

**LA METODOLOGÍA BIM EN LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA
GRANADA**



**Elaborado por:
MARÍA ALEJANDRA GONZÁLEZ LUQUE
Código: 1102842**

**OPCIÓN DE GRADO- CURSO INTERNACIONAL “MISIÓN ACEDÉMICA
GESTIÓN EN LA INNOVACIÓN”**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Facultad de ingeniería
Ingeniería Civil
Bogotá D.C. septiembre 5 2022-2**



**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
OPCIÓN DE GRADO- CURSO INTERNACIONAL “MISIÓN ACEDÉMICA
GESTIÓN EN LA INNOVACIÓN”**

**LA METODOLOGÍA BIM EN LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA
GRANADA**

**Elaborado por:
MARÍA ALEJANDRA GONZÁLEZ LUQUE
Código: 1102842**

Docente: ING. Aurora Velasco Rivera

Bogotá D.C. septiembre 5 2022-2

LA METODOLOGÍA BIM EN LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

La construcción, es un proceso importante a nivel mundial que garantiza la satisfacción de las necesidades humanas ya sea de vivienda, servicios, educación, salud, entre otros. Por eso mismo, debe evolucionar para mejorar a lo largo del tiempo sus procesos de ejecución y para cumplir con todos los objetivos propuestos en un proyecto en beneficio de una comunidad. La Metodología BIM¹ permite la ejecución interdisciplinar para que una construcción sea más eficaz y concisa, como se explica en el presente ensayo, en el que se plantean las características principales de la misma, su implementación en Colombia, un ejemplo de puesta en marcha y la importancia de incluir la enseñanza de dicha metodología en el pregrado de universidades públicas como la Universidad Militar Nueva Granada.

LA METODOLOGIA BIM

“El Building Information Modeling es un sistema de gestión de las obras de construcción que está basado en el uso de un modelo tridimensional virtual relacionado con bases de datos. El BIM permite producir y almacenar toda la información necesaria para operar en las distintas fases del ciclo de vida de las construcciones en los campos de la edificación y la ingeniería civil.” (Anonimo, 2022).

Es una tecnología que posibilita construir un proyecto desde un ordenador con una serie de programas que llevan a una “construcción virtual” habilitada totalmente en medios electrónicos, antes de realizar una construcción definitiva, lo que permite prever inconvenientes que se puedan presentar durante el proceso constructivo, solucionar futuras crisis, gestionar los insumos necesarios para que su ejecución sea más eficiente y ajustada en precios, con mayor calidad y primordialmente mejor control. Es importante resaltar de esta metodología, que con ella todos los agentes que intervienen en una obra, como ingenieros, arquitectos, promotores, contratistas, jefes de obra, entre otros, pueden trabajar conjuntamente de una manera más infalible y colaborativa desde cualquier lugar donde ellos estén ubicados, de forma que sobre el modelo virtual puedan tomar decisiones, analizar todo el proceso con los pro y contras, antes de llevar a construcción dicho proyecto.

La metodología BIM es el proceso de gestión de datos, modelado en tres dimensiones, que puede ser evaluado y modificado en tiempo real. Este proceso puede desarrollarse en “softwares como Revit (Autodesk), MicroStation (Benley), así como Graphisoft Archicad, Allplan y Vectorworks (Nemetschek Group)” (Anónimo, s/f), entre otros. Revit es el modelador más popular y solicitado para el manejo de la información por los profesionales en la construcción.

¹ Building Information Modeling, es un proceso de gestión de datos que en 1985 Simon J. Ruffle utilizó por primera vez el concepto de Building Model en un artículo en el que planteó la posibilidad de que el diseñador dejara las tareas de representación del proceso manual y de CADD, para encomendarlas a sistemas de cómputo. (Redacción Wiggot, 2021)

Puntualmente, en la rama de la ingeniería civil, el despliegue de estas tecnologías garantiza un flujo de trabajo dinámico, donde el cálculo y los estudios preliminares pueden ser materializados y evaluados en la obra, así como el proceso de aprobación por parte de las entidades que regulan y certifican la correcta implantación de los proyectos en los entornos urbanos y rurales. De igual forma, esta metodología está diseñada para reducir los costos de operación y de imprevistos, pues el trabajo colaborativo, dentro de un mismo modelo, advierte irregularidades que los distintos profesionales pueden minimizar y manejar dentro de los análisis previos a la construcción. Esta herramienta al ser ejecutada como se muestra a continuación garantiza una versatilidad en el desarrollo de los procesos (figura 1).

