

Desarrollo de recursos de aprendizaje como complemento y herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Construcción

Ana María Amaya Flórez y Oscar Andrés Forero Rodríguez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Silvia Juliana Tijo López, Ph.D.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A mi mamá y a mi abuela, por su amor y apoyo, por sus consejos y sabiduría que son un regalo que valoro más allá de las palabras y por siempre estar para mi en todas las etapas de mi vida. Esta tesis es tanto mía como de ustedes, porque en cada página está presente el reflejo de su apoyo incondicional, no habría sido capaz de superar cada obstáculo de este viaje y alcanzar este logro.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a mi madre y a mi abuela que con su infinito amor y dedicación hacen posible esta tesis, por darme su apoyo incondicional, por iluminar mi camino hacia el conocimiento y por inculcarme la importancia del trabajo duro y la educación. Doy las gracias a mi pareja por su compañía, por cada enseñanza en el paso a paso de mi carrera, valoro mucho las lecciones de vida y porque me ha brindado todo su cariño, confianza y reconfortante compañía en este camino de crecimiento personal. Agradezco a mis tíos, Néstor Rodríguez, Raimundo Pardo, Cristian Suarez, y a mis suegros, por su apoyo y ejemplo constante para hacer de mí una mejor persona. También agradezco a mis hermanos, quienes me han brindado su apoyo en este trayecto. Para finalizar, mi gratitud a mis amigos, compañeros, y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos. A todos ustedes les agradezco desde el fondo de mi corazón.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	8
1. Problema De Investigación.....	10
2. Justificación	11
3. Objetivos.....	13
3.1 Objetivo General.....	13
3.2 Objetivos Específicos.....	13
4. Marco Contextual.....	14
5. Marco Teórico.....	16
5.1 Gestión de Proyectos en Ingeniería Civil.....	16
5.1.1 Componentes fundamentales de la gestión de proyectos.....	16
5.1.2 Herramientas y metodologías en la gestión de proyectos.....	17
5.1.3 Herramientas y metodologías en la gestión de proyectos.....	18
5.1.4 Factores de éxito en la gestión de proyectos.....	18
5.2 Sistemas constructivos en Ingeniería Civil.....	19
5.2.1 Clasificación de los sistemas constructivos.....	20
5.2.2 Ventajas y desventajas de los sistemas constructivos.....	20
5.2.3 Innovaciones tecnológicas en sistemas constructivos.....	21
5.3 Edificios.....	23
5.3.1 Funcionalidades principales de Edificios.....	23
5.3.2 Ventajas de utilizar Edificios.....	24
5.3.3 Aplicaciones de Edificios en proyectos de ingeniería civil.....	25

6. Metodología	26
7. Conclusiones	27
8. Recomendaciones	28
Referencias Bibliográficas	29
Apéndices.....	33

Resumen

Título: Desarrollo de recursos de aprendizaje como complemento y herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Construcción*

Autor: Ana María Amaya Flórez (1) y Oscar Andrés Forero Rodríguez (2)**

Palabras Clave: Construcción, gestión de proyectos, guía didáctica, recursos audiovisuales, enseñanza, aprendizaje.

Descripción: En el sector de la construcción en Colombia, es habitual no aplicar ni exigir la gestión de proyectos pertinente debido a una serie de problemáticas, como la inadecuada planificación, la mala ejecución y el escaso control sobre la obra por parte del ingeniero civil. Teniendo en cuenta lo anterior, se propone complementar el curso de Construcción del pregrado de ingeniería civil en la Universidad Industrial de Santander y fomentar el aprendizaje del estudiante, mediante dos iniciativas concretas. La primera es desarrollar una guía didáctica que contenga los conceptos teóricos más importantes del curso, asegurando que los alumnos tengan acceso a un documento con los contenidos a tratar. La segunda iniciativa es elaborar una compilación de recursos audiovisuales que permitan el autoaprendizaje del software BIM Edificius, facilitando así una herramienta de apoyo más accesible, práctica y autónoma. Para diseñar los recursos de aprendizaje, se recurrió principalmente a técnicas documentales, donde se procedió a una exhaustiva revisión y recolección bibliográfica, sin dejar de lado las observaciones realizadas por académicos del área de interés. Dicho enfoque proporciona la información necesaria al involucrar las herramientas pedagógicas con el marco conceptual vinculante y relevante. Se puede concluir que, a través de esta búsqueda minuciosa, se contribuye significativamente al saber de los estudiantes, de acuerdo con las competencias propuestas en el plan de estudios del pregrado.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de ingeniería civil. Ingeniería civil. Directora: Silvia Juliana Tijo López, Ph.D.

Abstract

Title: Development of learning resources as a complement and support tool in the teaching-learning process of the Construction course*

Author(s): Ana María Amaya Flórez (1) y Oscar Andrés Forero Rodríguez (2)**

Key Words: Construction, project management, didactic guide, audiovisual resources, teaching, learning

Description: In the construction sector in Colombia, it is common not to apply nor require appropriate project management due to a series of issues, such as inadequate planning, poor execution, and insufficient oversight of the work by the civil engineer. Considering this, it is proposed to complement the Construction course of the undergraduate Civil Engineering program at the Industrial University of Santander and to promote student learning through two specific initiatives. The first is to develop a didactic guide that contains the most important theoretical concepts of the course, ensuring that students have access to a document with the content to discuss for. The second initiative is to create a compilation of audiovisual resources that enable self-learning of the Edificius BIM software, thus providing a more accessible, practical, and autonomous support tool. To design the learning resources, primarily documentary techniques were draw on, where an exhaustive review and bibliographic collection was carried out, without neglecting the observations made by academics in the field of interest. Byword approach provides the necessary information by involving pedagogical tools with the binding and relevant conceptual framework. It can be concluded that, through this meticulous search, a significant contribution is made to the students' knowledge, in accordance with the competencies proposed in the undergraduate curriculum.

