

Propuesta de implementación y aplicación parcial de la metodología BIM (Building Information Modeling) en micro y pequeñas empresas del sector de la construcción de Bogotá.

Autor:

Carol Gineth Forero González



Facultad de Ingeniería, Universidad EAN

Nota del autor:

Proyecto de Seminario de Investigación elaborado para optar el título de Especialista de Gerencia, bajo la tutoría de Luz Marina Sánchez Ayala, docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad EAN.

Bogotá D.C.

Abril 2023

Contenido

Resumen	8
Abstract.....	9
Problema de investigación.....	10
Descripción del problema	11
Objetivos	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos	14
Justificación.....	15
Marco teórico.....	16
Marco legal	22
Metodología.....	26
Primer Nivel	26
<i>Enfoque, alcance y diseño de la investigación</i>	26
<i>Definición de Variables</i>	27
<i>Población y Muestra</i>	35
Segundo nivel.....	35
Selección de métodos o instrumentos para recolección de información	35
Técnicas de análisis de datos	38
Análisis y discusión de los resultados	40
Conclusiones	66
Referencias.....	68

Listado de ilustraciones

Ilustración 1. Diseño de investigación.	26
Ilustración 2. ¿Cuáles de los siguientes softwares conoce?	40
Ilustración 3. ¿Cuáles de los siguientes softwares utiliza?	40
Ilustración 4. Caracterización de usuario.	41
Ilustración 5. Tipo de proyectos en los que utiliza BIM.	42
Ilustración 6. Fases del proyecto en los que emplea la metodología BIM.	42
Ilustración 8. Método de trabajo que utiliza.	43
Ilustración 8. Fases de integración BIM.	43
Ilustración 9. Fase 1: Visualización sobre el diseño.	43
Ilustración 11. Producción de documentación CAD. Planimetrías generales.	44
Ilustración 10. Fase 3: Producción de planimetrías de detalle.	44
Ilustración 12. Fase 5: Coordinación MEP.	44
Ilustración 13. Fase 4: Coordinación de estructuras.	44
Ilustración 14. Fase 9: Gestión de mantenimiento.	45
Ilustración 15. Fase 8: Programación de obra.	45
Ilustración 16. Fase 7: Gestión de obras.	45
Ilustración 17. Fase 6: Presupuestos y cálculo de cantidades.	45
Ilustración 18. Resultados de: ¿Ha recibido capacitación específica sobre la metodología BIM?	46
Ilustración 19. Respuestas de: ¿Qué tipo de capacitación ha recibido sobre BIM?	46
Ilustración 20. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre las herramientas y procesos de BIM?	47
Ilustración 21. En términos de la capacitación recibida, ¿considera que ha sido suficiente para comprender y aplicar efectivamente la metodología BIM en su trabajo?	47
Ilustración 22. ¿Su empresa ha recibido algún tipo de apoyo o asesoría externa para la implementación de BIM?	47
Ilustración 23. En términos del apoyo y asesoría recibidos, ¿considera que ha sido suficiente para implementar efectivamente BIM en su empresa?	47
Ilustración 24. ¿Ha encontrado dificultades para encontrar profesionales capacitados en BIM para integrarlos en su equipo de trabajo?	48

Ilustración 25. ¿cómo calificaría el nivel de satisfacción general de su empresa con la capacitación y apoyo recibido para la implementación de BIM? 48

Ilustración 26. ¿Considera que la capacitación y el apoyo recibido han sido determinantes para el éxito de la implementación parcial de BIM en su empresa? 49

Ilustración 27. ¿Considera que la capacitación en BIM ha mejorado su comprensión de los conceptos y principios clave? 49

Ilustración 28. ¿Recomendaría la capacitación y el apoyo externo en BIM a otras MIPYMES del sector de la construcción? 49

Ilustración 29. ¿Qué tipo de recursos adicionales considera que serían útiles para facilitar la implementación de BIM en su empresa? 50

Ilustración 30. ¿Ha implementado parcialmente la metodología BIM en su empresa? 50

Ilustración 31. ¿Ha experimentado mejoras en la eficiencia de la gestión de proyectos después de implementar parcialmente BIM? 51

Ilustración 32. ¿Ha observado una reducción en los costos de sus proyectos después de implementar parcialmente BIM? 51

Ilustración 33. ¿Ha notado una mejora en la calidad de sus proyectos después de implementar parcialmente BIM? 51

Ilustración 34. ¿Ha experimentado una mejora en la colaboración y coordinación entre los diferentes participantes de un proyecto después de implementar parcialmente BIM? 52

Ilustración 35. ¿Considera que la implementación parcial de BIM ha facilitado la comunicación y el intercambio de información entre los equipos de trabajo? 52

Ilustración 36. ¿Cuál considera que ha sido el impacto más significativo de la implementación parcial de BIM en su empresa? 52

Ilustración 37. ¿Qué beneficios específicos ha experimentado en términos de reducción de costos y tiempos de construcción debido a la implementación parcial de BIM en su empresa? 53

Ilustración 38. ¿Ha sido necesario realizar inversiones adicionales en tecnología y software específico para implementar BIM en su empresa? 53

Ilustración 39. ¿Considera que la implementación parcial de BIM ha mejorado la competitividad de su empresa en el mercado de la construcción? 53

Ilustración 40. ¿Cuáles han sido los principales desafíos que ha enfrentado durante la implementación de BIM en su empresa? 54

Ilustración 41. ¿Ha experimentado una mejora en la coordinación y colaboración con otros actores de la construcción (diseñadores, proveedores, residentes de obra, etc.) debido a la implementación parcial de BIM en su empresa? 54

Ilustración 42. ¿Ha tenido dificultades para alinear los procesos de trabajo y las prácticas de otros actores de la industria que no utilizan BIM? 54

Ilustración 43. ¿En general, está satisfecho con los resultados obtenidos después de implementar parcialmente BIM en su empresa? 55

Ilustración 44. ¿cómo calificaría el nivel de satisfacción general de su empresa con la implementación parcial de BIM? (1: Muy insatisfecho, 5: Muy satisfecho). 55

Ilustración 45. ¿Recomendaría la implementación parcial de BIM a otras MIPYMES del sector de la construcción? 55

Ilustración 46. ¿Considera que la calidad de los proyectos ha mejorado desde la implementación parcial de BIM? 56

Ilustración 47. ¿Ha percibido una mayor eficiencia en la ejecución de proyectos desde que la empresa ha implementado parcialmente BIM? 56

Ilustración 48. ¿Cree que la implementación parcial de BIM ha resultado en una mejor comunicación y entendimiento entre la empresa y los clientes? 56

Ilustración 49. ¿Has observado una reducción en los costos asociados al proyecto desde la implementación parcial de BIM? 57

Ilustración 50. ¿Cuál de los siguientes beneficios percibes como el más relevante de la implementación parcial de BIM? 57

Ilustración 51. ¿Has enfrentado algún desafío o dificultad en la colaboración con la empresa durante la implementación parcial de BIM? 57

Ilustración 52. ¿Consideras que la empresa ha logrado superar los obstáculos asociados a la implementación de BIM? 58

Ilustración 53. ¿Considera que las acciones o mejoras podrían contribuir efectivamente a una implementación más exitosa de BIM en la empresa? 58

Ilustración 54. ¿Cuál es el tamaño de su empresa? 59

Ilustración 55. ¿Está familiarizado con la metodología BIM?	59
Ilustración 56. Nivel de conocimiento BIM. Elaboración BIM.	59
Ilustración 57. ¿Ha participado anteriormente en proyectos que utilizaron BIM?	60
Ilustración 58. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre las herramientas y procesos de BIM?	60
Ilustración 59. ¿Ha recibido capacitación específica sobre BIM?	61
Ilustración 60. Razones por las cuales no usa BIM.	61
Ilustración 61. Uso de tecnología actual.	62
Ilustración 62. Percepción de uso futuro.	62
Ilustración 63. ¿Cree que la implementación parcial de BIM mejoraría la eficiencia en la gestión de sus proyectos?	63
<i>Ilustración 64. ¿Considera que la implementación parcial de BIM reduciría los costos de sus proyectos?</i>	63
<i>Ilustración 65. ¿Prevé que la implementación parcial de BIM mejoraría la calidad de sus proyectos?</i>	63
<i>Ilustración 66. ¿Considera que la falta de recursos tecnológicos es un desafío para la implementación parcial de BIM?</i>	61
Ilustración 67. ¿Considera que hay suficiente disponibilidad de software de modelado BIM en el mercado?	63
Ilustración 68. ¿Encuentra fácilmente profesionales capacitados en BIM para contratar en su empresa?	64
Ilustración 69. ¿Prefiere contratar personal capacitado o capacitar al personal con el que cuenta?	64
Ilustración 70. ¿Considera que la infraestructura tecnológica existente en su empresa es adecuada para implementar parcialmente BIM?	65

Listado de tablas

Tabla 1. Definición de variables en relación a los objetivos específicos.	28
Tabla 2. Técnicas de análisis de instrumentos de recolección de información.	39
Tabla 3. Matriz de categorización de softwares.	40
Tabla 4. Matriz de adaptabilidad a MiPymes.	41

Resumen

En Colombia, los sectores de la construcción, infraestructura y diseño desempeñan un papel significativo en la economía del país y contribuyen considerablemente a su producto interno bruto (PIB). Sin embargo, la transición a la era 4.0 y la modernización digital se está llevando a cabo gradualmente. En este contexto, la metodología BIM (Building Information Modeling) se está implementando cada vez más en proyectos de construcción e infraestructura. Sin embargo, muchas PYMES del sector no han adoptado esta metodología debido a sus beneficios de trabajo colaborativo y coordinación técnica. Este trabajo busca promover la implementación de BIM en PYMES de Bogotá, compartiendo los beneficios y proponiendo un enfoque de aplicación. El objetivo es facilitar la adopción de BIM en proyectos de construcción e infraestructura, impulsando así la eficiencia y la calidad en el sector.

Palabras clave: Metodología BIM, infraestructura, coordinación, diseño arquitectónico, estándares de construcción, costos de construcción, elementos estructurales.

Abstract

In Colombia, the construction, infrastructure and design sectors play a significant role in the country's economy and contribute considerably to its gross domestic product (GDP). However, the transition to the 4.0 era and digital modernization is gradually taking place. In this context, BIM (Building Information Modeling) methodology is increasingly being implemented in construction and infrastructure projects. However, many SMEs in the sector have not adopted this methodology due to its benefits of collaborative work and technical coordination. This paper seeks to promote the implementation of BIM in SMEs in Bogota, sharing the benefits and proposing an application approach. The objective is to facilitate the adoption of BIM in construction and infrastructure projects, thus boosting efficiency and quality in the sector.

Keywords: BIM Methodology, infrastructure, coordination, architectural design, construction standards, construction costs, structural elements, budget.

Problema de investigación

La implementación de la metodología BIM en Bogotá responde a diversas causas y factores. En primer lugar, los proyectos de arquitectura, construcción e infraestructura representan un reto mayor, al ser cada vez más complejos, lo que requiere un enfoque eficiente y coordinado. BIM proporciona una plataforma digital que facilita la integración y colaboración interdisciplinar, mejorando la comunicación y reduciendo errores.

Además, la creciente demanda de proyectos sostenibles y energéticamente eficientes exige una gestión precisa y detallada de la información. BIM permite visualizar y simular soluciones arquitectónicas y estructurales, facilitando la toma de decisiones informadas y optimizando el rendimiento de los proyectos.

Asimismo, la implementación de metodologías BIM (Building Information Modeling) viene en aumento acelerado no solo en el país, sino a nivel global, dados los beneficios que la implementación de este trae consigo, sin embargo, en el país y específicamente en Bogotá, esta implementación no se ha dado de acuerdo con las proyecciones para la misma; una de las principales objeciones para la implementación de esta metodología son los costos y cambios técnicos que esta requiere; este y otros motivos han retrasado la puesta en marcha del BIM sobre todo por el desconocimiento general de los beneficios que esta aporta.

La necesidad de implementar BIM también se origina en la tendencia global hacia la digitalización y la adopción de tecnologías avanzadas en la industria de la construcción. BIM se ha convertido en un estándar internacional, y su adopción en Bogotá resulta crucial para mantenerse competitivo a nivel general.

Por otro lado, la implementación de BIM puede mejorar la productividad, reducir costos y optimizar los recursos en el sector de la construcción en Bogotá (Berdeja, 2017), lo que implica una mayor eficiencia en la planificación, construcción y mantenimiento de proyectos, generando beneficios económicos y sociales para la ciudad.

Dicho lo anterior, las principales causas de implementar la metodología BIM en Bogotá se resumen en la complejidad de los proyectos (Santos-Amado & Yate Lozada, 2021), la demanda de sostenibilidad, la digitalización global y los beneficios en términos de eficiencia y rentabilidad. Su adopción resulta esencial para el avance y desarrollo de la industria de la construcción en la ciudad, teniendo un impacto significativo en el desarrollo del país.

Descripción del problema

Dentro de los diferentes proyectos llevados a cabo en Colombia y específicamente para algunos proyectos de diseño y construcción desarrollados en Bogotá, se logra evidenciar la necesidad en la última década la necesidad de evolucionar las metodologías requeridas para lograr dar paso a realizar cambios en el ámbito de la demolición y construcción de nuevas edificaciones y donde toma mayor relevancia el disponer de procesos en la arquitectura que permitan el dimensionamiento y aprovechamiento de los recursos utilizados en la construcción al igual que el impacto que puede ocasionar el uso de materiales que puedan causar daño o que en el tiempo no sean sostenibles, lo anterior de acuerdo con lo expuesto por (Ducuara & Martin Alvarez, 2021):

“...En el sector de la construcción durante la última década, se ha evidenciado una preocupación acerca de los procesos de fabricación de los materiales y la forma en la cual las edificaciones que ya cumplen su periodo de vida útil deben ser demolidas para dar paso a nuevos inmuebles. “Existen estudios que indican que la operación y construcción de edificaciones son responsables de un 30-40% de

utilización de energía, 12-16% de uso de agua, 40% de los materiales extraídos para fabricación de otros materiales y un 20-30% de la generación de gases de efecto invernadero que tienen un impacto directo sobre el medio ambiente.” (Enshassi, Kochendoerfer, & Rizq, 2014) citado por (Ducuaara & Martin Alvarez, 2021).

Por otro lado, las autoridades ambientales están preocupadas por el impacto generado por la construcción tradicional de viviendas en el país. Sin embargo, esto no es el único problema al que se enfrentan. En gran parte del territorio colombiano, existe un desafío aún mayor que no ha sido resuelto, el país sufre de un déficit significativo de viviendas, estimado en alrededor de dos millones de unidades habitacionales. Esto se ha debido, a que, cerca del 60% de la población no cuenta con los recursos suficientes para la adquisición de una vivienda. Las autoridades ambientales en Colombia están preocupadas no solo por el impacto ambiental de la construcción tradicional de viviendas, sino también por la necesidad urgente de abordar el déficit habitacional en el país. Es fundamental implementar políticas públicas efectivas que promuevan el acceso a viviendas asequibles y dignas para todos los ciudadanos.

En respuesta a este problema que se ha ido agravando a lo largo de los años, tanto organizaciones internacionales como nacionales se han dedicado a promover viviendas sostenibles y han establecido metodologías enfocadas en mejorar los materiales que no causan daño al medio ambiente. Se han establecido criterios para determinar la sostenibilidad de un material, los cuales abarcan desde los procesos de extracción de la materia prima, su transformación, disposición y capacidad de reutilización.

De igual manera, la industria dedicada a la construcción en Bogotá está compuesta principalmente por micro y pequeñas empresas que enfrentan desafíos significativos en términos de

eficiencia, productividad y competitividad. Uno de los principales problemas que estas empresas enfrentan es la falta de implementación y aplicación de metodologías modernas en sus procesos de construcción.

En particular, la metodología BIM (Building Information Modeling) ha demostrado ser una herramienta poderosa y eficiente para la gestión integral de proyectos de construcción (Amador Cabrera, 2019). Sin embargo, muchas micro y pequeñas empresas en el sector de la construcción de Bogotá aún no han adoptado esta metodología en su totalidad o no la han implementado de manera efectiva.

La falta de implementación y aplicación parcial de la metodología BIM en estas empresas limita su capacidad para optimizar la planificación, el diseño, la construcción y la gestión de proyectos (Tacora Mariaca & Rivera Charca, 2020). Esto conlleva a problemas como la falta de coordinación entre los diferentes interesados y participantes del proyecto, errores en el diseño y retrasos en la ejecución. Además, estas empresas se ven en desventaja frente a competidores más grandes que ya han adoptado BIM y pueden ofrecer resultados de mayor calidad en menor tiempo.

Además, la falta de conocimiento y capacitación en BIM dentro de estas empresas dificulta aún más su implementación exitosa. La falta de recursos financieros y técnicos también juega un papel importante en la limitada adopción de la metodología.

Por lo tanto, es evidente la necesidad de investigar y proponer la implementación y aplicación parcial de la metodología BIM en las micro y pequeñas empresas del sector de la construcción de Bogotá (Ramos Carhuapoma & Sánchez Raygada, 2022). Esta investigación busca identificar los obstáculos específicos que enfrentan estas empresas al implementar BIM, así como desarrollar estrategias y recomendaciones prácticas para superarlos. La implementación exitosa de BIM en estas empresas

puede mejorar la eficiencia, la calidad y la competitividad en el sector de la construcción de Bogotá (Romero Moruno, 2016), impulsando el crecimiento y el desarrollo sostenible de las mismas (Muñoz García, 2020).

Pregunta de investigación.

¿Cuáles son los principales obstáculos y desafíos que enfrentan las micro y pequeñas empresas del sector de la construcción en Bogotá al implementar y aplicar la metodología BIM (Building Information Modeling), y cómo se puede desarrollar una propuesta efectiva para superarlos y conseguir una implementación exitosa de la misma?

Objetivos

Objetivo general

Construir una estrategia integral para la implementación, consolidación y aplicación parcial de la metodología BIM (Building Information Modeling) en micro y pequeñas empresas del sector de la construcción de Bogotá, con el fin de mejorar su eficiencia, productividad y competitividad en el mercado.

Objetivos específicos

1. Investigar las diferentes herramientas de software BIM disponibles en el mercado y seleccionar las de mejor adaptabilidad a las necesidades y requerimientos de las MiPymes¹ de Bogotá.
2. Analizar el estado actual de las MiPymes de Bogotá en términos de sus procesos de construcción y gestión de proyectos, identificando las áreas que podrían beneficiarse de la implementación de la metodología BIM.

¹ Micro, pequeñas y medianas empresas.

3. Diseñar una propuesta detallada para la implementación parcial de BIM en las MiPymes de Bogotá, incluyendo un plan de acción, cronograma, asignación de recursos y estrategias de capacitación y soporte, que a su vez incluya recomendaciones sobre las buenas prácticas de la metodología, las consideraciones técnicas y los aspectos de gestión del cambio.
4. Establecer mecanismos de seguimiento y apoyo continuo a las MiPymes en la implementación parcial de BIM, a través de asesoramiento técnico, actualización de información y respuesta a consultas o dificultades encontradas durante la adopción de la metodología.

Justificación

Dentro de los elementos relevantes al momento de elegir y presentar dicha investigación se contemplan los principales que, la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el sector de la construcción ha demostrado ser altamente beneficiosa para las grandes empresas, mejorando la eficiencia, la calidad de ejecución, el control y la productividad en la gestión de proyectos. Sin embargo, las micro y pequeñas empresas del sector de la construcción en Bogotá han enfrentado dificultades para adoptar y aplicar esta metodología debido al alto impacto económico que requiere su implementación y la fatiga organizacional que puede generar (Vargas Enciso, Ramos Carhuapoma, Victoria Torres, & Sánchez Raygada, 2022).

En primer lugar, las micro y pequeñas empresas representan una parte relevante del sector de la construcción en la ciudad, desempeñando un papel fundamental en la economía de la misma. Mejorar su eficiencia y competitividad no solo beneficiará a estas empresas, sino que también se provee un impacto en la economía en general.

