

BIEN PÚBLICO

Cartilla para la adopción e
implementación **BIM**



EJECUTADO POR



OPERADO POR



BIEN PÚBLICO. Cartilla para la adopción e implementación BIM del Clúster Construcción Manizales y Caldas de Camacol Caldas.

Esta cartilla ha sido cofinanciada con recursos de Colombia Productiva, se considera un producto del Proyecto CONSTRUTECH - Avanzando hacia una transformación digital Sector construcción en Caldas, un proyecto que hace parte de la estrategia de aglomeraciones empresariales (clústeres) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, ejecutada a través de Colombia Productiva, y operado por el Clúster de la Construcción de Manizales y Caldas de Camacol Caldas.

Autores

Clúster Construcción de Caldas de Camacol Caldas

Manuel Alejandro Chavarría Giraldo, Gerente Clúster
María Alejandra Herrera Hurtado, Arquitecta Asesora Técnica Clúster
Sergio Franco Castaño, Profesional Clúster

Consultoría y colaboración especial

Clúster Construcción País Vasco, España – ERAIKUNE
BIM Forum Colombia
Camacol Nacional
Naska Digital
Renga Consulting Group

Agradecimientos

BIM Forum Colombia	Ingequipos
Camacol Nacional	Proconcreto
Gerfor	Toptec
Pintuco	Etex
Colpatria	Alta ingeniería
Pavco Wavin	Coelum
Autodesk Colombia	CONFA
Construcciones Planificadas	Construcciones CFC & A
Constructora Prodesa	Constructora Berlín
Constructora Las Galias	Constructora JyP
Constructora Amarillo	FCT Arquitectura
MAB Ingeniería	La Arabia Proyectos
Naska Digital	Núcleo ingeniería
ESRI	Constructora Perfek
Arme	Sohnos
Casa Gres	

Diagramación y Diseño:

Juan Pablo Rincón Londoño

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización de los titulares de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales.

Contenido

Contenido.....	2
Tabla de ilustraciones.....	3
Acerca de este documento	6
Introducción	7
1. Tendencias y transformación digital en la construcción.....	8
2. Marco contextual.....	10
3. Marco conceptual.....	14
4. Estándares BIM	22
5. Estado del arte del BIM	25
5.1. En el mundo, América Latina y el Caribe	25
5.2. En Colombia.....	27
5.3. En Caldas.....	40
6. Diagnóstico	67
6.3. Constructores	68
6.4. Proveedores de la industria	72
7. Visión comercial y de mercadeo	76
8. Referenciación de buenas prácticas.....	79
9. Ruta de Adopción.....	86
9.3. Constructores	86
9.4. Proveedores de la industria	90
10. Conclusiones.....	94
11. Anexos	97
12. Bibliografía	98
13. Webgrafía	98

Tabla de ilustraciones

<i>Ilustración 1. Barreras y desafíos que enfrentan las empresas para lograr una transformación digital exitosa.</i>	7
<i>Ilustración 2. Grandes tendencias que impactan el sector de la construcción en Colombia ..</i>	9
<i>Ilustración 3. Historia de los Modelos BIM timeline Timetoast timelines</i>	11
<i>Ilustración 4. Empresas encuestadas por años de experiencia en el uso de BIM.....</i>	12
<i>Ilustración 5. Digitalización y productividad del Sector.</i>	12
<i>Ilustración 6. Curva de MacLeamy (2004)</i>	14
<i>Ilustración 7. "Liderar más que gestionar" Patrik MacLeamy</i>	15
<i>Ilustración 8. Ampliación de la definición del BIM - Bilal Succar</i>	17
<i>Ilustración 9. Proceso de BIM. Fuente: Autodesk.....</i>	18
<i>Ilustración 10. BIM No es.....</i>	19
<i>Ilustración 11. Ciclo de vida de la edificación.....</i>	20
<i>Ilustración 12. Niveles del BIM de Bew-Mervyn.</i>	23
<i>Ilustración 13. Uso de BIM en el mundo, Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020</i>	26
<i>Ilustración 14. Años de experiencia en el Uso de BIM, Encuesta BIM LATAM y el Caribe 2020</i>	27
<i>Ilustración 15. Aspectos clave, Estrategia Nacional BIM.....</i>	30
<i>Ilustración 16. Iniciativas transformación digital CAMACOL Nacional</i>	32
<i>Ilustración 17. Pieza gráfica, Encuentro BIMCO 2023</i>	34
<i>Ilustración 18. Ejes temáticos, Encuentro BIMCO 2023</i>	34
<i>Ilustración 19. Gestión del cambio, Encuentro BIMCO 2023</i>	35
<i>Ilustración 20. Participación por Departamentos, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	36
<i>Ilustración 21. Distribución por tipo de empresa, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	37
<i>Ilustración 22. Tiempo de implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	37
<i>Ilustración 23. Categorías de implementación, Encuesta Nacional BIM 2023.....</i>	37
<i>Ilustración 24. Implementación por sector, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	38
<i>Ilustración 25. Beneficios asociados a la Metodología BIM, Encuesta Nacional BIM 2023.....</i>	38
<i>Ilustración 26. Estándares implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	38
<i>Ilustración 27. Actores clave implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023.....</i>	39
<i>Ilustración 28. Tipo de entidad o empresa, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	40
<i>Ilustración 29. Implementación BIM en las organizaciones, Encuesta Nacional BIM 2023 ...</i>	40
<i>Ilustración 30. Tiempo de implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	41
<i>Ilustración 31. ¿Conoce la Estrategia Nacional BIM?, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	41
<i>Ilustración 32. BIM como sistema común de trabajo industria, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	42
<i>Ilustración 33. BIM para la industria, Encuesta Nacional BIM 2023.....</i>	42
<i>Ilustración 34. BIM como sistema común de trabajo, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	42
<i>Ilustración 35. Relevancia de BIM, Encuesta Nacional BIM 2023.....</i>	42
<i>Ilustración 36. Estrategia de gestión documental, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	43
<i>Ilustración 37. BIM CDE, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	43
<i>Ilustración 38. Sistemas de Clasificación, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	44
<i>Ilustración 39. Marco contractual BIM, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	44

<i>Ilustración 40. Presupuesto capacitaciones anual, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	45
<i>Ilustración 41. Iniciativas de implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	45
<i>Ilustración 42. Barreras al implementar BIM, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	46
<i>Ilustración 43. Beneficios de implementar BIM, Encuesta Nacional BIM 2023</i>	47
<i>Ilustración 44. Transformación Digital en Caldas, Proyecto Construtech</i>	49
<i>Ilustración 45. Metodología de trabajo, Estrategia Caldas Futuro</i>	51
<i>Ilustración 46. Organigrama, Estrategia Caldas Futuro</i>	52
<i>Ilustración 47. Línea de tiempo, Estrategia Caldas Futuro</i>	53
<i>Ilustración 48. Seguimiento de proyectos, Estrategia Caldas Futuro</i>	53
<i>Ilustración 49. Matriz de Seguimiento, Estrategia Caldas Futuro</i>	54
<i>Ilustración 50. Matriz de Calor, Estrategia Caldas Futuro</i>	54
<i>Ilustración 51. Observatorio de Obras de Caldas, Estrategia Caldas Futuro</i>	54
<i>Ilustración 52. Dashboard Power BI, Estrategia Caldas Futuro</i>	55
<i>Ilustración 53. Centro de Desarrollo Infantil en Samaná, Caldas</i>	56
<i>Ilustración 54. Centro Día San Félix, Salamina, Caldas</i>	56
<i>Ilustración 55. Coliseo Cubierto de La Merced, Caldas</i>	57
<i>Ilustración 56. Logros e Impacto, Estrategia Caldas Futuro</i>	57
<i>Ilustración 57. Adopción de nuevas tecnologías de construcción en Colombia. Fuente: McKinsey & Company</i>	59
<i>Ilustración 58. Estado en BIM Región vs. Estado de BIM país. Fuente: Proyecto Construtech, Cluster Construcción de Caldas, Camacol Caldas</i>	62
<i>Ilustración 59. Estado proveedores en Caldas, Proyecto Construtech, Clúster Construcción de Caldas, Camacol Caldas</i>	66
<i>Ilustración 60. Empresas beneficiarias proyecto Construtech, BIM en Caldas de Clúster Construcción de Camacol Caldas</i>	69
<i>Ilustración 61. Tecnologías actuales, empresas constructoras. Proyecto Construtech</i>	71
<i>Ilustración 62. Empresas beneficiarias proyecto Construtech, BIM en Caldas de Clúster Construcción de Camacol Caldas</i>	72
<i>Ilustración 63. Tecnologías actuales, empresas proveedoras. Proyecto Construtech</i>	75
<i>Ilustración 64. Fases de desarrollo comercial BIM, Proyecto Construtech</i>	76
<i>Ilustración 65. Familias BIM, Empresa Gerfor</i>	79
<i>Ilustración 66. Descripción Familias BIM, Empresa Gerfor</i>	79
<i>Ilustración 67. Librerías BIM, Empresa Gerfor</i>	80
<i>Ilustración 68. Página Web Pintuco, Librerías BIM</i>	81
<i>Ilustración 69. Familias BIM, Empresa Pintuco</i>	81
<i>Ilustración 70. Página Web Pavco, Librerías BIM</i>	82
<i>Ilustración 71. Librerías BIM, Empresa Pavco</i>	82
<i>Ilustración 72. Asumir el reto de inmersión y Adopción BIM, Proyecto Construtech</i>	96

“La inteligencia es la capacidad de adaptarse al cambio”.

Stephen Hawking

Acerca de este documento

La Implementación de la Metodología BIM o Building Information Modeling por sus siglas en inglés, se ha convertido en un pilar fundamental para la eficiencia, la calidad y la competitividad en el sector de la construcción. En el Departamento de Caldas, donde la construcción desempeña un papel vital en el crecimiento económico y el desarrollo urbano, la adopción efectiva del BIM se presenta como una oportunidad ineludible para elevar los estándares y la sostenibilidad de nuestras empresas y proyectos.

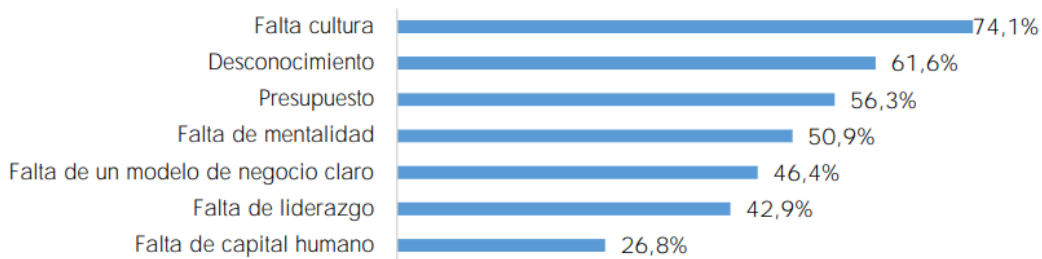
Esta cartilla nace como un faro en medio de las aguas complejas de la tecnología y la innovación, con el propósito de iluminar el camino hacia la adopción exitosa del BIM en Caldas. A lo largo de estas páginas, se explora el estado del arte de la metodología BIM, identificando sus beneficios tangibles y las tendencias emergentes que marcarán el rumbo del sector en los años venideros. Adicionalmente, se traza una ruta de adopción clara y efectiva, que permitirá a las empresas en Caldas abrazar el BIM de manera gradual y sostenible.

Este documento no sólo se trata de teoría y procesos; también se centra en las buenas prácticas que han demostrado ser cruciales en el éxito de la implementación del BIM; a través de ejemplos concretos y consejos prácticos, se proporcionan herramientas esenciales para que las empresas en Caldas puedan sortear los desafíos comunes y aprovechar al máximo las ventajas que el BIM ofrece en términos de eficiencia, colaboración y calidad en la construcción.

En última instancia, esta guía es un llamado a la acción, una invitación a las empresas en Caldas a embarcarse en un viaje de transformación digital que no sólo mejorará sus resultados, sino que también contribuirá al desarrollo sostenible y al florecimiento de nuestra región. Acompañennos en este recorrido hacia el futuro de una construcción más inteligente, innovadora y prometedora en el Departamento de Caldas.

Introducción

A partir de las referencias del **CONPES 3975 Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial** y según el *Readiness for the Future of Production Report 2018*, Colombia está muy por debajo en comparación con países líderes en materia de adopción de tecnologías emergentes en el sector privado y el país no está promoviendo y gestionando la innovación basada en el uso de tecnologías digitales lo suficiente para que esta logre desarrollar nuevas soluciones a las problemáticas productivas actuales, y a su vez contribuya a la competitividad y el progreso nacional. Adicionalmente, el índice *The Global Competitiveness Report 2019* ubica a Colombia en el puesto 110 de 141 países en cuanto a competencia doméstica, siendo superado por varios países de la región.



*Ilustración 1. Barreras y desafíos que enfrentan las empresas para lograr una transformación digital exitosa.
Fuente: Elaboración DNP con datos de la Encuesta de Transformación Digital 2017-ANDI, 2017.*

Teniendo en cuenta estas barreras y desafíos se proponen varias estrategias para aumentar la productividad, entre ellas:

1. Fomentar la adopción de tecnologías digitales y la inteligencia artificial en los diferentes sectores productivos del país.
2. Promover la formación de capital humano especializado en tecnologías digitales y la inteligencia artificial.
3. Estimular la creación de un mercado en IA, por medio de la creación de programas que permitan que expertos en la materia de todo el mundo vean en Colombia un mercado atractivo en el cual trabajar.
4. Realizar un seguimiento al mercado laboral para obtener evidencia oportuna sobre los efectos propios de esta tecnología en el mercado laboral y diseñar medidas para enfrentar los posibles efectos negativos de esta tecnología en el empleo e implementar medidas que den una protección real al trabajador.

1. Tendencias y transformación digital en la construcción

La construcción en Colombia es un pilar fundamental de la economía del país¹ y una fuente significativa de empleo y desarrollo. En el ámbito regional, el departamento de Caldas no es ajeno a esta dinámica, ya que se encuentra inmerso en la vibrante actividad del sector. Las cifras de la construcción en Colombia y específicamente en Caldas reflejan un panorama en constante cambio, caracterizado por un crecimiento sostenido y desafíos relevantes.

La cadena de valor de la construcción desempeña un papel esencial en este contexto. Desde la adquisición de terrenos y la planificación de proyectos hasta la ejecución y entrega de obras, involucra a una amplia gama de actores, desde desarrolladores, arquitectos y contratistas hasta proveedores de materiales y trabajadores de la construcción. Comprender cómo se interconectan estos elementos en la cadena de valor es crucial para abordar los desafíos y aprovechar las oportunidades del sector.

En este escenario, las tendencias del sector construcción son un componente fundamental para considerar. La construcción sostenible, la eficiencia energética, la digitalización de procesos, la innovación en materiales y la creciente demanda de proyectos de infraestructura marcan la dirección en la que se está moviendo la industria. Estas tendencias no solo influyen en la forma en que se conciben y ejecutan los proyectos, sino que también tienen un impacto directo en la calidad de vida de los ciudadanos y en la competitividad económica.

En un mundo cada vez más impulsado por la tecnología, las tendencias y la transformación digital se han convertido en factores determinantes para el éxito y la competitividad en la construcción. Colombia no es una excepción a esta tendencia global, ya que se encuentra en medio de un emocionante proceso de adaptación y adopción de tecnologías avanzadas que están revolucionando la forma en que se planifican, diseñan, construyen y gestionan los proyectos de construcción en el país.

La incorporación de metodologías como el BIM (Building Information Modeling), la automatización, la inteligencia artificial, la realidad virtual y aumentada, y el Internet de las Cosas (IoT) está permitiendo a las empresas de construcción colombianas mejorar la eficiencia, la precisión y la sostenibilidad en sus proyectos. Este proceso de transformación digital no solo está cambiando la forma en que se construyen edificios e infraestructuras en Colombia, sino que también está generando oportunidades para la creación de nuevos modelos de negocio y la colaboración más estrecha entre los diferentes actores de la industria. A medida que la construcción se vuelve más inteligente y conectada, se espera que la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de los proyectos mejoren significativamente.

¹ [DANE - Indicadores económicos alrededor de la construcción](#)



*Ilustración 2. Grandes tendencias que impactan el sector de la construcción en Colombia
Adaptado de Catálogo de Cualificaciones, sector de la construcción, Camacol 2020*

2. Marco contextual

Las primeras aproximaciones al BIM (Building Information Modeling, por sus siglas en inglés) o Modelado de la Información de la Construcción, fueron conceptos teóricos que nacieron a la par que los ordenadores; más específicamente con *Sketchpad*, el primer programa informático que permitió la manipulación directa de objetos gráficos, pionero en la interacción persona-ordenador y predecesor de los programas de Diseño Asistido por Computador (CAD). La idea original del programa fue de su creador, Ivan Sutherland, que lo diseñó en 1963 como parte de su tesis doctoral², fue una de las primeras aplicaciones informáticas que defendieron el concepto de utilizar el ordenador como extensión de la mente humana, no sólo como herramienta técnica, sino también artística.

Las raíces del BIM propiamente, nacen en la década de 1970, con Charles Eastman y sus colaboradores, quienes presentaron su investigación “Building Description System - BDS” en 1974, en donde se consideraba a un edificio como la composición espacial de un conjunto de sus partes; contenía una librería de elementos usados en la construcción, categorizados y con parámetros como material y proveedor, que se podían ir seleccionando e incorporando al modelo, que ya disponía de una rudimentaria interfaz gráfica. A estos programas les siguieron otros a principios de los años 80, como GLIDE, Cedar, EDCAAD, GDS, Reflex, RUCAPS o Sonata³.

Más adelante, en 1982, se comenzó a desarrollar ArchiCAD, con tecnología similar a la del BDS, y se acuña el término de “edificio virtual” por su programador principal y fundador de Graphisoft, el físico húngaro Gábor Bojár. ArchiCAD se lanza oficialmente en 1987, hoy sigue activo, y es uno de los principales programas BIM multiplataforma, compatible tanto en Sistemas operativos Windows como en Mac OS.

En Estados Unidos, en 1985, Diehl Graphsoft desarrolló Vectorworks, uno de los primeros programas de CAD (Computer-Aided Design) y software de modelado 3D. En el panorama BIM europeo destaca AllPlan, del grupo empresarial alemán Nemetschek. Este programa empezó como software CAD en 1984, y en 1997 migró a BIM.

En 1995, se desarrolló el formato de archivo internacional, Industry Foundation Classes (IFC) comenzó siendo una iniciativa de Autodesk, la cual buscaba crear un conjunto de clases (Definidas en lenguaje de programación como C++), para estandarizar el desarrollo de aplicaciones de software. Inicialmente se conocería como Industry Alliance for Interoperability, con el que se buscaba solucionar la interoperabilidad entre distintos softwares, las empresas de esta primera iniciativa eran quienes participaban en distintas etapas del ciclo de vida de un edificio. Lo que se tradujo en un muy buen punto de partida.⁴

² Sketchpad: A man-machine graphical communication system - Ivan Edward Sutherland

³ BIM: Historia rápida ([linkedin.com](https://www.linkedin.com))

⁴ [IFC PRINCIPIOS, USOS Y MAL ENTENDIMIENTO DE SU APLICABILIDAD - BuildBIMBuildBIM](#)

Mientras en el 97, ArchiCAD lanzaba su primera solución basada en intercambio de archivos, colaboraciones entre equipos y manipulación de modelos de edificios simultáneamente y con acceso remoto a través de Internet, paralelamente Irwin Jungreis y Leonid Raiz formaron su propia compañía de software, *Charles River Software*, cuyo objetivo era desarrollar una versión arquitectónica del software “Pro-Engineer” que pudiera manejar proyectos más complejos que ArchiCAD. Tres años más tarde, en el 2000 nace entonces el software llamado Revit.

Revit revolucionó el BIM utilizando un motor paramétrico, a través de la programación orientada a objetos, y creando una plataforma que permitía añadir atributos de tiempo. En el 2002, Autodesk, para mantenerse también en la cima de la tecnología BIM, adquirió Revit.

La metodología BIM comienza a obtener más fuerza a partir de las legislaciones, mandatos y hojas de ruta que adoptan diferentes países:

- En el 2012, el gobierno de Reino Unido anuncia los requisitos para la implantación de los modelos BIM.
- En el 2015, Países europeos como España, Francia, Italia adoptan hojas de ruta para la implantación de modelos BIM.
- En el 2016, Reino Unido hace obligatoria la implantación de la metodología BIM en los proyectos de obras públicas.
- En el 2018, En España se hace obligatorio el uso de BIM en proyectos de licitaciones públicas de edificación.⁵

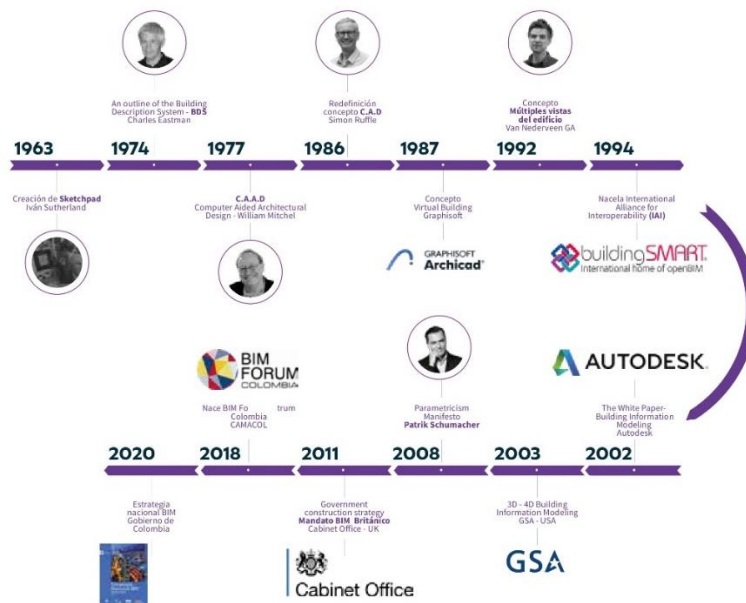


Ilustración 3. Historia de los Modelos BIM timeline | Timetoast timelines

⁵ [Historia de los Modelos BIM timeline | Timetoast timelines](#)

En América Latina, el uso del BIM ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años; según una encuesta realizada por el *Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*, con el apoyo de la *Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC)*⁶ realizada el 2020, diligenciada por 747 empresas (84 de ellas colombianas), el 41% de las empresas encuestadas tienen menos de 2 años de experiencia en el uso de BIM lo que evidencia el dinamismo de la región, ya que a su vez se cuenta con usuarios de trayectoria significativa, con más de 5 años de trabajo en BIM, siendo este un tercio de las empresas encuestadas.

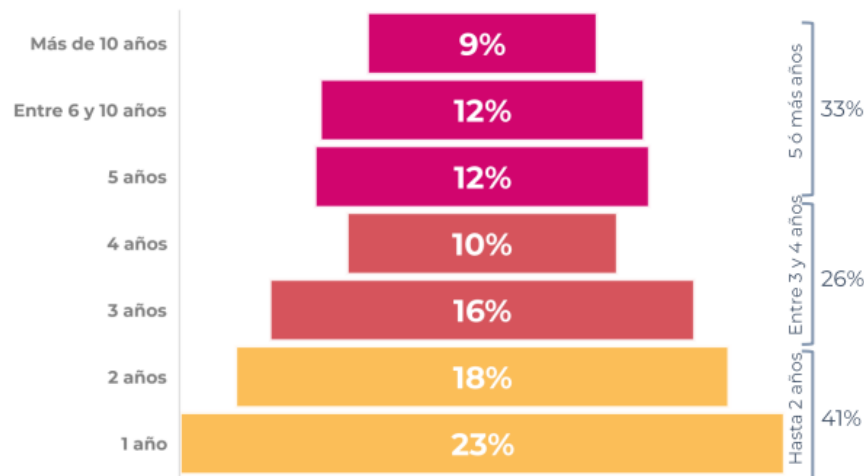


Ilustración 4. Empresas encuestadas por años de experiencia en el uso de BIM.
Fuente: Lacaze (2020)

En la siguiente ilustración se resumen los aspectos más importantes de Encuesta BIM América Latina y el Caribe (2020).



Ilustración 5. Digitalización y productividad del Sector.
Fuente: Encuentro BIMCO 2023 - Guillermo Herrera (Presidente ejecutivo CAMACOL).

⁶ [Encuesta BIM: América Latina y el Caribe 2020 \(iadb.org\)](https://www.iadb.org/)

En Colombia específicamente se cuenta con la **Encuesta Nacional BIM**, que tiene como objetivo evaluar el nivel de adopción de la metodología BIM en los sectores privado y público de la construcción en Colombia, identificando los procesos de su aplicación, logros y barreras, para optimizar su implementación. De la misma manera se busca:

- Comprender el panorama actual en el país.
- Identificar áreas de mejora.
- Proponer nuevos caminos para su adopción.

Los resultados de esta encuesta se detallarán en el capítulo **Estado del Arte del BIM en Colombia**.

3. Marco conceptual

Las bases conceptuales del BIM, en adición al marco contextual descrito en el capítulo anterior, nacen de autores como Patrick MacLeamy, quien ha desarrollado gráficos e ideas sobre la relación entre el costo y el esfuerzo en la construcción de una edificación a lo largo de todas sus fases. Específicamente, y el mérito que más se le atribuye al autor, es la **“Curva MacLeamy”**, que aboga por asignar amplios recursos en las primeras etapas del proceso de diseño, optimizarlo y corregir errores tempranamente, cuando aún es fácil y económico, en lugar de esperar a la etapa de la construcción cuando es difícil y costoso.

Sus curvas de distribución de esfuerzo vs tiempo se encuentran entre las fuentes más citadas por investigadores interesados en incorporar la implementación del BIM en la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC).

MacLeamy, afirma haber desarrollado los conceptos de la "Curva MacLeamy" en 2004, como lo indica explícitamente en sus videos de YouTube sobre *El futuro de la industria de la construcción*⁷, no obstante, la base de estas ideas y curvas apareció por primera vez en un artículo escrito por el profesor Boyd C (1976), unos 28 años antes del desarrollo de la "Curva MacLeamy".

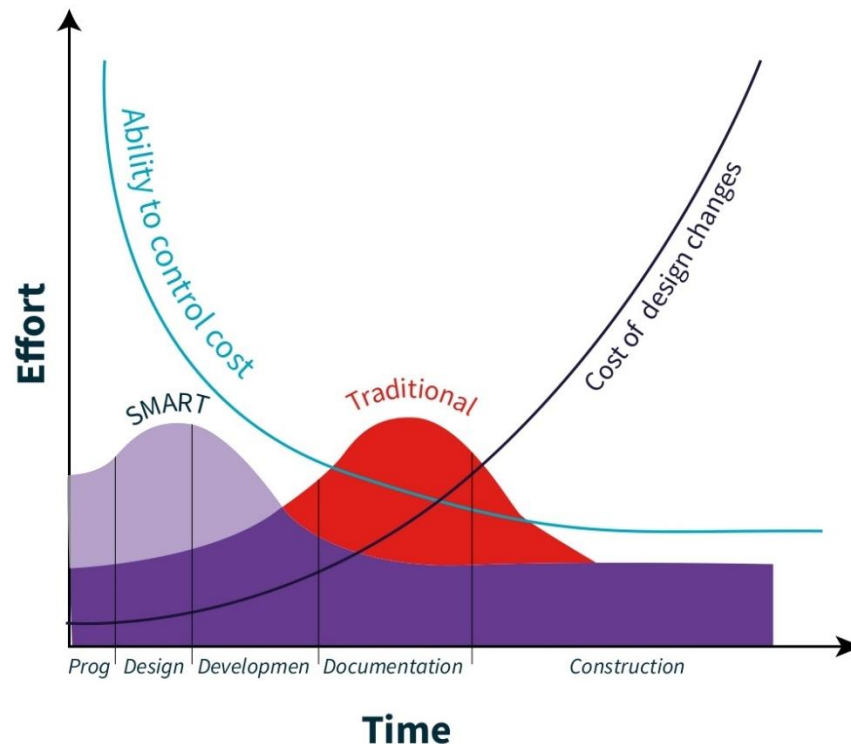


Ilustración 6. Curva de MacLeamy (2004)

⁷ [The Future of the Building Industry \(1/5\): A Tale of Three Domes - YouTube](#)

Pese a lo anterior, MacLeamy ha demostrado continuamente su liderazgo al aplicar estos principios; es un firme defensor de la interoperabilidad y expresidente internacional y fundador de buildingSMART (2004-2023). Es un ejecutivo autodidacta que **crea en liderar más que en gestionar**. Recreó la caricatura del Faraón para demostrar la diferencia y la explica en detalle en su libro *Designing A World-Class Architecture Firm*⁸. Atribuye su éxito a su capacidad para comunicarse con claridad y a su interés en cosas “aburridas” como las métricas financieras y los estándares digitales, que los arquitectos suelen ignorar⁹.



Ilustración 7. "Liderar más que gestionar" Patrik MacLeamy

Por su parte, **buildingSMART** es la autoridad mundial que impulsa la transformación digital del entorno construido, mediante la creación y adopción de estándares internacionales abiertos para infraestructura y edificios. Este organismo internacional, ofrece la oportunidad para ayudar a los visionarios de la industria a transformar el diseño, la entrega y la operación de los activos construidos del mañana. buildingSMART es una organización abierta, neutral e internacional sin fines de lucro.

Como objetivo, busca reunir a la comunidad global para desarrollar e implementar estándares y servicios digitales abiertos que mejoren la automatización y la toma de decisiones en todo el ciclo de vida del entorno construido, mejorando la productividad, la sostenibilidad y la rentabilidad.

⁸ [Amazon.com: Designing a World-Class Architecture Firm](https://www.amazon.com/Designing-a-World-Class-Architecture-Firm/dp/0130354110)

⁹ [Architect | Author | Patrick MacLeamy-former HOK CEO - Patrick MacLeamy, FAIA, Author](#)

Su visión, lograr el intercambio fluido de información confiable en todo el entorno construido y su misión, crear y mantener estándares digitales abiertos y confiables para el entorno construido y respaldar su adopción global.

Ahora bien, se enlistan las principales definiciones que permitirán dar un contexto temático al presente documento, además de establecer una base para la Ruta de Adopción que se expondrá más adelante.

buildingSMART¹⁰ define BIM como:

Una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción, cuyo objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.

Supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión de este y reduciendo los costes de operación.