* Degree Work

**School of physicomechanical engineering. Department of civil engineer. Civil engineer. Director: Silvia Juliana Tijo López, Ph.D.

Introducción

Los factores que más afectan los proyectos de construcción en Colombia son la inadecuada gestión de operaciones y la falta de integración con tecnologías BIM (Building Information Modeling), en las cuales los profesionales a cargo desempeñan un papel crucial (Lozano et al. 2018). En el pregrado de ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander, se incorpora la asignatura de Construcción, en la cual se preparan a los estudiantes para que identifiquen y resuelvan las problemáticas que puedan presentarse y repercutan negativamente en el desempeño de un proyecto.

En consonancia con lo anterior, se propone desarrollar diferentes recursos de aprendizaje que apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto para el docente como para el estudiante, además de reforzar los conocimientos adquiridos e incentivar el interés por las temáticas a abordar (Vargas, 2017). Como punto de partida se buscó una herramienta de enseñanza innovadora en las aulas de clase, que optimice la dinámica del proceso docente y la comprensión de la materia; asimismo, se consideró que los medios escogidos mejorarían la comprensión de los contenidos del curso (Casasola, 2020).

El primer recurso por elaborar consiste en una guía de aprendizaje diseñada con el propósito de que el estudiante disponga de un documento compuesto por los conceptos más relevantes del curso, este documento servirá como referencia constante y una base sólida sobre la cual profundizar en las temáticas (García, 2014). El segundo recurso consiste en una serie de materiales audiovisuales que se incorporarán a lo largo del periodo académico como trabajo autónomo por parte de los estudiantes, con el fin de instruirlos en el uso del software BIM

Edificius, una de las principales herramientas para el desarrollo de proyectos de construcción (ACCA, 2018).

Para finalizar, en la culminación de este proyecto se proporcionarán la guía de aprendizaje y un conjunto de videos (20 videos), que serán archivos de consulta permanente. Estos recursos integrarán los contenidos vistos en el curso y permitirán la combinación del componente teórico-práctico, siendo este último el conocimiento del programa de arquitectura Edificius.

1. Problema De Investigación

Uno de los problemas más significativos que enfrenta la gestión de las construcciones es la falta de control adecuado para asegurar que los proyectos se planifiquen y ejecuten correctamente (Shek Munz, 2013). Este problema es especialmente relevante en Colombia, donde la deficiencia en la gestión de proyectos ha llevado a una serie de inconvenientes más frecuentes de lo esperado, tales como incumplimientos en los plazos de entrega, desviaciones presupuestarias, y aumentos en los costos (problemas que son previsibles durante la fase de diseño de las edificaciones), entre otras patologías que se pueden observar en el área de la ingeniería civil (Lozano et al., 2018).

El curso de Construcción de la Universidad Industrial de Santander tiene como objetivo que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para mejorar la productividad de una obra mediante el análisis y diseño de operaciones de proyectos. Ahora si bien la tendencia de comportamiento en la mayoría de los estudiantes se puede describir como la búsqueda o reproducción de respuestas, sin una reflexión crítica ni razonamiento profundo de dicha respuesta obtenida; lo cual no solo limita significativamente el desarrollo del aprendizaje, sino que también afecta negativamente en la formación de un profesional competente y calificado (Babanski et al. 1981). En consecuencia, se genera la necesidad de diversificar los métodos de enseñanza, enfocándose particularmente en aquellos que fomenten el trabajo autónomo y el pensamiento crítico en los estudiantes.

2. Justificación

El desarrollo de proyectos en el sector de la construcción en la ingeniería civil presenta una problemática que radica en la falta de control adecuado en la planificación y ejecución lo cual tiene consecuencias negativas significativas en términos de tiempo, costo y calidad de las obras. De acuerdo con lo anterior se infiere que se deben mejorar las capacidades de gestión de proyectos de los futuros profesionales mediante la implementación de recursos de aprendizaje efectivos que estén alineados con el plan de estudios y las necesidades de la industria.

Los recursos de aprendizaje se desarrollan en este trabajo de grado ya que son herramientas pedagógicas que abordan los contenidos técnicos y teóricos, y las deficiencias que se puedan estar presentando en el proceso educativo; cabe subrayar que esta propuesta a pesar de enfocarse específicamente en la materia de Construcción de la carrera de ingeniería civil beneficiará a todo aquel que esté interesado en aprender los temas abordados en el curso.

Estos recursos mejorarán el proceso educativo actual al proporcionar conceptos básicos de manera accesible y comprensible, fomentando que el estudiante aprenda mientras se incentiva el trabajo autónomo, empero, en diferentes estudios realizados se constató que a pesar de la tendencia a reproducir conocimientos no se había impulsado la implementación de estas guías (López & Moya,2012).