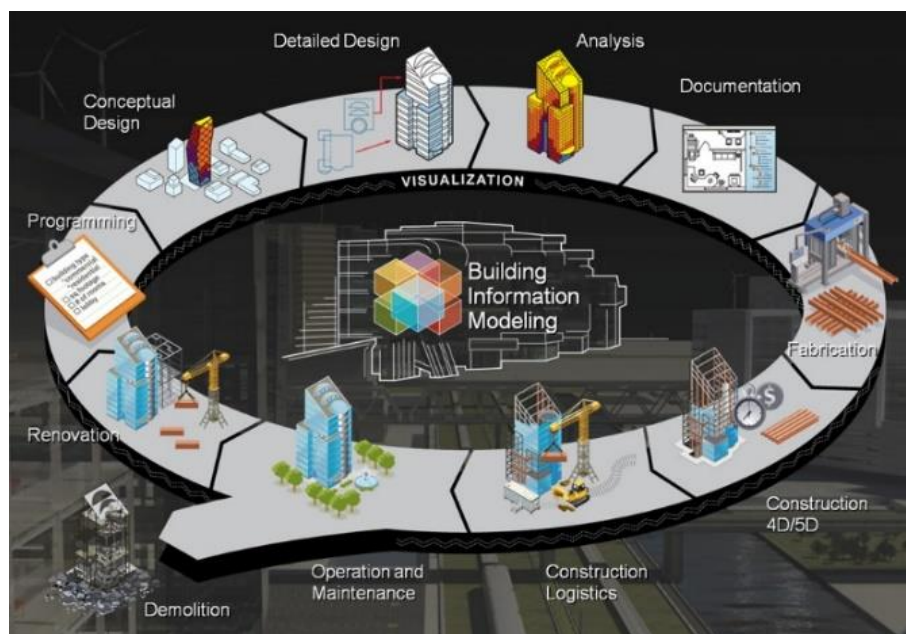


Figura 1. Building Information Modeling. Recuperado de: <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

En el caso de Revit, la elaboración de modelos y la implementación de los criterios de trabajo, su comercialización, conocimiento y difusión, facilita la gestión directa del conocimiento de los profesionales. En el caso de la ingeniería civil, se puede desarrollar cualquier producto, pues el diseño paramétrico que requiere la profesión se ve complementado con la implementación de sus múltiples herramientas, enfocadas en las estructuras, sistemas hidráulicos, eléctricos y la visión en detalles arquitectónicos.

No obstante, la metodología BIM no solo está enfocada en optimizar el trabajo en software de modelado, sino que permite la optimización de recursos, el análisis de los estudios y la solución a problemáticas contemporáneas, tales como el medio ambiente, las energías renovables y las construcciones sostenibles, entre otras. Estos campos de acción pueden incluirse antes o después de la construcción.

Según Monroy, 2014, la Investigación sobre el método de diseño de ahorro de energía en edificios ecológicos basado en tecnología BIM “favorece la realización de diversos proyectos de diseño, construcción y mantenimiento posterior de la construcción, lo que no solo promueve la renovación de los métodos de diseño arquitectónico, sino que también mejora la eficiencia del

trabajo”. Esto quiere decir, que la metodología no solo cumple una función preventiva, si no que, a su vez, abre las puertas a la diversificación de las nuevas tecnologías con modelos 3D ya estructurados, permite repensar y proponer nuevos sistemas que mejoren lo que ya se ha construido, y que se hagan de manera más fácil en términos de tiempo y de entendimiento. La ejecución de estas actividades se puntualizaría en atacar zonas estratégicas y no en analizar la manera en que está construida una edificación, pues ya se tendrían esos insumos.

Etapas de la metodología BIM

“El proceso BIM abarca tres etapas: modelado basado en objetos, colaboración basada en el modelo y la integración en la red.” (Duque, 2017). La primera etapa es el análisis y diseño donde se generan los modelos por disciplina que permite las mediciones, visualizaciones 3D y presupuestos. Esto representa la mayor cantidad de información asociada al proyecto y en especial que se almacene en un entorno accesible a todos los colaboradores para que hagan cambios visibles en tiempo real como se muestra en la figura 2.