En segundo lugar, la falta de implementación de BIM en estas empresas conlleva a vario sobrecosto a causa de una falta de coordinación entre los participantes del proyecto, errores de diseño

interdisciplinarios y retrasos en la ejecución (Arroyo Pérez, 2016). Estos problemas impactan negativamente en la calidad de las construcciones y en la satisfacción del cliente y usuario, lo que a su vez afecta la reputación de las empresas y su capacidad para competir en el mercado.

Además, la implementación parcial de BIM puede ser una estrategia viable para las micro y pequeñas empresas, considerando las limitaciones de recursos financieros y técnicos a las que se enfrentan. No todas las empresas tienen la capacidad de adoptar BIM por completo de manera inmediata, por lo que es necesario desarrollar una propuesta que se ajuste a sus necesidades y posibilidades, potenciando los beneficios que se pueden obtener con la implementación sin sobrepasar sus capacidades técnicas, financieras y humanas (Cucho Chávez & Gonzáles Roncal, 2021).

En resumen, esta investigación se desarrolla con la finalidad de abordar las dificultades y obstáculos específicos que enfrentan estas empresas frente a la implementación de la metodología BIM (Jiménez-Arias, 2021) y desarrollar una estrategia afectiva que permita adoptar parcialmente y según corresponda las buenas prácticas de la metodología, de manera tal que mejore su eficiencia y competitividad.

Para concluir, esta investigación se encuentra en el campo de Emprendimiento y gerencia, dentro del grupo de dirección y gestión de proyectos, bajo la línea de Modelos, metodologías y sistemas de gestión para la gerencia de proyectos.

Marco teórico

BIM (Building Information Modeling) es una metodología con enfoque colaborativo que utiliza datos para gestionar un proyecto de construcción a lo largo de su ciclo de vida (Orihuela Martínez, 2017), desde el diseño hasta la construcción y el mantenimiento. Se basa en la creación de un modelo digital que integra toda la información del proyecto (Vergara Rivas, 2017), utilizando software de

modelado dinámico que permite la actualización en tiempo real y la contribución de todos los participantes.

Este enfoque tecnológico ha demostrado ser prometedor para facilitar el diseño y la automatización de la construcción (Jin & Gambatese, 2022). BIM busca evolucionar el sistema de diseño, incorporando siete dimensiones: 1D (concepto), 2D (esquemas), 3D (modelado), 4D (programación), 5D (costos y presupuestos), 6D (sostenibilidad) y 7D (gestión y mantenimiento) (Sánchez Ortega, 2016).

El software BIM mejora la representación de partes y componentes utilizados en la construcción de edificios. Reemplaza el enfoque tradicional basado en representación vectorial por una representación asistida por computadora basada en objetos. Las principales ventajas incluyen una mejor coordinación, aumento de la productividad, mejor calidad de detalle, control de la información y una relación más fluida con el cliente (Dataedro, 2017).

Es fundamental destacar que BIM requiere una integración multinivel y multi participativa para lograr un rendimiento óptimo del proyecto. Esto implica la coexistencia de diferentes programas de análisis, como modelos tridimensionales (3D), análisis energéticos y dinámica de fluidos computacional (CFD), en una única plataforma de modelado de información de construcción (BIM) (Utkucu & Sözer, 2023). La interoperabilidad y el intercambio de datos entre tecnologías y software disponibles en el mercado también son importantes (Santos-Amado & Yate Lozada, 2021).

El sector de diseño y construcción ha experimentado cambios significativos en los últimos años. Teniendo en cuenta el planteamiento de que:

“La labor del arquitecto ha girado históricamente entorno al diseño y la construcción de sus ideas. Para ello ha utilizado diferentes medios de expresión y representación hasta que la revolución digital impuso

al CAD², o diseño y dibujo asistido por computador como estándar para la elaboración de proyectos de construcción.” (Ocampo Hurtado, 2015) se puede asumir que la revolución digital introdujo el CAD (diseño y dibujo asistido por computadora) como estándar para la elaboración de proyectos de construcción (Ocampo Hurtado, 2015), con el tiempo, el CAD evolucionó desde la representación en 2D hasta el uso de visualizaciones en 3D, modelos, animaciones y renders de alta calidad.

De hecho, esta evolución transformó la concepción de CAD como paradigma útil para la representación de planos arquitectónicos a la de sistema al servicio del diseño arquitectónico constructivo. No solo los dibujos de planos o perspectivas, sino la información alfanumérica enriqueció de tal forma este entorno de trabajo, que el problema del diseño comenzó a tornarse complejo y a exigir cada vez mayores prestaciones como la compatibilidad entre diferentes programas de computador.

Como describe (Ningappa, 2011) el sistema CAD 2D-3D conlleva a la construcción de excelentes proyectos, sin embargo, presenta la dificultad congénita frente a la relación entre los diferentes equipos de trabajo que se encuentran involucrados en el proyecto.

Sin embargo, la gestión de proyectos de diseño y construcción siguió evolucionando, y surgió el modelado de información del edificio (BIM) como una metodología integral. BIM se refiere a la integración eficaz y eficiente de las siete dimensiones propuestas, abarcando todo el ciclo de vida del proyecto (EUBIM, 2018). En Colombia, se define como un proceso colaborativo que utiliza información estandarizada en un entorno digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción (DNP, 2020).

² Computer Aided Design

Aunque la metodología BIM ha sido adoptada en su mayoría por el sector privado, es importante destacar que su implementación conlleva desafíos, especialmente el alto costo. Con el fin de promover su implementación en un mayor número de proyectos, se creó el BIM Fórum Colombia en 2017 (CAMACOL, 2017). Este gremio lidera el fomento del BIM y reconoce sus contribuciones a la productividad del sector (Ocampo Hurtado, 2015).

Además, se ha reconocido la importancia de la implementación de BIM en el sector público y se han desarrollado estrategias nacionales en Colombia para promover gradualmente su uso en proyectos de construcción pública y en la gestión de licencias y trámites para proyectos privados (Alsina Saltarén, 2017). "Es necesario realizar esfuerzos conjuntos de la industria, la academia y el gobierno para difundir y fomentar el uso de BIM en proyectos de infraestructura." (Moreira, 2020)

El estado del arte actual en el campo de la implementación de BIM en la industria de la construcción revela una creciente adopción de la metodología en diferentes partes del mundo. Muchos estudios han destacado los beneficios de BIM (EUBIM, 2018), como la mejora de la eficiencia, la reducción de costos y la mejora de la comunicación y coordinación entre los diferentes actores del proyecto. Sin embargo, gran parte de la investigación se ha centrado en empresas grandes y en la implementación completa de BIM, dejando un espacio para explorar cómo las MiPymes pueden adoptar y adaptar la metodología de manera parcial.

En cuanto a la adopción de BIM en las pequeñas y medianas empresas (Pymes), se han analizado diversos factores críticos de éxito (Castillo, 2018). Se estudio la adopción de BIM en Pymes de Corea del Sur, identificando la compatibilidad con los procesos existentes, los beneficios percibidos y la capacidad de adaptación a las limitaciones de recursos como factores clave (Lee & Song, 2017). Dentro de la investigación de (Kim & Chou, 2017) se encontró que la disponibilidad de recursos humanos

capacitados, el liderazgo de la alta dirección y la colaboración entre los participantes del proyecto son elementos esenciales para el éxito de la implementación de BIM en este contexto.

Además, se ha investigado los beneficios de la implementación de BIM en empresas de construcción de menor tamaño. (Chang & Kang, 2015) destacaron mejoras en la coordinación, productividad, calidad de detalle y relación con el cliente como resultados positivos. (Jin X. , 2022) proporciona una visión general de los conceptos y casos de BIM en la gestión de la construcción, y examinó los beneficios, desafíos y direcciones futuras de BIM. Estas referencias subrayan la importancia y el potencial de BIM en el campo de la construcción.

Por otro lado (Alsina Saltarén, 2017) en su tesis Implementación de BIM en infraestructura: la necesidad de abordarlo desde el sector público plantea que, la implementación BIM en Colombia se encuentra en una fase inicial, debido a que su uso y adopción son modestos, (Botero, Isaza, & Vasquéz H., 2015) justifican la poca implementación de la metodología BIM principalmente a causa del temor, la precaución, el desconocimiento y/o los costos asociados este proceso. Por lo tanto, es claro que se deben realizar grandes esfuerzos por parte de la industria, la academia y, sobre todo, el gobierno, para dar a conocer BIM e incentivar su implementación en los proyectos de infraestructura” Como apoyo a la implementación de la metodología BIM y democratización de la misma, el Gobierno Nacional desarrolla la estrategia Nacional BIM 2020-2026 con la cual busca progresivamente el requerimiento de uso de BIM en los proyectos de construcción pública y gestión de licencias y trámites para proyectos privados.

Panorama teórico:

Teoría de la adopción de tecnología: Esta teoría, popularizada por (Rogers, 1962) explora los factores que influyen en la adopción de nuevas tecnologías. Al aplicar esta teoría a la implementación parcial de BIM en MiPymes de Bogotá, es importante examinar los factores de innovación, como la

compatibilidad con los procesos existentes, los beneficios percibidos y la capacidad de adaptación a las limitaciones de recursos.

Además, se ha investigado la integración de BIM con otras tecnologías. (Utkucu & Sözer, 2023) exploraron la integración de BIM con la dinámica de fluidos computacional (CFD) para la optimización del diseño de edificios, de igual manera, examinaron la interoperabilidad y el intercambio de datos en la construcción utilizando el enfoque de Industry Foundation Classes (IFC). Estos estudios brindan conocimientos sobre cómo BIM puede combinarse con otras herramientas y tecnologías para mejorar la eficiencia y la calidad en la construcción.

Teoría del cambio organizacional: Esta teoría, desarrollada por (Lewin, 1988) proporciona una estructura para comprender cómo las organizaciones pueden gestionar y adaptarse al cambio. En el contexto de la implementación parcial de BIM en MiPymes de Bogotá (García-González, 2012), es esencial analizar los procesos de cambio, la comunicación efectiva, la capacitación del personal y la gestión del cambio para garantizar una transición exitosa hacia la metodología BIM.

Teoría de la gestión de proyectos: La gestión de proyectos desempeña un papel fundamental en la implementación de BIM. Las teorías y enfoques de gestión de proyectos, como el enfoque de la cadena crítica que Goldratt plantea en su teoría de las restricciones o la metodología ágil, pueden ser aplicadas para optimizar la planificación, coordinación y control de proyectos de construcción que involucren la implementación parcial de BIM (Ochoa, 2013).

Teoría de la comunicación y colaboración: Dado que BIM fomenta la colaboración y comunicación entre los diferentes actores de un proyecto de construcción, es relevante considerar teorías de la comunicación y colaboración. El modelo de Shannon y Weaver puede ser aplicada para comprender cómo se pueden mejorar los flujos de información y la interacción entre los miembros del

equipo en el contexto de la implementación parcial de BIM. De igual forma, la teoría de la colaboración de (Dillenbourg 1999) puede proporcionar una base para entender cómo se pueden promover entornos colaborativos y fomentar la participación activa de todos los actores involucrados en el proyecto.

Teoría de la eficiencia y mejora continua: Para aprovechar al máximo la implementación parcial de BIM en MiPymes de Bogotá, es relevante considerar teorías relacionadas con la mejora continua y la eficiencia en los procesos de construcción. Teorías como Lean Construction, Six Sigma y la teoría de la mejora continua de Deming pueden proporcionar enfoques y herramientas para identificar y eliminar desperdicios, mejorar la calidad y optimizar los procesos en el contexto de la implementación parcial de BIM (Campoverde, 2021).

En resumen, el estado del arte y el panorama teórico relacionado con la implementación y aplicación parcial de la metodología BIM en MiPymes de Bogotá revela una creciente adopción de BIM en la industria de la construcción, pero también resalta la necesidad de investigar cómo las MiPymes pueden adaptar y aprovechar la metodología de manera parcial (Arroyo Pérez, 2016). Teorías como la adopción de tecnología, el cambio organizacional, la gestión de proyectos, la comunicación y colaboración, y la eficiencia y mejora continua (Romero Moruno, 2016) pueden proporcionar un marco teórico sólido para abordar esta investigación y guiar el desarrollo de la propuesta de implementación y aplicación parcial de BIM en MiPymes de Bogotá.

Marco legal

El marco legal es un aspecto relevante al considerar la implementación y aplicación parcial de la metodología BIM en MiPymes de Bogotá. Cabe resaltar que, la construcción en el país se rige por las siguientes normas técnicas, sin considerar las metodologías de ejecución:

Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10)³: Es una norma técnica que establece los requisitos para el diseño y la construcción de estructuras sismo resistentes en Colombia. Aunque no menciona directamente BIM, esta norma es fundamental en proyectos de construcción y puede ser considerada en la implementación de BIM en el ámbito sísmico.

Por otra parte, a nivel internacional, existen varias normas y estándares relacionados con BIM (Building Information Modeling) que se utilizan en diferentes países. Siendo estos los más relevantes:

1. ISO 19650: Esta norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación (BIM), define los conceptos, procesos y responsabilidades para la colaboración y el intercambio de información en entornos BIM.
2. ISO 16736 define las características del formato IFC para compartir datos en un proceso BIM (“¿Qué es la ISO 16739? - BibLus”)
3. ISO 12006 define la clasificación de los componentes de un producto de construcción.
4. PAS 1192: Es una serie de normas y especificaciones publicadas por el Instituto de Estándares Británicos (BSI) que proporciona un marco para la implementación de BIM en el Reino Unido. Incluye documentos como PAS 1192-2 (Gestión de la información durante el ciclo de vida de la construcción) y PAS 1192-3 (Gestión de la información durante la operación del activo construido).
5. NBIMS⁴: Son normas nacionales de BIM desarrolladas en varios países, como el National BIM Standard-United States (NBIMS-US) y el National BIM Standard-Canadá (NBIMS-CA). Estas normas proporcionan directrices y estándares para la implementación de BIM en los respectivos países.

³ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

⁴ National BIM Standards

6. GSA⁵ BIM Guide Series: Es una serie de guías publicadas por la Administración de Servicios Generales de Estados Unidos que establece directrices y mejores prácticas para la implementación de BIM en proyectos de construcción públicos en Estados Unidos.

7. AIA⁶ CAD Layer Guidelines: Son directrices publicadas por el Instituto Americano de Arquitectos, que definen estándares de nomenclatura y organización de capas en modelos BIM.

Aunque a la fecha de la presente investigación, en Colombia no existen normas específicas sobre BIM (Building Information Modeling). Cabe destacar que el gobierno colombiano ha mostrado interés en promover el uso de BIM en el sector de la construcción, mediante el desarrollo de iniciativas y la integración de esfuerzos para establecerlas del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol), entre otros, como se evidencia a finales de 2020 con el desarrollo de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 (DNP, 2020), con la cual busca el “fomento para la transformación digital del sector de la construcción e infraestructura”, cuyo objetivo principal es lograr de manera gradual en 7 años la implementación y transición de BIM, encabezado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), con el apoyo de la financiera de desarrollo nacional (FDN) y Camacol, en esta estrategia se establecen la definición del marco normativo, capacidades profesionales, objetivos, implementación de proyectos pilotos, acciones y lineamientos específicas para fomentar la adopción de BIM en proyectos de construcción e infraestructura.

De igual manera, se puede tomar de referencia las políticas y normativas que se han establecido en países de Latinoamérica con entornos similares al del objeto de la investigación:

⁵ United States General Services Administration

⁶ American Institute of Architecture

México: Se consolidó la estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México, que establece el uso obligatorio de BIM en los proyectos de carácter público (Hacienda, 2017).

Perú: Se emite el Decreto Supremo N° 289-2019-EF en el cual se aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en los procesos de inversión pública (Aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública, 2019).

Brasil: Estrategia BIM-BR (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2018), que tiene como objetivo promover la implementación de BIM en el país. Se han establecido metas y plazos para la adopción gradual de BIM en proyectos de construcción públicos y privados.

Chile: Se estableció el Plan BIM (Planbim, s.f.), programa a 10 impulsado por el Ministerio de Obras Públicas, en el cual se fomenta el uso de BIM en proyectos de infraestructura, este programa incluye guías, manuales, capacitación de profesionales y la promoción de colaboración y el intercambio de información en formato BIM y busca aumentar la productividad del sector de la construcción en un 20% al año 2025.

Asimismo, existe los comités técnicos de La Red BIM (BIM GOB Latam, 2018) de Gobiernos Latinoamericanos, la cual representa un esfuerzo colaborativo de ocho países de la región (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay) por acelerar los procesos nacionales de transformación digital, apuntando a la implementación de Building Information Modeling (BIM) en el sector de la construcción, la finalidad de estos comités técnicos es desarrollar actividades, estrategias y demás contenido de apoyo de consulta, información y de difusión para el cumplimiento del objetivo anteriormente mencionado.

Metodología

Primer Nivel

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

El enfoque metodológico de la investigación será de carácter mixto, esto debido a que se combina el análisis de elementos cualitativos y cuantitativos. Con lo cual se pretende obtener una perspectiva amplia y una comprensión completa de los aspectos más relevantes (técnicos, organizativos y culturales) relacionados con la adopción de BIM en las MiPymes de Bogotá.

El alcance de la investigación se centra específicamente en las micro y pequeñas empresas del sector de la construcción en Bogotá. Se seleccionará una muestra representativa de empresas que cuenten con la metodología BIM implementada, para realizar el estudio y análisis, considerando factores como el tipo de construcción (residencial, comercial, etc.), la ubicación geográfica y el nivel de experiencia en el uso del BIM. De igual forma, el alcance también abarcaría la presentación de una estrategia integral de implementación parcial de la metodología BIM, la cual incluiría aspectos como la capacitación del personal, los recursos necesarios y los beneficios percibidos por las empresas estudiadas al adoptar parcialmente la metodología BIM, lo cual permitirá abordar los riesgos y limitaciones de una manera más eficiente y optimizada.

El diseño de la investigación es de carácter aplicado, basándose principalmente en los siguientes pasos:

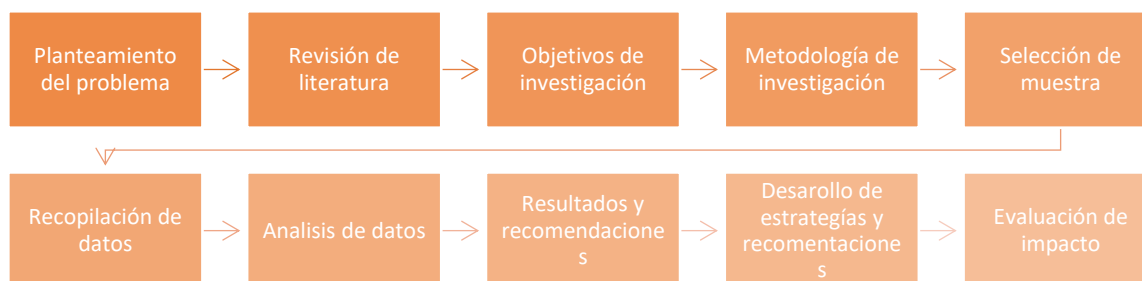


Ilustración 1. Diseño de investigación. Elaboración propia.

Con base en el estudio de la implementación de la metodología BIM, literatura asociada y resultados obtenidos del análisis de empresas que cuenten con la metodología BIM implementada, se pretende estructurar, divulgar y socializar la estrategia integral de implementación parcial de la metodología BIM en micro y pequeñas empresas del sector de la construcción de Bogotá.

Definición de Variables

Dentro de las variables a evaluar en el estudio se resaltan el tipo de recursos propios de cada proyecto, es decir, tipo de proyecto, nivel de eficiencia en la gestión del proyecto, tiempo de ejecución, presupuesto económico, recursos disponibles, recursos humanos, reducción de costos, mejora en la calidad del proyecto, imprevistos, experiencia previa en proyectos similares, uso de herramientas tecnológicas: nivel de implementación de la metodología BIM, nivel de conocimiento y uso de BIM, Beneficios percibidos, desafíos y obstáculos percibidos, Capacidades del personal, Conocimiento previo de la metodología BIM, tamaño de la MiPyme. De igual forma, se estudiarán variables propias del proceso de implementación y transición a la ejecución de los proyectos mediante metodología BIM.