La justificación de este proyecto radica en la necesidad de mejorar el proceso de enseñanza en la materia de Construcción de la carrera de ingeniería civil. Lo anterior, a través de la implementación de recursos de aprendizaje que sean adecuados a las competencias propuestas en el plan de estudio y que se proporcionen, tanto dentro como fuera del aula, para el curso de Construcción en la Universidad Industrial de Santander; puesto que a pesar de la existencia de

recursos pedagógicos, se ha constatado una falta de impulso en su utilización, es necesario crear nuevas guías que incentiven el trabajo autónomo de los estudiantes y les permitan reflexionar sobre los conocimientos adquiridos.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Desarrollar una guía de aprendizaje para la materia de Construcción y recursos de aprendizaje del software *Edificius* para la escuela de ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander.

3.2 Objetivos Específicos

Identificar la fundamentación teórica relacionada con el curso de Construcción y el software *Edificius* para proponer herramientas de enseñanza.

Elaborar un documento guía que recopila de forma precisa y documentada los aspectos teóricos más relevantes sobre el curso de Construcción.

Producir archivos EDF o simulaciones de casos de estudio que permitan al estudiante una inmersión y mayor interacción con el software *Edificius*.

Elaborar recursos audiovisuales que permitan aprender a utilizar el software *Edificius* de forma autónoma por medio de ejercicios propuestos en las lecciones.

4. Marco Contextual

La industria de la construcción está en una fase de transformación, en el ámbito digital y de actuación; el primer caso hace referencia a la adopción de nuevas tecnologías, como el Building Information Modeling (BIM), en todas las fases de los proyectos; y el segundo caso se alude a la implementación de gestión de proyectos, debido a que en una gran parte de las construcciones no es aplicado correctamente o no se aplica del todo, y lo cual conlleva a afectaciones importantes en cuanto al tiempo y costo de la obra. Cabe señalar que estos cambios están orientados a mejorar la eficiencia y eficacia en los proyectos.

En Colombia, esta industria enfrenta desafíos adicionales, en particular, el déficit de profesionales capacitados; por lo que hay un creciente interés en impulsar el desarrollo de profesionales competitivos. En relación con lo anterior, es crucial que las instituciones educativas adopten métodos de enseñanza innovadores y efectivos, que incluyan el uso de recursos informativos y tecnológicos. La asignatura de Construcción juega un papel fundamental en la formación de futuros ingenieros, capaces de gestionar proyectos de manera eficiente y efectiva; no solo, para lograr un aprendizaje significativo en esta área, sino también, es crucial contar con recursos de aprendizaje que complementen y apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Todas estas observaciones se relacionan a la vez con falta de control adecuado en la planificación y ejecución de los proyectos, estos persistentes desafíos a los que se enfrentan los constructores y afectan los proyectos al generar retrasos, sobrecostos y problemas de calidad. Estos problemas son el resultado de la poca o inadecuada aplicación de metodologías consistentes en las infraestructuras, tal como lo referimos previamente, se incide negativamente la eficiencia y productividad del sector (Shek Munz, 2013). Otro punto es la evolución de los sistemas

constructivos, a los que se les ha conferido un enfoque de sostenibilidad y eficiencia energética significativo, que abarcan desde el uso de materiales reciclados y métodos de construcción sustentables, hasta la disminución de consumo energético con el uso de parámetros como la relación ventana-pared.

Ahora bien, es fundamental que los encargados del proceso de construcción tengan la capacidad de analizar e implementar prácticas adecuadas, además del conocimiento técnico y teórico, para que los proyectos cumplan con las metas trazadas en la etapa de planeación; en Colombia se ha observado una carencia en la formación académica que termina reflejándose en errores y problemas a los que se enfrenta un proyecto, los frecuentes retrasos en las obras, los sobrecostos de las infraestructuras y la mala calidad de las construcciones, son unas de las tantas carencias en el sector (Salinas, 2022).

Para finalizar, los recursos de aprendizaje en la enseñanza universitaria desempeñan un aporte significativo y el desarrollo de estos se ha vuelto fundamental en el proceso de enseñanza de la Construcción al proporcionar herramientas dinámicas y atractivas para los estudiantes. Dichos recursos tienen como fin, el facilitar la comprensión de conceptos clave y estimular el aprendizaje en los estudiantes (Casasola, 2020); su implementación adecuada también puede potenciar el desarrollo de habilidades y competencias necesarias en el campo de la construcción, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos de manera efectiva.

5. Marco Teórico

5.1 Gestión de Proyectos en Ingeniería Civil

La gestión de proyectos en ingeniería civil es una disciplina integral que involucra la planificación, coordinación y control de proyectos de construcción y desarrollo de infraestructura. Su objetivo principal es asegurar que los proyectos se completen dentro del tiempo estipulado, con el presupuesto asignado y cumpliendo los estándares de calidad requeridos. La gestión efectiva de proyectos en este campo es crucial debido a la magnitud y complejidad de las obras, que van desde edificaciones y carreteras hasta puentes y sistemas de saneamiento (Sosa, 2008).

5.1.1 Componentes fundamentales de la gestión de proyectos

La gestión de proyectos en ingeniería civil involucra varios componentes esenciales que garantizan la efectividad y el éxito en la ejecución de las obras. En primer lugar, la definición del proyecto establece objetivos claros y medibles, así como el alcance detallado que describe los entregables y las principales actividades. La planificación del proyecto es crucial y se basa en la elaboración de un cronograma utilizando herramientas como los diagramas de Gantt y el método de la ruta crítica (CPM). Esto incluye la estimación del presupuesto y la asignación de recursos humanos, definiendo roles y responsabilidades (Prime Institute, 2024).