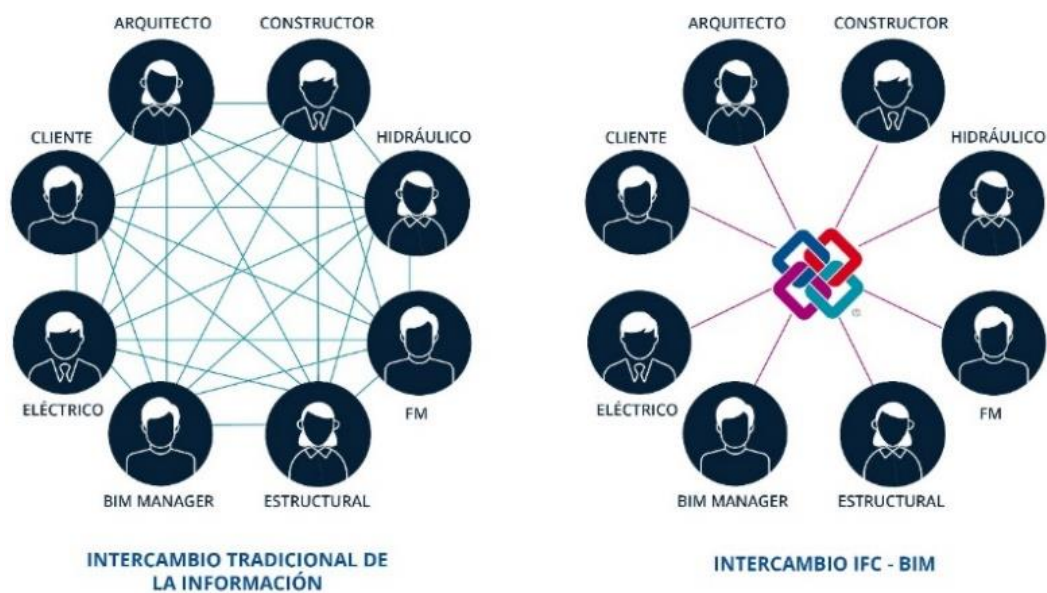


Figura 2. Intercambio de Información. Recuperado de: <https://www.inesa-tech.com/blog/implementacion-bim-arquitectura-claves-exito>

La segunda etapa es la fase donde se aumenta el nivel de detalle por la colaboración que debe existir entre las diferentes disciplinas que intervienen en el proyecto, lo que permite un control o seguimiento exhaustivo de los procesos constructivos para evitar bloqueos que se tuvieron en cuenta durante los análisis realizados en la etapa anterior.

“Todas las partes involucradas en el proceso pueden acceder al modelo vivo y consultar las actualizaciones en tiempo real. Además, también es posible utilizar BIM desde diferentes dispositivos móviles, lo que permite trabajar directamente sobre el terreno, para supervisar el desarrollo del proyecto en todo momento y desde cualquier lugar.” (Thinkproject, s.f.).

Durante la tercera etapa se terminan de desarrollar los modelos colaborativos, para controlar la construcción virtual y la documentación de procesos. Esta fase es vital debido a que se evalúan la operación y mantenimiento de la construcción durante todo el ciclo de vida.

“Disponer de toda la documentación y la información del edificio permite llevar una gestión exhaustiva de las instalaciones durante todo el ciclo de vida del edificio y anticipar cualquier fallo o avería en las instalaciones. Además, en caso de tener que derribar la obra, la metodología BIM también ayuda a identificar el mejor método de acción.” (Thinkproject, s.f.)

La metodología BIM se puede explicar a través de un ciclo de vida como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Ciclo de vida en metodología BIM. Recuperado de: Fuente propia

En cuanto a las Ventajas del uso de la metodología BIM se pueden destacar:

- Optimización de los procesos internos de la empresa.
- Colaboración multidisciplinar.
- Comunicación efectiva.
- Coherencia 2D Y 3D.
- Mejor toma de decisiones.
- Coordinación completa.
- Gestión 4D y 5D.
- Aumento de la competitividad.

ESTRATEGIA NACIONAL BIM

BIM “llegó a Latinoamérica como una metodología que ya era utilizada o estaba siendo adoptada por grandes países como Estados Unidos, Japón, Reino Unido y Dinamarca. Mientras que para el 2012 en Estados Unidos más del 71% de los profesionales de la construcción conocían

y utilizaban esta metodología, en Latinoamérica BIM recién tenía sus primeros destellos de luz y empezaba a escucharse simplemente como un concepto” (Linares, 2021).

La metodología BIM se ha implementado en empresas como “CG Constructora S.A.S, Bienes y Bienes constructores, Constructora ASUL y más...” (2021, 25 januari), que han logrado ser pioneras en la construcción de edificaciones a partir de las herramientas y conceptos proporcionados por la misma. De esta manera, las entidades públicas reguladas por el gobierno nacional desarrollan propuestas como la [Estrategia Nacional BIM 2020- 2026](#), la cual parece ser la política que exija el paso de la tramitología física, tangible y poco efectiva a la evaluación de proyectos de manera digital en la construcción.

Según la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 “La modernización del sector de la construcción e infraestructura es una de las rutas económicas clave para la prosperidad del país” (Planeación, 2020). Es importante resaltar que la construcción en Colombia actualmente ha sufrido varias complicaciones por la pandemia mundial que a su vez generó una disminución en la producción y obtención de materias primas para la ejecución de las obras, lo que llevó a una variabilidad en los costos finales e inestabilidad en los cronogramas de actividades por retrasos en su desarrollo.

