

Gestión de Innovación en Herramientas Computacionales para Análisis de Construcción

David Santiago Hermida Abreu

1103424

Facultad de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada

Ensayo presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor

Ing. Juan Carlos Castro Medina

Nota del Autor

Estudiante de Ingeniería Civil, de la Universidad Militar Nueva Granada, el presente ensayo se realizó teniendo en cuenta el enfoque cualitativo, el método inductivo, deductivo, en la Gestión de Innovación en Herramientas Computacionales para Análisis de Construcción, orientado a nuevas tecnologías, promoviendo avances en el diseño de construcciones de forma eficiente, adicionalmente aportando al desarrollo económico del país. Contacto: cuenta est.david.hermida@unimilitar.edu.co

31 de agosto de 2022

Tabla de Contenido

	Página
Lista de Figuras	3
Resumen.....	4
Abstract	5
1. Introducción	6
2. Objetivos	7
2.1 Objetivo General	7
2.2 Objetivos Específicos.....	7
3. Desarrollo.....	8
3.1 Innovación Computacional en la Construcción.	8
4. Uso de la Tecnología en la Construcción	11
5. Software Aplicado a la Ingeniería Civil.....	13
5.1 BIM (Building Information Modeling).....	13
5.2 Drones utilizados en las construcciones.....	15
5.3 ETABS	16
Conclusiones	18
Referencias.....	19

Lista de Figuras

	Página
Figura No.1 Pabellón biónico de investigación ICD/ITKE 2021	9
Figura No.2 Pabellón de Investigación ICD/ITKE 2012.....	9
Figura No.3 Pabellón de Madera Buga/ ICD/ITKE.....	10
Figura No.4 Pabellón de Investigación / ICD/ITKE 2017.....	10
Figura No 5. Tecnologías que cambian los modelos de la industria	11
Figura No 6. Uso Building Information Modeling	14
Figura No 7. Drones para la construcción.	15
Figura No 8. Interfaz de usuario para realizar modelado.....	17

Resumen

Las herramientas computacionales como lo son los procesadores de texto (Word, Works, WordPad, WordPerfect, procesador Writer y Claris Works, Google Docs), correo electrónico, dibujadores, hojas de cálculo, bases de datos, en la actualidad hacen parte fundamental de cualquier proyecto, para el sector de la construcción el uso nuevas tecnologías (robótica, impresión 3D, Internet de las cosas (IoT), Modernización Inteligente en edificaciones (BIM), hacen que los procesos desde el diseño hasta la finalización y entrega de obra sea de forma eficaz y eficiente.

Durante la investigación se identifica y se describe las herramientas computacionales para análisis de construcciones, teniendo en cuenta el enfoque cualitativo y el método inductivo y deductivo orientado a nuevas tecnologías.

Como resultado final, se puede decir que el uso de las herramientas computacionales en el sector de la construcción hace el trabajo con mayor exactitud y optimizando el tiempo que se dispone para el diseño, construcción, documentación y entrega de la obra.

Palabras clave: BIM, herramienta, computacional, software. dron.

Abstract

Computational tools such as word processors (Word, Works, WordPad, WordPerfect, Writer processor and Claris Works, Google Docs), email, drawing, spreadsheets, databases, are currently a fundamental part of any project, for the construction sector the use of new technologies (robotics, 3D printing, Internet of things (IoT), Intelligent Modernization in buildings (BIM), make the processes from design to completion and delivery of work effective and efficient way.

During the investigation, the computational tools for analysis of constructions are identified and described, taking into account the qualitative approach and the inductive and deductive method oriented to new technologies.

As a result, it can be said that the use of computational tools in the construction sector does the job with greater accuracy and optimizes the time available for the design, construction, documentation, and delivery of the work.

Keywords: BIM, tool, computational, software. drone

1. Introducción

Desde la revolución industrial 4.0, utilizada en el sector de la construcción, mediante herramientas computacionales a través de procesadores de texto ha incursionado de forma eficiente en los proyectos del sector, adicionalmente la innovación tecnología hace parte de dicha revolución, como lo es, ; la robótica avanzada, impresión 3D, realidad virtual, dron, Big Data, Internet de las cosas (IoT), modernización inteligente en edificaciones (BIM), presentando gran desarrollo a nuevas tecnologías, permitiendo avances en el diseño y construcciones eficiente.

En el capítulo 2 se presentan los objetivos generales y específicos, donde se describe, conoce y determina la innovación en herramientas computacionales en el sector de la construcción.

En el capítulo 3 se desarrolla la investigación, dirigido a la innovación computacional y tecnológico, aplicado al sector de la construcción promueve la investigación de proyectos estructurales desde los estudiantes hasta los profesionales, dicha arquitectura innovadora se ve demostrado en el Instituto de Estructuras de Edificios y Diseño Estructural (ITKE), y la Universidad de Stuttgart, en cada uno de sus pabellones diseñados con la ayuda de la tecnología y las herramientas computacionales, trabajan equipos de estudiantes centrando sus ideas en el desarrollo de estructuras y materiales eficientes logrando un gran aporte al sector de la construcción.

Durante el método cualitativo aplicado a las herramientas computacionales, y tecnológicas se describen los diez métodos utilizados en la actualidad aplicado al sector de la construcción como son, Impresión 3D, Prefabricación, drones, robótica, plataforma IBM, realidad aumentada, materiales sustentables, IoT, big data, hormigón autorreparable, haciendo de este eficiente los procesos, ahorrado tiempo y dinero, adicionalmente contribuyen al desarrollo económico del país.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Describir las herramientas computacionales para el sector de la construcción, mediante la innovación tecnología, logrando el desarrollo eficiente de los procesos, promoviendo el diseño y construcción de las obras, así mismo evidenciando el aporte que hace la ingeniería al desarrollo económico del país.

2.2 Objetivos Específicos

Conocer la importancia de la herramienta BIM, basados en la estrategia modernización inteligente en edificaciones nuevas y antiguas.

Determinar las herramientas computacionales, en las construcciones, ofreciendo una arquitectura innovadora, segura y eficiente, así mismo cumpliendo con las expectativas por el cliente.

3. Desarrollo

3.1 Innovación Computacional en la Construcción.

Durante la cuarta Revolución Industrial, según el alemán Klaus Martín Schwab, presidente ejecutivo del Foro económico mundial, divulgo en el año 2016, mediante un organismo del gobierno de Alemania lo denomino como “Industria 4.0”, también llamada industrial inteligente, refiriéndose a un cambio radical en el sistema productivo y el logro de resultados de las organizaciones, aplicado en tres sectores; 1. Naturaleza física como lo es; la robótica avanzada, impresión 3D, vehículos autónomos, y el uso de energía renovable y su almacenamiento, en cuanto a 2. Estrategia Digital, se refiere a plataformas, tecnología móvil avanzada, realidad virtual, Big Data, Internet de las cosas (IoT), Modernización Inteligente en edificaciones (BIM) y 3. Estrategias Biológicas, el cual son asociadas a la genética, aplicada a mejoras en la productividad agrícola y ganadera, detección, prevención y tratamiento de enfermedades. (Hoyos, 2014).

Las Herramientas Computacionales, hace referencia a los procesadores de texto (Word, Works, WordPad, WordPerfect, procesador Writer y Claris Works, Google Docs), correo electrónico, dibujadores, hojas de cálculo, bases de datos, y acceso a internet. Es por ello, que, para el sector de la construcción actualmente presenta gran desarrollo orientado a nuevas tecnologías, permitiendo avances en el diseño y construcciones eficiente.

Por tal razón, la Sociedad Colombiana de Ingenieros, en su artículo del 19 de enero de 2021, se refiere a la innovación en la construcción que va de la mano con nuevas tecnologías al igual que la instauración de los materiales, informa que el Instituto de Diseño Computacional (ICD), el Instituto de Estructuras de Edificios y Diseño Estructural (ITKE), y la Universidad de Stuttgart, con un grupo de estudiantes, trabajan en dos campos, el desarrollo teórico y práctico de los procesos de diseño computacional generativo y la fabricación robótica, con el uso de procesos por medio de la computadora, aplicando la innovación tecnológica.

Igualmente, informa que el equipo del Instituto de Estructuras de Edificios y Diseño Estructural (ITKE), centra sus ideas en el desarrollo de estructuras y materiales eficientes en el

momento de realizar una construcción, teniendo en cuenta innovación tecnológica dirigida a la arquitectura.

El equipo de estudiantes de la Universidad Stuttgart, mediante un diseño computacional construyeron pabellones experimentales durante varios años, con el fin de preparar a los estudiantes y enfrentarse al avance computacional y tecnológico aplicado a la arquitectura. Por lo tanto, menciono cuatro pabellones donde se muestra la imponentia de la arquitectura. Daily (2021)

Figura No.1 Pabellón biónico de investigación ICD/ITKE 2021



Fuente: <https://sci.org.co/innovacion-en-la-construccion-nuevos-materiales-y-nuevas-tecnologias/>

En la figura No1, se encuentra el Pabellón Biónico, el cual está construido en madera, su diseño hace alusión a esqueletos de erizo de mar, mediante sistema de fabricación controlados por medio de la computadora.

Figura No.2 Pabellón de Investigación ICD/ITKE 2012



Fuente: <https://sci.org.co/innovacion-en-la-construccion-nuevos-materiales-y-nuevas-tecnologias/>

En la figura No 2, se observa el pabellón de investigación, construido de forma robótica con materiales compuestos de fibra de carbono y vidrio, basado en la estrategia de diseño biomimético.

Figura No.3 Pabellón de Madera Buga/ ICD/ITKE



Fuente: <https://sci.org.co/innovacion-en-la-construccion-nuevos-materiales-y-nuevas-tecnologias/>

Para la figura No 3. Se encuentra el pabellón de madera BUGA, muestra la combinación computacional y tecnológica, basados en una construcción futura, rodeada de naturaleza, dejando ver la innovación a través de la robótica.

Figura No.4 Pabellón de Investigación / ICD/ITKE 2017



Fuente: <https://sci.org.co/innovacion-en-la-construccion-nuevos-materiales-y-nuevas-tecnologias/>

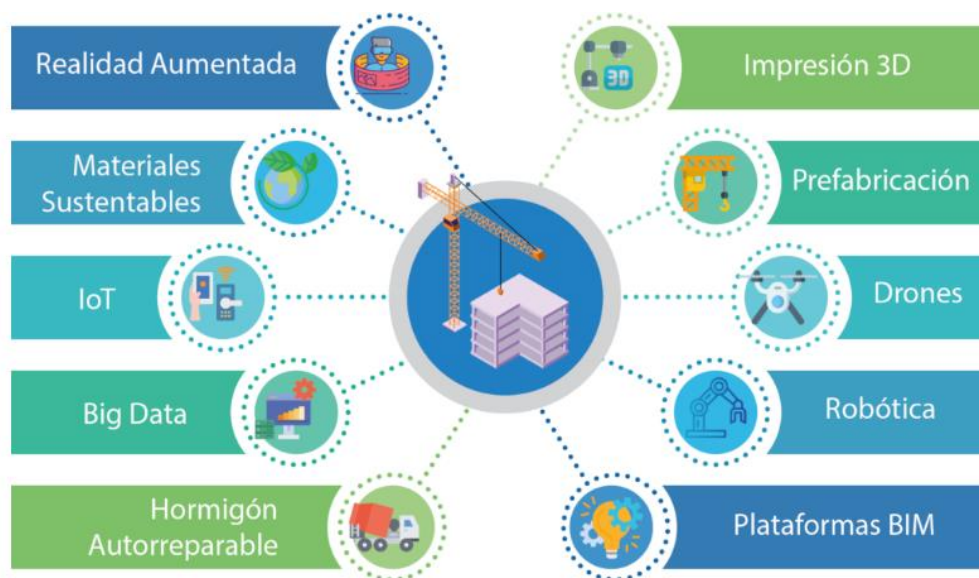
En cuanto a la figura No.4. se encuentra el pabellón de investigación, elaborado a escala de edificios, con materiales compuestos reforzados en fibra de carbono y vidrio, su diseño es basado en vehículos aéreos no tripulados (UAV), y robots industriales.

Es así como, las estructuras descritas muestran al mundo el campo de la arquitectura e ingeniería a través de la investigación, diseño, construido con la más alta tecnología y herramientas computacionales.

4. Uso de la Tecnología en la Construcción

La tecnología aplicada al sector de la construcción, refiriendo a la transformación de procesos, imponiendo la innovación en la arquitectura, es por ello que a continuación se describe las 10 tecnologías que cambian el modelo de la industria, el cual aplica al sector de la construcción. Alpha Hardin (2021).

Figura No 5. Tecnologías que cambian los modelos de la industria



Fuente: <https://www.alpha-hardin.com/innovacion-tecnologica-en-la-industria-de-la-construccion/>

1. **Impresora Gigante 3D**, también llamada “Contour Crafting”, es una herramienta implementada a partir del año 2004, por el Profesor Behrokh Khoshnevis, de la universidad de sur de California, permite construir casas en un día, el cual trabaja bajo el sistema y forma de capas, igualmente informa que se utilizará en la creación de estructuras de hormigón para la construcción urbana.

2. **Prefabricación**, ocurre en el momento que un elemento presenta la posibilidad de poder producirse en fábrica o simplemente en la obra, con el fin de optimizar tiempos en el momento que se lleva a cabo la obra, es por ello que muchas veces este tipo de componentes se procesan en talleres, logrando flexibilidad en la ejecución de la obra.
3. **Drones**, actualmente se utilizan en construcciones de gran tamaño, donde se captan imágenes gráficas de forma rápida, con el fin de conocer la evolución de las obras, adicionalmente, aporta en el momento de realizar logística, inspección de la obra en tiempo exacto y la generación de Big Data conforme a los avances que presente la construcción.
4. **Robótica**: en el año 2014, se conoce el Motor Mason, simulando un albañil mecánico que realizaba la tarea de colocar ladrillo de forma veloz, al año siguiente llega un nuevo albañil robot llamado SAM100, logrando aumentar la productividad hasta cinco veces. Es por ello que se trabaja en este tipo de alternativas conforme a la robótica, con tareas específicas aplicando a la precisión, seguridad y la velocidad.
5. **Plataformas BIM**: Building Information Modeling (BIM), es una plataforma, cuyo objeto principal es centralizar la información de los proyectos basados en un modelo digital, donde se trabajan planos, información geométrica, tiempos, costos y mantenimiento, para ello lo pueden trabajar arquitectos, ingenieros, y equipos de obra.
6. **Lot** (Internet of Things); diseña como habitan los edificios y como se construyen, hace referencia al modelo BIM, en edificios ecológicos, construye una prefabricación inteligente haciendo ver de una forma ágil y eficaz.
7. **Realidad Aumentada**: Es un dispositivo tecnológico, utilizada frecuentemente por los ingenieros, ya que permite hacer un recorrido virtual por la construcción con el fin de observar los detalles de la arquitectura a una escala adecuada.
8. **Materiales Sustentables**: Hace referencia a aquellos materiales que son amigables con el medio ambiente, como lo son; pinturas naturales, madera, barro cocido y bambú, asfalto verde, plástico reciclado, entre otros, dejando a un lado los recursos no renovables.

9. **Hormigón Autorreparable:** Es un material utilizado para las fisuras internas que se presentan en las construcciones, como material de pavimento dirigido a la infraestructura vial, como característica principal, es de alta resistencia a la compresión y durabilidad.
10. **Big Data:** Es una herramienta tecnológica que mejora la eficiencia de los procesos, mediante la automatización y almacenamientos de información. Adicionalmente es posible el mejoramiento de diseños de un proyecto, optimizando tiempos de respuesta.

Es así como el uso de las herramientas tecnológicas revoluciono el sector de la construcción, haciendo uso eficiente de los procesos, adicionalmente fomenta la investigación, la innovación y promueve el uso de materiales que no afectan el medio ambiente.

5. Software Aplicado a la Ingeniería Civil.

5.1 BIM (Building Information Modeling)

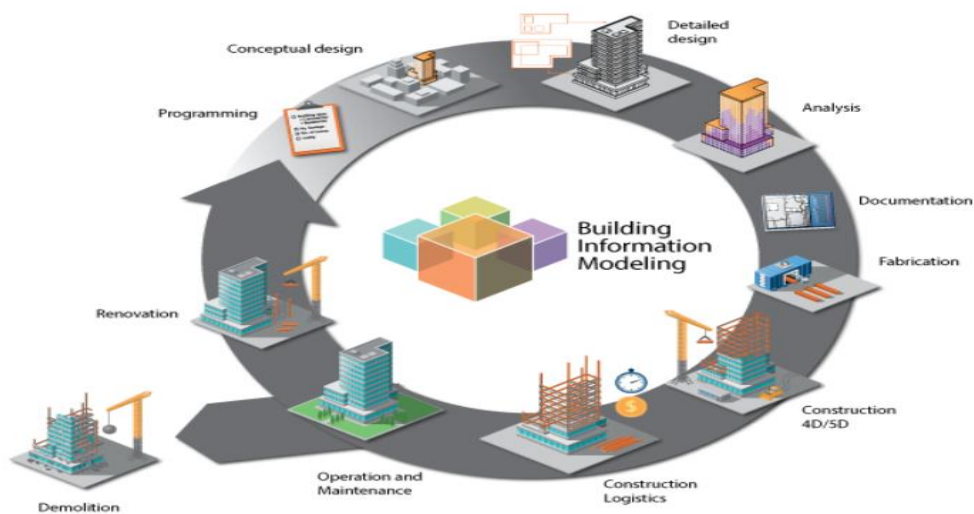
Para el sector de la construcción, conocer de la herramienta software y saberla aplicar, hace que los ingenieros se motiven y promueva la investigación basados en la innovación mediante la creación de planos y renders en 3 D, direccionado al diseño y construcción de estructuras aportando al desarrollo de un país. a continuación, se menciona algunos softwares que hacen parte de la ingeniería civil y como aportan actualmente en los proyectos dirigido a la construcción.

En Colombia, se lleva a cabo el encuentro BIMCO 2021: Digitalización y construcción, el camino de la reactivación, promovida por la Camara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), donde se reúnen varios invitados del sector de la construcción, con el fin de socializar la tecnología, innovación y los sistemas digitales, basados en la Estrategia Modernización Inteligente en edificaciones (BIM), en dicho encuentro algunos lideres del grupo de trabajo de BIM, presentan avances conforme a la implementación de la estrategia en algunos proyectos, informa que se crearon mesas técnicas para motivar y fortalecer la estructura de trabajo. Igualmente menciona que BIM se encuentra integrada en cuatro ejes, 1. Comunicación y difusión de la estrategia; redes de trabajo; marco colaborativo y avances; 2. Liderazgo público por medio de las redes gubernamentales latinoamericanos y red BIM global; 3. Desarrollo de capacidades para la implementación, 4. Adopción de estándares internacionales y la implementación de mejores prácticas basados en la normatividad BIM. Para este último eje el viceministro de

Vivienda Carlos Ruiz, han estudiado y nacionalizado normas técnicas internacionales teniendo en cuenta la interpretación colombiana, así mismo la generación de documentos que apoyen la implementación de normas a nivel nacional.

Algunos proyectos piloto, implementados mediante la metodología BIM son, fase 1 del lado Aire en el aeropuerto del café, ampliación de la pista aeropuerto el dorado, y obras al interior del aeropuerto de Villavicencio, evidenciando algunas ventajas que tiene al implementar la estrategia BIM en los proyectos como los son, la organización de la información, actualización en tiempo real en el momento de la ejecución de la obra teniendo en cuenta las herramientas computacionales, reducción de tiempos y movimientos. Es por ello que, el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, informo que se realizó el lanzamiento de la página web de la estrategia BIM, donde se encuentran casos éxitos y la información indispensable para su implementación. (Camara Colombiana de la Construcción, 2021)

Figura No 6. Uso Building Information Modeling



Fuente: Social Media en Group CYVSA

En la figura N.6, se ilustra el proceso de BIM (Building Information Modeling), el cual involucra procesos que se requiere desde el inicio de un proyecto hasta su construcción, en casos especiales se presenta la demolición y renovación de edificaciones, dicha metodología estructura y coordina el proceso de diseño, e integra la información de cada una de las partes que hacen parte de un proyecto, adicionalmente reduce costos. (Grupo Cyvsa, 2019).

Ventajas que tiene la implementación de la metodología BIM en la construcción:

- Reducción de riesgos y estimación de costos en la construcción.
- Visualización del proyecto antes de la ejecución de la obra.
- Aumenta la proactividad
- Fomenta la innovación de la construcción en los equipos de trabajo.
- Reducción de tiempos y movimientos.
- Descubrimiento de errores en el proyecto antes de su ejecución.

5.2 Drones utilizados en las construcciones

Actualmente el uso de drones en el sector de la construcción en Colombia, hacen parte fundamental, ya que su función principal es realizar medición, control de la topografía del terreno, así mismo se puede medir el volumen de algunos materiales, adicionalmente se realiza monitoreos y control en tiempo real, teniendo la posibilidad de acceder a zonas de difícil ingreso para los ingenieros.

Figura No 7. Drones para la construcción.



Fuente: <https://www.controldron.com/drones-para-la-construccion/>

Durante el primer trimestre del año 2021, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), informa que se evidencio un crecimiento del 17% en el sector de la construcción, debido al uso de las herramientas tecnológicas, ya que se ahorra tiempo y dinero en el momento de ejecutar un proyecto en las constructoras y compañías de infraestructura e ingeniería. (Periodico Portafolio, 2021).

El papel de los drones en las construcciones es de vital importancia puesto que, monitorear/controlar la evolución y el estado de la obra durante la construcción, esto hace que se pueda realizar una comparación entre el diseño del proyecto y lo construido, los resultados del monitoreo como las fotos y los videos, son cargados a una plataforma colaborativa BIM, dicha plataforma es un contenedor de información de la edificación, sus ventajas principales son, interoperabilidad, productividad, precisión y eficiencia y control. Adicionalmente, gestiona y organiza los datos en la nube teniendo en cuenta una serie de códigos.

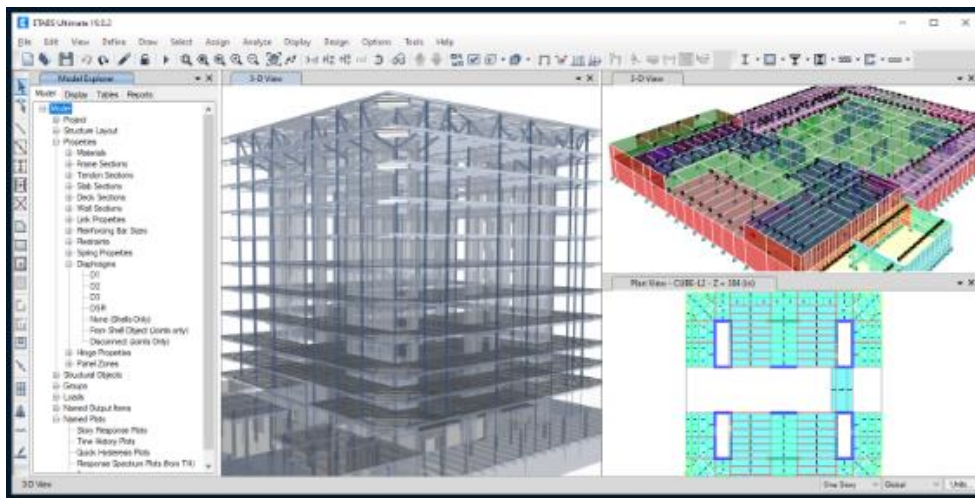
Los drones son utilizados para monitorear los momentos específicos a la hora de realizar un desmontaje, demolición y recuperación de construcciones, así mismo permite conocer los elementos que pueden ser recuperados o materiales que pertenecen a desechos especiales y que son denominados sustancias peligrosas. (ACCAsoftware.com, 2019).

Por consiguiente, el dron es un vehículo aéreo, el cual es manipulado a cierta distancia o simplemente puede volar de forma autónoma siguiendo un plan de vuelo controlado por un software con GPS, que, aplicado al sector de la construcción, transforma la forma de trabajar, ya que cuenta con innovación tecnológica y herramientas computacionales mejorando la productividad en el sector y en la industria. (República.Inmobiliaria, 2019)

5.3 ETABS

Es una herramienta aplicada a la ingeniería civil, utilizada para el análisis, visualización de objetos en 3D, diseño sísmico terrestre, y dimensionamiento de edificios, teniendo como resultado datos importantes para los ingenieros para la toma de decisiones, adicionalmente identifica las posibles fallas que puede tener la estructura, no tiene límite vistas de datos, cantidad de ventanas correspondiente a modelos.

Figura No 8. Interfaz de usuario para realizar modelado.



Fuente: <https://pccadla.com/programas/etabs/>

Por otra parte, el software muestra elementos estructurales como son; Tablero de acero, losa plana y con vigas perimetrales, losa reticular, escalonada y losa bidireccional, metálicas, muros de hormigón y mampostería (Vitorino P. 2021)

Dicho lo anterior, es importante definir que para el sector de la construcción el uso de la herramienta computacional ETABS, es útil e indispensable para el ingeniero de hoy, ya que permite visualizar de forma óptica la creación y el diseño de una estructura, ya que muestra en tiempo real los márgenes de error que pueda tener, así mismo tener la posibilidad de realizar las debidas correcciones de forma inmediata.

En la actualidad la innovación en herramientas computacionales hace parte fundamental en el sector de la construcción, ya que aporta al desarrollo sostenible de un país.

Conclusiones

La investigación y análisis realizada sobre las herramientas computacionales, aplicadas al sector de la construcción, mediante la innovación tecnológica, evidencia el aporte y el avance que la ingeniería realiza a través del diseño, estructura, y construcción del proyecto propuesto.

Así mismo, se pueden realizar monitoreos constantes a medida que avanza la construcción, como riesgos o sitios inseguros, optimización del tiempo a través del diseño y aplicación de la herramienta BIM, temperatura del sitio, humedad, corrosión, dichas herramientas computacionales, no solo se aplican a construcciones nuevas, tambien se realizan en construcciones antiguas.

Es por ello, que el uso de las herramientas computacionales, cada día se trabaja con más fuerza, haciendo de este un proceso indispensable a la hora de realizar una construcción, ofreciendo una arquitectura innovadora, segura y eficiente, cumpliendo con las expectativas por el cliente.

Referencias

- ACCAsoftware.com. (10 de Septiembre de 2019). *Biblus*. los drones como soporte de procesos BIM: <https://biblus.accasoftware.com/es/drones-para-construccion-los-drones-como-soporte-de-los-procesos-bim/>
- Alpha Hardin. (2021). *10 innovaciones tecnológicas que revolucionan la industria de la construcción en 2021*. <https://www.alpha-hardin.com/innovacion-tecnologica-en-la-industria-de-la-construccion/>
- Camara Colombiana de la Construcción. (17 de Diciembre de 2021). *BIM: ESTRATEGIA PARA APALANCAR EL CRECIMIENTO DEL SECTOR CONSTRUCTOR*. (9. edición, Editor) <https://camacol.co/actualidad/publicaciones/revista-urbana/91/conexion-bim/bim-estrategia-para-apalancar-el>
- Daily, A. (enero de 2021). *Innovación en la construcción: nuevos materiales y nuevas tecnologías*. <https://sci.org.co/innovacion-en-la-construccion-nuevos-materiales-y-nuevas-tecnologias/>
- Grupo Cyvsa. (7 de Agosto de 2019). *Introducción a BIM en proyectos HVAC*. <https://es.linkedin.com/pulse/introducci%C3%B3n-bim-en-proyectos-hvac-grupo-cyvsa>
- Hoyos, A. T. (2014). Epoca de las comunicaciones y la información (1980-1990). En T. Hoyos, *Innovación y cambio tecnologico en la sociedad del conocimiento* (págs. 142-143). Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda. <http://www.ebooks7-24.com.ezproxy.umng.edu.co/stage.aspx?il=3736&pg=&ed=>
- Normas APA a chegg service. (02 de 03 de 2014). <https://normasapa.com>. <https://normasapa.com/category/descargas/>
- Periodico Portafolio. (14 de Julio de 2021). *Drones, una herramienta que reduce tiempo y costo en construcciones*. <https://www.portafolio.co/mas-contenido/drones-una-herramienta-que-reduce-tiempo-y-costo-en-construcciones-554044>
- República.Inmobiliaria. (17 de Diciembre de 2019). *República.Inmobiliaria*. <https://www.republicainmobiliaria.com/editorial/uso-de-drones-para-el-sector-de-la-construccion/>
- Sánchez, C. (24 de 01 de 2020). <https://normas-apa.org/formato/>. <https://normas-apa.org/formato/>