Durante la ejecución del proyecto, se coordina la gestión diaria de actividades y se asegura una comunicación efectiva entre todos los involucrados, desde ingenieros hasta trabajadores de campo, garantizando un flujo continuo de información. El monitoreo y control del proyecto implica el uso de indicadores de rendimiento (KPIs) para medir el progreso y la gestión de riesgos, incluida la identificación y mitigación de posibles riesgos. Finalmente, en el cierre del proyecto,

se verifica que los entregables cumplan con los criterios de aceptación, se recopila y archiva la documentación relevante, y se realiza una evaluación post-proyecto para identificar éxitos y áreas de mejora (Aranjuelo, 2015).

5.1.2 Herramientas y metodologías en la gestión de proyectos

En la gestión de proyectos, se recurre a diversas herramientas y metodologías para garantizar la eficiencia y el logro de los objetivos establecidos. El Método de la ruta crítica (CPM), se concentra en identificar las actividades críticas cuya duración incide directamente en el tiempo total del proyecto, permitiendo una planificación precisa y la detección de posibles retrasos. Por otro lado, el Método PERT (Program Evaluation Review Technique) evalúa la incertidumbre en las estimaciones de tiempo mediante un análisis probabilístico, brindando una perspectiva más realista de las duraciones y posibles variaciones en el cronograma. La Gestión de la Cadena Crítica (CCPM), en cambio, se centra en la gestión de recursos y la programación de actividades críticas para reducir plazos y mejorar la eficiencia, considerando tanto la disponibilidad de recursos como las posibles interrupciones en el flujo de trabajo (Sáez, 2021).

El empleo de software de gestión de proyectos es crucial en la planificación, seguimiento y control de proyectos complejos. Herramientas como Microsoft Project, Primavera P6 y BIM (Building Information Modeling) ofrecen funcionalidades avanzadas para la elaboración de cronogramas, la gestión de recursos y la visualización de modelos tridimensionales, facilitando así la coordinación y comunicación entre los equipos de trabajo. Además, las metodologías ágiles, como Scrum y Kanban, se utilizan para gestionar proyectos en entornos altamente cambiantes y de desarrollo iterativo, lo que permite una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta ante los cambios. Estas metodologías fomentan la colaboración continua, la entrega rápida de resultados y

la mejora constante, adaptándose especialmente bien a proyectos con requisitos en evolución y alta incertidumbre (Vélez & Zapata, 2018).

5.1.3 Herramientas y metodologías en la gestión de proyectos

En la gestión de proyectos de ingeniería civil, se deben abordar varios aspectos críticos para garantizar el éxito y la seguridad durante la ejecución de las obras. La gestión de la calidad es esencial, lo que implica establecer sistemas de control para garantizar que los materiales utilizados y el trabajo realizado cumplan con los estándares especificados, incluidas las normativas locales e internacionales relevantes. Por otro lado, la gestión de riesgos es otro aspecto crucial que requiere el desarrollo de un plan integral que cubra la identificación, análisis, respuesta y monitoreo de posibles riesgos durante el proyecto, como condiciones climáticas adversas, problemas geotécnicos o fallos en el suministro de materiales (Rodríguez, 2021).

La gestión de la seguridad es prioritaria en los proyectos de ingeniería civil, lo que implica implementar protocolos para proteger a los trabajadores y prevenir accidentes en el sitio de construcción, además de cumplir estrictamente con las normativas de seguridad y salud en el trabajo vigentes. Además, la sostenibilidad y la gestión ambiental son aspectos cada vez más relevantes, lo que requiere integrar prácticas sostenibles en el proyecto, como el uso de materiales ecoamigables y la adopción de medidas para minimizar el impacto ambiental generado por la obra (Melendez & El Salous, 2021).

5.1.4 Factores de éxito en la gestión de proyectos

En la gestión de proyectos, varios elementos son esenciales para garantizar el éxito en la ejecución de las obras. El liderazgo efectivo desempeña un papel crucial, donde el gestor del

proyecto debe demostrar habilidades para liderar y motivar al equipo, tomar decisiones fundamentadas y resolver conflictos de manera efectiva. Además, la comunicación clara es fundamental, estableciendo canales efectivos entre todos los stakeholders, incluyendo clientes, contratistas y proveedores, para asegurar una comprensión común de los objetivos y requisitos del proyecto (Project Wizards, 2024).

El control de costos y plazos es otro factor determinante, implicando un monitoreo continuo del presupuesto y el cronograma para identificar desviaciones y tomar medidas correctivas oportunas que eviten retrasos y sobrecostos. Asimismo, la adaptabilidad y flexibilidad son cualidades esenciales en la gestión de proyectos, permitiendo al equipo adaptarse a cambios inesperados y ajustar los planes en consecuencia para mantener la viabilidad y el progreso del proyecto. Cuando se gestionan de manera efectiva, estos factores de éxito contribuyen significativamente a la realización exitosa de proyectos, garantizando la satisfacción del cliente, la eficiencia en la ejecución y el logro de los objetivos establecidos (Pérez, 2021).