Por eso “El sector de la construcción necesita un sistema de estandarización a nivel nacional para ayudar con la clara fragmentación que enfrenta Colombia. Esto permitirá ser más eficientes y productivos, fortalecer la articulación de los distintos actores de la cadena de valor de la construcción y prosperidad económica. Sobre todo, hay una clara necesidad de implementar procesos que sean transparentes y auditables, y que nos permitan, como industria y como país, mostrar más confianza a los financiadores, abriendo oportunidades para subvenciones que ayuden al nuestro desarrollo. Y la transformación digital del sector de la construcción para un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor productividad” (Planeación, 2020).

La idea principal de esta estrategia es implementar la metodología BIM en toda la industria constructiva (público, privado y academia), para generar y asegurar una ejecución exitosa de los proyectos a nivel regional o nacional que adapte nuevas tecnologías de digitalización y cumpla con normas y procesos que garanticen una mejora en el país (ver figura 4), a través de los siguientes objetivos:

- 1. CONSISTENCIA:** A través de un marco BIM colaborativo.
- 2. EFICIENCIA:** Para lograr un 10% mínimo de ahorro en costos en proyectos de construcción e infraestructura pública.
- 3. EFICACIA:** Para el manejo de la información de manera digital a través de un entorno común de datos. (Planeación, 2020).

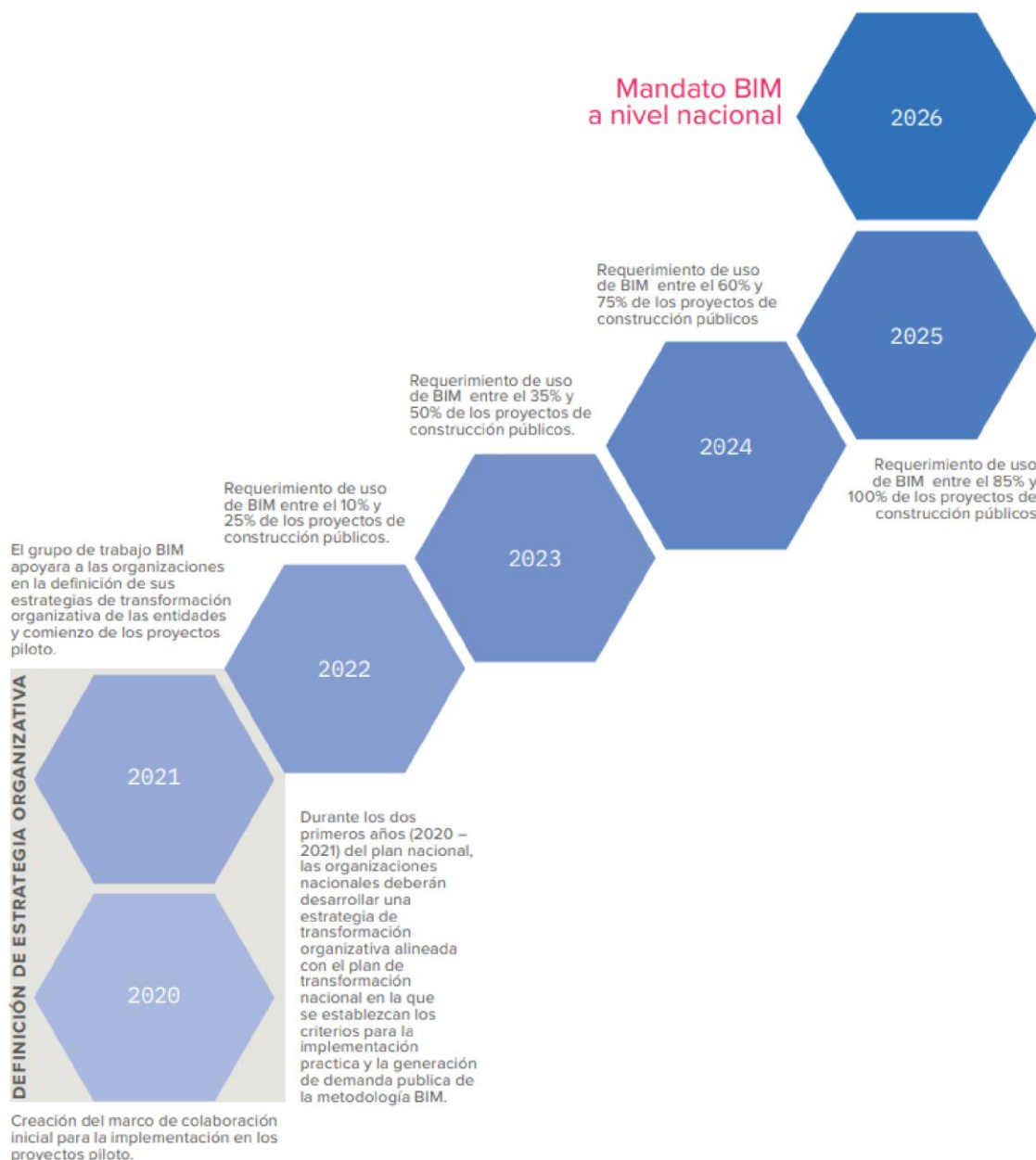


Figura 4. Visión Nacional de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026. Recuperado de:
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>

UN PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL

Según Pulido, 2020, un proyecto de ingeniería civil es un “conglomerado de conceptos y conocimientos a partir de los cuales se definen los recursos que se van a necesitar en la ejecución del mismo”. Dichos proyectos parten de ideas con un desarrollo conceptual bastante genérico, y lo que busca la ingeniería civil es acotarlo a tal punto que su construcción sea factible. Para el desarrollo de proyectos se pueden definir fases o procesos que organizan y establecen parámetros

en las diferentes etapas de éste. Según OBS Business School “Las fases en proyectos de construcción son: iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y finalización. Sin embargo, al margen de estas cinco etapas, los proyectos de este tipo pueden estructurarse en torno a seis momentos distintos.” (Pérez, s/f). Dichos momentos están orientados a la elaboración de productos de manera lineal, haciendo que los profesionales encargados de cada rama se vean en cronogramas ajustados y de difícil modificación.

La gestión y alcance de estas construcciones se estructura, en la mayoría de los trabajos, con un elemento llamado **Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)**, la cual se encarga de organizar y discriminar las actividades para su entendimiento y ejecución. El resultado es el exceso de tiempo y recursos invertidos en las actividades preliminares a la construcción del proyecto, pues su pequeño margen de error ocasiona irregularidades e imprevistos fuera de los rangos aprobados del presupuesto, que al momento de ser corregidos y estar en ejecución rompen el flujo de trabajo. El prediseño, los estudios, el presupuesto, la organización de proveedores, la construcción, la ejecución y el mantenimiento pueden simplificar la mecánica en la que se desenvuelven las obras, sin embargo, concebirlas como elementos o actividades aisladas, donde la culminación de una es el punto de partida de otra, no tiene cabida dentro de los nuevos sistemas y metodologías que promueven la inversión de recursos y tiempo de manera más precisa.

Según **La Cámara Colombiana de Infraestructura y La sociedad Colombiana de Ingenieros** existen ocho principales factores que producen retrasos en una obra:

- Insuficiencia de estudios y diseños de los proyectos.
- Falta de planeación de la infraestructura.
- Deficiencia en la elaboración de los presupuestos para las obras públicas.
- Demoras en el cumplimiento de las obligaciones de la gestión social y ambiental en los proyectos.
- Demoras en la adquisición de predios para los proyectos.
- Ausencia de coordinación interinstitucional.
- Deficiencias en la gestión social con las comunidades.
- Distorsión de las labores de la interventoría. (Flórez Pérez, Caicedo,2010).

Es así, como los factores ya mencionados reflejaron un retraso del 41% de las obras públicas del país durante el año 2019. Entidades como la Aerocivil, ANI, Cormagdalena y el Invías, tuvieron demoras en 35 de sus 94 proyectos. Esto no solo ocasiona inconvenientes en los cronogramas de ejecución, si no que afecta y posibilita irregularidades en los montos invertidos para estas construcciones.

Como ejemplo de proyectos que presentan interrupciones, retrasos y posibles alteraciones, el medio de comunicación **Portafolio** (Olarte, 2019) enuncia diferentes construcciones:

- Por parte de la Aerocivil, “la entidad tiene actualmente 12 proyectos, de los cuales cinco tienen atrasos, y uno de los que más presenta dificultades es la ampliación de la pista del aeropuerto de Puerto Leguízamo (Putumayo) en el que la autoridad aeronáutica tenía planeado que al cierre del 2018 se tuviera un avance del 86,3%

en las obras y, a corte del 23 de noviembre de 2018, solo tenía un avance del 51,1%.”.

- Por su parte “la ANI que tiene un portafolio de 40 proyectos, 11 de ellos presentan atrasos” particularmente, el proyecto 4G Perimetral de Oriente, pues los estudios ambientales no cumplen con los requerimientos de la normativa vigente.
- “Por otro lado, El Invias, que cuenta con 38 proyectos, tiene 17 tienen con atrasos”, cuyo ejemplo más destacado es la vía que conecta Manaure y Mayapo la cual se esperaba para el año 2019 tuviera un 99.3% de avance, y que a la fecha de corte presenta un atraso del 42.3%.

TORRES ATRIO

Un proyecto que se desarrolló bajo la metodología BIM en Colombia **las Torres ATRIO**, en Bogotá, localizado en la Avenida Caracas entre Calle 26 y Calle 28. “comprende dos torres de uso mixto, que incluyen vivienda, hotel y oficinas, una plataforma de espacio público y áreas comunales, cinco sótanos de parqueos y servicios complementarios. Las torres cuentan con una estructura combinada de concreto y acero estructural con elementos metálicos a la vista, y una fachada en vidrio de alta tecnología. Con 44 y 67 pisos respectivamente, las torres ATRIO modificarán el paisaje urbano de Bogotá actualizando su perfil con las grandes ciudades del mundo.” (WSP, s.f.)



Figura 5. Fotografía de las torres ATRIO en Bogotá. Recuperado de: <https://www.wsp.com/es-cl/proyectos/ed-co-atrio-wspcolombia>

Este proyecto fue diseñado por Rogers Stirk Harbour, la firma Richard Rogers (firmas internacionales) y el equipo Mazzanti (grupo colombiano) en el año 2015. Se tiene estimada una duración de 10 años, es decir que sigue en construcción una de las torres y finalizaría a mediados del 2025. Es un edificio que maneja una gran complejidad técnica, lo que requirió de una precisión

milimétrica para mitigar al máximo los errores que se podrían presentar en el proceso como probabilidad de retrasos, sobrecostos, mal manejo de los recursos, entre otros. En este caso, se hizo uso principalmente de los Softwares de la familia Autodesk que garantizaron el éxito del proyecto:

- **Navisworks:** “El software de revisión y coordinación de Navisworks® sirve para mejorar la entrega de proyectos BIM (Building Information Modeling). Visualiza y unifica los datos de diseño y construcción dentro de un único modelo federado. Identifica y resuelve problemas de choque e interferencia antes de que comience la construcción, ahorrando tiempo en el sitio y en el retrabajo. Mantiene a los equipos de proyecto colaborando y conectados con la integración de problemas de Navisworks en Autodesk.”(Autodesk, 2022).



Figura 6. Programa Navisworks. Recuperado de: <https://www.cadbim3d.com/2017/04/como-grabar-y-reproducir-una-animacion-en-navisworks.html>

- **Revit:** “El software para BIM Revit® ayuda a los equipos de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) a crear edificios e infraestructuras de alta calidad. Sirve para modelar formas, estructuras y sistemas en 3D con exactitud paramétrica, precisión y facilidad. Agiliza el trabajo de documentación con revisiones instantáneas de planos, elevaciones, planificaciones y secciones a medida que cambian los proyectos. Proporciona a equipos multidisciplinares las herramientas especializadas y el entorno de proyecto unificado que necesitan.” (Autodesk, 2022). En el siguiente video se puede evidenciar como se visualizó el proyecto [Revit las Torres Atrio](#).



Figura 7. Programa Revit. Recuperado de: <https://videocursos.co/curso-revit-online-presencial/>

“Solamente en la construcción trabajan 800 personas al mismo tiempo. La superficie de la piel de vidrio equivale a 15 canchas de fútbol, para sus cimientos se utilizaron 7,400 metros cúbicos de concreto y la torre Norte, con sus 268 metros, será la más alta de toda Colombia. Asimismo, el complejo aspira a la certificación LEED Gold (que avala a los edificios sostenibles) y es la primera obra colombiana que utiliza el sistema de construcción de alta complejidad SRC (por Steel Reinforced Concrete, en inglés).” (Baduel, 2019)

Por las características antes enunciadas, los arquitectos e ingenieros buscaron que el diseño estuviera relacionado con su contexto, es una estructura en acero y concreto, pero sobre todo cumple con las normativas sísmo resistente, ambiental y de construcción que rigen al país en estos aspectos. Ver renders figura 8.

“ATRIO es un proyecto “fast track” (vía rápida), por lo que el diseño no estaba finalizado cuando empezó la obra: “Durante la reconstrucción, se produjeron unos 40 modelos 3D; desde las tuberías hidráulicas y la estructura metálica hasta los modelos de fachada y unos cielorrasos especiales de madera, que luego coordinamos a través de Navisworks” (Baduel, 2019).

Según Baduel, 2019, solo para la estructura metálica se utilizaron 17000 planos de taller y se elaboró un reporte fotográfico semanal, que permite corroborar que todo el proyecto digitalizado concuerde con el proceso en obra, con el uso de cámaras ubicadas siempre en el mismo lugar y de drones.

