



ANÁLISIS DE LAS NUEVAS TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN INGENIERÍA CIVIL

Elaborado por:
Valentina Escobar Acuña
Cod. 1103451

Ensayo de grado

Bogotá, 2022
REPÚBLICA DE COLOMBIA
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CÍVIL

ANÁLISIS DE LAS NUEVAS TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN INGENIERÍA CIVIL

A través de los años la ingeniería civil ha venido experimentando una serie de avances en sus campos de acción teniendo en cuenta los distintos escenarios en los cuales se encuentra presente esta ciencia, surge del desarrollo intelectual que grandes pensadores han implementado en busca de la optimización de procesos que llegan a ser engorrosos o poco eficientes para la realización de cualquier tarea que implique la presencia del ser humano, todo esto con el fin de aumentar la competitividad y eficacia de la industria.

Para alcanzar dichos avances se ha requerido la aplicación de la tecnología, está presenta un avance indiscutible en muchas áreas de la vida en sí, pero hablando en el caso puntual de la ingeniería civil podemos decir que es una relación codependiente ya que está presente en la mayoría si no es en todos sus campos de acción. La tecnología aporta la parte exacta y el hombre el análisis de dichos resultados para juntos lograr la optimización, facilitación de procesos existentes en la ingeniería.

Cuando se realiza una retrospectiva trae consigo el análisis de lo que la tecnología le ha aportado a la ingeniería civil en su desarrollo integral, puesto que se encuentra presente en sus procesos, materiales, maquinaria y otras funcionalidades de las cuales con su avance global ha traído consigo que la tecnología sea un aspecto vital dentro de esta profesión.

Basados en el avance tecnológico presente, en estos momentos estamos atravesando la industria 4.0, cuando hablamos de esta industria se hace referencia a la cuarta revolución industrial en donde se busca realizar una fusión entre el mundo real y el cibernético, se habla acerca del desarrollo que presentan las industrias por medio de un sistema tecnológico que recoge una serie

de invenciones como lo es la automatización, robots, desarrollo de software, impresión 3D entre otras herramientas, buscando implementarlas en lo que se llamaría fabricas inteligentes.

Dentro de la industria 4.0 se tienen una serie de lineamientos importantes para lograr lo que se busca como lo es la convergencia entre la tecnología de información y la operativa buscando la integración entre estas por medio de sistemas de fabricación los cuales controlan eventos y procesos físicos a través de software los cuales permiten la transmisión, procesamiento de dicha información de manera ideal. Buscando la digitalización en mayor parte de los procesos en un proyecto obteniendo una interoperabilidad entre el ser humano y la maquinaria conectándose, brindando un análisis en tiempo real de lo que se viene realizando de forma inmediata, llegando a la virtualización que se quiere para esta nueva era.

“En el campo de la ingeniería civil las compañías deben mantenerse al día en cuanto a las tendencias para no perder competitividad en un mercado que se caracteriza por la innovación, los avances y las transformaciones” (ACI, 2022)

Hoy en día se tienen distintas herramientas, software, maquinarias y procesos tecnológicos dentro de la ingeniería civil para la transición de la industria 4.0, a lo que se ha venido presentando a través del tiempo estos elementos son de carácter indispensable para la realización de diversas actividades los cuales requieren estar en constante actualización para alcanzar objetivos como la optimización de procesos, personalización masiva ya que se desea realizar una atención centrada en satisfacer necesidades específicas, reducción de costos todo esto por medio de una modularidad la cual permite que la industria se flexibilice mediante la sustitución y/o ampliación de módulos concernientes a dichas actividades.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado entramos en materia respecto a las distintas tecnologías existentes en la ingeniería civil, entre esto se encuentra el desarrollo de

softwares sofisticados para el diseño y gestión de proyectos como es el caso de AutoCAD, SAP, Revit, ArcGIS, entre otros programas útiles para el desarrollo y optimización de procesos dentro de la ingeniería como resultado del uso adecuado de estas tecnologías.

“Los ingenieros civiles resuelven problemas y abordan desafíos tales como la contaminación, congestión de tráfico, necesidades de energía y agua potable, reurbanización y planificación comunitaria.” (MANDUA, 2019). Para soluciones a muchos de estos problemas es necesario el uso de softwares que permitan la integración entre la ingeniería conceptual con la ingeniería de detalle, lo cual facilita la ejecución de dichas soluciones con metodologías eficientes para el desarrollo de los proyectos.

En la planeación, ejecución y desarrollo de obras civiles ha cobrado gran relevancia la manera como se transmite la información, teniendo en cuenta que el objetivo de esto es que se haga de una forma clara y eficiente, por lo tanto, se busca utilizar metodologías que permitan el cumplimiento de esto, soportadas por otras herramientas tecnológicas como lo es Building Information Modeling por sus siglas en inglés (BIM), es una metodología la cual brinda una mejor capacidad de transmisión y colaboración entre los integrantes que conforman los equipos de trabajo para la realización de los proyectos.

Dentro de lo que se busca en la industria es la optimización en todo sentido de la palabra bien sea como recursos económicos, tecnológicos, humanos y demás incurriendo en la adecuada planeación del proyecto buscando darle cumplimiento a lo anteriormente dicho, se ha convertido en una alternativa de alto impacto en la construcción.

Ha venido tomando impulso en la última década, la metodología BIM, se basa en la modelación de proyectos constructivos por medio de un software el cual permite generar un modelo virtual de la edificación. *“El BIM no es un software, sino una metodología de*

trabajo colaborativa a tiempo real que se encarga de la creación y gestión de un proyecto de construcción.” (European Knowledge Center for Information Technology, 2018)

En un informe proporcionado por la Universidad de Pennsylvania donde define BIM como el acto de creación de un modelo electrónico de un proyecto de construcción que busca brindar una visualización, análisis de ingeniería, análisis de conflictos, programación de obra, controles de obra, presupuestos y muchos otros propósitos (Kreider, 2013)

La empresa Autodesk ha desarrollado una serie de software con el fin de implementar la metodología BIM, permitiendo realizar el diseño y modelación de un proyecto. Donde evidenciamos que el avance tecnológico no solo brinda el surgimiento de nuevas metodologías sino la creación de herramientas en función de sacar el mayor provecho a la tecnología y desarrollo humano.

El modelado BIM es una metodología la cual se confunde muchas veces con el software en el cual es desarrollado, teniendo en cuenta que toda la información se encuentra clasificada en las distintas fases del proyecto la cual es traída de distintos software con el fin de conseguir una estructuración en las dimensiones que se divide esta metodología. Cada una cumple una función importante en el proceso, fomentando la utilización de sistemas digitales de diseño, modelación, planeación y construcción de obras incentivando el uso de estas tecnologías dentro de la industria constructiva mundialmente.

BIM se ha venido implementando de manera progresiva, ya que se ha evidenciado que es una metodología eficiente para la planeación y gestión de obras adquiriendo un valor estratégico mostrando que no solo sirve para una fase sino en el ciclo entero del proyecto, cabe resaltar que es uno de los surgimientos desencadenados a raíz de la industria 4.0, cumpliendo con características de esta era, como lo es la optimización de procesos, aumento en la eficacia,

reducción de costos y demás aspectos que recogen la transición en la cual se presenta esta tecnología.

Dentro de la implementación BIM se tienen distintas etapas o dimensiones en las cuales se divide esta metodología la cual empieza por una idea y finaliza en la materialización de esta idea, las cuales se esquematizan en la Figura 1.

Figura 1.

Ilustración propia

1D	• IDEA
2D	• BOCETO
3D	• COORDINACIÓN
4D	• PLANIFICACIÓN DE OBRA
5D	• MEDICIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRA
6D	• CERTIFICACIÓN ENERGICA
7D	• GESTIÓN DE ACTIVOS

“El BIM en el mundo se reconoce como herramienta fundamental para la revitalización de la economía global: es por eso por lo que en muchos países se han iniciado procesos de digitalización en el sector AEC (Arquitectura, Ingeniería, Construcción)” (Biblus, 2020)

La implementación de esta metodología alrededor del mundo se ha venido haciendo progresivamente dada la tecnología que se requiere y lo nueva que puede llegar a ser dentro de la industria. Fue creada en Estados Unidos donde se realizaron sus primeras aplicaciones hasta llevarla a la internacionalidad, pasando por mediaciones entre los estados federales y sus instituciones lo cual hizo que perdiera el impulso con el que inició, pero no fue motivo para que perdiera su aplicación en el resto de los países.

Iniciando por America Latina, en Canadá se ha venido implementando para promover la adopción de este método en la asociación con el sector del AEC auto organizándose con el fin de

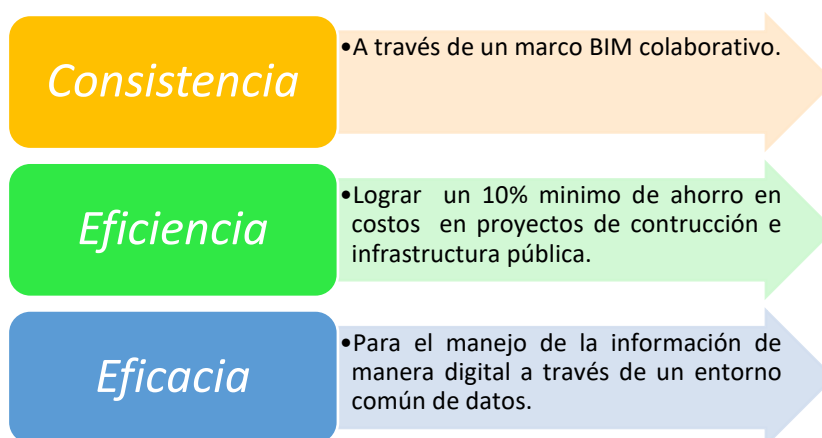
iniciar con la implementación de construcción digital como política pública por medio de proyectos piloto.

En el resto de continente se ha iniciado la implementación en países como Brasil, Perú y Argentina por medio de decretos para la reducción de sobrecostos y demoras en la ejecución de obras públicas poniendo como objetivo la transparencia en la inversión pública evitando la tergiversación de recursos, elefantes blancos, entre otras falencias resultado de la corrupción. Teniendo en cuenta que al usar BIM se optimizan procesos constructivos tradicionales, para la cartera de estos países es un método de ahorro eficaz que hace un llamado a su reglamentación.

“La modernización del sector de la construcción e infraestructura es una de las rutas económicas clave para la prosperidad del país” (Gobierno de Colombia, 2020). En Colombia se planteó una estrategia para el periodo de 2020 – 2026 para la implementación de BIM teniendo en cuenta que el sector de la construcción representa más del 54% del aparato productivo, lo que genera el 5,17% del PIB del país. Todo esto con el fin de beneficiar el país de manera económica, social y ambiental proporcionando en este plan que tiene como objetivo el "fomento para la transformación digital del sector de la construcción e infraestructura." Con 3 enfoques específicos establecidos de la siguiente forma:

Figura 2.

Ilustración realizada a base de la Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026



En medio de lo registrado dentro de este documento se plantea una serie de etapas enfocadas a la estrategia organizativa en el 2020 – 2021 para que los años posteriores se estipulen unos porcentajes de implementación progresivamente iniciando en el 2022 con un rango de 10% a 25% proyectos de construcción pública, 2023 con el 35% - 50%, 2024 del 60% - 75%, 2025 entre el 85% - 100% finalizando en el 2026 haciendo un mandato BIM a nivel nacional según lo planteado en esta estrategia.

“Para poder alcanzar la transformación a nivel país debe de existir una gobernanza y un liderazgo público.” (Gobierno de Colombia, 2020).

En el resto del mundo se ha implementado desde hace un tiempo en comparación con Colombia en países como Australia, Asia, China, Rusia, Turquía, Reino Unido, Francia, Alemania, Escandinavia, Finlandia, Suecia, entre otros. En el caso puntual de Reino Unido se realizó un estudio con respecto al ciclo de vida de un proyecto por medio de BIM, donde se establece que el uso se hace con más frecuencia en las etapas iniciales y va disminuyendo su uso en las etapas finales, teniendo en cuenta a las 92 personas encuestadas se concluye que su impacto es mayormente positivo dejando de un lado el software si no enfocándose en la metodología como tal clasificando estos beneficios de la siguiente manera:

1. El aumento en la colaboración para procesos constructivos.
2. Gestión de proyectos.
3. Reducción de residuos.
4. Precisión en el resultado de lo planeado.

Según el estudio realizado en el Reino Unido también se evidencio que los aspectos anteriores se han venido replicando en los otros países ya mencionados, teniendo en cuenta que la mayor parte de la implementación BIM está en una etapa temprana, demostrando que la utilización de esta metodología se hace en las etapas iniciales del proyecto con mayor frecuencia,

como se muestra en la Tabla 1 extraída del Jornal “*BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis*” en resultado a la encuesta realizada sobre el uso de BIM en las distintas etapas del proyecto de construcción.

Tabla 1.

Obtenida de (Eadie, Browne, Odeyinka, McKeown, & McNiff, 2013)

<i>Uso durante las etapas del proyecto de construcción</i>	<i>Con frecuencia N°</i>	<i>Con frecuencia (%)</i>	<i>Ocasionalmente N°</i>	<i>Ocasionalmente (%)</i>	<i>Nunca N°</i>	<i>Nunca (%)</i>
<i>Factibilidad</i>	21	26,92%	41	52,56%	16	20,51%
<i>Diseño</i>	45	54,88%	35	42,68%	2	2,44%
<i>Pre-construcción</i>	41	51,90%	31	39,24%	7	8,86%
<i>Construcción</i>	26	34,67%	39	52%	10	13,33%
<i>Gestión de operaciones</i>	6	8,82%	31	45,59%	31	45,59%

Se evidenció que los índices más altos de uso son en la etapa de diseño y la pre-construcción con un uso frecuente por lo tanto la implementación de esta metodología se desarrolla con mayor facilidad en comparación con la gestión de operaciones con un alto índice en el uso nulo para esta etapa. Con respecto a estos resultados BIM es una metodología nueva que ha venido tomando fuerza iniciando en etapas que requieren de modelación, ya que es una tecnología conocida en la industria, pero no se descarta su uso en otras etapas que a lo largo del tiempo se implementen en la totalidad del proceso.

Se estudiaron posibles factores por los cuales no es factible la implementación de BIM, las 2 principales razones que se encontraron al realizar este estudio fueron la falta de experiencia dentro del equipo del proyecto y la falta de experiencia dentro de las organizaciones si nos damos cuenta esto hace parte de la falta de educación y capacitación de personal para lograr resultados exitosos teniendo en cuenta que son piezas claves dentro del desarrollo.

Por último, se espera que el uso de BIM aumente con el tiempo a medida que se integre en la contratación correspondiente a construcción, ya que el beneficio financiero es notable con respecto a la construcción tradicional son indiscutibles ya que han sido documentados en la literatura, con la diferencia de que en este estudio se clasifican para las partes beneficiadas.

Notando que los clientes y los gerentes son los más beneficiados en este proceso indicando que el potencial de BIM no se está utilizando de manera adecuada como lo estipula esta metodología la cual busca beneficiar a todas las partes.

En conclusión la tecnología en la ingeniería civil pasa a ser más que una herramienta, un factor indispensable para el desarrollo integral de esta ciencia aportando una serie de beneficios nombrados a lo largo del ensayo, teniendo en cuenta los intereses puestos por la industria priorizando la economía, infraestructura, recurso humano y demás aspectos influenciados por la misma.

La tecnología a través del tiempo ha tenido distintos avances resultado de grandes personajes de la historia atravesando acontecimientos como la cuarta revolución industrial donde surgió la implementación de nuevas metodologías para la optimización de procesos constructivos en busca de eficacia y eficiencia, minimizando gastos, tiempos de construcción, cantidades de material, entre otros aspectos para la materialización de dichos proyectos.

A raíz del desarrollo tecnológico surge una metodología denominada BIM la cual tiene como objetivo suplir las necesidades que aquejan los procesos constructivos tradicionales, implementando la digitalización y modelamiento en 3D dando una perspectiva realista de lo planeado, a medida del tiempo ha tomado fuerza dentro de las políticas públicas mundialmente, beneficiando dichas entidades como resultado de su ejecución progresiva.

Con la implementación progresiva de BIM se creó la necesidad de capacitar personas con el fin de globalizar esta metodología de manera correcta para evidenciar los beneficios que trae consigo la aplicación de esta. Si bien como toda profesión se necesita aprender y ser guiado por personas especializadas en el tema generando la necesidad de personas especializadas que lideren

esta metodología buscando implementarla a escala profesional, imponiendo retos para la educación impulsando a la creación de cursos especializados para la formación de estos líderes.

La metodología BIM en Colombia, tiene como objetivo ser reglamentada para optimizar el desarrollo de la infraestructura en el país, garantizando la integración de los procesos de planeación, dirección, organización y control de las obras públicas, por lo que se hace necesario la incorporación de BIM dentro del plan de estudios, en aquellas instituciones educativas que ofrecen el programa de ingeniería civil y otros programas afines.

Culminando, BIM es una de las metodologías que innovó en la industria usando la tecnología para su ejecución optando por herramientas, software, recurso personal, económico, técnico, entre otros aspectos aplicados a este método creando una consciencia frente a su implementación para entidades públicas como se plantea en muchos países ya mencionados beneficiando a todas las partes de una u otra manera.

Referencias

- Migilinskasa, D., Popovb, V., Juoceviciusc, V., & Ustinovichius, L. (2013). Los beneficios, obstáculos y problemas de la implementación práctica de BIM. *Science Direct*, 767-774.
- ACI. (2022). *ACI CORPORATION*. Obtenido de <https://acicorporation.com/espanol/estas-son-las-principales-tendencias-en-ingenieria-civil-para-2022/>
- Alirezaei, S., Taghaddos, H., Ghorab, K., Nekouvaght Tak , A., & Alirezaei, S. (2022). BIM-augmented reality integrated approach to risk management . *Automation in Construction* , 1-15.
- Biblus. (18 de Marzo de 2020). *Biblus*. Obtenido de <https://biblus.accasoftware.com/es/bim-en-el-mundo-el-building-information-modeling-sector-aec/>
- Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., & McNiff, S. (2013). BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle:. *Automation in Construction*, 145-151.
- European Knowlegde Center for Information Techonology. (27 de Junio de 2018). *European Knowlegde Center for Information Techonology*. Obtenido de <https://www.ticportal.es/glosario-tic/bim-modelado-informacion-construccion>
- Gobierno de Colombia. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020 - 2026* . Colombia.
- Kreider, R. &. (2013). *The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM uses*. Pennsylvania: Penn State.
- MANDUA. (Junio de 2019). *MANDUA*. Obtenido de <https://mandua.com.py/los-avances-tecnologicos-en-el-campo-de-la-ingenieria-civil-n501>
- Marzouk, M., Azab, S., & Metawie, M. (2018). BIM-based approach to optimize the life cycle costs of buildings. *Cleaner Production Magazine*, 217-226.
- O. Olawumiy, T., & WM Chan, D. (2018). Identify and prioritize the benefits of integrating BIM and sustainability practices. *Sustainable Cities and Society*, 16-27.
- Palacio, C. (2013). *Tendencias y desafíos en la formación de Ingenieros Civiles*. Medellín: Ingenieria & Sociedad.
- Pávez, C. M. (2000). *Gestión e Innovación Tecnológica*. Chile: Ingenieria y Competitividad.