5.2 Sistemas constructivos en Ingeniería Civil

Los sistemas constructivos son los métodos y técnicas empleados en la construcción de edificaciones e infraestructuras. Estos sistemas abarcan desde los materiales utilizados hasta los procedimientos y tecnologías aplicadas durante el proceso de construcción. La elección del sistema constructivo adecuado depende de diversos factores, incluyendo la naturaleza del proyecto, las condiciones del sitio, el presupuesto y las normativas locales (Kömmerling, 2023).

5.2.1 Clasificación de los sistemas constructivos

La clasificación de los sistemas constructivos abarca una amplia gama de enfoques, desde los tradicionales hasta los más innovadores y sostenibles. Los sistemas tradicionales, como la mampostería y las estructuras de hormigón, continúan siendo ampliamente utilizados debido a su durabilidad y resistencia comprobadas. En contraste, los sistemas industrializados, que incluyen componentes prefabricados y la construcción modular, ofrecen ventajas en eficiencia y rapidez al ser fabricados en plantas industriales y luego ensamblados en el lugar de construcción (Sistemas de Ventilación SLU, 2021).

Además, los sistemas mixtos combinan elementos tradicionales e industrializados, como estructuras de acero con cerramientos de mampostería. Por último, los sistemas innovadores y sostenibles están ganando terreno, destacando la construcción en seco y el uso de materiales ecológicos como el bambú y la tierra compactada. Estos no solo reducen el impacto ambiental, sino que también promueven la sostenibilidad en la construcción. La diversidad de sistemas constructivos refleja la capacidad de la industria de la construcción para adaptarse a las demandas actuales de eficiencia, sostenibilidad y calidad en los proyectos de ingeniería civil (Murillo, 2017).

5.2.2 Ventajas y desventajas de los sistemas constructivos

Los diferentes sistemas constructivos presentan una serie de ventajas y desventajas que deben ser cuidadosamente evaluadas al momento de seleccionar el más adecuado para cada proyecto. Los sistemas tradicionales, como la mampostería y las estructuras de hormigón, ofrecen una alta durabilidad y resistencia al fuego, además de adaptarse bien a diversos estilos arquitectónicos. Sin embargo, suelen requerir un tiempo de construcción más prolongado, mano

de obra especializada y, en ocasiones, pueden resultar en costos más elevados (Salvatierra & Villavicencio, 2017).

Por otro lado, los sistemas industrializados, como los prefabricados y la construcción modular, se destacan por su capacidad para reducir los tiempos de construcción y su menor dependencia de las condiciones climáticas, además de ofrecer una calidad controlada de los componentes. No obstante, pueden necesitar transporte y manejo especializado, y podrían estar sujetos a restricciones en el diseño y adaptabilidad a ciertas estructuras.

Los sistemas innovadores y sostenibles, como la construcción en seco y el uso de materiales ecológicos, ofrecen ventajas en términos de eficiencia energética y reducción del impacto ambiental, así como una mayor adaptabilidad a diseños contemporáneos. Sin embargo, podrían implicar costos iniciales más altos, una falta de disponibilidad de materiales y tecnologías en algunas regiones, y la necesidad de capacitación específica para su implementación adecuada. La elección entre estos sistemas dependerá de las necesidades y prioridades específicas de cada proyecto, considerando factores como el presupuesto, el cronograma, la ubicación y las metas de sostenibilidad.

5.2.3 Innovaciones tecnológicas en sistemas constructivos

Las innovaciones tecnológicas están desempeñando un papel transformador en la industria de la construcción, redefiniendo la forma en que se planifican, diseñan y ejecutan los proyectos. Una de estas innovaciones es el Building Information Modeling (BIM), que utiliza modelos digitales 3D para mejorar la precisión y la coordinación entre los diversos actores del proyecto, lo que conduce a una gestión más eficiente y una reducción de errores durante la construcción. Otra innovación relevante es la impresión 3D, que se está utilizando para fabricar componentes

estructurales y no estructurales con una precisión sin precedentes, reduciendo el desperdicio de materiales y acelerando los procesos de construcción (Galia, 2024).

Además, la nanotecnología ha posibilitado la incorporación de materiales avanzados, como el concreto autorreparable y los revestimientos nanotecnológicos, mejorando la durabilidad y el rendimiento de las estructuras, lo que aumenta su vida útil y reduce los costos de mantenimiento. En el ámbito de la construcción, el uso de drones y la robótica está revolucionando la realización de tareas en el sitio de trabajo. Los drones se emplean para la inspección y el monitoreo de obras, proporcionando datos precisos y en tiempo real sobre el progreso del proyecto, mientras que los robots llevan a cabo tareas repetitivas o peligrosas, aumentando la seguridad y la eficiencia en la construcción (Moreno, 2024).

En el contexto colombiano, la selección de sistemas constructivos se adapta a las particularidades del país, que incluyen su geografía diversa, clima variado y normativas locales. Por ejemplo, en proyectos de vivienda de interés social, se utilizan sistemas prefabricados y modulares para agilizar la construcción y reducir costos, facilitando así el acceso a viviendas dignas para las poblaciones de bajos recursos (Pérez S. , 2021).