Objetivos específicos	Variable
Investigar las diferentes herramientas de software BIM disponibles en el mercado y seleccionar las de mejor adaptabilidad a las necesidades y requerimientos de las MiPymes de Bogotá.	Impacto. Resultados. Conocimiento previo de la metodología BIM. Experiencia previa en proyectos similares. Uso de herramientas tecnológicas.
Analizar el estado actual de las MiPymes de Bogotá en términos de sus procesos de construcción y gestión de proyectos,	Viabilidad. Recursos disponibles. Tamaño de la Pyme.

identificando las áreas que podrían beneficiarse de la implementación de la metodología BIM.	Recursos disponibles. Tipo de proyecto.
Diseñar una propuesta detallada para la implementación parcial de BIM en las MiPymes de Bogotá, incluyendo un plan de acción, cronograma, asignación de recursos y estrategias de capacitación y soporte, que a su vez incluya recomendaciones sobre las buenas prácticas de la metodología, las consideraciones técnicas y los aspectos de gestión del cambio.	Nivel de eficiencia en la gestión del proyecto. Reducción de costos. Mejora en la calidad del proyecto. Uso de herramientas tecnológicas. Implementación parcial de la metodología BIM. Nivel de conocimiento y uso de BIM. Recursos disponibles. Desafíos y obstáculos percibidos. Capacidad personal.
Establecer mecanismos de seguimiento y apoyo continuo a las MiPymes en la implementación parcial de BIM, a través de asesoramiento técnico, actualización de información y respuesta a consultas o dificultades encontradas durante la adopción de la metodología.	Beneficios percibidos. Desafíos y obstáculos percibidos. Resultados. Impacto.

Tabla 1. Definición de variables en relación a los objetivos específicos. Elaboración propia.

Definición conceptual

Tiempo de ejecución: Hace referencia al periodo de duración total de ejecución del proyecto, desde su etapa de concepción hasta el momento de entrega a satisfacción al cliente y puesta en marcha.

Presupuesto económico: Grupo de ingresos, gastos y costos requeridos para la ejecución del proyecto y/o implementación y puesta en marcha de la metodología BIM. Incluye todos los gastos relacionados

con costos directos, indirectos y cualquier otro desembolso económico necesario para llevar a cabo el proyecto.

Recursos humanos: Alude al equipo de trabajo necesario para la ejecución de las fases del proyecto, en este se incluyen, profesionales, mano de obra calificada (MOC), mano de obra no calificada (MONC), operativos, entre otros.

Imprevistos: Actividades o gastos no proyectados en la ejecución de los proyectos, estos debidos a omisiones técnicas o cambios en diseños.

Impacto: Efecto producido por la implementación y puesta en marcha de la ejecución de los proyectos bajo la metodología BIM.

Viabilidad: Probabilidad de algo de ser posible su ejecución o implementación.

Beneficios percibidos: Esta variable evalúa los beneficios que las empresas esperan obtener al implementar parcialmente BIM y ejecutar los proyectos bajo la misma. Entre los más usuales están las mejoras en la eficiencia de los procesos de construcción, la reducción de errores, gastos y retrabajos, la mejora en la comunicación y colaboración entre los miembros del equipo y precisión de los resultados.

Conocimiento previo de la metodología BIM: Esta variable hace referencia al nivel de conocimiento y experiencia que tienen las MiPymes de Bogotá sobre la metodología BIM antes de su implementación.

Tamaño de la MiPyme: Esta variable hace referencia al tamaño de la empresa en términos de número de empleados y/o ingresos anuales. El tamaño de la MiPyme puede influir en la capacidad de implementar y poner en marcha BIM, así como en la disponibilidad de recursos y la complejidad y tipo de los proyectos que puede abordar la empresa.

Tipo de proyecto: Hace referencia al tipo de proyecto en el que se implementará la metodología BIM, categorizados en construcción de viviendas, infraestructuras, vivienda, comercio, entre otros.

Nivel de eficiencia en la gestión del proyecto: Indica el grado de eficiencia que se logra en la gestión del proyecto (planificación, organización, coordinación y control de las actividades) al implementar la metodología BIM. Enfatiza en la capacidad de gestionar los recursos disponibles de manera óptima, cumplir con los plazos establecidos, mitigando los errores y maximizar la productividad en todas las etapas del proyecto.

Reducción de costos: Es la disminución de los costos que se logra al implementar la metodología BIM en el proyecto, así como las acciones que optimizan los recursos y minimizan los desperdicios.

Experiencia previa en proyectos similares: Esta variable hace referencia a la experiencia previa que tienen las MiPymes de Bogotá en proyectos similares al que se implementará la metodología BIM. Esta permite a la empresa aprovechar lecciones aprendidas, identificar mejores prácticas y aplicar enfoques exitosos que puedan mejorar el desarrollo y los resultados del proyecto actual.

Uso de herramientas tecnológicas: Indica y referencia el nivel de uso de herramientas tecnológicas en la gestión de proyectos por parte de las MiPymes de Bogotá.

Implementación parcial de la metodología BIM: Esta variable representa la introducción y adopción parcial de BIM en las empresas de construcción, lo cual implica la incorporación de ciertos procesos, herramientas y tecnologías de BIM en sus operaciones.

Nivel de conocimiento y uso de BIM: Esta variable evalúa el grado de conocimiento y la experiencia de las empresas en relación con BIM, incluyendo la comprensión de los conceptos básicos de BIM, el nivel de capacitación del personal y el uso actual de herramientas y tecnologías de BIM.

Recursos disponibles: Hace referencia a los recursos (humanos, tecnológicos y financieros) disponibles para la implementación de la metodología BIM en el proyecto. Contempla aspectos como la disponibilidad de presupuesto para la adquisición de software y hardware, la capacidad técnica del personal y la disponibilidad de tiempo para capacitación y adaptación a los cambios.

Desafíos y obstáculos percibidos: Esta variable identifica los desafíos y barreras que las empresas perciben al implementar parcialmente BIM. Puede incluir aspectos como la resistencia al cambio, la falta de recursos financieros, la falta de capacitación y conocimiento técnico, y la falta de apoyo y compromiso de la alta dirección.

Capacidades del personal: Esta variable evalúa las habilidades y competencias técnicas del personal de las empresas en relación con BIM. Incluye aspectos como el nivel de formación y capacitación en BIM, la experiencia previa en proyectos BIM y la capacidad para utilizar herramientas y tecnologías específicas de BIM.

Mejora en la calidad del proyecto: Se refiere a la obtención de mejores resultados en términos de precisión, optimización, calidad, estética y satisfacción del cliente. Implica la implementación de estándares de calidad, la adopción de prácticas constructivas eficientes, la mejora en la coordinación entre los diferentes equipos y la reducción de defectos y fallos en la ejecución del proyecto.

Definición operacional

Tipo de proyecto: Esta variable se categorizará en diferentes tipos de proyectos de construcción, como viviendas unifamiliares, edificios comerciales, proyectos de infraestructura, remodelaciones, entre otros. Se utilizará una lista predefinida de tipos de proyectos y se asignará a cada empresa de acuerdo con el tipo de proyecto en el que se enfoca.

Nivel de eficiencia en la gestión del proyecto: Esta variable se medirá utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 indica una baja eficiencia en la gestión del proyecto y 5 indica una alta eficiencia en la gestión del proyecto. Se evaluarán aspectos como la planificación del proyecto, la coordinación interdisciplinar, la asignación y manejo de recursos, el seguimiento del avance del proyecto y la capacidad de cumplir con los plazos y presupuestos establecidos.

Tiempo de ejecución: Esta variable se medirá en unidades de tiempo, tales como semanas o meses, y se registrará la duración total del proyecto desde el inicio hasta la finalización. Se considerará el tiempo transcurrido desde la etapa de diseño hasta la entrega final del proyecto.

Presupuesto económico: Esta variable se medirá en la moneda local y se registrará el presupuesto total asignado para el proyecto y el presupuesto total ejecutado. Se considerarán todos los costos, tanto directos, como, indirectos.

Recursos disponibles: Esta variable se medirá utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 indica una falta de recursos y 5 indica una disponibilidad adecuada de recursos. Se evaluarán aspectos como la disponibilidad de capital financiero, materiales de construcción, maquinaria y equipos, tecnologías de la información y comunicación, recursos humanos, entre otros recursos necesario para la ejecución del proyecto.

Recursos humanos: Esta variable se medirá mediante el número de empleados involucrados en el proyecto, la experiencia y habilidades del personal. Se considerará el número total de empleados asignados al proyecto, así como su experiencia y destrezas relevantes para el trabajo en construcción y el uso de la metodología BIM.

Reducción de costos: Esta variable se medirá utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 indica una baja reducción de costos y 5 indica una alta reducción de costos. Se evaluará la diferencia entre los costos estimados del proyecto sin utilizar BIM y los costos reales del proyecto utilizando BIM.

Mejora en la calidad del proyecto: Esta variable se medirá utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 indica una baja mejora en la calidad del proyecto y 5 indica una alta mejora en la calidad del proyecto. Se evaluará la calidad del proyecto en términos de precisión en los diseños, coordinación interdisciplinar, reducción de costos, conflictos y errores, y satisfacción del cliente.

Experiencia previa en proyectos similares: Esta variable se medirá utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 indica una falta de experiencia previa en proyectos similares y 5 indica una amplia experiencia previa en proyectos similares. Se evaluará la experiencia de la empresa en la ejecución de proyectos de construcción similares en términos de tipo de proyecto, tamaño y complejidad. Se considerará el número de proyectos similares previos y la satisfacción del cliente.

Beneficios percibidos: Se puede medir a través de encuestas o entrevistas en las que los participantes expresen su percepción sobre los beneficios potenciales que esperan obtener al implementar parcialmente la metodología BIM en las micro y pequeñas empresas del sector de la construcción en Bogotá. Al ser una variable de carácter cualitativo, se puede implementar escalas de medición o preguntas abiertas para recopilar y análisis de datos.

Desafíos y obstáculos percibidos: Se puede medir a través de encuestas, entrevistas o grupos focales en los cuales, los participantes compartan los desafíos y obstáculos que perciben o anticipan al implementar la metodología BIM parcialmente en las empresas.

Capacidades del personal: Se puede medir a través de evaluaciones de habilidades, destreza y conocimientos específicos relacionados con la metodología BIM. Se pueden utilizar cuestionarios,

pruebas prácticas o evaluaciones de desempeño para determinar las capacidades del personal en relación con BIM. Pueden ser soportadas con niveles de certificación o formación previa en BIM como indicadores de las capacidades del personal.

Conocimiento previo de la metodología BIM: Se puede medir a través de encuestas, entrevistas o evaluaciones de conocimientos sobre la metodología BIM. Se pueden utilizar cuestionario de opción múltiple, preguntas abiertas o escalas de medición para evaluar el nivel de conocimiento previo de BIM en el personal. También se pueden considerar los niveles de certificación o formación previa en BIM como indicadores del conocimiento previo.

Uso de herramientas tecnológicas: Se puede medir a través de registros o datos objetivos que indiquen el uso y la frecuencia de las herramientas tecnológicas asociadas a BIM en el desarrollo de los proyectos. Se puede incluir el número de modelos BIM creados, la cantidad de información integrada en el modelo (nivel de desarrollo LOD), el uso de herramientas de coordinación y comunicación, entre otros indicadores de uso.

Nivel de implementación de la metodología BIM: Se puede medir a través de evaluaciones y auditorías que evalúen la aplicación de los principios y prácticas de BIM en las diferentes etapas del proyecto. Se pueden utilizar listas de verificación, matrices de evaluación o escalas de medición para determinar el nivel de implementación de BIM en los proyectos de las empresas.

Nivel de conocimiento y uso de BIM: Se puede medir a través de evaluaciones de conocimientos teóricos sobre BIM, así como de observaciones directas del uso y aplicación de BIM en los proyectos. Se pueden utilizar cuestionarios de opción múltiple, preguntas abiertas, pruebas prácticas, evaluaciones de desempeño. También se pueden considerar los niveles de certificación o formación previa en BIM como indicadores del conocimiento previo.

Tamaño de la MiPymes: Esta variable se medirá utilizando el número de empleados de la empresa y se clasificará en microempresas (hasta 10 empleados) y pequeñas empresas (11-50 empleados) según su tamaño. Se considerará el tamaño de la empresa como un factor que puede influir en la implementación y adopción de BIM.

Población y Muestra

La población de la investigación está compuesta por las MiPymes del sector de la construcción ubicadas en Bogotá, se puede segmentar de acuerdo con el número de empleados, ingresos anuales, tipo de proyectos ejecutado, de manera tal, que se pueda delimitar la población objetiva.

La muestra será una selección representativa de la población anteriormente definida, y, consiste en un subconjunto de MiPymes de Bogotá que participarán en el estudio. Se debe tener en cuenta que, la muestra debe ser suficientemente grande para obtener resultados significativos y representativos, por lo cual se estableció como objetivo 10 empresas con metodología BIM implementada, 15 empresas interesadas en implementar la metodología o que iniciaron el proceso de adaptación e implementación, pero desistieron. La selección del muestreo será por enfoque de conveniencia.

Segundo nivel

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Dentro de los principales instrumentos de recolección de datos e información que se emplearan en esta investigación sobresalen las encuestas, entrevistas, levantamiento de información:

Encuestas: Se diseñan cuestionarios estructurados para difundir a través de medios electrónicos. Las encuestas permiten recopilar datos cuantitativos de manera eficiente y obtener un panorama general de las opiniones y actitudes de las MiPymes en relación con la implementación y aplicación parcial de la

metodología BIM. Se pueden recopilar datos con el uso de escalas de Likert, preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas para obtener información adicional.

Entrevistas: Instrumento que permite recopilar datos cualitativos más detallados y obtener perspectivas enriquecedoras. Se pueden llevar a cabo entrevistas estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas con gerentes, colaboradores, contratistas y clientes de las MiPymes para explorar su experiencia, conocimientos y percepciones sobre la implementación parcial de BIM.

Cuestionario de conocimientos previos de BIM: Se diseñan cuestionarios para evaluar el nivel de conocimiento y comprensión de BIM por parte de los colaboradores de la empresa, con el fin de identificar las áreas de mejora y necesidades de capacitación, para ser distribuidos a través de medios electrónicos.

Pruebas prácticas/ evaluaciones de desempeño: Se emplearán pruebas prácticas que permitan evaluar el nivel de manejo y conocimiento de los principios de la metodología BIM.

Revisión bibliográfica y documentación: Realiza una revisión profunda de la literatura existente sobre la implementación de BIM en el sector de la construcción. De manera tal que se logre comprender los enfoques utilizados en otras investigaciones, identificar mejores prácticas y respaldar la estrategia con evidencia académica.

Observación participante: Participar activamente en proyectos de construcción que involucren la implementación parcial de BIM. A través de la observación directa, se puede recopilar datos de manera in situ, capturando prácticas, interacciones y desafíos reales. La observación participante permite obtener una comprensión detallada de los procesos, las dificultades y los resultados de la implementación parcial de BIM.

Grupos de enfoque: Organización de grupos focales con profesionales del sector de la construcción que estén interesados en la implementación de BIM y que hayan desarrollado proyectos bajo esta metodología. Estas sesiones de grupo permitirán discusiones más amplias, que, por una parte, facilitarán la identificación de barreras comunes y posibles soluciones para la implementación de BIM en MiPymes y permitirán establecer buenas prácticas del proceso de implementación y adopción de BIM.

Encuesta de percepción de beneficios: Encuesta diseñada para recopilar la percepción de los empleados sobre los beneficios y resultados que han obtenido con la implementación parcial de BIM.

Listas de verificación de recursos disponibles: Lista estructurada para evaluar los recursos disponibles en la empresa, tanto en términos de hardware y software, como de personal capacitado en BIM y demás recursos requeridos para la implementación de BIM.

Grupos de discusión: Organizar grupos de discusión con representantes de diferentes micro y pequeñas empresas del sector de la construcción para intercambiar experiencias, compartir desafíos comunes y explorar soluciones colaborativas.

Análisis documental: Implica la revisión y análisis de documentos relacionados con la implementación de BIM en MiPymes de Bogotá. Pueden incluir normativas, informes, estudios de caso, manuales y otros materiales relevantes. El análisis documental puede proporcionar información sobre las prácticas actuales, los desafíos y las lecciones aprendidas en la implementación de BIM en el contexto de las empresas que lo adoptaron.

Revisión documental: Mediante el análisis de los documentos propios de la empresa y del proyecto, como planos, informes, modelos, cronogramas y presupuestos, se puede identificar las áreas en las que BIM podría aportar mejoras y eficiencia.

Registro de tiempos y costos: Registrar y comparar el tiempo y los costos asociados con la ejecución de proyectos antes y después de la implementación parcial de BIM, con el fin de evaluar la reducción de costos y la eficiencia en la gestión del proyecto.

Técnicas de análisis de datos

Para esta investigación se usarán diversas técnicas de análisis de datos de acuerdo con el carácter y tipo de información que se pretende recolectar con cada instrumento:

Instrumento	Técnica de análisis	Tipo de estudio	Descripción
Encuestas	Análisis de discurso y correlación	Mixto	Mediante el uso de este instrumento y la técnica de análisis de discurso y correlación se pretende identificar los principales beneficios cualitativos que surgen en el equipo de trabajo posterior a la implementación y puesta en marcha de la metodología BIM
Entrevistas	Gráficas de pastel con análisis de discurso. Correlación	Mixto	Por medio de la indagación y observación a través de las encuestas, se pretende establecer el nivel de afinidad, adaptabilidad, impacto y concordancia del equipo de trabajo con la metodología BIM.
Revisión bibliográfica	Correlación Modelos predictivos	Mixto	Permite revisar y establecer la trazabilidad de la implementación de la metodología BIM en entidades de carácter similar en la región; de igual manera, permite establecer la legislación y normativa aplicable a la estrategia.
Análisis documental	Regresión	Cuantitativo	Empleando esta técnica de análisis se pretende

			determinar los principales beneficios referentes a cifras, números, porcentajes respecto a cada uno de los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos de diseño, construcción e infraestructura
Grupos de enfoque	Análisis de discurso, segmentación de datos	Cualitativo	Con el análisis de discurso de los grupos de enfoque se pretende determinar los principales obstáculos y dificultades que conlleva la implementación de metodología BIM, asimismo encontrar sugerencias frente a este proceso, para de esta manera poder optimizar la implementación y presentar alternativas de implementación sin causar una transición abrupta en el equipo de trabajo y demás interesados del proyecto.

Tabla 2. Técnicas de análisis de instrumentos de recolección de información. Elaboración propia.

Análisis y discusión de los resultados

1. Para el objetivo específico “Investigar las diferentes herramientas de software BIM disponibles en el mercado y seleccionar las de mejor adaptabilidad a las necesidades y requerimientos de las MiPymes de Bogotá.” Se emplearon encuestas a colaboradores del sector del diseño, la construcción e infraestructura, que trabajaran o no con la metodología BIM, soportando las estadísticas de los softwares de mayor uso a nivel global.