De los autores y creadores de contenido BIM reconocidos a nivel mundial, se encuentra **Bilal Succar**¹¹, un especialista en evaluación de rendimiento BIM, investigador y profesor asociado en la Universidad de Newcastle. Succar es el fundador de la **Iniciativa BIME**¹², un esfuerzo sin fines de lucro basado en el enfoque de Excelencia BIM, que tiene como objetivo mejorar el desempeño de individuos, organizaciones y equipos de proyectos en la industria de la construcción a través de (a) el desarrollo de un lenguaje modular para el intercambio de información; (b) Generar puntos de referencia de competencia fiables para toda la industria; (c) promover el aprendizaje basado en competencias; y (d) desarrollar herramientas y plantillas intuitivas para que todos las utilicen libremente. De la misma manera, fue el creador de las siguientes herramientas:

El **Diccionario BIM**¹³, un recurso en línea para que todos puedan utilizarlo libremente. El diccionario alberga términos específicos de la transformación digital en la industria de la construcción. Alberga cientos de términos con sus descripciones, sinónimos y abreviaturas.

BIM ThinkSpace¹⁴, es uno de los blogs más antiguos sobre BIM (la primera publicación fue en octubre de 2005) que cubre el modelado de información de construcción desde una perspectiva de "profesionales informados". Publica con poca frecuencia, pero comparte temas que invitan a la reflexión y valiosas contribuciones de autores invitados internacionales.

¹⁰ [¿Qué es BIM? - BuildingSMART Spanish Chapter](#)

¹¹ [Bilal Succar \(bimthinkspace.com\)](#)

¹² [BIME Initiative | Research for Innovation \(bimexcellence.org\)](#)

¹³ [BIM Dictionary](#)

¹⁴ [BIM ThinkSpace](#)

BIM Framework¹⁵, es un blog para investigadores interesados en adaptar el Framework BIM (Succar, 2009). Cada publicación se centra en una parte conceptual y está vinculada a artículos revisados por pares. Excelencia BIM

BIM Excellence (BIMe)¹⁶, es un método basado en la investigación para mejorar la competencia BIM de individuos, organizaciones y equipos de proyectos. BIMe utiliza herramientas en línea especializadas para comparar las capacidades actuales con los requisitos del proyecto/cliente y los puntos de referencia de la industria.

ChangeAgents AEC¹⁷, es una consultoría de mejora y evaluación del rendimiento BIM que opera desde 2004 en Melbourne, Australia.

Bilal Succar¹⁸ define BIM como:

Conjunto de tecnologías, procesos y políticas que permiten a múltiples partes interesadas diseñar, construir y operar en colaboración una instalación en un espacio virtual.

En el Canal de YouTube¹⁹ de BIMeInitiative se pueden revisar videos explicativos que permiten entender más a fondo la definición del BIM. De esta información cabe resaltar la siguiente imagen, en donde a partir de sinónimos y destilando cada palabra, se genera un abanico de definiciones adicionales y de “paras” que amplían la perspectiva del alcance del BIM.

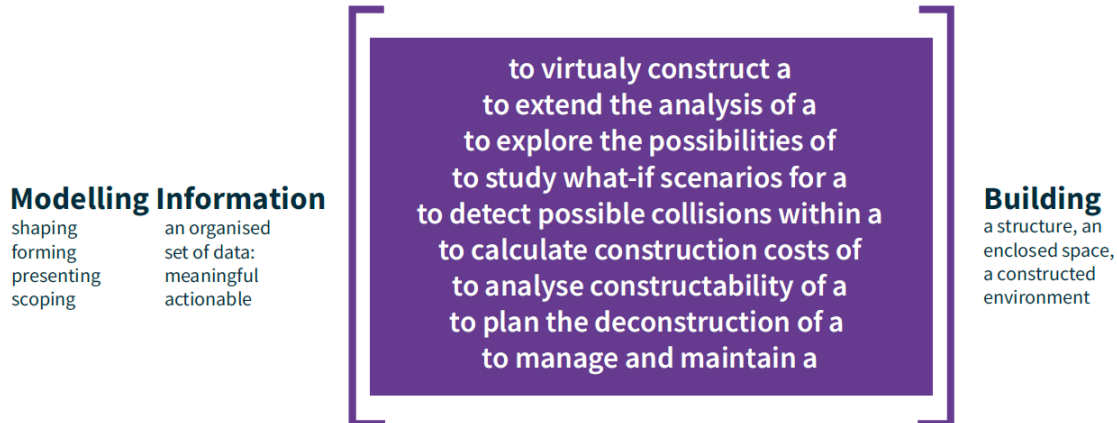


Ilustración 8. Ampliación de la definición del BIM - Bilal Succar

¹⁵ [BIM Framework](#)

¹⁶ [Assessor](#)

¹⁷ [ChangeAgents AEC | BIM Performance Improvement](#)

¹⁸ [BIM Dictionary](#)

¹⁹ [BIMe Initiative - YouTube](#)

De los insumos más relevantes que ha producido Succar y que se traducirán en una herramienta para el diagnóstico del presente proyecto es la **Matriz de Madurez BIM (Bim3) - Ver (Anexo 1)**. Esta herramienta de conocimiento permite identificar la Madurez BIM actual de organizaciones o equipos de proyecto. La **Bim3** tiene 2 ejes: el Conjunto de Capacidades BIM y el Índice de Madurez BIM.

La **Capacidad BIM** hace referencia a las mínimas habilidades de una organización o equipo para entregar resultados medibles. La Capacidad BIM se evalúa a través de las Etapas BIM separadas por Pasos BIM.

La **Madurez BIM** hace referencia a la mejora gradual y continua de la calidad, repetibilidad y predictibilidad en el seno de una Capacidad BIM disponible. La Madurez BIM se evalúa mediante el Índice de Madurez BIM que tiene cinco niveles.

Todo lo anterior se puede revisar más a fondo en el (Anexo 1), donde además se adjunta la Matriz de Madurez BIM en formato editable y para ser diligenciada por la organización o el equipo de trabajo.

Autodesk²⁰ define BIM como:

La base de la transformación digital en la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC). Es el proceso holístico de creación y gestión de información para un activo construido. Basado en un modelo inteligente y habilitado por una plataforma en la nube, BIM integra datos estructurados y multidisciplinarios para producir una representación digital de un activo a lo largo de su ciclo de vida, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y las operaciones.



Plan

Inform project planning by combining reality capture and real-world data to generate context models of the existing built and natural environment.



Design

During this phase, conceptual design, analysis, detailing and documentation are performed. The preconstruction process begins using BIM data to inform scheduling and logistics.



Build

During this phase, fabrication begins using BIM specifications. Project construction logistics are shared with trades and contractors to ensure optimum timing and efficiency.



Operate

BIM data carries over to operations and maintenance of finished assets. BIM data can also be used down the road for cost-effective renovation or efficient deconstruction.

Ilustración 9. Proceso de BIM. Fuente: Autodesk

²⁰ [What Is BIM | Building Information Modelling | Autodesk](#)

Como referente conceptual nacional, en Colombia se cuenta con la **Estrategia Nacional BIM 2020 - 2026**²¹ que define BIM como:

Un proceso colaborativo a través del cual se crea, comparte y usa información estandarizada en un entorno digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

Finalmente, Colombia adoptó por medio de las **NTC-ISO 19650-1:2021**²² (una serie de estándares internacionales que se centran en la organización y digitalización de la información en edificaciones y obras de ingeniería civil), el siguiente significado de BIM:

El uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones.

Como conclusión, tenemos que BIM:

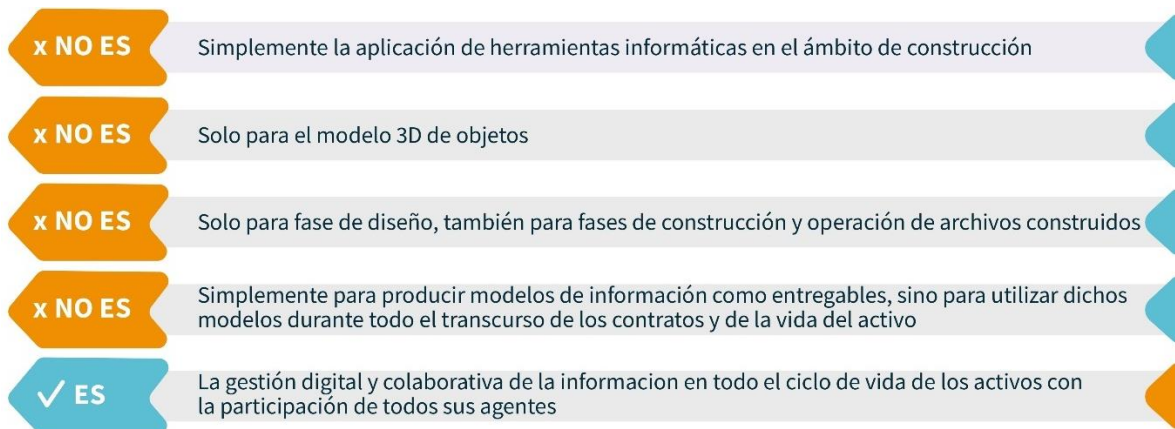


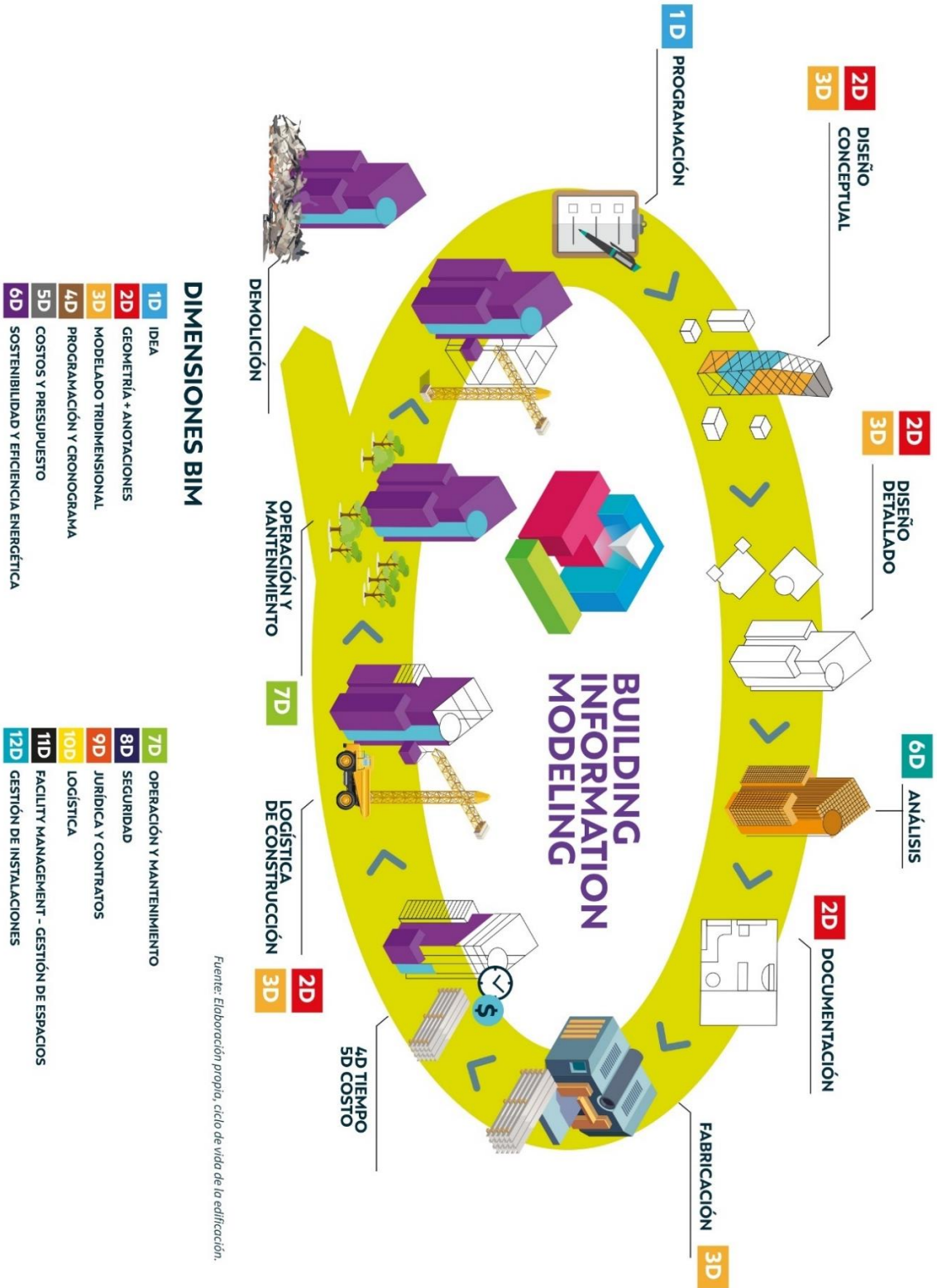
Ilustración 10. BIM No es

Fuente: Extraído de *Fundamentos BIM para la contratación Pública - Gobierno de España*

Y es precisamente ese **ciclo de vida de los activos** el que da paso a la definición de las fases y las dimensiones del BIM; si bien la organización buildingSMART International no utiliza una nomenclatura de dimensiones BIM que vaya más allá del 3D, 4D y 5D, que se relacionan con la geometría, el tiempo y los costos, las dimensiones del 1D al 12D como la sostenibilidad, la operación y mantenimiento, la seguridad, la gestión de activos, la logística y otras, son consideradas aplicaciones específicas o extensiones del BIM que pueden variar según las necesidades del proyecto o el país. A continuación, se describen las dimensiones del BIM que se conocen desde la 1D hasta la 12D:

²¹ [Inicio BIM | BIM \(minvivienda.gov.co\)](https://minvivienda.gov.co)

²² [BIM - UPIT](#)



Fuente: Elaboración propia, ciclo de vida de la edificación.

Ilustración 11. Ciclo de vida de la edificación.
Fuente: Anónimo

- **1D (Dimensión 1 - Idea):** se representa la geometría básica de los elementos del proyecto.
- **2D (Dimensión 2 - Geometría + Anotaciones):** agrega información a la geometría, como dimensiones y texto. Esto permite una representación más detallada de los planos, incluyendo anotaciones de medidas y notas explicativas.
- **3D (Dimensión 3 - Modelado Tridimensional):** representa el modelo tridimensional completo del proyecto. Esto permite una representación visual más precisa y detallada de los elementos del edificio, facilitando la visualización y el análisis.
- **4D (Dimensión 4 - Programación y Cronograma):** integra la variable tiempo al modelo BIM. Esto permite la programación y simulación de la construcción a lo largo del tiempo, lo que facilita la planificación y la gestión de plazos.
- **5D (Dimensión 5 - Costos y Presupuesto):** se incorporan los datos de costos dentro del modelo BIM. Esto permite la estimación precisa de los costos de construcción a medida que el proyecto avanza, lo que facilita la gestión financiera.
- **6D (Dimensión 6 - Sostenibilidad y Eficiencia Energética):** se centra en la sostenibilidad. Permite evaluar el impacto ambiental y la eficiencia energética de un proyecto a lo largo de su ciclo de vida, facilitando la toma de decisiones sostenibles.
- **7D (Dimensión 7 - Operación y Mantenimiento):** se enfoca en la gestión de activos y la fase de operación y mantenimiento del edificio. Facilita la incorporación de datos relacionados con la operación y el mantenimiento del edificio, incluyendo la programación de tareas de mantenimiento y la gestión de activos a largo plazo.
- **8D (Dimensión 8 - Seguridad):** La seguridad es fundamental en la construcción. La dimensión 8D permite la planificación y simulación de situaciones de seguridad, lo que contribuye a minimizar riesgos en el lugar de trabajo.
- **9D (Dimensión 9 - Jurídica y Contratos):** se enfoca en la documentación y los aspectos legales del proyecto. Facilita la gestión de contratos, licencias y cumplimiento de regulaciones.
- **10D (Dimensión 10 - Logística):** se relaciona con la logística de construcción. Permite la planificación y gestión de la cadena de suministro, el transporte de materiales y la gestión de recursos en el lugar de construcción.
- **11D (Dimensión 11 - Facility Management - Gestión de Espacios):** se refiere a la gestión del espacio interior, permitiendo el seguimiento de la utilización y asignación de espacios dentro del edificio.
- **12D (Dimensión 12 - Gestión de Instalaciones):** se enfoca en la gestión de instalaciones técnicas y sistemas en el edificio, como sistemas de climatización, electricidad y plomería. Facilita la planificación y el mantenimiento de estos sistemas.

Estas dimensiones del BIM representan una evolución completa en la gestión de proyectos de construcción, abarcando desde la concepción hasta la operación y mantenimiento de un edificio a lo largo de su ciclo de vida. Cada dimensión agrega valor al modelo y contribuye a una toma de decisiones más informada y eficiente en la industria de la construcción.

4. Estándares BIM

La normativa reconocida a nivel mundial, y la base a partir de la cual se desarrollaron las normas actuales sobre el BIM fue la serie **PAS 1192**²³ creada por British Standards Institution (BSI), el órgano encargado de producir estándares técnicos en el Reino Unido. Entre la serie de documentos que ha producido, se incluyen:

- BS1192 2007 + A2 2016. Estándar para producción colaborativa de información de arquitectura e ingeniería.
- PAS 1192-2:2013. Especificaciones para gestión de Información en el desarrollo de proyectos de construcción.
- PAS 1192-3:2014. Especificaciones para gestión de Información en la operación y mantenimiento.
- PAS 1192-5:2015. Especificaciones sobre seguridad en la gestión de información.

Los estándares incluyen requisitos para la implantación de BIM en los proyectos públicos como son:

- Requerimientos de Información del Cliente (EIR),
- Planes de Ejecución BIM (BEP),
- Formatos de intercambio para los modelos BIM,
- Funciones y Responsabilidades, y
- Protocolos y procesos.
- También se introduce el concepto de *Soft Landings* que conecta al cliente con las fases de diseño y construcción, favoreciendo la obtención de un modelo BIM acorde a las necesidades y requisitos de este.

De estos estándares británicos, cabe resaltar la creación de los “BIM Levels” o **Niveles BIM**, una escala para medir el grado de implementación de BIM en proyectos de construcción. El Reino Unido ha sido uno de los pioneros en iniciar y liderar la implantación de BIM para el diseño, construcción y operación de infraestructuras públicas. Los Niveles BIM son:

- **Nivel 0.** Carencia de colaboración entre las partes que conforman un proyecto constructivo, la salida y distribución de información es a través de papel o formatos electrónicos, o una mezcla de ambos.
- **Nivel 1.** Este nivel cuenta con una mezcla de 3D para el diseño del concepto, y 2D para elaborar la documentación para la aprobación reglamentaria. No hay colaboración entre diferentes disciplinas – cada uno publica y mantiene su propia documentación.

²³ [Reino Unido | Comisión Interministerial BIM \(mitma.es\)](http://Reino Unido | Comisión Interministerial BIM (mitma.es))

- **Nivel 2.** Trabajo colaborativo basado en modelos con intercambio de información completa y organizada. Los procesos se hacen de forma controlada y se aplican normas específicas en el desarrollo del proyecto. Trabajar a este nivel implica que la información del proyecto se comparta y sea accesible a todas las partes implicadas, con una estructura de datos determinada y un modelo BIM federado. Todas las partes utilizan sus propios modelos en 3D.
- **Nivel 3.** Orientado a la integración de datos abiertos, en un entorno cultural cooperativo. Se basa en estándares abiertos e interdisciplinarios y se toma como base una norma estandarizada internacional (ISO). A este nivel se establece una colaboración total y completa tanto en la planificación, el diseño, la construcción y el ciclo de vida de cualquier activo, ya sea obra nueva o reforma. Se trabaja con un único modelo BIM, así como los datos y la información, que se gestionan usando una sola fuente de datos.

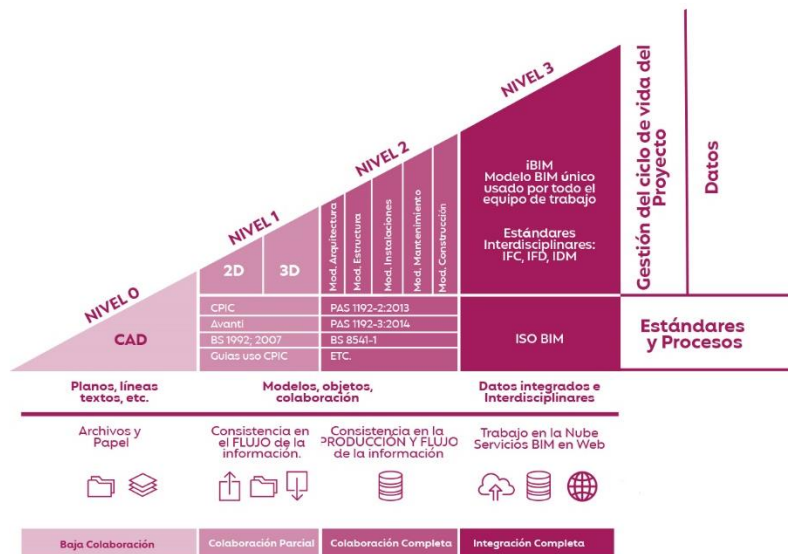


Ilustración 12. Niveles del BIM de Bew-Mervyn.

Fuente: Tomada y traducida de: McPartland, BIM Levels explained, 2014

Actualmente, en el Reino Unido es obligatorio el uso del BIM en proyectos públicos, esto se definió desde el 2016, se propusieron alcanzar como mínimo el denominado BIM Nivel 2 y posteriormente estuvieron trabajando en el denominado Nivel 3, que buscaba la interconectividad entre el diseño digital y el activo, apoyando el desarrollo de Smart Cities, Servicios y Redes. No obstante, hoy, los “BIM Levels” han quedado obsoletos, y lo que el gobierno británico busca alcanzar en el futuro cercano es lo que denominan el *National Digital Twin (NDT)*²⁴ o Gemelo Digital, que cuenta con los niveles 1 y 2 que ya han sido alcanzados por la industria británica, y con los niveles 3, 4 y 5 que son los que se proponen lograr.

²⁴ [National Digital Twin Programme | Centre for Digital Built Britain](#)

Los estándares británicos han sido la base para la creación del estándar internacional **ISO 19650**, adoptado a nivel mundial. Adoptadas en Colombia como las **NTC-ISO 19650**²⁵, una serie de normas que se centran en la organización y digitalización de la información en edificaciones y obras de ingeniería civil, incluyendo el Modelado de Información de Construcción (BIM, por sus siglas en inglés):

- **NTC-ISO 19650-1:2021:** Presenta los conceptos y principios para la gestión de la información en una etapa de madurez descrita como “Building Information Modeling (BIM). Proporciona recomendaciones para definir un marco de gestión de la información que incluye el intercambio, el registro, el control de versiones y la organización de todos los agentes. Se aplica a todo el ciclo de vida de cualquier activo construido, incluyendo la planificación estratégica, el diseño inicial, la ingeniería, la entrega, la documentación y la construcción, las operaciones diarias, el mantenimiento, la rehabilitación, la reparación y el final de la vida útil.
- **NTC-ISO 19650-2:2021:** Se centra en la fase de producción del activo. Detalla los procesos y criterios para tomar decisiones al ejecutar un intercambio de información para garantizar la calidad del modelo de información del proyecto resultante.
- **NTC-ISO 19650-3:2022:** Se dedica a la fase de operaciones y mantenimiento. Define conceptos importantes como la Gestión de Activos y la Operación y Mantenimiento de Activos (o Facility Management) como disciplinas independientes, con sus propias normas y metodologías.
- **NTC-ISO 19650-4:2022:** Se centra en el intercambio de información. Especifica el proceso detallado y los criterios para tomar decisiones al ejecutar un intercambio de información para garantizar la calidad del modelo de información del proyecto o del activo resultante.
- **NTC-ISO 19650-5:2021:** Especifica los principios y requisitos para la gestión de la información orientada a la seguridad en una etapa de madurez BIM. También se refiere a la gestión orientada a la seguridad de la información sensible que se obtiene, crea, procesa y almacena como parte o con relación a cualquier iniciativa, proyecto, activo, producto o servicio.

Estas normas pueden adaptarse a activos o proyectos de cualquier escala y complejidad para no obstaculizar la flexibilidad y versatilidad que caracterizan la amplia gama de posibles estrategias de selección y para cubrir el costo de implementación.

²⁵ [Resultados para: '19650' \(icontec.org\)](https://www.icontec.org/)

5. Estado del arte del BIM

5.1. En el mundo, América Latina y el Caribe²⁶

La Metodología BIM se ha expandido en los últimos años y un gran número de países han adoptado iniciativas para fomentar su uso en la industria de la construcción. A continuación, se presentan algunas de las principales iniciativas BIM en el mundo:

Reino Unido: Ha sido uno de los primeros países en liderar la implantación de BIM para el diseño, construcción y operación de infraestructuras públicas. Desde el 2016, el uso de BIM es obligatorio en proyectos públicos, su principal objetivo, el incremento de productividad del sector, reducción de costos a lo largo del ciclo de vida, mayor capacidad de internacionalización del sector, reducción de emisiones CO₂, e incremento de calidad de los activos.

Estados Unidos: La adopción de BIM ha sido impulsada por el gobierno federal. La General Services Administration (GSA) formuló el Programa Nacional 3D-4D-BIM en 2003, estableciendo una política que obliga a la adopción de BIM para todos los proyectos del Servicio de Edificios Públicos. Además, varias universidades y organizaciones privadas también están apoyando la adopción de estándares BIM.

Singapur: Ha lanzado una iniciativa llamada “Construcción productiva” que tiene como objetivo mejorar la productividad y la eficiencia del sector de la construcción mediante el uso de tecnologías avanzadas como BIM.

Brasil: El gobierno federal ha lanzado una iniciativa llamada “BIM Brasil” que tiene como objetivo fomentar la adopción de BIM en todo el país. La iniciativa incluye la creación de un comité nacional para coordinar y supervisar la implementación.

Chile: El gobierno ha lanzado una iniciativa llamada “Construye 2025” que tiene como objetivo mejorar la eficiencia y calidad del sector de la construcción mediante el uso de tecnologías avanzadas como BIM²⁷.

En países como **Noruega, Australia y Japón**, el gobierno estableció como objetivo que todos los proyectos públicos se realizarían utilizando BIM para 2020. Además, varias organizaciones privadas también están apoyando la adopción de estándares BIM. Estas son solo algunas iniciativas destacadas. Muchos otros países también están adoptando medidas similares para fomentar el uso de BIM en sus respectivas industrias de construcción.

²⁶ [BIM adoption around the world: Initiatives by major nations \(geospatialworld.net\)](https://www.geospatialworld.net/news/bim-adoption-around-the-world-initiatives-by-major-nations)

²⁷ [¿In Which Countries Is BIM Mandatory for Public Projects? | ArchDaily](https://www.archdaily.com/911111/in-which-countries-is-bim-mandatory-for-public-projects/)

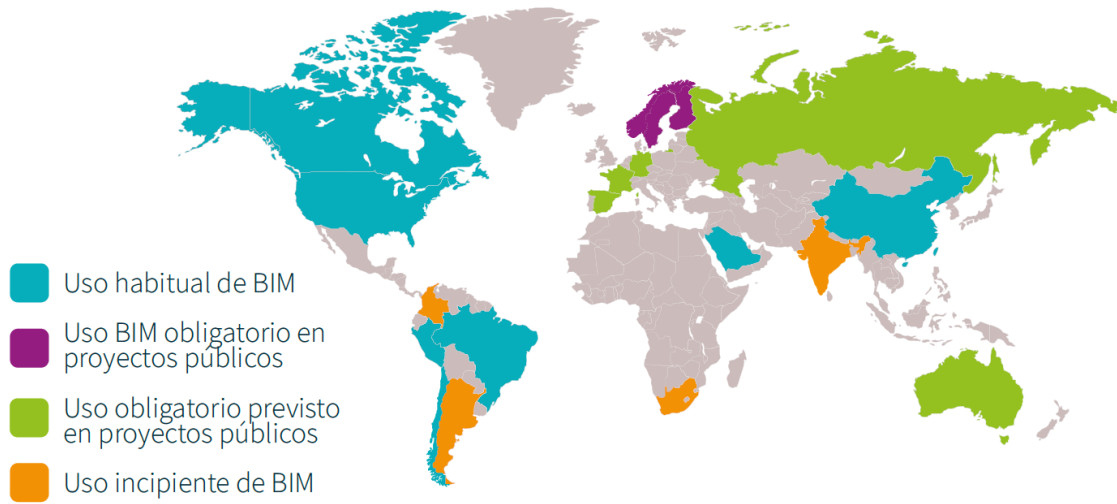


Ilustración 13. Uso de BIM en el mundo, Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020

La **Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020**²⁸, realizada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Grupo Específico de Trabajo BIM Fórum Latam de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC), ofrece varias conclusiones sobre la situación actual del BIM en Latinoamérica. Entre las principales se destacan:

- El 93% de las iniciativas BIM son impulsadas por el sector privado y el 60% por el sector público.
- Aún existen desafíos en cuanto a la capacitación y formación de los profesionales, la estandarización y la interoperabilidad de los sistemas.
- Los costos de las inversiones necesarias a la hora de implementar BIM fueron el factor más frecuentemente señalado a la hora de identificar las barreras de adopción.
- La colaboración entre los sectores público y privado es clave para impulsar la implementación de BIM en la construcción.
- La creación de normativas y políticas públicas que promuevan la implementación de BIM es un factor importante para su adopción. (Lacaze, 2020)

Existen actores clave que desempeñan un papel fundamental en su avance y desarrollo, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Plan BIM Chile, BIM Forum Brasil, la **Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos**²⁹ y BIM Forum LATAM. Estas organizaciones trabajan en conjunto para aprovechar los recursos compartidos y unir esfuerzos en la región.

²⁸ Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020 [Microsoft Power BI](#)

²⁹ [BIM – Red de Gobiernos Latinoamericanos \(redbimgoblatam.com\)](#)

5.2. En Colombia

Ampliando la perspectiva anterior, la Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020 resalta que Colombia exhibe un desempeño destacado en diversas métricas asociadas a la adopción de BIM en su territorio. Estos logros incluyen:

- Colombia es el país en el que más se privilegia el conocimiento en BIM a la hora de contratar, lo que sugiere que la experiencia en BIM puede ser un factor importante para las empresas que buscan trabajar en proyectos de construcción en el país.
- Colombia es uno de los países con mayor porcentaje de empresas que utilizan BIM en proyectos de infraestructura, con un 47% de las empresas encuestadas que reportaron haber utilizado BIM en proyectos de este tipo.
- En Colombia, la principal motivación para adoptar BIM es la mejora en la calidad de los proyectos, seguida por la mejora en la eficiencia y la reducción de costos.