En áreas sísmicas, se implementan estructuras de acero y concreto reforzado con técnicas de diseño sismorresistente para garantizar la integridad estructural durante eventos sísmicos. En entornos rurales, la construcción se adapta mediante el empleo de materiales locales y técnicas tradicionales, combinadas con innovaciones tecnológicas, para promover el desarrollo sostenible y adecuarse a las condiciones del entorno. Por otro lado, en proyectos de renovación urbana, se integran sistemas constructivos sostenibles y tecnologías avanzadas para mejorar la calidad de vida y la eficiencia energética de las edificaciones existentes (Meléndez & Otros, 2021).

5.3 Edificius

Edificius es un software de Building Information Modeling (BIM) desarrollado por ACCA software, que se utiliza para el diseño arquitectónico, la gestión de proyectos de construcción y la creación de documentación técnica. Este software ofrece una solución integral para profesionales de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, permitiendo un flujo de trabajo eficiente desde la conceptualización hasta la ejecución del proyecto (ACCA software S.p.A, 2023).

5.3.1 Funcionalidades principales de Edificius

Edificius ofrece una amplia gama de funcionalidades diseñadas para facilitar el proceso de diseño, documentación, colaboración y gestión de proyectos en el ámbito de la construcción. Su capacidad principal radica en el modelado 3D BIM, lo que permite la creación y edición de modelos tridimensionales detallados que integran todos los elementos constructivos necesarios, como muros, pisos, techos, ventanas y puertas. Además, proporciona herramientas avanzadas para la visualización realista de los proyectos, lo que facilita la comprensión y presentación de los diseños.

En cuanto a la documentación técnica, Edificius simplifica la generación automática de planos arquitectónicos detallados, incluyendo plantas, secciones y elevaciones, directamente a partir del modelo 3D, garantizando la coherencia y precisión en la representación del proyecto. También permite la inclusión de especificaciones técnicas y detalles constructivos, asegurando que toda la información necesaria esté disponible para la construcción. La herramienta facilita la colaboración y gestión de proyectos al ser compatible con otros software BIM a través de la integración con formatos estándar como IFC, lo que permite la interoperabilidad y la colaboración entre diferentes profesionales y sistemas de diseño. Además, proporciona funciones para gestionar

cambios en el diseño, mantener versiones del proyecto y asegurar la coherencia de la información a lo largo del proceso.

Edificius también ofrece capacidades de simulación y análisis, incluyendo análisis energético y de sustentabilidad para evaluar el rendimiento ambiental del edificio y simular el proceso de construcción para identificar posibles problemas y optimizar las fases de la obra. Por último, en términos de gestión financiera, la herramienta facilita la estimación de costos detallados a partir del modelo BIM, lo que permite una planificación financiera más precisa, así como la gestión de presupuestos y el seguimiento de costos durante todo el desarrollo del proyecto (Íscar Software de Arquitectura, S.L, 2023).

5.3.2 Ventajas de utilizar Edificius

El uso de Edificius ofrece una serie de ventajas significativas para los profesionales de la construcción y el diseño arquitectónico. En primer lugar, su integración completa proporciona una plataforma unificada que abarca todas las etapas del proceso, desde el diseño inicial hasta la gestión del proyecto, lo que elimina la necesidad de utilizar múltiples herramientas y agiliza el flujo de trabajo. Esto conduce a una mayor eficiencia y precisión en el trabajo, ya que los cambios realizados en el modelo BIM se reflejan automáticamente en toda la documentación asociada, reduce errores y garantiza la coherencia del proyecto (Software BIM Store, 2024).

Además, Edificius facilita la colaboración entre diferentes disciplinas y profesionales gracias a su compatibilidad con formatos estándar BIM y su capacidad para integrarse con otras herramientas de diseño. Esto permite una comunicación fluida y una colaboración eficiente, lo que resulta en un proceso más coordinado y efectivo. Otra ventaja importante es la capacidad de optimizar el proceso de construcción mediante la simulación del mismo y el análisis detallado de

los componentes. Esto permite identificar y resolver problemas potenciales antes de que ocurran en el sitio de construcción, lo que ayuda a evitar retrasos y costos adicionales. Finalmente, Edificius ofrece herramientas para el diseño sostenible (Jiménez, 2020).

5.3.3 Aplicaciones de Edificius en proyectos de ingeniería civil

Edificius ofrece una amplia gama de aplicaciones en proyectos de ingeniería civil, abarcando desde el diseño de infraestructuras hasta la gestión de obras. En primer lugar, es una herramienta versátil para el diseño de diversas infraestructuras civiles, como puentes, carreteras y sistemas de alcantarillado. Permite la creación de modelos detallados y precisos que son fundamentales para la planificación y ejecución de estos proyectos. Además, en el ámbito de la edificación, facilita el diseño y la planificación de una variedad de edificios, ya sean residenciales, comerciales o industriales. Garantiza que todos los aspectos del diseño se integren adecuadamente (Software BIM Store, 2024).

Para proyectos de renovación y rehabilitación, Edificius proporciona la capacidad de crear modelos as-built que reflejan el estado actual de la estructura. Esta funcionalidad es crucial para la planificación y ejecución de las intervenciones necesarias, asegurando una renovación eficiente y exitosa. Por último, pero no menos importante, Edificius se destaca como una herramienta valiosa para la gestión de obras. Ofrece una visión clara y actualizada del progreso del proyecto, lo que facilita el seguimiento y control del costo y el tiempo (Íscar Software de Arquitectura, S.L, 2023).