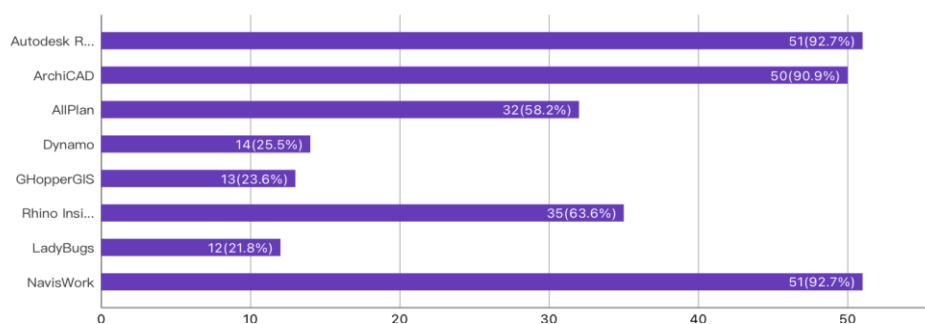


Ilustración 2. ¿Cuáles de los siguientes softwares conoce? Elaboración propia

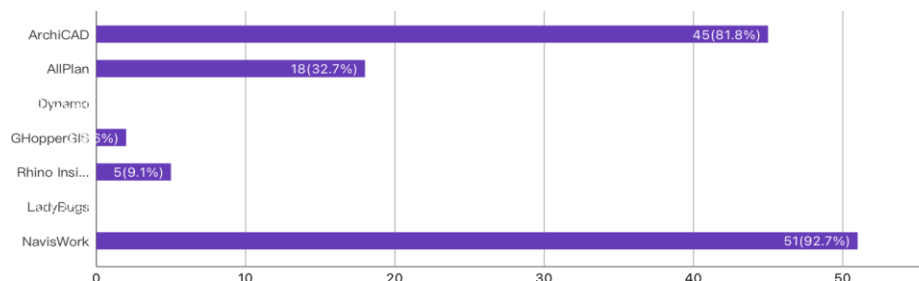


Ilustración 3. ¿Cuáles de los siguientes softwares utiliza? Elaboración propia.

Con base en los resultados anteriores, se realizó en primer lugar una categorización de estos, para establecer su funcionalidad en las fases de los proyectos, de igual manera, se realiza una matriz de adaptabilidad para conocer los requerimientos de cada software y necesidades de las MiPymes.

Herramienta \ Fase	Modelado	Coordinación	Renderización
Autodesk Revit	x		x
ArchiCAD	x	x	x
AllPlan	x	x	x
Dynamo		x	
GHopper GIS	x		x
Rhinolnside	x		x
LadyBugs			x
Autodesk Navisworks		x	

Tabla 3. Matriz de categorización de softwares. Elaboración propia.

Adaptabilidad	Facilidad de uso	Costo	Escalabilidad	Soporte técnico	Integración con otras herramientas	Requisitos de software
Herramienta						
Autodesk Revit	Medio	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
ArchiCAD	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo
AllPlan	Medio	Bajo	Alto	Bajo	Medio	Medio
Dynamo	Medio	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
GHopper GIS	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo	Medio
RhinoInside	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Medio
LadyBugs	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio
Autodesk Navisworks	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Resultado de adaptabilidad						

Bajo Medio Alto

Tabla 4. Matriz de adaptabilidad a MiPymes. Elaboración propia.

2. Teniendo en cuenta el objetivo “Analizar el estado actual de las MiPymes de Bogotá en términos de sus procesos de construcción y gestión de proyectos, identificando las áreas que podrían beneficiarse de la implementación de la metodología BIM.” Se desarrollaron entrevistas y encuestas que permitieron conocer el nivel de implementación de la metodología BIM en las empresas que lo tienen en marcha, así como, conocer las barreras y limitaciones que impiden la implementación de esta metodología.

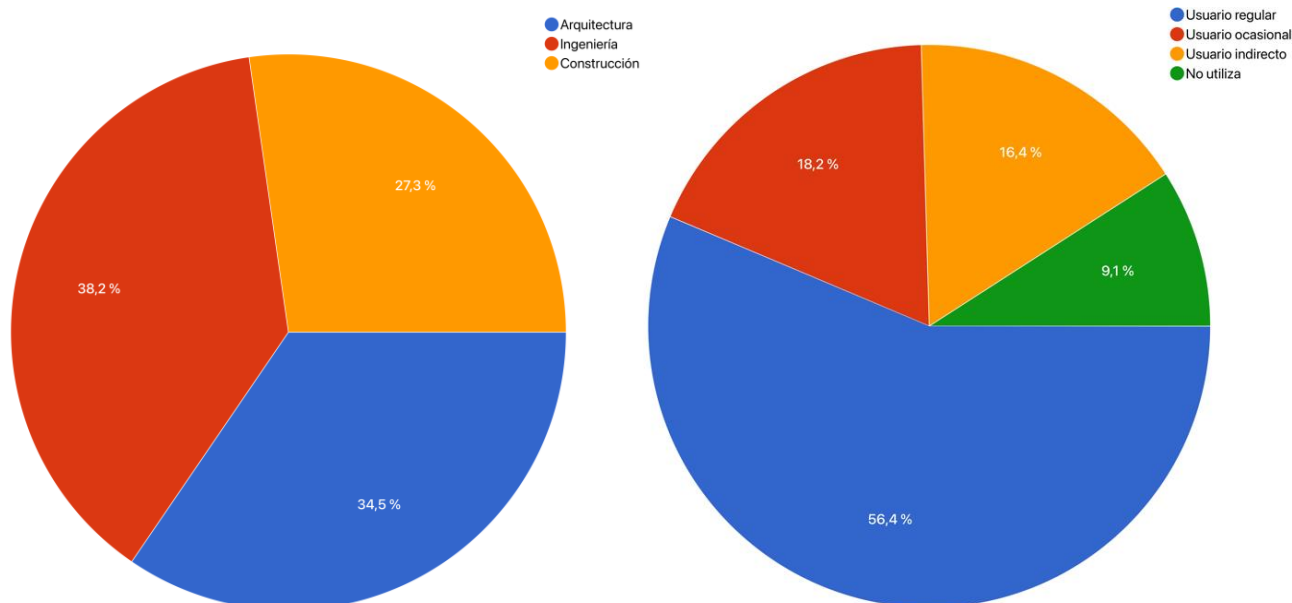


Ilustración 4. Caracterización de usuario. Elaboración propia.

En primer lugar, se realiza la caracterización de los usuarios para establecer áreas a las cuales pertenecen y afinidad con la metodología BIM, de igual manera, con este resultado se puede determinar las mayores áreas y fases de aprovechamiento de la metodología BIM; por otra parte, también se indagó sobre el tipo de proyectos en los cuales se suele implementar el desarrollo bajo la metodología, permitiendo segmentar las MiPymes de acuerdo con esta característica.

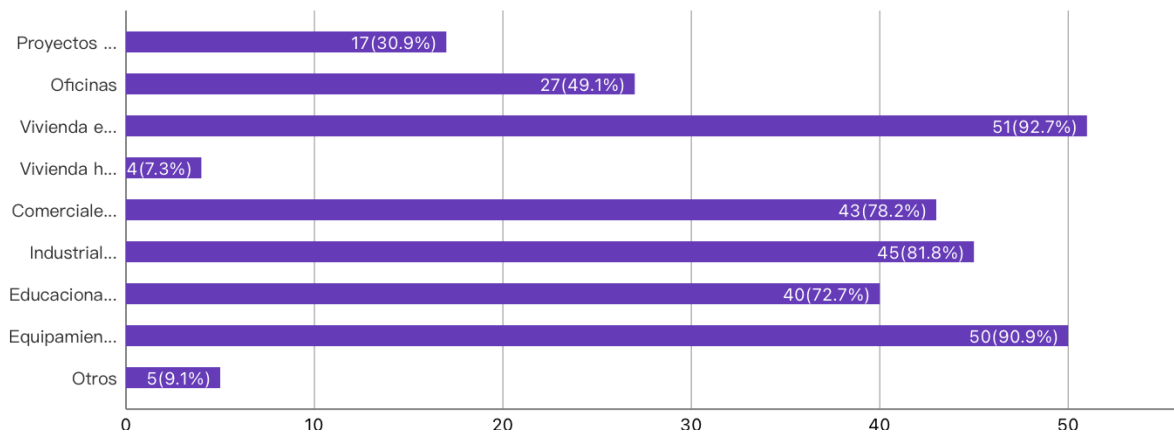


Ilustración 5. Tipo de proyectos en los que utiliza BIM. Elaboración propia.

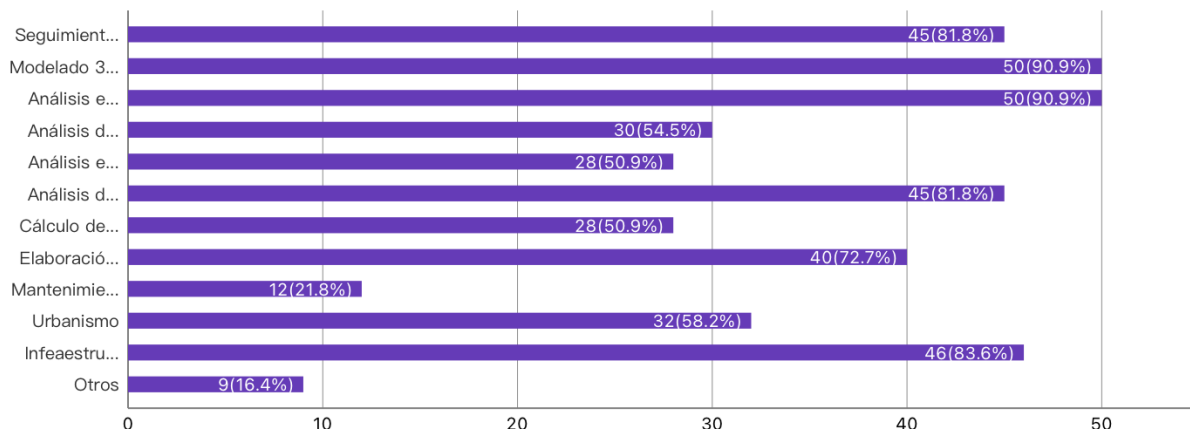


Ilustración 6. Fases del proyecto en los que emplea la metodología BIM. Elaboración propia.

Con los resultados obtenidos, se puede establecer que la metodología BIM suele aplicarse en proyectos de mediana y grande escala, por lo cual las MiPymes dedicadas a adecuaciones menores y proyectos de tamaños inferiores 300m² no entrarían en la selección de la aplicación parcial de la metodología.

Asimismo, se pudo constatar y verificar cuales serían las etapas de mayor aprovechamiento para la implementación de la metodología BIM, y, el método de aplicación más eficiente, sugiriendo ejecutar la metodología *primero BIM, luego CAD*, debido a que al BIM ser una herramienta asistida, permite generar los documentos CAD necesarios para el proyecto a nivel de detalle medio, de igual manera, se ve conveniente implementar la metodología durante el desarrollo de la arquitectura, ya que de esta manera se pueden mitigar errores de diseño arquitectónico, estructural y MEP.

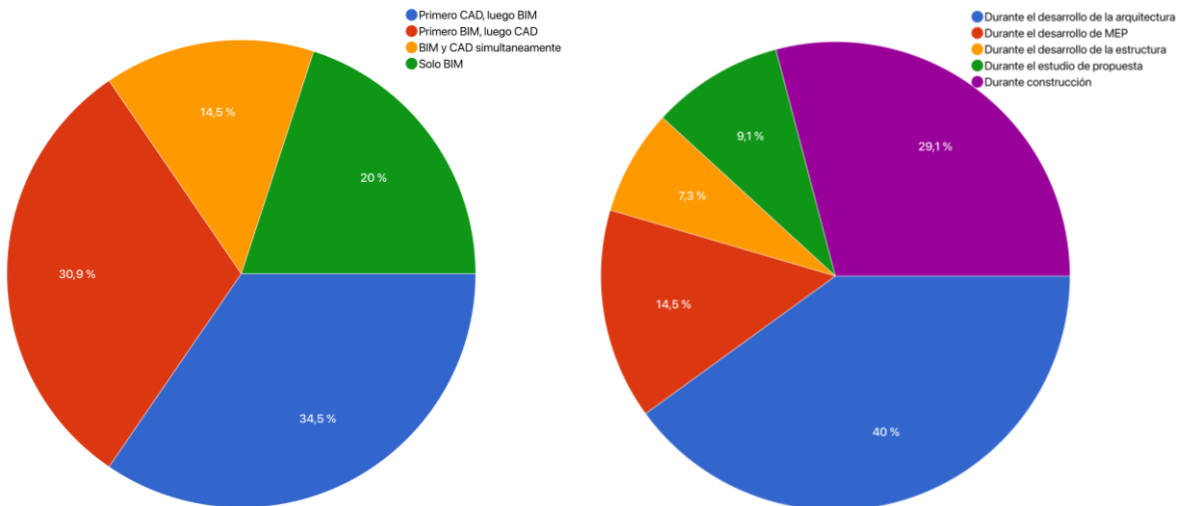


Ilustración 8. Método de trabajo que utiliza. Elaboración propia. Ilustración 8. Fases de integración BIM. Elaboración propia.

Con la finalidad de determinar la parcialidad de la aplicación de la metodología, se indago sobre la pertinencia de la metodología en cada una de las etapas más relevantes de los proyectos.⁷

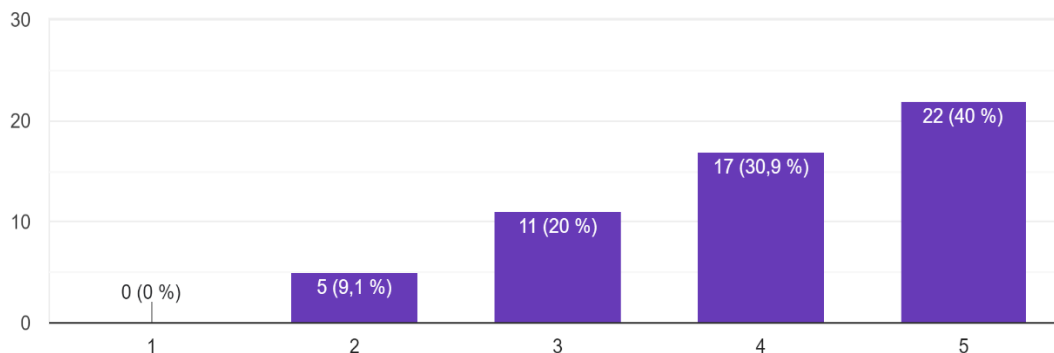


Ilustración 9. Fase 1: Visualización sobre el diseño. Elaboración propia.

⁷ Resultados obtenidos de la Encuesta de herramientas profesionales y software para trabajar con BIM de elaboración propia tomada en <https://forms.gle/Biszuck44rtZVLUU7>

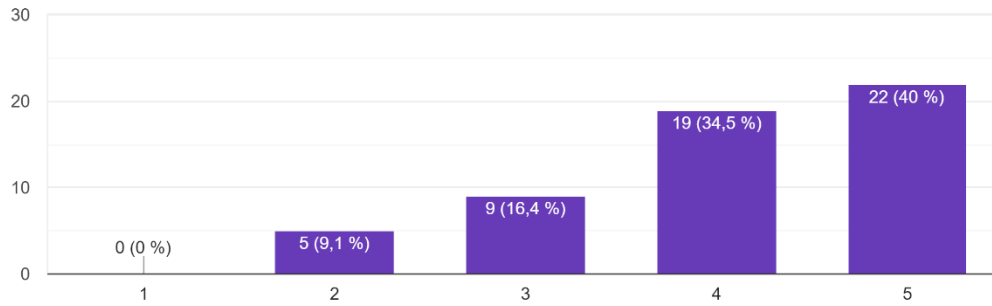


Ilustración 11. Producción de documentación CAD. Planimetrías generales. Elaboración propia.

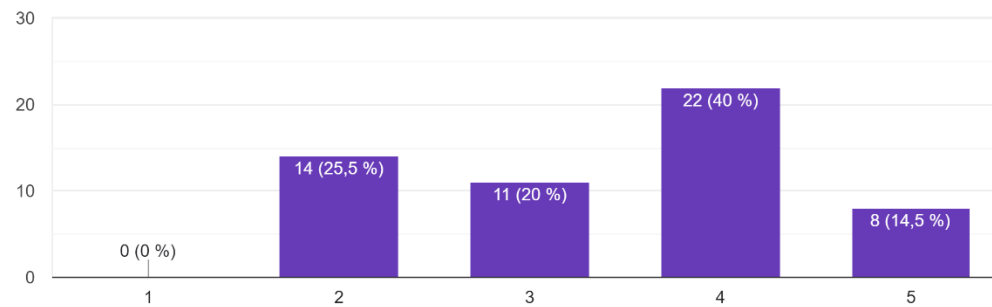


Ilustración 10. Fase 3: Producción de planimetrías de detalle. Elaboración propia.

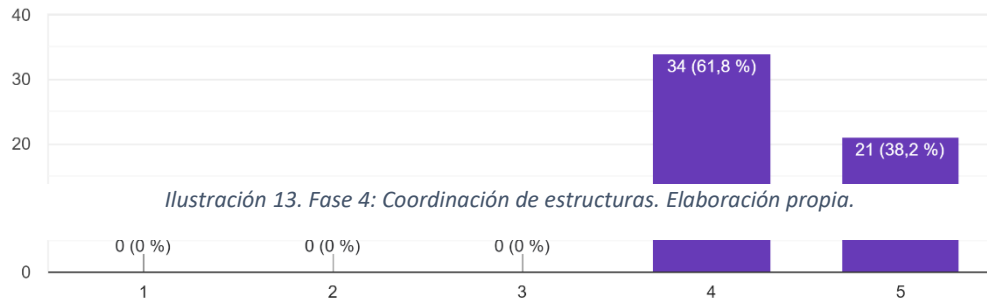


Ilustración 13. Fase 4: Coordinación de estructuras. Elaboración propia.

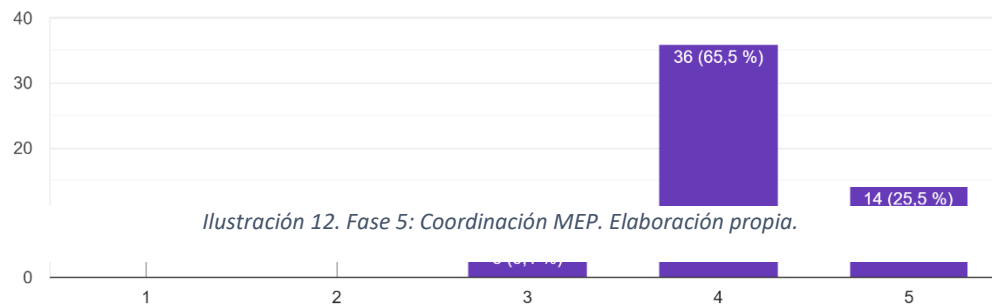


Ilustración 12. Fase 5: Coordinación MEP. Elaboración propia.

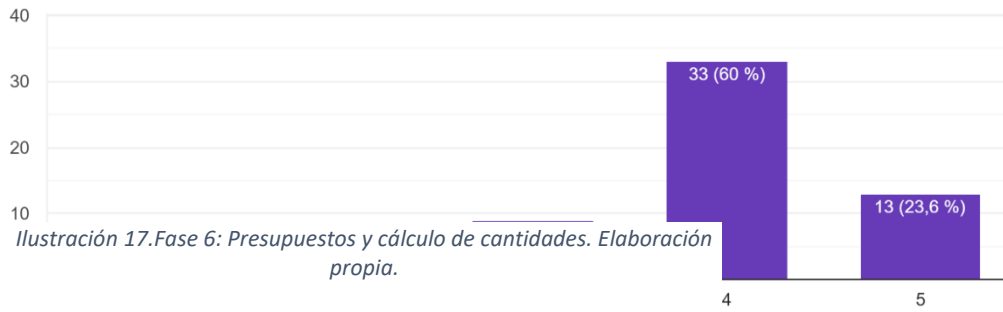


Ilustración 17. Fase 6: Presupuestos y cálculo de cantidades. Elaboración propia.