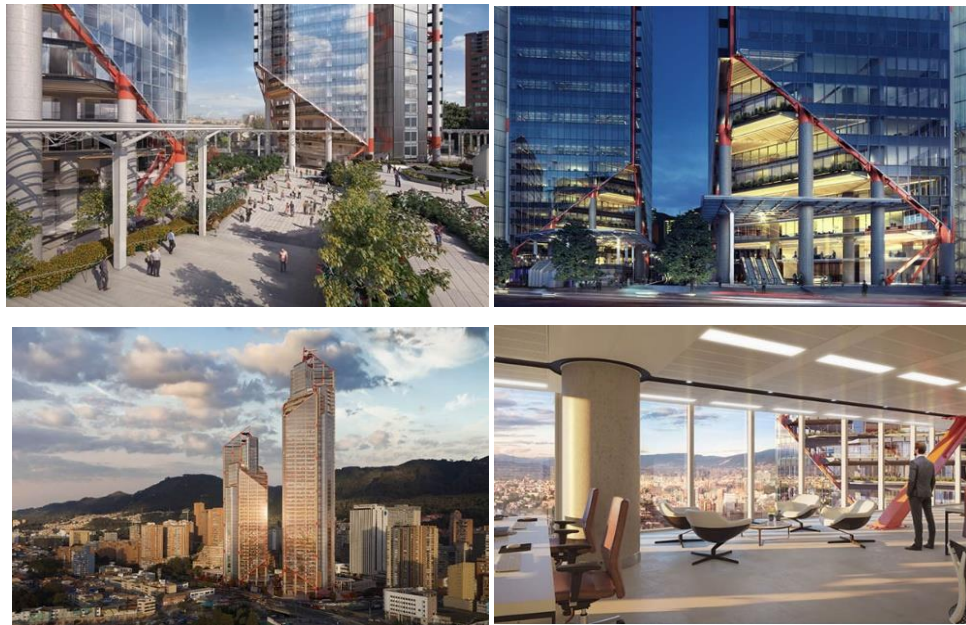


Figura 8. Renders de las Torres Atrio. Recuperado de: <https://www.arpro.com.co/proyectos/proyectos-ejecutados/oficina/atrio/>

La metodología BIM es más que un proceso eficaz, es la capacidad de prever o evitar el errores en las actividades constructivas dentro de un proyecto y su afectación territorial. Esto genera una **necesidad de los profesionales** sobre el manejo de los diferentes programas con los que se puede vincular el desarrollo e implementación de esta herramienta, como también es de gran importancia conocer la aplicación de la misma.

De acuerdo con esto, se puede recurrir a generar un **servicio** por parte de la Universidad Militar Nueva Granada, en el que incluyan diferentes áreas o asignaturas para el aprendizaje de esta metodología. Actualmente se cuenta con una electiva para quienes están interesados en este tema, pero teniendo en cuenta el alcance de esta, es pertinente su implementación en el ámbito profesional, ya sea para llevar los controles adecuados y vincular a todos los agentes que hacen parte de un proyecto. Se sugiere aprovechar las asignaturas de diseño gráfico y otras de proyectos aplicados con Revit.

Por otra parte, actualmente cuentan con un convenio con el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), en el que imparten unos cursos gratuitos sobre Revit Básico y Revit Estructural, cursos que deberían ser de carácter obligatorio una vez completada la materia de Análisis Estructural I, garantizando así que los estudiantes refuercen los conocimientos adquiridos en la materia y por otra parte una certificación que puede ser relevante en el momento de formar su perfil profesional para buscar un trabajo.

Todo esto aporta de manera significativa a la ingeniería civil por dos razones fundamentales, la primera, que otorga a los estudiantes nuevas visiones para adquirir conocimiento, pues al implementar dicha metodología, es deber de los profesionales estar a la vanguardia a nivel laboral, y si el contexto lo permite, innovar con nuevas tecnologías que aseguren ubicar a Latinoamérica en el mapa de las construcciones mejor ejecutadas.

La segunda razón es poder diversificar de manera óptima la construcción de edificaciones, para que la transformación social, energética y de costumbres no supere el impacto de inversión, tiempo y recursos, o por lo menos tenga un control más predecible y aceptable. Nuestro país podría alcanzar su potencial competitivo si no existieran inconvenientes tales como la falta de conocimiento, el retraso tecnológico y la corrupción.

REFERENCIAS

1. 3D, C. (2022, 2 septiembre). Como grabar y reproducir una animación en Navisworks. cadBIM3D. <https://www.cadbim3d.com/2017/04/como-grabar-y-reproducir-una-animacion-en-navisworks.html>
2. ¿QUÉ ES EL BIM? (2022). KAIZEN. <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
3. Anónimo. (s/f). ¿Qué es BIM? BIMObject. Recuperado el 21 de marzo de 2022, de https://business.bimobject.com/es/por-que-bimobject/que-es-bim/?gclid=CjwKCAjw_tWRBhAwEiwALxFPoeIVkzWtqLU3Y2Xdl0L89w5cXjT9n9Am7uUwLArAwTToY1gpJknrphoCz0QQA_vD_BwE
4. Atrio - Arpro. (2022). ARPRO. <https://www.arpro.com.co/proyectos/proyectos-ejecutados/oficina/atrio/>
5. Cerón Isamel Antonio, L. D. (2017). Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto. repositorio Universidad Católica. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15347/1/PLAN%20DE%20IMPLEM%20ENTACI%C3%93N%20DE%20METODOLOGIA%20BIM.pdf>
6. Daniel Flórez Pérez Juan Martín Caicedo Ferrer. (2010). Los factores que afectan el buen desarrollo de las obras en el país. Infraestructura. <https://www.infraestructura.org.co/nuevapagweb/presentaciones/2010/FACTORES%20A%20TRASOS%20OBRAS-4%20de%20feb%202010.pdf>
7. I. (2021, 25 januari). Metodología BIM en Colombia. ¿Qué debes saber? IAC Ingeniería Asistida Por Computador. Geraadpleegd op 24 april 2022, van <https://www.iac.com.co/metodologia-bim-en-colombia/#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202018%20la,nuevas%20tecnolog%C3%A1das%20y%20la%20productividad.>
8. Ministerio Vivienda. (2020). Resolución 0441 - 2020. Ministerio Vivienda. <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0441-2020>
9. Linares, M. A. M. (2021). konstruedu. <https://konstruedu.com/es/blog/contexto-bim-en-latinoamerica-bim-ya-es-una-realidad#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20o%20m%C3%A1s,creado%20por%20todos%20sus%20agentes>
10. Monroy, J. M. S. (2014). CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL Y PRIORITARIO. Repositorio Universidad Católica. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCI%C3%93N%20SOSTENIBLE,%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACI%C3%93N%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORITARIO.pdf>

[3%93N%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORI
TARIO.pdf](#)

11. Olarte, M. C. G. (2019). El 41% de las obras públicas del país presentan atrasos. Portafolio. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/el-41-de-las-obras-publicas-del-pais-presentan-atrasos-524977>
12. Pérez, A. (s/f). Fases proyectos construcción: las 6 etapas que te conducen al éxito. OBS Business School. Recuperado el 21 de marzo de 2022, de <https://www.obsbusiness.school/blog/fases-proyectos-construccion-las-6-etapas-que-te-conducen-al-exito#:~:text=Las%20fases%20en%20proyectos%20de,torno%20a%20seis%20momentos%20distintos>
13. Pulido, J. V. R. (2020). Ingeniería de proyectos: principales cualidades y obligaciones. STRUCTURALIA. <https://blog.structuralia.com/ingenieria-de-proyectos>
14. https://itec.es/servicios/bim/?gclid=CjwKCAjw6raYBhB7EiwABge5Kiy6UV4wXfTXZ0RWZBYisDQYlz7_j5p8991H_058bPxXqAifJIQjLRoCJE8QAvD_BwE
15. Autodesk. (2022). Autodesk. Obtenido de Autodesk: <https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
16. Baduel, G. (19 de 11 de 2019). Redshif. Obtenido de Redshif: <https://redshift.autodesk.es/atrio-bogota/>
17. Duque, A. M. (08 de 05 de 2017). INESEM. Obtenido de INESEM: <https://www.inesem.es/revistadigital/disenio-y-artes-graficas/metodologia-bim/#:~:text=El%20proceso%20BIM%20abarca%20tres,la%20integraci%C3%B3n%20en%20la%20red.>
18. Planeación, D. N. (30 de 11 de 2020). colaboracion.dnp. Obtenido de colaboracion.dnp: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>
19. Redacción Wiggot. (15 de Octubre de 2021). Wiggot. Obtenido de Wiggot: <https://wiggot.com/archivos/sistema-bim-como-funciona-para-que-sirve/#:~:text=En%201985%20Simon%20J.,encomendarlas%20a%20sistemas%20de%200c%C3%B3mputo.>
20. Tech, I. (2022). Implementación BIM en empresas de arquitectura: 5 claves para el éxito. INESA TECH. <https://www.inesa-tech.com/blog/implementacion-bim-arquitectura-claves-exito>
21. Thinkproject. (s.f.). thinkproject. Obtenido de thinkproject: <https://thinkproject.com/es/blog/las-fases-del-bim-en-un-proyecto-de-construccion/>

22. WSP. (s.f.). WSP. Obtenido de WSP: <https://www.wsp.com/es-cl/proyectos/ed-co-atrion-wspcolombia>