La cadena de valor de la construcción en Colombia involucra a una amplia gama de actores que desempeñan roles específicos en la planificación, diseño, construcción y gestión de proyectos. Cada uno de estos actores enfrenta desafíos y oportunidades en el contexto de la transformación digital. Aquí se describen los actores principales y sus retos frente a la digitalización:

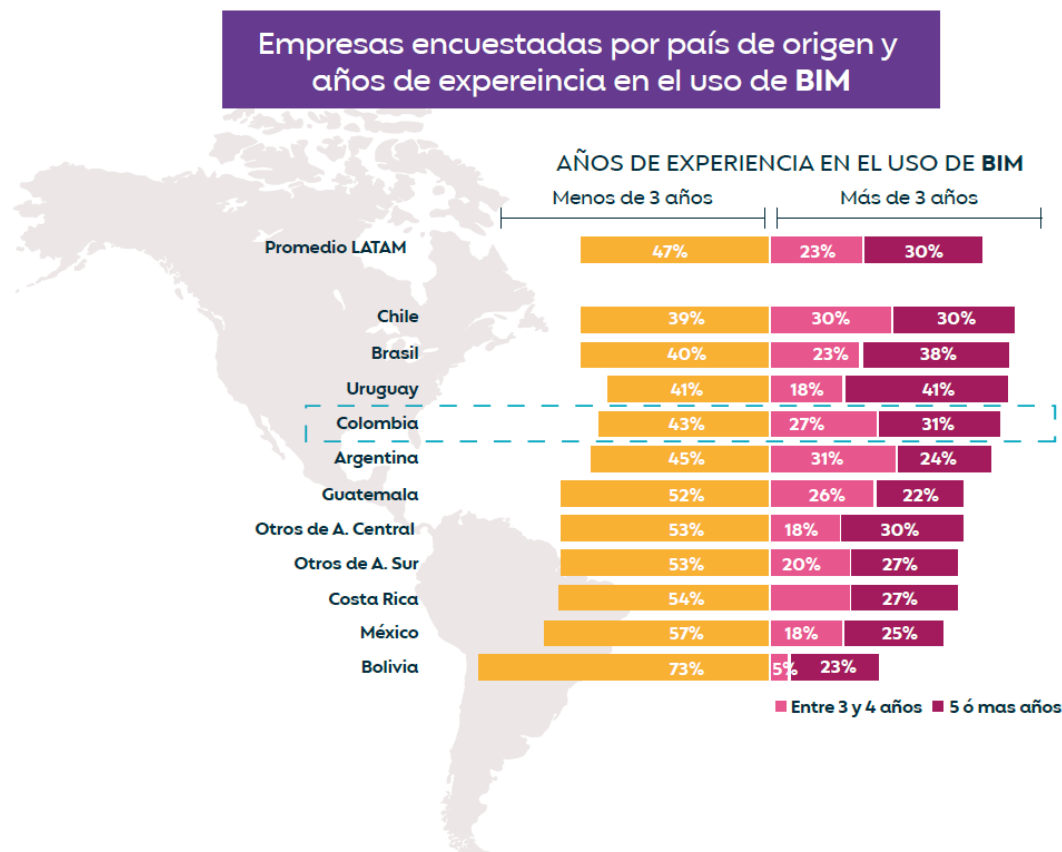


Ilustración 14. Años de experiencia en el Uso de BIM, Encuesta BIM LATAM y el Caribe 2020

Promotores o Desarrolladores Inmobiliarios: Estos son los agentes que financian y dirigen el desarrollo de proyectos de construcción. Pueden ser empresas o individuos que adquieren terrenos, diseñan proyectos y gestionan la inversión para llevar a cabo la construcción de edificios o infraestructuras. El reto es adoptar tecnologías digitales para mejorar la gestión de proyectos y la toma de decisiones. La digitalización puede ayudar en la optimización de procesos de adquisición de terrenos, análisis de mercado y planificación de proyectos.

Arquitectos y Diseñadores: Son responsables de la creación de los planos, diseños y especificaciones de los proyectos de construcción. Su trabajo implica la conceptualización de los espacios, la funcionalidad y la estética de las estructuras. Estos profesionales deben adaptarse a herramientas de modelado 3D, como el BIM, que permiten una colaboración más efectiva y un diseño más eficiente. El reto es capacitarse en estas tecnologías y fomentar su adopción en toda la industria.

Ingenieros: Desempeñan un papel fundamental en la ingeniería estructural, hidráulica, eléctrica, entre otras, y en la gestión de proyectos de construcción. Se encargan de garantizar la seguridad, la estabilidad de las edificaciones y la infraestructura. Los ingenieros deben aprovechar la digitalización para la planificación y simulación de proyectos, la gestión de recursos, y el monitoreo de la seguridad en las obras. La capacitación en software de simulación y análisis es crucial.

Contratistas: Son responsables de la construcción física de los proyectos. Organizan la mano de obra, la logística y la gestión de la construcción, asegurando que se cumplan los plazos y presupuestos establecidos. Se enfrentan al desafío de integrar tecnologías digitales en la gestión de proyectos, incluyendo la programación y seguimiento de obras, gestión de costos y la coordinación con subcontratistas. La digitalización puede mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos.

Subcontratistas y Proveedores: Estos actores proveen servicios especializados y materiales necesarios para la construcción. Esto puede incluir electricistas, fontaneros, fabricantes de materiales de construcción, entre otros. Deben adaptarse a la digitalización en la cadena de suministro, incorporando sistemas de gestión de inventario y automatización en la producción de materiales y servicios.

Trabajadores de la Construcción: Son la fuerza laboral que realiza el trabajo físico en el sitio de construcción. Esto incluye albañiles, obreros, carpinteros, y otros profesionales especializados en la construcción. La capacitación en el uso de tecnologías digitales, como dispositivos de realidad aumentada y aplicaciones móviles, es esencial para mejorar la eficiencia y la seguridad en el trabajo.

Gestores de Proyecto y Supervisores de Obra: Estos profesionales se encargan de coordinar y supervisar el desarrollo del proyecto. Su función es garantizar que se sigan los planes, se cumplan los estándares de calidad y se gestionen los recursos adecuadamente. Deben adoptar soluciones de gestión de proyectos y colaboración en línea para coordinar equipos y garantizar que los proyectos se ejecuten de manera eficiente.

Entidades Reguladoras y de Control: Las entidades gubernamentales a nivel local y nacional desempeñan un papel importante en la aprobación de permisos, regulaciones y el cumplimiento de normativas de seguridad y calidad en la construcción. Deben fomentar la adopción de estándares BIM y la digitalización de los procesos de permisos y regulaciones para mejorar la eficiencia y la transparencia en la industria.

Clientes y Usuarios Finales: Los clientes son quienes encargan y financian los proyectos de construcción, ya sean viviendas, edificios comerciales, infraestructura pública o privada. Los usuarios finales son aquellos que finalmente utilizan o se benefician de las edificaciones o infraestructuras terminadas. Estos actores pueden beneficiarse de la digitalización en la gestión de activos y mantenimiento de las construcciones. La implementación de tecnologías de monitoreo y mantenimiento predictivo puede mejorar la durabilidad y el rendimiento de las edificaciones.

Consultores y Firmas de Ingeniería y Arquitectura: Estas firmas brindan servicios de consultoría en diseño, ingeniería y gestión de proyectos a lo largo de todo el ciclo de vida de la construcción. Deben liderar la adopción de tecnologías digitales y promover su uso en la industria, además de capacitar a su personal en herramientas y metodologías digitales.

La colaboración efectiva entre todos estos actores es crucial para el éxito de los proyectos de construcción en Colombia, y cada uno desempeña un papel específico en la creación y entrega de obras que cumplen con los estándares de calidad y seguridad requeridos en la industria de la construcción.

La digitalización en la construcción en Colombia ofrece oportunidades para mejorar la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad de los proyectos, pero implica retos en términos de capacitación, inversión en tecnología y adaptación de procesos. La sinergia entre todos los actores de la cadena de valor es esencial para superar estos desafíos y aprovechar al máximo los beneficios de la transformación digital en la industria de la construcción³⁰.

³⁰ [Camacol](#) | [Cámara Colombiana de la Construcción](#) | [Home Minvivienda](#) | [Minvivienda](#) | [IngenieríaSCI](#)

Colombia, una nación rica en diversidad geográfica y cultural, ha estado viviendo una transformación significativa en su sector de la construcción en los últimos años gracias a la adopción del Building Information Modeling (BIM). Esta metodología, que se ha consolidado como una poderosa herramienta en la industria de la construcción a nivel mundial, ha encontrado en Colombia un terreno fértil para su desarrollo y crecimiento.

Desde la introducción en territorio colombiano hasta el día de hoy, el BIM ha experimentado una adopción ascendente que ha permeado no sólo a los grandes proyectos urbanos sino también a las iniciativas regionales y locales.

Aunque el presente y el futuro del BIM en Colombia no está del todo documentado, hoy, a partir de las empresas que han implementado esta metodología se puede proporcionar una visión integral de cómo ésta ha sido abrazada en diferentes sectores, desde la arquitectura y la ingeniería hasta la gestión pública y la formación académica.

Más allá de ser una herramienta tecnológica, el BIM representa una revolución en la forma en que se conciben y ejecutan los proyectos de construcción en Colombia. Es un catalizador de la colaboración, la transparencia y la toma de decisiones informadas, factores cruciales en un país que busca el desarrollo sostenible y la competitividad global en el sector de la edificación.

Actualmente, Colombia cuenta con la **Estrategia Nacional BIM³¹**, un ambicioso plan de acción que tiene como objetivo principal impulsar la adopción del Building Information Modeling (BIM) en el país. Esta estrategia, lanzada en el 2017, se basa en una serie de políticas, lineamientos y acciones específicas diseñadas para fomentar la implementación y el uso efectivo del BIM en los proyectos de construcción en Colombia. Así mismo, pretende impulsar la transformación digital, y establece como visión nacional la “Transformación digital del sector de la construcción para un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor productividad”.

Los aspectos clave de la Estrategia Nacional BIM en Colombia incluyen:

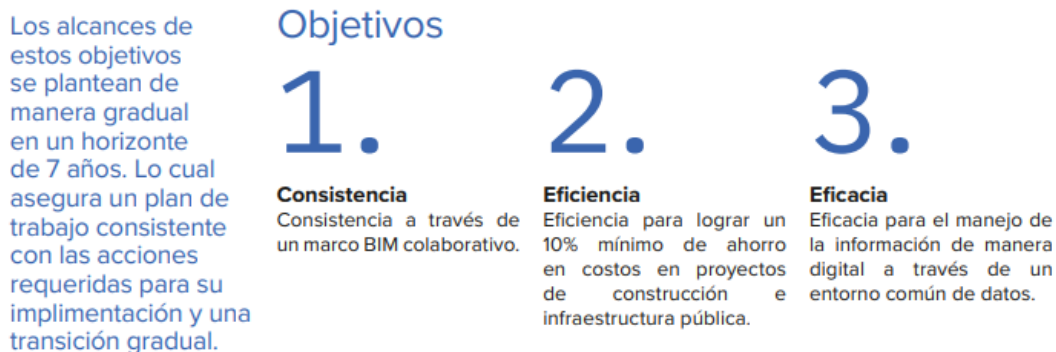


Ilustración 15. Aspectos clave, Estrategia Nacional BIM

³¹ [Inicio BIM | Minvivienda](#)

La Estrategia Nacional BIM en Colombia busca mejorar la eficiencia y la calidad en la industria de la construcción, reducir costos y tiempos de ejecución, y promover la sostenibilidad en los proyectos. Además, se espera que esta estrategia impulse la competitividad de Colombia en el ámbito internacional al alinear sus prácticas de construcción con los estándares globales. Los siguientes son los pilares fundamentales de la estrategia:

Desarrollo de capacidades

- Fortalecer el capital humano.
- Adaptación de plan de estudios.

Liderazgo Público

- Liderar implementación de la estrategia.
- Evolucionar hacia nuevas tendencias.
- Mantener cohesión público-privado.

Comunicaciones y comunidades

- Socializar estrategia.
- Posicionar estrategia.
- Promover redes de colaboración.

Marco colaborativo

- Adoptar estándares.
- Desarrollar guías técnicas.
- Desarrollar plantillas técnicas.

Según la Estrategia Nacional BIM, así será la implementación progresiva de esta metodología en proyectos de construcción públicos:

2022: entre 10 % y 25 %

2023: entre 35 % y 50 %

2024: entre 60 % y 75 %

2025: entre 85 % y 100 %

2026: mandato BIM a nivel nacional³²

³² [Transformación digital en sector de la construcción y sus innovaciones \(semana.com\)](https://www.semana.com)

Para lograr cumplir esta visión, las entidades públicas deben comprometerse en la publicación de requerimientos para la construcción de las obras públicas usando metodología BIM, ya que desde allí se lograría dinamizar el mercado y más empresas tomarían como punto de partida la transformación digital en sus proyectos.

Por otro lado, **CAMACOL Nacional** cuenta con una iniciativa de transformación digital que propende por una mejor productividad con el uso de nuevas tecnologías. En donde presenta a su vez las siguientes iniciativas:

Escanea este QR para mayor información sobre la colección de documentos (guías, plantillas, estándares y matrices) para una correcta y exitosa implementación del BIM

ENCUENTRO
BIM
2023

RUTA BIM

CONEXIÓN BIM
CON EL PÚBLICO

BIM FORUM COLOMBIA

ECOSISTEMA
BIM

Estrategia Nacional BIM
2020-2026

Ilustración 16. Iniciativas transformación digital CAMACOL Nacional

1. BIM FORUM COLOMBIA³³

Es la plataforma de articulación de actores y gestión del conocimiento, en torno a la digitalización del sector de la construcción, para el incremento de la productividad en las empresas y de la competitividad de la actividad edificadora en Colombia.

Objetivo: Promover la transformación digital del sector de la construcción en Colombia.

Misión: Desarrollar una agenda estratégica para la implementación de todos los actores de la cadena de valor de la construcción.

Visión: Convertirse en 2025 en el referente nacional y autoridad técnica en el uso BIM en Colombia.

³³ [BIM Forum Colombia - Camacol](#)

Ejes de trabajo

- Brindar herramientas de adopción BIM a las organizaciones y al sector constructor y su cadena de valor.
- Apoyar el marco de formación y la generación de las competencias técnicas que se requieren para adoptar estas metodologías.
- Respalda la política BIM en el desarrollo de la estrategia de adopción en Colombia.

Herramientas

BIM KIT³⁴: Es una recopilación de documentos que acompañan el paso a paso que deben seguir las empresas para tener una implementación de BIM exitosa que articula a todos los actores de BIM en un mismo lenguaje, nivelando el conocimiento a través de documentos técnicos.

Catálogo Digital³⁵: Directorio de empresas y profesionales, miembros del BIM Forum Colombia, que prestan servicios usando BIM.

2. RUTA BIM³⁶

Es una herramienta de conocimiento cuyo objetivo es identificar el desarrollo de la metodología BIM en las organizaciones o equipos de proyecto y se basa en las investigaciones publicadas por el Dr. Bilal Succar³⁷, investigador independiente y fundador de BIMe Initiative.

Ruta BIM está pensada para todas las empresas de la cadena de valor de la construcción que tienen un proceso de implementación BIM en curso, o que planean implementar la metodología al interior de su organización.

Esta herramienta debe ser diligenciada por la persona encargada de dirigir los procesos de implementación en la organización quien debe tener conocimientos de los procesos y la cultura organizacional.

Actualmente la página cuenta con una **Evaluación de implementación ruta BIM**, basada en la Matriz de Madurez BIM creada por el Dr. Bilal Succar que se presenta en el (Anexo 1).

3. ECOSISTEMA BIM³⁸

El Ecosistema BIM engloba los espacios de difusión e iniciativas promovidas por el BIM Forum Colombia como propuestas que contribuyen al uso de la metodología por parte de los actores a través de la cadena de valor del sector constructor en Colombia.

Entre estas propuestas de difusión, destacan los Premios Excelencia BIM; son un reconocimiento que identifica, comparte y exalta experiencias exitosas en la adopción de BIM para mejorar la productividad empresarial como parte del proceso de transformación digital del sector constructor. Tiene como objetivo fomentar el uso de la metodología en los diferentes proyectos del sector constructor en Colombia.

³⁴ [BIM KIT - Camacol](#)

³⁵ [Catálogo digital - Camacol](#)

³⁶ [Ruta BIM - Camacol](#)

³⁷ [Bilal Succar | Independent Researcher - Academia.edu](#)

³⁸ [Ecosistema BIM - Camacol](#)

En 2023 se lanza la 4ta edición con sus 4 segmentos de participación tradicionales y 8 posibles ganadores, sumando el apoyo de ZIGURAT Institute of technology como patrocinador oficial y aliado de Camacol.

4. CONEXIÓN BIM³⁹

Uno de los principales problemas para Camacol es la formación de mano de obra, pues la creación de capacidades es ampliamente aceptada como camino explícito para el aumento del valor agregado por hora de los trabajadores, así como una condición habilitante para la sofisticación de los procesos productivos del sector. Para ello se crea este capítulo de Webinar, en donde toda la comunidad puede acceder activamente y estar constantemente actualizado de los diferentes sucesos alrededor de BIM en Colombia.

Por otro lado, Camacol y el BIM Forum Colombia anualmente (desde el 2018) realizan el **ENCUENTRO BIMCO⁴⁰**, un evento académico en torno al aprendizaje y discusión sobre la transformación digital del sector constructor que reúne a expertos y profesionales de la industria.



Ilustración 17. Pieza gráfica, Encuentro BIMCO 2023

Este año (2023) se celebró su 6ta edición - *Construcción 4.0: Digitalizando el futuro del sector* – en donde se trató la importancia de esta transformación para impulsar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad.



Ilustración 18. Ejes temáticos, Encuentro BIMCO 2023

³⁹ [Conexión BIM con el público - Camacol](#)

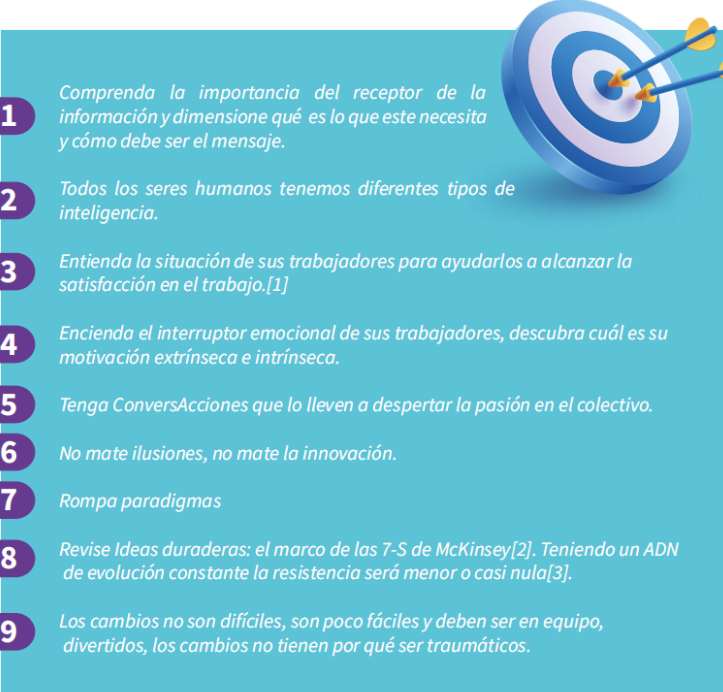
⁴⁰ [Encuentro BIMCO 2023 - Camacol](#)

Ciudades inteligentes, tecnologías 4.0, productividad y capacidades humanas, son los cuatro ejes temáticos con los que se busca impulsar un cambio positivo en la industria de la construcción, aprovechando al máximo el potencial de la digitalización.

Una **Ciudad Inteligente**, se caracteriza por ser una ciudad con una visión propia de sí misma para dar solución a sus problemas (el desarrollo sostenible, la infraestructura, el medio ambiente, la transformación digital, la movilidad inteligente, la economía circular, entre otros), centrándose en generar valor y mejora en la calidad de vida de la ciudadanía. Hoy existen herramientas⁴¹ para desarrollar “Smart Cities”⁴², por medio de las cuales se podrá definir una hoja de ruta para que las entidades territoriales avancen en su transformación digital territorial. Teniendo en cuenta este primer paso y el diagnóstico generado, posteriormente se podrán revisar las necesidades particulares y los focos de atención en cada ciudad.

Acotado lo anterior, desde el Encuentro BIMCO 2023, y a partir de la conferencia realizada por Sandra Vibiana Cardona Lenis, directora de Comunicaciones CAMACOL, se extrajeron las siguientes premisas, aportes y conclusiones para el presente Bien Público, además de recomendaciones que se esperan sean tenidas en cuenta por los diferentes actores de la cadena de valor de la construcción en el Departamento de Caldas.

Definitivamente la mejor práctica será no querer combatir la resistencia al cambio, sino más bien evitarla, teniendo en cuenta que justamente el miedo aparece cuando algo es impuesto, así pues, la gestión deberá ser frente a **la evolución y/o la transformación**.



- 1 *Comprenda la importancia del receptor de la información y dimensione qué es lo que este necesita y cómo debe ser el mensaje.*
- 2 *Todos los seres humanos tenemos diferentes tipos de inteligencia.*
- 3 *Entienda la situación de sus trabajadores para ayudarlos a alcanzar la satisfacción en el trabajo.[1]*
- 4 *Encienda el interruptor emocional de sus trabajadores, descubra cuál es su motivación extrínseca e intrínseca.*
- 5 *Tenga ConversAcciones que lo lleven a despertar la pasión en el colectivo.*
- 6 *No mate ilusiones, no mate la innovación.*
- 7 *Rompa paradigmas*
- 8 *Revise Ideas duraderas: el marco de las 7-S de McKinsey[2]. Teniendo un ADN de evolución constante la resistencia será menor o casi nula[3].*
- 9 *Los cambios no son difíciles, son poco fáciles y deben ser en equipo, divertidos, los cambios no tienen por qué ser traumáticos.*

Ilustración 19. Gestión del cambio, Encuentro BIMCO 2023

⁴¹ [Temática \(dnp.gov.co\)](https://dnp.gov.co)

⁴² [Ciudades y Territorios Inteligentes \(mintic.gov.co\)](https://mintic.gov.co)



Finalmente, el Estado actual del BIM en Colombia, se materializa con los resultados de la **Encuesta Nacional BIM⁴³**, una iniciativa que tiene como objetivo evaluar cómo se ha implementado la metodología Building Information Modeling (BIM) en las empresas del sector constructor en Colombia. El cuestionario tuvo como foco el sector público y privado (organizaciones, proveedores, consultores y universidades, entre otros).

Agradecemos a CAMACOL NACIONAL y al BIM FORUM Colombia, por poner a disposición los resultados y permitir conocer de primera mano los resultados en nuestro Departamento.

Esta encuesta obtuvo 643 resultados, abarcando en total 25 departamentos. A continuación, se presentan los resultados más relevantes expuestos por el presidente ejecutivo de CAMACOL Guillermo Herrera en el Encuentro BIMCO 2023:

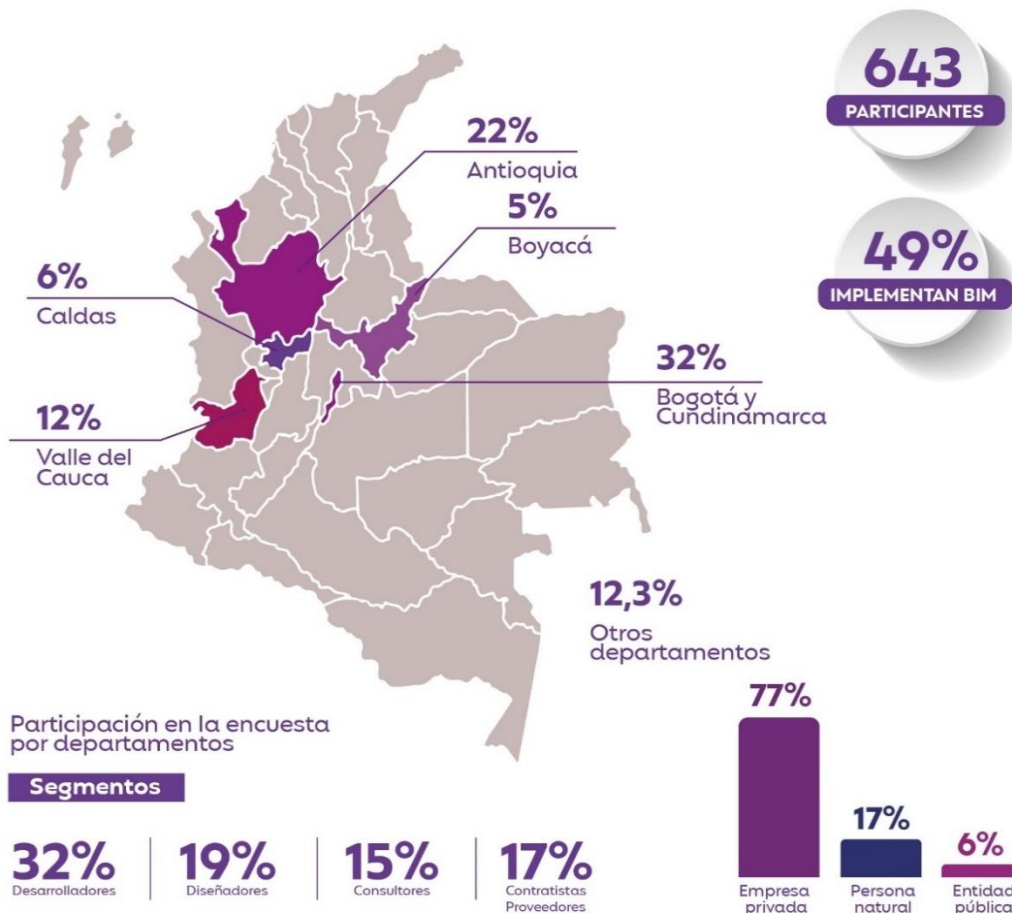


Ilustración 20. Participación por Departamentos, Encuesta Nacional BIM 2023

⁴³ [ENCUESTA NACIONAL BIM 2023 | Camacol - Cámara Colombiana de la Construcción](#)

De las empresas que implementan BIM en Colombia (49%), el 22% corresponde a empresas grandes y medianas, y el 28% a pequeñas y microempresas, lo que evidencia la necesidad de crear planes de adopción de esta tecnología para Pymes.

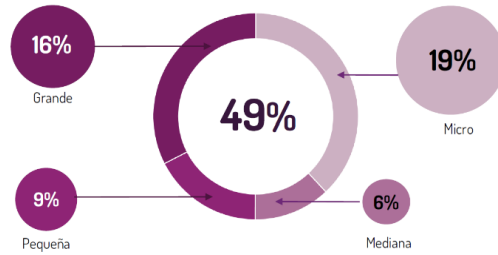


Ilustración 21. Distribución por tipo de empresa, Encuesta Nacional BIM 2023

La pandemia de COVID-19, aceleró la necesidad de adoptar rápidamente soluciones digitales en el sector de la construcción. Esto se evidencia en el tiempo de madurez de implementación BIM, un 66% de las empresas empezaron a utilizar BIM hace 3 años o menos.

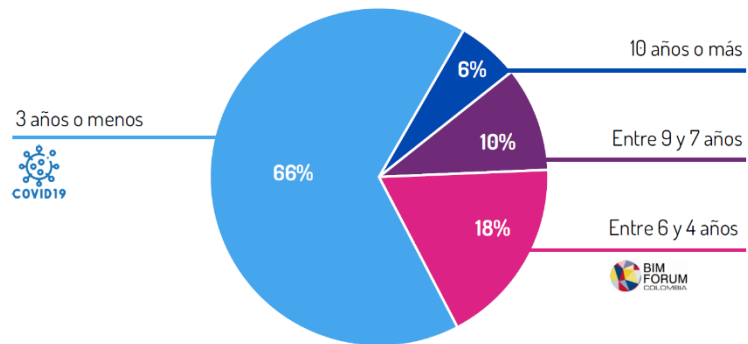


Ilustración 22. Tiempo de implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

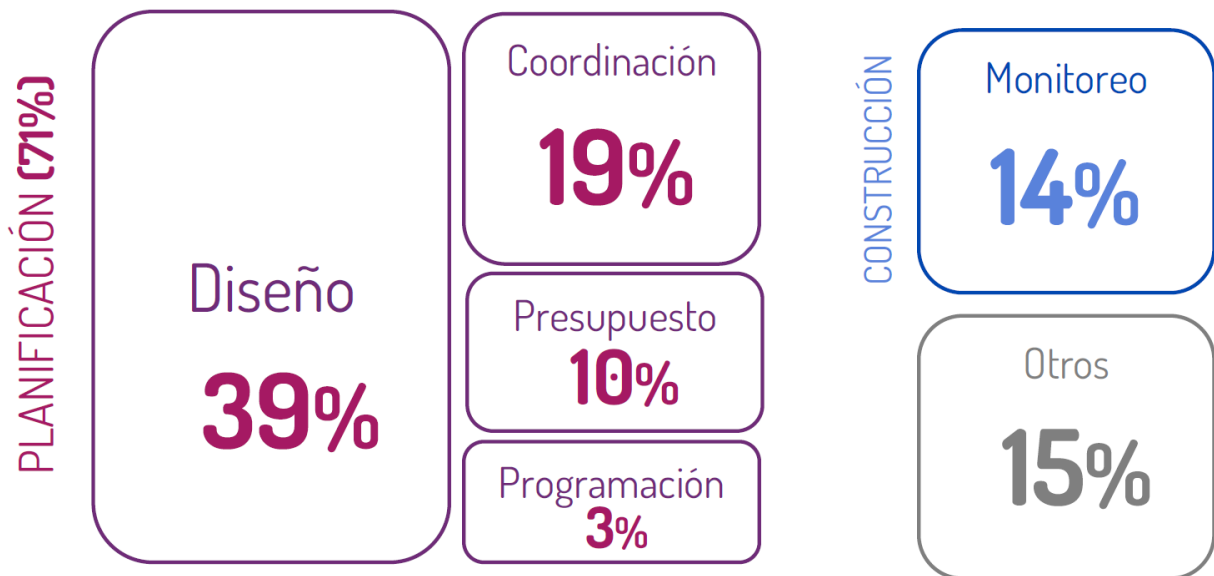


Ilustración 23. Categorías de implementación, Encuesta Nacional BIM 2023

Se evidencia que los procesos en los que más se implementa BIM en el país son en la etapa de planificación y estructuración de proyectos con un 71%; de este porcentaje, el proceso de diseño se lleva el protagonismo, ya que justamente los primeros en aplicar estas metodologías han sido los especialistas y diseñadores de disciplinas como arquitectura, estructura, eléctrica e hidráulica. Hoy, existe una gran ventana de trabajo para alcanzar estos niveles en la etapa constructiva.

En Colombia, el sector privado es quien lleva una ventaja considerable en la implementación del BIM frente al sector público, razón por la cual, es urgente proponer estándares aplicables a licitaciones por ejemplo, en donde se garantice la construcción de proyectos públicos y se obtengan beneficios y ahorros con esta metodología.

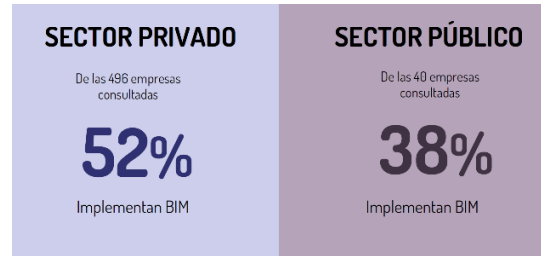


Ilustración 24. Implementación por sector, Encuesta Nacional BIM 2023

Los siguientes son los **beneficios** asociados a la metodología BIM que encuentran las empresas encuestadas:



Ilustración 25. Beneficios asociados a la Metodología BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

Por otro lado, las principales **barreras** que impactan la adopción de la metodología BIM en el sector son:

1. Estándares
2. Formación laboral
3. Costos asociados a la tecnología específica

En cuanto a los **estándares** que siguen las empresas para la gestión y desarrollo de proyectos BIM, de las **318 que implementan la metodología** estos fueron los resultados:

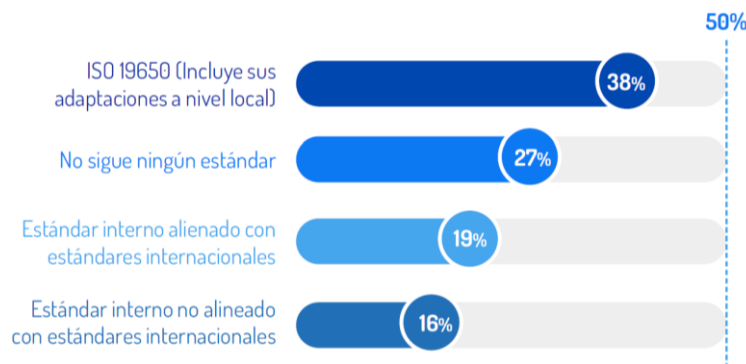


Ilustración 26. Estándares implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

47% de las capacitaciones son desarrolladas *In-house*

35% de las organizaciones invierten más del **6%** de sus ingresos en **I+D**

En términos de contratos, casi la mitad de las empresas encuestadas cuentan con un marco contractual BIM estandarizado.

Respecto a la **formación laboral**, en la mitad de las empresas encuestadas, al menos 1 de cada 5 trabajadores está capacitado en procesos BIM.

Precio promedio de **paquete de software** asociado a **BIM** por una estación de trabajo

\$4,300 USD / año

Para los **costos asociados a las tecnologías específicas** es fundamental fomentar la implementación de procesos de **Open BIM**, respaldando estándares que impulsen la competitividad del gremio para impulsar la adopción de esta metodología en la industria de la construcción.

Las siguientes son las conclusiones y principales acciones que se deben emprender en el sector para avanzar hacia la implementación de la Metodología BIM. Comenzando en primera medida por la articulación de los actores:



Ilustración 27. Actores clave implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

Gobierno: Creación de políticas públicas, revisión del marco normativo e incentivos que impulsen la transformación digital, garantizando la conectividad en todo el territorio (MINTIC).

Gremio: Fortalecimiento de estándares técnicos y promoción de competencias en todos los niveles organizacionales.

Empresas: Inversión en innovación, adopción de nuevas tecnologías y la capacitación del personal

Academia: Fortalecimiento de los programas actuales y creación de nuevos a partir de lo identificado en el Catálogo Nacional de Cualificaciones.

5.3. En Caldas

La Encuesta Nacional BIM obtuvo 643 resultados en todo Colombia, abarcando en total 25 departamentos. De estos resultados, el 6% fue del Departamento de Caldas, con 38 respuestas, específicamente el 82% de empresas privadas, el 10% entidades públicas y el 8% restante personas naturales.

Agradecemos a CAMACOL NACIONAL y al BIM FORUM Colombia, por poner a disposición los resultados y permitir conocer de primera mano los resultados en nuestro Departamento.

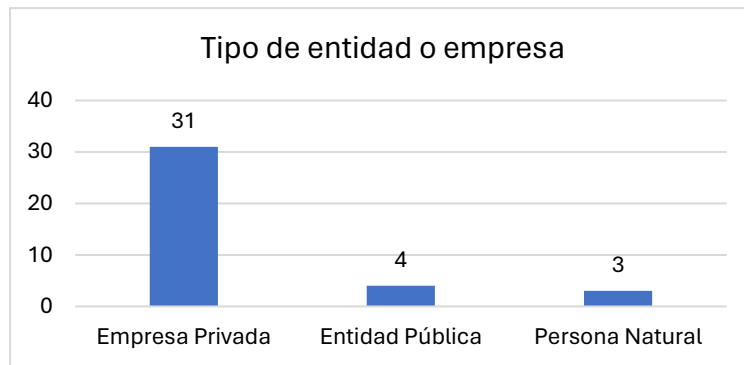


Ilustración 28. Tipo de entidad o empresa, Encuesta Nacional BIM 2023



Ilustración 29. Implementación BIM en las organizaciones, Encuesta Nacional BIM 2023

En Caldas hay un notable crecimiento en el conocimiento sobre BIM, aproximadamente un 89% de empresas y entidades manifiestan que tienen el conocimiento sobre procesos BIM, no obstante, de este porcentaje, sólo la mitad los implementan. Y de esta mitad aproximadamente el 63% lo hace desde hace más de 3 años.

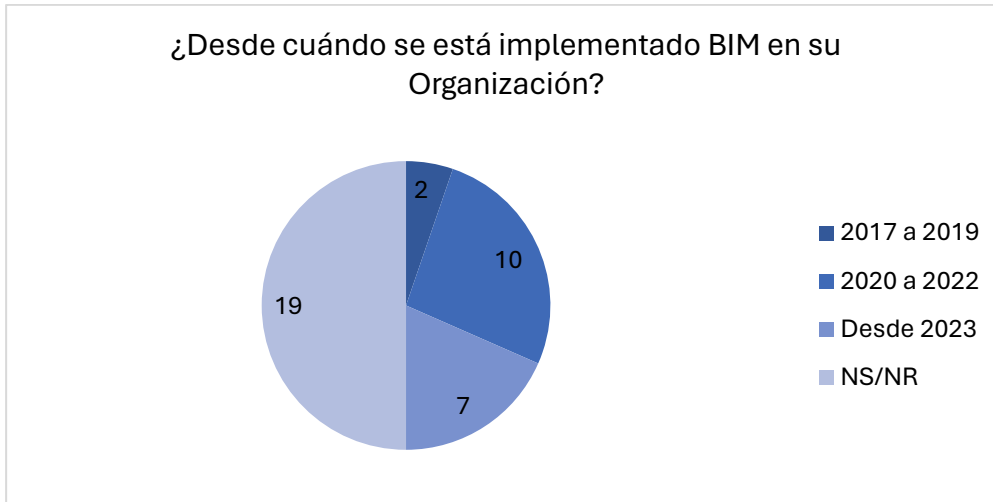


Ilustración 30. Tiempo de implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

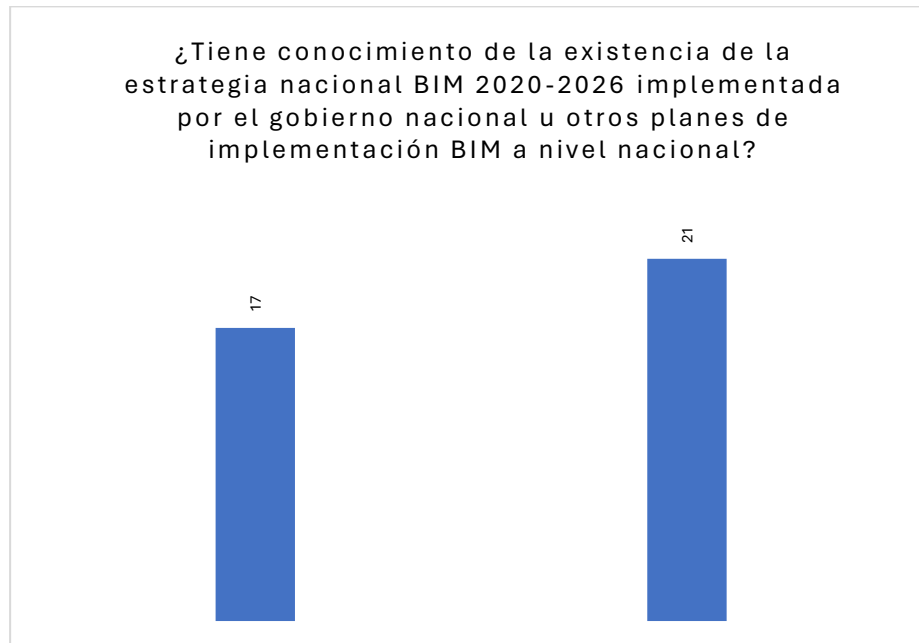


Ilustración 31. ¿Conoce la Estrategia Nacional BIM?, Encuesta Nacional BIM 2023

En Caldas hay un desconocimiento evidente de las estrategias a nivel nacional y de las actividades que se quieren lograr a corto, mediano y largo plazo para lograr la implementación del BIM, casi la mitad de los encuestados manifestaron que no conocen la Estrategia Nacional BIM (2020-2026), razón por la cual se debe generar mayor difusión y capacitación, especialmente al sector público, para quienes se enfoca esta estrategia.

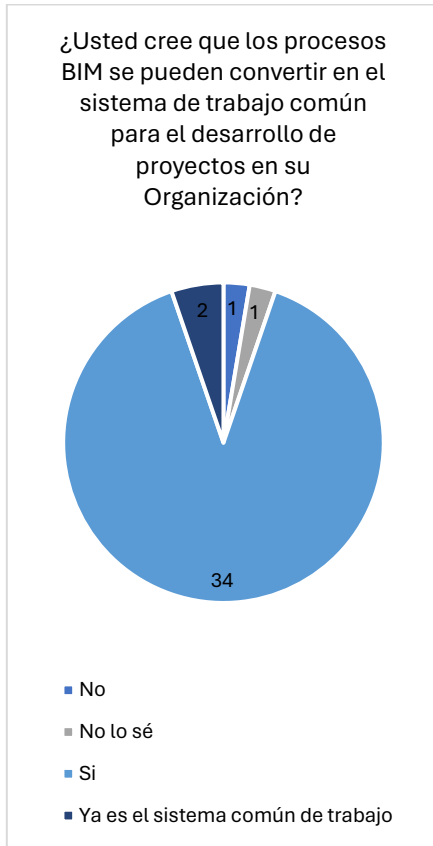


Ilustración 34. BIM como sistema común de trabajo, Encuesta Nacional BIM 2023

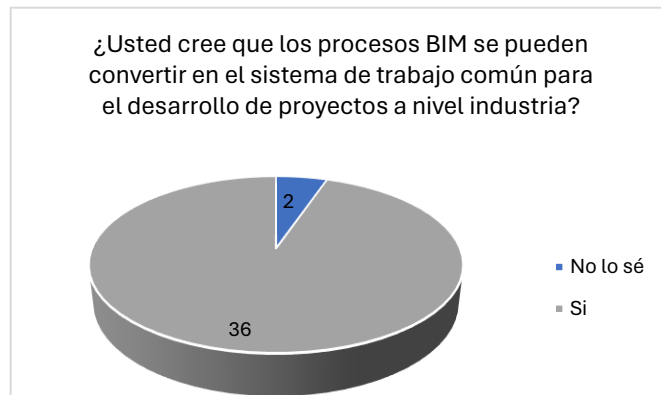


Ilustración 32. BIM como sistema común de trabajo industria, Encuesta Nacional BIM 2023

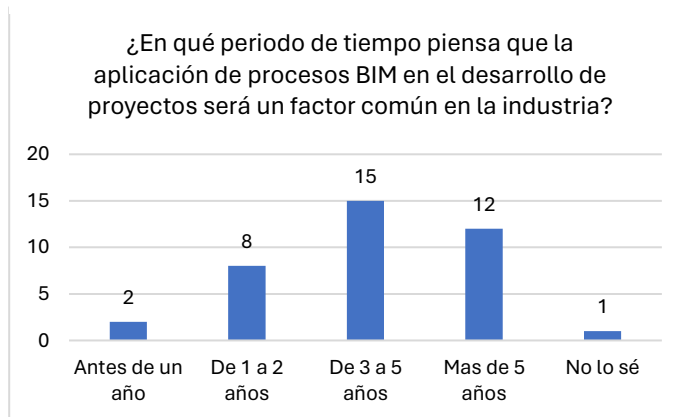


Ilustración 33. BIM para la industria, Encuesta Nacional BIM 2023

De las empresas, entidades y organizaciones en Caldas que diligenciaron la encuesta, el 90% ven en BIM como la posibilidad de convertirse en el sistema de trabajo común y específicamente a nivel industrial el 94% estuvo de acuerdo con esta afirmación.

En adición a lo anterior, el 65% de los encuestados considera que la aplicación de procesos BIM en el desarrollo de proyectos será un factor común en la industria en menos de 5 años, el 32% considera que será en más de 5 años y un 3% no lo sabe.

El 97% de los encuestados considera algo o muy relevante la implementación de procesos BIM para el desarrollo del trabajo de su organización.

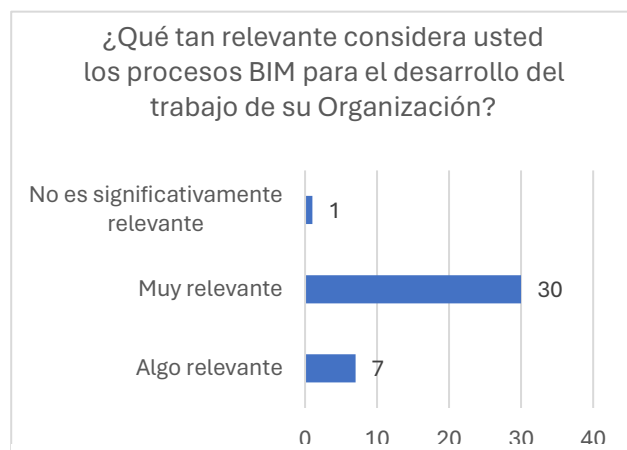


Ilustración 35. Relevancia de BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

En cuanto a la gestión documental incluyendo estructura de nomenclatura, sólo una organización manifestó estar cumplimiento con estándares BIM, mientras que 14 encuestados (36%) tienen una gestión documental propia de la organización. Si se analiza la metodología BIM no sólo como una herramienta o un software, y se inicia desde la planificación y la revisión de procesos, ese porcentaje restante (60%) podrá empezar a forjar su camino hacia procesos BIM y la conformación de un Entorno Común de Datos o CDE más organizado y transformado digitalmente.

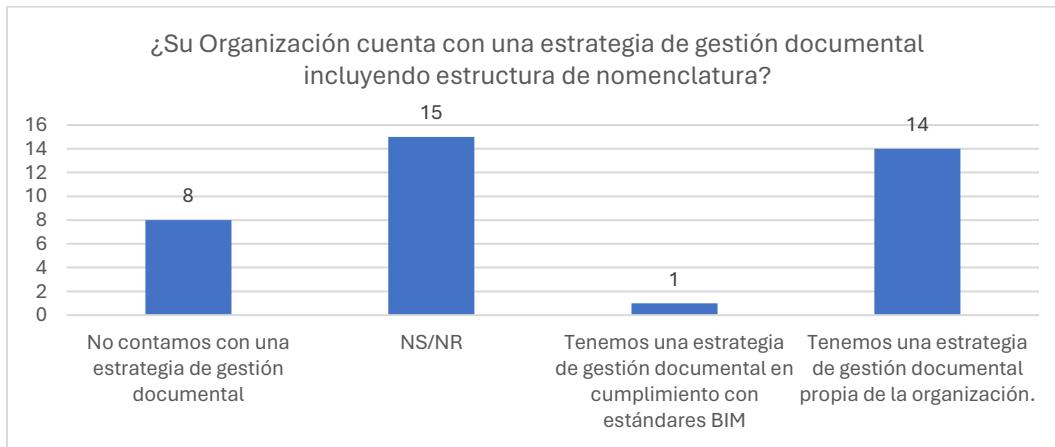


Ilustración 36. Estrategia de gestión documental, Encuesta Nacional BIM 2023

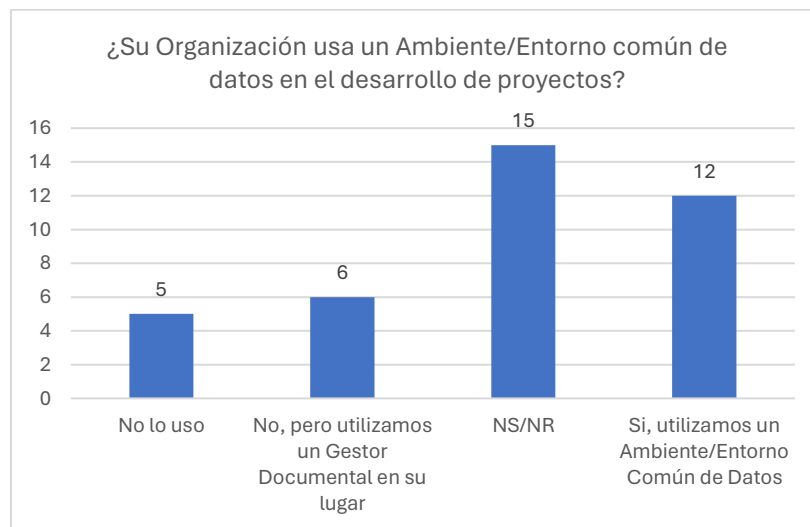


Ilustración 37. BIM CDE, Encuesta Nacional BIM 2023

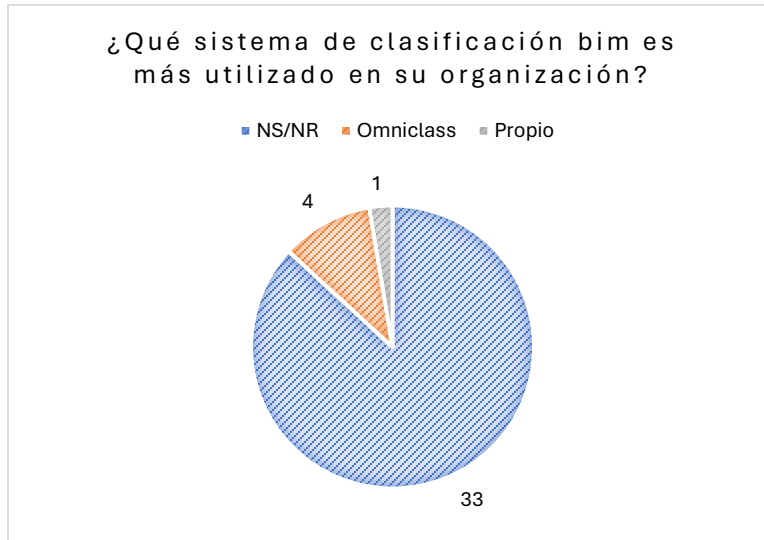


Ilustración 38. Sistemas de Clasificación, Encuesta Nacional BIM 2023

Los sistemas de clasificación son estructuras estándar utilizadas en la industria de la construcción y el diseño para organizar y categorizar información relacionada con elementos constructivos y sus propiedades. Estos sistemas permiten etiquetar y clasificar componentes, materiales, equipos y otros elementos presentes en la construcción, facilitando la comprensión, intercambio y gestión de datos en entornos BIM. Su objetivo es establecer una terminología común y una estructura jerárquica que ayude a una mejor organización y comunicación en el ámbito de la construcción⁴⁴. En Caldas, sólo el 10% de las organizaciones lo implementa, el 3% utiliza un sistema de clasificación propio y el 87% desconoce qué son estos sistemas.

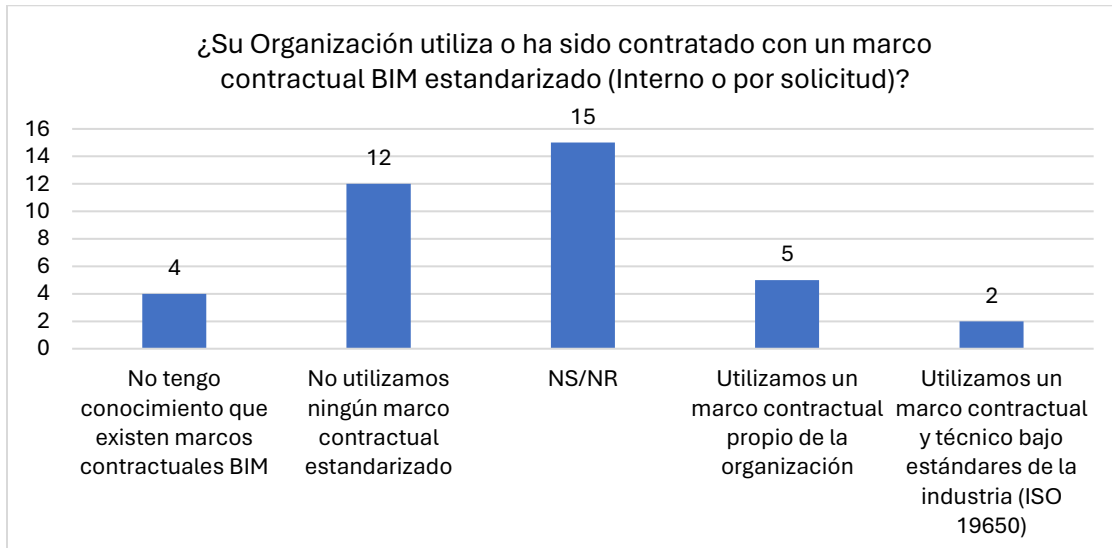


Ilustración 39. Marco contractual BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

⁴⁴ [Clasificación en los Modelos BIM - BuildingSMART Spanish Chapter](#)

De las organizaciones que respondieron la encuesta, la mitad no tienen conocimientos sobre marcos contractuales BIM, el 32% no utiliza ningún marco contractual estandarizado, el 13% utiliza un marco contractual propio de la organización y sólo el 5% utiliza un marco contractual y técnico bajo estándares ISO19650.

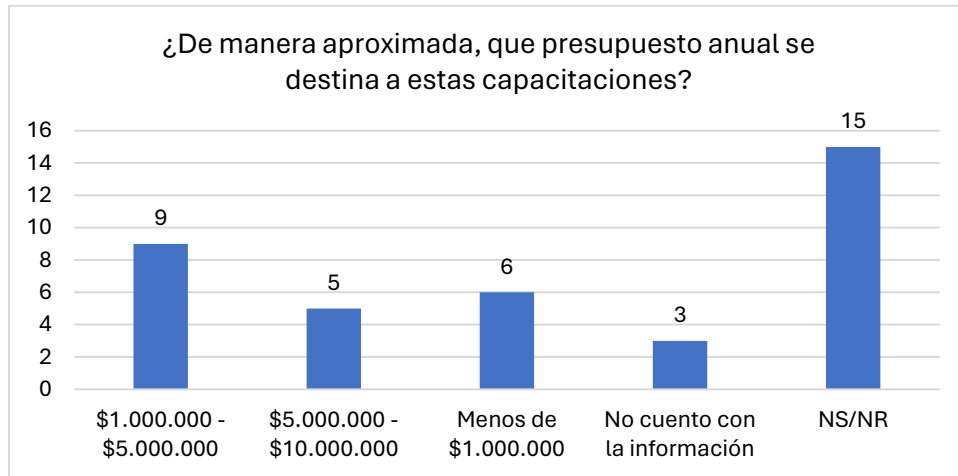


Ilustración 40. Presupuesto capacitaciones anual, Encuesta Nacional BIM 2023

De las 20 organizaciones caldenses que destinan una parte del presupuesto anual a capacitaciones sobre BIM, el 30% destina menos de \$1.000.000, el 45% destina entre \$1.000.000 a \$5.000.000 y el 25% restante destina entre \$5.000.000 a \$10.000.000.

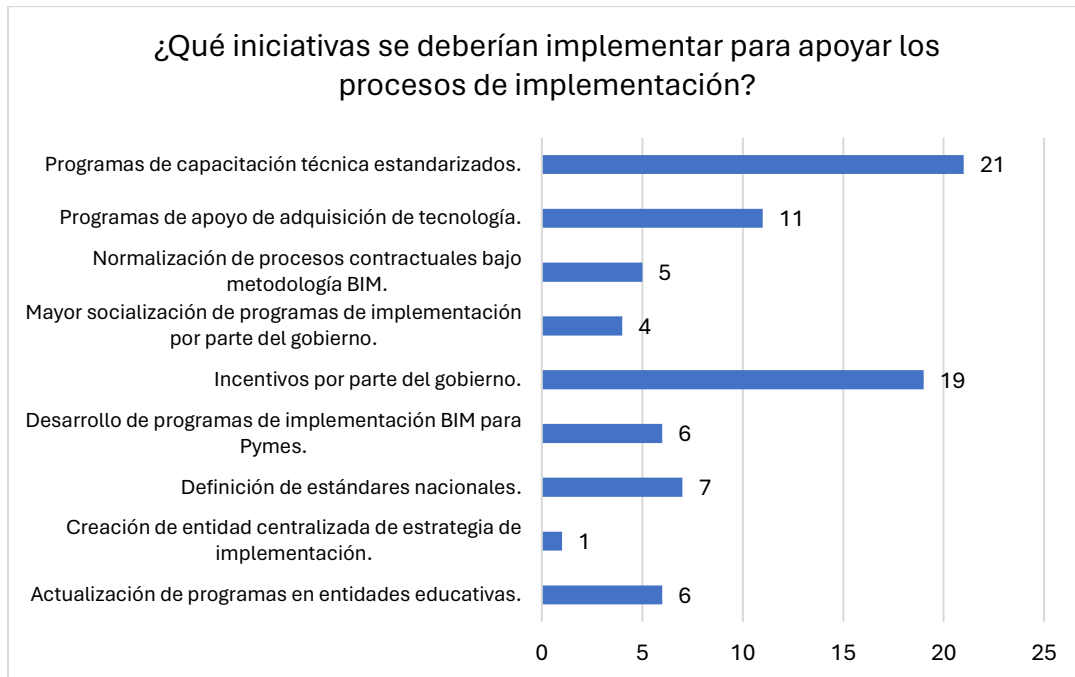


Ilustración 41. Iniciativas de implementación BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

Las siguientes son las posibles iniciativas que los empresarios, entidades y personas naturales que diligenciaron el cuestionario, consideran que se deberían implementar en orden de importancia:

1. Programas de capacitación técnica estandarizados.
2. Incentivos gubernamentales.
3. Programas de apoyo de adquisición tecnológica.
4. Definición de estándares nacionales.

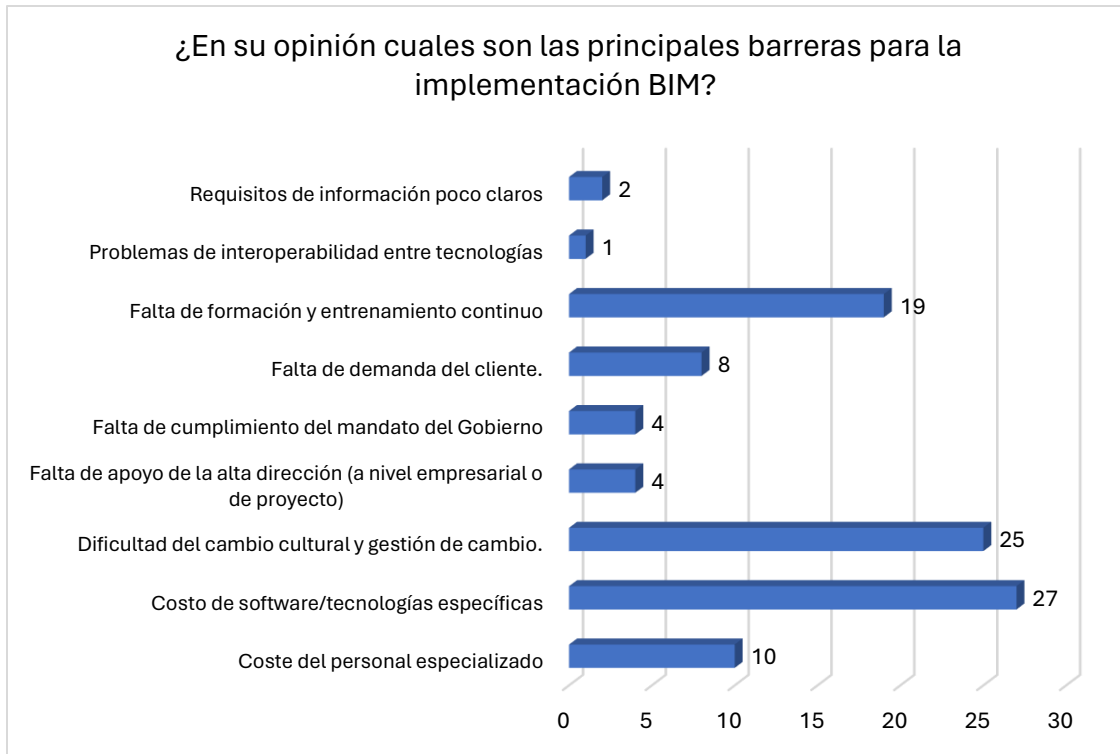


Ilustración 42. Barreras al implementar BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

Las siguientes son las barreras identificadas en el cuestionario:

1. Costo de software/tecnologías específicas.
2. Dificultad del cambio cultural y gestión del cambio.
3. Falta de formación y entrenamiento continuo.

Una necesidad latente será la integración de los actores para lograr aplicar las iniciativas de estandarización, alternativas tecnológicas e incentivos, así mismo, la academia juega un papel trascendental en cuanto a la formación y entrenamiento de los profesionales AEC, y finalmente para la gestión del cambio cada organización deberá dar este primer paso para lograr cualquier tipo de transformación y evolución tecnológica.

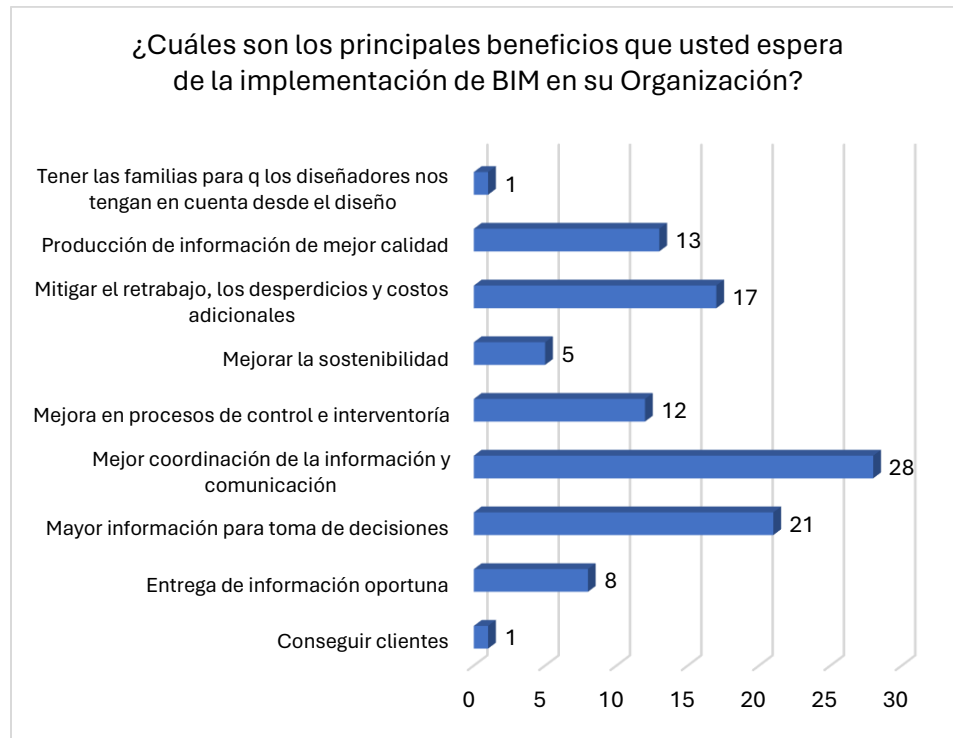


Ilustración 43. Beneficios de implementar BIM, Encuesta Nacional BIM 2023

Los beneficios de la implementación BIM más esperados en Caldas destacan:

- Mejor coordinación de la información y comunicación.
- Más información para toma de decisiones.
- Mitigar el retrabajo, los desperdicios y costos adicionales.
- Producción de información de mejor calidad.

Finalmente destacan las respuestas a las siguientes preguntas:

¿Cuál es el propósito final para el cual su Organización usa BIM en la actualidad?

- Diseño arquitectónico (incluye visualización y elaboración de planos y documentos)
- Coordinación técnica de diseños
- Presupuestación
- Revisión de diseños

¿Como Organización, qué propósitos encuentra interesante desarrollar hacia el futuro con BIM?

- Coordinación técnica de diseños
- Presupuestación
- Revisión de diseños
- Programación
- Control e inspección de obras
- Modelación As Built

5.3.1. Transformación Digital en Caldas

La información que se expone en el presente capítulo fue realizada por ERAIKUNE⁴⁵ CONSTRUCTION Clúster del País Vasco⁴⁶, el cual fue vinculado como asesor experto internacional en el **PROYECTO CONSTRUTECH** Avanzando hacia una transformación digital Sector construcción en Caldas desarrollado durante 2023, un proyecto que hace parte de la estrategia de aglomeraciones empresariales (clústeres) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, ejecutada a través de Colombia Productiva, y operado por Clúster Construcción de Camacol Caldas.

En Caldas, se confirma la necesidad de iniciar el proceso de digitalización de las empresas de construcción. Se evidencia la importancia de incluir estrategias digitales globales que incorporen no solo BIM sino también la reflexión previa acerca de las necesidades en áreas como producción, administración, finanzas, marketing, y permita tener un amplio conocimiento sobre el rango de herramientas disponibles para la digitalización de todas ellas. El autodiagnóstico ha permitido poner de manifiesto que los mayores retos de la muestra de participantes en las dinámicas son:

- Entender la dimensión BIM a la que integrarse.
 - Optimizar la visualización de datos para su uso en producción.
 - Relacionar la digitalización con la sostenibilidad.
 - Lograr un mejor control de la gestión integral de los proyectos.
- ✓ Para cada una de las empresas participantes el análisis autodiagnóstico permite la entrega individualizada de los resultados obtenidos, así como una primera aproximación a las áreas de trabajo prioritarias en digitalización.
- ✓ Las visitas in-situ posibilitan la profundización del análisis de necesidades digitales y demuestran su utilidad para detallar los resultados obtenidos en el autodiagnóstico. Mediante esta fase de la metodología se pueden obtener la priorización que dirige hacia la elaboración de hojas de ruta específicas.
- ✓ El conjunto de acciones llevadas a cabo ha permitido iniciar el proceso de reflexión y análisis de las empresas del ámbito de la construcción participantes. Se demuestra la utilidad de la metodología y se recomienda continuar con ella para avanzar hacia la elaboración de la hoja de ruta individualizada y posterior plan de digitalización.
- ✓ Las competencias digitales se encuentran en la parte media de implantación y uso, observándose un mayor desarrollo en las áreas de comercial y marketing, y como viene siendo palpable en los resultados, el área de operaciones y producción es la menos avanzada dentro de los ámbitos analizados.

⁴⁵ [ERAIKUNE | Clúster de la Industria de la Construcción en el País Vasco](#)

⁴⁶ [BIM Euskadi](#)

- ✓ En el otro extremo, se identifican las herramientas de facturación digital como las más implantadas. Esto tiene su fundamento en el mayor número de herramientas disponible y su temprana implantación respecto al resto de herramientas.
- ✓ Podemos destacar que el uso y despliegue de herramientas digitales es el ámbito que mayor desarrollo presenta, frente a la baja implantación y digitalización de los procesos.
- ✓ Se observa un déficit claro en la digitalización del área de operaciones, si bien el resto de las áreas de administración, finanzas y marketing también presentan indicadores muy cercanos y por tanto también suponen retos importantes de digitalización.
- ✓ En términos generales un 36% de las empresas que realizaron el autodiagnóstico no emplean ninguna herramienta vinculada a la metodología, mientras que un 64% manifiesta emplear BIM en mayor o menor escala para la elaboración de presupuestos, planos o colaboración con otros agentes.



Ilustración 44. Transformación Digital en Caldas, Proyecto Construtech

5.3.2. Iniciativas en formación y adopción del BIM en Caldas

Desde el Clúster Construcción de Caldas de Camacol Caldas, se han empezado a identificar casos de éxitos, iniciativas y esfuerzos en diferentes entidades públicas y privadas que buscan adoptar BIM para sus procesos constructivos, por lo tanto, y por el impacto global, se ha tomado un referente que se encuentra documentado, y además, ha participado de los premios BIM EXCELENCIA en el 2023, en el marco del BIM Forum Colombia; reiterando que es grato para nuestra aglomeración, seguir mapeando y visibilizando en algún momento, todas esas iniciativas que buscan hacer de nuestra región, un Caldas más productivo con la transformación digital de la construcción.

5.3.2.1. Caso del Departamento de Caldas. Estrategia Caldas Futuro



El presente caso, data desde 2021 cuando la Gobernación del departamento de Caldas, a través de la Secretaría de Planeación se conformó la Estrategia Caldas Futuro, un Equipo de estructuración y viabilización de proyectos de inversión, con un amplio grupo interdisciplinario de más de 60 especialistas.

Esta estrategia nace a partir de la necesidad que tienen los departamentos de tercera categoría, y específicamente los municipios de sexta categoría (en donde el recurso de inversión para generar bienes o servicios, sobre todo bienes como lo son los proyectos de infraestructura), dependen directamente de las regalías, una de las principales fuentes de financiación para este tipo de bienes, dado que los recursos propios no son suficientes para financiar este tipo de obras.

En ese orden de ideas, al ser financiados por la fuente del Sistema General de Regalías, se ciñen a la normatividad de esta, la cual fue modificada con la ley 2056 del 2020, en donde se da la autonomía a las entidades territoriales en la aprobación de los proyectos; antes del 2020 quien aprobaba era el Departamento Nacional de Planeación - DNP y recaía la responsabilidad sobre esta entidad; ahora, a partir de esta ley, la responsabilidad recae en los gobiernos departamentales. En consecuencia, surge la necesidad de contar con un Equipo Viabilizador que verificara qué proyectos se aprobarían, tanto desde el componente técnico como jurídico y metodológico. Más adelante, y al ver cómo se iban generando los conceptos por parte del Equipo Viabilizador, la Secretaría se percató que había observaciones que eran mucho más fáciles de subsanar ellos mismos “desde casa” que ir y tocarle la puerta nuevamente al consultor.

Por lo anterior, se toma la decisión de contratar un segundo equipo, que es el Equipo Estructurador y a partir de ahí surge la dinámica de Equipo estructurador y Equipo Viabilizador, y con eso salvaguardar responsabilidades frente a la ley 2056, garantizando así, la objetividad en la aprobación de los proyectos, este punto es el primer valor agregado de la Estrategia.

Como segundo valor agregado, es que, ya teniendo un Equipo Estructurador, diseñador y conformado por todas las especialidades, facilita la subsanación a las observaciones, por otro lado, y como tercer valor agregado, es que los diseños son mucho más pragmáticos, ya que se

entienden las realidades y las limitaciones que puede tener una entidad pública, tiempo y, costo, por ejemplo. Finalmente, y como cuarto valor agregado, el sentido de pertenencia.

Entonces, un equipo que participa desde las primeras etapas, planeación y diseño, y luego al ver cómo este se está volviendo realidad, se materializa una infraestructura y beneficia a un grupo objetivo, empieza a vivir de alguna manera lo que se le llama el “valor público”, la generación de valor público.

Metodología de trabajo: Los proyectos que se estructuran y/o viabilizan por este equipo, optan por diferentes fuentes de financiación: regalías, recursos propios, entre otras; esto influye directamente en el nivel de desarrollo de los modelos BIM y la aplicación de la metodología. Para iniciar el proceso del diseño o de estructuración de un proyecto existen dos caminos, el primero, que el municipio presente un proyecto estructurado en cualquier fase y cuente con el equipo técnico (consultor) para realizar la subsanación de las observaciones, o el segundo que se diseñe desde cero por el Equipo Estructurador.



Ilustración 45. Metodología de trabajo, Estrategia Caldas Futuro

Para ambos casos, en primer lugar se procede a verificar el componente predial, topográfico y documental, que el lote esté saneado y tenga una realidad jurídica clara que permita implantar el proyecto sin ningún percance a futuro, además que cuente con disponibilidad de servicios públicos, o los permisos respectivos de concesión de aguas, vertimientos, y que no tenga ninguna afectación ambiental o que ésta sea mitigable; paralelamente se verifica que el municipio cuente con la topografía del predio, ya que este es uno de los insumos más importantes para las demás especialidades; de la misma manera se revisa la magnitud del problema, la necesidad y la población objetivo, fuente de financiación, entre otros aspectos que alimentan el componente metodológico y documental. Para este punto, si bien no se implementó un BEP propiamente, si se tienen en cuenta algunos parámetros iniciales, como listas de chequeo y plantillas que han permitido parametrizar las solicitudes que se hacen a los municipios, además de guiar las decisiones y recolección de **insumos mínimos para la estructuración de los proyectos**. Una vez verificados los insumos mínimos para la estructuración de un proyecto, dependiendo del caso, se avanza de la siguiente manera:

1. Si el municipio cuenta con el equipo de especialistas, se generan observaciones preliminares que permitan aterrizar los diseños a una fuente de financiación elegida, y el Equipo Estructurador acompaña la subsanación de estas hasta obtener un proyecto en Fase 3 que se pueda entregar al Equipo Viabilizador.
2. Si el Equipo Estructurador es el que diseña todos los componentes desde cero se procede así:

Visitas técnicas al sitio con los demás especialistas, y unas mesas técnicas preliminares para recibir la retroalimentación desde cada componente. Posteriormente, se adelanta un esquema básico arquitectónico, en donde a partir de una implantación clara, se realizan reuniones adicionales con los especialistas, en donde se genera un predimensionamiento estructural y se procede a solicitar al municipio el estudio de suelos; seguidamente, y con este insumo, se avanza tanto en el diseño estructural, como hidráulico y eléctrico. Paralelamente avanzan los componentes documental y ambiental, quienes también se apoyan de los demás especialistas cuando fuese requerido. Cuando cada especialidad cuenta con sus diseños, memorias y cantidades, se realiza una mesa técnica de validación y coordinación para la entrega del proyecto al especialista que realiza el presupuesto y consolida las especificaciones técnicas y procesos constructivos.

Finalmente, se obtiene un paquete de Estudios y Diseños que se presenta al Equipo Viabilizador y comienza una etapa de ajustes y subsanación de observaciones emitidas por dicho equipo. Para este punto es muy importante contar con una documentación mínima por cada especialista, y para ello también se creó un listado de recomendaciones para el cargue de la información en el Google Drive y/o One Drive (CDE) y para la organización de las carpetas.

Organigrama: Específicamente en cuanto al flujo de trabajo y la organización del Equipo Estructurador, se tomó la decisión de dividirlo por sectores: vivienda, infraestructura vial, desarrollo social, desarrollo económico, y otros proyectos transversales o satélites. Paralelamente se cuenta con el Equipo Viabilizador. Para cada sector, se asignó un coordinador, quien a su vez rendiría cuentas a un Coordinador General de todo el equipo, así:



Ilustración 46. Organigrama, Estrategia Caldas Futuro

Línea de tiempo proyectos Caldas Futuro: Se definió una línea de tiempo para los proyectos estratégicos y para realizar el seguimiento a la estructuración y viabilización de los mismos.



Ilustración 47. Línea de tiempo, Estrategia Caldas Futuro

Seguimiento a los proyectos por parte de los Coordinadores:

La metodología que se implementó para el seguimiento semanal fue a partir de una *Ficha Ejecutiva del Proyecto* que permite conocer la trazabilidad de cada proyecto, las tareas cumplidas, los pendientes, las necesidades de gestión, entre otra información clave para todas las partes interesadas y gestores del proyecto:

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN		FICHA EJECUTIVA DEL PROYECTO MACRO		SECRETARÍA DE PLANEACIÓN	
GERENCIA Y GESTIÓN DE PROYECTOS		GERENCIA Y GESTIÓN DE PROYECTOS		PRIVILEGIO LA VENTA	
Secretaría	Coordinador del Proyecto	FECHA DE ACTUALIZACIÓN		5/7/2023	
Planeación	PROYECTO	FUENTES DE FINANCIACIÓN		ESTADO DEL PROYECTO	
	SEMANA 25	10.68%	VALOR TOTAL DEL PROYECTO	En etapa Precontractual - Contractual	
	SEMANA 26	15.46%	RECURSOS NACION - INVIAS	En Ejecución	
	SEMANA 27	19.28%	SGR 60%	En Liquidación y Cierre	
			SGR 40%	Entregado	
			RECURSOS PROPIOS		
			CREDITO		
			RECURSOS MUNICIPIO		
			OTROS (INVIAS)		
			HITOS (fechas estimadas)	INICIO	FINALIZACIÓN
			Proceso de Estructuración		Acta de Inicio
			Proceso de viabilización		Entrega de Obra
PLAN DE ACCIÓN					
TAREAS CUMPLIDAS	NECESIDADES DE GESTIÓN	PENDIENTES	OBSERVACIONES		

Ilustración 48. Seguimiento de proyectos, Estrategia Caldas Futuro

Adicionalmente, y para el seguimiento interno de cada sector, se implementaron dos matrices, una de seguimiento, que se alimenta por cada contratista por proyecto y especialidad, obteniendo finalmente una matriz de calor que posteriormente se traduce en el tacómetro presentado en la ficha anterior, así mismo esta herramienta permite visualizar semanalmente y de forma integral el avance de cada proyecto.

ESTRATEGIA IMPACTADA	SECTOR	NOMBRE DE PROYECTO O INICIATIVA	ACTIVIDAD	PEOS	ESTADO	FECHA DE INICIO ACTIVIDAD	RESPONSABLE	% AVANCE % AVANCE ACTIVIDAD PROYECTO	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Gestión Predial	10%	TERMINADO	16/02/23	NO APLICA	100%	100%						
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Topografía	10%	TERMINADO	16/02/23	NO APLICA	100%	100%	5%	0%	55%	30%	1%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Urbanismo	5%	TERMINADO	16/02/23	MARIA CAMILA GONZÁLEZ PÉREZ	100%	5,00%	15%	0%	0%	10%	20%	20%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Movimiento de tierra	0%	NO APLICA	16/02/23	NO APLICA	0%	0,00%	X	X	X	X	X	X
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Redes alcantarillado y alcantarillado	5%	TERMINADO	16/02/23	NATALIA PÉREZ VALENCIA	100%	5,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Arquitectura y modelado BIM	10%	TERMINADO	16/02/23	MARIA CAMILA GONZÁLEZ PÉREZ	100%	10,00%	15%	0%	15%	10%	20%	19%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Estructural	10%	TERMINADO	16/02/23	HUGO ALEJANDRO HURTADO	100%	5,00%	0%	0%	0%	0%	5%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Redes eléctricas	5%	TERMINADO	16/02/23	JUAN FELIPE GARCÍA FRANCO	100%	5,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Geotecnia	5%	TERMINADO	16/02/23	NO APLICA	100%	5,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Cantidades de obra	5%	TERMINADO	16/02/23	NO APLICA	100%	5,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Redes de voz y datos	0%	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	X	X	X	X	X	X	X	X
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Presupuesto	5%	TERMINADO	16/02/23	NO APLICA	100%	5,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Especificaciones técnicas	5%	TERMINADO	16/02/23	MARIO RANGOSA	100%	5,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Documento técnico	4%	TERMINADO	16/02/23	ALBA LUZ BETANCOURTH RICO	100%	4,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Elaboración MGA	4%	TERMINADO	16/02/23	ALBA LUZ BETANCOURTH RICO	100%	4,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Certificados	4%	TERMINADO	16/02/23	ALBA LUZ BETANCOURTH RICO	100%	4,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Elaboración sostenibilidad económica	3%	TERMINADO	16/02/23	ALBA LUZ BETANCOURTH RICO	100%	3,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Componente ambiental	5%	TERMINADO	16/02/23	SANTIAGO VALENCIA MAYORQUIN	100%	5,00%	5%	80%	0%	0%	0%	0%
Caldas Futuro	MEDIO AMBIENTE	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	Vialización	5%	TERMINADO	16/02/23	MARIA ALEJANDRA HERRERA HURTADO	100%	5,00%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
AVANCE DEL PROYECTO									100,00%						

Ilustración 49. Matriz de Seguimiento, Estrategia Caldas Futuro

FECHA DE ACTUALIZACIÓN														
13/7/2023														
ESTRATEGIA IMPACTADA	TEMPO	ACTIVIDAD	CENTRO DE DESARROLLO LA MERCEDE	CAMPANA DE FUROS SABANA	ALBERQUE ANIMAL PÁCORÁ	CAMPANA SAN JOSE	CENTRO DE DESARROLLO INFANTE SAN JOSE	ALBERQUE ANIMAL SALABARRIA	ALBERQUE ANIMAL REGIONAL	CAMPANA DE TIPO MAURAJACA	RECINTO DEL PAGOBIERTO ENERDA	CENTRO DE FORMACIÓN AGROPECUARIO	PARKER LA FUENTE LA PEREIRA	ESCUELA DE PALESTRA
Caldas Futuro	1 semana	Gest. de Predial	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Topografía	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Urbanismo	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
Caldas Futuro	1 semana	Movimiento de tierra	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
Caldas Futuro	1 semana	Redes alcantarillado y alcantarillado	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Arquitectura y modelado BIM	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Estructural	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
Caldas Futuro	1 semana	Redes eléctricas	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Geotecnia	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
Caldas Futuro	1 semana	Cantidades de obra	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Redes de voz y datos	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
Caldas Futuro	1 semana	Presupuesto	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Especificaciones técnicas	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Documento técnico	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Elaboración MGA	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Certificados	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Elaboración sostenibilidad económica	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Componente ambiental	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
Caldas Futuro	1 semana	Vialización	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO	TERMINADO
AVANCE DEL PROYECTO ACUMULADO AL PRESENTE INFORME			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	95,35%	60,00%	36,45%	100,00%	31,98%	74,9%	27,75%	35,20%
AVANCE DEL PROYECTO AL LINEAL INFORME ANTERIOR			100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	94,00%	60,00%	36,45%	100,00%	31,98%	74,9%	27,75%	35,20%
AVANCE PROMEDIO PROYECTOS SEMANA ACTUAL			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,30%	71,39%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AVANCE PROMEDIO PROYECTOS SEMANA ANTERIOR								71,39%						
AVANCE PROMEDIO PROYECTOS								70,48%						
								0,91%						

Ilustración 50. Matriz de Calor, Estrategia Caldas Futuro

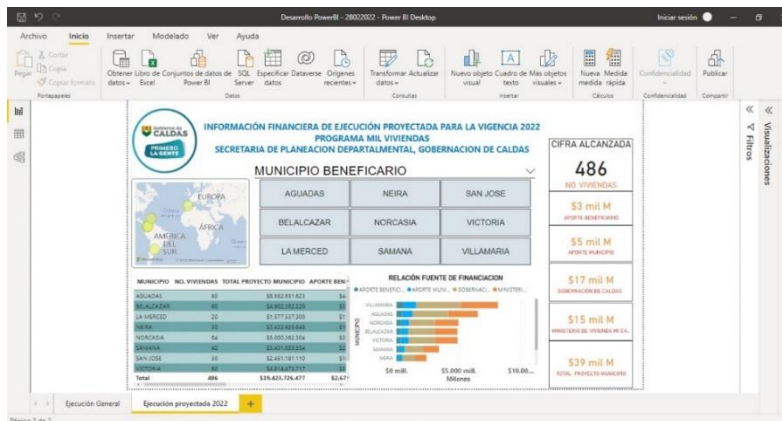
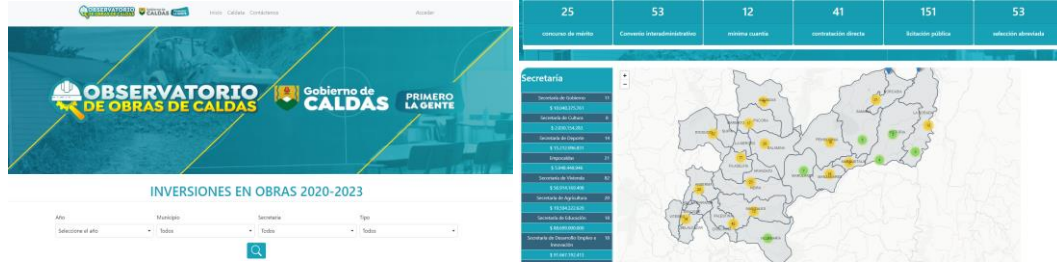


Ilustración 51. Observatorio de Obras de Caldas, Estrategia Caldas Futuro

Por otro lado, con una simulación en la plataforma Power BI, la Secretaría de Planeación Departamental logró la transformación y aplicación de datos estadísticos, sobre el estado real de la estructuración de los proyectos principales que dependen de la gestión del Equipo Estructurador de la Estrategia Caldas Futuro. Esta herramienta facilitó el flujo de la información para los diferentes usuarios conectados en el dominio; generó facilidad en el seguimiento y control por parte de los intervinientes, sobre los procesos de manera fácil y articulada entre las diferentes disciplinas que convergieron para cada componente; contribuyó a agilizar las mesas de trabajo en tiempo e innovó el ambiente laboral, al hacerlo más dinámico y comprensible.

Con toda la información mencionada anteriormente, mensualmente se efectuó una actualización en el Observatorio de Obras de Caldas, una plataforma que tiene como finalidad

evidenciar la inversión por municipio en obras de infraestructura. El reporte contiene información sobre el valor de la obra, ubicación, valor ejecutado, plazo, enlace del proceso de contratación entre otros que le permiten a la entidad y la comunidad verificar cómo se está realizando la inversión en el territorio.



<https://observatoriodeobras.caldas.gov.co/>



Ilustración 52. Dashboard Power BI, Estrategia Caldas Futuro

Beneficios de los Usos BIM implementados:

Análisis de criterios de selección de ubicación: Facilita la toma de decisiones frente a la implantación de los proyectos, especialmente los que requieren movimientos de tierra.

Análisis del desempeño (iluminación solar): A partir de los modelos, se analiza la orientación de las edificaciones y sus fachadas frente al sol.

Diseño del autor: Se logra una mejor comprensión del diseño arquitectónico por parte de las demás especialidades, incluso de las demás partes interesadas (Gobernador, Secretarios, Alcaldes, etc.), adicionalmente, se disminuyen los reprocesos en la estructuración, ya que a partir de los modelos arquitectónicos principalmente, se logra una comunicación asertiva inicial con las demás disciplinas, se fomenta aún más el trabajo en equipo, y finalmente los modelos se usan para extraer las planchas requeridas y las cantidades de obra.

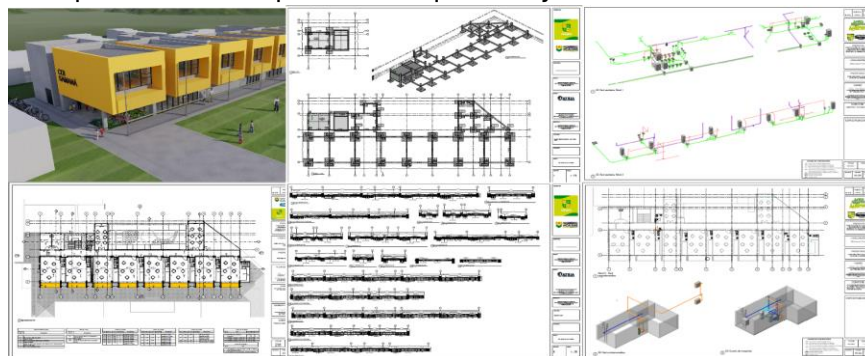




Ilustración 53. Centro de Desarrollo Infantil en Samaná, Caldas

Coordinación de modelos: Se usa únicamente con fines visuales y de conocimiento general, no tuvo trascendencia en la toma de decisiones, pero sí motiva a los especialistas a comunicarse mejor.

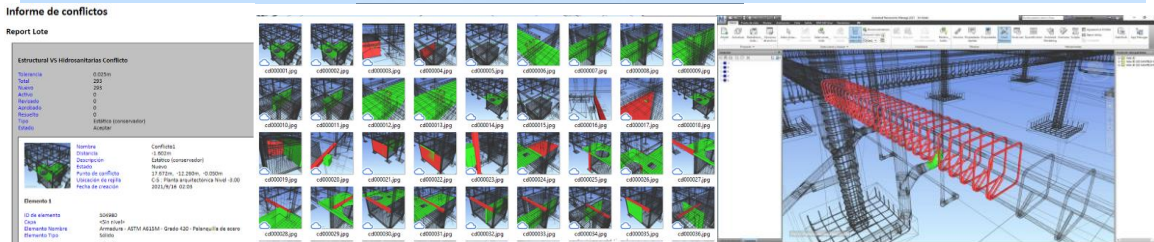
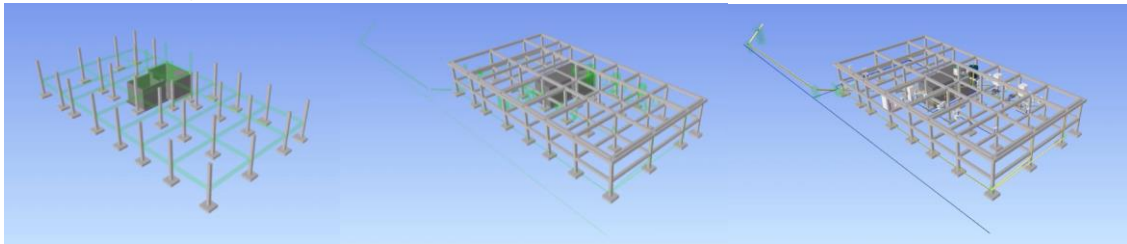


Ilustración 54. Centro Día San Félix, Salamina, Caldas

Modelos Record (As Built): Permite generar un "Digital twin" o Gemelo digital más acorde con la realidad y facilita la toma de decisiones para la generación de información en proyectos que requerían únicamente de mantenimiento o adecuaciones en su infraestructura.



Ilustración 55. Coliseo Cubierto de La Merced, Caldas

En el sector público aún se debe trabajar bastante en una ruta para lograr una correcta implementación de la metodología BIM; cada administración, secretaría, o incluso, el alcance de los equipos al ser tan diferente, variará también la pertinencia y los usos de la metodología, no obstante, gracias al equipo interdisciplinario que se conformó, y a la voluntad de la alta gerencia en optar por metodologías de trabajo diferentes, se han logrado pequeños cambios frente a la estructuración de los proyectos. Se resaltan, por ejemplo, las listas de chequeo, flujos de procesos diferentes y óptimos, comunicación entre las partes interesadas, comprensión holística del proyecto, trabajo en equipo, disminución de reprocesos y tiempos en la subsanación de observaciones a los diseños, mejoras visualización y diagramación del proyecto, y cuantificación de cantidades.

Logros e impacto de la Estrategia Caldas Futuro: Este equipo multidisciplinario, viabilizador y estructurador de proyectos, ha acompañado y apoyado aproximadamente 495 iniciativas de sectores como agricultura, deporte, cultura, desarrollo social, salud, medio ambiente, vivienda, entre otros. Así mismo, hasta la fecha se encuentra trabajando actualmente en las aprobaciones de iniciativas estratégicas para fortalecer y agilizar la ejecución de otras de las propuestas más anheladas por los caldenses.



Ilustración 56. Logros e Impacto, Estrategia Caldas Futuro

5.3.3. Implementación BIM - Constructores y proveedores en Caldas

La Implementación del Building Information Modeling (BIM) en el departamento de Caldas representa un paso significativo hacia la modernización y eficiencia en la industria de la construcción en esta región colombiana. Es de resaltar, que gracias al **PROYECTO CONSTRUTECH** *Avanzando hacia una transformación digital Sector construcción en Caldas* desarrollado, se cofinancia este proyecto que hace parte de la estrategia de aglomeraciones empresariales (clústeres) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, ejecutada a través de Colombia Productiva, y operado por Clúster Construcción de Camacol Caldas.

Como parte de las actividades ejecutadas, a partir de diferentes metodologías empleadas, se presenta el **Estado del Arte del BIM** extraído del conjunto de empresas beneficiarias del proyecto, y que, al ser de diferentes subsectores económicos, son una importante muestra de las empresas de la región al momento de usar o implementar la metodología BIM.

Las empresas que participaron en la aplicación de este muestreo fueron:

Proveedores de la industria: Arme, Casa Gres, Ingequipos, Proconcreto, Toptec, Etex

Constructores: Alta ingeniería, Coelum, CONFA, Construcciones CFC & A, Constructora Berlín, Constructora JyP, FCT Arquitectura, La Arabia Proyectos, Núcleo ingeniería, Constructora Perfek, Sohnos

Lo anterior permitió identificar comunes denominadores y diferencias, estableciendo un claro estado de avance respecto a los puntos más relevantes relacionados con la implementación de la metodología BIM y también de aquellos pasos que se deben tomar de manera conjunta.

BIM como una metodología de trabajo construida a partir de estándares y articulación de procesos, articula diferentes actores del sector de la construcción que tienden a adoptar esta metodología con el fin de aumentar la productividad en el desarrollo de un proyecto de construcción.

La articulación entre los diferentes actores debe ocurrir de tal manera que la información generada pueda ser utilizada para desarrollar de manera adecuada todos los procesos, representando un valor agregado y un aumento de la productividad.

Uno de los actores más importantes dentro del desarrollo de un proyecto de construcción es el fabricante o proveedor de insumos (equipos, materiales, etc.) que hace parte integral del proceso desde etapas tempranas y, en la mayoría de los casos, hasta la demolición de un proyecto. El fabricante o proveedor de insumos ha encontrado su lugar a lo largo del ciclo de vida tradicional de un proyecto de construcción, pero no ha logrado articular los diferentes procesos y actores a través de aplicación de tecnologías y metodologías que respondan a las necesidades de clientes, reguladores y sus propios procesos.

La metodología BIM y su aplicación, además de la cantidad de información estandarizada que maneja, puede ser una puerta a la centralización de información para cubrir el ciclo de vida tanto del proyecto, como de la fabricación integrada de insumos.

En el 2017, en el congreso de la construcción auspiciado por Camacol, McKinsey & Co. realizó una exposición en la que afirmó que “Actualmente el sector de la construcción en Colombia está detrás tanto del nivel de productividad como de la tasa de crecimiento de la productividad versus el sector global de la construcción” (McKinsey & Company; CAMACOL, 2017), en esa misma exposición afirmó que hay estrategias que se pueden adoptar desde el sector de la construcción para ponerse al día con la productividad económica local; uno de los puntos más importantes mencionados fue: Tecnología y el Diseño e Ingeniería. También se evidenció que el entorno internacional de la construcción ha adoptado tecnologías en un 48%, mientras que Colombia solo un 14%, además de contar con un índice de digitalización muy bajo respecto de las otras industrias. Esto representa un gran reto para Colombia en cuanto a la aproximación que se debe hacer en torno a la productividad, la adopción de tecnologías y la digitalización de procesos.

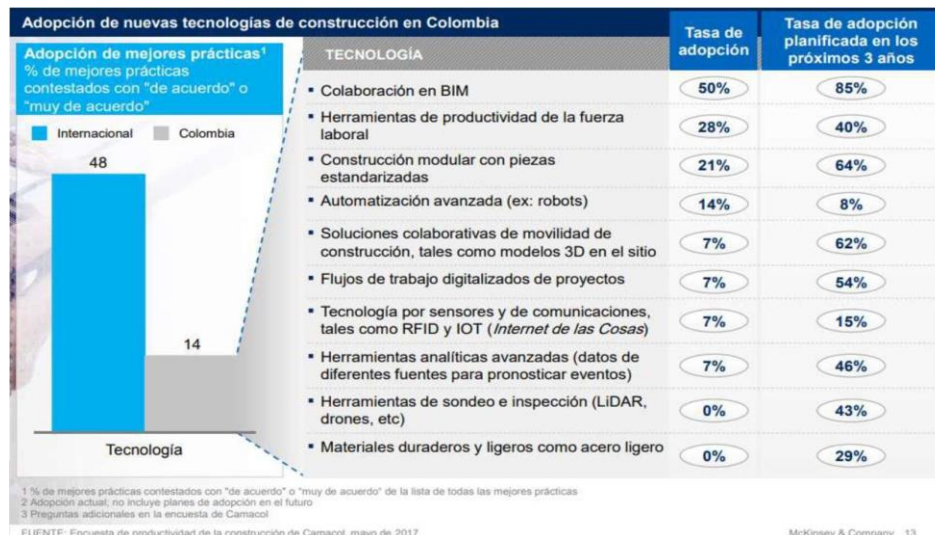


Ilustración 57. Adopción de nuevas tecnologías de construcción en Colombia. Fuente: McKinsey & Company

Si bien existen muchas metodologías de trabajo que se implementan bajo el uso de tecnologías que ayudan en el aumento de la productividad, BIM es aquella que, dentro del sector de la construcción, tiene mayor impacto en el cambio de los métodos tradicionales de trabajo, partiendo desde un esquema colaborativo y cubriendo, no sólo todas las etapas de desarrollo de un proyecto, sino también áreas de regulación, contratación, diseño e ingeniería, gestión de la cadena de suministro, ejecución en sitio, tecnología y construcción de capacidades.

BIM es una metodología de rápida adopción que, gracias a los impulsos tecnológicos que le han acompañado en la industria de la construcción, se ha difundido ampliamente; desafortunadamente, por la manera en la que la implementación se fue desarrollando de manera aislada en los diferentes actores, hay “eslabones perdidos” de la cadena de producción que impiden la interconexión de información; uno de estos es el sector de los proveedores a quienes, si bien se les han “exigido” productos modelados en software 3D, esta elaboración no ha tenido impacto en sus procesos, partiendo de un desarrollo de información que no les permite hacer uso de la metodología en el marco de su flujo de trabajo, sino en aquel de sus clientes.

Para cubrir la expectativa de “los adoptadores tempranos” (que tienden a ser constructoras) de un flujo de trabajo fluido para el uso de BIM, dentro de los fabricantes y proveedores, la práctica cada vez más común, es la creación de elementos nativos (creados en un sólo software de autoría) de cualquier tipo, que ha llevado a problemas de información en los que diferentes proveedores crean sus propios objetos, sometidos a plataformas cerradas y que contienen información sin una estructura clara, generando una desconfianza general por parte del usuario que, muchas veces, enfrentados a la posibilidad de replantear el modelo por cambio de proveedor o por falta de información, prefieren insertar manualmente los datos o retornar a sus prácticas tradicionales, aunque esto represente un reproceso que aumenta los costos y tiempos del proyecto.

A su vez, los proveedores han perdido seguridad respecto al aumento de productividad prometido por BIM, debido a que la creación de objetos en la que han invertido recursos representa solo una respuesta a la fuerza del mercado y no han impactado de manera positiva o negativa (más allá de la gran inversión que significa la creación y parametrización de objetos) sus procesos productivos.

En el caso en el que estos esfuerzos aislados sigan aconteciendo y los proveedores sigan realizando sus objetos, estos se verán rápidamente abandonados y desactualizados, pues la inversión de cara a la actualización termina siendo muy alta y los datos seguirán funcionando de manera independiente a los objetos mismos.

La implementación de la metodología BIM, en este caso, resulta una oportunidad para que la región sea referente y pionera en la adopción de la metodología BIM de una manera organizada, consciente y, sobre todo, guiada por un propósito claro que permita el aprovechamiento al máximo de la información generada.

5.3.3.1. Constructores

Para establecer el nivel de madurez de implementación de la metodología BIM de CALDAS, se utilizaron **dos tipos de metodologías** que permitieron ubicarla en un contexto nacional y también en un contexto de percepción de cada organización y su expectativa, teniendo en cuenta un “ideal” de un proceso de implementación planteado por las mismas empresas a las cuales se les realizó el diagnóstico.

Respecto al **primer comparativo** se realizó una unión de dos fuentes de datos (Lacaze, 2020) (CAMACOL, 2020) desde las cuales se pudo individualizar unos aspectos relativos a la tecnología, los procesos, las políticas, la capacidad y los equipos de trabajo en la región latinoamericana, incluyendo grandes empresas del sector la construcción en Colombia que nos permitió establecer un punto de referencia desde el cual se puede proyectar buenas prácticas o crecimiento en la región Caldas.

Tecnología: se tiene un avance significativo debido a que la compra de software y de equipo de software es uno de los primeros pasos que se realizan en torno a la implementación de la metodología BIM;

Procesos: es importante mencionar que la disponibilidad de recursos humanos y lo que esto implica en términos de cambios de flujos de trabajo es algo que se sigue trabajando y que al momento no tiene un avance significativo y es uno de los aspectos más críticos en torno a la implementación de la metodología;

Política: si bien se han generado gran cantidad de documentos estandarizados, estos se apoyan de nacionalización en toda la región de normativas y los procesos contractuales se han favorecido, no siempre estos tienen una adopción al interior de las empresas constructoras;

Capacidad: la generación de información de los equipos se ha fortalecido y evolucionado más allá de la simple generación de modelos 3D y la comunicación, con el apoyo de Entornos Comunes de Datos (CDE) se ha centralizado y fortalecido;

Equipos de trabajo: se cuenta con organizaciones con un marco mucho más definido en solicitar equipos de desarrollo de proyectos con las competencias necesarias para desarrollar modelos BIM y el mercado cada vez solicita más el uso de la metodología, sin embargo, como se menciona en términos de procesos, los cambios organizacionales no se han surtido en su totalidad lo que representa solicitudes y procesos basados principalmente en un trabajo colaborativo en la nube, centrado en generación de modelos 3D.

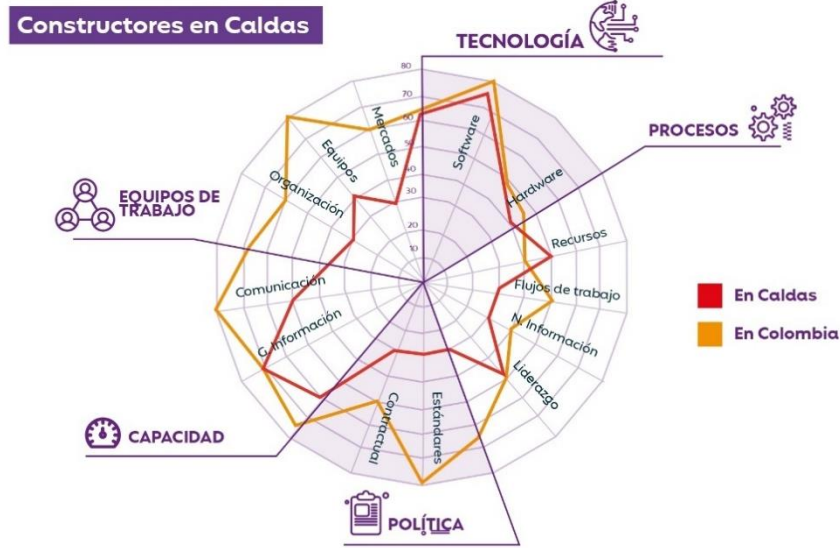


Ilustración 58. Estado en BIM Región vs. Estado de BIM país. Fuente: Proyecto Construtech, Cluster Construcción de Caldas, Camacol Caldas

En términos de la región, se tomó el levantamiento en los aspectos anteriormente mencionados, encontrando una media que permite establecer un comparativo claro respecto al estado del país.

Teniendo en cuenta las BSI_PAS 1192-2 (Institution, 2013), estándar británico mencionado en capítulos anteriores, y el análisis comparativo del Estado BIM Región vs Estado BIM País, se logró identificar que la mayor parte del trabajo debe estar enfocado en las políticas y procesos que permitan aumentar la capacidad de los equipos de trabajo, de tal manera que se pueda alcanzar un nivel de madurez “Nivel 2” que, según los estándares internacionales, implique la creación de modelos BIM basados en un entorno de trabajo colaborativo desde el cual se comprenda la visión institucional y se logró el adecuado direccionamiento hacia el procesamiento de los datos.

Respecto a la **segunda manera de evaluación**, se utilizó la herramienta metodológica creada por Bilal Succar (Matriz de madurez BIM), a través de la cual se puede establecer si, desde diferentes aspectos: Tecnología, procesos, política, capacidad BIM y escala, la región (tomando un proceso de diligenciamiento realizado empresa por empresa) está en el estado de madurez correspondiente con las acciones que ha tomado de cara a la implementación BIM. La calificación se da en **4 niveles**:

Inicial (estado de inicio de cualquier proceso de implementación).

Definido (primeros pasos de cara a un proceso de implementación en el que se generan las definiciones de la implementación de la metodología).

Gestionado (estado desde el cual los equipos tienen el control de la información que se genera y procesa para el desarrollo de las diferentes etapas de un proyecto de construcción).

Integrado (Estado de implementación que implica la comunicación entre todos los equipos de trabajo, asegurando la calidad y centralización de la información) y Optimizado (Estado que se establece en el punto en el que hay puntos de mejora y están proyectos para que el uso de la metodología y sus beneficios sean exponenciales).

En términos generales, la región se encuentra en un Nivel de definición, ya que está en un proceso de establecer la manera a través de la cual se genera la información y esta es insumo para que las diferentes áreas realicen su tarea. Se proyecta, por otro lado, llegar a un punto en el que la implementación esté en un estado Integrado, que asegure la participación de los diferentes equipos de trabajo y genere beneficio para todas las áreas sin importar si estas tienen, o no, relación con el modelo BIM.

Según las evaluaciones de madurez de cada empresa, concretamente, de cara a la metodología BIM, en la mayoría de las empresas se tienen avances direccionados al uso de software para la generación de modelos BIM, esto implica también que, debido a que está basado en un manejo de herramientas y no de gestión de la información, la región se encuentra en un nivel inicial, indicativo de un terreno óptimo para iniciar un proceso de implementación, sobre todo, porque debe basarse en políticas, procesos, capacidades y equipos de trabajo que funcionen de manera adecuada para realizar un cambio de procesos actuales que beneficien a las diferentes organizaciones y que cuenten con una filosofía empresarial que impulse la innovación a nivel corporativo.

En este escenario se deberán fortalecer los procesos, las políticas, la capacidad organizacional y de los equipos de trabajo para que se consolide de manera concreta la región de cara a la implementación de esta metodología y, a través de uso de modelos de información, se permita darle una mejor gestión a los proyectos y la relación que se establezca a través de estos entre los diferentes negocios.

Debido a las diferentes escalas de los proyectos y organizaciones, se considera que un proceso de implementación óptimo debe iniciarse de manera gradual, iniciando por definir claramente el objetivo de la organización de cara a BIM y, a partir de ello, las acciones en términos de modificación de procesos, fortalecimiento de capacidades y estructuración de información que se deben tomar.

A su vez, debido a la naturaleza de los proyectos planteados, se considera que se deben construir los procesos adecuados para desarrollar la implementación en las tareas de mayor impacto, que no solo corresponden a los tipos de proyectos, sino también al mayor beneficio identificado internacionalmente (Dodge Data & Analytics, 2019), que sería:

- **Recepción de información para análisis de condiciones existentes:** proceso a través del cual se pueden utilizar las diferentes fuentes de información para analizar y establecer la viabilidad del proyecto y las variables que influyen en su diseño y ejecución.
- **Programación del proyecto:** Articulación entre los negocios para hacer evidente el estado del proyecto, los puntos críticos y los puntos de relación; generando alertas y vínculos que permita una coordinación con antelación y en tiempo real.

- **Estructuración y análisis de presupuesto:** Uso del modelo BIM como insumo para una adecuada y más precisa extracción de cantidades y verificación de la información proveniente del cliente.
- **Seguimiento y control de obra:** Generación de procesos de verificación, actualización y gestión de la información a través de medios digitales para disponer de información en tiempo real para cada uno de los actores en las etapas de desarrollo del proyecto.

5.3.3.2. Proveedores de la industria

Para establecer el nivel de madurez de implementación de la metodología BIM de CALDAS en empresas proveedoras se utilizó la herramienta metodológica creada por Bilal Succar (Matriz de madurez BIM), a través de la cual se puede establecer si, desde diferentes aspectos: Tecnología, procesos, política, capacidad BIM y escala; la región (tomando un proceso de diligenciamiento realizado empresa por empresa) está en el estado de madurez correspondiente con las acciones que ha tomado de cara a la implementación BIM.

Debido a que, en el contexto nacional, no se ha realizado un levantamiento de datos exhaustivo respecto al estado de madurez de BIM en las empresas proveedoras y que la cantidad de estas empresas que han implementado la metodología BIM es limitada, no es posible realizar un comparativo respecto al contexto nacional. Sin embargo, en Colombia se cuenta con empresas que han desarrollado objetos BIM paramétricos de formaletería y la manera en la que se han construido ha impactado en la comercialización, la producción y el seguimiento a abastecimiento del producto.

La calificación se da en 4 niveles:

- **Inicial:** estado de inicio de cualquier proceso de implementación
- **Definido:** primeros pasos de cara a un proceso de implementación en el que se generan las definiciones de la implementación de la metodología
- **Gestionado:** estado desde el cual los equipos tienen el control de la información que se genera y procesa para el desarrollo de las diferentes etapas de un proyecto de construcción.
- **Integrado:** Estado de implementación que implica la comunicación entre todos los equipos de trabajo, asegurando la calidad y centralización de la información
- **Optimizado:** Estado que se establece en el punto en el que hay aspectos de mejora y están proyectos para que el uso de la metodología y sus beneficios sean exponenciales

En términos generales, los proveedores de la región se encuentran en un Nivel inicial, ya que hasta el momento están estableciendo los objetivos de la implementación de la metodología y, en los casos en los que hay creación de objetos, están vinculados a un proceso geométrico de generación de información que no tiene relación con los procesos internos de las empresas. Se proyecta, por otro lado, llegar a un punto en el que la implementación esté en un estado gestionado, que habilite el uso de la información de manera integrada a los procesos y se obtengan beneficios de manera directa.

De manera general se han identificado estos hallazgos en las empresas que hicieron parte del diagnóstico:

Tecnología: El software que se ha escogido para la modelación de los objetos BIM responde solo a las solicitudes realizadas por el mercado. Las empresas cuentan con el software y el hardware del que disponen tiene la capacidad de procesar la información generada;

Procesos: Si bien, ya hay un liderazgo y una voluntad de implementación, se ha abordado la metodología BIM solamente desde el aspecto comercial lo que, hasta el momento, implica poca o nula relación con los flujos de trabajo actuales o equipos de trabajo. Este debe ser uno de los aspectos en los que se debe trabajar para que se evidencie el mayor beneficio de la implementación de la metodología.

Política: Se tienen avances direccionados al uso de software para la generación de objetos BIM, esto implica también que, debido a que está basado en un manejo de herramientas y no de gestión de la información, se deben fortalecer las políticas, procesos, capacidades y equipos de trabajo que funcionen de manera articulada para realizar un cambio de procesos actuales que beneficien a las diferentes organizaciones y que cuenten con una filosofía empresarial que impulse la innovación a nivel corporativo.

Capacidades: Se generan, en algunos casos, modelos de objetos iniciales no integrados ni definidos, los equipos de trabajo manejan herramientas de manera general.

Equipos de trabajo: Los equipos de trabajo ejecutan sus tareas de manera independiente y no hay ningún acuerdo entre las partes para abordar de manera colaborativa los proyectos o la generación de información.

En este escenario se deberá establecer, primero que todo, un objetivo claro de cara a la creación de objetos BIM, para poder articular esto con los procesos, las políticas, la capacidad organizacional y de los equipos de trabajo; esto permitirá la identificación de parámetros y la creación de objetos con una finalidad clara, para poder también generar cadenas de abastecimiento que beneficien de manera transversal la empresa.

Con el fin de lograr con éxito este objetivo se deberá definir de manera clara por lo menos tres componentes mínimos en torno a la creación de los objetos:

- La información que define el producto
- La geometría que representa las características físicas del producto
- Datos de comportamiento de los objetos como fases de mantenimiento, zonas libres y demás

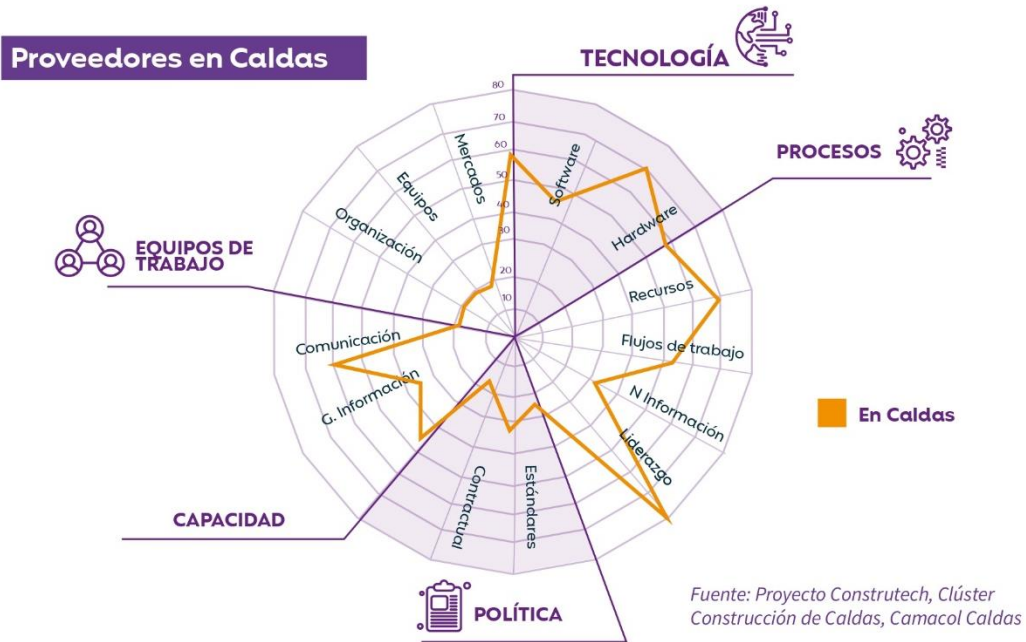


Ilustración 59. Estado proveedores en Caldas, Proyecto Construtech, Clúster Construcción de Caldas, Camacol Caldas

6. Diagnóstico

Como punto de partida para la generación de la Ruta de Adopción BIM, tanto para constructores como para proveedores, se generaron diagnósticos del funcionamiento de los procesos de las empresas constructoras y proveedoras de la región, con el fin de identificar las posibles oportunidades de mejora a través de la implementación de la metodología BIM.

Este diagnóstico es resultado de un proceso de levantamiento de información que se ejecutó de mano de los equipos de trabajo, a través del cual se realizó un análisis exhaustivo de 4 aspectos:

- **Benchmark de talento:** Identificación de las capacidades y conocimiento de los equipos de trabajo respecto a la metodología BIM.
- **Procesos actuales:** Identificación cómo se articulan las diferentes áreas alrededor de la ejecución de un proyecto.
- **Flujos de información:** Identificación de los mecanismos de comunicación entre las diferentes áreas de las compañías (proceso transversal al uso de tecnologías y el manejo de los procesos).
- **Tecnologías actuales:** Identificación de la capacidad y disponibilidad tecnológica para la ejecución de las tareas proyectadas.

La finalidad de este diagnóstico es establecer los potenciales beneficios de la metodología BIM aplicada a los procesos actuales de las empresas y, de la mano de esto, diseñar una posible hoja de ruta de implementación que, en el marco de unos alcances identificados de manera general, pueda medir el éxito del proceso de implementación, entrenamiento y/o acompañamiento.

Para los lectores que gusten realizar su propio diagnóstico, se puede optar por realizar algunos de los siguientes:

- Evaluación de implementación ruta BIM [Ruta BIM - Camacol](#)
- Matriz de madurez BIM (Bilal Succar) [BIM Maturity Matrix - Spanish \(bimexcellence.org\)](#)
- Autodiagnóstico (Eraikune - País Vasco) [Autodiagnóstico • Eraikuntza Digitala](#)
- Nivel de implementación BIM (PlanBim Chile) [Mibim - Planbim](#)

6.3. Constructores

6.3.3. Benchmark de talento

El Benchmark de talento permite identificar el conocimiento de los equipos de trabajo relacionado con la metodología BIM, para reconocer los aspectos que se deben fortalecer y el escenario disponible para estructurar una visión organizacional de esta.

METODOLOGÍA BIM

Esta prueba permite establecer la claridad de los equipos de trabajo respecto a los conceptos claves de BIM para así fortalecer los objetivos que persigue la metodología y que deben ser apropiados por los participantes en la etapa de entrenamiento y aplicación de procesos que se requieren, estos son:

1. Planeación BIM
2. Modelos de Información BIM
3. Gestión de la información basado en trabajo colaborativo

Para las pruebas de autodiagnóstico realizadas en el PROYECTO CONSTRUTECH *Avanzando hacia una transformación digital Sector construcción en Caldas*, se usaron herramientas del fabricante de software Autodesk, aclarando que existen muchas otras herramientas y otros fabricantes.

AUTODESK – REVIT (Permite modelar formas, estructuras y sistemas 3D paramétricos, así mismo, permite la gestión de proyectos con revisiones de planos, alzados, tablas de planificación, secciones y hojas).⁴⁷

Esta prueba técnica, que es presentada por los perfiles que tienen que ver con la creación y gestión de los modelos de información BIM, genera la base para reconocer el conocimiento en una de las herramientas principales de generación y gestión de modelos BIM.

AUTODESK – NAVISWORKS (Visualiza y unifica los datos de diseño y construcción en un único modelo. Identifica y resuelve los problemas de conflictos e interferencias antes de que comience la construcción, permite tareas de rectificación).⁴⁸

Esta prueba técnica es presentada por los perfiles que tienen que ver con la coordinación y extracción de información de modelos BIM; identificar su conocimiento permitirá direccionar la generación y gestión de la información clave para coordinación y simulación del proceso constructivo.

⁴⁷ [Software Autodesk Revit |](#)

⁴⁸ [Navisworks | Autodesk](#)

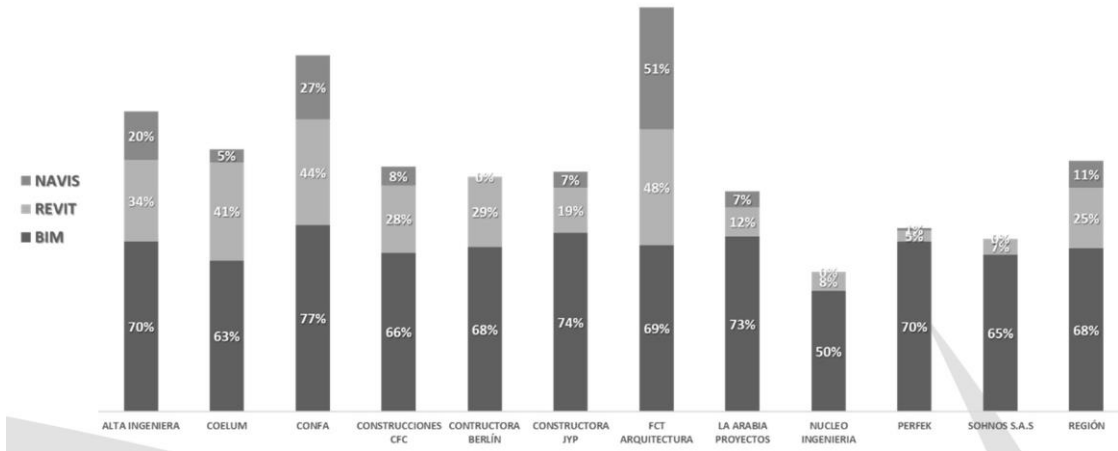


Ilustración 60. Empresas beneficiarias proyecto Construtech, BIM en Caldas de Clúster Construcción de Camacol Caldas

En general, los equipos de trabajo tienen un conocimiento medio de la metodología BIM, se reconocen los beneficios de esta, su significado y el impacto a nivel corporativo que podría generar, pero no se tiene claro cuáles son los tipos de información que se generan, la relación de esta con la estandarización de procesos y la documentación relacionada.

Este es el primer concepto fundamental que se debe fortalecer y es el conocimiento de la metodología BIM, guiado por una visión organizacional de esta, de tal manera que, desde el inicio del proceso de implementación se tenga clara la relación de la metodología con los procesos de las empresas, las expectativas y las herramientas que estarían sujetas a este proceso de implementación.

Se deberá reforzar el conocimiento especialmente a directores para que bajo su visión estratégica se realice un trabajo en equipo que permita que las demás áreas se nivelen y logren un muy buen conocimiento, en el que, más allá de reconocer los conceptos, el equipo pueda aplicarlos con asertividad en cada uno de los procesos propuestos en los proyectos.

AUTODESK REVIT

Teniendo en cuenta que es la herramienta con mayor reconocimiento y aquella definida por todas las empresas objeto de este diagnóstico para realizar el proceso de implementación de la metodología BIM, se evaluó su conocimiento. El conocimiento de la herramienta es en general muy bajo, aún en empresas donde se lleva un proceso de implementación de la metodología basada en generación de modelos, el conocimiento es genérico sobre el manejo de herramientas de modelado, sin tener en cuenta la documentación, gestión de parámetros u otros niveles de complejidad que permitirían un uso de la herramienta profundo. Se debe realizar especial énfasis en la gestión de parámetros y la cuantificación de elementos, teniendo en cuenta que será parte de los insumos principales para realizar procesos de implementación completos y transversales a los procesos de construcción.

AUTODESK NAVISWORKS

EL uso de esta herramienta de gestión es fundamental que se maneje desde todas las áreas con el fin de que todas puedan realizar procesos de revisión, cuantificación, simulación y coordinación sin necesidad de modificar el modelo que viene de externos. El conocimiento de la herramienta es muy bajo y se deberá fortalecer cada uno de los conceptos claves por organización y área. Se deberá realizar un especial énfasis en el uso de esta herramienta para los equipos de obra, de tal manera que pueda cubrir la necesidad de extracción rápida de información del modelo sin necesidad de modificación.

6.3.4. Procesos actuales y flujos de información

Desde la mayoría de las empresas constructoras ya se han puesto en marcha procesos de implementación de la metodología BIM, basados en solo la generación de modelos 3D para facilitar la revisión e identificación de colisiones y la visualización.

El levantamiento de los procesos y los flujos de información se realizó para cada una de las empresas de manera general. Estos representan el comportamiento de las empresas constructoras en la región.

De manera general es importante resaltar que los procesos no se han modificado en la mayoría de las empresas teniendo en cuenta el uso de la metodología BIM, así como no se han articulado las diferentes áreas para la recepción y gestión de la información, pero uno de los puntos más críticos reside en la comunicación con los proveedores de diseños, aspecto en el que se considera que la región no está preparada con insumos suficientes para la implementación real de la metodología BIM. Como primer paso, los cambios en procesos o flujos de información se deben centrar en acciones internas, que aseguren un retorno de la inversión claro, que no depende del conocimiento de terceros.

A continuación, se exponen algunos puntos que vale la pena resaltar de manera general por empresa, tomándolos como insumo para reconocer las posibles oportunidades de mejora y también aquellos procesos que se deben conservar, no solo porque hacen parte del curso regular de un proyecto, sino también porque se considera que se desarrollan partiendo de una ejecución de buenas prácticas. Estos apartes han sido tomados de las entrevistas y autodiagnósticos con empresarios beneficiarios del proyecto Construtech, que busca la transformación digital BIM.

- Tener visión clara de la centralización de la información, los flujos de aprobación y los esquemas necesarios para la modificación de la estructura organizacional. Contar con procesos claros respecto al uso de la metodología y la comunicación entre los diferentes actores del proceso.
- Tener una estructura clara respecto a la comunicación entre las áreas, teniendo en cuenta, sobre todo, su rol en todo el ciclo de vida de los proyectos.

- Se debe tener un esquema claro de solicitud de información a terceros y manejo de comunicación entre áreas, para poder desarrollar información de modelos con un alto nivel de precisión, pero sobre todo con una evolución y actualización continua de esta para poder explotar el potencial en procesos de operación y mantenimiento.
- Generar modelos BIM enfocados en la visualización 3D sin que esto impacte en el cambio de los procesos o genere una hoja de ruta clara de comunicación entre las áreas. Definir claramente el alcance de la metodología más allá del modelo, teniendo en cuenta la facilidad que esto trae para procesos optimizados de construcción y seguimiento y control en obra.
- Definir claramente su relación con proveedores y contratistas, enfocando sus procesos en la solicitud de información, gestión de esta y actualización para un proceso adecuado de implementación.

6.3.5. Tecnologías actuales

Se realiza un levantamiento del estado actual y disponibilidad de tecnologías (Hardware y Software) y se establecen los requerimientos mínimos para una exitosa implementación de la metodología BIM. En hardware se cuenta con los requerimientos mínimos necesarios, resaltando, que debe haber una política de respuesta a las necesidades de tecnología según los requerimientos que se establezcan para el desarrollo de los proyectos (escala y objetivo).

Sistema operativo	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad de mejora <p>Todos los equipos deben contar con el sistema operativo Windows 10 o Windows 11, debe realizarse la instalación de todas las actualizaciones de seguridad del sistema operativo y realizar mantenimientos del sistema, como archivos temporales, Cookies, hacer copia de seguridad de la información, borrar archivos y aplicaciones innecesarias.</p>
Procesador	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad de mejora <p>Se recomienda que los equipos cuenten con procesadores Intel Core i7 3.4GHz - Intel Core i5 3GHz o AMD Ryzen 5 - 7 o Superior</p>
Memoria	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad de mejora <p>Para el uso del software BIM se recomienda 8GB como mínimo, para un desarrollo estable se puede trabajar con 16GB y optimizado 24GB o superior, para este aumento de memoria se debe tener en cuenta las características técnicas del equipo, hasta que capacidad de memoria es admitida.</p>
Tarjeta de video	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad de mejora <p>Contar con tarjeta de video dedicada con actualización de controladores.</p>
Disco Duro	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad de mejora <p>Hacer el cambio de Disco HDD por discos SSD, ya que esto mejora el rendimiento del equipo en una forma muy notoria para el usuario final.</p>

Ilustración 61. Tecnologías actuales, empresas constructoras. Proyecto Construtech

6.3.6. Software

Se cuentan con herramientas tecnológicas básicas, en la mayoría de los casos se tiene un ERP que permite la gestión y control de presupuesto, costos y gastos. Sin embargo, gran parte de las empresas no cuentan con herramientas de software BIM licenciadas que permitan la generación, gestión o modificación de modelos para su uso en los procesos constructivos.

Teniendo en cuenta que, en la mayoría de los casos, se tiene el paquete de office o Gsuite y herramientas de centralización de la información, se pueden generar esquemas de manejo de la información eficientes que hagan uso de los disponible bajo un flujo de trabajo BIM adecuado, estableciendo niveles de acceso, de permisos de modificación, de trazabilidad y otros.

6.4. Proveedores de la industria

6.4.3. Benchmark de talento

El Benchmark de talento permite identificar el conocimiento de los equipos de trabajo relacionado con la metodología BIM, para reconocer los aspectos que se deben fortalecer y el escenario disponible para estructurar una visión organizacional de esta.

METODOLOGÍA BIM

Esta prueba permite establecer la claridad de los equipos de trabajo respecto a los conceptos claves de BIM para así fortalecer los objetivos que persigue la metodología y que deben ser apropiados por los participantes en la etapa de entrenamiento y aplicación de procesos que se requieren, estos son:

1. Planeación BIM
2. Modelos de Información BIM
3. Gestión de la información basado en trabajo colaborativo

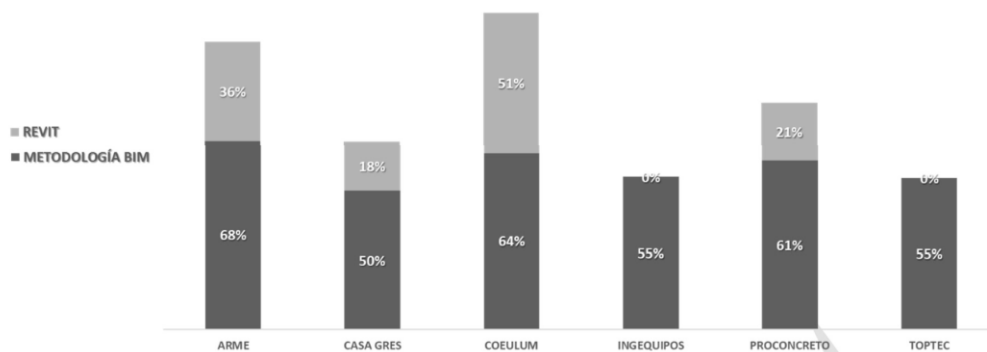


Ilustración 62. Empresas beneficiarias proyecto Construtech, BIM en Caldas de Clúster Construcción de Camacol Caldas

- **AUTODESK - REVIT**

Esta prueba técnica, que es presentada por los perfiles que tienen que ver con la creación y gestión de los objetos de información BIM, genera la base para reconocer el conocimiento en una de las herramientas principales de generación y gestión de objetos BIM.

En general, los equipos de trabajo tienen un conocimiento medio de la metodología BIM, se reconocen los beneficios de esta, su significado y el impacto a nivel corporativo que podría generar, pero no se tiene claro cuáles son los tipos de información que se generan, la relación de esta con la estandarización de procesos y la documentación relacionada. Este es el primer concepto fundamental que se debe fortalecer, guiado por una visión organizacional de la metodología, de tal manera que, desde el inicio del proceso de implementación se tenga clara la relación de esta con los procesos de la empresa, las expectativas y las herramientas que estarían sujetas a este proceso de implementación.

Se deberá reforzar el conocimiento teniendo en cuenta la finalidad de la creación de objetos, de tal manera que se pueda relacionar con áreas específicas y pueda hallarse un liderazgo claro del proceso de implementación.

- **AUTODESK NAVISWORKS**

Teniendo en cuenta que es la herramienta con mayor reconocimiento y aquella definida como foco por la relación con el mercado de empresas constructoras, se evaluó su conocimiento.

El conocimiento de la herramienta es en general muy bajo, aún en empresas donde ya se generan objetos BIM, el conocimiento es básico, relacionando la herramienta tan solo al proceso de modelado, sin tener en cuenta la gestión avanzada de parámetros. Se debe realizar especial énfasis en puntos que permitan articular la generación de información no gráfica (metadatos) y aquella gráfica.

6.4.4. Procesos actuales y flujos de información

En las empresas proveedoras no se han iniciado procesos concretos de implementación de la metodología BIM, por lo tanto, sus procesos actuales no están ni articulados con la creación de objetos ni la gestión de la información.

Es importante resaltar que hay procesos de estandarización de información (Anexo 2), a través de la creación de fichas en las que se tienen identificados parámetros claros de cada uno de los insumos que se comercializan, esto es un primer paso de cara a la implementación de la metodología BIM, ya que será insumo esencial para la creación de objetos y para identificar claramente la relación entre las áreas.

Para poder identificar el estado de madurez en el proceso de implementación se realizó un levantamiento de los procesos y los flujos de información para cada una de las empresas de manera general y desde este punto se relaciona el comportamiento de proveedores en la región.

A continuación, se exponen algunos puntos que vale la pena resaltar de manera general por empresa, tomándolos como insumo para reconocer las posibles oportunidades de mejora y también aquellos procesos que se deben conservar, no solo porque hacen parte del curso regular de un proyecto, sino también porque se considera que se desarrollan partiendo de una ejecución de buenas prácticas.

- Organizar las fichas de los productos y priorizando los objetivos de la creación de objetos es el camino indicado para una adecuada articulación. Se deberá organizar un alcance claro a nivel organizacional, sea comercial o también logístico, para poder realizar de manera adecuada los objetos y, como paso seguido, poder realizar un proceso de comercialización que cumpla con las expectativas.
- Modelación de cantidades y accesorios para asesorar adecuadamente a los clientes, esto representará una relación estrecha entre el departamento técnico y el comercial para vincular la información de manera adecuada sin que esto implique una representación geométrica de alto impacto y, por ende, objetos que terminen siendo inútiles.
- Articular los procesos de producción y logística de envío, además de ser una ventaja comercial de alto nivel. Para lograr un proceso de implementación favorable y que complemente los procesos de producción, diseño, comercial y de abastecimiento, se deberán identificar aquellos comunes denominadores que hilen el proceso y que den un mayor valor a la generación de objetos, sin que esto se vuelva un proceso completamente aislado.
- Se considera la adopción de la metodología liderada desde el área técnica, esta es una buena aproximación que se puede articular con el área comercial para poder realizar una asistencia adecuada a los clientes. Poder articular, a futuro, este proceso y generación de objetos con los procesos de producción y de despacho, podría generar un mayor impacto para la empresa teniendo en cuenta que se están desarrollando insumos de buena calidad.

6.4.5. Tecnologías actuales

Se realiza un levantamiento del estado actual y disponibilidad de tecnologías (Hardware y Software) y se establecen los requerimientos mínimos para una exitosa implementación de la metodología BIM. En hardware se cuenta con los requerimientos mínimos necesarios, resaltando, que hay una política de respuesta a las necesidades de tecnología según los requerimientos que se establezcan para el desarrollo de los proyectos.

Sistema operativo	<ul style="list-style-type: none"> Oportunidad de mejora <p>Todos los equipos deben contar con el sistema operativo Windows 10 o Windows 11, debe realizarse la instalación de todas las actualizaciones de seguridad del sistema operativo y realizar mantenimientos del sistema, como archivos temporales, Cookies, hacer copia de seguridad de la información, borrar archivos y aplicaciones innecesarias.</p>
Procesador	<ul style="list-style-type: none"> Oportunidad de mejora <p>Se recomienda que los equipos cuenten con procesadores Intel Core i7 3.4GHz - Intel Core i5 3GHz o AMD Ryzen 5 - 7 o Superior</p>
Memoria	<ul style="list-style-type: none"> Oportunidad de mejora <p>Para el uso del software BIM se recomienda 8GB como mínimo, para un desarrollo estable se puede trabajar con 16GB y optimizado 24GB o superior, para este aumento de memoria se debe tener en cuenta las características técnicas del equipo, hasta que capacidad de memoria es admitida.</p>
Tarjeta de video	<ul style="list-style-type: none"> Oportunidad de mejora <p>Contar con tarjeta de video dedicada con actualización de controladores.</p>
Disco Duro	<ul style="list-style-type: none"> Oportunidad de mejora <p>Hacer el cambio de Disco HDD por discos SSD, ya que esto mejora el rendimiento del equipo en una forma muy notoria para el usuario final.</p>

Ilustración 63. Tecnologías actuales, empresas proveedoras. Proyecto Construtech

6.4.6. Software

Las empresas proveedoras hasta el momento están iniciando su selección de herramientas tecnológicas basados en las solicitudes concretas del mercado. Es posible articular flujos de trabajo BIM con aquellas herramientas disponibles para los procesos de producción y generación de cotizaciones, teniendo en cuenta que será fundamental la identificación de datos comunes y de formatos que puedan viajar entre las plataformas de cada una de las empresas.

Teniendo en cuenta que también se tienen paquetes de ofimática y herramientas de centralización de la información, se pueden generar esquemas de manejo de la información eficientes que hagan uso de estas herramientas para una centralización de la información.

7. Visión comercial y de mercadeo

La información que se expone en el presente capítulo fue realizada con asesoría de una empresa experta en coaching comercial y venta consultiva, donde se construyó una narrativa para los empresarios en cómo aprovechar BIM para fortalecer y apalancar sus procesos de comercialización y venta de productos o proyectos, es decir, que no sea una sólo una transformación digital y técnica.

En ese sentido, se plantea en el ejercicio definir la hoja de ruta, y el plan de acción que deberían tomar las empresas frente a la Implementación BIM en la estrategia de marketing y ventas.

Desde lo que se pudo evidenciar en el estado actual de la incorporación de BIM en la estrategia de marketing y ventas de las empresas del sector de la construcción se proponen los siguientes escenarios de desarrollo:



Ilustración 64. Fases de desarrollo comercial BIM, Proyecto Construtech

Fase 1: Evaluación y Alistamiento

- Incorporar a los equipos de trabajo de las áreas comerciales y de marketing de las organizaciones del sector de la construcción en el proyecto de implementación de la metodología BIM ya que muchos de ellos consideran que esto sólo es competencia de los equipos de diseño e ingeniería.
- Levantamiento de capacidades y tecnología disponibles actualmente en los procesos de marketing y comercial de las empresas del sector de la construcción como punto de partida para potencializar la implementación de BIM y tecnologías 4.0 en la empresa.
- Diseñar programas de capacitación y entrenamiento en tecnologías 4.0 y herramientas BIM que les permitan a los equipos de trabajo de las áreas de marketing y comercial fortalecer sus conocimientos y capacidades para la integración de la metodología BIM y las herramientas tecnológicas que se pueden llevar al desarrollo e implementación de la estrategia de marketing y ventas de la organización.
- Fortalecer la cultura en el sector en cuanto a la integración e implementación de la metodología BIM en los diferentes procesos de la empresa, en especial en los procesos de mercadeo y ventas, a través de la realización de campañas de sensibilización y concientización (hacia adentro y hacia afuera) que les permitan tomar conciencia de la importancia de incorporar la metodología BIM al proceso comercial y de marketing de la organización.

Fase 2: Integración de BIM en Marketing

- Fortalecer el posicionamiento de la organización para evidenciar su liderazgo en BIM a través de sus canales digitales (sitio web, redes sociales, email, entre otros) compartiendo contenido de valor sobre BIM, su impacto en la construcción y las capacidades de su organización en BIM (estudios de caso, videos, infografías y otros materiales).
- Hacer presencia en eventos, conferencias, ferias comerciales relacionadas con la construcción y BIM que le permitan conectar con aliados y clientes que estén trabajando con BIM, de tal manera, que puedan construir alianzas y potencializar la experiencia de su empresa con BIM.

Fase 3: Integración de BIM en la Gestión Comercial

- Entrenar al equipo comercial en BIM y tecnologías 4.0 con el fin de darles los conceptos y claves para que puedan comunicar sus beneficios a los clientes potenciales del uso de esta metodología y sus tecnologías para mejorar su experiencia de compra y la relación comercial
- Diseñar sus propuestas y ofertas a la medida que sirvan para destacar cómo el uso de BIM puede mejorar la eficiencia, la precisión y la calidad en los proyectos de construcción.
- Realizar demostraciones, en vivo o virtuales, de cómo BIM puede beneficiar a los clientes en sus proyectos específicos.

Fase 4: Implementación y seguimiento a la incorporación de BIM y tecnologías 4.0 a la estrategia de marketing y ventas.

- Implementar proyectos piloto (con acciones puntuales) en los que incorpore y haga uso de BIM en su estrategia de marketing y ventas, y a través de los cuales pueda recopilar datos sobre su rendimiento y resultados.
- Diseñar instrumentos de medición de impacto en los clientes, que le permitan reconocer la experiencia y el potencial de la incorporación de BIM en sus proyectos y a partir de los resultados evaluar y ajustar sus estrategias de marketing y ventas.

Fase 5: Expansión y optimización en la incorporación de BIM y tecnologías 4.0 en la estrategia de marketing y ventas.

- Ampliar gradualmente la oferta de servicios o productos BIM a medida que la empresa adquiera experiencia y confianza en su uso.
- Explorar la posibilidad de construir alianzas estratégicas con proveedores de software BIM o consultores especializados para fortalecer la oferta comercial de la empresa.
- Realizar evaluación continua de las acciones implementadas de BIM en las estrategias de marketing y ventas basadas en los resultados y la retroalimentación de los clientes.

8. Referenciación de buenas prácticas

En el presente capítulo se enunciarán los referentes a nivel nacional que se lograron conocer en una visita de inmersión realizada en la ciudad de Bogotá en 2023 gracias al PROYECTO CONSTRUTECH, adicionalmente se incluyen los comentarios y opiniones de los empresarios, quienes además con su disposición frente al cambio y la transformación digital de sus compañías jugaron un rol fundamental para la construcción de esta CARTILLA BIEN PÚBLICO.

También se aclara, que los siguientes son solo algunos referentes, ya que en Colombia ya existen centenas de casos de empresarios y entidades públicas que están adoptando e implementando BIM.

GERFOR



Empresa proveedora que fabrica y comercializa productos de tuberías. Empiezan la implementación de BIM, teniendo en cuenta que tienen un fuerte competidor que es número uno en el mercado y en el tema BIM, como lo es PAVCO. En ese sentido se deciden por hacer un sondeo que recoja las deficiencias de las familias de la competencia, teniendo en cuenta que igual es un producto genérico (Tuberías que cumplen unas normas técnicas generales), optando por un diseño de familias más intuitivo, con suficiente nivel de información, contando con librerías BIM para hidrosanitaria, eléctrica, grifería. Cuentan con equipo BIM de arquitectos, ingenieros y modeladores, para creación de familias.



Ilustración 65. Familias BIM, Empresa Gerfor

Las familias no se encuentran individualizadas, se encuentran en plantillas. Archivos pesados (Tipo zip). Modelo con breve descripción del producto.

LINEA CONDUIT			
	02034	CAJA ELECTRICA CUADRADA PVC (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	
	02038	CAJA ELECTRICA RECTANGULAR PVC (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	
	02039	CAJA ELECTRICA OCTAGONAL PVC (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	
	02037	ADAPTADOR TERMINAL PVC CONDUIT #12 (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	
	02036	ADAPTADOR TERMINAL PVC CONDUIT #34 (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	
	02035	ADAPTADOR TERMINAL PVC CONDUIT #1 (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	
	02031	ADAPTADOR TERMINAL PVC CONDUIT #1 1/4 (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	
	02032	ADAPTADOR TERMINAL PVC CONDUIT #1 1/2 (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	
	02033	ADAPTADOR TERMINAL PVC CONDUIT #2 (I) VERDE NTC 5442 PLASTICOS. ACCESORIO DE POLI (CLORURO DE VINILO/PVC) RIGIDO PARA TUBERIA DE CONDUIT	

Ilustración 66. Descripción Familias BIM, Empresa Gerfor

Adicionalmente se deciden por capacitar respecto al uso de las familias y además el uso del software por medio del SENA, Lo llaman **ASISTENCIA BIM**.

Presencia en la página web. Por medio de una pestaña de acceso, descarga de familias y videos de uso de las familias. Para descarga de archivos se solicita llenar un formulario para descarga, (esto sirve para realizar sondeos o contactar futuros clientes).

The screenshot shows the 'LIBRERÍAS BIM' website header with the tagline 'Diseña, Construye y Gestiona tus Proyectos'. Below the header, there is a section for 'Librería Eléctrica' with a sub-header 'Formulario de descarga'. The form contains the following fields:

- Escoja una opción * (Dropdown menu with 'Información general' selected)
- Mail * (Text input field with placeholder 'Correo electrónico')
- Nombre * (Text input field with placeholder 'Escribe aquí')
- Apellido * (Text input field with placeholder 'Escribe aquí')
- Empresa * (Text input field with placeholder 'Escribe aquí')
- Profesión * (Text input field with placeholder 'Escribe aquí')
- País * (Text input field with placeholder 'Escribe aquí' and a location icon)
- Teléfono * (Text input field with placeholder 'Escribe aquí' and a phone icon)
- Departamento * (Text input field with placeholder 'Nombre departamento' and a location icon)
- Ciudad * (Text input field with placeholder 'Nombre de la ciudad' and a location icon)

Ilustración 67. Librerías BIM, Empresa Gerfor

A largo plazo:

- Las familias tendrían cargada la información del costo.
- Creación de familias de sistemas contra incendios (Por el momento el equipo lleva tres meses en el proceso de creación).
- Que estos archivos sean inter-operativos, que funcionen con REVIT y ARCHICAD.

Finalmente se enfatiza sobre el proceso que implica la implementación del BIM, respecto inversión de tiempo y capacitaciones, actualización de las familias.

Trabajan con insumos especialmente de Estados Unidos, siempre con políticas ambientales que buscan restitución del agua y recirculación, uso de energía solar, recuperación de material interno para fabricación de productos de menor calidad. Sistema robotizado, que involucran presión, energía y agua, para la creación de tuberías y accesorios de diversos calibres, incluso de doble capa para tuberías de alta presión (capa interior lisa y capa exterior con anillos).

PINTUCO



Empresa proveedora que fabrica y comercializa productos de acabados. Se enfrenta a la dificultad de que el material es un acabado, una aplicación sobre un elemento de construcción. En ese sentido crean 1000 materiales de colores que pueden ser aplicados a elementos de los modelos de Revit para estandarización, cantidades y control de costos.

Estos acabados son planos o texturizados, contienen ficha técnica y RGB de color original.

1. Niveladores
2. Pulimentos y masillas
3. Imprimantes
4. Pinturas para interiores
5. Pinturas para exteriores
6. Texturas
7. Hidrofugos
8. Impermeabiliz...
9. Pintura para Canchas

En la página web, tiene BIM, su propia pestaña de presentación, con videos tutoriales.

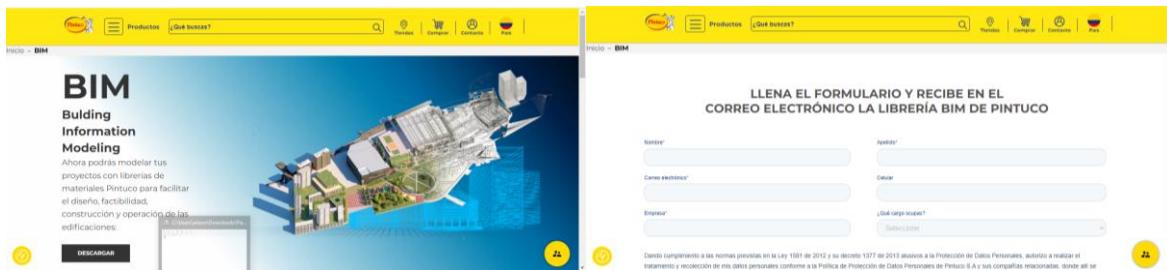


Ilustración 68. Página Web Pintuco, Librerías BIM

En este caso se tiene el mismo proceso de descarga, se llena un formulario para recibir la descarga de la familia, como en el caso anterior, la familia se encuentra en una plantilla y no individualizado. Poseen familias en la página de BIMBAU. Archivo pesado.



Ilustración 69. Familias BIM, Empresa Pintuco



CONSTRUCTORA COLPATRIA

Para la implementación de la metodología BIM, la constructora cuenta con equipo de coordinación, diseñadores y modeladores. Se destaca la importancia de que proveedores cuenten y aporten con Familias de gran calidad respecto a información, para uso de datos en cantidades y presupuestos de obra. Alta tecnología en obra e industrialización, buen referente para constructoras recibe reconocimiento a las buenas prácticas en el desarrollo de proyectos bajo metodología BIM, garantizando calidad y eficiencia en Diseño Arquitectónico, Técnico, Coordinación y Presupuestos.



PAVCO WAVIN

Multinacional de diseño y tubería WAVIN, que tiene representación en cada país, en el caso de Colombia se llama Pavco. Debido a la diferencia de normativa entre países, cada país tiene el reto de realizar la familia de acuerdo con la normativa vigente, esto hace que cada región tenga su propio equipo BIM. Pavco se destaca en Colombia, por ser el proveedor con mejor implementación BIM. En ese sentido tienen una gran variedad de librerías.

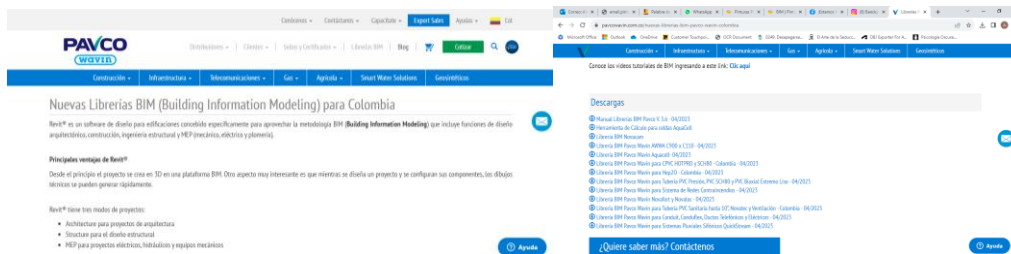


Ilustración 70. Página Web Pavco, Librerías BIM

Para la descarga igualmente solicitan los datos para descarga. Cada tipología de sistema de tuberías tiene su propia plantilla.

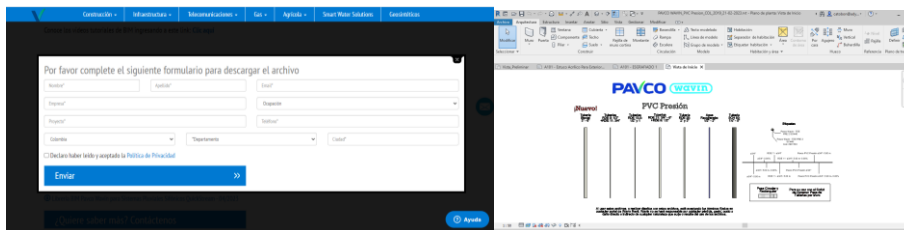


Ilustración 71. Librerías BIM, Empresa Pavco

Se destaca la implementación BIM, como una curva de trabajo, que requiere unos esfuerzos, como el desarrollo de librería, la difusión, capacitación y soporte.

Pavco se destaca por que tiene variados equipos de trabajo en BIM, respecto a modelación, asistencia en diseños. Esto enfocado a la asistencia al cliente. Por esto plantea una estrategia de difusión que busca:

- Apoyar la transformación cultural
- Participación en diversidad de gremios.

CONSTRUCCIONES PLANIFICADAS



Constructora con proyectos de gran envergadura, en donde la implementación BIM, se hace clave para la coordinación de diferentes especialidades. Entre ellos se destacan la creación del hospital de cancerología más importante de Colombia, proyectos exteriores en donde se ven obligados a trabajar en alianza con pares de constructoras. Se destaca la implementación BIM en obra, con equipos de última tecnología. Ejemplo óptimo para constructoras. Excelencia BIM 2020.



AUTODESK

Compañía de software 2D y 3D. Presentación de software adicional de modelación, gestión y coordinación de proyectos. Se plantean posibles alianzas empresarial para la compra de licencias.

Testimonios

“(...) maravilloso conocer los casos de éxito de las grandes constructoras de nuestro país, que han dedicado tiempo, recursos y esfuerzos para la implementación BIM, eso nos motiva. Resalto la disposición de los ejecutivos BIM de las compañías por esmerarse en mostrarnos lo general y lo particular, sin importar el tiempo.

Nuestro reto, implementar la metodología en nuestras empresas (teniendo en cuenta a nuestros consultores), que por su tamaño, mercado y sistemas de funcionamiento requieren de estrategias diferentes a las vistas (grandes constructoras).”

Pablo Jiménez

Constructora Alta Ingeniería SAS

“(...) vemos como una oportunidad importante para nuestra empresa todo el tema de la metodología BIM, pues nos va a ayudar a seguir un buen curso en nuestros proyectos de manera planeada, organizada y además con la opción de anticiparnos en decisiones de tipo económico y comerciales.

(...) Me sorprendió que la adopción de la metodología BIM en los ejemplos vistos no es nueva, viene con muchos años de implementación y puesta en funcionamiento en las obras de construcción; ósea que es un camino que se debe empezar desde ya a recorrer para llegar a la meta de 2026.

Pienso que aportaría mucho a la adopción de la metodología, más participación de las entidades públicas del estado, pues las empresas privadas de alguna manera ya nos estamos metiendo en el tema y tenemos la voluntad de poner en marcha (...).”

Juan Pablo Rivas Serna

Residente Técnico

Constructora La Arabia Proyectos

“(...) Gerfor una multinacional colombiana que tiene una gran aplicación no solo de sistemas BIM sino también de tecnología, en cuanto a maquinaria, procesos, almacenamiento, producción, etc.

“(...) Pintuco, donde nos explicaron de una forma muy sencilla, amable y didáctica que BIM más que un programa es una mentalidad, como el tiempo fue corto acordamos tener una sesión virtual para aprender con detalle el uso de BIM que ellos les dan a sus productos.

“(...) me hubiera gustado tener más tiempo para visitar otras industrias y grandes constructoras, además de tener pequeños empresarios que tengan testimonios de éxito con la herramienta para aterrizar un poco la aplicación de las tecnologías en nuestras PYMES”.

Jazmín Rocío Jiménez Pescador

Promotora Técnica de Arme

Arme

“Los retos que primordialmente se deben asumir por parte del equipo de trabajo de Ingequipos SAS es inicialmente un trabajo de concientización integral a nivel organizacional, esto sin discriminar ningún área de trabajo de las cuales conforman la empresa, esencialmente se debe interiorizar la importancia y la urgencia con la cual se deben implementar las metodologías BIM dentro del sector constructivo y en nuestro caso como **proveedores**.

Seguidamente se debe hacer un trabajo documental de carácter cualitativo por parte del equipo comercial, esto con el fin de identificar las necesidades puntuales que presentan los clientes, el objetivo es discriminar cada uno de los productos y servicios que como proveedores ofrecemos, puesto que cada uno de estos en su función y utilización presentará necesidades y posibles problemáticas en específico que deben ser atendidas y solucionadas puntualmente.

(...) lo más importante en esta fase de desarrollo es la cantidad de tareas que se logran facilitar dentro del proceso tanto constructivo como comercial, no se le apunta a la **cantidad** de información del modelo sino a la **calidad** de este.

Un paso más adelante esperamos comenzar a publicar las familias en las bibliotecas nacionales de BIM velando para que, en un futuro no muy lejano, nuestras tareas como proveedores se empiecen a pensar e implementar en los proyectos constructivos desde la etapa de ideación, esto ayudará a conformar un entorno **colaborativo** donde constructoras y proveedores puedan trabajar de una manera más eficiente, reduciendo desperdicios e incertidumbre en obra lo cual al final se verá reflejado en tiempo y presupuesto.

Paula Andrea Aristizábal
Arquitecta asesora
Ingequipos

“La experiencia compartida por los empresarios fue bastante enriquecedora, dimensionamos la difícil tarea que emprendemos con la transición a la metodología BIM. Si bien ya empezamos, el camino es extenso, con mucho por aprender; pero a su vez esta visita nos evidenció los casos de éxito con los que muchas empresas ya cuentan, los cuales nos motivan a seguir adelante.

Es importante poder recopilar lo aprendido, una **hoja de ruta** hacia la implementación de la metodología BIM sería una buena herramienta como base a ser adaptada por cada empresa según su estrategia en particular. También hay un reto grande con los gerentes de las empresas en Caldas sobre el entendimiento de la metodología BIM, contar con alguna conferencia/capacitación sobre la importancia de la **transformación digital**, desde una perspectiva más conceptual dirigida a gerentes y directores podría contribuir a ello, pues si bien Revit es una herramienta de la metodología BIM, la perspectiva desde un gerente o director es muy distinta a la de un simple modelado 3d y es algo que habrá que fortalecer en esta transición.

También la región demanda un caso de éxito para la aceptación de la metodología BIM, evidenciada en indicadores con la planeación, diseño y construcción de un proyecto (...).”

Mariana Vallejo Vélez
Arquitecta Coordinadora de Diseño
FCT Arquitectura y Construcción

9. Ruta de Adopción

Teniendo en cuenta el proceso de levantamiento de información y el diagnóstico realizado con cada una de las empresas en los aspectos relacionados anteriormente, se establece una posible hoja de ruta de adopción a corto, mediano y largo plazo a través de la cual se espera llegar a resultados posterior una estrategia de implementación planteada.

El proceso de diagnóstico será considerado como la línea base del proceso de implementación, desde este punto se construyeron las métricas y las estrategias que se considera, deben llevarse a cabo para tener un proceso de implementación exitoso.

9.3. Constructores

Para la Ruta de Adopción de los constructores será fundamental crear una base de conocimiento uniforme, basado en los estándares relacionados a la metodología BIM (ISO's), que habilite, en el corto plazo, generar la implementación de herramientas y trabajo colaborativo en línea, a través de grupos focalizados que permita victorias tempranas de cara a la metodología BIM.

Se propone que la implementación de la metodología se haga en el marco del desarrollo de un proyecto piloto, siguiendo las recomendaciones de la “Guía para la implementación de Building Information Modeling a nivel de pilotos en proyectos de construcción pública” publicada por el BID y Plan BIM Chile (Anexo 3); si bien, se habla de proyectos públicos, la metodología es aplicable a los proyectos de construcción del sector privado.

Para esto, en los diferentes ejes se propone una serie de anexos, referentes y plantillas que ayudarán en la implementación de cada proceso particular.

9.3.3. Talento

Para realizar un proceso de implementación adecuado, lo más importante es tener una base de conocimiento de la metodología, desde un punto de vista organizacional, de tal manera que se establezcan los objetivos, las metas y la hoja de ruta, paso a paso, del proceso de implementación. Esto radicaría en el establecimiento de conceptos y tareas claras de todas las áreas y actores de la organización.

Como segunda medida se deberá transmitir esta **visión estratégica** de manera específica a cada una de las direcciones, haciéndolas conscientes de sus roles, responsabilidades y potenciales cambios dentro de este proceso. Esto, además, con la finalidad de que se adquiera un conocimiento homogéneo respecto a la metodología BIM dentro de la organización.

Finalmente se deberá realizar un entrenamiento en herramientas BIM según las necesidades específicas de cada equipo de trabajo, para poder hacer gestión adecuada de la información proveniente de modelos y procesos BIM. Para poder identificar los perfiles que corresponden a cada integrante del equipo y el tipo de entrenamiento que se debería abordar por perfil, se recomienda ver la matriz de roles BIM de Plan BIM Chile (Anexo 4) y el documento de roles y perfiles BIM del BIM Kit de Camacol Nacional (Anexo 5).

- **METAS:**

Corto plazo: Tener una visión organizacional respecto a la metodología BIM para poderla transmitir a las diferentes áreas. **Crear al menos un flujo de trabajo de 4 procesos enfocados en los Usos BIM priorizados, estableciendo la relación entre las áreas, su responsabilidad, insumos y entregables** (Se recomienda que no sean más de 4 para aquellas empresas con un menor nivel de madurez para tener un alcance claro y medible)

- ✓ Documento por proceso Core dentro del flujo de trabajo.
- ✓ Generación de estándares, guías y protocolos para la adecuada implementación de cada proceso actualizado. Se proponen los siguientes teniendo en cuenta una relación estrecha con los usos BIM de Autoría de diseño, coordinación 3D, Estimación de costos y As-built: Inicio de proyectos – Recepción/Generación de diseño – Control y seguimiento – Entrega de modelo As-Built

Mediano plazo: Aumento de conocimiento en metodología BIM.

Estado actual: Promedio de conocimiento de metodología BIM 68%

Meta: Promedio de conocimiento de metodología BIM 90%

Largo plazo: Manejo de las herramientas BIM escogidas para el desarrollo de las tareas planteadas, teniendo en cuenta el perfil y las tareas de cada uno de los equipos de trabajo.

Estado actual: Promedio de conocimiento de herramientas BIM 25%

Meta: Promedio de conocimiento de metodología BIM 60%

- **ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN:**

Corto plazo: Realizar documentación estratégica respecto a la modificación de los procesos actuales bajo la implementación de la metodología BIM. Para esto, se relaciona el documento “BIM Project Execution Planning Guide” de Penn State University (Anexo 6), en el que se explican los cambios en los flujos y el impacto de los Usos BIM en el desarrollo de proyectos.

- ✓ Proceso de Inicio de proyectos: Solicitud y recepción de modelos BIM, análisis para solicitud de información, análisis de condiciones existentes y análisis de sitio.
- ✓ Proceso de generación de diseño: Creación de modelo BIM partiendo de las necesidades del proyecto. Gestión, revisión y entrega de información.

- ✓ Proceso de control y seguimiento: Lineamientos para la gestión de la información, unión de tiempos y costos al modelo BIM y generación de esquemas de alerta y control.
- ✓ Proceso de entrega de modelo as-built: Actualización de información disponible para operación y mantenimiento.

Mediano plazo: Realizar un entrenamiento corporativo de cara a las nuevas estrategias de la organización y establecimiento de la línea base de los objetivos de desempeño – Todo enfocado a las funciones y competencias requeridas de los equipos de trabajo.

Entrenamiento general del manejo del modelo BIM, sus propiedades, sus características principales y la navegación general para la extracción de información.

Largo plazo: Realizar entrenamiento por equipos de trabajo enfocado en el uso de herramientas para el cumplimiento de los procesos planteados y su optimización. Este entrenamiento estará sujeto a las herramientas que se escojan

- ✓ Entrenamiento a equipos de trabajo administrativos y coordinación de proyecto.
- ✓ Entrenamiento a equipo de diseño por especialidad, estableciendo las determinantes del flujo de trabajo.
- ✓ Entrenamiento en extracción de cantidades y análisis de información para establecimiento de variables.
- ✓ Entrenamiento en generación de modelos As-built.

9.3.4. Procesos actuales y flujos de información

Con el fin de asegurar la centralización de información y la generación de canales de conocimiento y comunicación, que se integren a las políticas del negocio, se deben generar estándares que incorporen buenas prácticas para asegurar la calidad de los insumos, estos deben permitir que todo el proceso de implementación y su evolución, sea medible.

Para esto, se relaciona la Guía #5 del BIM Kit de Camacol Nacional: Indicadores BIM (Anexo 7), en la que se sugieren estrategias de establecimiento y medición de indicadores, partiendo de la generación de línea base, vital para poder realizar los procesos de transformación.

- **METAS:**

Corto plazo: Tener una visión organizacional respecto a la metodología BIM para poderla transmitir a las diferentes áreas. – **Establecimiento de indicadores de desempeño en 4 nuevos procesos**

- ✓ Línea base de medición de ejecución de procesos y productividad.
- ✓ Indicadores de desempeño por la adecuada implementación de cada proceso.

Mediano plazo: Realizar una actualización de los documentos, teniendo en cuenta los entrenamientos y de modificación de los procesos de cara al trabajo diario. – **Actualización de 4 procesos**

Largo plazo: Adicionar procesos y actores, teniendo en cuenta el uso de la metodología BIM. – Adición de usos BIM a los procesos.

- **ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN:**

Corto plazo: Realizar actualización de flujogramas según la modificación de los procesos bajo la implementación de la metodología BIM y crear la documentación y protocolos necesarios, mencionados en la ISO 19650 y relacionados en la Guía de Estándares, métodos y procedimientos publicada por la mesa técnica BIM de Colombia (Anexo 8).

Mediano plazo: Realizar reuniones semestrales de seguimiento al cumplimiento de los indicadores planteados y análisis de cara al proceso planteado para acordar las posibles actualizaciones del proceso.

Largo plazo: Realizar reuniones anuales de seguimiento en las que se tengan en cuenta las nuevas herramientas y procesos tecnológicos, o las nuevas líneas de negocio que puedan crearse para analizar la viabilidad de aplicación e implementación de la metodología BIM y el impacto que esto tiene de cara a los procesos ya establecidos.

9.3.5. Tecnologías actuales

Con el fin de asegurar que la implementación de software y hardware esté relacionada con los objetivos estratégicos establecidos y los entregables estén sincronizados a las necesidades del negocio, teniendo en cuenta un adecuado uso y almacenamiento de la información; se deben generar procesos de seguimiento continuo a los entrenamientos y la aplicación del proyecto piloto que permita estudiar la necesidad vs. el alcance de las herramientas disponibles.

- **METAS:**

Corto plazo: Optimizar los flujos de trabajo teniendo en cuenta las herramientas BIM disponibles para desarrollar los procesos planteados y cumplir con los indicadores de desempeño en ellos propuestos.

Mediano Plazo: Realizar análisis de herramientas BIM para el proceso de implementación integral de las diferentes áreas, teniendo en cuenta el talento disponible, la tendencia y la solicitud del mercado, asegurando así el desarrollo de tareas integradas a las diferentes actividades del negocio.

- **SELECCIÓN E INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS BIM POR ESPECIALIDAD.**

Largo plazo: Analizar la adquisición de herramientas de cara a la optimización de procesos o de uso en nuevos negocios

ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN:

Corto plazo: Integrar al nuevo flujo de trabajo planteado la integración de las herramientas existentes como parte de un flujo de trabajo BIM. Uso de información paramétrica, modelo navegable y trabajo sobre formatos abiertos para poder disponer de la información en diferentes escenarios.

Mediano plazo: Realizar un análisis costo-beneficio de las herramientas disponibles para la ejecución de cada uno de los posibles usos de BIM, teniendo en cuenta los procesos planteados y el alcance de estos.

Largo Plazo: Realizar reuniones semestrales de seguimiento al cumplimiento de los indicadores planteados y análisis del desempeño del software de cara al proceso planteado para acordar los posibles desarrollos que permitan optimizar los procesos planteados y generar un mayor valor en la implementación de la metodología.

9.4. Proveedores de la industria

Para la Ruta de Adopción de los proveedores será fundamental crear una base de conocimiento estandarizado con la consulta de guías como la “Guía de creación de contenido BIM” publicada por Camacol Nacional (Anexo 9), la “Guía de desarrollo de objetos BIM” publicada por bimétrica (Anexo 10), el “NBS-BIM object standard” (Anexo 2) y el “Estándar de creación de objetos BIM” publicado por ecobjetc (Anexo 11); estos documentos serán fundamentales, no solo para la creación de objetos, sino también para identificar el beneficio de la articulación entre las diferentes áreas de las empresas.

9.4.3. Talento

Para realizar un proceso de implementación adecuado, lo más importante es tener una base de conocimiento de la metodología, desde un punto de vista organizacional, de tal manera que se establezcan los objetivos, las metas y la hoja de ruta, paso a paso, del proceso de implementación. Esto radicaría en el establecimiento de conceptos y tareas claras de todas las áreas y actores de la organización.

Como segunda medida se deberá transmitir esta **visión estratégica** de manera específica a cada una de las direcciones, haciéndolas conscientes de sus roles, responsabilidades y potenciales cambios dentro de este proceso. Esto, además, con la finalidad de que se adquiera un conocimiento homogéneo respecto a la metodología BIM dentro de la organización.

Finalmente se deberá realizar un entrenamiento en herramientas BIM según las necesidades específicas de cada equipo de trabajo, para poder hacer gestión adecuada de la información proveniente de modelos y procesos BIM.

En el caso de los proveedores, no aplica la asignación de roles BIM como aquellos documentados tradicionalmente, sino que se deberá identificar la relación de los actores de cada área respecto a los objetos, esto quiere decir, por ejemplo: área técnica > creación de especificaciones – creación de objetos; área comercial > lectura y manipulación de objetos para asesoría al cliente; producción > extracción de información de objetos y asociación a sistemas de producción.

- **METAS:**

Corto plazo: Tener una visión organizacional y objetivos claros respecto a la metodología BIM para poderla transmitir a las diferentes áreas.

- ✓ Documento del proceso general de articulación entre las áreas.
- ✓ Estándares, guías y protocolos para la adecuada articulación entre áreas: Diseño – comercialización – producción - abastecimiento.

Mediano plazo: Aumento de conocimiento en metodología BIM en el equipo de trabajo de toda la compañía.

Estado actual: Promedio de conocimiento de metodología BIM 57%

Meta: Promedio de conocimiento de metodología BIM 90%

Largo plazo: Manejo de las herramientas BIM escogidas para el desarrollo de las tareas planteadas, teniendo en cuenta el perfil y las tareas de cada uno de los equipos de trabajo. –
60pp

Estado actual: Promedio de conocimiento de herramientas BIM 0%

Meta: Promedio de conocimiento de metodología BIM 60%

- **ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN:**

Corto plazo: Realizar documentación estratégica respecto a la modificación de los procesos actuales bajo la implementación de la metodología BIM, para esto se debe tener en cuenta el (Anexo 10) en el que se relaciona cómo y con qué nivel de detalle se pueden generar los objetos para, una vez establecidos el objetivo, poder crear la documentación adecuada.

- ✓ Proceso técnico: Especificación de parámetros, creación de objetos, actualización continua.
- ✓ Proceso comercial: Asociación del proceso comercial a bibliotecas, vinculación de objetos al proceso de asesoría al cliente, vinculación de información al proceso de pedidos y facturación.
- ✓ Proceso de producción: extracción de información del objeto, vinculación de datos a la maquinaria de producción.
- ✓ Proceso de abastecimiento: Asociación de objetos con el cronograma de obra, vinculación de datos generales con la logística de entrega.

Mediano plazo: Realizar un entrenamiento corporativo de cara a las nuevas estrategias de la organización y establecimiento de la línea base de los objetivos de desempeño – Todo enfocado a las funciones y competencias requeridas de los equipos de trabajo.

Entrenamiento general del manejo del modelo BIM, sus propiedades, sus características principales y la navegación general para la extracción de información.

Largo plazo: Realizar entrenamiento por equipo de trabajo enfocado en el uso de herramientas para el cumplimiento de los procesos planteados y su optimización. Este entrenamiento estará sujeto a las herramientas que se escojan. Entrenamiento por equipo de trabajo teniendo en cuenta sus funciones y asociación al objeto BIM.

9.4.4. Procesos actuales y flujos de información

Con el fin de asegurar la centralización de información y la generación de canales de conocimiento y comunicación, que se integren a las políticas del negocio, se generarán estándares que incorporen buenas prácticas para asegurar la calidad de los insumos, estos deben permitir que todo el proceso de implementación y su evolución, sea medible.

Al contrario de los procesos de construcción que tienen métricas claras para la medición de esta implementación, en el caso de los proveedores y fabricantes, los indicadores establecidos dependerán del objetivo de la implementación de metodología y estará estrechamente vinculado a la articulación entre áreas, o directamente a la comercialización efectiva de estos.

- **METAS:**

Corto plazo: Tener una visión organizacional respecto a la metodología BIM para poderla transmitir a las diferentes áreas. Línea base de medición de ejecución de procesos y productividad.

- ✓ Indicadores de desempeño por la adecuada implementación de cada proceso.

Mediano plazo: Realizar una actualización de los documentos, teniendo en cuenta los entrenamientos y de modificación de los procesos de cara al trabajo diario.

Largo plazo: Adicionar procesos y actores, teniendo en cuenta el uso de la metodología BIM.

- **ADICIÓN DE ÁREAS A LA VINCULACIÓN A TRAVÉS DE LOS OBJETOS. ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN:**

Corto plazo: Realizar documentación estratégica respecto a la modificación de los procesos actuales bajo la implementación de la metodología BIM. Teniendo en cuenta la documentación de estándares y protocolos que se va a realizar.

Mediano plazo: Realizar reuniones semestrales de seguimiento al cumplimiento de los indicadores planteados y análisis de cara al proceso planteado para acordar las posibles actualizaciones del proceso.

Largo plazo: Realizar reuniones anuales de seguimiento en las que se tengan en cuenta las nuevas herramientas y procesos tecnológicos, o las nuevas líneas de negocio que puedan crearse para analizar la viabilidad de aplicación e implementación de la metodología BIM y el impacto que esto tiene de cara a los procesos ya establecidos. Estudiar el uso de formatos abiertos (IFC).

9.4.5. Tecnologías actuales

Con el fin de asegurar que la implementación de software y hardware esté relacionada con los objetivos estratégicos establecidos y los entregables estén sincronizados a las necesidades del negocio, teniendo en cuenta un adecuado uso y almacenamiento de la información; se generarán procesos de seguimiento continuo a los entrenamientos y la aplicación del proyecto piloto que permita estudiar la necesidad vs. el alcance de las herramientas disponibles.

- **METAS:**

Corto plazo: Optimizar los flujos de trabajo teniendo en cuenta las herramientas BIM disponibles para desarrollar los procesos planteados y cumplir con los indicadores de desempeño en ellos propuestos.

Mediano Plazo: Realizar análisis de herramientas BIM para el proceso de implementación integral de las diferentes áreas, teniendo en cuenta el talento disponible, la tendencia y la solicitud del mercado, asegurando así el desarrollo de tareas integradas a las diferentes actividades del negocio.

Largo plazo: Analizar la adquisición de herramientas de cara a la optimización de procesos o de uso en nuevos negocios.

- **ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN:**

Corto plazo: Integrar al nuevo flujo de trabajo BIM planteado las herramientas existentes como parte integral del proceso productivo de la organización. Uso de información paramétrica, nivel de detalle flexible y trabajo sobre formatos abiertos para poder disponer de la información en diferentes escenarios.

Mediano plazo: Realizar un análisis costo-beneficio de las herramientas disponibles para la ejecución de cada uno de los procesos, teniendo en cuenta los procesos planteados y el alcance de estos.

Largo Plazo: Realizar reuniones semestrales de seguimiento al cumplimiento de los indicadores planteados y análisis del desempeño del software de cara al proceso propuesto para acordar los posibles desarrollos que permitan optimizar los procesos nuevos y generar un mayor valor en la implementación de la metodología.

10. Conclusiones

- El uso de BIM en el contexto de Ciudades Inteligentes permite una planificación más precisa, una gestión eficiente de activos urbanos y una mejora general en la sostenibilidad y calidad de vida dentro de entornos urbanos modernos y tecnológicamente avanzados.
- Para avanzar hacia la transformación digital del sector de la construcción es indispensable contar con líderes en los equipos de trabajo, personas que promuevan el trabajo colaborativo, la comunicación y que además motiven a sus coequiperos. Estos líderes también deben fortalecer en los equipos la capacidad para comunicarse con claridad, de manera asertiva y efectiva, este también será uno de los pilares para lograr la adaptación al cambio en los procesos.
- Se deberá reforzar el conocimiento especialmente a los directores de las organizaciones para que bajo su visión estratégica se realice un trabajo en equipo que permita que las demás áreas se nivelen, adquieran un conocimiento homogéneo y hagan parte de la digitalización, haciéndolas conscientes de sus roles, responsabilidades y potenciales cambios dentro de este proceso.
- Es fundamental conocer el estado actual de la compañía, a través de herramientas como la Matriz de madurez BIM, ya mencionada en capítulos anteriores. Con este diagnóstico será más fácil dilucidar el camino para cualquier organización.
- Se debe comprender la importancia del receptor de la información, dimensionar lo que este necesita y cómo debe ser el mensaje. En el contexto de la construcción, los contratistas, proveedores y quienes aportan los insumos, incluso la mano de obra, son actores relevantes a la hora de materializar y digitalizar los procesos. Uno de los actores más importantes dentro del desarrollo de un proyecto de construcción es el fabricante o proveedor de insumos (equipos, materiales, etc.) que hace parte integral del proceso desde etapas tempranas y, en la mayoría de los casos, hasta la demolición de un proyecto.
- Cada compañía debe revisar cuáles son los tipos de información que se generan, la relación de esta con la estandarización de procesos y la documentación relacionada, guiado por su visión organizacional.
- La obra tiene un gran potencial, posibilita profundizar en el análisis de las necesidades digitales; mediante esta fase de la metodología se puede obtener la priorización de lo que orientaría la elaboración de la hoja de ruta de adopción BIM específica.
- Actualmente en Caldas se usa BIM principalmente para el diseño arquitectónico, coordinación técnica de diseños, presupuestación y en menor medida para revisión de diseños; en un futuro se busca desarrollar habilidades en programación, control e inspección de obras, y modelación As Built, para lograrlo se requiere de una sinergia entre los actores de la academia y el gobierno, tanto para la formación de los profesionales en estos temas como la normativa o estándares aplicables en estos métodos.
- Los objetos BIM deben ir más allá del proceso de modelado, partiendo de la gestión avanzada de parámetros, se debe articular la generación de información no gráfica (metadatos) con la gráfica.

- Aunque hoy las empresas caldenses cuentan con un mayor desarrollo en el área comercial y marketing, con el uso de herramientas de facturación digital, por ejemplo, el área de operaciones y producción por su parte son las menos avanzadas. Se evidencia la importancia de incluir estrategias digitales globales que incorporen no sólo BIM sino también la reflexión previa acerca de las necesidades en áreas como producción, administración, finanzas, marketing, que permita tener un amplio conocimiento sobre el rango de herramientas disponibles para la digitalización de todas ellas. *Revisar el capítulo Visión Comercial y mercadeo.*
- De las referencias y los aciertos de la implementación del BIM a nivel nacional se puede evidenciar que Colombia debe redirigir su energía a la capacitación de funcionarios públicos, de alcaldes, de gobernantes y de personas a cargo de la implementación de metodologías de trabajo en la administración pública. El **Sector público** debe crear su propia ruta de implementación; cada administración, secretaría, o incluso, el alcance de los equipos internos deberá estar definido a partir de procesos claros, roles entre las partes, parámetros, estándares del manejo de la información, y la centralización de esta.
- En la Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026 se plantea el para el 2024 será un requerimiento el uso de BIM entre el 60% y 75% de los proyectos de construcción públicos y que para el 2026 se tendrá un mandato BIM a Nivel Nacional, por lo tanto, es el sector público el actor que hoy tiene la responsabilidad y el deber de adelantar las medidas y acciones necesarias para cumplir esta meta.
- Los estándares y la normativa que se genere deben poder adaptarse a los activos o a los proyectos de cualquier escala y complejidad para no obstaculizar la flexibilidad y versatilidad que caracterizan la amplia gama de posibles estrategias de selección y para cubrir el costo de implementación.
- La articulación entre los diferentes actores debe ocurrir de tal manera que la información generada pueda ser utilizada para desarrollar de manera adecuada todos los procesos, representando un valor agregado y un aumento de la productividad.
- Los **Curadores Urbanos** jugarán un papel trascendental para lograr la implementación del BIM. Revisar *GUÍA DE DIGITALIZACIÓN DE LICENCIAS DE CONSTRUCCIÓN EN LA MODALIDAD DE OBRA NUEVA CON USO DE METODOLOGÍA BIM*. (Anexo 12) Resolución No. 0441 del 01 de septiembre de 2020, y validar la pertinencia de su adopción localmente.
- En la **Academia**, es fundamental fortalecer los programas y los currículos actuales, partiendo de lo identificado en el Catálogo Nacional de Cualificaciones (2020); y adicionalmente promoviendo la enseñanza desde la lógica constructiva, inculcar el diseño integrativo, talleres transdisciplinarios en donde se capacite sobre la gestión de la información y flujos de procesos. Diferenciar el BIM como medio y como fin.
- La implementación de la metodología BIM, en este caso, resulta una oportunidad para que la región sea referente y pionera en la adopción de la metodología BIM de una manera organizada, consciente y, sobre todo, guiada por un propósito claro que permita el aprovechamiento al máximo de la información generada.



*Tomado de panel de expertos, Encuentro BIM Cluster
Construcción de Caldas. Manizales, octubre 2023*

Ilustración 72. Asumir el reto de inmersión y Adopción BIM, Proyecto Construtech

11. Anexos

1. (Anexo 1)
Matríz de Madurez BIM, 18, 33
2. (Anexo 2)
NBS BIM Object Standard, 73, 90
3. (Anexo 3)
Guía para la implementación de Building Information Modeling a nivel de pilotos en proyectos de construcción pública - publicada por el BID y Plan BIM Chile, 86
4. (Anexo 4)
Matríz de roles BIM de Plan BIM Chile, 87
5. (Anexo 5)
Roles y perfiles BIM del BIM Kit de Camacol Nacional, 87
6. (Anexo 6)
BIM Project Execution Planning Guide de Penn State University, 87
7. (Anexo 7)
*Guía #5 del BIM Kit de Camacol Nacional
Indicadores BIM, 88*
8. (Anexo 8)
Guía de Estándares, métodos y procedimiento publicada por la mesa técnica BIM de Colombia, 89
9. (Anexo 9)
Guía de creación de contenido BIM, 90
10. (Anexo 10)
Guía de desarrollo de objetos BIM publicada por bimética, 90, 91
11. (Anexo 11)
Estándar de creación de objetos BIM publicado por ecobjetc, 90
12. (Anexo 12)
Resolución No. 0441 del 01 de septiembre de 2020, 95

12. Bibliografía

- Acero, A. V. (2021). ESTADO DEL ARTE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGIA (BIM) EN LA INFRAESTRUCTURA EN COLOMBIA.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2022). Guía para la implementación de Building Information Modelling a nivel de pilotos en proyectos de construcción pública. Clasificaciones JEL: N66, O14, O33
- BuildingSMART Spanish Chapter (2021). INTRODUCCIÓN A LA SERIE EN ISO 19650.
- Cámara Colombiana de la Construcción - McKinsey. (2018). Informe de Productividad Sector Construcción de Edificaciones
- Cámara Colombiana de la Construcción. MARCO NACIONAL DE CUALIFICACIONES (2020). CATÁLOGO DE CUALIFICACIONES SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.
- Departamento Nacional de Planeación Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Departamento Administrativo de la Presidencia de la República. CONPES 3975 (2019). POLÍTICA NACIONAL PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL.
- Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks y K. Liston. 2018 BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons.
- Fonseca Arenas, N., & Shafique, M. (2023). Recent progress on BIM-based sustainable buildings: State of the art review. *Developments in the Built Environment*, 15. doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100176
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana Secretaría General Técnica (2022). FUNDAMENTOS BIM para la contratación pública. Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana [Mitma]: <https://cibim.mitma.es/>
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana Secretaría General Técnica (2022). PLAN BIM para la contratación pública. Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana [Mitma]: <https://cibim.mitma.es/>
- Paulson, Boyd C (1976). "Designing to reduce Construction Costs". *Journal of the Construction Division*. 102 (C04): 587. DOI: 10.1061/JCCEAZ.0000639.
- Succar, B. (2009). Building information Modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Sutherland, I. E. (2003). Sketchpad: A man-machine graphical communication system. University of Cambridge. ISSN 1476-2986
- Victor Roig, V. BIMETRIC - Muñoz S., buildingSMART Spain (2019). Estudio Macro de Adopción BIM en España.

13. Webgrafía

- <https://cibim.mitma.es/recursos>
- <https://bimexcellence.org/resources/>
- <https://www.bimeuskadi.eus/biblioteca/>
- <https://www.buildingsmart.es/recursos/>
- <https://www.buildingsmart.es/observatorio/biblioteca-bim/>
- <https://planbim.cl/documentos/>
- https://buscador.recolecta.fecyt.es/buscador-recolecta-proyecto?search_api_fulltext=bim&code=&title=&year=&agency_name=&items_per_page=10

El Clúster Construcción de Manizales y Caldas de Camacol Caldas, agradece y reconoce a estas empresas, beneficiarias del proyecto CONSTRUTECH, por su dedicación, visión y disciplina que les permite liderar la transformación digital en la construcción de Caldas, y de Colombia.





www.camacolcaldas.com



clusterconstruccion.camacolcaldas.com