6. Metodología

En una primera etapa de este trabajo se utilizó el método de revisión bibliográfica en diversas fuentes para la búsqueda, principalmente a través de bases de documentos académicos disponibles, con el fin de recopilar información sobre los aspectos teóricos y prácticos que comprende el curso de construcción.

Teniendo en cuenta lo anterior, se consultó el proyecto educativo para la asignatura de Construcción del programa de ingeniería civil que permitió analizar y ordenar un marco conceptual que incluya el contenido del programa, sin dejar atrás el propósito y las competencias de la materia. Luego se llevó a cabo la condensación y depuración de la información de acuerdo con los criterios definidos y las fuentes de información reunidas.

En la segunda etapa se procedió a diseñar inicialmente la cartilla con los temas teóricos a partir de la revisión, el procesamiento y la redacción de toda la documentación recolectada en la primera etapa. Hay que mencionar, además, que a esta guía se le añadió, a lo largo de los diferentes capítulos del documento que tengan aplicación matemática, el procedimiento especificado, paso a paso, con un ejercicio de ejemplo y un ejercicio solucionado en menor detalle; estas actividades fueron incorporadas para propiciar la práctica de los aspectos teóricos de la guía

Al mismo tiempo, se elaboró una serie de materiales audiovisuales, desarrollados en base a un caso de estudio a lo largo de todos los videos, como un espacio de aprendizaje que proporcione las bases para diseñar en el software Edificius y los archivos .EDF correspondientes con el proyecto. En dichas grabaciones se orienta procedimiento, punto por punto, al estudiante con la intención de que se familiarice y facilite el aprendizaje por medio de la interacción con el programa, y se desarrollen sus habilidades en la utilización del software.

7. Conclusiones

En el proceso de enseñanza de la asignatura de Construcción se identificó la falta de recursos de aprendizaje que complementen y apoyen el desarrollo de la materia adecuadamente. Entonces, las herramientas desarrolladas tienen como enfoque que los estudiantes combinen las clases magistrales con la cartilla teórica y los recursos audiovisuales.

Por lo que se refiere al diseño de la cartilla teórica se logró desarrollar un documento que consideró la calidad de la información consignada, la pertinencia frente a los temas que se abordan en el transcurso del curso y los objetivos de enseñanza-aprendizaje. Además, esta cartilla es un complemento para las clases ya que es de fácil comprensión y tiene los conceptos fundamentales para el alumno. Se debe agregar que, el documento se adapta a la actualidad estudiantil puesto que la mayor parte de las referencias bibliográficas compiladas son de fuentes vigentes.

En cuanto a los recursos audiovisuales desarrollados, estos sirven como una herramienta de aprendizaje para el manejo del software Edificius, mientras cumple con los objetivos propuestos al inicio del proyecto y optimiza el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, estos videos son de consulta permanente por lo cual le permiten al estudiante practicar la utilización de las herramientas computacionales explicadas, e incluso mejoran la práctica educativa al aportar un espacio de aprendizaje con materiales y recursos adicionales.

Para finalizar, es importante mencionar que si bien existen manuales y videos en diferentes plataformas del funcionamiento, tanto de la asignatura como del software BIM Edificius, dichos recursos fueron creados hace un tiempo considerable, quedando desactualizados en lo referente a los últimos desarrollos; por no mencionar que los recursos de aprendizaje disponibles suelen ser muy extensos y metodológicos, lo cual no produce un interés en la lectura por parte del alumnado.

8. Recomendaciones

En el desarrollo de este proyecto se precisó una búsqueda exhaustiva en relación con los archivos de consulta bibliográfica, debido a la escasa cantidad de documentos relacionados al desarrollo de las guías de aprendizaje; adicionalmente fue necesario perfeccionar el manejo del software, de manera que los recursos preparados sean lo más completo e impecable posible. A la vez, el proyecto fue posible elucidar algunas limitantes o falencias que puede presentar este trabajo, como lo son la extensión de los componentes del curso, la predisposición negativa a la lectura, la reducción de actividades debido a la falta de tiempo, entre otros. Por lo cual, a continuación, se proponen las principales recomendaciones a tener en cuenta.

Se recomienda compartir la guía de aprendizaje, inicialmente con los estudiantes de la asignatura de Construcción, y luego difundirla como herramienta de consulta a los ingenieros civiles que estén interesados en los temas abordados en la misma y quieran repasar los conceptos generales aprendidos cuando cursaron el programa de Ingeniería Civil.

Teniendo en cuenta que los recursos de enseñanza-aprendizaje desarrollados tienen ciertas limitaciones como lo son actualizaciones en el software, interrogantes no resueltos en dichas herramientas y la adición de contenido o cambio del programa para el cual fue creado principalmente. Por lo tanto, es aconsejable mantener o complementar la cartilla con actualizaciones, cuando estas estén ya desactualizadas o se necesite.

Otra sugerencia, a largo plazo, sería oportuno incluir más modelos con los cuales trabajar para afianzar los conocimientos adquiridos y mejorar el manejo del software, de tal forma que estos recursos se adapten a las diferentes necesidades e incentiven el interés de los futuros profesionales en esta rama de la ingeniería civil.

