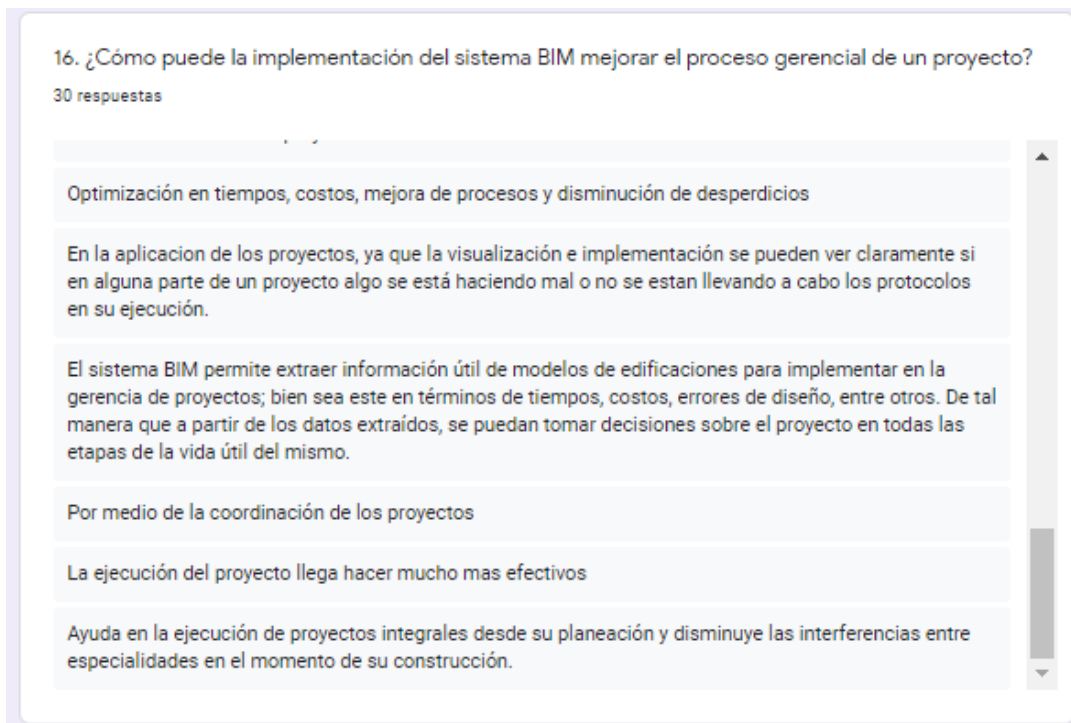


Ilustración 24. Respuestas pregunta No. 16.

Fuente. Elaboración propia

Tal como se ha evidenciado, la implementación de la metodología BIM, reduce la brecha de error en los proyectos y su ejecución, permite optimizar el tiempo, siendo este el recurso más importante en el desarrollo de los proyectos, mejorando la comunicación entre los diseñadores, todas estas ventajas permiten incluir la proyección en tiempo real de las posibles situaciones de mayor impacto en el proyecto, con lo cual se logra avanzar en el desarrollo de un proyecto de infraestructura.

A continuación, se describen las razones por las cuales la metodología BIM mejora los procesos gerenciales:

La gestión y coordinación del proyecto y sus respectivas áreas se puede hacer de manera total, integral, sincronizada y controlada al máximo detalle, ya que Proporciona información detallada.

- Se pueden obtener datos con mucha más velocidad y efectividad que permiten tomar decisiones de cualquier tipo y en cualquier fase de un proyecto.
- Con la metodología BIM es posible tomar mejores decisiones gerenciales y a tiempo sobre cualquier factor incluido en el sistema BIM y tener mayor acceso a la información de todo el proyecto
- En la aplicación de los proyectos, ya que la visualización e implementación se pueden ver claramente si en alguna parte de un proyecto algo se está haciendo mal o no se están llevando a cabo los protocolos en su ejecución.
- El sistema BIM permite extraer información útil de modelos de edificaciones para implementar en la gerencia de proyectos; bien sea este en términos de tiempos, costos, errores de diseño, entre otros. De tal manera que, a partir de los datos extraídos, se puedan tomar decisiones sobre el proyecto en las etapas de la vida útil del mismo.

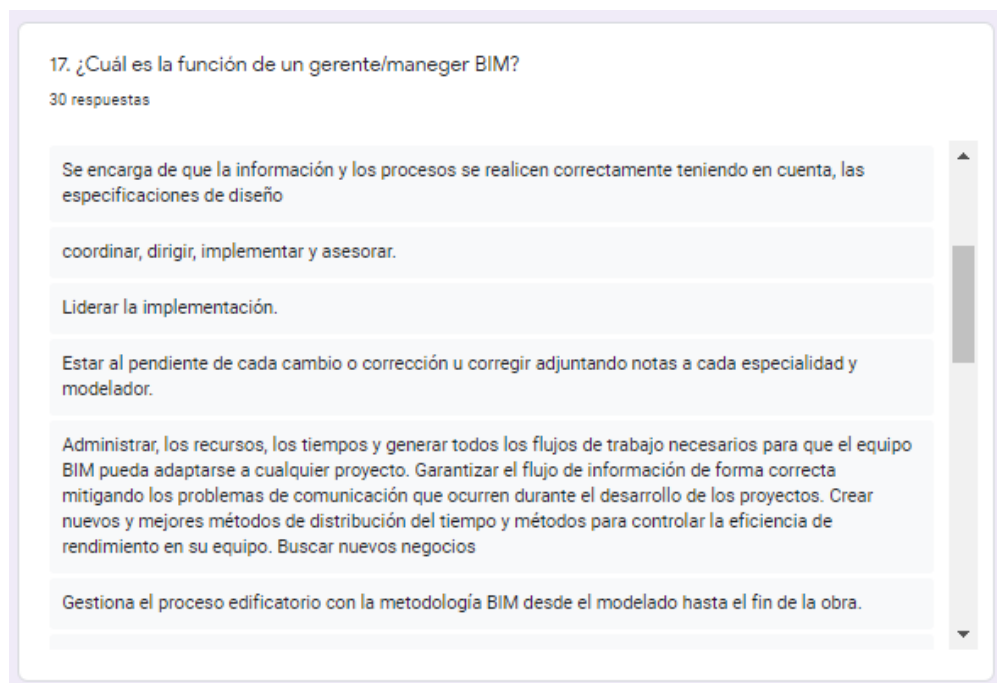


Ilustración 25. Respuestas pregunta No. 17.

Fuente. Elaboración propia

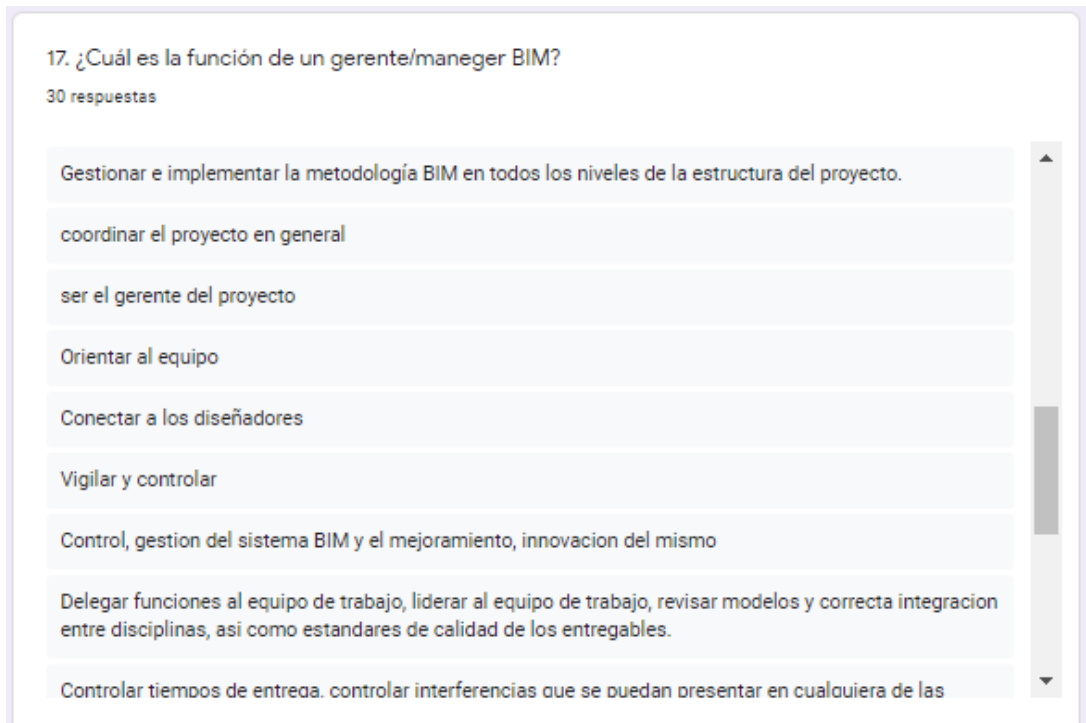


Ilustración 27. Preguntas pregunta No. 17.

Fuente. Elaboración propia

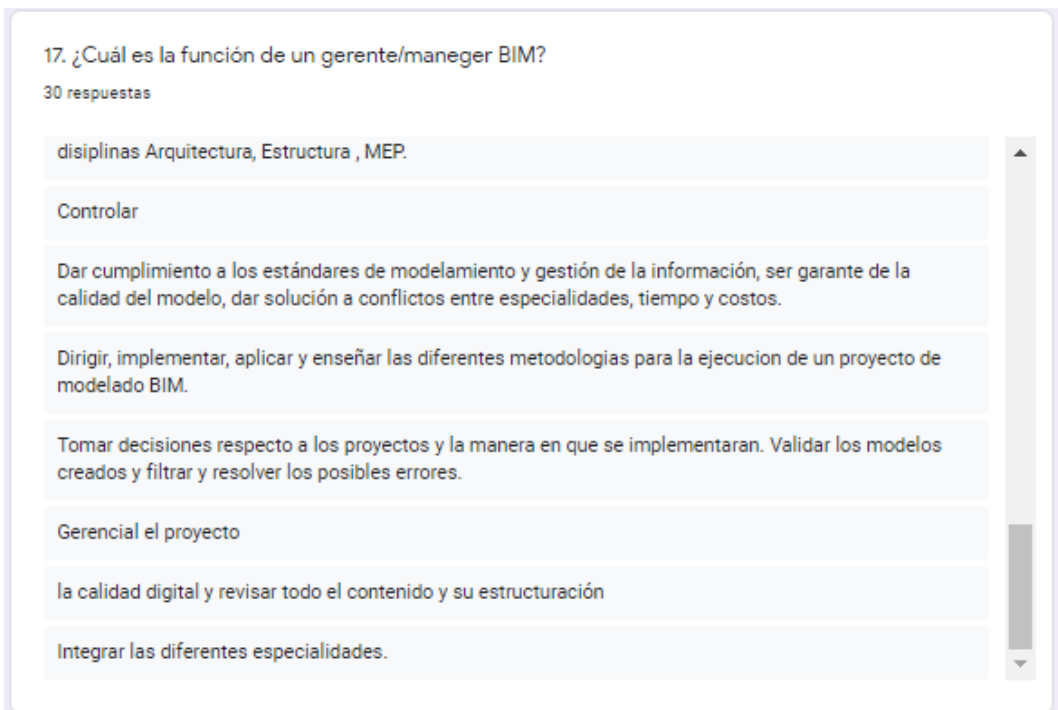


Ilustración 26. Respuestas pregunta No. 17.

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a estas respuestas dadas por los encuestados, el rol del BIM manager se sitúa en el profesional que coordina, vigila, controla el desarrollo general del proyecto, y cabe resaltar que estas son en efecto cualidades fundamentales, pero desde el marco teórico de la metodología BIM, el manager es la persona que dibuja el panorama y objetivo hacia el cual deben apuntar los proyectos y en efecto es el encargado de tomar decisiones que impactan en desarrollo general de los proyectos, desde estrategias hasta transformaciones en el carácter del proyecto.

A continuación, se describen las definiciones más completas de un gerente/manager BIM obtenidas de los encuestados:

- Coordinar, dirigir, orientar, implementar, asesorar, delegar, Sincronizar la información, y Administrar, los recursos, los tiempos y generar todos los flujos de trabajo necesarios para que el equipo BIM pueda adaptarse a cualquier proyecto. Garantizar el flujo de información de forma correcta mitigando los problemas de comunicación que ocurren durante el desarrollo de los proyectos. Crear nuevos y mejores métodos de distribución del tiempo y métodos para controlar la eficiencia de rendimiento en su equipo. Buscar nuevos negocios
- Estar al pendiente de cada cambio o corrección u corregir adjuntando notas a cada especialidad y modelador, Controlando tiempos de entrega, controlar interferencias que se puedan evidenciar en cualquiera de las disciplinas Arquitectura, Estructura, MEP, así como estándares de calidad de los entregables.
- Dar cumplimiento a los estándares de modelamiento y gestión de la información, ser garante de la calidad del modelo, dar solución a conflictos entre especialidades, tiempo y costos.

18. ¿Considera necesaria la inclusión del sistema BIM (y su componente gerencial) como parte fundamental en el proceso educativo de los profesionales de la ingeniería y la Arquitectura?

32 respuestas

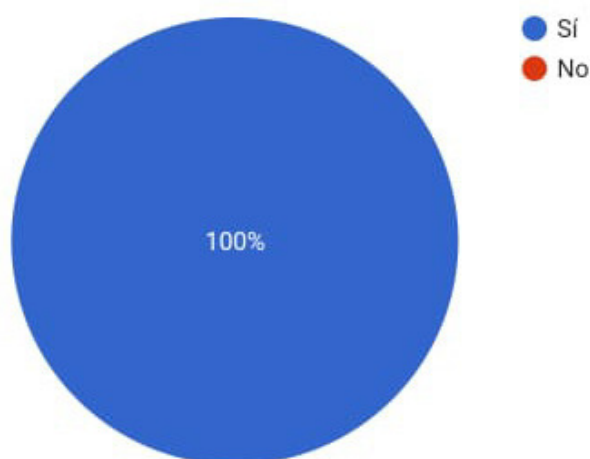


Ilustración 28. Respuestas pregunta No. 18.

Fuente. Elaboración propia

Desde un principio, esta pregunta se torna fundamental, ya que tal como lo expreso inicialmente, la metodología BIM y su componente gerencial, deben ser claramente conocidos e implementados en el desarrollo de los proyectos y principalmente en el desarrollo profesional de quienes están dando forma a los proyectos, por eso el 100% del sí dado a esta pregunta es fundamental, ya que a su vez evidencia la necesidad de transformar el perfil curricular con el cual nacen los nuevos profesionales.

En conclusión, la evaluación sobre el estado actual de conocimiento e implementación de la metodología BIM por parte de los profesionales de la construcción: ingenieros y arquitectos, resalta los siguientes aspectos:

1. Existe un conocimiento general básico sobre gran parte de la población en torno a la metodología BIM, lo cual genera conceptos propios e imaginarios contruidos por cada uno de los profesionales en pos de su respectiva aplicación a los contextos particulares de sus experiencias.
2. Gran parte de la población encuestada son personas de edades por encima de los 35, lo cual evidencia que estas personas tienen poco contacto con el desarrollo tecnológico que esta inmerso en esta metodología, con lo cual se evidencia un limite en su conocimiento y aplicación.
3. La metodología BIM se evidencia como un nuevo paradigma el cual esta hoy en día presente en los diferentes rangos etarios relacionados en la encuesta
4. Se resalta la necesidad esencial de incluir la implementación de la metodolgia BIM, en el desarrollo de las mallas curriculares de las profesiones de arquitectura e ingeniería, en pos de la mejora sustancial de los perfiles profesionales, los cuales deben adaptarse a los requerimiento del mercado, orientado hacia la optimización de los recursos económicos, financieros, naturales y tecnológicos de cada proyecto.

7. DESCRIPCIÓN DE LA METODO EMPLEADO PARA REALIZAR EL PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR REALIZADO POR LA EMPRESA NAX.INNOVA IMPLEMENTANDO LA METODOLOGÍA BIM – ESTUDIO DE CASO

7.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa nax.innova, aportó el proyecto y el conocimiento de su equipo de trabajo, para describir paso a paso la metodología empleada para el diseño de una vivienda unifamiliar, siendo este un estudio de caso claro sobre la implementación de la metodología BIM.

La empresa está ubicada en el municipio de Cúcuta (Norte de Santander), la cual cuenta con una trayectoria 6 años, NAX, nace como un estudio arquitectónico enfocado en el desarrollo de una arquitectura que integra en sus proyectos la potencialidad de la naturaleza, en pro de generar espacios innovadores que den cuenta cierta de capacidades como la biofilia (amor por la naturaleza), ergonomía y la topología propia del lugar en el que se implantan los diversos proyectos, logrando así la construcción de un entorno responsable capaz de crear la sinergia entre la armonía del sistema natural con el sistema artificial que complementa la vida humana y urbana.

Es así como desde esta perspectiva, NAX se presenta al mismo tiempo como una propuesta marcada en la innovación respecto a la implementación de nuevas tecnologías desde el desarrollo de los proyectos, hasta su construcción sean esto de pequeña o gran escala en pos de lograr la sostenibilidad sistémica de los proyectos mas allá de su contenido arquitectónico.

7.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR

El proyecto de vivienda unifamiliar seleccionado como estudio de caso para la descripción de la implementación de la metodología BIM enfocada a la gerencia es una casa campestre con un estilo moderno contemporáneo, denominada Normandía Black House en el condominio Normandía, zona campestre del municipio de Pamplona, Departamento de Norte de Santander

La vivienda unifamiliar se diseñó en un lote de 280 m², cuenta con tres (03) plantas, cada una de 100 m² distribuidas de la siguiente forma:

- La primera planta está compuesta de sala, comedor, cocina, zona de servicio, una (01) habitación auxiliar con baño, un family room, parqueadero para 2 vehículos, un (01) baño social, zona verde, área de gimnasio y una (01) zona de té.
- La segunda planta está compuesta de una (01) habitación principal con baño privado y Vestier, dos (02) habitaciones auxiliares que comparten un (01) baño social, y un (01) balcón.
- La tercera planta cuenta con una terraza con una pequeña zona verde y dispuesta para eventos sociales.





Ilustración 29. Fachada principal.

Fuente: Archivo digital de la empresa

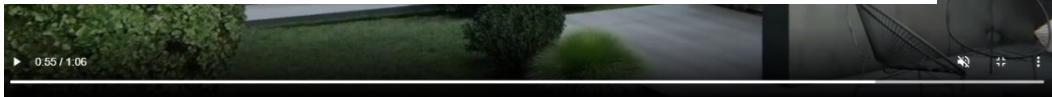


Ilustración 30. Fachada posterior

Fuente: Archivo digital de la empresa



Ilustración 31. Vista en planta superior de la composición de la vivienda

Fuente: Archivo digital de la empresa

7.3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM IMPLEMENTADA DESDE EL ENFOQUE GERENCIAL

Para la realización del proyecto de consultoría de la vivienda unifamiliar Normandía Black House se implementó la metodología BIM en la dimensión 3D, y se utilizaron diferentes softwares como autoCAD 2D, REVIT, RAM, 3DMax, y Lumion; la presente representación fue realizada con los diseños finales.

Para iniciar, es importante mencionar los profesionales que participaron en la elaboración del proyecto de consultoría, la consultoría contó con el trabajo del BIM Gerente, BIM manager o BIM coordinador, los BIM modeladores, topógrafo, Ingeniero civil especialista en estructuras e Ingeniero Civil especialista en Geotecnia.

En un inicio, el cliente contactó a la empresa a través del Gerente BIM, quien generó una reunión entre las partes con el BIM Manager, donde por medio de un bosquejo a mano alzada se definieron las necesidades del cliente y el alcance del proyecto, lo cual es el punto de partida, donde se definió inicialmente la localización, espacios, materiales de construcción, áreas, volúmenes y demás requerimientos del cliente.

Posterior a esto, según la estructuración de la empresa, el BIM Manager es quien se encarga de tener contacto con el cliente, de la coordinación y supervisión del proyecto, este se reunió con el equipo de trabajo mencionado anteriormente, con el fin dar a conocer el nuevo proyecto en el que se iba a trabajar, y las variables que podrían afectar el mismo; para este caso el costo, el tiempo, la calidad y la seguridad; adicional a esto, se definió para cada profesional los roles y las asignaciones directas de trabajo con las que se trabajó.

Es importante que el BIM manager tenga claro lo que el cliente quiere para exponerlo al equipo de trabajo, para que todas las disciplinas trabajen enfocados y con un objetivo claro pues esto permite crear una línea a seguir y se debe llevar un control a diario de las actividades a ejecutar

A continuación se describirá de forma general en la que se realizó el proyecto, sin entrar en detalles constructivos o de diseños, pues no es fin último de este estudio, que tiene como enfoque principal la gerencia y coordinación del proyecto.

1. El BIM manager informó al profesional en topografía la ubicación exacta del lote donde fue diseñada la casa, y se realizó el levantamiento topográfico, de altimetría y planimetría, utilizando un equipo un GPS y la estación total debidamente calibradas, para ejecutar un conjunto de actividades en campo que permitieran capturar y registrar datos para determinar coordenadas; para luego ingresar los datos obtenidos al programa AUTOCAD 2D, con el cual se obtiene la representación gráfica del terreno levantado, junto con las carteras de áreas y los volúmenes
2. El BIM Manager informó al ingeniero civil especialista en Geotécnica para que llevara a cabo el estudio de suelos, y Con base en la actual norma sismo resistente NSR-10, se realizara el respectivo estudio geotécnico, que incluyó en las actividades de reconocimiento en campo, la exploración del subsuelo, el análisis, evaluación y recomendaciones indispensables para la instalación, diseño y construcción de las actividades de obra que tienen contacto con el suelo, para asegurar que el comportamiento de la estructura es el indicado,

El estudio de suelos se realizó utilizando las prácticas habituales de la ingeniería geotécnica, se realizaron apiques en campo y estudios de laboratorio, se analizó y se tuvo en consideración la composición geológica de la zona.

3. Los anteriores numerales uno (01) y dos (02) representan el trabajo de campo requerido para dar inicio a la modelación del proyecto; El BIM manager, es el

encargado de coordinar, gestionar y tener control de los cambios y el trabajo que se encuentran haciendo los modeladores; por lo tanto, para tal fin, se trabaja con el programa con Google Drive, para tener todos los documentos en una nube, y que todos los profesionales tengan acceso a los mismos, por medio de Google Drive, correo electrónico y Revit se comunica al equipo de trabajo las falencias y errores que se van encontrando en el camino, así como los controles de cambios.

4. Al contar con el levantamiento topográfico en el software AUTOCAD 2D, el BIM modelador procedió a vincular tal estudio al modelo inicial en Revit, creando la familia de topografía, con el fin plasmar dentro del modelo la volumetría del terreno a intervenir, y partiendo de los puntos guía creados previamente por el BIM modelador de arquitectura, quien deja de trabajar líneas y superficies, para trabajar volúmenes.

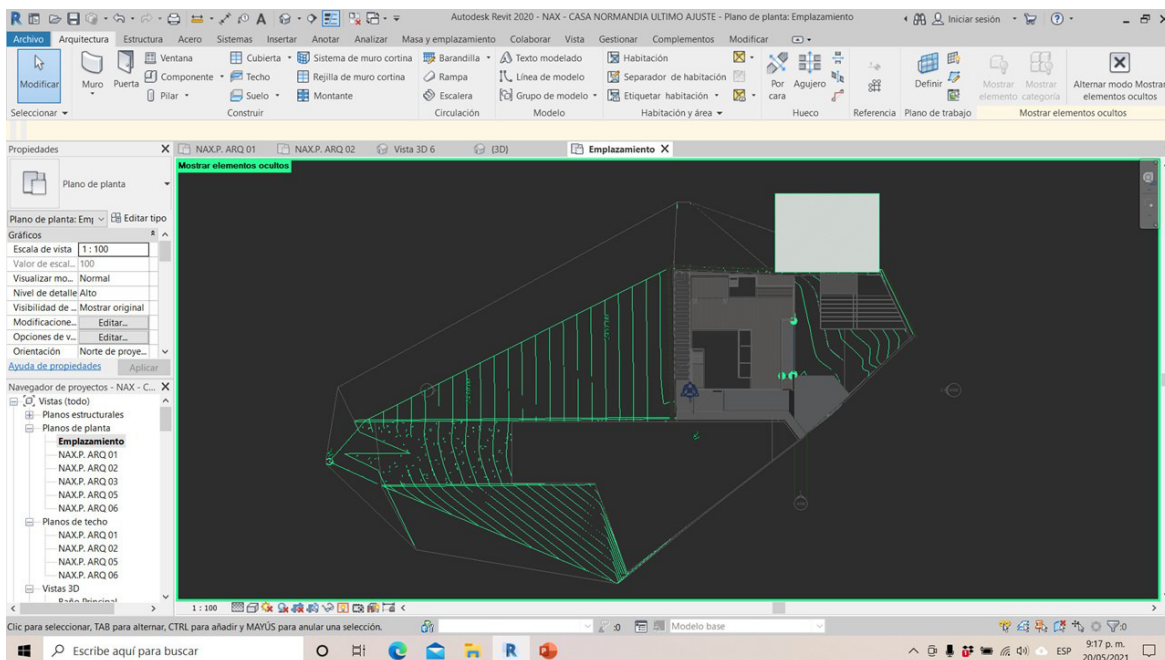


Ilustración 32. Topografía del lote vinculada de AutoCAD 2d a Revit.

Fuente. Archivo digital de la empresa

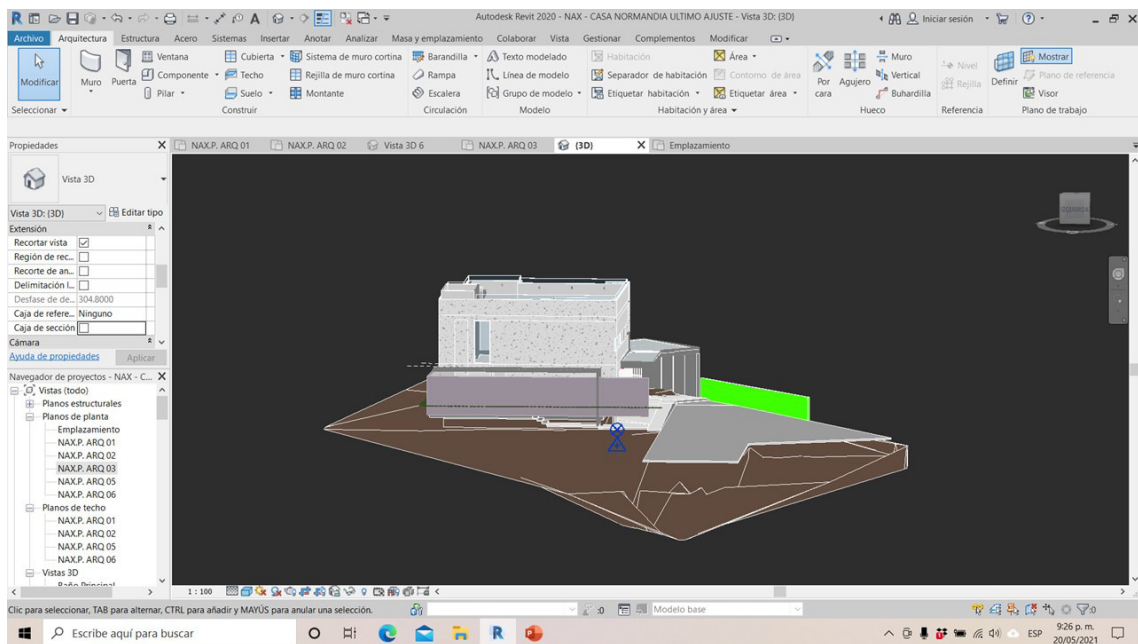


Ilustración 33. Topografía en 3D.

Fuente. Archivo digital de la empresa

El BIM modelador establece una configuración en el software Revit, para insertar datos dentro de los elementos 3D que se fueron creando, que permitieron luego obtener información de todos los elementos creados, para obtener información a partir de parámetros de longitud, materiales, volúmenes, etc, es posible personalizar los elementos a través de familias, para generar elementos 3D como columnas, vigas y elementos 2D como las cotas, las etiquetas, los símbolos etc.

El BIM modelador se encarga de realizar un primer modelo 3D, donde inició con la elaboración de la rejilla la cual sirve para ubicar los ejes de trabajo de la modelación, y paso siguiente se crearon los niveles de alzado del proyecto, y ya se cuenta con una base desde donde van a partir el modelado de la cimentación, muros, suelos, vigas, carpintería de puertas y ventanas, cubierta y componentes como el equipo mobiliario, hasta completar el modelo arquitectónico inicial, desde

el cual se pueden obtener una serie de vistas, cortes y perspectivas de todos los sitios, a diferentes escalas y colores, para generar planos en 2D y 3D de todas las vistas posibles.

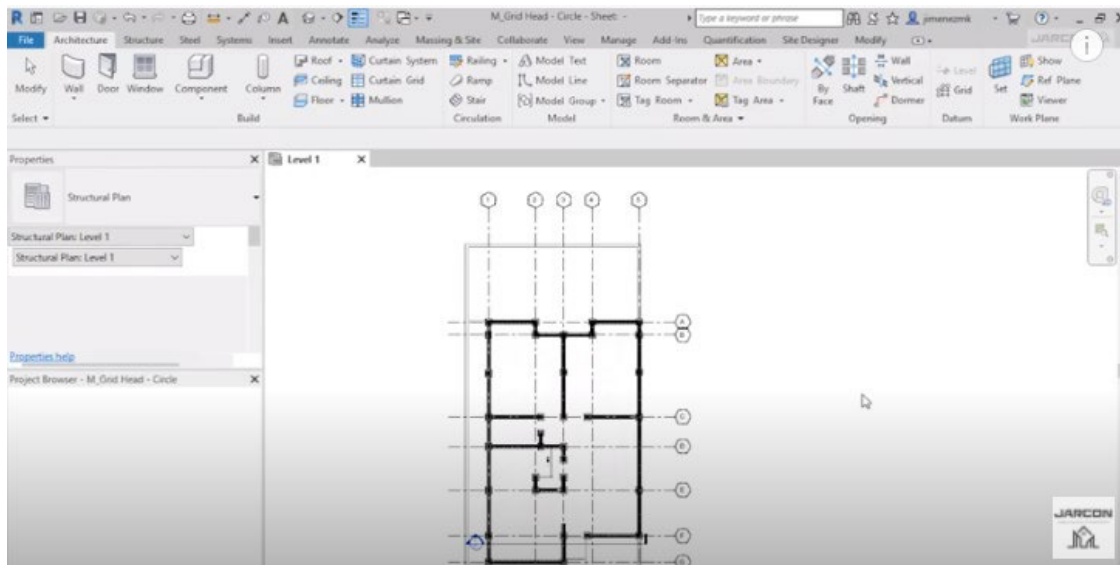


Ilustración 34. Ejes.

Fuente. Archivo digital de la empresa

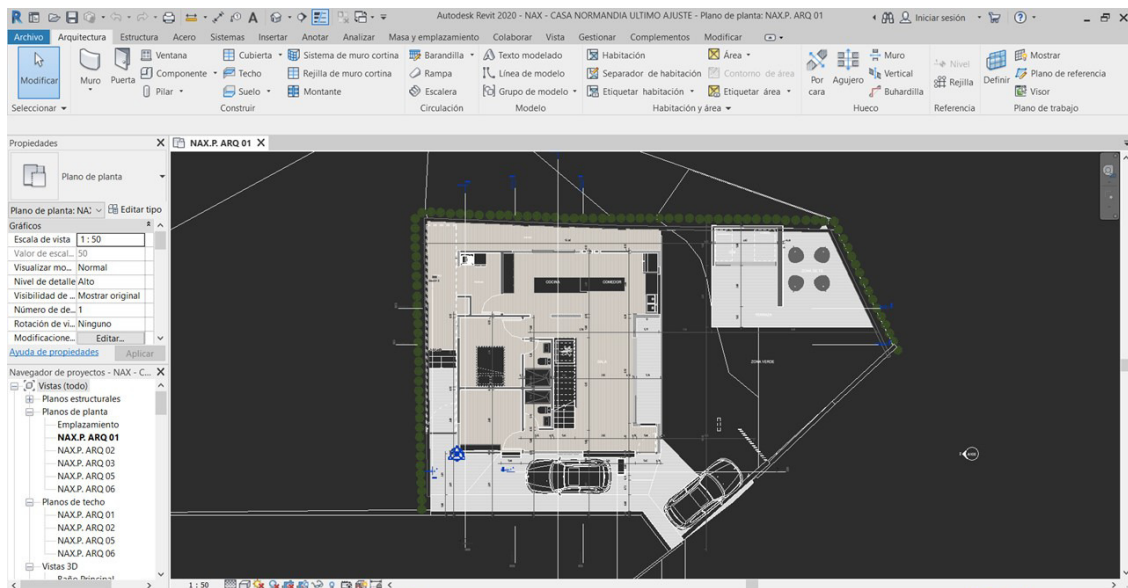


Ilustración 35. Planta piso 1.

fuentes. Archivo digital de la empresa

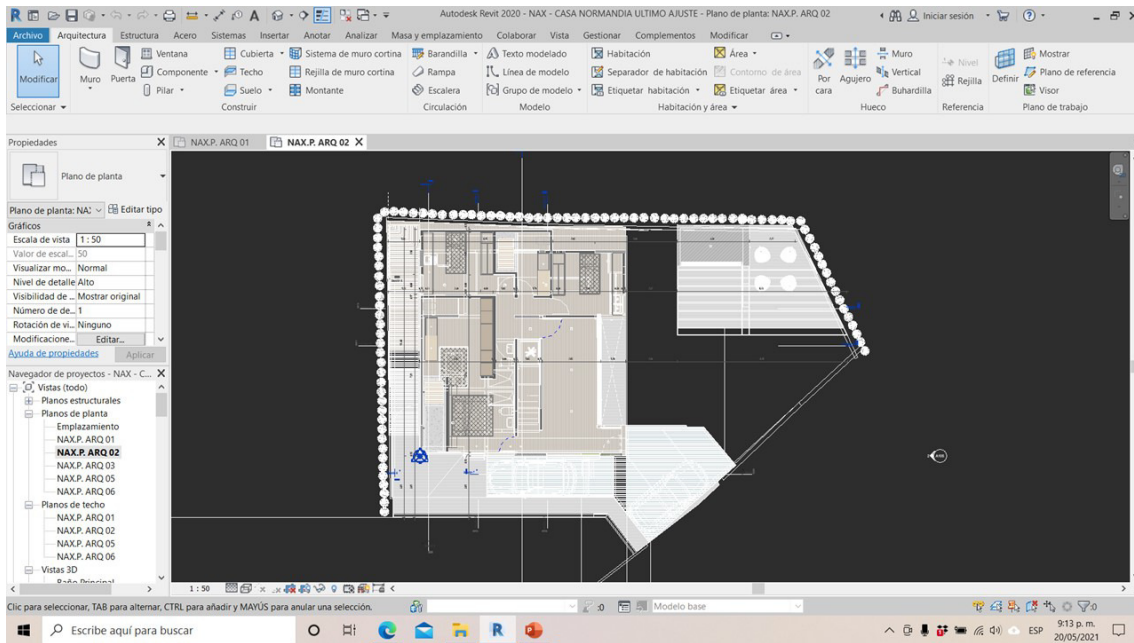


Ilustración 37. Planta piso 2.

Fuente. Archivo digital de la empresa

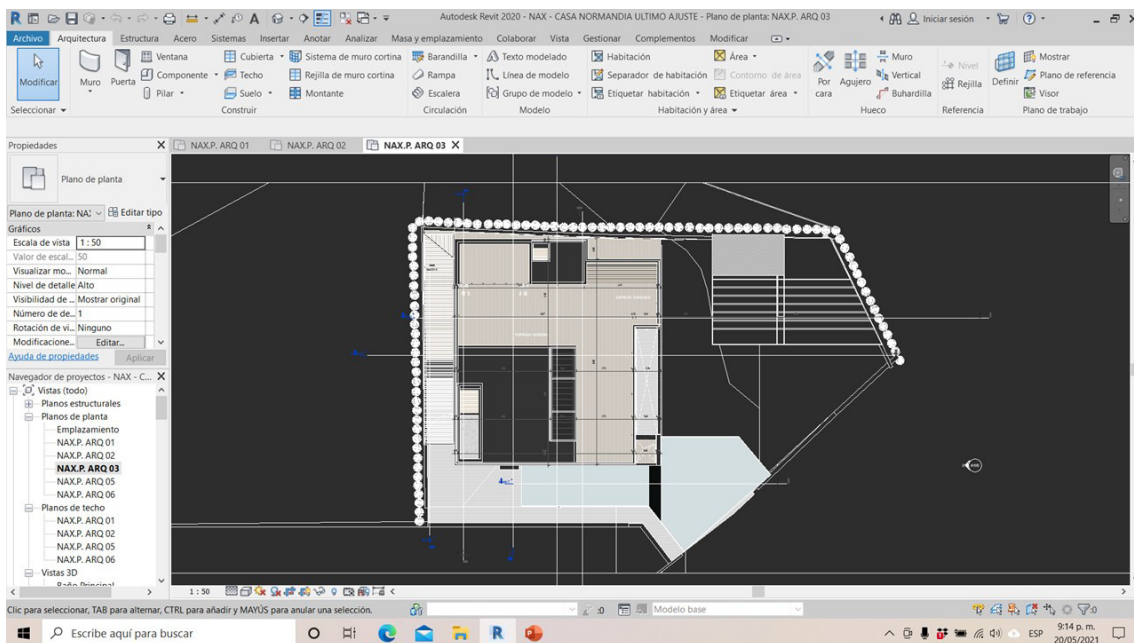


Ilustración 36. Planta piso 3.

Fuente. Archivo digital de la empresa

5. Al contar con un primer modelo arquitectónico, se procedió a realizar una reunión con el BIM modelador estructural, quien conceptúa sobre el diseño realizado, generando algunas observaciones basándose en la NSR-10, en cuanto a las áreas, los vanos, con el fin de verificar inicialmente una posible distribución de vigas, columnas y muros estructurales.
6. Al tener un modelo arquitectónico final en el software Revit, con una proyección del diseño estructural, se realizó una segunda reunión con el cliente, para que pudiera visualizar el proyecto desde cualquier vista, perspectiva o corte, para que así pudiera generar observaciones y cambios al proyecto, los cuales realizar los BIM modeladores con la vigilancia y supervisión del BIM manager.
7. Con la aprobación del cliente en cuanto al diseño arquitectónico final, se procedió por parte del BIM modelador a realizar los ajustes solicitados, y al mismo tiempo, el Ingeniero civil especialista en estructuras inicia el diseño estructural en el software RAM de vigas, columnas, muros estructurales y demás, basado en la arquitectura inicial realizada; en el software RAM, el diseño estructural de la estructura, supuso analizarla en sus diferentes combinaciones de carga junto con su espectro sísmico, para determinar el dimensionamiento de los elementos estructurales junto con sus despieces o conexiones los cuales fueron diseñados según el reglamento vigente, haciendo así una estructura segura para el cliente. La metodología BIM permitió tener control del modelo estructural y su volumetría, para que este no interfiera con elementos arquitectónicos, para posteriormente ser vinculado al software Revit.

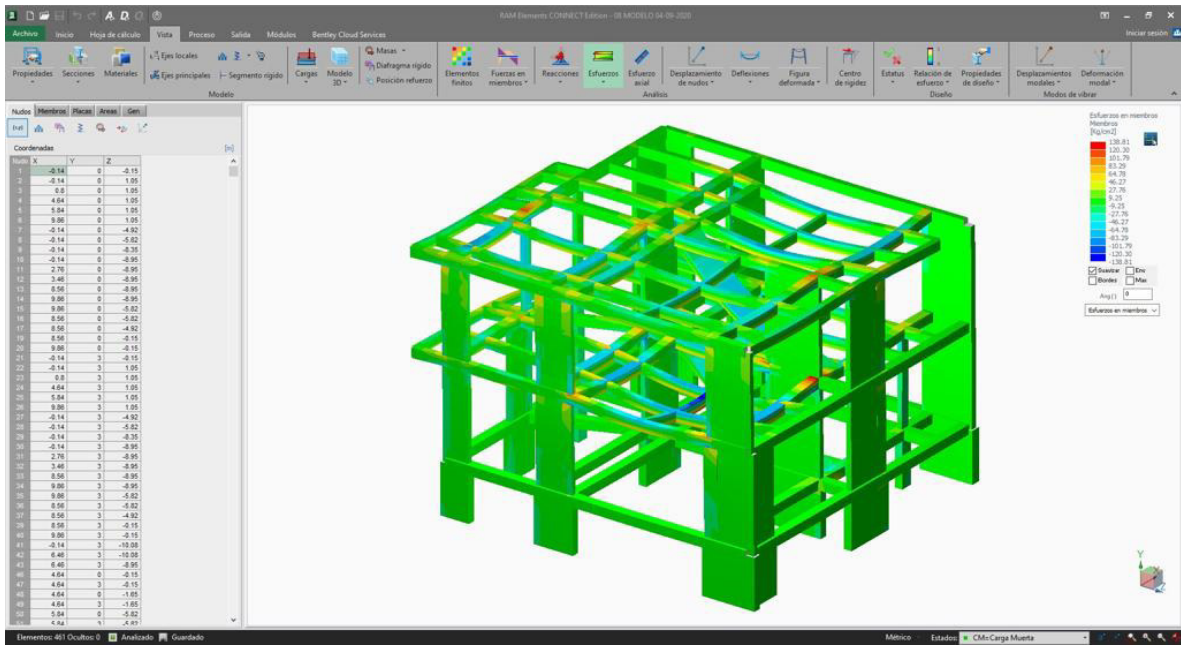


Ilustración 38. Modelación de la estructura en el software RAM.

Fuente. Archivo digital de la empresa

8. Mientras los BIM modeladores de arquitectura y estructura van trabajando simultáneamente en el mismo proyecto, el BIM manager a su vez, desde el inicio del proyecto va coordinando el trabajo dentro de los diferentes componentes, verificando diariamente que los BIM modeladores realicen avances de acuerdo al plan de trabajo, realizando procesos de chequeo a todas las especialidades para asegurar la calidad del modelo BIM y la compatibilidad e interoperabilidad de todas las disciplinas con los diferentes programas en las que fueron creadas, gestionando los modelos y los cambios en los mismos, garantizando la y apoyando técnicamente al equipo de trabajo.

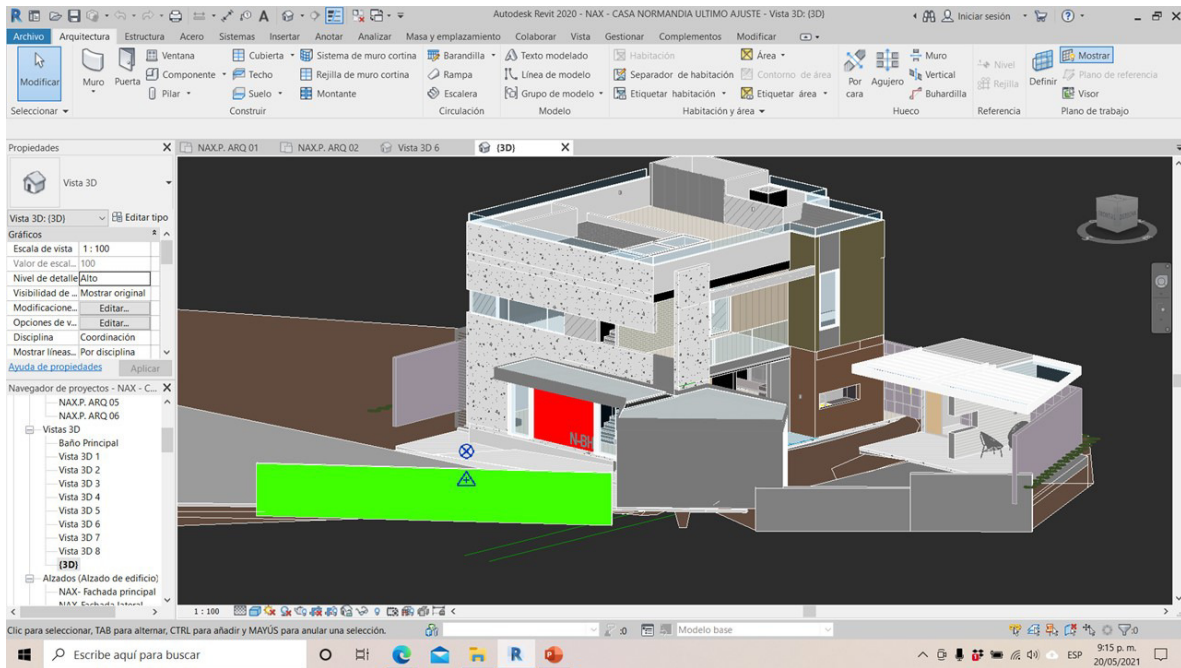


Ilustración 40. Vista lateral.

Fuente. Archivo digital de la empresa

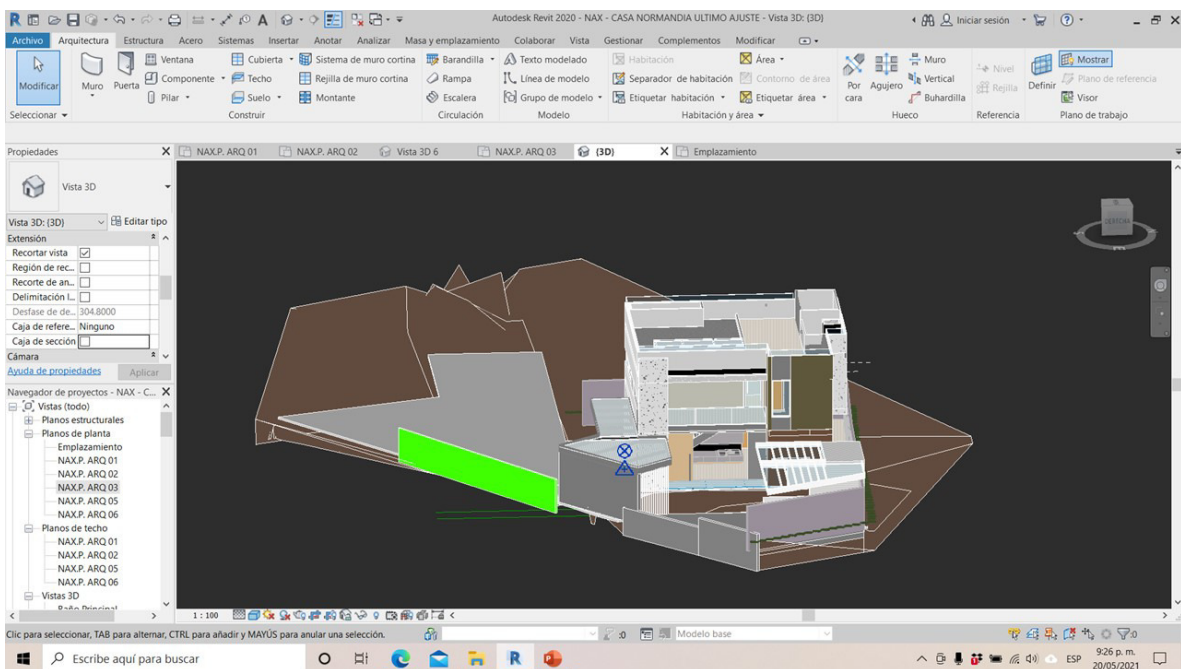


Ilustración 39. Vista superior lateral.

Fuente. Archivo digital de la empresa

9. Cuando se cuenta con el modelado final tanto de arquitectura como estructural, y el BIM manager ha dado aprobación después de revisar las diferentes especialidades, el proyecto ya se encuentra definido; por lo tanto, los BIM modeladores inician el proceso de renderización 3D exportando el proyecto en Revit al software 3DMax para las imágenes, pues este programa permite incorporar los materiales y la iluminación al modelo de forma más realista.



Ilustración 42. Renderización 3D en el software 3DMax de la cocina

Fuente. Archivo digital de la empresa

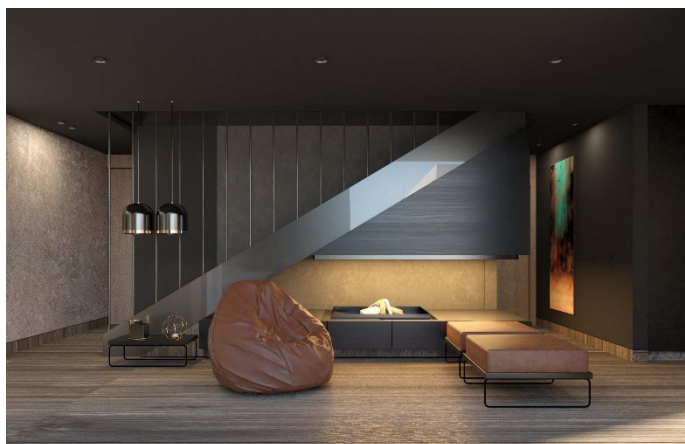


Ilustración 41. Renderización 3D en el software 3DMax de la sala.

Fuente. Archivo digital de la empresa

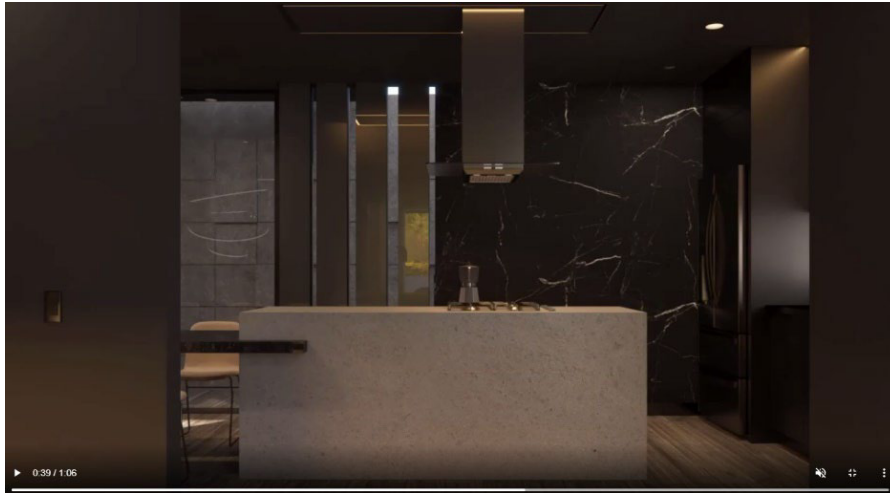


Ilustración 43. Renderización 3D en el software 3DMax de cocina

Fuente. Archivo digital de la empresa



Ilustración 44. Renderización 3D en el software 3DMax de habitación principal, baño y vestier

Fuente. Archivo digital de la empresa

10. Adicional al renderizado en el software 3DMax para imágenes, se exportó el proyecto en Revit al software Lumion, con el fin de renderizar en forma de video el proyecto final, con el fin de tener una representación arquitectónica que de personalidad y realismo al proyecto, y a su vez se mostrara en experiencias y emociones de la vida real, el diseño exterior, interior, y paisajismo de forma asertiva, haciendo que la experiencia de diseño sea visible.



Ilustración 46. Renderización 3D en el software LUMION de entrada acceso a la casa Fuente. Archivo digital de la empresa



Ilustración 45. Renderización 3D en el software LUMION de zona de té y gimnasio Fuente. Archivo digital de la empresa



Ilustración 47. Renderización 3D en el software LUMION de patio

Fuente. Archivo digital de la empresa

11. Finalmente, cuando el proyecto se encuentra en su versión arquitectónica y estructural final, uno de los BIM modeladores se encarga de exportar el proyecto a AutoCAD 2D, pues la plataforma CAD continúa siendo la más utilizada para los proyectos de ingeniería y arquitectura en el país, por lo tanto, el cliente requiere que el trabajo de consultoría realizado pueda ser visualizado por la empresa constructora, la cual posiblemente no cuenta con el equipo profesional y el software para visualizar el proyecto en Revit.

7.4. ASPECTOS DE CONTROL Y COORDINACIÓN DE LA GERENCIA IMPLEMENTANDO LA METODOLOGÍA BIM

Modernizar e implementar nuevas tecnologías en el sector de la construcción implica aplicar una nueva metodología de trabajo con sistemas de gestión y

evaluación de proyectos que generen una forma más apropiada de manejar la gerencia de proyectos.

Los profesionales del sector de la construcción que coordinan y controlan los proyectos adaptados a la metodología BIM optimizan y mejoran los procesos gerenciales por medio de las siguientes mejoras en el seguimientos y evaluación de los proyectos:

- La metodología BIM mejora la comunicación entre todos los profesionales del equipo de trabajo, dado que dentro de los software empleados, especialmente Revit, se cuenta con un trabajo colaborativo en tiempo real, donde los cambios de cualquier profesional implicado se evidencian automáticamente en el proyecto, para quienes tengan acceso al software empleado, lo cual genera una optimización de tiempo evidente, dado que en la metodología tradicional, cada componente se debe revisar por aparte y generar correcciones independientes que no son posibles de actualizar en los demás diseños, mientras que en la metodología BIM, el manager BIM con las herramientas del software logra revisar que el modelado de las diferentes especialidades sea coherente sea posible las fallas de coordinación y de procedimiento.
- El dimensionamiento de las diferentes especialidades en 3D que brinda la metodología BIM permite a los profesionales una visualización real del proyecto, donde es posible con un enfoque realista, observar cualquier vista, corte y detalle del modelado en 3D, lo cual implica para un Gerente BIM la optimización del tiempo en gran escala, pues la interpretación de diseños en 2D para la coordinación y el control de las diferentes especialidades y sus respectivos cambios depende de la habilidad y experticia del profesional para interpretar el proyecto, lo cual está sujeto al criterio de cada persona y resulta siendo un trabajo dispendioso al controlar el proyecto.

- La claridad y facilidad con la cual se interpreta un gran volumen de trabajo con la metodología BIM y en menor tiempo, permite al gerente BIM que el proyecto sea controlado y supervisado de forma más proactiva y rápida, existiendo mayor coordinación y vigilancia y, por ende, calidad en el resultado final del proyecto.
- La integración de los diseños en el software Revit es de las mejores herramientas para el BIM manager, pues al crear el mismo un archivo central para cada disciplina y vincularlos entre sí, todos los profesionales que intervienen tienen la posibilidad de observar cómo progresa el proyecto en las demás áreas, y contar con un archivo central de coordenadas, ejes, niveles, todas las disciplinas trabajan sobre el mismo entorno, generando mejoras en los procesos, pero sin obstaculizar el trabajo de los demás, pues de esta forma los profesionales tienen la posibilidad de generar errores de coordinación accidentales ocasionados por coordinación entre los modelos inadecuada, contar con archivo desfasado, al mover accidentalmente documentos que debían,

8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA METODOLOGÍA BIM EN CONSULTORIA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

basados en los conceptos básicos de la metodología BIM, la fase exploratoria de este documento y la descripción del proyecto de consultoría de vivienda unifamiliar, se muestran algunas ventajas y desventajas más destacadas.

8.1 VENTAJAS DE LA METODOLOGÍA BIM

La implementación de la metodología BIM trae consigo innumerables beneficios, coligados a la elaboración y control de los proyectos entre las partes, lo cual Facilita un incremento en el volumen y la comunicación; por lo tanto, permite el trabajo simultaneo y en tiempo real, así como la organización entre todos los profesionales que intervienen en el proyecto de consultoría. (Navarro, 2021)

- Perfecciona la comunicación, trazabilidad, comprensión del proyecto, y manejo de las expectativas de un proyecto, dadas las facilidades que proporciona un modelo en 3D.
- La metodología de trabajo inteligente y conectada permite mejorar la productividad y previsibilidad, la administración documental, la organización, el modelado y simulación en las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto; lo anterior, gracias a los avances tecnológicos de la metodología BIM, pues permite gestionar de forma más eficiente los recursos, y obtener información como áreas, volúmenes, cantidades, y demás, que facilitan los trabajos de ingeniería y arquitectura. (Autodesk, Autodesk, 2021)

- Posibilita de forma más efectiva la integración, seguimiento, coordinación y actualización, de la información generada por los profesionales que intervienen en el proyecto, aumentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario, y optimizando recursos. (PlanBIM, 2021)
- Permite pronosticar y corregir las contrariedades constructivas de forma anticipada, al obtener de forma gráfica el resultado final del proyecto, donde intervienen diferentes componentes, previo a la la ejecución de la obra.
- Permite conseguir diseños más eficientes, sustentables y de fácil visualización; dado que reduce de forma notoria las modificaciones del proyecto, pues al ir trabajando sobre el modelo en 3D de forma simultanea, todas las vistas y documentos se actualizan, con la posibilidad de visualizar y corregir cualquier tipo de incoherencia.
- La gerencia de proyectos en la metodología BIM fortalece el sector de la construcción, pues eleva los estándares de calidad de los proyectos de consultorías de diseño de infraestructura dados los avances tecnológicos de la misma, pues permite estructurar los proyectos de forma integral, teniendo un control mayor durante todo el ciclo del proyecto, y superando los sistemas tradicionales de gerencia.

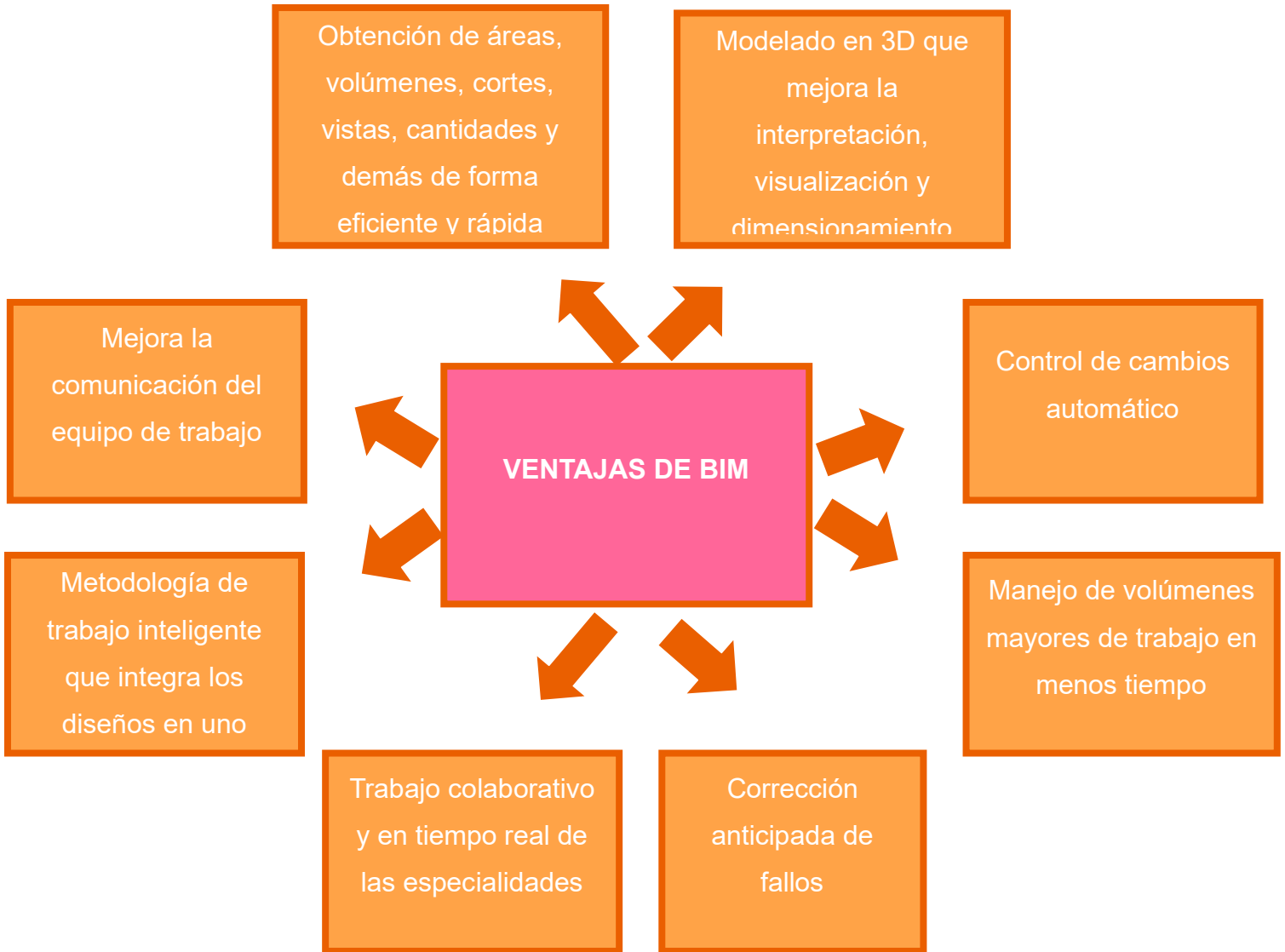


Ilustración 48. Ventajas de BIM

Fuente: Elaboración propia

8.2. DESVENTAJAS DE LA METODOLOGÍA BIM

La implementación de un nuevo sistema de trabajo implica ciertos riesgos y situaciones que conllevan a que existan algunas desventajas y algunos aspectos a tener en cuenta, como los siguientes:

- Implementar el sistema BIM implica cambiar la forma de trabajar la ingeniería y arquitectura. Pues implica invertir recursos como el tiempo, software y equipos de cómputo, para dejar de lado las metodologías antiguas CAD y formarse en nuevas y diferentes herramientas. El cambio de la mentalidad es el máximo impedimento para llegar al éxito de la implementación de la metodología BIM. (Navarro, 2021)
- La metodología BIM implica una nueva e innovadora tecnología, que genera la necesidad de ilustrarse y Formarse; sin embargo, es un proceso profundo de aprendizaje, que implica por parte de personal cualificado que se ilustre, suponiendo invertir de forma considerable tiempo y dinero; por lo anterior, contar con profesionales con amplios conocimientos en la implementación de la metodología BIM es una dificultad en el país.
- Diseñar y modelar elementos nuevos y no comerciales es una de las grandes limitaciones que presenta la metodología BIM, pues resulta complejo y dispendioso debido al tiempo que requiere la modelización de dichos elementos para un solo uso.
- Implementar la metodología BIM en una empresa implica contar con recursos económicos suficientes para tal fin, puesto que la adquisición de los diferentes softwares que se involucran en los proyectos de consultoría tiene un costo bastante elevado, y adicional a ello, requieren de equipos de

cómputo con especificaciones técnicas avanzadas, lo cual también implica un costo muy elevado para la empresa que adopta las nuevas tecnologías.

- En el país hay una gran cantidad de profesionales capacitados para ejercer las funciones gerenciales de un proyecto de consultoría tradicional; contrario a esto, la demanda de profesionales idóneos para ejercer el rol de un gerente o manager BIM es limitada, pues requiere de un amplio conocimiento y años de experiencia para manejar un equipo de trabajo BIM.
- Algunos softwares empleados en la metodología BIM son muy pesados inclusive para equipos de cómputo avanzados, lo cual implica el uso de dicho programa con el limitante no poder abrir otros programas indispensables para la ejecución del proyecto, generando demoras en el proceso.
- Al ser una nueva tecnología, al exportar e importar entre algunos softwares empleados en la metodología BIM, implica que la modelación genere algunos errores e inconsistencias entre componentes, que deben ser solucionados de forma manual, generando retrasos en el proceso.

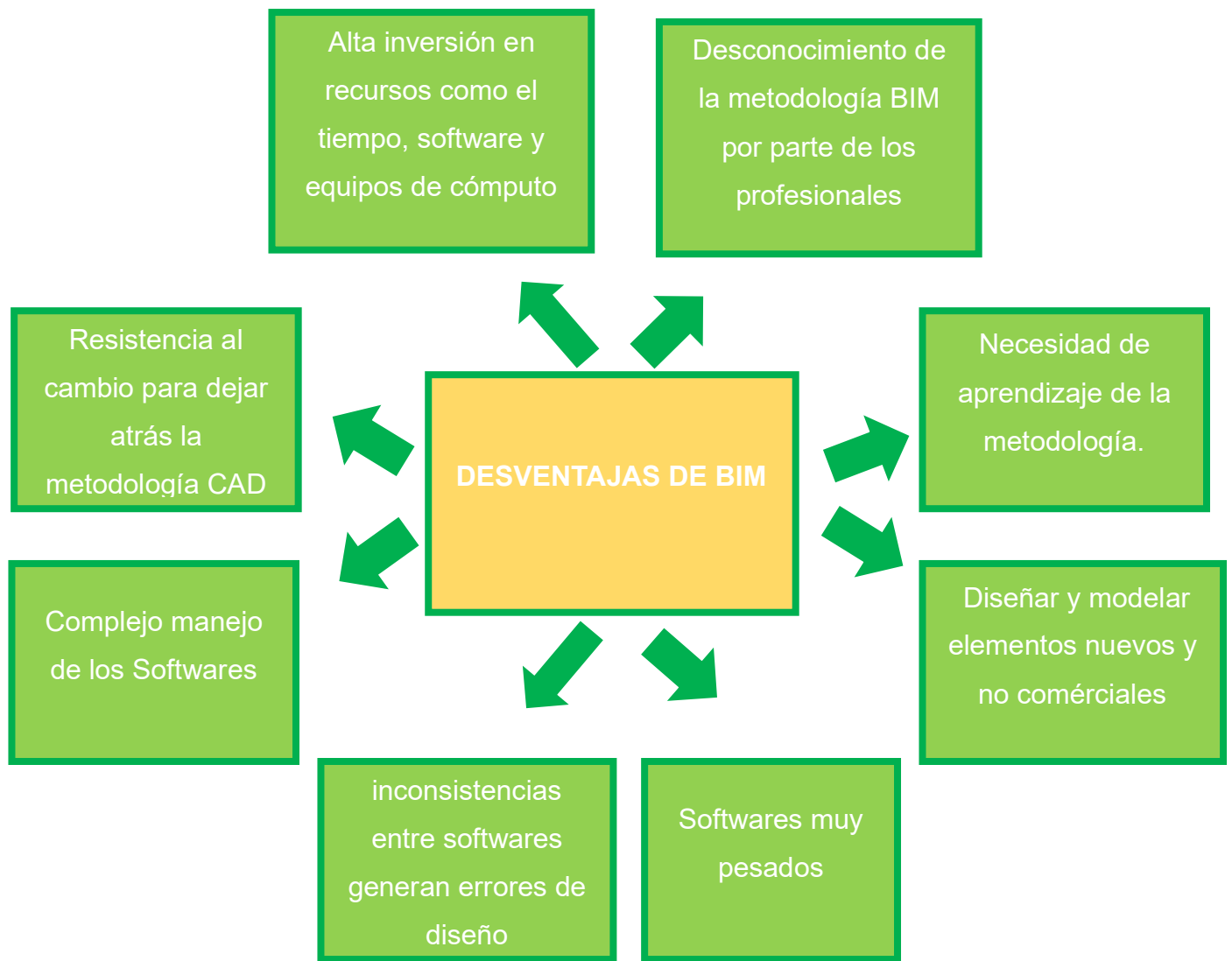


Ilustración 49. Desventajas BIM.

Fuente: Elaboración propia

9. CONCLUSIONES

- Los proyectos de consultoría de infraestructura cada vez son más complejos y requieren de más recursos y agentes involucrados, dada la evolución tecnológica en los mismos, generando nuevas metodologías de trabajo colaborativo, que se puede realizar de forma simultánea en cualquier lugar del mundo, haciendo que las tecnologías tradicionales CAD no sean aptos para realizar la gestión de este tipo de proyectos, pues implican una nula colaboración entre las diferentes especialidades.
- La implementación de la metodología BIM, permite detectar errores en las etapas iniciales de un proyecto, y manejar con mayor facilidad los documentos, ya que el trabajo colaborativo y simultaneo entre las diferentes especialidades, donde el BIM manager, con un rol indispensable, al ser coordinador y supervisor permite hacer seguimiento a la trazabilidad de los trabajos y el control de cambios.
- A través de la interoperabilidad que ofrece BIM entre los diferentes softwares, se logran alcanzar los objetivos de las empresas en cuanto al cumplimiento de metas, disminuir errores y satisfacción del cliente; pues al conseguir un mayor control por parte de la empresa consultora entre las diferentes especialidades, el cliente logra obtener un proyecto integral y con una visualización más realista en 3D que la proporcionada por los mecanismos tradicionales de ingeniería en 2D.
- La metodología BIM, resalta la importancia del trabajo colaborativo e Inter operativo como nuevo paradigma para el desarrollo general de los proyectos de infraestructura, ya que los proyectos están destinados a impactar positivamente a las sociedades, por lo cual se requiere de un desarrollo sistémico de la información.

- Se resalta la importancia de reducir sustancialmente las desventajas de la metodología BIM , las cuales giran en torno a su conocimiento y aplicación por parte de los profesionales de la construcción en los desarrollos de sus respectivos proyectos.
- Actualmente, las desventajas que rondan la implementación de la metodología BIM, se trazan en su conocimiento tecnológico de las herramientas incluidas y sus capacidades técnicas en el desarrollo de los diversos proyectos de infraestructura, con lo cual se requiere profundizar en la implementación de esta plataforma en los diferentes niveles de educación y formación continua de los profesionales.

10. RECOMENDACIONES

- Las universidades tienen un papel muy importante en el ejercicio académico, pues bajo la coordinación y asesoría de los profesores, es posible cambiar la concepción e ilustrar a los ingenieros y arquitectos en formación, para que adopten nuevas tecnologías, que permitan formar profesionales con mayores capacidades, al contar con el manejo de los diferentes softwares BIM.
- Se recomienda a las empresas que tomen la decisión de implementar la metodología BIM en sus proyectos de consultoría, que además de adquirir los softwares y los equipos de cómputo con la capacidad para correr los programas, inviertan en la capacitación de todo el equipo de trabajo, con el fin de que todos los integrantes tengan conocimientos amplios en nuevas tecnologías, y puedan ejercer las funciones gerenciales al adquirir la experiencia necesaria.
- La academia enfocada en gerencia de proyectos debe inculcar a los profesionales en desarrollo para que adopten nuevas tecnologías y

adquieran nuevas habilidades gerenciales enfocadas a la metodología BIM, para que logren desenvolverse de forma idónea no solo en proyectos tradicionales en 2D, sino también en proyectos BIM.

- Se precisa que las universidades y las empresas creen nuevos losos colaborativos en pro de evidenciar el crecimiento de un nuevo paradigma en la construcción, el cual permita una materialización acertada de los diversos proyectos, logrando así un acercamiento a la precisión y reducción de la brecha de error.

12. BIBLIOGRAFÍA

- arquitectura, R. d. (2019 de 2019 de 2019). *universidad politecnica de cataluña*.
Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/165289>
- Autodesk. (11 de 04 de 2021). *Autodesk*. Obtenido de
<https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/overview?term=1-YEAR>
- Autodesk. (11 de 04 de 2021). *Autodesk*. Obtenido de
<https://latinoamerica.autodesk.com/products/navisworks/overview?term=1-YEAR>
- Autodesk. (16 de 04 de 2021). *Autodesk*. Obtenido de
<https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/bim/benefits-of-bim>
- autodesk. (26 de 04 de 2021). *autodesk.com*. Obtenido de 3ds Max:
https://latinoamerica.autodesk.com/products/3ds-max/overview?panel=buy&AID=13955714&PID=8299320&SID=jkp_CjwKC-Ajw-qeFBhAsEiwA2G7NI0EU48haks4anoq1H_K71IZFO9le_iqZ43dqsWHN4Hxw27boJdPLwhoCj0AQAvD_BwE&cjevent=d05aba57bc1611eb837525dd0a82b821&mktvar002=afc_lata
- Bentley. (11 de 04 de 2021). *Bentley*. Obtenido de
<https://www.bentley.com/es/products/product-line/building-design-software/openbuildings-designer>
- Bentley. (02 de 05 de 2021). *www.bentley.com*. Obtenido de RAM - Software de diseño para edificios: <https://www.bentley.com/es/products/brands/ram>
- BIMnD. (11 de 04 de 2021). *Building New Dimensions*. Obtenido de
<https://www.bimnd.es/tipo-software-bim-en-cada-fase/>
- Construbim. (19 de 04 de 2020). *Construbim*. Obtenido de
http://construbim.com/bim_management.php
- Construbim. (25 de 07 de 2020). *Construbim*. Obtenido de
<http://construbim.com/index.php#>
- Cype. (11 de 04 de 2021). *Cype*. Obtenido de <http://cype3d.cype.es/>

Cype. (11 de 04 de 2021). *Cype*. Obtenido de <http://cypecad.cype.es/>

Cype. (11 de 04 de 2021). *Cype*. Obtenido de <http://instalaciones.cype.es/>

datalaing. (19 de 04 de 2020). *datalaing*. Obtenido de <https://datalaing.com/site/las-7-dimensiones-del-bim/>

graphisoft. (11 de 04 de 2021). *graphisoft*. Obtenido de <https://graphisoft.com/es/solutions/products/archicad>

Gutierrez, R. V.-J. (16 de 05 de 2021). *vinculando.org*. Obtenido de Google forms como instrumento de medición de conocimientos: <https://vinculando.org/beta/google-forms-instrumento-medicion-conocimientos-basicos.html>

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/165289>. (2019 de 2019 de 2019). *universidad politecnica de cataluña*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/165289>.

Hurtado, J. G. (25 de 07 de 2020). *Revista. UIS*. Obtenido de La gerencia como sistema de gestión para proyectos de construcción: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/4868/5668>

Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación. (2012 de 2012 de 2012). *www.javeriana.edu.co*. Obtenido de universidad javeriana : <https://www.javeriana.edu.co/inicio>

Lumion. (02 de 05 de 2021). *www.lumion.es*. Obtenido de Lumion: <https://www.lumion.es/producto/>

modeling, b. i.-N. (30 de abril de 2010 de 2010). *www.eafit.edu.co*. Obtenido de universidad eafit: <https://www.eafit.edu.co>

Navarro, B. P. (15 de 04 de 2021). Universitat Politècnica de València. *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. Valencia, España. Obtenido de Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura.

Ocampo Hurtado, J. (. (22 de 04 de 2021). *La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción*. En R, Llamosa Villarba (Ed.).

Obtenido de Revista Gerencia Tecnológica Informática, 14(38), 17-29. ISSN 1657-8236: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5161779>

PlanBIM. (16 de 04 de 2021). *PlanBIM*. Obtenido de <https://planbim.cl/beneficios-de-bim/>

Software, A. (11 de 04 de 2021). *Acca Software*. Obtenido de <https://www.accasoftware.com/es/bim-modeling-software?>

Spain, C. (11 de 04 de 2021). *Csi Spain*. Obtenido de <https://www.csiespana.com/software/5/etabs>

Spain, C. (11 de 04 de 2021). *Csi Spain*. Obtenido de <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>