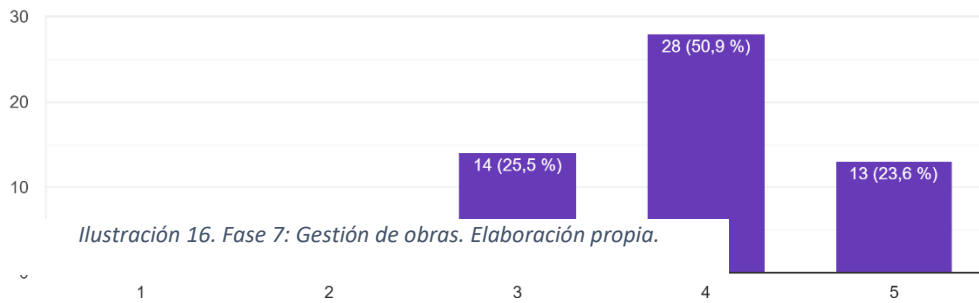


Ilustración 16. Fase 7: Gestión de obras. Elaboración propia.

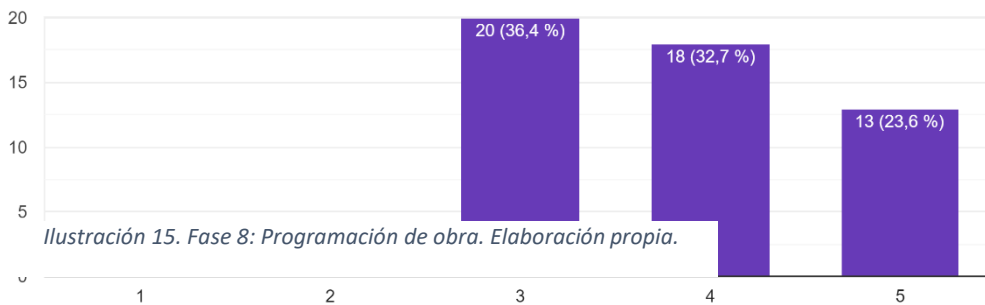


Ilustración 15. Fase 8: Programación de obra. Elaboración propia.

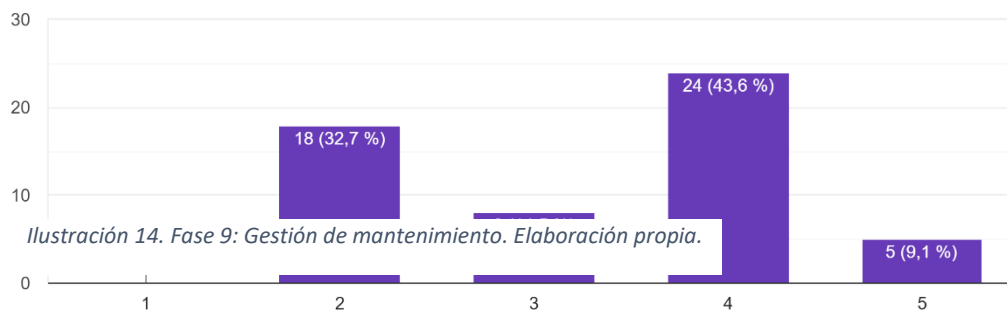


Ilustración 14. Fase 9: Gestión de mantenimiento. Elaboración propia.

Lo anterior permite establecer que, el uso de la metodología BIM predomina en las fases

iniciales de los proyectos; diseño, integración de sistemas constructivos, adhesión de redes de servicios,

elaboración de documentación 2D del mismo, de igual manera, permite evidenciar la timidez que aún existe respecto a la séptima dimensión del BIM, lo que permite considerar o intuir es que, al ser proyectos de propiedad privada o que el vínculo con la empresa diseñadora y constructora termina al momento del recibo final de actividades, no es contemplado el mantenimiento de las misma y los ciclos de ejecución, de esta forma, es relevante proponer el apoyo en la metodología BIM para desarrollar los manuales de uso y mantenimiento, permitiendo una mayor conservación de las edificaciones.

Por otra parte, para establecer los niveles de capacitación requeridos por las empresas de acuerdo al nivel de implementación proyectado de la metodología BIM, se desarrollaron encuestas y cuestionarios que permitieron conocer la preparación, entrenamiento necesario para cumplir con el buen desarrollo de los mismos.

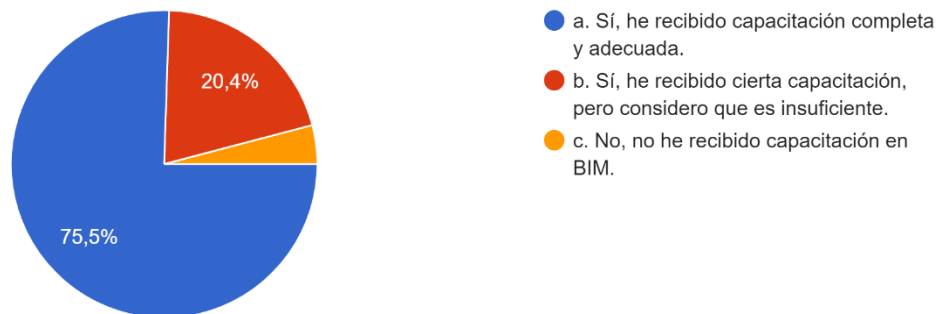


Ilustración 18. Resultados de: ¿Ha recibido capacitación específica sobre la metodología BIM? Elaboración propia.

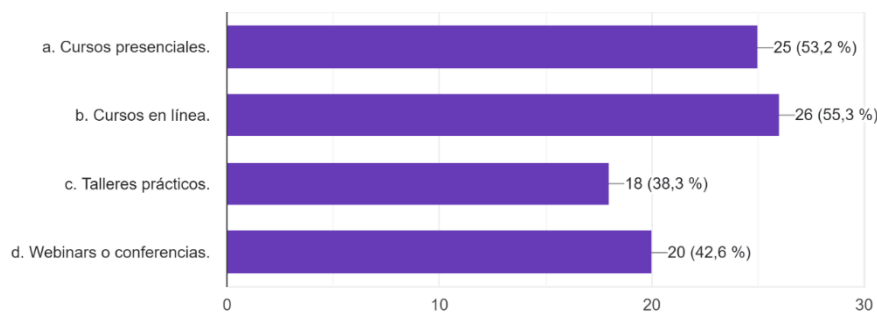


Ilustración 19. Respuestas de: ¿Qué tipo de capacitación ha recibido sobre BIM? Elaboración propia.

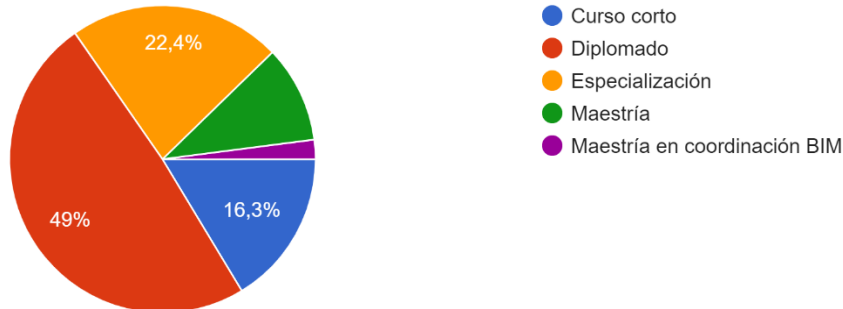


Ilustración 20. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre las herramientas y procesos de BIM? Elaboración propia.



Ilustración 21. En términos de la capacitación recibida, ¿considera que ha sido suficiente para comprender y aplicar efectivamente la metodología BIM en su trabajo? Elaboración propia.

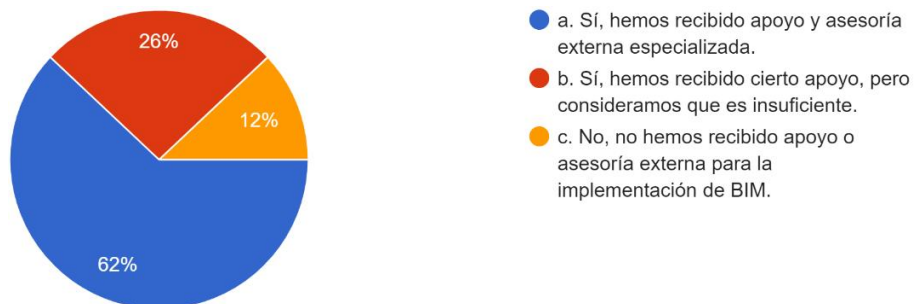


Ilustración 22. ¿Su empresa ha recibido algún tipo de apoyo o asesoría externa para la implementación de BIM? Elaboración propia.

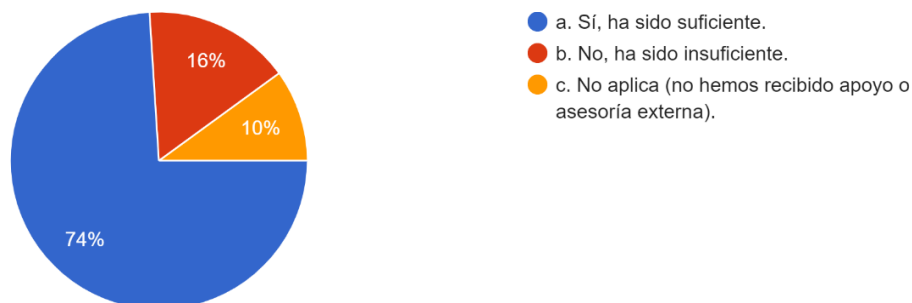
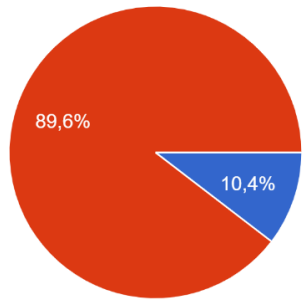


Ilustración 23. En términos del apoyo y asesoría recibidos, ¿considera que ha sido suficiente para implementar efectivamente BIM en su empresa? Elaboración propia.



- a. Sí, ha sido difícil encontrar profesionales capacitados en BIM.
- b. No, no ha sido difícil encontrar profesionales capacitados en BIM.
- c. No aplica (no hemos implementado BIM).

Ilustración 24. ¿Ha encontrado dificultades para encontrar profesionales capacitados en BIM para integrarlos en su equipo de trabajo? Elaboración propia.

Lo anterior permite direccionar el plan de capacitación requerido por cada empresa que opte por implementar la metodología BIM, cabe resaltar que, cada MiPyme podrá analizar y comparar los costos de capacitar al personal con el que ya cuenta o de contratar personal ya capacitado, en este punto es relevante mencionar que se deben tener en cuenta no solo los costos económicos, también se debe analizar el clima laboral y la disposición de los mismos al cambio propuesto, de igual manera, es importante resaltar que, las dos opciones anteriores cuentan con ventajas y desventajas que el líder de la transformación deberá asumir, orientado al mejor escenario.⁸

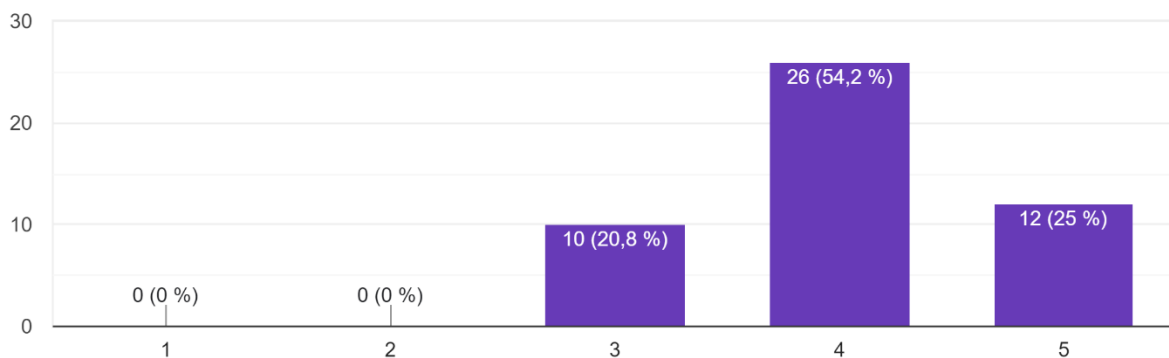


Ilustración 25. ¿cómo calificaría el nivel de satisfacción general de su empresa con la capacitación y apoyo recibido para la implementación de BIM? Elaboración propia.

⁸ Resultados obtenidos de la encuesta Evaluación de la capacitación y apoyo en la implementación de BIM en MIPYMES de elaboración propia, tomada en https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd6xucSsP1xwtbO9dc_7q4TrepqKgDI94X5V-tpjExPMhhPYQ/viewanalytics

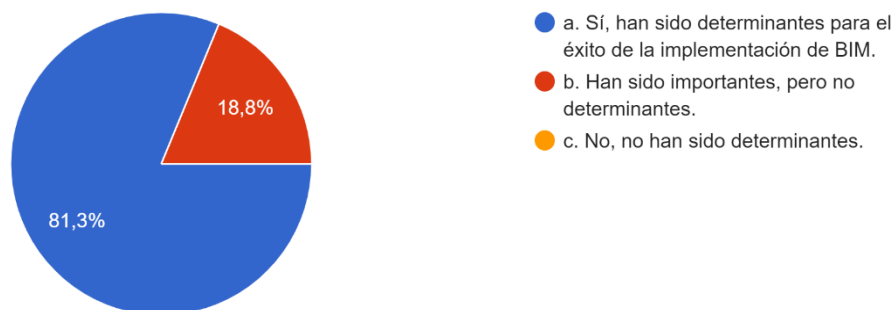


Ilustración 26. ¿Considera que la capacitación y el apoyo recibido han sido determinantes para el éxito de la implementación parcial de BIM en su empresa? Elaboración propia.

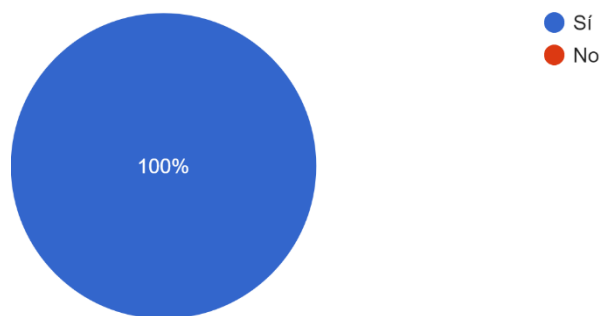


Ilustración 27. ¿Considera que la capacitación en BIM ha mejorado su comprensión de los conceptos y principios clave? Elaboración propia.



Ilustración 28. ¿Recomendaría la capacitación y el apoyo externo en BIM a otras MIPYMES del sector de la construcción? Elaboración propia.

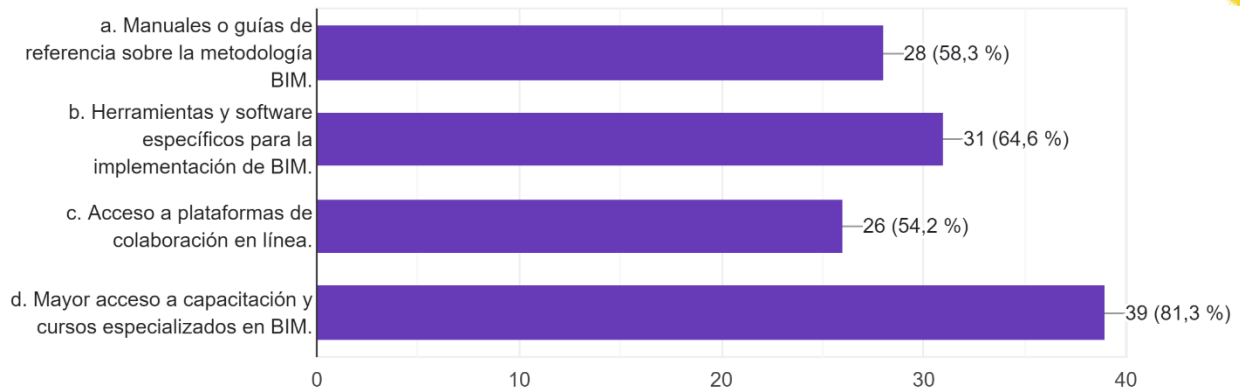


Ilustración 29. ¿Qué tipo de recursos adicionales considera que serían útiles para facilitar la implementación de BIM en su empresa? Elaboración propia.

De los resultados anteriores se puede asumir que los profesionales del sector cada día buscan orientar su formación complementaria hacia esta metodología, evidenciando los avances y el impacto que esta ha tenido en la mayoría de países donde se prioriza la ejecución de proyectos bajo estos términos.

Con la finalidad de conocer de primera mano los beneficios, ventajas, obstáculos y limitaciones que presentaron las empresas en el desarrollo de proyectos después de la adopción de la metodología BIM, se realizó una encuesta sobre la experiencia del proceso⁹ y el impacto del mismo.¹⁰

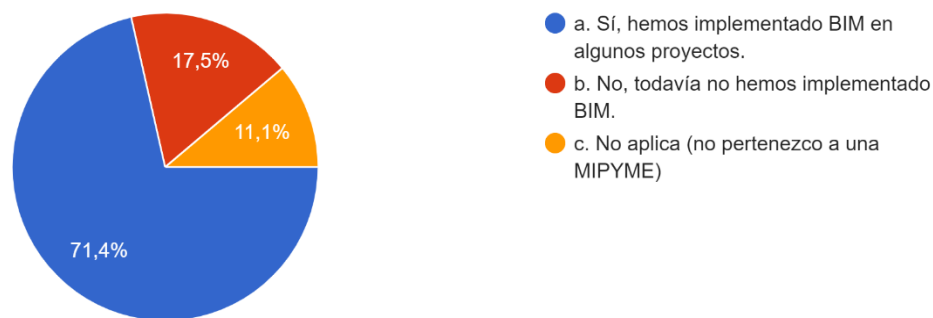


Ilustración 30. ¿Ha implementado parcialmente la metodología BIM en su empresa? Elaboración propia.

⁹ Resultados obtenidos de la Encuesta sobre conocimiento y experiencia en BIM de elaboración propia, tomada en <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc57tXczmktmkla6L3Qzfa08obRe8jt7mj9iimSinkKTpEB2Q/closedform>

¹⁰ Resultados obtenidos de la Evaluación de impacto de implementación metodología BIM de elaboración propia, tomada en <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeBLrIOOJd8toZ4JafkWwrunQURFKOCq0-E2AepWhQQwDXo3A/viewanalytics>

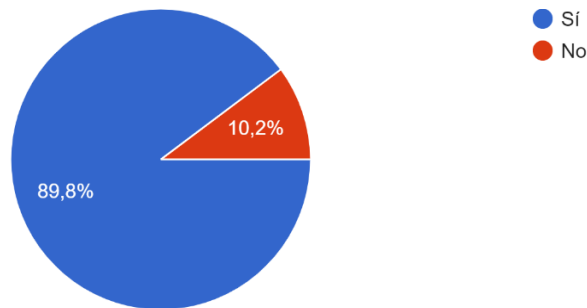


Ilustración 31. ¿Ha experimentado mejoras en la eficiencia de la gestión de proyectos después de implementar parcialmente BIM? Elaboración propia.

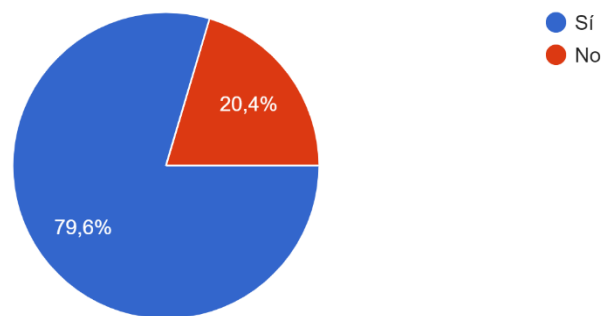


Ilustración 32. ¿Ha observado una reducción en los costos de sus proyectos después de implementar parcialmente BIM? Elaboración propia.

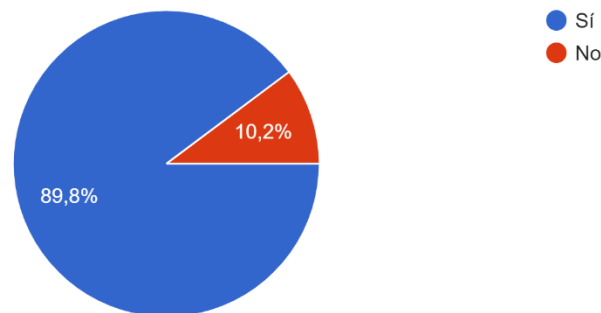


Ilustración 33. ¿Ha notado una mejora en la calidad de sus proyectos después de implementar parcialmente BIM? Elaboración propia.

De los resultados anteriores se puede inferir que, la implementación de la metodología BIM ha venido en aumento en los últimos años, principalmente por los beneficios que aporta, siendo estos mayores a los costos de implementación de la misma, se evidencia que en las empresas que la adoptaron existe un nivel de satisfacción por encima del 80%.

Por otra parte, se pudo establecer que el rendimiento de los proyectos mejoró, debido a que, al ser un principio fundamental de la metodología, el trabajo colaborativo tiene un impacto relevante en la correcta ejecución de los proyectos, no solo en su fase de concepción y diseño, también en su fase de construcción.

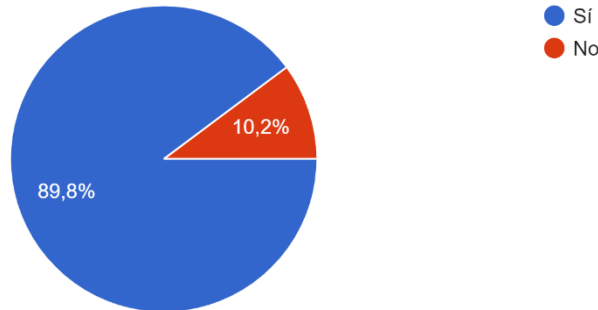


Ilustración 34. ¿Ha experimentado una mejora en la colaboración y coordinación entre los diferentes participantes de un proyecto después de implementar parcialmente BIM? Elaboración propia.

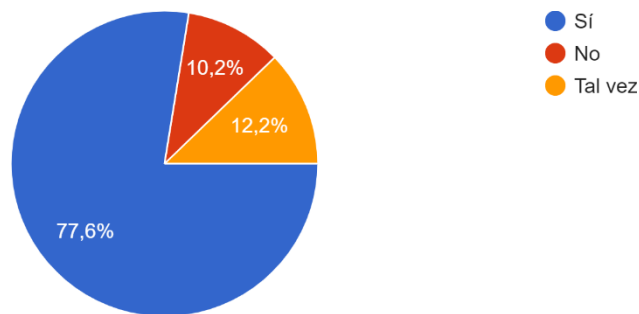


Ilustración 35. ¿Considera que la implementación parcial de BIM ha facilitado la comunicación y el intercambio de información entre los equipos de trabajo? Elaboración propia.

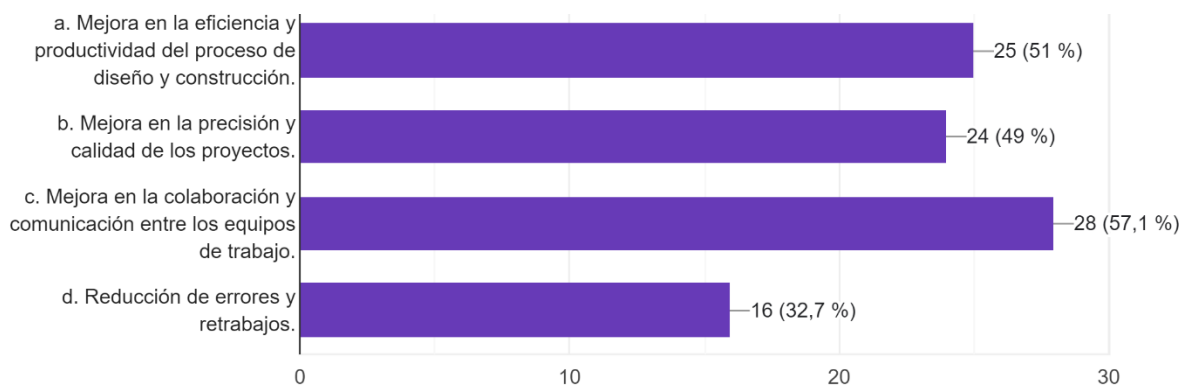


Ilustración 36. ¿Cuál considera que ha sido el impacto más significativo de la implementación parcial de BIM en su empresa? Elaboración propia.

Cuando se indaga por beneficios adicionales, se estableció una reducción significativa en el uso de los recursos, no solo económicos, sino también temporales.

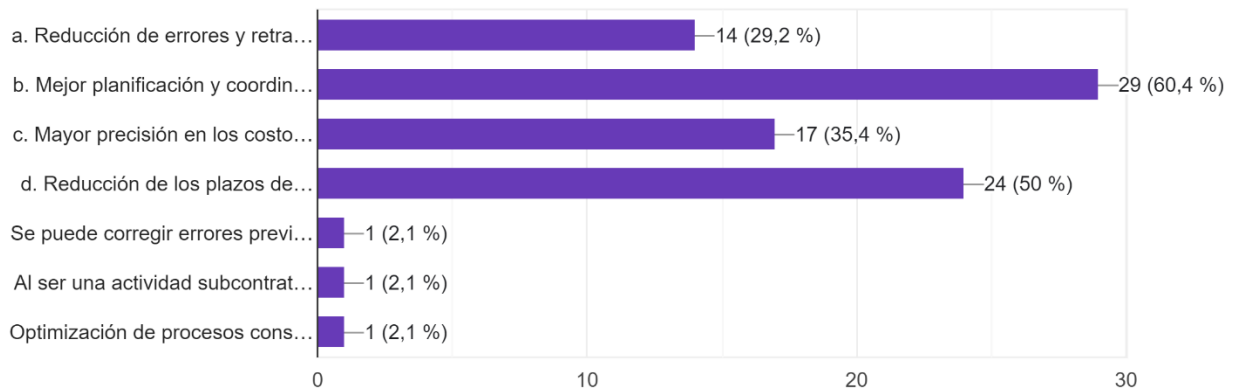


Ilustración 37. ¿Qué beneficios específicos ha experimentado en términos de reducción de costos y tiempos de construcción debido a la implementación parcial de BIM en su empresa? Elaboración propia.



Ilustración 38. ¿Ha sido necesario realizar inversiones adicionales en tecnología y software específico para implementar BIM en su empresa? Elaboración propia.

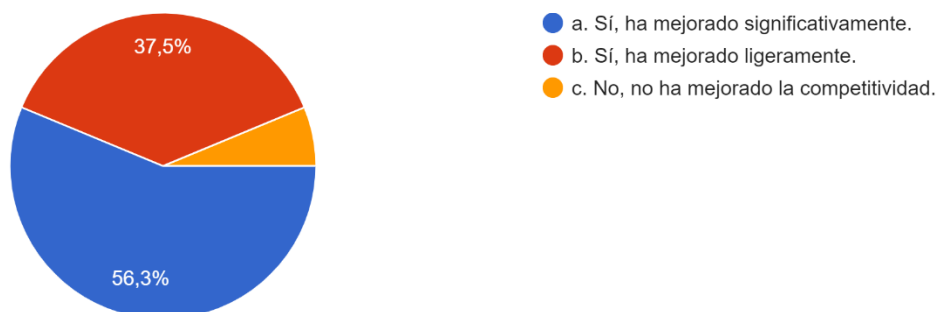


Ilustración 39. ¿Considera que la implementación parcial de BIM ha mejorado la competitividad de su empresa en el mercado de la construcción? Elaboración propia.

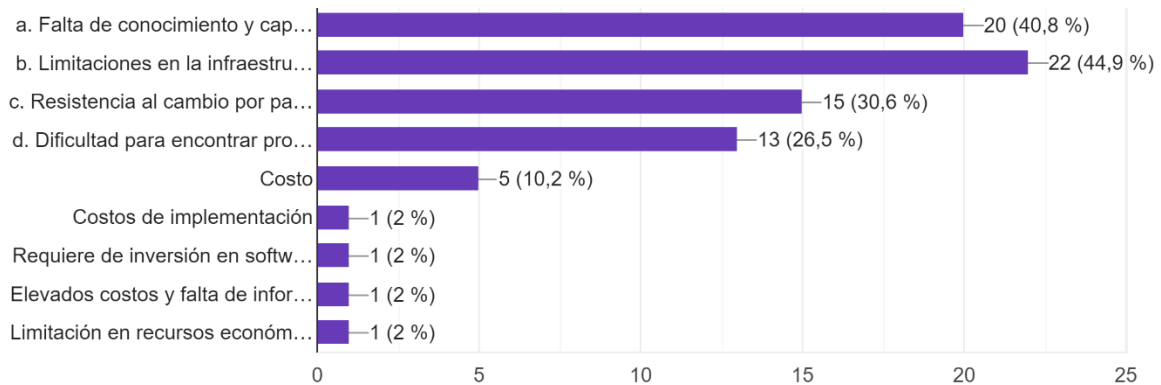


Ilustración 40. ¿Cuáles han sido los principales desafíos que ha enfrentado durante la implementación de BIM en su empresa?
Elaboración propia.

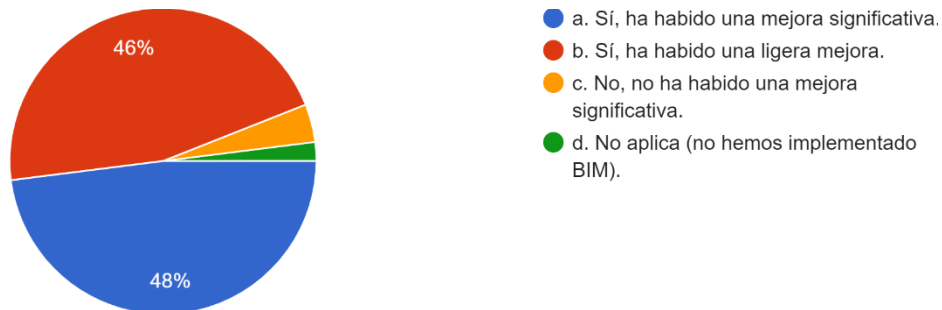


Ilustración 41. ¿Ha experimentado una mejora en la coordinación y colaboración con otros actores de la construcción (diseñadores, proveedores, residentes de obra, etc.) debido a la implementación parcial de BIM en su empresa? Elaboración propia.

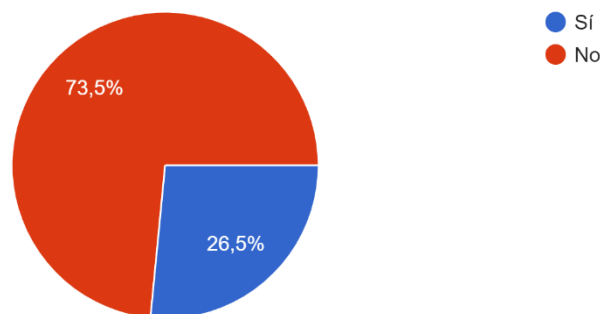


Ilustración 42. ¿Ha tenido dificultades para alinear los procesos de trabajo y las prácticas de otros actores de la industria que no utilizan BIM? Elaboración propia.

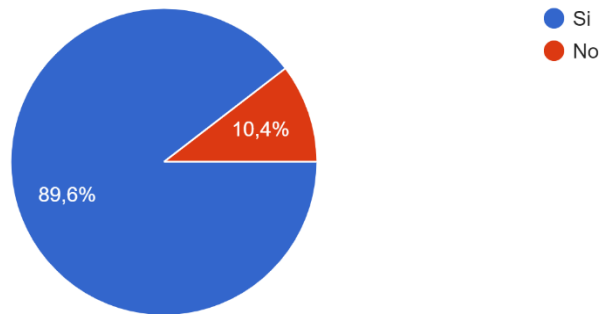


Ilustración 43. ¿En general, está satisfecho con los resultados obtenidos después de implementar parcialmente BIM en su empresa? Elaboración propia.

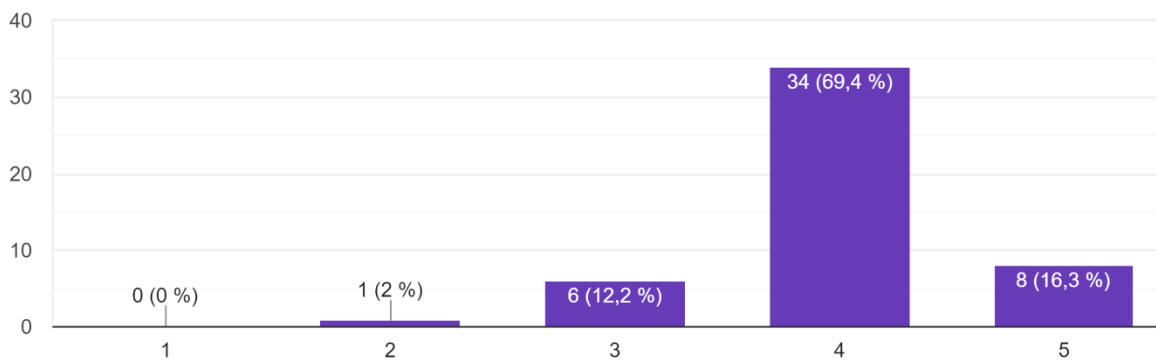


Ilustración 44. ¿cómo calificaría el nivel de satisfacción general de su empresa con la implementación parcial de BIM? (1: Muy insatisfecho, 5: Muy satisfecho). Elaboración propia.

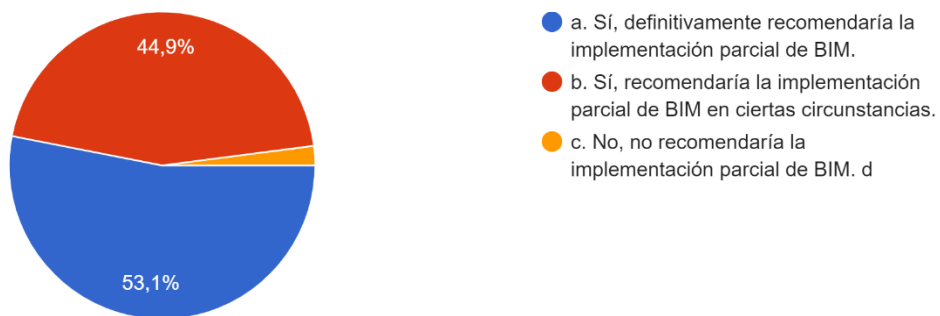


Ilustración 45. ¿Recomendaría la implementación parcial de BIM a otras MIPYMEs del sector de la construcción? Elaboración propia.

De igual manera, para consolidar un soporte orientado a que las MiPymes de Bogotá implementen la metodología BIM, se realizó estudios de percepción a clientes y usuarios externos, cuyos resultados arrojaron que ha sido significativa la mejoría de la ejecución de los proyectos y que el

principal beneficio obtenido ha sido la reducción de costos, cabe resaltar que, la ejecución de proyectos bajo esta metodología es beneficiosa no solo para la organización que la implemente, sino también para cada uno de los interesados del proyecto.¹¹

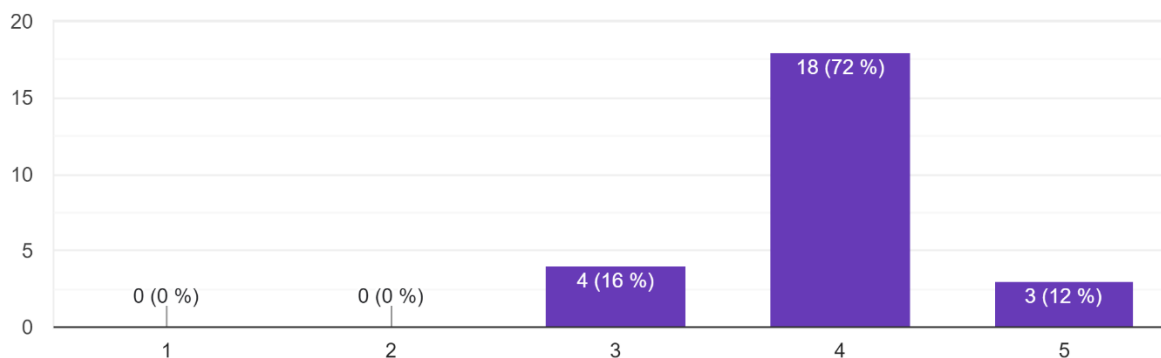


Ilustración 46. ¿Considera que la calidad de los proyectos ha mejorado desde la implementación parcial de BIM? Elaboración propia.

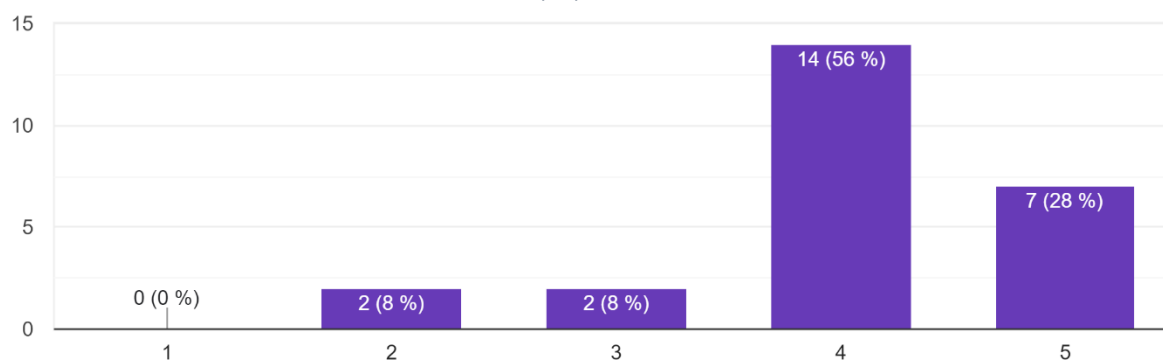


Ilustración 47. ¿Ha percibido una mayor eficiencia en la ejecución de proyectos desde que la empresa ha implementado parcialmente BIM? Elaboración propia.

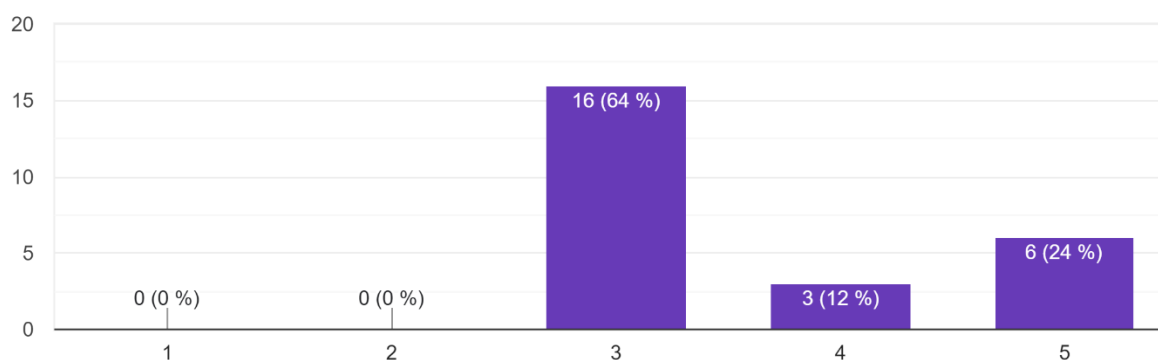


Ilustración 48. ¿Cree que la implementación parcial de BIM ha resultado en una mejor comunicación y entendimiento entre la empresa y los clientes? Elaboración propia.

¹¹ Resultados obtenidos de Encuesta para clientes o usuarios externos de elaboración propia, tomada en <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfIECXmyP26TKSG5KqceFW98ivyCzm-43RiA4GAYTrqoDihng/viewanalytics>

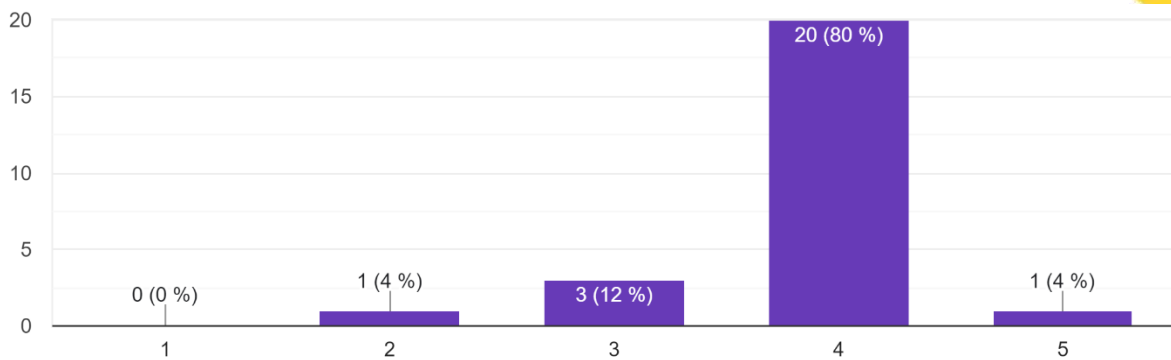


Ilustración 49. ¿Has observado una reducción en los costos asociados al proyecto desde la implementación parcial de BIM?
Elaboración propia.

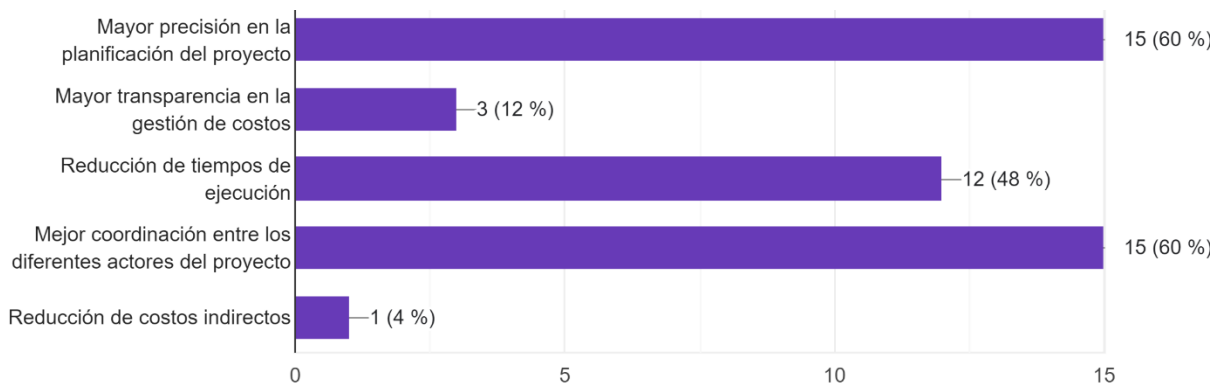


Ilustración 50. ¿Cuál de los siguientes beneficios percibes como el más relevante de la implementación parcial de BIM?
Elaboración propia.

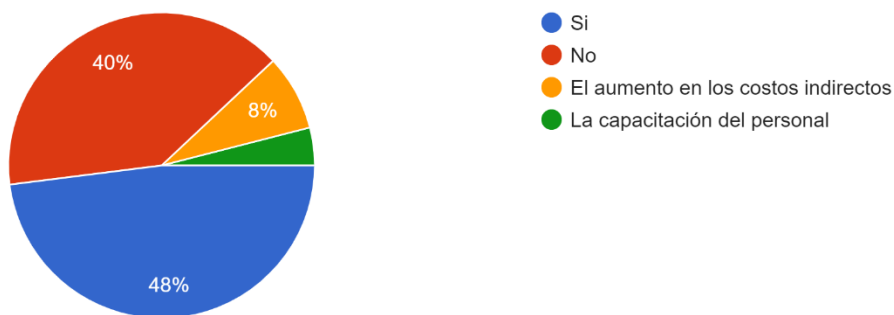


Ilustración 51. ¿Ha enfrentado algún desafío o dificultad en la colaboración con la empresa durante la implementación parcial de BIM? Elaboración propia.

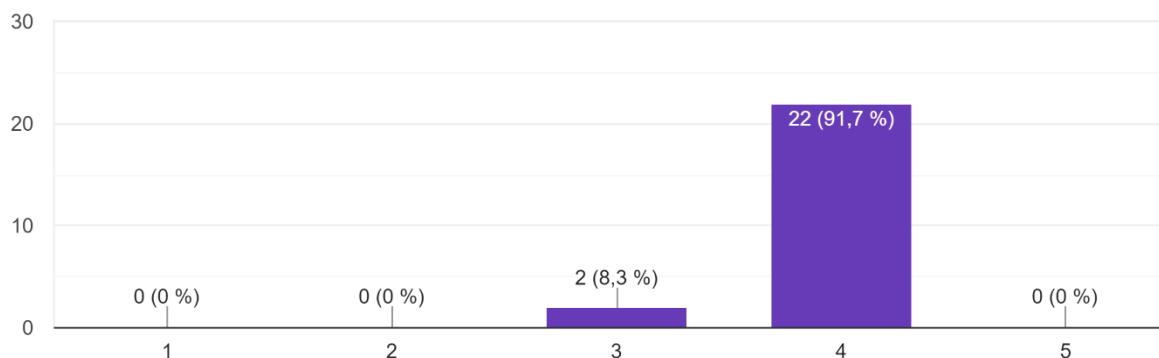


Ilustración 52. ¿Consideras que la empresa ha logrado superar los obstáculos asociados a la implementación de BIM?
Elaboración propia.

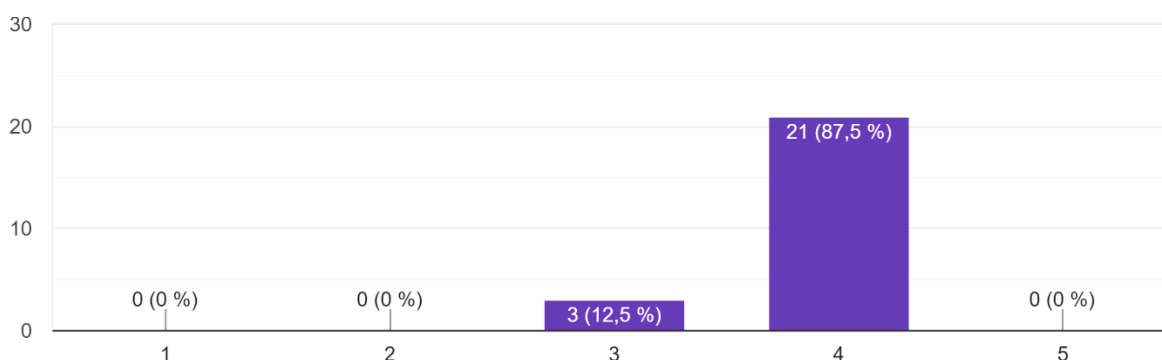


Ilustración 53. ¿Considera que las acciones o mejoras podrían contribuir efectivamente a una implementación más exitosa de BIM en la empresa? Elaboración propia.

3. Para poder dar alcance y cumplimiento al tercer objetivo específico, el cual cita “Diseñar una propuesta detallada para la implementación parcial de BIM en las MiPymes de Bogotá, incluyendo un plan de acción, cronograma, asignación de recursos y estrategias de capacitación y soporte, que a su vez incluya recomendaciones sobre las buenas prácticas de la metodología, las consideraciones técnicas y los aspectos de gestión del cambio.”, se realizaron entrevistas semi estructuradas a diferentes colaboradores de MiPymes en las cuales aún no cuentan con ejecución de proyectos bajo la metodología BIM, de igual manera, para obtener un alcance mayor, se diseñó una encuesta que

permitiera conocer las principales barreras y limitaciones que impedían la adopción de esta metodología.¹²

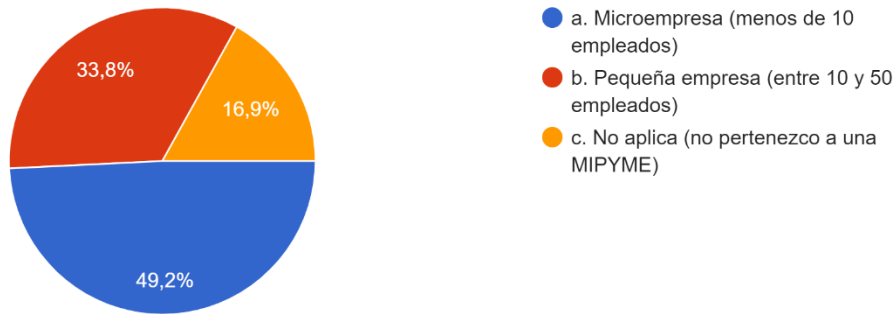


Ilustración 54. ¿Cuál es el tamaño de su empresa? Elaboración propia.

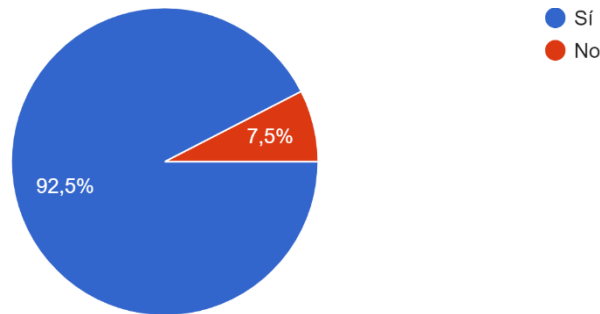


Ilustración 55. ¿Está familiarizado con la metodología BIM? Elaboración propia.

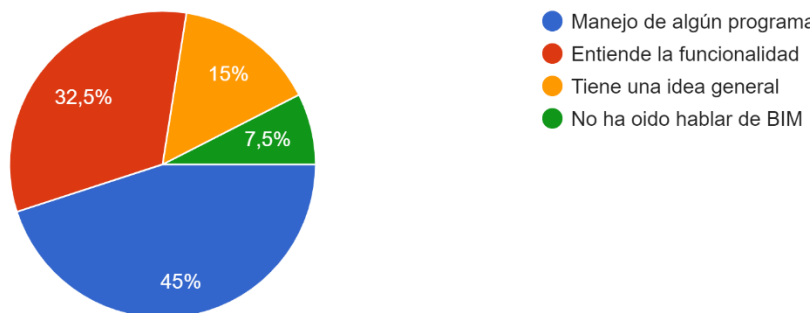


Ilustración 56. Nivel de conocimiento BIM. Elaboración BIM.

¹² Resultados obtenidos de la Encuesta Caracterización de no usuarios de elaboración propia, tomada en https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc0uDH_jy-OUMd1NAOICpyXBzSATxY0zVZuGp4mXOCCrtfKkA/viewanalytics

Se identifica un patrón de comportamiento y conocimiento por parte de los colaboradores de las empresas, en el cual se establece un manejo en diversos niveles de la metodología BIM, lo que facilitaría la adopción de esta metodología por parte de las MiPymes. En su gran mayoría, los colaboradores e incluso directivos directos e indirectos han participado anteriormente en ejecución de proyectos bajo la metodología BIM.

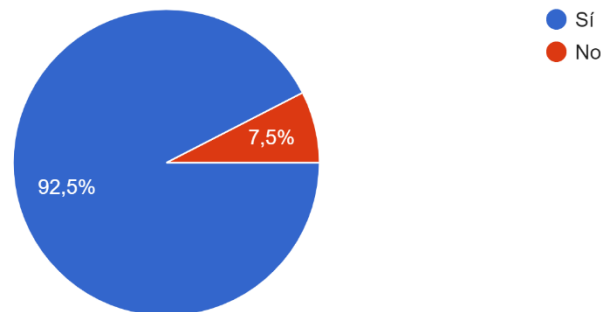


Ilustración 57. ¿Ha participado anteriormente en proyectos que utilizaron BIM? Elaboración propia.

De igual forma, se reconoce que, como los colaboradores cuenta con formación específica en BIM, se reducen posibles costos operacionales en las estrategias de capacitación y soporte, desde luego sin eliminarlos de la propuesta, si no, diseñándolos con base en los diversos niveles de habilidades y conocimientos de los interesados.

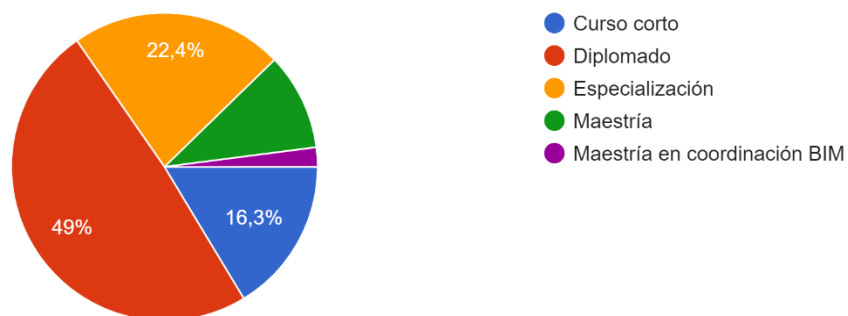


Ilustración 58. ¿Cuál es su nivel de conocimiento sobre las herramientas y procesos de BIM? Elaboración propia.

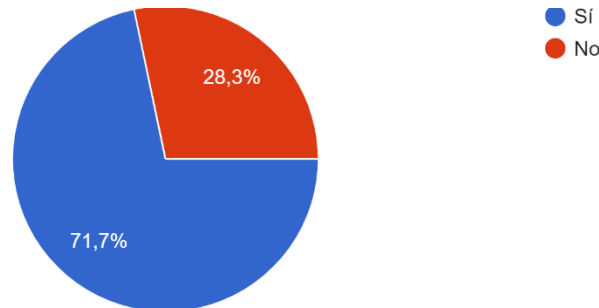


Ilustración 59. ¿Ha recibido capacitación específica sobre BIM? Elaboración propia.

Dentro de las principales barreras para la adopción de la metodología, resalto el costo de licencias de los softwares necesarios para la correcta ejecución y de los equipos que requieren condiciones y especificaciones de alto rendimiento. Por otro lado, desde la perspectiva del empresario asume contar con las herramientas necesarias para sobresalir en el mercado, sin embargo, comparando con las empresas que ejecutan con metodología BIM, en su gran mayoría manifestaron haber tenido una mejora en cuanto a competitividad.

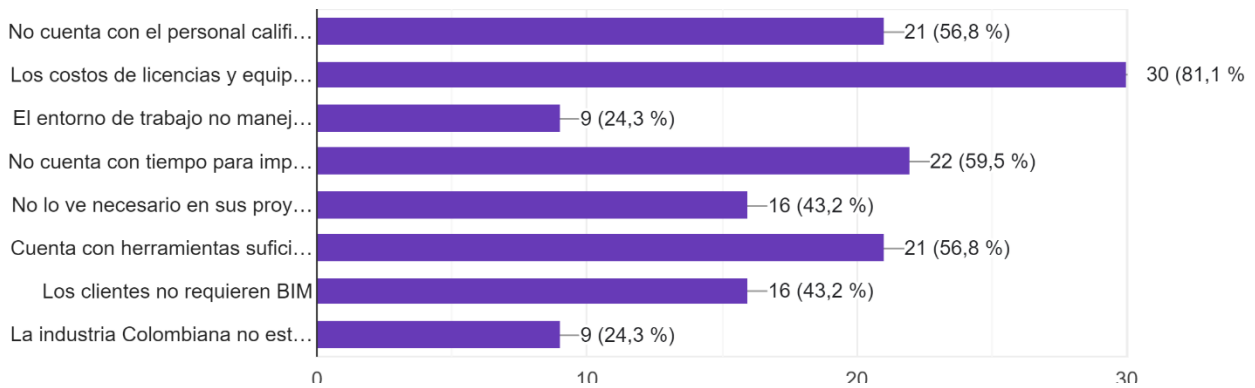


Ilustración 60. Razones por las cuales no usa BIM. Elaboración propia.

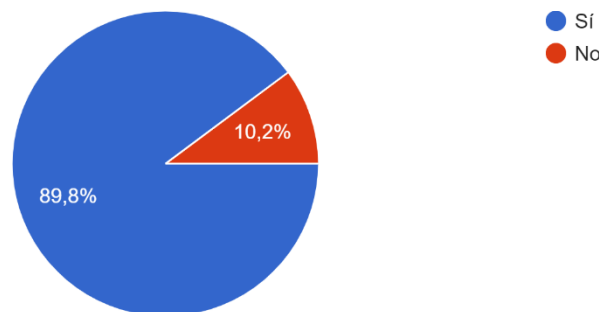


Ilustración 61. ¿Considera que la falta de recursos tecnológicos es un desafío para la implementación parcial de BIM? Elaboración propia.

Por otro lado, los encuestados manifiestan que no cuentan con el personal necesario para la implementación, a pesar de que en las encuestas y cuestionarios ejecutados se identificó que, más del 80% de los colaboradores cuenta con formación específica en BIM; asimismo, que la falta de recursos tecnológicos limita la implementación BIM, sin embargo, cerca del 80% consideran que hay disponibilidad de softwares en una amplia variedad, de igual manera, como se categorizó anteriormente en la Tabla 4. Matriz de adaptabilidad a MiPymes, hay variedad de softwares de acuerdo con las necesidades y disponibilidad de recursos de cada organización.

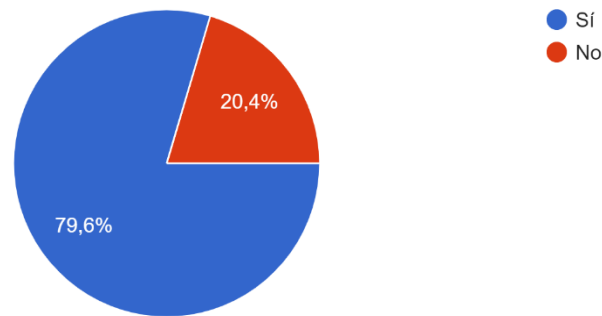


Ilustración 62. ¿Considera que hay suficiente disponibilidad de software de modelado BIM en el mercado? Elaboración propia

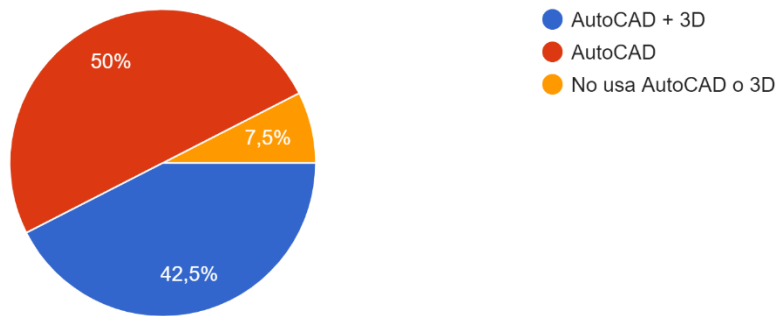


Ilustración 63. Uso de tecnología actual. Elaboración propia.

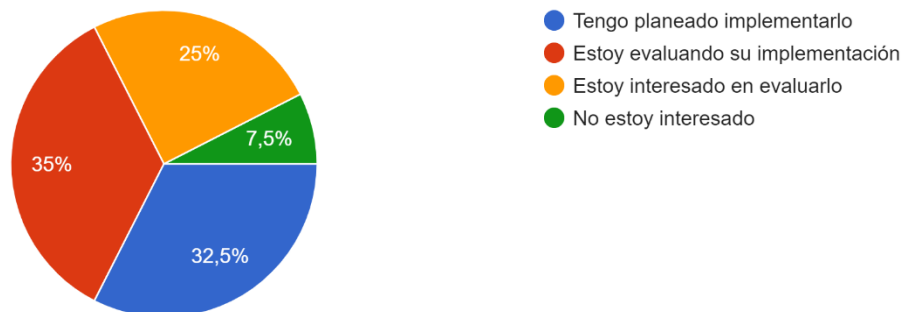


Ilustración 64. Percepción de uso futuro. Elaboración propia.

Con las respuestas anteriores se evidencia un uso no disciplinado de varios principios de la metodología BIM, de igual manera, cerca del 60% de los encuestados con poder decisivo manifestó estar interesado e incluso ya tener planeada la implementación de la metodología BIM, sin embargo, cerca del 35% aún evalúa la implementación principalmente por los costos operativos que implica, aunque en promedio el 85% reconoce los beneficios y ventajas de esta implementación, tanto parcial por etapas del proyecto como completa.

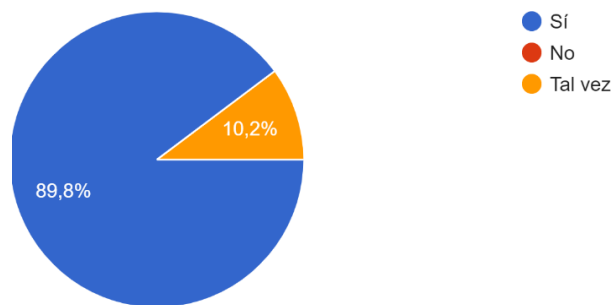


Ilustración 65. ¿Cree que la implementación parcial de BIM mejoraría la eficiencia en la gestión de sus proyectos? Elaboración propia.

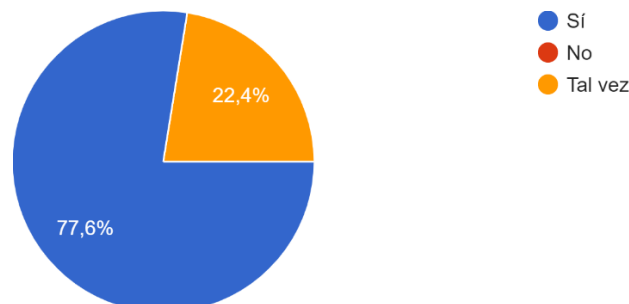


Ilustración 66. ¿Considera que la implementación parcial de BIM reduciría los costos de sus proyectos? Elaboración propia.

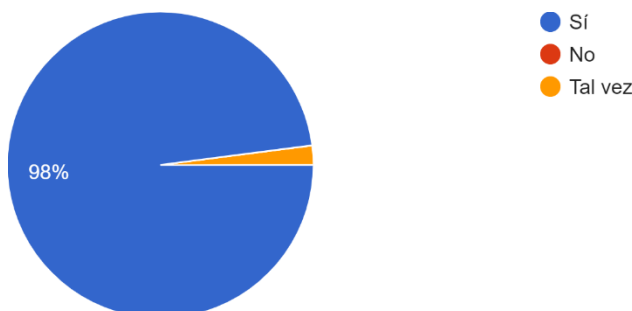


Ilustración 67. ¿Prevé que la implementación parcial de BIM mejoraría la calidad de sus proyectos? Elaboración propia.

Con respecto al personal requerido, se identifica una oferta amplia con las habilidades requeridas para una correcta ejecución de la metodología, de igual forma, tanto colaboradores como directivos consideran que para no crear un impacto abrupto es mejor capacitar al personal, de igual manera, la mayoría de colaboradores cuenta con habilidades.

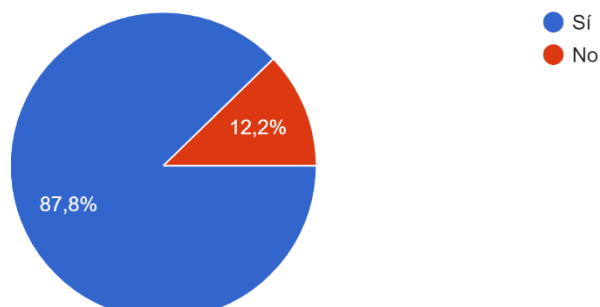


Ilustración 68. ¿Encuentra fácilmente profesionales capacitados en BIM para contratar en su empresa? Elaboración propia.

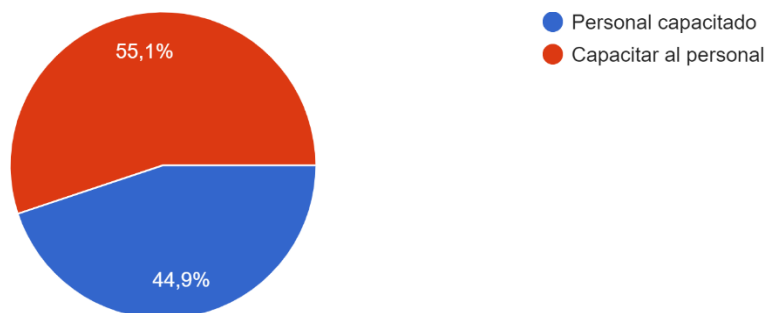


Ilustración 69. ¿Prefiere contratar personal capacitado o capacitar al personal con el que cuenta? Elaboración propia.

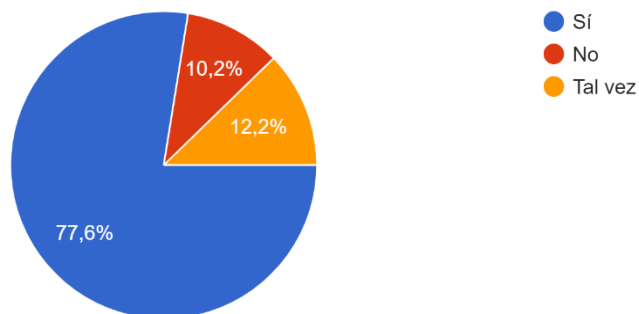


Ilustración 70. ¿Considera que la infraestructura tecnológica existente en su empresa es adecuada para implementar parcialmente BIM? Elaboración propia.

4. Con la finalidad de concretar el objetivo “Establecer mecanismos de seguimiento y apoyo continuo a las MiPymes en la implementación parcial de BIM, a través de asesoramiento técnico, actualización de información y respuesta a consultas o dificultades encontradas durante la adopción de la metodología.” Se realizó un análisis de los datos recolectados, la documentación revisada y depurada, así como, la observación y acompañamiento en proyectos ejecutados bajo la metodología BIM, se concluyó la necesidad de establecer diversos mecanismos de evaluación y seguimiento que permitan examinar el resultado de la implementación parcial y posibilidad de adoptarla en otras fases de los proyectos. Dentro de los mecanismos de evaluación y seguimiento se diseñaron encuestas de satisfacción tanto para personal directivo como para operativos.

Con base en lo anterior se diseñó una propuesta de implementación parcial de la metodología BIM,

basada principalmente en las fases de ejecución del proyecto (Ver [Anexo No. 1](#)).

Conclusiones

En conclusión, la implementación parcial de la metodología BIM en micro y pequeñas empresas (MiPymes) del sector de la construcción en Bogotá puede significar un paso relevante hacia la mejora de los procesos de construcción y la competitividad en el mercado, lo que tiene de gran impacto en la economía de la región; con la ayuda de una estrategia enfocada en mejorar la eficiencia y competitividad de estas organizaciones, se puede conseguir que varias MiPymes incursionen en la adopción de BIM, aprovechando al máximo los beneficios de la modelación y gestión de información en la etapa de diseño, construcción y operación de proyectos de construcción, sin incurrir en costos excesivos. Esto incluye la reducción costos, mitigación de errores y reprocesos, la mejora en la colaboración y comunicación entre equipos, la optimización de recursos y los procesos de construcción, fomentando la capacidad de competitividad comercial.

La investigación propuesta sugiere que la implementación parcial de BIM en MIPYMES de Bogotá puede abordar las limitaciones y barreras que estas organizaciones enfrentan al adoptar la metodología en su totalidad. Al enfocarse en áreas específicas, como el modelado 3D, la coordinación de disciplinas y la generación de documentación; la concientización, la capacitación, la selección adecuada de software, la integración gradual y el fomento de la colaboración son elementos clave para el éxito de esta implementación parcial.

Sin embargo, también se reconocen algunas limitaciones y desafíos asociados con la implementación parcial de BIM en MiPymes de Bogotá. Estos incluyen la resistencia al cambio, la falta de conocimiento y capacitación en BIM, la disponibilidad de recursos financieros y la adaptación a nuevos flujos de trabajo y estándares. Para garantizar el éxito de la implementación parcial de BIM, se recomienda que las MiPymes definan objetivos claros y alcanzables de acuerdo con los recursos

disponibles, de igual manera, realizar pruebas piloto y contar con acompañamiento profesional experimentado, por otro lado, es relevante capacitar al personal clave, se sugiere capacitar y no sustituir para que el proceso de transformación procesal y adopción de la metodología sea menos abrupto, establecer flujos de trabajo eficientes y fomentar la colaboración y comunicación. Además, es importante evaluar periódicamente la implementación, ajustar los procesos según sea necesario y mantenerse actualizado con los avances y tendencias BIM.

Varios estudios respaldan la efectividad de la implementación parcial de BIM en MiPymes. Por ejemplo, (Smith, Gao, & Tzortzopoulos, 2017) manifestó que la adopción parcial de BIM en empresas de construcción mejoró la productividad y la calidad del trabajo. Por otro lado, (Park, Lee, & Hong, 2019) destacaron que la implementación parcial de BIM puede ayudar a superar las barreras relacionadas con la falta de recursos y la resistencia al cambio en las empresas de construcción. Asimismo, la investigación de (Chen, Zhang, & Chua, 2018) mostró que la capacitación del personal en el uso de BIM es un factor crítico para el éxito de la implementación parcial en las empresas. Asimismo, los estudios de (Akintoye & Liyanage, 2016) y (Teixeira, Mäki, & Keinänen, 2019) resaltaron la importancia de una adecuada gestión del cambio y la comunicación efectiva en el proceso de implementación de BIM.

En resumen, la implementación parcial de BIM en MiPymes del sector de la construcción en Bogotá puede ser una estrategia efectiva para mejorar la productividad y competitividad de estas organizaciones. Si se abordan adecuadamente las limitaciones y se siguen las mejores prácticas de implementación, las MiPymes pueden beneficiarse de las ventajas de BIM sin comprometer significativamente sus recursos y capacidades.

Referencias

Akintoye, A., & Liyanage, C. (2016). Analysis of Skills Gap between Current and Expected BIM Skill Set for Quantity Surveyors. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*.

Alsina Saltarén, S. (2017). *Implementación de BIM en infraestructura: la necesidad de abordarlo desde el sector público*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Amador Cabrera, E. (2019). *Integración de la norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico, en modelos de información para la construcción- BIM*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
doi:https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000798045

Aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública. (2019, Septiembre 8). *Diario oficial "El Peruano"*. Retrieved from chrome-extension://efhttps://www.mef.gob.pe/es/normatividad-inv-publica/instrumento/decretos-supremos/20920-decreto-supremo-n-289-2019-ef-1/file

Arroyo Pérez, R. (2016). *Problemas en la gestión de la cadena de suministro en las pymes de la construcción: una revisión de la literatura*. Valencia: Universitat Politècnica de València. Departamento de Economía y Ciencias Sociales - Departament d'Economia i Ciències Socials. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10251/69166>

Berdeja, C. C. (Agosto de 2017). *Implantación de procesos de diseño en proyectos ejecutivos BIM*. Tecamachalco, Estado de México, México. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23522/Implantaci%c3%b3n%20de%20proces>

os%20de%20dise%c3%b1o%20en%20proyectos%20ejecutivos%20BIM.pdf?isAllowed=y&sequence=1

BIM GOB Latam. (2018). Retrieved from Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos :

<https://redbimgoblatam.com/comites/>

Botero, L. F., Isaza, J. A., & Vasquez H., A. (2015). *Estado de la práctica BIM - Colombia 2015*. Medellín: Universidad EAFIT.

CAMACOL, C. C. (2017). *BIM Forum Colombia*. Retrieved from <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum>

Campoverde, V. R. (2021). *Control de la productividad en obras aplicando la metodología BIM*,. Tarapoto: Universidad Científica del Perú. Retrieved from <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/2338/VICTOR%20RAUL%20CAMPOVERDE%20FLORES%20Y%20LEVI%20SALAS%20SAAVEDRA%20-%20TESIS.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Castillo, E. C. (2018). *Análisis de las capacidades de los modelos de información de la construcción (BIM) para el cálculo de las certificaciones de obra en proyectos de construcción*. Universidad de La Rioja.

Chang, S., & Kang, S. J. (2015). Building Information Modeling (BIM) Implementation and Its Benefits for Small and Medium-sized Construction Firms. 5211-5224.

Chen, P., Zhang, Y., & Chua, D. K. (2018). Training Effectiveness in Building Information Modeling (BIM) Implementation for Construction Workers. *Journal of Information Technology in Construction*, 111-123.

Cucho Chávez, A. P., & Gonzáles Roncal, K. M. (2021). *Impacto en el desarrollo de proyectos de inversión pública en una comisaría policial mediante implementación BIM en la etapa de diseño*. Lima:

<http://hdl.handle.net/10757/659072>. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/659072>

Dataedro. (2017). Retrieved from El BIM como herramienta de gestión de proyectos.:

<http://www.dataedro.com/index.php/es/acercadelbim/20-definicion>

Diaz, P. M. (2016). Analysis of Benefits, Advantages and Challenges of Building Information Modelling in Construction Industry. *Journal of Advances in Civil Engineering*,.

doi:10.18831/djcivil.org/2016021001

DNP, D. N. (2020). *Estrategía Nacional BIM 2020-2026*. Retrieved from

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

Ducura , L. C., & Martin Alvarez, B. F. (2021). *Diseño de un prototipo de estructura habitacional sostenible teniendo en cuenta la implementación de la metodología BIM para la vereda de Mochuelo Bajo, Bogotá D.C*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Retrieved from

<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/d6868527-09ed-424c-8c74-192164463af3>

Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*. Retrieved from

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>

EUBIM. (2018). Congreso internacional BIM 7º Encuentro de usuarios BIM. (p. 296). Valencia:

Universidad Politecnica de Valencia.

García-González, A. A. (2012). *Entornos virtuales de construcción volumétrica en acero: nociones de automatización del modelado 4D para la planificación de procesos*. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Expressió Gràfica Arquitectònica. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10803/97244>

GhaffarianHoseini, A. T. (2017). Building Information Modeling (BIM) Implementation and Project Performance: Empirical Study of the AEC Industry in United Arab Emirates (UAE). *Journal of Management in Engine*.

Hacienda, S. d. (2017). *Estrategía para la implementación del modelado de la información de la construcción (MIC) en México*. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan_estrategico_MIC.PDF

Jiménez-Arias, L. E. (2021). *Análisis de la planeación de la metodología BIM Manager en el proyecto de interés social Arboleda del Campestre Acacia, en Ibagué Tolima*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Retrieved from <https://hdl.handle.net/10983/25638>

Jin, X. (2022). Building information modeling for construction. In Y. 1-25.

Jin, Z., & Gambatese, J. (2022). BIM-Based Timber Formwork Design and Modeling. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*. Retrieved from <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29SC.1943-5576.0000753>

Kim, Y., & Chou, J. S. (2017). Critical Success Factors for BIM Implementation in Small and Medium-Sized Enterprises: A Systematic Review and Survey Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143.

Lee, G., & Chen, S. (2017). Analysis of Critical Factors for Successful BIM Adoption by Small and Medium-sized Enterprises in South Korea. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*.

Lee, J., & Song, H. (2017). A study on the determinants of BIM adoption in the Korean AEC industry: Organizational capability perspective. *Journal of Civil Engineering and Management*.

Lewin, K. (1988). *La teoría del campo en la ciencia social*. Barcelona: Paidós Ibérica.

Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. (2018). *Estrategia BIM BR*. Retrieved from
Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM:
<https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>

Moreira, M. A. (2020). *Planificación temporal y gestión de costes de un edificio de viviendas en Córdoba (Argentina) mediante la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM). Comparativa con la metodología tradicional*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
Retrieved from <http://hdl.handle.net/10251/166290>

Muñoz García, G. A. (2020). *Interoperabilidad en el entorno BIM: Mejoramiento de los procesos de diseño y comunicación a partir de la*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from
<http://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79163/1113786136.2021.pdf?isAllowed=y&sequence=4>

Muriel, A. P. (2017). *Implantación de la tecnología BIM en la asignatura Proyecto de los grados de Ingeniería Industriales de la Universidad de Extremadura*. Universidad de Extremadura.

- Ningappa, G. (2011). *BIM a Lean Tool? Use a Lean and Building Information Modeling (BIM) in the Construction Process; Does BIM make it Leaner?* Saarbrücken, Alemania: LAP Lambert Academic Publishing. Retrieved from <http://books.google.com.co/books?id=U2glywAACAAJ&dq=BIM&hl=es&sa=X&ei>
- Ocampo Hurtado, J. G. (2015). La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción. *Revista Gerencia Tecnológica Informática*. Retrieved from <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/4868/5668>
- Ochoa, J. R. (2013). *Aplicación de herramientas n-dimensionales en la toma de decisiones para la dirección de proyectos de la construcción*. Universidad de Oviedo.
- Orihuela Martínez, C. A. (2017). *Construcción de metodologías BIM (Building Information Modeling) y los gestores de la información arquitectónica*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000759167
- Park, C., Lee, S., & Hong, T. (2019). Overcoming Barriers to BIM Adoption in Small and Medium-sized Enterprises: A Case Study. *Journal of Civil Engineering and Management.*, 543-553.
- Planbim*. (n.d.). Retrieved from <https://planbim.cl/>
- Ramos Carhuapoma, J. J., & Sánchez Raygada, L. A. (2022). *Plan de capacitación en usos bim para una micro y pequeña empresa del sector construcción (subcontratistas)*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Retrieved from https://upc.aws.openrepository.com/bitstream/handle/10757/659704/Vargas_EJ.pdf?isAllowed=y&sequence=3
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.

Romero Moruno, M. J. (2016). *El comportamiento colaborativo en la implementación de BIM durante el ciclo de vida de la infraestructura: perspectiva de estudiantes universitarios*. Valencia:

Universitat Politècnica de València. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10251/73973>.

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. Wiley.

Sánchez Ortega, A. (2016, 12 09). *Espacio BIM*. Retrieved from Dimensiones BIM, las 7 y blanca BIM:
<https://www.espaciobim.com/dimensiones-bim/>

Santos-Amado, K. A., & Yate Lozada, H. A. (2021). Plan metodológico para implementación BIM en proyectos de infraestructura de seguridad ciudadana desarrollados por la Secretaría de Gobierno del municipio de Soacha Cundinamarca. Bogotá.

Smith, P., Gao, R., & Tzortzopoulos, P. (2017). International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. *Partial BIM Adoption in UK Construction SMEs: Benefits, Barriers and Opportunities*. (pp. 169-176). Springer.

Structuralia. (2018, Octubre 23). Retrieved from Cómo abordar la implantación BIM en mi empresa:
<https://blog.structuralia.com/como-abordar-la-implantacion-bim-en-mi-empresa>

Tacora Mariaca, A. A., & Rivera Charca, M. E. (2020). *Aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) para mejorar los alcances en la etapa de diseño en proyectos de centros comerciales en la ciudad de Tacna*. Tacna: Universidad Privada de Tacna. Retrieved from
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/1645>

Teixeira, J. C., Mäki, M., & Keinänen, M. (2019). Addressing the Challenges of Implementing BIM in Small and Medium-sized Enterprises: A Literature Review. *Journal of Engineering, Design and Technology.*, 779-802.

Utkucu, D., & Sözer, H. (2023). Building performance optimization throughout the design-decision process with a holistic approach. *Journal of Architectural Engineering.*

doi:doi:10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000573

Vargas Enciso, J. A., Ramos Carhuapoma, J. J., Victoria Torres, L. R., & Sánchez Raygada, L. A. (2022). *Plan de capacitación en usos bim para una micro y pequeña empresa del sector construcción (subcontratistas)*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/659704>

Vergara Rivas, L. G. (2017). *Desarrollo de Plan Estratégico de Implementación BIM Para Empresa Constructora en Chile*. Concepción: Universidad del Bio Bio. Retrieved from http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/3115/1/Vergara_Riva_Leonardo_Gianfranco.pdf