Referencias Bibliográficas

- ACCA software S.p.A. (2023). Programa para Arquitectura Edificius. Obtenido de <https://www.accasoftware.com/es/programa-arquitectura>
- ACCA software S.p.A. (2023). Software diseño arquitectónico 3D. Edificius. Obtenido de <https://www.accasoftware.com/es/software-diseno-arquitectonico-3d>
- Aranjuelo, A. (2015). Manual práctico para la elaboración de proyectos en Ingeniería Civil. Obtenido de <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/15557/UCR00151541.pdf>
- Babanski, D.; Elkonin, D.; Gunther, K. H.; Piskuno, G.; Neuner, G. (1981). La formación crítica en la educación superior. *Pedagogía. Pueblo y Educación*. 11(3), 213-225.1.
- Casasola Rivera, Wilmer. (2020). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Comunicación*, 29(1), 38-51. <https://dx.doi.org/10.18845/rc.v29i1-2020.5258>
- Galia. (2024). Innovación en la construcción. Nuevas tecnologías que pueden cambiar el juego. Obtenido de <https://www.segurosconstruccion.com/innovacion-en-la-construccion-nuevas-tecnologias-que-pueden-cambiar-el-juego/>
- García, I., & de la Cruz, G. (2014). Las guías didácticas: recursos necesarios para el aprendizaje autónomo. *Edumecentro*, 6(3),162-175, e-ISSN: 2077-2874. <http://scielo.sld.cu/pdf/edu/v6n3/edu12314.pdf>
- Íscar Software de Arquitectura, S.L. (2023). Edificius es la mejor forma de integrar arquitectura, diseño de interior, paisajismo, instalaciones y los diferentes aspectos de la construcción. Obtenido de <https://iscarnet.com/edificius/funcionalidades/>

- Jiménez, C. (2020). Edificius + RTBIM. Obtenido de <https://edificacionvirtual.com/product/edificius-rtbim/>
- Kömmerling. (2023). Construcción industrializada: ¿Qué es y qué tipos existen? Obtenido de <https://retokommerling.com/construccion-industrializada-que-es-que-tipos-existen/>
- López, M.A., & Moya, E.C. (2012). Las guías de aprendizaje autónomo como herramienta didáctica de apoyo a la docencia. ISSN: 1138-6908. <https://ea.ceuandalucia.es/index.php/EA/article/view/70/49>
- Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez-Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniería y Ciencia*, 14(27),117-151. ISSN: 1794-9165. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83556831006>
- Melendez, J., & El Salous, A. (2021). Factores críticos de éxito y su impacto en la Gestión de Proyectos empresariales: Una revisión integral. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/280/28069360017/html/>
- Meléndez, S., & Otros, y. (2021). Sistema de anclaje para la cimentación de contenedores en la construcción de edificaciones. Obtenido de <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/5382/GRUPO%206%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno, E. (2024). Materiales autorreparables en la construcción. Obtenido de <https://blog.hemoeco.com/blog/materiales-autorreparables-en-la-construcción>
- Murillo, R. (2017). La madera como sistema constructivo para generar viviendas sostenibles en Medellín. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5011>

- Pérez, A. (2021). Los 6 factores que más influyen en el éxito de un proyecto. Obtenido de <https://www.obsbusiness.school/blog/los-6-factores-que-mas-influyen-en-el-exito-de-un-proyecto>
- Pérez, S. (2021). Análisis comparativo del proceso constructivo de casas pre fabricadas y convencionales de uno y dos pisos en Colombia. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/39469/2021santiagoperez.pdf>
- Prime Institute. (2024). Gestión de Proyectos en Ingeniería Civil: Técnicas y Herramientas. Obtenido de <https://www.primeinstitute.com/noticias/gestion-de-proyectos-en-ingenieria-civil-tecnicas-y-herramientas-699>
- Project Wizards. (2024). Siga estos 7 factores clave para el éxito de la gestión de proyectos. Obtenido de <https://www.projectwizards.net/es/blog/2018/01/successfactors>
- Rodríguez, J. (2021). Gestión de riesgos en proyectos de ingeniería civil. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/39725/JuanSebastianRodriguezVargas2021.pdf>
- Sáez, C. (2021). Gestión de Proyectos mediante cadena crítica. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/47671/TFG-I-1890.pdf>
- Salinas Guayacundo, D. R. (2022). Barreras, retos y recomendaciones en la formación académica de los ingenieros civiles en Colombia. *Revista Educación En Ingeniería*, 17(33). <https://doi.org/10.26507/rei.v17n33.1259>
- Salvatierra, A., & Villavicencio, J. (2017). Sistemas constructivos ventajas y desventajas. Obtenido de <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/sistemas-constructivos-ecuador.html>

Shek Munz, J. (2013). Gestión de proyectos de construcción: Desafíos y soluciones. *Journal of Construction Management*, 23(1), 34-45.

Sistemas de Ventilación SLU. (2021). Construcción tradicional vs construcción industrializada. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/construccion-tradicional-vs-construccion-industrializada/>

Software BIM Store. (2024). Edificius, de ACCA Software ¿qué es Edificius? Obtenido de <https://www.espaciobim.com/edificius>

Sosa, E. (2008). Modelo de gestión integral de proyectos de ingeniería civil-Edición Única. Obtenido de <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/568583?locale-attribute=es>

Vargas Murillo, Gabino. (2017). Recursos educativos didácticos en el proceso enseñanza aprendizaje. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 58(1), 68-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762017000100011&lng=es&tlng=es.

Vélez, S., & Zapata, A. (2018). Gestión de Proyectos: origen, instituciones, metodologías, estándares y certificaciones. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672018000200068

Apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS