



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO

Autor

**Kiara Daniela Gonzalez Rodríguez 20222036011
Nicolas Giancarlo Moncayo Córdoba 20222036022
Deivi Stev Sáenz Trujillo 20222036003**

Asesor de Orientación

PhD. Jorge Arturo Pineda Jaimes

**Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Especialización en Gerencia de la Construcción
Bogotá, Colombia**

2023

DEDICATORIA

A mi familia Jacobo, Laura, Adriana y Mauricio.

Daniela González

En este proceso de crecimiento profesional y académico, quiero dedicar mi logro a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza inquebrantable en este emocionante recorrido de aprendizaje. Agradezco de corazón a la empresa que me ha brindado su valioso apoyo y colaboración, proporcionándome la información necesaria para este trabajo. Mi reconocimiento especial va hacia mi jefe inmediato, un mentor excepcional que me ha brindado orientación invaluable en cada etapa de este proyecto. Para mi amada familia, les dedico este logro, su amor incondicional y constante apoyo fueron muy importantes en mi formación y desarrollo. A mis queridos amigos, mi gratitud por su amistad genuina y su compañía en esta travesía con retos y logros. A todos aquellos que han contribuido de alguna manera en esta formación, les doy la gracias por atribuirme su invaluable aporte. Sin cada uno de ustedes, este logro no habría sido posible.

Nicolas Moncayo

A Dios quien me brinda la sabiduría y disposición para así poder progresar en la mayoría de aspectos de diario vivir. A mis padres Mary y Erney que día a día me motivan a ser mejor persona y acompañarme en cada paso que doy en la totalidad de los ámbitos de mi vida, personal, académico y laboral. A mi hermana Daniela, a quien le quiero dar el mejor ejemplo, motivándola a continuar creyendo que la formación académica es la salida para mejorar el mundo y pueda ir creando su plan de vida cumpliendo sus sueños más anhelados. A mis compañeros de grupo de esta asignatura, que han sido un equipo formidable para el desarrollo de este valioso trabajo, y merecen cumplir todos sus objetivos planteados.

Deivi Sáenz

AGRADECIMIENTOS

Como equipo de trabajo, deseamos expresar nuestros más profundos agradecimientos a nuestra alma mater la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en particular a la Facultad Tecnológica y al Departamento de Ingeniería, por brindarnos la invaluable oportunidad de cursar la Especialización en Gerencia de la Construcción. Queremos destacar y enaltecer el compromiso y la excelencia de la planta general de docentes, quienes han compartido con nosotros un conocimiento de calidad que ha dejado una huella significativa en nuestro crecimiento profesional. Su amplia experiencia, dedicación incansable y don para transmitir sabiduría han sido fundamentales en nuestra formación académica y profesional. A nuestras familias, seres queridos y amigos, les agradecemos de todo corazón por su incondicional apoyo, amor y comprensión a lo largo de este desafiante pero gratificante recorrido. Su aliento constante y compañía han sido pilares fundamentales en nuestra motivación y perseverancia. Asimismo, extendemos nuestro más sincero agradecimiento a Dios, quien nos ha guiado y fortalecido en cada paso del camino, brindándonos la fuerza y la determinación para superar obstáculos y alcanzar nuestros objetivos. A nuestras empresas, les agradecemos profundamente por brindarnos el espacio y la flexibilidad necesarios para realizar nuestros estudios sin descuidar nuestras responsabilidades laborales. Su apoyo y comprensión han sido fundamentales en nuestra búsqueda del equilibrio entre el trabajo y el estudio. A nuestro valioso equipo de trabajo, valoramos enormemente su colaboración, compañerismo y compromiso. Juntos hemos enfrentado desafíos y logrado resultados destacados en esta investigación. Su apoyo incondicional ha sido esencial en el éxito alcanzado. Por último, queremos extender nuestro más sincero agradecimiento en general para personas que contribuyeron en nuestro proceso. Su apoyo, confianza y aportes han sido invaluable en nuestro crecimiento personal y profesional.

CONTENIDO

Resumen	8
Palabras Clave	8
Abstract	9
Key words	9
Introducción	10
1. Planteamiento del caso de estudio	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL OBJETO DEL TRABAJO DE ESTUDIO	11
1.2 JUSTIFICACIÓN	12
1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CASO DE ESTUDIO	14
2. Objetivos	17
2.1 Objetivo General	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3. Alcances y limitaciones	18
3.1 ALCANCE	18
3.2 LIMITACIONES	18
4. Marco Teórico	20
4.1 Aspectos teóricos	20
4.1.1 Conceptos teóricos	20
4.2 Antecedentes	29
4.2.1 Investigaciones similares Nacionales	30
4.2.2 Investigaciones similares en el contexto internacional	37
5. Metodología	51
6. Análisis de resultados	55

6.1	APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VALOR GANADO DEL PROYECTO	55
6.1.1	Línea base	55
6.1.2	Cronograma	60
6.1.3	Costo	62
6.2	Análisis valor ganado del proyecto	66
6.2.1	Cronograma	68
6.2.2	Costo	69
6.2.1	Pronóstico de finalización	70
6.2.2	Variables determinantes en el costo y cronograma de la obra	70
7.	Aportes y recomendaciones	75
8.	Conclusiones	77
9.	Bibliografía	80
10.	Anexos	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Varianza de costo y cronograma. Obtenido de Norma ISO 21508	24
Figura 2 Esquema de la metodología.....	54
Figura 3 Línea base del proyecto	57
Figura 4 Análisis EV mayo 2023	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de áreas Proyecto	15
Tabla 2 Propiedades del proyecto.....	16
Tabla 3 Línea base de desempeño	22
Tabla 4 Nomenclatura metodología del valor ganado.....	22
Tabla 5 Recopilación de investigaciones nacionales	36
Tabla 6 Recopilación de investigaciones internacionales	48
Tabla 7 Resumen EDT Proyecto.	55
Tabla 8 Línea base del proyecto	56
Tabla 9 Cortes para el análisis del proyecto	58
Tabla 10 Capítulos de programación del Proyecto Torres Paseo de la Rivera	58
Tabla 11 Costos reales acumulados del proyecto en las fechas de estado	59
Tabla 12 Valor ganado cronograma-corte agosto 2022	60
Tabla 13 Valor ganado cronograma-corte enero 2023.....	61
Tabla 14 Valor ganado cronograma-corte mayo 2023	62
Tabla 15 Valor ganado costo-corte agosto 2023	63
Tabla 16 Valor ganado costo-corte enero 2023	64
Tabla 17 Valor ganado costo-corte mayo 2023	65
Tabla 18 Tabla resumen valor ganado	66
Tabla 19 Análisis costo real (AC).....	67

Tabla 20 Resumen análisis de desempeño de cronograma	68
Tabla 21 Resumen análisis de desempeño de costo.....	69
Tabla 22 Resumen indicadores de pronóstico.....	70

RESUMEN

El valor ganado se caracteriza por ser una metodología cuantitativa para el monitoreo y control de proyectos, de ahí que se haya convertido en componente fundamental en la gestión de proyectos de diferentes organizaciones. Para esta investigación el principal objetivo es determinar el desempeño en términos de costo y tiempo de un proyecto de vivienda VIS en el sur de Bogotá, a partir de la metodología del valor ganado siguiendo las recomendaciones de la guía Pmbok. Para el desarrollo de este trabajo se hizo el análisis en Project, implementando la metodología e identificando los indicadores de desempeño para determinar en qué estado se encuentra el proyecto, así se obtuvo que el indicador correspondiente al desempeño del costo y cronograma es favorable, por consiguiente, la obra presenta una buena gestión en la ejecución de las actividades. Por otra parte, las variables que mayor tienen incidencia en este resultado son las relacionadas con la ejecución de cada una de las actividades. Finalmente, se pueda inferir que el proyecto concluirá dentro del tope presupuestal definido inicialmente, según el valor obtenido de la variación a la conclusión, el cual presenta un valor positivo.

PALABRAS CLAVE

Metodología del valor ganado, Vivienda de interés social, proyecto, línea base de desempeño, alcance, cronograma, presupuesto.

ABSTRACT

Earned value is characterized as a quantitative methodology for monitoring and control of projects, hence it has become a fundamental component in the management of projects in different organizations. For this research the main objective is to determine the performance in terms of cost and time of a VIS housing project in the south of Bogota, based on the earned value methodology following the recommendations of the Pmbok guide. For the development of this work, the analysis was made in Project, implementing the methodology and identifying the performance indicators to determine the status of the project, thus it was obtained that the indicator corresponding to the performance of the cost and schedule is favorable, therefore, the work presents a good management in the execution of the activities. On the other hand, the variables that have the greatest impact on this result are those related to the execution of each of the activities. Finally, it can be inferred that the project will be completed within the initially defined budget ceiling, according to the value obtained from the variation at completion, which presents a positive value.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

KEY WORDS

Earned value methodology, affordable housing, project, performance baseline, scope, schedule, budget.

INTRODUCCIÓN

Para el control de desempeño en una obra de construcción es fundamental en la ejecución de este para tener un seguimiento en un periodo de tiempo específico y asegurar que el proyecto se encuentre dentro del marco de alcance, cronograma y presupuesto presupuestados inicialmente. Bajo esta premisa se propone como monografía de aplicación para conseguir el título de gerente de la construcción el **Análisis de desempeño de un proyecto de vivienda VIS en el sur de Bogotá a partir de la metodología de valor ganado**, esto con el fin de poder poner en práctica los conocimientos y buenas prácticas gerenciales adquiridos en la especialización.

El valor ganado se considera metodología cuantitativa para el monitoreo y control de proyectos, de ahí que se haya convertido en componente fundamental en la gestión de proyectos de muchas empresas. Partiendo de esta herramienta cuantitativa se obtiene un diagnóstico en tiempo real del estado del proyecto, al equiparar la línea base respecto a lo ejecutado en una fecha en específico, lo anterior permite tomar decisiones de manera oportuna para culminar con éxito en los tiempos planificados y dentro del marco presupuestal establecido inicialmente. Son muchos los beneficios que presenta esta técnica, pues permite hacer un ejercicio eficiente de la gestión tanto de los recursos como de la totalidad del proyecto. Así las cosas, en el presente documento se presenta una monografía de investigación sobre el Análisis de desempeño de un proyecto de vivienda VIS en el sur de Bogotá a partir de la Metodología del valor ganado. El desarrollo del documento inicia con el planteamiento del presente caso de estudio, en donde se presenta la justificación y las características generales del caso de estudio. En segundo lugar, se definen los objetivos de esta investigación, se identifican los alcances y las limitaciones del trabajo en mención. Seguido a lo anterior se realiza una conceptualización sobre el tema, presentando diferentes investigaciones a nivel nacional e internacional. Luego de tener un contexto de la temática de estudio se entrega la metodología de desarrollo para cumplir con los objetivos planteados. Se presenta el análisis de resultados del proyecto en estudio. Finalmente, luego de hacer el análisis del trabajo se señalan las conclusiones y recomendaciones correspondientes. [OBJ]

1. PLANTEAMIENTO DEL CASO DE ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL OBJETO DEL TRABAJO DE ESTUDIO

El planteamiento del objeto del trabajo de estudio se dirigió teniendo en cuenta las temáticas desarrolladas en la especialización a la fecha, esto con el fin de tener herramientas para abordar y proponer un proyecto que esté enmarcado y en línea con el objeto de la especialización. Es así como inicialmente a partir de una obra de construcción de vivienda de Interés social tipo VIS se identificó lo que se quería analizar. Es evidente que muchos proyectos de construcción presentan inconvenientes y atrasos respecto a los tiempos de ejecución y costos programados en fases iniciales, estos retrasos pueden condicionar la terminación de un proyecto, de ahí la importancia de prever estos inconvenientes que pueden surgir teniendo en cuenta el progreso presente y a futuro de la obra. Actualmente una de las metodologías que existen para este control es el valor ganado. El valor ganado es una herramienta cuantitativa para la gestión de proyectos que se implementa para así tener un control y seguimiento en la ejecución y progreso de un proyecto (Almeida et al., 2021), de ahí radica la importancia de su implementación en la planeación de un proyecto, puesto que se puede identificar en una fecha específica el estado de un proyecto en costo y tiempo. Se escoge este tema porque se tienen las herramientas para este tipo de análisis luego de ver la materia de análisis de costos.

Ahora bien, esta metodología integra el alcance, costo y tiempo, y se sustenta en una técnica cuantitativa, donde a partir de indicadores calculados se puede determinar el rendimiento de un proyecto y hacer un pronóstico en el tiempo de cómo se terminará de ejecutar. (Song et al., 2022)

Teniendo en cuenta lo anterior, al calcular los factores del valor ganado, se puede obtener el progreso real a partir del cronograma y el rendimiento del costo, esto permite tomar decisiones frente al estado del proyecto y tener un concepto más detallado de cuál será el progreso del proyecto en el tiempo. A partir de esta metodología, se pueden identificar las diferentes desviaciones que se tienen respecto a la programación inicial de tiempo y dinero,

y con esto tomar acciones para ajustar el proyecto, optimizar recursos o garantizar que la obra se desarrolle dentro de los límites de tiempo previstos inicialmente.

Con la metodología del valor ganado se podrá hacer un estudio para determinar si el proyecto se encuentra dentro del cronograma previsto inicialmente, si el proyecto está dentro del presupuesto o por el contrario está por encima o por debajo de ese presupuesto. Por otra parte, por medio de la metodología se tendrá un pronóstico para evaluar la probabilidad de que la obra de construcción en estudio finalice a tiempo y se ejecute en los límites previstos del presupuesto. Sumado a lo anterior, se espera identificar aquellas variaciones del plan inicial y determinar el rendimiento futuro, el cual dependerá de los datos actuales del proyecto y también se pretende identificar aquellas fases del proyecto que tienen una afectación mayor. (Sruthi & Aravindan, 2020)

Con el estudio de la metodología de valor ganado aplicado a una obra de vivienda de interés social se espera tener una línea base de análisis para otros proyectos de esta tipología, identificando los factores que son inherentes al progreso de cualquier proyecto y por ende pueden generar un retraso o sobre costo, así se podrán tomar medidas correctivas en proyectos futuros para llevar a un buen término y en los plazos establecidos el desarrollo de los proyectos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La especialización en gerencia de proyectos de construcción está enfocada en las buenas prácticas de gestión de proyectos de construcción, a partir de herramientas que permitan mejorar la gestión administrativa y la optimización de recursos en las empresas. Teniendo en cuenta el objeto principal de la especialización se plantea un proyecto de grado que se encuentre enmarcado dentro de los lineamientos y enfoques de la especialización. Así las cosas, se propone como proyecto de grado el **Análisis del desempeño de un proyecto de vivienda VIS en el sur de Bogotá a partir de la metodología del valor ganado**, en base a los lineamientos de la guía Pmbok, el presente proyecto tiene como tema central es la metodología del valor ganado. Se escoge este tema porque se tienen las herramientas para este tipo de análisis luego de ver la materia de análisis de costos. Ahora bien, la metodología del valor ganado es una herramienta de gestión de proyectos utilizada para el

seguimiento y control en la ejecución y progreso de un proyecto (Almeida et al., 2021). Esta metodología integra el alcance, costo y tiempo, y se sustenta en una técnica cuantitativa para evaluar un proyecto, donde a partir de las cifras calculadas de valor ganado con símbolo EV, el costo Real o AC, Valor planificado PV y por último costo real AC se puede determinar el rendimiento de un proyecto y hacer un pronóstico en el tiempo de cómo se terminará de ejecutar (Song et al., 2022). Con lo anterior se evidencia la pertinencia que tiene el tema del proyecto de grado, pues es un análisis del progreso de un proyecto a partir de una de las metodologías de gestión vistas en el contenido de uno de los cursos de la especialización.

Según lo mencionado anteriormente, es evidente la estrecha relación entre el tema seleccionado para el trabajo de grado y el enfoque central de la especialización. Esto se debe a que, a través de las herramientas y conocimientos adquiridos hasta el momento, es posible llevar a cabo una evaluación de la metodología del valor ganado aplicada al proyecto en estudio y establecer un criterio de evaluación.

Esta conexión entre el tema del proyecto de grado y los contenidos abordados en la especialización permite no solo evaluar el rendimiento del proyecto de vivienda tipo vis en el sur de Bogotá en términos de costo y tiempo, sino también aplicar las recomendaciones de la guía del Project Management Institute adquiridas durante el programa, esta guía internacional proporciona directrices reconocidas y recomendaciones para una gestión efectiva de proyectos de construcción, lo que contribuye a una mayor eficiencia y éxito en la ejecución de dichos proyectos.

Por último, la selección del tema de esta monografía de aplicación y su relación con la especialización demuestra la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Por lo tanto, el desarrollo evaluativo del desempeño del proyecto de vivienda tipo vis en el sur de Bogotá, utilizando la metodología del valor ganado y considerando las buenas prácticas de la guía del PMI, permite establecer un criterio de evaluación sólido y brindar recomendaciones pertinentes para optimizar la gestión y lograr el éxito en la culminación del proyecto.

1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CASO DE ESTUDIO

La obra de construcción de vivienda de interés social está ubicada en la CALLE 69 SUR #82A-80, en el Urbanismo Ciudadela Bosques del Mediterráneo, en la Localidad de Bosa, Bogotá. Este conjunto ha sido diseñado para cumplir satisfactoriamente los estándares y requisitos establecidos para la vivienda tipo vis en la ciudad de Bogotá.

El proyecto se compone de cuatro torres numeradas como Uno (1), Dos (2), Tres (3) y Cuatro (4) con su respectivo ascensor. Cada torre presenta características distintivas en términos de altura y distribución de apartamentos. La torre Uno se elevará a veintiún pisos y contará con once apartamentos por piso, incluyendo una cubierta transitable. Las torres Dos, Tres y Cuatro tendrán veintidós pisos y diez apartamentos por piso, con una cubierta no transitable en forma de cuchillas. En total, el conjunto albergará 891 unidades privadas o apartamentos.

Además de las viviendas, el proyecto incluirá un salón comunal de tres pisos y ascensor. Este espacio será el punto de encuentro para los residentes, ofreciendo diversas instalaciones como piscina, salón social, zona BBQ, gimnasio semi-dotado, sauna y baño turco. Este espacio proporcionará un lugar acogedor para socializar, relajarse y participar en actividades comunitarias.

Por otro lado, el proyecto albergará seis (6) plataformas estratégicamente ubicadas dentro del conjunto que contarán con sótano para parqueaderos y con una cubierta transitable que estará equipada con parqueaderos e instalaciones adicionales como parques infantiles, cancha sintética y triciclódromo entre otras. Estas áreas recreativas en las plataformas brindarán a los residentes opciones adicionales de entretenimiento y recreación al aire libre.

La ejecución del proyecto se realizará mediante fases de construcción, cada una correspondiente a un edificio en particular y sus respectivas áreas comunes. Estas áreas comunes estarán diseñadas para proporcionar espacios de calidad y servicios que contribuyan al bienestar y la satisfacción de los residentes. El conjunto también promoverá el uso de medios de transporte sostenibles, con espacios específicos de bici-parqueadero para el estacionamiento de bicicletas y ciclo rutas. Asimismo, se proporcionarán

parqueaderos en superficie y sótano para vehículos, ofreciendo opciones convenientes y seguras para los residentes y visitantes.

El diseño del conjunto contempla accesos adecuados, circulaciones vehiculares y peatonales bien planificadas, así como áreas de antejardines y zonas verdes. Estas características contribuirán a crear un entorno agradable, funcional y armonioso, fomentando el bienestar de los residentes y mejorando su calidad de vida.

En síntesis, el Conjunto Cerrado ha sido concebido como un espacio que ofrece seguridad, comodidad y una amplia gama de facilidades para satisfacer las necesidades diarias de sus residentes. Desde las modernas viviendas de interés social hasta las áreas comunes y servicios adicionales, todo ha sido cuidadosamente diseñado Con el fin de satisfacer los estándares exigidos de calidad y comodidad para las viviendas de interés social. Este conjunto representa un entorno acogedor donde los residentes pueden experimentar una vida plena y satisfactoria, respaldado por instalaciones y espacios diseñados para fomentar la convivencia, el bienestar y mejorar la calidad de vida de los clientes.

Tabla 1 Cuadro de áreas Proyecto

CUADRO DE ÁREAS			
Frente	Área m2	Cantidad	Total
Torre 1	12630	1	12630
Torre 2	12113	1	12113
Torre 3	12113	1	12113
Torre 4	12113	1	12113
Salón comunal	1293	1	1293
Bicicleteros	80.87	1	80.87
Cuarto de bombas	14.32	1	14.32
Subestación eléctrica	42.16	1	42.16
Cuarto de basuras	37	1	37
Tanque de agua	232	1	232
Plataforma 1	334.71	1	334.71
Plataforma 2	604.54	1	604.54
Plataforma 3	473.57	1	473.57
Plataforma 4	519.97	1	519.97
Plataforma 5	402.91	1	402.91

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

Plataforma 6	703.8	1	703.8
Sótano	2921	1	2921
TOTAL	56628.85	17	56628.85

A continuación, se presentan las características principales de la obra de construcción en estudio.

Tabla 2 Propiedades del proyecto

Propiedad	
Tipo de construcción	Vivienda VIS
Costo	\$ 56.473.808.137
Tamaño (Área en metros cuadrados)	56.628,85
Complejidad	Alta

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el desempeño en términos de costo y tiempo de un proyecto de vivienda VIS en el sur de Bogotá, a partir de la metodología del valor ganado según los lineamientos de la guía Pmbok.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el desempeño en costo y tiempo del proyecto a partir de la metodología del valor ganado.
- Identificar las variables más determinantes del desempeño en costo y cronograma del proyecto.
- Elaborar un pronóstico de finalización en términos de costo y cronograma del proyecto, teniendo en cuenta el progreso real de este.

3. ALCANCES Y LIMITACIONES

3.1 ALCANCE

El alcance del presente trabajo es realizar una monografía de aplicación enfocada en el análisis de desempeño de un proyecto de vivienda tipo vis situado en la parte sur de Bogotá. Se empleará la metodología del valor ganado para evaluar el desempeño del proyecto en cuanto a su costo y duración, implementando así buenas prácticas gerenciales.

El propósito fundamental de este análisis es brindar una evaluación integral del estado actual del proyecto en cuanto a su rendimiento en costos y tiempo. Se busca proporcionar recomendaciones pertinentes que contribuyan al éxito en la culminación del proyecto, optimizando la gestión y asegurando el cumplimiento de los plazos y presupuesto establecidos. Mediante el uso de la metodología del valor ganado, se logrará una comprensión precisa y detallada del rendimiento del proyecto, permitiendo identificar posibles desviaciones y tomar medidas correctivas según sea necesario.

En síntesis, a través de esta monografía de aplicación enfocada en el análisis de desempeño del proyecto de vivienda VIS en el sur de Bogotá, se espera obtener una evaluación exhaustiva del progreso actual de la obra de construcción en relación a su costo y tiempo. El propósito es ofrecer recomendaciones pertinentes para garantizar el éxito en su finalización, optimizando la gestión del proyecto y alcanzando los objetivos de manera eficiente mediante la implementación de buenas prácticas gerenciales, estableciendo así lineamientos para su uso en futuras evaluaciones de proyectos.

3.2 LIMITACIONES

Las limitaciones son imprescindibles a cualquier trabajo de grado, de ahí la importancia de identificarlas para tener en claro cómo abordar el caso de estudio teniendo en cuenta esas limitaciones que se presentan.

En primer lugar, se identifica como una limitación importante en el desarrollo de este trabajo de grado el tiempo de entrega definido por la Universidad. Teniendo en cuenta lo anterior,

se definió un cronograma a seguir para poder dar culminación exitosa y entrega del presente documento.

Para aplicar la metodología del valor ganado de manera efectiva, es fundamental disponer de datos históricos precisos y contar con información actualizada sobre el progreso del proyecto, incluyendo el trabajo realizado y los costos reales. Debido a esta necesidad de información, se seleccionó un proyecto que ofreciera la mayor cantidad de datos disponibles para llevar a cabo el análisis propuesto.

Es importante tener en cuenta que la evaluación del desempeño en términos de tiempo y costo se limita a un único proyecto de vivienda. Sin embargo, las recomendaciones que se obtengan a través de este análisis podrían aplicarse a otros proyectos de vivienda con características similares.

En este estudio, nos enfocaremos exclusivamente en el análisis del proyecto utilizando la metodología del valor ganado, que se centra en la gestión financiera del proyecto. Esto implica que no se considerarán otros factores que podrían afectar directamente la ejecución del proyecto, la calidad o el grado de satisfacción del cliente.

Es relevante considerar que la gestión del valor ganado no tiene en cuenta factores externos que podrían tener un impacto significativo en el proyecto. Se supone que el rendimiento del proyecto solo se ve afectado por factores internos al utilizar el valor ganado como método de análisis.

4. MARCO TEÓRICO

Durante la fase inicial de este estudio, se proporciona una perspectiva general de los conceptos teóricos relevantes para la metodología del valor ganado. Esto permite establecer un contexto adecuado para comprender la temática investigada. Además, se examinan investigaciones previas a nivel tanto nacional como internacional en relación al tema de interés.

4.1 ASPECTOS TEÓRICOS

4.1.1 Conceptos teóricos

La Guía PMBOK (Edición 7), está compuesto por un estándar y una guía. El estándar referente a la Dirección de Proyectos expone los principios esenciales de la gestión de proyectos. Este estándar se divide en tres secciones. El primer capítulo es una introducción que establece el contexto general. El segundo capítulo se enfoca en un sistema para la entrega de valor, y el último capítulo aborda los principios clave de la gestión de proyectos. Por otro lado, el manual de los fundamentos esenciales para la Dirección de Proyectos se estructura en cuatro capítulos. El primero es una introducción que proporciona una perspectiva general de los fundamentos de la gestión de proyectos. Los siguientes capítulos se centran en los dominios de desempeño del proyecto, la adaptación a diferentes contextos, y los modelos, métodos y artefactos utilizados en la disciplina de la gestión de proyectos.

Norma ISO 21508 - Gestión del valor ganado en gestión de proyectos y programas:

Esta norma proporciona una guía a aquellas personas que desean realizar la implementación de la metodología del valor ganado en los proyectos, la cual es adaptable a organizaciones tanto públicas como privadas, y es aplicable a proyectos de cualquier tamaño, complejidad o duración.

El documento proporciona una serie de elementos que incluyen términos y definiciones, descripciones del propósito y beneficios de la gestión del valor ganado, la integración y

relación con el programa, una descripción del proceso, los requisitos básicos para el sistema de control del valor ganado y la utilización del sistema de gestión del valor ganado.

La vivienda de interés social (VIS), según lo estipulado en el artículo 2.1.1.1.1.2 del Decreto 1077 de 2015, se define como aquella que cumple con las condiciones mínimas de habitabilidad, cumpliendo con los criterios o requisitos de calidad en diseño y las normas actualmente en vigencia. Además, su valor máximo no puede exceder los ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMLMV).

La dirección de proyectos implica la utilización de habilidades, conocimientos, herramientas y técnicas para llevar a cabo de manera exitosa la ejecución de un proyecto específico, garantizando el cumplimiento de los requisitos y la entrega oportuna de los resultados dentro de los plazos establecidos. Una buena dirección de proyectos se relaciona directamente con la culminación satisfactoria del proyecto (Project Management Institute, 2021).

Las líneas base se refieren a las versiones aprobadas de un plan de trabajo. Al contar con las líneas base de una obra de construcción, se pueden efectuar comparaciones respecto al desempeño real del proyecto para identificar posibles variaciones que se produzcan durante la ejecución (Project Management Institute, 2021).

- **Presupuesto:** El presupuesto corresponde a la estimación aprobada para el proyecto. (Project Management Institute, 2021)
- **Cronograma de hitos:** Se presentan puntos específicos dentro del proyecto (hitos) con las fechas correspondientes. (Project Management Institute, 2021)
- **La Línea base enfocada en la medición del desempeño:** Se refiere a la integración de las líneas base del alcance, cronograma y costos, las cuales pueden ser utilizadas como punto de partida para administrar, controlar y medir la ejecución del proyecto. (Project Management Institute, 2021)
- **El cronograma de un proyecto** es una representación visual que comprende todas las actividades planificadas, junto con sus fechas y duraciones correspondientes. Este cronograma se crea a partir de un modelo de programación que se desarrolla utilizando diversos softwares, como Excel o Project (Project Management Institute, 2021).

- **Línea base de alcance:** Corresponde a la versión aprobada en relación a la estructura de desglose del trabajo o también conocida como EDT. (Project Management Institute, 2021)

Tabla 3 Línea base de desempeño

LÍNEA BASE DE DESEMPEÑO		
Línea base de alcance	Línea base de cronograma	Línea base de costo
La línea base de alcance se integra de: Enunciado del alcance del Proyecto. La estructura desglosada de trabajo (EDT). Diccionario EDT.	Para establecer la línea base del cronograma se deben seguir los siguientes pasos: 1. Definir las actividades. 2. Secuenciar actividades. 3. Estimar la duración de las actividades. 4. Desarrollar el cronograma	Para elaborar la línea base de costo se debe: 1. Estimar los costos. 2. Determinar el presupuesto.

Control de costo: El control de costos permite hacer un monitoreo del estado real del proyecto, esto con la idea de saber cómo está la ejecución de este en comparación con la línea base de costo previamente planificada.

Método del valor ganado (EVM): La gestión del valor ganado es un enfoque metodológico utilizado para controlar y medir el progreso de un proyecto en particular. Este control se hace a partir de una comparación directa entre la línea base del proyecto establecida, donde se integra el costo, cronograma y alcance con el estado real del proyecto. Esta técnica cuantitativa permite hacer un pronóstico en el tiempo de cómo se terminará de ejecutar el proyecto, de ahí la importancia de esta metodología, ya que a partir de ese análisis se pueden tomar decisiones en beneficio del proyecto. (Song et al., 2022)

Tabla 4 Nomenclatura metodología del valor ganado

VALOR GANADO		
Valores principales	PV	Valor Planificado
	EV	Valor Ganado
	AC	Costo Real

Variaciones	SV	Variación del Cronograma
	CV	Variación del Costo
Índices de rendimiento	SPI	Índice de Desempeño del Cronograma
	CPI	Índice de Desempeño del Costo
	TCPI	Índice del Desempeño hasta concluir
Pronósticos	EAC	Estimado a la Conclusión
	ETC	Estimado hasta Concluir
	VAC	Variación a la Conclusión
	CPIAC	Índice de Rendimiento del Costo a la conclusión
BAC		Estimación del Costo total del Proyecto

VALORES PRINCIPALES

Valor Planificado (PV): Según la guía PMI el valor planificado hace referencia al presupuesto que se estipula para el trabajo planificado. (Project Management Intitute, 2021)

Valor Ganado (EV): El valor ganado corresponde al presupuesto ejecutado a la fecha en la que se va a realizar un corte para análisis del estado en el que el proyecto se encuentra. (Project Management Intitute, 2021)

Costo Real (AC): Se define el costo real como el costo generado por cada una de las actividades completadas durante el periodo evaluado hasta la fecha de corte. (Project Management Intitute, 2021)

Los valores principales se pueden expresar como porcentajes si se dividen entre el BAC (Presupuesto hasta la conclusión).

$$PV\% = \frac{PV}{BAC} \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$EV\% = \frac{EV}{BAC} \quad \text{Ecuación (2)}$$

$$AV\% = \frac{AC}{BAC} \quad \text{Ecuación (3)}$$

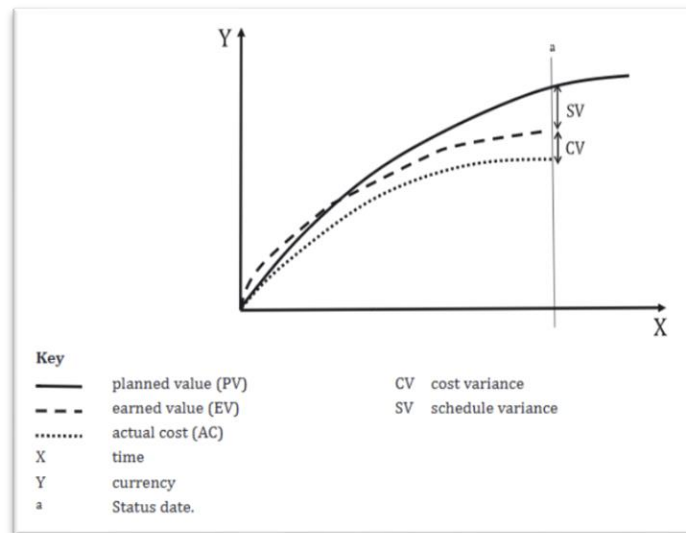


Figura 1 Varianza de costo y cronograma. Obtenido de Norma ISO 21508

VARIACIONES

Variación del Cronograma (SV): Es el valor de rendimiento del cronograma y se calcula como la diferencia del valor ganado EV y el valor planeado PV.

$$SV = EV - PV \quad \text{Ecuación (4)}$$

Según los valores obtenidos de SV se tiene que:

- Si $SV > 0$: Se presenta un adelanto de acuerdo con el cronograma.
- Si $SV < 0$: Se presenta un atraso de acuerdo con el cronograma.
- Si $SV = 0$: El proyecto está acorde con el cronograma.

$$SV\% = SV/PV \quad \text{Ecuación (5)}$$

Variación del Costo (CV): La variación del costo es la resta entre el valor ganado EV y el costo real AC. (Project Management Intitute, 2021)

$$CV = EV - AC \quad \text{Ecuación (6)}$$

Según los valores obtenidos de CV se tiene que:

- Si $CV > 0$: El costo es menor a lo presupuestado.
- Si $CV < 0$: El costo es mayor a lo presupuestado.
- Si $CV = 0$: El costo está acorde a lo presupuestado.

$$CV\% = CV/EV \quad \text{Ecuación (7)}$$

INDICES DE DESEMPEÑO

Índice de desempeño de cronograma (SPI): Conocida como la medición de eficacia de lo programado, se establece como la evaluación de rendimiento y se determina mediante la relación entre el valor obtenido (EV) y el valor previsto (PV). (Project Management Intitute, 2021)

$$SPI = \frac{EV}{PV} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Según los valores obtenidos de SPI se tiene que:

- Si $SPI > 1$: El trabajo realizado supera al planeado
- Si $SPI < 1$: El trabajo realizado es menor al planeado
- Si $SPI = 1$: El trabajo se ha ejecutado acorde a lo programado

El Índice de Desempeño de Costo (CPI): Se establece como la evaluación de eficacia económica de los recursos planificados, representado como la relación entre el valor obtenido (EV) y el costo real (AC). (Project Management Intitute, 2021)

$$CPI = \frac{EV}{AC} \quad \text{Ecuación (9)}$$

Según los valores obtenidos de CPI se tiene que:

- Si $CPI > 1$: El costo utilizado es menor al planificado.

- Si $CPI < 1$: El costo utilizado es mayor al planificado.
- Si $CPI = 1$: El costo utilizado es igual al planificado.

El Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI): Se describe como una referencia para evaluar el rendimiento del costo necesario para alcanzar el alcance propuesto. (Project Management Intitute, 2021)

Si el proyecto está bajo presupuesto, el cálculo del Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI) se realiza de la siguiente manera:

$$TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(BAC - AC)} \quad \text{Ecuación (10)}$$

Si el proyecto está sobre el presupuesto, el cálculo del Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI) se realiza de la siguiente manera:

$$TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(EAC - AC)} \quad \text{Ecuación (11)}$$

PRONÓSTICOS

La Estimación a la Conclusión (EAC): Se establece como el costo final anticipado para completar todas las actividades del proyecto. Se calcula sumando el costo real hasta la fecha actual y el costo presupuestado restante hasta la finalización. (Project Management Intitute, 2021)

$$EAC = AC + \frac{(BAC - EV)}{CPI} \quad \text{Ecuación (12)}$$

La Estimación hasta la Conclusión (ETC): se define como el costo anticipado necesario para completar todas las actividades restantes del proyecto. (Project Management Intitute, 2021)

$$ETC = EAC - AC \quad \text{Ecuación (13)}$$

La Varianza a la Conclusión (VAC): Es una medida que pronostica el monto del déficit o superávit presupuestal en el proyecto. (Project Management Intitute, 2021)

$$VAC = BAC - EAC \quad \text{Ecuación (14)}$$

$$VAC\% = BAC - EAC \quad \text{Ecuación (15)}$$

Índice de rendimiento del costo a la conclusión (CPIAC):

$$CPIAC = BAC/EAC \quad \text{Ecuación (16)}$$

Estimación del costo total del proyecto (BAC): Se define como la variable que calcula el costo final de todo el proyecto tomando en cuenta el presupuesto presentado. (Project Management Intitute, 2021)

$$BAC = \sum PV \quad \text{Ecuación (17)}$$

Factores que afectan al costo en el gremio de la construcción.

En el gremio de la construcción, existen diversos factores que influyen en los costos de un proyecto. Al comprender y gestionar estos factores de forma eficaz, los profesionales de la gerencia de proyectos pueden controlar los gastos y maximizar la eficiencia en la ejecución. Según el PMBOK (2017), se deben considerar algunos factores clave, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- **Recursos humanos:** Los costos relacionados con el equipo humano requerido para la realización del proyecto. desempeñan un papel significativo en el presupuesto (PMI, 2017). Esto incluye salarios, beneficios, capacitación y cualquier otro gasto asociado al personal involucrado en la construcción.
- **Recursos materiales:** Los costos relacionados con los materiales de construcción, suministros y equipos indispensables para llevar a cabo el proyecto. La disponibilidad y también el costo de estos insumos pueden tener un impacto directo en los gastos generales del proyecto (PMI, 2017).
- **Recursos externos:** Los costos asociados con la contratación de proveedores, consultores u otros servicios externos son consideraciones importantes en el presupuesto (PMI, 2017). La selección adecuada de proveedores y la gestión efectiva de los contratos pueden contribuir a controlar los costos.

- **Variaciones en el alcance:** Los cambios en los requisitos o el alcance del proyecto pueden tener un impacto significativo en los costos. Es fundamental gestionar cuidadosamente los cambios y evaluar su impacto en el presupuesto para evitar desviaciones no deseadas (PMI, 2017).
- **Estimaciones inexactas:** Las estimaciones iniciales de costos pueden influir en la planificación y ejecución del proyecto. Si las estimaciones son imprecisas, esto puede dar lugar a desviaciones y aumentos en el presupuesto. Realizar estimaciones precisas y realizar un seguimiento regular de los gastos reales son componentes clave para un control efectivo de costos (PMI, 2017).
- **Riesgos y eventos imprevistos:** Los sucesos inesperados, como retrasos, cambios regulatorios o condiciones climáticas adversas, pueden generar costos adicionales. Identificar y gestionar proactivamente los riesgos es esencial para minimizar el impacto en los costos del proyecto (PMI, 2017).

Factores que afectan al cronograma en el gremio de la construcción.

Además de los costos, el cronograma es otro aspecto crítico que debe gestionarse eficientemente en las obras de construcción. Según la guía PMBOK (2017), algunos factores clave que influyen en el cronograma de un proyecto son:

- **Secuencia de actividades:** La forma en que se planifican y organizan las actividades puede afectar la duración total del proyecto (PMI, 2017). Una secuencia lógica y eficiente de actividades puede contribuir a minimizar los retrasos y optimizar el cronograma.
- **Disponibilidad de recursos:** La existencia de recursos humanos, materiales y equipos puede tener un impacto en el cronograma del proyecto. Es esencial una gestión adecuada de los recursos y una asignación eficiente para asegurar una ejecución puntual (PMI, 2017).
- **Dependencias entre actividades:** Las actividades en un proyecto de construcción pueden tener relaciones de dependencia, donde el retraso en una actividad puede afectar el inicio o la finalización de otras actividades. Identificar y gestionar las dependencias es esencial para evitar retrasos y optimizar el cronograma (PMI, 2017).
- **Riesgos y eventos imprevistos:** Los sucesos inesperados pueden causar retrasos en el cronograma planificado. La gestión proactiva de riesgos y la aplicación de

planes de contingencia puede ayudar a reducir el impacto de estos eventos en el cronograma (PMI, 2017).

- **Modificaciones en el alcance:** Las modificaciones en el alcance de un proyecto pueden afectar la duración de las actividades y, por ende, el cronograma general. Evaluar y gestionar cuidadosamente los cambios en el alcance es esencial para mantener un cronograma realista y alcanzable (PMI, 2017).

Es fundamental tener en cuenta que estos factores pueden interactuar entre sí y que su influencia en los costos y el cronograma puede variar según el proyecto y el contexto específico (PMI, 2017). Por lo tanto, un enfoque efectivo de gestión de proyectos implica identificar y analizar estos factores para tomar decisiones informadas, controlar los costos y garantizar el cumplimiento del cronograma.

4.2 ANTECEDENTES

Para cualquier investigación que se vaya a realizar se debe tener claro el panorama y objeto de estudio, para abordar esto, se debe llevar a cabo un estudio exhaustivo del estado del arte en la temática que se desea estudiar a partir de la recopilación de las investigaciones que se han realizado. Es importante hacer una divagación y consulta de estas investigaciones para saber qué avances se han hecho en el tema de investigación y así poder definir qué se puede aportar a lo que ya se ha realizado. Es importante tener en cuenta el contexto del tema a nivel nacional para saber cómo se ha venido desarrollando la temática de estudio, en este caso la metodología de valor ganado, en el país. Así mismo, es pertinente hacer una recopilación de las investigaciones internacionales, esto para tener información completa de dónde partir para poder desarrollar una buena investigación.

En esta sección se ofrece una breve sinopsis de diversas investigaciones llevadas a cabo a nivel nacional e internacional. La búsqueda y selección de los artículos descritos se realizó utilizando plataformas académicas autorizadas para garantizar su rigor y confiabilidad.

4.2.1 Investigaciones similares Nacionales

La administración de proyectos en el ámbito de la construcción es una tarea compleja que se enfrenta a múltiples desafíos debido a la naturaleza única de cada proyecto. La implementación de metodologías y herramientas efectivas se ha vuelto cada vez más importante para medir y controlar el desempeño en uno o varios proyectos. En este sentido, la gestión del valor ganado se posiciona como una herramienta eficaz debido a la medición y gestión del desempeño de proyectos de construcción. Sin embargo, la aplicación efectiva de esta metodología requiere reconocer y comprender los elementos críticos que influyen en el éxito o fracaso de un proyecto. Para el caso Colombia, existe la ausencia de aplicación de las buenas prácticas en la construcción se convierte en una limitante, lo que aumenta la importancia de conocer y aplicar esta herramienta para mejorar la gestión de proyectos y tomar decisiones más acertadas. La metodología del valor ganado se basa en la premisa de que el costo del proyecto se puede evaluar en términos de trabajo realizado, costo y tiempo, lo que permite a los gerentes de proyecto identificar cualquier problema temprano en el proceso y tomar medidas para corregir el curso del proyecto si es necesario. Además, la aplicación del enfoque de valor ganado en la construcción puede ayudar a mejorar la calidad del proyecto y proporcionar una mejor comprensión de los costos y presupuestos, lo que puede ayudar a los gerentes de proyecto a identificar áreas donde se pueden realizar ahorros y reducir los costos generales del proyecto. Sin embargo, la falta de datos precisos y confiables, la incertidumbre y la complejidad inherente de la construcción pueden dificultar la aplicación efectiva de esta metodología. Por lo tanto, es esencial que los gerentes de proyecto comprendan los factores críticos para la implementación efectiva del enfoque de valor ganado en la construcción y trabajen para superar los desafíos inherentes en el gremio de la construcción para así garantizar el éxito de la obra. En el caso de Colombia se han realizado varias investigaciones relacionadas con el análisis del valor ganado en diferentes industrias y sectores, como la construcción, la tecnología y la ingeniería, estas han demostrado su importancia en la gestión de proyectos y la adopción de decisiones estratégicas en las compañías y organizaciones. A continuación, mencionaré algunas de estas investigaciones para comprender mejor cómo se ha aplicado el análisis del valor ganado en este país.

En la industria de la construcción en la región del Caribe, la administración efectiva de los proyectos es fundamental debido a los desafíos y la complejidad que caracterizan a esta industria (Dupperley Magier, Cárdenas, Padrón, Gualdrón y Villa, 2022). Una herramienta ampliamente utilizada para controlar el rendimiento de las obras de construcción es la gestión del valor ganado. Sin embargo, hasta la fecha, se ha observado una falta de investigación específica sobre la implementación y adaptación de esta técnica en el contexto caribeño. La técnica del valor ganado se basa en principios y conceptos fundamentales que facilitan la medición y evaluación del desempeño de un proyecto en relación a los costos y plazos (Dupperley Magier et al., 2022). Al establecer la línea base del proyecto, la asignación de un presupuesto autorizado y el seguimiento de indicadores clave como el costo real AC, valor ganado EV y el valor planificado PV, esta técnica proporciona una visión completa del avance y rendimiento de la obra. La aplicación adecuada del Valor Ganado puede brindar beneficios significativos, como la capacidad de identificar desviaciones tempranas, facilitar la toma de decisiones informadas y mejorar la eficiencia a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

En el entorno caribeño, existen particularidades y desafíos específicos que influyen en la administración de proyectos en la industria de la construcción. (Dupperley Magier et al., 2022). Factores como la variabilidad climática, las condiciones geográficas y las limitaciones logísticas pueden complicar aún más la implementación efectiva del Valor Ganado en esta región. Por lo tanto, es necesario adaptar y aplicar esta técnica de manera adecuada para abordar estos desafíos particulares. La adopción de un sistema de control acorde a la gestión del valor ganado en una empresa de la industria de la construcción en el Caribe requiere seguir una serie de pasos clave (Dupperley Magier et al., 2022). Estos incluyen establecer una línea base sólida de la obra, desarrollar una EDT adecuada, definir indicadores de rendimiento clave y establecer un sistema eficiente de seguimiento y control. Además, es crucial considerar los factores regionales y contextuales para adaptar y personalizar la técnica del Valor Ganado a las necesidades y características específicas de la industria de la construcción en el Caribe.

En conclusión, la adopción de la gestión del valor ganado en el gremio de construcción en el Caribe puede proporcionar una alternativa eficaz para mejorar la administración de obras. Sin embargo, se requiere una adaptación cuidadosa de la técnica a los desafíos y

particularidades de la región. Al seguir los pasos clave y considerar los factores regionales, las organizaciones de la construcción en el Caribe pueden beneficiarse de un mayor control y rendimiento de sus proyectos, lo que les permitirá alcanzar el éxito en esta industria dinámica y exigente.

En los últimos años, La construcción ha experimentado una evolución hacia lo digital en la industria, en la que la implementación de nuevas tecnologías que ha permitido una mayor eficiencia y eficacia en los proyectos. Diversos estudios han demostrado que la integración de dos metodologías, la metodología del valor ganado EVM y el Modelado de información para la construcción BIM, puede proporcionar una gestión más eficiente y efectiva del proyecto de construcción. La combinación de BIM y EVM, conocida como BIM 5D, permite una mejor planificación y control de costos y tiempo, lo que puede ayudar a evitar retrasos y costos adicionales en el proyecto. En este sentido, un estudio realizado por Christian Cárdenas y Paola Zapata titulado " Implementación de una herramienta computacional que permite la integración de las metodologías BIM 5D y EVM en un proyecto de construcción VIS en Bogotá D.C. ", demostró la aplicación de estas dos metodologías en conjunto, utilizando una herramienta computacional, puede mejorar significativamente la administración de obras de construcción. El estudio está centrado en una obra de edificación tipo vis en Bogotá, y los resultados mostraron una mayor eficiencia en la planificación, control y seguimiento del proyecto, lo que permitió reducir los costos y cumplir con los plazos establecidos (Cárdenas y Zapata, 2018). Por lo tanto, La combinación de las metodologías EVM y BIM mediante el uso de herramientas computacionales, puede proporcionar una gestión más eficiente y efectiva de proyectos de construcción, facilitando una planificación y control más efectivos de costos y tiempos, evitando retrasos y gastos adicionales en el proyecto (Cárdenas y Zapata, 2018).

En el marco de la investigación titulada " Desafíos y enfoques de ingeniería en el diseño de una operación de reingreso exploratorio desde el revestimiento intermedio en la cuenca sub-andina de Colombia: caso de estudio" llevada a cabo por Humánez et al. (2021), se abordaron los desafíos relacionados con un proyecto de re-entry exploratorio en una cuenca sub-andina en Colombia, la geología de esta cuenca, situada en la región de los Andes de Colombia, es notable por su complejidad y su abundancia de recursos naturales, incluyendo hidrocarburos. En este proyecto en particular, se llevó a cabo la perforación y reingreso de

un pozo de petróleo y gas existente desde el revestimiento intermedio del territorio, en este contexto, el valor ganado fue utilizado como una herramienta de gestión para realizar una evaluación del rendimiento del proyecto en relación a los costos y el cronograma previstos, Humánez et al. (2021). Mediante el establecimiento de objetivos específicos y métricas, como el tiempo no productivo y los costos asociados, se pudo evaluar el progreso de la obra y adoptar medidas fundamentadas para así maximizar la eficiencia.

Estos datos reales de costos y avance del trabajo realizado fueron recolectados y comparados con los valores planificados, utilizando indicadores clave como el costo real AC, el valor planificado PV y el valor ganado EV, lo cual brindó una visión clara del rendimiento de la obra y permitió tomar decisiones fundamentadas para corregir desviaciones identificadas y maximizar la eficiencia, Humánez et al. (2021). Esto condujo a la identificación de áreas en las que se obtuvieron resultados favorables y se lograron ahorros significativos, como la reducción del tiempo no productivo y el ahorro de recursos económicos.

En conclusión, el valor ganado fue utilizado como una valiosa herramienta de gestión en este proyecto de re-entry exploratorio en una cuenca sub-andina en Colombia, permitiendo evaluar el desempeño del proyecto, medir el progreso en cuanto a costos y cronograma, y tomar decisiones informadas para optimizar la eficiencia y alcanzar el éxito del proyecto.

En el artículo titulado "Gestión probabilística de obras basada en la metodología del valor ganado" propuesto por Rangel, Aguilar, Rivera y Cuadros (2018), se presenta un método innovador que utiliza la metodología del valor ganado EVM como un instrumento central para la gestión y control de proyectos, considerando los riesgos asociados. El valor ganado se trata de un enfoque integral de control que permite evaluar el rendimiento real del proyecto en comparación con la planificación establecida, capturando desviaciones en términos de costo y tiempo. En este enfoque probabilístico, se considera la incertidumbre inherente a los proyectos, lo que brinda una visión más precisa y completa de su desempeño (Rangel, Aguilar, Rivera y Cuadros, 2018).

El estudio comienza con la identificación de riesgos potenciales mediante una revisión exhaustiva de la literatura, centrándose en proyectos de construcción en países en desarrollo. A partir de esta revisión, se construye una lista general de riesgos que podrían

afectar el proyecto en cuestión. Posteriormente, se utiliza el Análisis Modal de Efectos y Fallas (MAEF) para identificar los riesgos críticos, aquellos que tienen un mayor impacto en el proyecto y requieren una atención especial. El MAEF es una técnica que permite analizar los diferentes modos de falla y evaluar sus efectos en el desempeño del proyecto, al brindar un sólido fundamento, se facilita el control de los riesgos asociados más relevantes (Rangel et al., 2018), una vez identificados los riesgos críticos, se establece la relación o influencia entre estos riesgos y cada una de las actividades del proyecto, identificando así las actividades críticas que podrían verse afectadas por los riesgos identificados. Estas actividades críticas se convierten en pilares fundamentales del control, ya que su desempeño impacta directamente en el cumplimiento de los objetivos generales de la obra y así establecer los límites de control del proyecto, se utiliza la Simulación Monte Carlo (MCS), una técnica estadística que considera el perfil de riesgo de cada actividad crítica y determina el nivel de control deseable. (Rangel, Aguilar, Rivera y Cuadros, 2018). La MCS se basa en la generación de múltiples escenarios aleatorios que tienen en cuenta las distribuciones de probabilidad asociadas a las variables de interés. Mediante simulaciones, se evalúa el rendimiento esperado del proyecto en función de las incertidumbres presentes, lo cual posibilita una toma de decisiones más informada y el monitoreo efectivo del proyecto (Rangel et al., 2018).

Sintetizando, el enfoque propuesto por Rangel, Aguilar, Rivera y Cuadros (2018) integra la metodología del valor ganado con una evaluación probabilística de los riesgos, mejorando así la gestión de proyectos al considerar la incertidumbre inherente a los mismos. La combinación del valor ganado, el análisis MAEF y la Simulación Monte Carlo ofrece una perspectiva más completa y precisa del proyecto, que conlleva a una gestión de proyectos complejos más eficiente (Rangel et al., 2018). Al emplear este enfoque, los profesionales de administración de proyectos pueden gestionar eficazmente los riesgos, optimizar los recursos y mejorar los resultados finales de los proyectos.

La investigación titulada "Aplicación del método de Gestión del Valor Ganado en la construcción de redes de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización Los Tucanes" (Mejía y Leyton, 2021) se llevó a cabo como parte de un trabajo de grado para obtener la especialización en gerencia de obras ofrecida por la Universidad Católica en Colombia. La meta principal de esta investigación fue aplicar la técnica del valor ganado en

un proyecto específico de construcción de redes de alcantarillado y acueducto en el desarrollo urbano los Tucanes. Para ello utilizaron la guía PMBOK como referencia y se analizaron los conceptos y variables del valor ganado. En el transcurso de la investigación, se llevaron a cabo mediciones y cálculos empleando hojas de cálculo en Excel, generando informes gráficos con el fin de interpretar tanto el estado actual como el futuro del proyecto. (Leyton & Mejia, 2021) Además, se identificaron alertas críticas en diferentes periodos evaluados, lo cual permitió a los autores tomar decisiones y corregir desviaciones en el costo actual del proyecto y la gestión del valor ganado. También se resaltó la importancia del de recibir información a tiempo por parte de los implicados en el proyecto, y se resaltó la necesidad de disponer de un software de gestión de proyectos para la programación y planificación de actividades. A pesar de los obstáculos encontrados, los autores determinaron que la implementación de la gestión del valor ganado es fácil de usar y no implica una inversión económica significativa. Además, la investigación evidenció que esta herramienta resulta efectiva para el control y la gestión de proyectos de construcción. Gracias al uso adecuado de la guía PMBOK y las herramientas pertinentes, los autores lograron aplicar exitosamente esta técnica en el proyecto de desarrollo de las redes de acueducto y alcantarillado en la urbanización Los Tucanes. (Leyton & Mejia, 2021)

El artículo titulado "Application of project management tools in engineering services companies: Four case studies" presenta una propuesta metodológica para mejorar la gestión de proyectos en empresas de servicios de ingeniería en Cúcuta, Colombia. El estudio se divide en cuatro fases. La primera fase consiste en un diagnóstico descriptivo de la madurez de las empresas en la planificación del alcance, tiempo y costos de los proyectos, utilizando herramientas validadas por expertos del Project Management Institute (PMI). Se aplicó este diagnóstico a treinta empresas para obtener información sobre la gestión de proyectos en cada una de ellas. En la segunda fase, se seleccionaron quince herramientas y técnicas de gestión del alcance, tiempo y costos de la Guía PMBOK para incorporarlas en la propuesta metodológica, basándose en los resultados del diagnóstico. En la tercera fase, se diseñaron pautas metodológicas para la gestión de proyectos en cuatro empresas de diferentes áreas, como servicios sociales, tecnología, ciencias de la computación y construcciones civiles (Romero, S. M., et al., 2018). Estas pautas incorporan las herramientas definidas en la propuesta, asegurando el cumplimiento de los entregables en el tiempo estimado y con el presupuesto asignado. El artículo concluye que la

metodología propuesta, basada en herramientas del PMBOK, ha demostrado ser valiosa para los gerentes de proyectos en empresas de servicios, ya que permite una gestión eficiente y puntual de los proyectos. Los casos de estudio en las cuatro empresas diferentes ilustran cómo la aplicación de estas herramientas y técnicas puede mejorar la planificación y gestión de proyectos en diversas áreas de servicios (Romero, S. M., et al., 2018).

A continuación, se expone una tabla resumen de las investigaciones recopiladas a nivel nacional sobre la temática en estudio.

Tabla 5 Recopilación de investigaciones nacionales

Investigación	Autores	Año y Lugar	Aportes
Desarrollo de un sistema de gestión de proyectos para una empresa de construcción en el Caribe utilizando la metodología del Valor Ganado.	Dupperley Magier Cárdenas Ismael Padrón Raul Gualdrón Carlos Villa Jose	2022/ Colombia	Implementación y adaptación de la gestión del valor ganado en el contexto de proyectos de construcción en el Caribe
Implementación de una herramienta computacional que permite la integración de las metodologías BIM 5D y EVM en un proyecto de construcción VIS en Bogotá D.C.	Christian Cárdenas Paola Zapata	2018/ Bogotá D.C.	La combinación de BIM y EVM, conocida como BIM 5D, permite mejorar el control y la planificación de tiempo y costo en proyectos de construcción.
Retos y soluciones en el campo de la ingeniería para el diseño de una operación de reentrada exploratoria desde el casing intermedio en la cuenca subandina colombiana: Análisis de caso Desafíos y soluciones en la ingeniería del diseño de una operación de re-entry exploratorio desde el revestimiento intermedio en la cuenca sub-andina colombiana: Estudio de caso.	Montes Humánez Sarmiento C. Tovar J. Carreño W.	2021/ Colombia	El Valor ganado como herramienta de gestión en un proyecto de re-entry exploratorio en una cuenca sub-andina en Colombia.
Gestión probabilística de proyectos que se basa en la metodología del valor ganado	Rangel Lady Vanesa Aguilar Cristina Isabel Rivera Leonardo Cuadros Álvaro	2018/ Colombia	Proponer un método innovador que combina la metodología del valor ganado con un diagnóstico probabilístico de los riesgos, mejorando la gestión de proyectos.

Aplicación de la metodología del valor ganado en la construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el proyecto de urbanización "Los Tucanes".	Luisa Leyton Melissa Mejía	2021/ Bogotá D.C	Validar la eficacia de la metodología de gestión del valor ganado en el control y dirección de proyectos de construcción.
Aplicación de herramientas de gestión de proyectos en empresas de servicios de ingeniería: Cuatro estudios de caso.	Romero S. M. Bohórquez L. F. Rojas Puentes	2018/Cúcuta	Propuesta metodológica que mejora la gestión de proyectos en empresas de servicios de ingeniería.

4.2.2 Investigaciones similares en el contexto internacional

La mayoría de las obras de construcción no se lleva a cabo dentro de los plazos establecidos del cronograma de planificación inicial y en muchos casos presentan sobrecostos (Jie & Wei, 2022), es por esto que las empresas deben implementar diferentes metodologías para tener un monitoreo y control en relación al rendimiento del proyecto para así tener la habilidad de tomar decisiones adecuadas para que el proyecto no presente estos retrasos ni sobrecostos.

En muchas investigaciones se encontró que en diferentes países se presentaban variaciones importantes en la duración y costos de los proyectos. Según los autores (Doloi et al., 2012) en India se han venido presentando retrasos por deficiencias en el desempeño del proyecto y sobrecostos. En este país los factores más determinantes en el atraso de obras de construcción fueron: carencia de dedicación, ineficiente gestión, coordinación deficiente, falta de planificación, ausencia de comprensión en el alcance del proyecto, deficiente comunicación y contrato deficiente.(Doloi et al., 2012) Es claro, que estos factores que condicionan el desempeño del proyecto no son específicos para este país, sino son indicadores presentes en los diferentes proyectos del mundo, los cuales también inciden en la culminación de los proyectos.

Otros factores que inciden en los retrasos de los proyectos son: variaciones y cambios en los diseños concertados y aprobados inicialmente, detalles poco claros en los diseños, mala gestión y supervisión, planeación y programación ineficientes, retraso en la entrega de los materiales, profesionales no capacitados para desarrollar funciones específicas a sus cargos.

En el Reino Unido, también se presentan casos de proyectos que se salen de los costos y tiempos presupuestados inicialmente, se presentan variaciones y la mayoría de los proyectos no culminan con los valores planificados. (Proaño-narváez et al., 2022)

Con algunos de los casos mencionados anteriormente, es evidente que el monitoreo y control es indispensable para cualquier proyecto. Si bien se presentaron algunos ejemplos de países donde se presenta variaciones en los proyectos, cualquier proyecto puede presentar este tipo de inconvenientes independiente del lugar de ejecución.

Entre las técnicas de monitoreo implementadas en algunas organizaciones se encuentra la gestión del valor ganado, un método reconocido por el PMI.

El Earned Value Management (EVM) es un enfoque de control que posibilita vigilar el desempeño de los proyectos mediante una técnica de seguimiento. Esta metodología se centra en la determinación de indicadores de desempeño de costo y cronograma para tener un pronóstico de cómo se comportará el proyecto y así poder tomar decisiones correctivas oportunas.

Esta metodología surge como una herramienta de análisis financiero desarrollada en la década de 1960 por el departamento de defensa de los Estados Unidos (Ngo et al., 2022) y debido al éxito que ha tenido en diferentes empresas de construcción se ha venido implementando en más países, es así como se ha estandarizado en Europa (ISO 21508:2018) y Australia (AS 4817-2003/2006). (Ngo et al., 2022). Se conoce por diferentes nombres: (EVT) Técnica del valor ganado, (EVA) Análisis del valor ganado, (EVM) Gestión del valor ganado y (EVMS) Sistema de gestión del valor ganado.

Esta técnica fue concebida inicialmente para la evaluación de la obra a partir de la administración de costos, posterior a esto, se identificó la viabilidad que se tenía para implementar esta metodología en la gestión de tiempo, esto debido a que muchos de los resultados que se obtenían de la administración de costos condicionaban la duración del proyecto en ejecución (Abdel Azeem et al., 2014)

Algunos autores definen la metodología del valor ganado como uno de los enfoques más efectivos para ser utilizado en el control de costos, que se puede aplicar en cualquier momento de la vida del proyecto. (Al-Fadhli & Al-Bazaz, 2020) Con este método es posible

hacer correcciones y controlar las desviaciones de tiempo y costo que tenga el proyecto. (Al-Fadhli & Al-Bazaz, 2020)

Según los autores (Valle & Solares, 2006) la metodología del valor ganado aporta a la gestión financiera de las obras de construcción, en esta investigación se estudia un caso en específico en Brasil, el proyecto Parque Mónica, al cual se le implementó la metodología y se pudo terminar a tiempo y dentro del presupuesto establecido. Dentro de los factores que incidieron a la culminación de este proyecto se identificaron los siguientes por parte de los autores: la correcta estructuración de la estructura de desglose de trabajo o abreviada EDT, control de los índices de desempeño, buenas prácticas de gestión de los directores y gerentes del proyecto. Es claro la importancia que tiene un gerente dentro de un proyecto, debido a que cualquiera de las decisiones que este tome condicionara el proyecto de manera positiva o de manera negativa, de ahí que el gerente del proyecto deba ser un profesional integral y capacitado para poder tomar decisiones oportunas en pro de la culminación exitosa del proyecto.

Por otra parte, según los autores (Proaño-narvárez et al., 2022) la gestión del valor ganado (EVM) es un instrumento practico para la evaluación y el control de un proyecto, porque permite determinar la variación del costo con respecto al valor planificado. En esta investigación se analizaron dos proyectos de una empresa constructora en Cuenca, en el primer proyecto no se implementó la gestión del valor ganado en el seguimiento del proyecto y por ende hubo una inadecuada gestión de recursos. En el segundo caso, si se implementó la metodología y la gestión fue exitosa con un 14.20% de beneficio económico.

Con el análisis realizado anteriormente, los autores (Proaño-narvárez et al., 2022) también identificaron como limitante que la metodología del valor ganado requiere de un juicio de expertos, de ahí que se requiera de una persona que cumpla con los conocimientos, pero que además tenga el conocimiento adquirido suficiente durante el desarrollo de este tipo de proyectos para tomar decisiones acertadas y pertinentes a cada caso.

Esta metodología presenta una serie de limitaciones, pues no se proporciona con exactitud la posibilidad de que el proyecto se complete exitosamente. Entre las restricciones que se identificaron por parte de los investigadores se enuncian las siguientes: las fórmulas de cálculo de esta metodología son deterministas, se presentan errores asociados a la

dificultad de medir con exactitud el progreso del proyecto y la varianza de cronograma que se calcula no se mide en tiempo sino en unidades de costo.(Abdel Azeem et al., 2014)

Por otra parte, los autores (Jie & Wei, 2022) identifican como limitaciones del valor ganado que no se tiene en cuenta la evaluación de la calidad del proyecto la cual tienen una incidencia directa sobre el costo y avance del mismo. Es claro que sin un control de calidad los riesgos y la incertidumbre del proyecto aumentan y por consiguiente se pueden generar retrasos y sobrecostos.

Teniendo en cuenta lo anterior, implementar únicamente la gestión del valor ganado en la administración o supervisión de un proyecto es insuficiente dada la complejidad y dinamismo que los mismos proyectos tienen. En este orden de ideas, es importante complementar la metodología con otro tipo de mecanismo que apoyen la evaluación y así obtener resultados más acordes a la realidad.

Así las cosas, la investigación de (Abdel Azeem et al., 2014) se enfocó en comparar diferentes métodos que permiten hacer un pronóstico de la duración estimada para concluir. Las metodologías que se analizaron fueron: valor ganado, calendario ganado y una aplicación del modelo pronóstico del filtro de Kalman (KFFM). Luego de los análisis realizados se concluyó que el método KFFM tiene un error asociado inferior a los métodos de valor ganado y calendario ganado, pues para el KFFM se presenta un error de 0.86% mientras que para los otros métodos se encontró un error de 3.09% y 3.21%. Si bien el método KFFM es el óptimo para implementación presenta una limitación y es que es aplicable sólo a la predicción de duración del proyecto, no evalúa la predicción de costo al finalizar el proyecto.

Por otra parte, también se señala que al ser es una técnica de cálculo discreta que se evalúa en puntos específicos sin tener en cuenta información intermedia, presenta limitaciones. Es así como diferentes autores proponen diferentes metodologías para complementar la de la gestión del valor ganado. Entre esas se encuentra una investigación donde se propone incluir funciones de singularidad que permitan un modelo completamente continuo y así generar una trayectoria actualizada del proyecto. (Ngo et al., 2022) Se plantea un modelo continuo a causa de que en la mayoría de los proyectos de construcción los períodos de seguimiento se hacen en intervalos de meses, pues la recopilación de toda la información

para hacer un seguimiento en una escala de tiempo menor requiere de mucho tiempo, razón por la cual la preferencia de los gerentes de realizar los seguimientos en esos periodos de tiempo. Lo mencionado anteriormente presenta una desventaja, pues se tiene un control claro y real sólo en los periodos de seguimiento, pero no antes de esto.

Sumado a lo descrito anteriormente, esta metodología no diferencia el estado real de las unidades de trabajo individuales, es por esto por lo que según los autores las diferentes limitaciones de la técnica de valor ganado se pueden superar al combinarla con otros enfoques. (Ngo et al., 2022)

La investigación realizada por (Jie & Wei, 2022) propuso un nuevo enfoque con el fin de estimar la duración y el costo de una obra de construcción, lo anterior combinando la metodología tradicional de EVM y otros enfoques de gestión de proyectos (CPM, PERT y MCS).

En la recopilación de investigaciones que se realizó también se encontró que el análisis del progreso y estado de un proyecto en tiempo y costo también se puede realizar por medio de softwares como primavera. (Sruthi & Aravindan, 2020)

Según Ibrahim Nihad, Mahmood Nateque y Thorpe David (2019) el enfoque actual de la evaluación del EVM no considera ciertos factores de desempeño derivados de la complejidad de los proyectos modernos de infraestructura, lo cual resulta en una evaluación imprecisa del impacto en el rendimiento del proyecto. En su artículo titulado "Risk factors affecting the ability for earned value management to accurately assess the performance of infrastructure projects in Australia", los autores mencionados se enfocan en investigar los elementos de riesgo que tienen impacto en capacidad de gestión del valor ganado para evaluar de manera precisa el rendimiento de los proyectos de infraestructura en Australia. El propósito principal de la investigación es reconocer los elementos vinculados al riesgo que afectan el concepto de la metodología del valor ganado y su capacidad de evaluar el progreso relacionado con obras de construcción de infraestructura sostenible, para lograr este objetivo, los autores emplean un enfoque de investigación cualitativa que combina un análisis minucioso de la literatura previa disponible con entrevistas dirigidas para profesionales de la industria. Mediante este proceso, se identifican varios factores de riesgo que afectan el rendimiento del proyecto, tales como la sostenibilidad, los requerimientos de

las partes involucradas, la comunicación, la estrategia de adquisiciones, el clima, la experiencia del personal, las condiciones del sitio, los problemas de diseño, el riesgo financiero, los subcontratistas, los requisitos gubernamentales y los materiales. Además, se determinan los elementos de medición asociados a cada uno de estos factores.

Los resultados del estudio, según Ibrahim, Thorpe y Mahmood (2019), revelan que el enfoque actual del EVM no considera el impacto de estos diversos factores de desempeño, que emergen de la complejidad inherente a los proyectos modernos de infraestructura. Esta omisión limita la capacidad de evaluar con precisión el rendimiento del proyecto. En consecuencia, los autores proponen incorporar estos factores de riesgo en los cálculos de los indicadores del valor ganado para mejorar la valoración del rendimiento de las obras de infraestructura. En términos prácticos, la investigación de Ibrahim, Thorpe y Mahmood (2019) proporciona a los gerentes de proyectos una perspectiva más completa y precisa para evaluar el rendimiento de la construcción de infraestructuras, considerando una amplia variedad de elementos que influyen en dicho rendimiento y que actualmente no se tienen en cuenta en los cálculos tradicionales del valor ganado.

Una investigación que critica la metodología del valor ganado es el artículo "Dangers in using earned duration and other earned value metrics to measure a project's schedule performance" (Wendell, Lowe y Gordon, 2023) proporciona antecedentes sobre el uso de la metodología del valor ganado en la gestión de proyectos y plantea reflexiones críticas sobre su aplicación. La gestión del valor ganado es una técnica ampliamente utilizada para analizar el rendimiento de una obra al integrar la evaluación del alcance, el costo y el tiempo. Sin embargo, existen preocupaciones sobre su eficacia respecto a la evaluación del desempeño del cronograma de una obra de construcción. En el artículo mencionado, se destaca el Índice de Desempeño de Duración, una métrica derivada del Valor Ganado, que se utiliza para evaluar el cumplimiento de los plazos (Wendell et al., 2023). El Índice de Desempeño de Duración compara la duración planificada con la duración ganada para determinar si un proyecto se está ejecutando según lo programado. Sin embargo, se plantea que el indicador puede proporcionar advertencias falsas debido a ciertos factores.

Se argumenta que el Desempeño de Duración puede ser engañoso debido a la presencia de factores como caminos críticos múltiples en un proyecto (Wendell et al., 2023). Esto significa que existen diferentes rutas para completar las actividades, lo que puede afectar

la interpretación del indicador. Por ejemplo, podría darse el caso en el que se ha logrado una duración ganada considerable, pero aún no se ha completado ninguna ruta crítica, el artículo ilustra esta limitación con un ejemplo para demostrar cómo la presencia de caminos críticos múltiples puede distorsionar la interpretación del resultado (Wendell et al., 2023). En base a esto, se plantean preocupaciones sobre la utilidad del índice de desempeño de duración como un indicador confiable del desempeño del cronograma en la gestión de proyectos. A fin de cuentas, este análisis proporciona antecedentes sobre el uso del valor ganado en la administración de obras y plantea inquietudes sobre su implementación en la evaluación del rendimiento del cronograma. Se destaca el indicador de desempeño de duración como una métrica derivada del valor ganado, pero se argumenta que puede proporcionar advertencias falsas debido a la presencia de caminos críticos múltiples (Wendell et al., 2023). Esto plantea dudas sobre la precisión y utilidad del indicador de desempeño del cronograma en la gestión de proyectos.

Con las investigaciones recopiladas es claro que hay opiniones divididas en cuanto a la aplicación de la gestión del valor ganado en obras, sin embargo, como anteriormente se mencionó es evidente que sólo una técnica de control de un proyecto es algo riesgoso, de manera que se deben incluir otro tipo de herramientas como softwares que permitan tener un resultado más acercado a la realidad. Por otro lado, además de la metodología se debe incluir enfoques organizacionales como la capacitación del personal, facilitar sistemas de apoyo, atención continua de los indicadores de desempeño, comunicación entre los diferentes grupos de trabajo y una gestión eficiente. (Kim et al., 2003)

Ghorbani Ali (2023) examinó en su artículo "Una revisión de las competencias y el perfil de liderazgo de los gerentes de proyectos de construcción exitosos" la relevancia de contar con un perfil adecuado para los directores de proyectos en la industria de la construcción. Se resalta que estos gestores son uno de los factores clave para el éxito de tales proyectos, y su papel es de gran importancia. El enfoque principal del artículo es analizar las competencias y estilos de liderazgo que los directores de proyectos deben poseer para lograr el éxito en sus funciones. Se enfatiza que estas habilidades y estilos de liderazgo se desarrollan con la experiencia y el tiempo, demostrando que un proyecto exitoso requiere una combinación de conocimientos técnicos, habilidades emocionales y comportamientos adecuados. El análisis se basa en estudios previos que han demostrado la importancia de

las competencias interpersonales, la toma de decisiones, la resolución de conflictos y la capacidad para liderar equipos (Ghorbani, 2023). Además, se destaca que los gestores de proyectos deben adaptarse a situaciones cambiantes y mantener el control bajo circunstancias estresantes. La investigación también explora el concepto de "Valor Ganado" como una herramienta clave en la gestión de proyectos de construcción. Se discuten las buenas prácticas de gestión y la importancia de un enfoque sistemático para medir el progreso del proyecto y asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos. En síntesis, el artículo subraya que los directores de proyectos competentes y con habilidades de liderazgo son fundamentales para el éxito en proyectos (Ghorbani, 2023). El análisis del Valor Ganado y la implementación de buenas prácticas de gestión son elementos clave para lograr resultados exitosos en el campo de la construcción. Esta investigación busca proporcionar una guía valiosa para futuros gestores de proyectos en el sector de la construcción, con el fin de impulsar el desarrollo efectivo y exitoso de proyectos de construcción (Ghorbani, 2023).

El artículo de investigación titulado "Identificación y análisis de las causas fundamentales de la no conformidad de la calidad en los cronogramas de referencia del proyecto de construcción" (Srinath Purushothaman & Varghese Koshy, 2023) examina la calidad de programación en proyectos de construcción y cómo las no conformidades y sus causas fundamentales afectan la efectividad de las programaciones. Se resalta la importancia de una programación de calidad para el éxito de los proyectos de construcción y cómo una programación deficiente puede impactar negativamente la gestión y el control del proyecto. El estudio se basa en la evaluación de treinta programaciones de proyectos de construcción en la India, utilizando categorías y subcategorías del GAO Schedule Assessment Guide. Se encontró que todas las programaciones presentaban no conformidades, respaldando la percepción de los equipos de planificación de que las programaciones en la industria de la construcción no son efectivas para el control del proyecto. Las causas fundamentales identificadas para las no conformidades incluyen insuficiente capacitación, especificaciones contractuales insuficientes, limitaciones de software, prácticas manipulativas y procedimientos operativos estándar insuficiente (Srinath Purushothaman & Varghese Koshy, 2023). Estas causas ejercen una influencia significativa en la calidad de programación y requieren atención para mejorar la eficacia de las programaciones en la industria de la construcción. El estudio proporciona una visión integral de las deficiencias

en las programaciones y sugiere medidas para mejorar la calidad de programación en futuros proyectos de construcción. Se espera que este enfoque en la calidad de programación contribuya a mejorar la eficiencia y el control de los proyectos de construcción, y en última instancia, a elevar el nivel general de la industria de la construcción en la India.

El Project Management Institute (PMI) es una organización global de gran prestigio que tiene como objetivo promover y estandarizar las mejores prácticas en la gestión de proyectos. A lo largo del tiempo, el PMI ha publicado varias ediciones del Project Management Body Of Knowledge (PMBOK), una guía fundamental que incluye conceptos, procesos y prácticas esenciales para la gestión de proyectos. En los últimos años, la gestión de proyectos ha experimentado una rápida evolución debido a la adopción de nuevas tecnologías y metodologías ágiles en el entorno empresarial. Por lo tanto, el PMI ha llevado a cabo revisiones periódicas del PMBOK para reflejar estos cambios y las tendencias emergentes en el campo de la gestión de proyectos. La última edición, el PMBOK 7th, presenta un enfoque disruptivo basado en principios, con un enfoque centrado en la adaptabilidad y la entrega de valor en los resultados del proyecto. Esta nueva perspectiva representa un paso significativo en comparación con las ediciones anteriores, ya que prioriza la flexibilidad y la personalización en la gestión de proyectos. Es importante destacar que el PMI enfatiza que esta nueva edición no invalide las versiones anteriores del PMBOK. Ambas perspectivas, la de la 6th edición con su enfoque en procesos detallados, y la de la 7th edición con un enfoque más amplio y adaptable, coexisten y se complementan. La conexión entre ambas ediciones es fundamental para adaptar y personalizar la gestión de proyectos según las necesidades específicas de cada proyecto, maximizando así la entrega de valor y el éxito en los resultados (Amaro Filipe y Domingues Luísa, 2023).

La gestión del estrés laboral es de vital importancia en el entorno actual del trabajo, especialmente en el contexto de la gestión de proyectos (Govindaras et al., 2023). Con el ritmo acelerado de la vida moderna y las crecientes exigencias laborales, los trabajadores se enfrentan a desafíos que pueden generar niveles elevados de estrés. Si no se maneja adecuadamente, este estrés puede tener consecuencias negativas en la salud física y mental de los empleados, así como en su productividad y desempeño laboral. Diversos

estudios han destacado la relación directa entre el estrés laboral y el deterioro del bienestar general de los trabajadores. Los altos niveles de estrés están asociados con problemas de salud, como ansiedad, depresión y agotamiento, lo que puede resultar en un aumento del ausentismo y la rotación de personal. Además, el estrés laboral también puede afectar la calidad del trabajo realizado por los empleados, reduciendo la concentración, la creatividad y la toma de decisiones efectivas. Por lo tanto, la gestión efectiva del estrés laboral es esencial para garantizar un ambiente de trabajo saludable y productivo, lo cual puede lograrse a través de programas de bienestar, técnicas de manejo del estrés y un entorno laboral que promueva el apoyo social y la colaboración. En última instancia, al abordar el estrés laboral de manera proactiva y proporcionar a los empleados las herramientas y el respaldo necesarios, las organizaciones pueden crear un ambiente de trabajo positivo y enriquecedor para todos los miembros del equipo, asegurando así el éxito en la gestión de proyectos y el bienestar general de su personal (Govindaras et al., 2023).

La aplicación de técnicas de inteligencia artificial en la gestión de proyectos de innovación es un área en constante desarrollo. Los proyectos de innovación enfrentan desafíos complejos y cambiantes, lo que ha impulsado la búsqueda de soluciones más efectivas y eficientes. En este contexto, la inteligencia artificial ha emergido como una herramienta poderosa para mejorar la productividad y tomar decisiones informadas. Su aplicación abarca diversos aspectos de la gestión de proyectos, como la planificación, el control de riesgos, la toma de decisiones, la asignación de recursos y la mejora de la productividad del equipo (Mesa Fernández, González Moreno, Vergara-González, & Alonso Iglesias, 2022). Estudios en este campo han evidenciado resultados prometedores en términos de eficiencia y logro de objetivos en proyectos de innovación. No obstante, también surgen desafíos éticos y de seguridad, como la protección de datos y la capacitación adecuada para un uso efectivo de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos. En conclusión, los antecedentes de investigaciones y estudios previos han allanado el camino para una mayor exploración y aplicación de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de innovación. Sin embargo, es esencial continuar investigando y abordar los desafíos para aprovechar plenamente el potencial de la inteligencia artificial en este ámbito y mejorar los resultados en la ejecución de proyectos de innovación (Mesa Fernández, González Moreno, Vergara-González, & Alonso Iglesias, 2022).

En el estudio titulado "Project Planning Methodology Based on Lean Philosophy and PMBOK Guidelines for SMEs in the Electricity Sector", se presenta un modelo de planificación de proyectos que combina la filosofía lean con las directrices del PMI (Project Management Institute) contenidas en la Guía del PMBOK (Bazán et al., 2020). El propósito principal de este modelo es mejorar la calidad del servicio al usuario, aumentar la satisfacción del cliente y reducir costos excesivos o incumplimientos de plazos. El enfoque se centra en el sector de la electricidad y se basa en cinco componentes: análisis actual, compromiso de la alta dirección, reconocimiento y desarrollo de recursos, desarrollo de un nuevo plan basado en directrices, e implementación y monitoreo. La metodología ha sido aplicada en la etapa de planificación de proyectos para una pequeña y mediana empresa, obteniendo resultados positivos en la evaluación financiera y demostrando la viabilidad de su ejecución. Las incorporaciones de la filosofía lean en los proyectos proporciona herramientas para analizar la factibilidad, eliminar procesos repetitivos y satisfacer las demandas del mercado, lo que genera beneficios económicos para la empresa (Bazán et al., 2020).

En la actualidad, la gestión de proyectos ha experimentado una transformación significativa debido a la aparición de proyectos cada vez más complejos y cambiantes, conocidos como "extremos" o "ágiles". Estos proyectos tienen objetivos que no están completamente definidos desde el inicio, evolucionando constantemente para centrarse en el beneficio y valor agregado para el cliente, en un entorno empresarial en continua evolución. Operan en entornos internos y externos inestables y turbulentos, lo que demanda una adaptación constante y mayor flexibilidad en la gestión. La gestión tradicional de proyectos, basada en una planificación y control detallados, resulta insuficiente para abordar los desafíos que presentan estos proyectos extremos, donde la incertidumbre y los riesgos asociados son más altos y difíciles de prever. Como respuesta a esta necesidad de adaptabilidad y entrega de valor, ha surgido la necesidad de adoptar enfoques más ágiles y flexibles en la gestión de proyectos, renunciando a una planificación exhaustiva para enfocarse en lo esencial y maximizar la eficiencia. El concepto de "Lean" también se ha adoptado para simplificar los procesos y reducir costos, con el objetivo de maximizar el valor y reducir el desperdicio en todas las etapas del proyecto. Organizaciones internacionales, como el PMI, han reconocido esta tendencia e integrado prácticas ágiles en sus estándares de gestión de proyectos, como se evidencia en la última edición del PMBOK, acompañada del "Agile

Practice Guide". En este contexto, el papel central de las personas y sus habilidades se ha vuelto esencial para el éxito del proyecto, promoviendo la colaboración, comunicación efectiva y adaptabilidad como elementos clave en el trabajo en equipo para enfrentar los desafíos de estos proyectos extremos. En resumen, la evolución hacia prácticas más ágiles y colaborativas en la gestión de proyectos ha sido impulsada por la necesidad de enfrentar los desafíos de proyectos extremos en un entorno empresarial dinámico y cambiante, con un enfoque centrado en la entrega de valor y adaptabilidad como factores fundamentales para el éxito (Tonchia, S. 2018).

Seguidamente se muestra una tabla resumida de las investigaciones recopiladas a nivel internacional sobre la temática en estudio.

Tabla 6 Recopilación de investigaciones internacionales

Investigación	Autores	Fecha y país	Aportes
Previsión del rendimiento del cronograma del proyecto mediante modelos probabilísticos y deterministas.	Abdel Azeem, S. A.Hosny, Hossam E.Ibrahim, Ahmed H.	2014/Egipto	Se desarrollan tres modelos para pronosticar la duración estimada al finalizar. Dos modelos deterministas (valor ganado (EV) y cronograma ganado (ES)) y un modelo probabilístico con base en el algoritmo de filtro de Kalman
Implementación del enfoque del valor ganado en proyectos de construcción.	Al-Fadhli, Suaad Khaleel I. Al-Bazaz, Shahlaa Hikmat	2020/ Iraq	La investigación concluye demostrando que la gestión del valor ganado es actualmente uno de los enfoques más eficaces para controlar los costos.
Medición del rendimiento del análisis de costos y cronograma mediante el uso de la metodología del valor ganado para un edificio residencial.	Sruthi, Mullapudi Durga Aravindan, Achuthan	2020/India	Se analiza un proyecto con la metodología del valor ganado, haciendo un cálculo de los parámetros de forma manual y a través del software Primavera.
Gestión continua del valor ganado con funciones de singularidad para un seguimiento y previsión integrales	Ngo, Kiet A. Lucko, Gunnar Ballesteros-Pérez, Pablo	2022/ Estados Unidos y España	Se crea un modelo continuo para monitoreo del proyecto durante toda su vida útil. Los datos del proyecto se pueden agregar en cualquier

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

del rendimiento del Proyecto.			momento, se incluyen funciones de singularidad en el modelo.
Evaluación de los costos y la duración del proyecto de construcción una vez finalizado el uso de simulaciones de Monte Carlo y una gestión mejorada del valor Ganado.	Jie Deng and Wei Jian	2022/China	Enfoque novedoso para la estimación de la duración y el costo de un proyecto, lo anterior combinando la metodología tradicional de EVM y otros enfoques de gestión de proyectos (CPM, PERT y MCS)
Metodología del valor ganado para Proyectos de obra: Aplicación Actual y Proyecciones Futuras.	Proaño Narváz Vázquez C Vásquez Quiroz Ávila Calle	2022/ Ecuador	La técnica del valor ganado es una herramienta efectiva y aplicable para el control y evaluación de un proyecto, porque permite determinar la variación del costo con respecto al valor planificado
Evaluación de las variables que afectan los retrasos en las obras de construcción en India.	Doloi Hemanta Sawhney Anil Iyer K. C. Rentala, Sameer	2012/ Australia. India	En India se han venido presentando retrasos por deficiencias en el desempeño de las obras y sobrecostos.
La aplicación del análisis del valor ganado en la gestión de costos de proyectos de construcción.	Valle J. A. & Soares, C. A. P.	2006/ España	La metodología del valor ganado aporta a la gestión financiera de las obras de construcción, en esta investigación se estudia un caso en específico en Brasil, el proyecto Parque Mónica, al cual se le implementó la metodología y se pudo terminar a tiempo y dentro del presupuesto establecido.
Un enfoque de modelo para la implementación eficaz de la metodología de Gestión del Valor Ganado.	Kim Eun Hong Wells William G. Duffey Michael R.	2003/ Estados Unidos	Se debe incluir enfoques organizacionales como la capacitación del personal, facilitar sistemas de apoyo, atención continua de los indicadores de desempeño, comunicación entre los diferentes grupos de trabajo y una gestión eficiente.
Elementos de riesgo que impactan la capacidad de la gestión del valor ganado para evaluar de manera precisa el rendimiento de los proyectos de	Ibrahim Maan Nihad Thorpe David Mahmood Muhammad Nateque	Australia, 2019	Identificación de los elementos de riesgo que impactan la capacidad del EVM para evaluar con precisión el rendimiento, y propone incluir estos factores en los cálculos del valor ganado.

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

infraestructura en Australia.			
Peligros en el uso del valor ganado respecto a la duración y otras métricas para medir el rendimiento del cronograma de un proyecto.	Wendell Richard E. Lowe Timoteo J. Gordon Mike M.	Europa Central, 2023	Proporciona una visión crítica sobre el uso de la gestión del valor ganado en la administración de obras y plantea inquietudes sobre su aplicación para evaluar el desempeño del cronograma.
Una revisión de las competencias y el perfil de liderazgo de los gerentes de proyectos de construcción exitosos.	Ghorbani Ali	Iran, 2023	Destaca la relevancia de contar con directores de proyectos competentes y con habilidades de liderazgo, así como la importancia del uso del valor ganado y las buenas prácticas de gestión para lograr resultados exitosos en proyectos de construcción.
Identificación y análisis de las causas fundamentales de la no conformidad de la calidad en los cronogramas de referencia del proyecto de construcción.	Srinath Purushothaman Varghese Koshy	India, 2023	Examina la importancia de la programación de calidad en proyectos de construcción, identificando causas fundamentales de no conformidad y proponiendo mejoras para elevar el nivel de la industria.
PMBOK 6th con 7th: ¿Cómo vincular ambas guías para apoyar la adaptación de proyectos?.	Amaro Filipe Domingues Luísa	Portugal, 2023	Resaltar la evolución del PMBOK y su enfoque disruptivo basado en principios, priorizando la adaptabilidad y la entrega de valor en la gestión de proyectos, permitiendo una mayor personalización y éxito en los resultados.
Entorno sostenible para prevenir el agotamiento y el desgaste en la gestión de proyectos.	Govindaras Baskaran Wern Tuan Sau Kaur Sharangeet Haslin Idris Akmal Ramasamy R. Kanesaraj	Malaysia, 2023	Resalta la vital importancia de la gestión del estrés laboral en el contexto de la gestión de proyectos, mostrando cómo altos niveles de estrés pueden afectar negativamente la salud de los empleados, su productividad y el desempeño en el éxito de la obra.
Análisis Bibliométrico de la Aplicación de Técnicas de Inteligencia Artificial a la Gestión de	Mesa Fernández José Manuel González Moreno Juan José Vergara González Eliseo P.	Suiza, 2022	Resalta el uso creciente de técnicas de inteligencia artificial en la gestión de proyectos de innovación, demostrando su eficacia para mejorar la productividad y la toma de

Proyectos de Innovación.	Alonso Iglesias Guillermo		decisiones, mientras también destaca la importancia de abordar los desafíos éticos y de seguridad asociados con su implementación.
Metodología de planificación de proyectos basada en filosofía lean y lineamientos del PMBOK para PYMES del sector eléctrico.	Bazán Denisse Pinedo Marco Rojas José Raymundo Carlos	Peru, 2020	Propone un modelo de planificación de proyectos que combina la filosofía lean con las directrices del PMI, con el objetivo de mejorar la calidad del servicio, aumentar la satisfacción del cliente y reducir costos en el sector de la electricidad.
Los Estándares Internacionales de Gestión de Proyectos	Tonquia Stefano	Italia, 2018	Destaca la transformación hacia prácticas más ágiles y colaborativas en la gestión de proyectos extremos, enfocándose en la adaptabilidad y entrega de valor en un entorno empresarial dinámico, y resaltando el papel esencial de las habilidades y colaboración de las personas para el éxito del proyecto.

5. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe de manera detallada la metodología a seguir del trabajo de investigación realizado. El propósito que se definió como trabajo de grado es: Evaluar el rendimiento en términos de costo y tiempo de una obra de vivienda VIS en el sur de Bogotá, a partir de la metodología del valor ganado según las recomendaciones de la guía Pmbok. Con el propósito de lograr este fin es indispensable proponer una metodología de trabajo, especificando las tareas que se van a realizar para cumplir con el objetivo establecido.

La metodología se subdivide en dos etapas, la primera fase **denominada Investigación teórica y recopilación de la información** contempla los siguientes pasos:

Paso 1: Selección del proyecto caso de estudio, teniendo en cuenta que sea posible el suministro de los datos requeridos para el desarrollo del trabajo y que el proyecto sea acorde al objetivo propuesto.

Paso 2: Construcción del marco conceptual y los antecedentes de la temática de valor ganado. Para esto, en primera instancia se hace la conceptualización de todos los términos

correspondientes. Posterior a esto se hace la consulta de diferentes investigaciones tanto a nivel nacional como internacional de los estudios y avances que se tienen en el tema, esto con el fin de tener un marco de referencia de partida y tener herramientas que contribuyan al objeto de estudio.

Paso 3: Solicitud y obtención de la información del proyecto necesaria para el avance de la investigación. En este caso, se pidió cronograma, presupuesto, informes, y otros documentos de la gestión del proyecto.

Paso 4: Consulta de la guía PMBOK y la norma ISO 21508.

La segunda fase denominada **Aplicación de la metodología del valor ganado** contempla los siguientes pasos:

Paso 5: Revisión y organización de la información suministrada, esto con el fin de saber qué información es la que nos sirve para hacer todo el análisis del valor ganado.

- Línea base de alcance: Identificación del alcance y la estructura desglosada del trabajo EDT del proyecto en estudio.
- Línea base de tiempo: Identificación del cronograma del proyecto. (Project)
- Línea base de costos: Identificación del presupuesto del proyecto. (Project)
- Cortes mensuales en SINCO para hacer los análisis según los avances de obra reportados.

Paso 6: Aplicación de la metodología

- Implementación de la gestión del valor ganado en Project.
- Cálculo de todos los indicadores del valor ganado:

VALOR GANADO		
Valores principales	PV	Valor planificado
	EV	Valor ganado
	AC	Costo real
Variaciones	SV	Variación del cronograma
	CV	Variación del costo
Índices de rendimiento	SPI	Índice de desempeño del cronograma
	CPI	Índice de desempeño del costo
	TCPI	Índice del desempeño hasta concluir
Pronósticos	EAC	Estimado a la conclusión
	ETC	Estimado hasta concluir
	VAC	Variación a la conclusión
	CPIAC	Índice de rendimiento del costo a la conclusión
BAC		Estimación del costo total del proyecto

Paso 7: Análisis e interpretación de resultados luego de la implementación del valor ganado.

- Interpretación de los indicadores obtenidos según los criterios de la metodología.
- Pronóstico de finalización.
- Identificación de las variables más determinantes en el desempeño en términos de tiempo y costo.

Paso 8: Identificación de aportes y recomendaciones

Paso 9: Definición de las conclusiones.

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

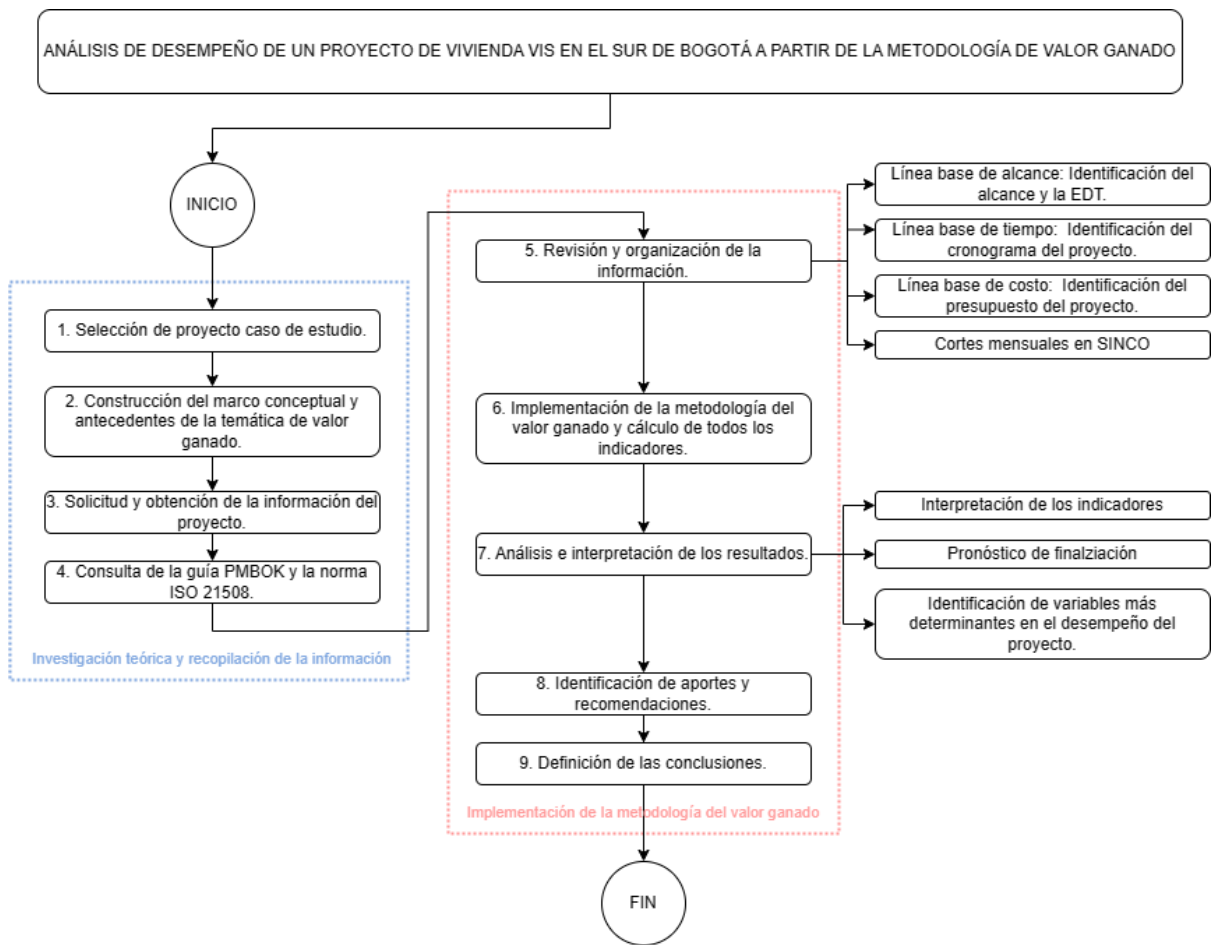


Figura 2 Esquema de la metodología

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE VALOR GANADO DEL PROYECTO

Se va a realizar la implementación de la metodología del valor ganado en un proyecto de construcción de vivienda VIS como ya se ha mencionado. Para esto, inicialmente se hizo la recolección de la información que se necesitaba para hacer el presente análisis. En este caso se identificó la estructura desglosada del trabajo, el presupuesto y cronograma aprobado de la obra con el que se inició la fase de construcción, teniendo las líneas base de cronograma, costo y alcance.

6.1.1 Línea base

- **Línea base de alcance**

La EDT del proyecto corresponde a la línea base de alcance, que fue obtenida a partir del informe emitido por el software SINCO, seguidamente, se expone una tabla resumen de la EDT, sin embargo, en los anexos se presenta la EDT completa:

Tabla 7 Resumen EDT Proyecto.

CD	Costos Directos
1	PRELIMINARES
2	CIMENTACION
3	DESAGUE INSTALACIONES SUBTERRANEAS
4	MAMPOSTERIA
5	PAÑETES
6	ESTRUCTURA
7	CUBIERTA
9	PISOS
10	ENCHAPES Y ACCESORIOS
11	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS
12	INSTALACIONES ELECTRICAS
13	APARATOS SANITARIOS
14	CARPINTERIA DE MADERA
15	CARPINTERIA METALICA
16	EQUIPOS ESPECIALES Y DE COCINA
17	RED CONTRA INCENDIOS
18	RED DE TELECOMUNICACIONES
19	PINTURA
20	INSTALACIONES GAS INTERNAS
25	ASEO Y VARIOS
29	RED ALCANTARILLADO ALL
31	RED DE ACUEDUCTO
32	RED DE ALCANTARILLADO RESIDUAL
33	RED ELECTRICA EXTERIOR
34	RED DE GAS EXTERIOR
35	VIAS Y ANDENES
36	CERRAMIENTOS
37	PAISAJISMO Y JARDINES
96	PROVISIONALES
CI	Costos Indirectos
70	VARIOS
71	HERRAMIENTA Y EQUIPOS
72	ADMINISTRACION DE OBRA
86	INCREMENTO DE COSTOS
87	IMPREVISTOS
88	IMPUESTOS
89	CONEXIÓN SERVICIOS PUBLICOS
90	HONORARIOS
94	GASTOS NOTARIALES Y REGISTRO

- **Línea base de cronograma y costo**

En resumen, se tiene un presupuesto de \$ 56.473.192.946 para costos directos, con fecha de comienzo del 22 de marzo de 2029, fecha fin del 13 de septiembre de 2024 y una duración del proyecto de 1280 días, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 8 Línea base del proyecto

NOMBRE DE TAREA	COSTO	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA	\$ 56.473.192.946	1280 días	vie 22/03/19	vie 13/09/24
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO	\$ 11.961.144.565	528 días	lun 12/04/21	vie 14/07/23
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.304.372.734	545 días	mié 29/09/21	vie 9/02/24
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.293.175.709	656 días	mié 17/11/21	vie 13/09/24
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.313.164.797	558 días	mié 9/02/22	vie 28/06/24
PLATAFORMA 6	\$ 706.762.695	246 días	jue 10/03/22	mié 29/03/23
PLATAFORMA 4	\$ 513.658.606	225 días	lun 18/04/22	mié 29/03/23
PLATAFORMA 5	\$ 378.348.547	217 días	mié 18/05/22	mar 25/04/23
PLATAFORMA 3	\$ 467.927.945	257 días	vie 17/06/22	jue 27/07/23
PLATAFORMA 2	\$ 639.599.488	264 días	mié 3/08/22	mar 19/09/23
PLATAFORMA 1	\$ 408.352.096	290 días	mar 26/07/22	mié 18/10/23
PLATAFORMAS GENERAL	\$ 254.203.369	63 días	vie 14/10/22	mié 1/02/23
U-SALON COMUNAL	\$ 2.568.872.134	716 días	mar 19/01/21	mar 13/02/24
U-TANQUE	\$ 376.129.928	178 días	mié 29/06/22	vie 31/03/23
TANQUE TORMENTA	\$ 63.608.777	77 días	vie 1/07/22	vie 21/10/22
U-SUBESTACION	\$ 0	983 días	vie 22/03/19	mar 13/06/23
URBANISMO ETAPA 1	\$ 3.153.113.155	758 días	vie 22/03/19	mié 22/06/22
U-SERIE 3 B.T.	\$ 739.402.286	240 días	jue 8/10/20	vie 15/10/21
U-SERIE 3 M.T.	\$ 91.663.384	548 días	jue 8/10/20	mié 22/02/23
PARQUES	\$ 150.933.536	39 días	lun 20/12/21	mar 1/03/22
CANCHA MULTIPLE	\$ 88.759.195	62 días	lun 20/12/21	lun 4/04/22

Se identifica que los capítulos con mayor incidencia en el presupuesto del proyecto son las construcciones de las cuatro torres que corresponden al 81,2% de los costos directos, por

lo que, en la ejecución de esta etapa es donde se acelera el flujo de caja del proyecto, tal y como se puede ver en la curva “S” de línea base de costo de la obra de construcción.

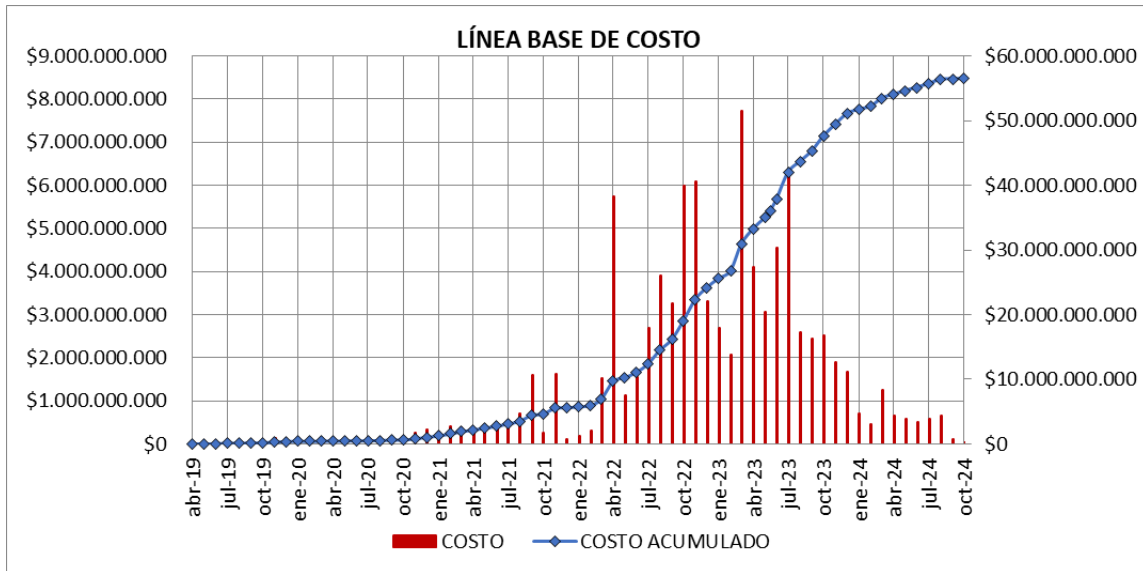


Figura 3 Línea base del proyecto

Los datos de la línea base de costo fueron obtenidos a partir del presupuesto inicial ingresado al software SINCO, y la línea base cronograma a partir de archivo Project del proyecto. Sin embargo, se identificó una discrepancia debido a que el Project no era consistente con la totalidad de actividades que componían la EDT del proyecto, así como con la estructura de actividades que se tenían en el presupuesto cargado en SINCO, por lo que, fue necesario asignar el costo de cada actividad del Project de manera manual, según lo establecido en el presupuesto.

Una vez recopilada la información y organizados los datos para poder hacer un correcto análisis, se procede a definir y grabar la línea base de la obra en Microsoft Project, con la cual se realizará la evaluación del estado del proyecto en diferentes periodos.

Así las cosas, se definieron tres fechas de corte para evaluar el estado de la obra respecto al desempeño de costo y cronograma, de acuerdo con la representación tabular que se muestra a continuación:

Tabla 9 Cortes para el análisis del proyecto

Corte	Fecha
Corte 1	1 de agosto de 2022
Corte 2	1 de enero de 2023
Corte 3	15 de mayo de 2023

El análisis del proyecto se hace considerando los capítulos descritos en el Project.

Tabla 10 Capítulos de programación del Proyecto Torres Paseo de la Rivera

NOMBRE DE TAREA
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO
PLATAFORMA 6
PLATAFORMA 4
PLATAFORMA 5
PLATAFORMA 3
PLATAFORMA 2
PLATAFORMA 1
PLATAFORMAS GENERAL
U-SALON COMUNAL
U-TANQUE
TANQUE TORMENTA
U-SUBESTACION
URBANISMO ETAPA 1
U-SERIE 3 B.T.
U-SERIE 3 M.T.
PARQUES
CANCHA MULTIPLE

Una vez ingresadas y guardadas las líneas base de costo y cronograma en el MS Project, se realiza el cargue de los Costos Reales para cada fecha de estado, obtenidos a partir de los informes de seguimiento del programa SINCO que corresponden a las actas de obra de pago de actividades a contratistas (alquileres, contratos a todo costo, mano de obra, etc) y/o salidas de almacén de materiales para el desarrollo de cada actividad, quedando de la siguiente forma:

Tabla 11 Costos reales acumulados del proyecto en las fechas de estado

	01 DE AGOSTO DE 2022	01 DE ENERO DE 2023	15 DE MAYO DE 2023
NOMBRE DE TAREA	AC (CRTR)	AC (CRTR)	AC (CRTR)
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA	\$ 14.528.570.200,00	\$ 25.759.009.650,00	\$ 34.279.322.914,00
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO	\$ 7.741.279.394,00	\$ 9.688.886.567,00	\$ 10.647.036.594,00
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO	\$ 1.882.421.425,00	\$ 6.370.901.833,00	\$ 8.471.165.705,00
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO	\$ 1.016.798.843,00	\$ 1.926.636.874,00	\$ 2.677.571.655,00
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO	\$ 1.133.982.516,00	\$ 2.924.738.645,00	\$ 6.477.115.120,00
PLATAFORMA 6	\$ 390.534.065,00	\$ 549.727.984,00	\$ 580.523.785,00
PLATAFORMA 4	\$ 260.376.889,00	\$ 412.852.684,00	\$ 427.829.954,00
PLATAFORMA 5	\$ 184.378.099,00	\$ 318.270.158,00	\$ 342.362.691,00
PLATAFORMA 3	\$ 225.962.648,00	\$ 363.088.587,00	\$ 382.400.941,00
PLATAFORMA 2	\$ 136.628.622,00	\$ 544.382.672,00	\$ 574.737.082,00
PLATAFORMA 1	\$ 74.923.794,00	\$ 350.326.485,00	\$ 367.906.782,00
PLATAFORMAS GENERAL	\$ 20.731.607,00	\$ 43.784.895,00	\$ 201.515.073,00
U-SALON COMUNAL	\$ 865.677.926,00	\$ 1.514.553.477,00	\$ 1.835.344.300,00
U-TANQUE	\$ 324.190.007,00	\$ 373.591.675,00	\$ 380.959.837,00
TANQUE TORMENTA	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
U-SUBESTACION	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
URBANISMO ETAPA 1	\$ 262.011.573,00	\$ 325.204.150,00	\$ 718.576.399,00
U-SERIE 3 B.T.	\$ 0,00	\$ 25.189.685,00	\$ 140.236.879,00
U-SERIE 3 M.T.	\$ 8.672.792,00	\$ 26.873.279,00	\$ 54.040.117,00
PARQUES	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
CANCHA MULTIPLE	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Ahora bien, una vez asignada la línea base en Project, en la vista de valor acumulado del programa se procede a implementar el valor ganado (EV) en el software, mediante la asignación de porcentajes de avance según la inspección física a cada actividad, esto para cada una de las fechas de estado planteadas. Lo anterior, con el objeto de obtener los indicadores correspondientes a esta metodología en cada uno de los cortes seleccionados para hacer el análisis del proyecto.

6.1.2 Cronograma

Los resultados obtenidos para el análisis del desempeño de cronograma, después de emplear la técnica del valor ganado en los tres intervalos determinados (agosto 2022, enero 2023 y mayo 2023) se muestra a continuación:

- Agosto 2022

Tabla 12 Valor ganado cronograma-corte agosto 2022

Nombre de tarea	Estimación del costo total del proyecto: BAC (CPF)	Valor planificado: PV (CPTP)	% físico completado	Valor ganado: EV (CPTR)	Variación cronograma: SV (VP)	Índice de desempeño de cronograma: SPI (IRP)
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA	\$ 56.473.192.946,00	\$ 14.614.421.843,86	31%	\$ 17.297.330.020,82	\$ 2.682.908.176,96	1,18
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO	\$ 11.961.144.565,00	\$ 6.623.598.237,47	68%	\$ 8.159.694.673,54	\$ 1.536.096.436,07	1,23
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.304.372.734,00	\$ 1.328.941.581,22	13%	\$ 1.515.032.385,36	\$ 186.090.804,14	1,14
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.293.175.709,00	\$ 1.239.766.960,13	11%	\$ 1.266.722.719,00	\$ 26.955.758,87	1,02
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.313.164.797,00	\$ 433.902.573,00	11%	\$ 1.261.583.790,00	\$ 827.681.217,00	2,91
PLATAFORMA 6	\$ 706.762.695,00	\$ 143.695.883,57	55%	\$ 388.282.955,70	\$ 244.587.072,13	2,7
PLATAFORMA 4	\$ 513.658.606,00	\$ 63.174.464,92	38%	\$ 196.075.641,95	\$ 132.901.177,03	3,1
PLATAFORMA 5	\$ 378.348.547,00	\$ 2.018.016,00	7%	\$ 26.381.221,00	\$ 24.363.205,00	13,07
PLATAFORMA 3	\$ 467.927.945,00	\$ 2.227.082,00	33%	\$ 155.713.496,42	\$ 153.486.414,42	69,92
PLATAFORMA 2	\$ 639.599.488,00	\$ 0,00	5%	\$ 35.118.084,00	\$ 35.118.084,00	0
PLATAFORMA 1	\$ 408.352.096,00	\$ 0,00	0%	\$ 1.837.090,00	\$ 1.837.090,00	0
PLATAFORMAS GENERAL	\$ 254.203.369,00	\$ 0,00	4%	\$ 10.564.140,00	\$ 10.564.140,00	0
U-SALON COMUNAL	\$ 2.568.872.134,00	\$ 544.572.452,80	34%	\$ 883.702.247,20	\$ 339.129.794,40	1,62
U-TANQUE	\$ 376.129.928,00	\$ 21.007.175,54	81%	\$ 304.686.251,65	\$ 283.679.076,11	14,5
TANQUE TORMENTA	\$ 63.608.777,00	\$ 3.358.405,02	0%	\$ 0,00	-\$ 3.358.405,02	0
U-SUBESTACION	\$ 0,00	\$ 0,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	0
URBANISMO ETAPA 1	\$ 3.153.113.155,00	\$ 3.152.656.174,19	98%	\$ 3.090.594.430,00	-\$ 62.061.744,19	0,98
U-SERIE 3 B.T.	\$ 739.402.286,00	\$ 739.402.286,00	0%	\$ 0,00	-\$ 739.402.286,00	0
U-SERIE 3 M.T.	\$ 91.663.384,00	\$ 76.407.821,00	0%	\$ 0,00	-\$ 76.407.821,00	0
PARQUES	\$ 150.933.536,00	\$ 150.933.536,00	1%	\$ 785.931,00	-\$ 150.147.605,00	0,01
CANCHA MULTIPLE	\$ 88.759.195,00	\$ 88.759.195,00	1%	\$ 554.964,00	-\$ 88.204.231,00	0,01

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

- Enero 2023

Tabla 13 Valor ganado cronograma-corte enero 2023

Nombre de tarea	Estimación del costo total del proyecto: BAC (CPF)	Valor planificado: PV (CPTP)	% físico completado	Valor ganado: EV (CPTR)	Variación cronograma: SV (VP)	Índice de desempeño de cronograma: SPI (IRP)
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA	\$ 56.473.192.946,00	\$ 25.598.334.006,93	50%	\$ 28.291.902.890,65	\$ 2.693.568.883,72	1,11
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO	\$ 11.961.144.565,00	\$ 10.188.676.904,14	84%	\$ 11.318.769.708,14	\$ 1.130.092.804,00	1,11
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.304.372.734,00	\$ 4.675.272.059,03	54%	\$ 6.141.357.434,63	\$ 1.466.085.375,60	1,31
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.293.175.709,00	\$ 1.347.699.609,00	20%	\$ 2.238.022.954,00	\$ 890.323.345,00	1,66
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.313.164.797,00	\$ 1.707.387.751,47	22%	\$ 2.536.814.436,05	\$ 829.426.684,58	1,49
PLATAFORMA 6	\$ 706.762.695,00	\$ 678.230.524,48	88%	\$ 624.173.274,30	-\$ 54.057.250,18	0,92
PLATAFORMA 4	\$ 513.658.606,00	\$ 447.781.350,59	86%	\$ 439.553.475,77	-\$ 8.227.874,82	0,98
PLATAFORMA 5	\$ 378.348.547,00	\$ 260.876.596,47	83%	\$ 315.106.050,41	\$ 54.229.453,94	1,21
PLATAFORMA 3	\$ 467.927.945,00	\$ 217.851.710,74	81%	\$ 377.730.775,13	\$ 159.879.064,39	1,73
PLATAFORMA 2	\$ 639.599.488,00	\$ 117.930.196,49	84%	\$ 537.624.629,57	\$ 419.694.433,08	4,56
PLATAFORMA 1	\$ 408.352.096,00	\$ 54.217.482,40	84%	\$ 341.198.261,53	\$ 286.980.779,13	6,29
PLATAFORMAS GENERAL	\$ 254.203.369,00	\$ 221.720.631,17	53%	\$ 133.768.056,28	-\$ 87.952.574,89	0,6
U-SALON COMUNAL	\$ 2.568.872.134,00	\$ 1.032.455.419,05	56%	\$ 1.439.999.946,90	\$ 407.544.527,85	1,39
U-TANQUE	\$ 376.129.928,00	\$ 376.129.928,00	99%	\$ 371.091.222,24	-\$ 5.038.705,76	0,99
TANQUE TORMENTA	\$ 63.608.777,00	\$ 63.608.777,00	0%	\$ 0,00	-\$ 63.608.777,00	0
U-SUBESTACION	\$ 0,00	\$ 0,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	0
URBANISMO ETAPA 1	\$ 3.153.113.155,00	\$ 3.152.992.228,90	47%	\$ 1.470.755.834,80	-\$ 1.682.236.394,10	0,47
U-SERIE 3 B.T.	\$ 739.402.286,00	\$ 739.402.286,00	1%	\$ 4.595.935,90	-\$ 734.806.350,10	0,01
U-SERIE 3 M.T.	\$ 91.663.384,00	\$ 76.407.821,00	0%	\$ 0,00	-\$ 76.407.821,00	0
PARQUES	\$ 150.933.536,00	\$ 150.933.536,00	1%	\$ 785.931,00	-\$ 150.147.605,00	0,01
CANCHA MULTIPLE	\$ 88.759.195,00	\$ 88.759.195,00	1%	\$ 554.964,00	-\$ 88.204.231,00	0,01

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

- Mayo 2023

Tabla 14 Valor ganado cronograma-corte mayo 2023

Nombre de tarea	Estimación del costo total del proyecto: BAC (CPF)	Valor planificado: PV (CPTP)	% físico completado	Valor ganado: EV (CPTR)	Variación cronograma: SV (VP)	Índice de desempeño de cronograma: SPI (IRP)
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA	\$ 56.473.192.946,00	\$ 36.024.205.367,56	73%	\$ 41.073.142.615,30	\$ 5.048.937.247,74	1,14
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO	\$ 11.961.144.565,00	\$ 11.831.222.676,01	84%	\$ 11.872.284.350,63	\$ 41.061.674,62	1
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.304.372.734,00	\$ 7.450.101.164,16	77%	\$ 8.690.606.709,56	\$ 1.240.505.545,40	1,17
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.293.175.709,00	\$ 1.775.451.951,56	44%	\$ 4.981.139.171,25	\$ 3.205.687.219,69	2,81
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.313.164.797,00	\$ 5.622.062.200,19	69%	\$ 7.829.847.849,17	\$ 2.207.785.648,98	1,39
PLATAFORMA 6	\$ 706.762.695,00	\$ 706.762.695,00	100%	\$ 706.611.443,79	-\$ 151.251,21	1
PLATAFORMA 4	\$ 513.658.606,00	\$ 513.658.606,00	100%	\$ 513.440.864,84	-\$ 217.741,16	1
PLATAFORMA 5	\$ 378.348.547,00	\$ 378.348.547,00	100%	\$ 378.206.214,04	-\$ 142.332,96	1
PLATAFORMA 3	\$ 467.927.945,00	\$ 415.470.557,69	99%	\$ 464.183.383,76	\$ 48.712.826,07	1,12
PLATAFORMA 2	\$ 639.599.488,00	\$ 490.675.418,62	100%	\$ 639.344.718,53	\$ 148.669.299,91	1,3
PLATAFORMA 1	\$ 408.352.096,00	\$ 312.082.601,00	100%	\$ 408.224.207,00	\$ 96.141.606,00	1,31
PLATAFORMAS GENERAL	\$ 254.203.369,00	\$ 254.203.369,00	86%	\$ 218.165.532,06	-\$ 36.037.836,94	0,86
U-SALON COMUNAL	\$ 2.568.872.134,00	\$ 1.610.555.320,34	73%	\$ 1.884.622.663,47	\$ 274.067.343,13	1,17
U-TANQUE	\$ 376.129.928,00	\$ 376.129.928,00	100%	\$ 376.129.928,00	\$ 0,00	1
TANQUE TORMENTA	\$ 63.608.777,00	\$ 63.608.777,00	0%	\$ 0,00	-\$ 63.608.777,00	0
U-SUBESTACION	\$ 0,00	\$ 0,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	0
URBANISMO ETAPA 1	\$ 3.153.113.155,00	\$ 3.153.113.155,00	65%	\$ 2.043.762.797,30	-\$ 1.109.350.357,70	0,65
U-SERIE 3 B.T.	\$ 739.402.286,00	\$ 739.402.286,00	6%	\$ 43.271.111,70	-\$ 696.131.174,30	0,06
U-SERIE 3 M.T.	\$ 91.663.384,00	\$ 91.663.384,00	13%	\$ 11.645.626,20	-\$ 80.017.757,80	0,13
PARQUES	\$ 150.933.536,00	\$ 150.933.536,00	1%	\$ 785.931,00	-\$ 150.147.605,00	0,01
CANCHA MULTIPLE	\$ 88.759.195,00	\$ 88.759.195,00	12%	\$ 10.870.113,00	-\$ 77.889.082,00	0,12

6.1.3 Costo

Los resultados obtenidos con el objetivo de analizar el desempeño de costo del proyecto, luego de aplicar la metodología del valor ganado para los tres cortes (agosto 2022, enero 2023 y mayo 2023) se muestra a continuación:

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

- Agosto 2022

Tabla 15 Valor ganado costo-corte agosto 2023

Nombre de tarea	Estimación del costo total del proyecto: BAC (CPF)	% físico completado	Valor ganado: EV (CPTR)	Costo real	AC (CRTR)	Variación del costo: CV (VC)	Índice de desempeño de costo: CPI (IRC)	Estimación a la conclusión: EAC (CEF)	Variación a la conclusión: VAC (VAF)
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA	\$ 56.473.192.946,00	31%	\$ 17.297.330.020,82	\$ 14.528.570.200,00	\$ 14.528.570.200,00	\$ 2.768.759.820,82	1,19	\$ 47.433.606.640,25	\$ 9.039.586.305,75
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO	\$ 11.961.144.565,00	68%	\$ 8.159.694.673,54	\$ 7.741.279.394,00	\$ 7.741.279.394,00	\$ 418.415.279,54	1,05	\$ 11.347.797.393,69	\$ 613.347.171,31
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.304.372.734,00	13%	\$ 1.515.032.385,36	\$ 1.882.421.425,00	\$ 1.882.421.425,00	-\$ 367.389.039,64	0,8	\$ 14.045.636.011,68	-\$ 2.741.263.277,68
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.293.175.709,00	11%	\$ 1.266.722.719,00	\$ 1.016.798.843,00	\$ 1.016.798.843,00	\$ 249.923.876,00	1,25	\$ 9.065.036.745,98	\$ 2.228.138.963,02
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.313.164.797,00	11%	\$ 1.261.583.790,00	\$ 1.133.982.516,00	\$ 1.133.982.516,00	\$ 127.601.274,00	1,11	\$ 10.168.909.256,85	\$ 1.144.255.540,15
PLATAFORMA 6	\$ 706.762.695,00	55%	\$ 388.282.955,70	\$ 390.534.065,00	\$ 390.534.065,00	-\$ 2.251.109,30	0,99	\$ 710.860.222,47	-\$ 4.097.527,47
PLATAFORMA 4	\$ 513.658.606,00	38%	\$ 196.075.641,95	\$ 260.376.889,00	\$ 260.376.889,00	-\$ 64.301.247,05	0,75	\$ 682.108.335,89	-\$ 168.449.729,89
PLATAFORMA 5	\$ 378.348.547,00	7%	\$ 26.381.221,00	\$ 184.378.099,00	\$ 184.378.099,00	-\$ 157.996.878,00	0,14	\$ 2.644.274.344,06	-\$ 2.265.925.797,06
PLATAFORMA 3	\$ 467.927.945,00	33%	\$ 155.713.496,42	\$ 225.962.648,00	\$ 225.962.648,00	-\$ 70.249.151,58	0,69	\$ 679.030.655,38	-\$ 211.102.710,38
PLATAFORMA 2	\$ 639.599.488,00	5%	\$ 35.118.084,00	\$ 136.628.622,00	\$ 136.628.622,00	-\$ 101.510.538,00	0,26	\$ 2.488.393.064,88	-\$ 1.848.793.576,88
PLATAFORMA 1	\$ 408.352.096,00	0%	\$ 1.837.090,00	\$ 74.923.794,00	\$ 74.923.794,00	-\$ 73.086.704,00	0,02	\$ 16.654.213.087,10	-\$ 16.245.860.991,10
PLATAFORMAS GENERAL	\$ 254.203.369,00	4%	\$ 10.564.140,00	\$ 20.731.607,00	\$ 20.731.607,00	-\$ 10.167.467,00	0,51	\$ 498.861.653,12	-\$ 244.658.284,12
U-SALON COMUNAL	\$ 2.568.872.134,00	34%	\$ 883.702.247,20	\$ 865.677.926,00	\$ 865.677.926,00	\$ 18.024.321,20	1,02	\$ 2.516.476.458,18	\$ 52.395.675,82
U-TANQUE	\$ 376.129.928,00	81%	\$ 304.686.251,65	\$ 324.190.007,00	\$ 324.190.007,00	-\$ 19.503.755,35	0,94	\$ 400.206.977,94	-\$ 24.077.049,94
TANQUE TORMENTA	\$ 63.608.777,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 63.608.777,00	\$ 0,00
U-SUBESTACION	\$ 0,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	\$ 0,00
URBANISMO ETAPA 1	\$ 3.153.113.155,00	98%	\$ 3.090.594.430,00	\$ 262.011.573,00	\$ 262.011.573,00	\$ 2.828.582.857,00	11,8	\$ 267.311.727,99	\$ 2.885.801.427,01
U-SERIE 3 B.T.	\$ 739.402.286,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 739.402.286,00	\$ 0,00
U-SERIE 3 M.T.	\$ 91.663.384,00	0%	\$ 0,00	\$ 8.672.792,00	\$ 8.672.792,00	-\$ 8.672.792,00	0	\$ 100.336.176,00	-\$ 8.672.792,00
PARQUES	\$ 150.933.536,00	1%	\$ 785.931,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 785.931,00	0	\$ 150.933.536,00	\$ 0,00
CANCHA MULTIPLE	\$ 88.759.195,00	1%	\$ 554.964,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 554.964,00	0	\$ 88.759.195,00	\$ 0,00

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

- Enero 2023

Tabla 16 Valor ganado costo-corte enero 2023

Nombre de tarea	Estimación del costo total del proyecto: BAC (CPF)	% físico completado	Valor ganado: EV (CPTR)	Costo real	AC (CRTR)	Variación del costo: CV (VC)	Índice de desempeño de costo: CPI (IRC)	Estimación a la conclusión: EAC (CEF)	Varianza a la conclusión: VAC (VAF)
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA	\$ 56.473.192.946,00	50%	\$ 28.291.902.890,65	\$ 25.759.009.650,00	\$ 25.759.009.650,00	\$ 2.532.893.240,65	1,10	\$ 51.417.309.315,84	\$ 5.055.883.630,16
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO	\$ 11.961.144.565,00	84%	\$ 11.318.769.708,14	\$ 9.688.886.567,00	\$ 9.688.886.567,00	\$ 1.629.883.141,14	1,17	\$ 10.238.760.562,33	\$ 1.722.384.002,67
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.304.372.734,00	54%	\$ 6.141.357.434,63	\$ 6.370.901.833,00	\$ 6.370.901.833,00	-\$ 229.544.398,37	0,96	\$ 11.726.894.214,93	-\$ 422.521.480,93
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.293.175.709,00	20%	\$ 2.238.022.954,00	\$ 1.926.636.874,00	\$ 1.926.636.874,00	\$ 311.386.080,00	1,16	\$ 9.721.905.982,52	\$ 1.571.269.726,48
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.313.164.797,00	22%	\$ 2.536.814.436,05	\$ 2.924.738.645,00	\$ 2.924.738.645,00	-\$ 387.924.208,95	0,87	\$ 13.043.149.632,40	-\$ 1.729.984.835,40
PLATAFORMA 6	\$ 706.762.695,00	88%	\$ 624.173.274,30	\$ 549.727.984,00	\$ 549.727.984,00	\$ 74.445.290,30	1,14	\$ 622.466.945,46	\$ 84.295.749,54
PLATAFORMA 4	\$ 513.658.606,00	86%	\$ 439.553.475,77	\$ 412.852.684,00	\$ 412.852.684,00	\$ 26.700.791,77	1,06	\$ 482.456.278,56	\$ 31.202.327,44
PLATAFORMA 5	\$ 378.348.547,00	83%	\$ 315.106.050,41	\$ 318.270.158,00	\$ 318.270.158,00	-\$ 3.164.107,59	0,99	\$ 382.147.698,14	-\$ 3.799.151,14
PLATAFORMA 3	\$ 467.927.945,00	81%	\$ 377.730.775,13	\$ 363.088.587,00	\$ 363.088.587,00	\$ 14.642.188,13	1,04	\$ 449.789.393,81	\$ 18.138.551,19
PLATAFORMA 2	\$ 639.599.488,00	84%	\$ 537.624.629,57	\$ 544.382.672,00	\$ 544.382.672,00	-\$ 6.758.042,43	0,99	\$ 647.639.373,53	-\$ 8.039.885,53
PLATAFORMA 1	\$ 408.352.096,00	84%	\$ 341.198.261,53	\$ 350.326.485,00	\$ 350.326.485,00	-\$ 9.128.223,47	0,97	\$ 419.276.914,81	-\$ 10.924.818,81
PLATAFORMAS GENERAL	\$ 254.203.369,00	53%	\$ 133.768.056,28	\$ 43.784.895,00	\$ 43.784.895,00	\$ 89.983.161,28	3,06	\$ 83.205.722,87	\$ 170.997.646,13
U-SALON COMUNAL	\$ 2.568.872.134,00	56%	\$ 1.439.999.946,90	\$ 1.514.553.477,00	\$ 1.514.553.477,00	-\$ 74.553.530,10	0,95	\$ 2.701.871.087,49	-\$ 132.998.953,49
U-TANQUE	\$ 376.129.928,00	99%	\$ 371.091.222,24	\$ 373.591.675,00	\$ 373.591.675,00	-\$ 2.500.452,76	0,99	\$ 378.664.332,10	-\$ 2.534.404,10
TANQUE TORMENTA	\$ 63.608.777,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 63.608.777,00	\$ 0,00
U-SUBESTACION	\$ 0,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	\$ 0,00
URBANISMO ETAPA 1	\$ 3.153.113.155,00	47%	\$ 1.470.755.834,80	\$ 325.204.150,00	\$ 325.204.150,00	\$ 1.145.551.684,80	4,52	\$ 697.196.270,90	\$ 2.455.916.884,10
U-SERIE 3 B.T.	\$ 739.402.286,00	1%	\$ 4.595.935,90	\$ 25.189.685,00	\$ 25.189.685,00	-\$ 20.593.749,10	0,18	\$ 4.052.561.018,66	-\$ 3.313.158.732,66
U-SERIE 3 M.T.	\$ 91.663.384,00	0%	\$ 0,00	\$ 26.873.279,00	\$ 26.873.279,00	-\$ 26.873.279,00	0	\$ 118.536.663,00	-\$ 26.873.279,00
PARQUES	\$ 150.933.536,00	1%	\$ 785.931,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 785.931,00	0	\$ 150.933.536,00	\$ 0,00
CANCHA MULTIPLE	\$ 88.759.195,00	1%	\$ 554.964,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 554.964,00	0	\$ 88.759.195,00	\$ 0,00

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE UN PROYECTO DE VIVIENDA VIS EN EL SUR DE BOGOTÁ A PARTIR DE LA METODOLOGÍA DE VALOR GANADO.

- Mayo 2023

Tabla 17 Valor ganado costo-corte mayo 2023

Nombre de tarea	Estimación del costo total del proyecto: BAC (CPF)	% físico completado	Valor ganado: EV (CPTR)	Costo real	AC (CRTR)	Variación del costo: CV (VC)	Índice de desempeño de costo: CPI (IRC)	Estimación a la conclusión: EAC (CEF)	Varianza a la conclusión: VAC (VAF)
PROGRAMACION TORRES PASEO DE LA RIVERA	\$ 56.473.192.946,00	73%	\$ 41.073.142.615,30	\$ 34.279.322.914,00	\$ 34.279.322.914,00	\$ 6.793.819.701,30	1,20	\$ 47.132.084.221,37	\$ 9.341.108.724,63
TORRE 1 21 P 11 APT/PISO	\$ 11.961.144.565,00	84%	\$ 11.872.284.350,63	\$ 10.647.036.594,00	\$ 10.647.036.594,00	\$ 1.225.247.756,63	1,12	\$ 10.726.726.224,59	\$ 1.234.418.340,41
TORRE 2 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.304.372.734,00	77%	\$ 8.690.606.709,56	\$ 8.471.165.705,00	\$ 8.471.165.705,00	\$ 219.441.004,56	1,03	\$ 11.018.933.179,37	\$ 285.439.554,63
TORRE 3 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.293.175.709,00	44%	\$ 4.981.139.171,25	\$ 2.677.571.655,00	\$ 2.677.571.655,00	\$ 2.303.567.516,25	1,86	\$ 6.070.556.580,29	\$ 5.222.619.128,71
TORRE 4 22 P 10 APT/PISO	\$ 11.313.164.797,00	69%	\$ 7.829.847.849,17	\$ 6.477.115.120,00	\$ 6.477.115.120,00	\$ 1.352.732.729,17	1,21	\$ 9.358.632.782,30	\$ 1.954.532.014,70
PLATAFORMA 6	\$ 706.762.695,00	100%	\$ 706.611.443,79	\$ 580.523.785,00	\$ 580.523.785,00	\$ 126.087.658,79	1,22	\$ 580.648.046,96	\$ 126.114.648,04
PLATAFORMA 4	\$ 513.658.606,00	100%	\$ 513.440.864,84	\$ 427.829.954,00	\$ 427.829.954,00	\$ 85.610.910,84	1,2	\$ 428.011.389,09	\$ 85.647.216,91
PLATAFORMA 5	\$ 378.348.547,00	100%	\$ 378.206.214,04	\$ 342.362.691,00	\$ 342.362.691,00	\$ 35.843.523,04	1,1	\$ 342.491.534,72	\$ 35.857.012,28
PLATAFORMA 3	\$ 467.927.945,00	99%	\$ 464.183.383,76	\$ 382.400.941,00	\$ 382.400.941,00	\$ 81.782.442,76	1,21	\$ 385.485.764,35	\$ 82.442.180,65
PLATAFORMA 2	\$ 639.599.488,00	100%	\$ 639.344.718,53	\$ 574.737.082,00	\$ 574.737.082,00	\$ 64.607.636,53	1,11	\$ 574.966.106,28	\$ 64.633.381,72
PLATAFORMA 1	\$ 408.352.096,00	100%	\$ 408.224.207,00	\$ 367.906.782,00	\$ 367.906.782,00	\$ 40.317.425,00	1,11	\$ 368.022.040,31	\$ 40.330.055,69
PLATAFORMAS GENERAL	\$ 254.203.369,00	86%	\$ 218.165.532,06	\$ 201.515.073,00	\$ 201.515.073,00	\$ 16.650.459,06	1,08	\$ 234.802.491,38	\$ 19.400.877,62
U-SALON COMUNAL	\$ 2.568.872.134,00	73%	\$ 1.884.622.663,47	\$ 1.835.344.300,00	\$ 1.835.344.300,00	\$ 49.278.363,47	1,03	\$ 2.501.702.287,65	\$ 67.169.846,35
U-TANQUE	\$ 376.129.928,00	100%	\$ 376.129.928,00	\$ 380.959.837,00	\$ 380.959.837,00	-\$ 4.829.909,00	0,99	\$ 380.959.837,00	-\$ 4.829.909,00
TANQUE TORMENTA	\$ 63.608.777,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 63.608.777,00	\$ 0,00
U-SUBESTACION	\$ 0,00	0%	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	\$ 0,00
URBANISMO ETAPA 1	\$ 3.153.113.155,00	65%	\$ 2.043.762.797,30	\$ 718.576.399,00	\$ 718.576.399,00	\$ 1.325.186.398,30	2,84	\$ 1.108.618.230,82	\$ 2.044.494.924,18
U-SERIE 3 B.T.	\$ 739.402.286,00	6%	\$ 43.271.111,70	\$ 140.236.879,00	\$ 140.236.879,00	-\$ 96.965.767,30	0,31	\$ 2.396.320.890,32	-\$ 1.656.918.604,32
U-SERIE 3 M.T.	\$ 91.663.384,00	13%	\$ 11.645.626,20	\$ 54.040.117,00	\$ 54.040.117,00	-\$ 42.394.490,80	0,22	\$ 425.352.824,39	-\$ 333.689.440,39
PARQUES	\$ 150.933.536,00	1%	\$ 785.931,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 785.931,00	0	\$ 150.933.536,00	\$ 0,00
CANCHA MULTIPLE	\$ 88.759.195,00	12%	\$ 10.870.113,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 10.870.113,00	0	\$ 88.759.195,00	\$ 0,00

6.2 ANÁLISIS VALOR GANADO DEL PROYECTO

Con los resultados obtenidos, se procede a analizar los índices de desempeño del proyecto en estudio, a fin de identificar el estado en el que se encuentra la ejecución de este y así hacer un pronóstico de finalización.

Tabla 18 Tabla resumen valor ganado

	INDICADOR	NOMENCLATURA	AGOSTO 2022	ENERO 2023	MAYO 2023
Valores principales	Estimación del costo total del proyecto	BAC	\$ 56.473.192.946,00	\$ 56.473.192.946,00	\$ 56.473.192.946,00
	Valor planificado	PV	\$ 14.614.421.843,86	\$ 25.598.334.006,93	\$ 34.984.686.668,16
	Valor ganado	EV	\$ 17.297.330.020,82	\$ 28.291.902.890,65	\$ 41.073.142.615,30
	Costo real	AC	\$ 14.528.570.200,00	\$ 25.759.009.650,00	\$ 34.279.322.914,00
	Porcentaje físico completado	%	31%	50%	73%
Variaciones	Variación del cronograma	SV	\$ 2.682.908.176,96	\$ 2.693.568.883,72	\$ 6.088.455.947,14
	Variación del costo	CV	\$ 2.768.759.820,82	\$ 2.532.893.240,65	\$ 6.793.819.701,30
Índices de rendimiento	Índice de desempeño cronograma	SPI	1,18	1,11	1,17
	Índice de desempeño de costo	CPI	1,19	1,1	1,2
	Índice de desempeño del trabajo por completar	TCPI	0,93	0,92	0,69
Pronósticos	Estimación a la conclusión	EAC	\$ 47.449.463.414,44	\$ 51.378.364.245,77	\$ 47.112.698.189,58
	Estimación hasta la conclusión	ETC	\$ 32.920.893.214,44	\$ 25.619.354.595,77	\$ 12.833.375.275,58
	Varianza a la conclusión	VAC	\$ 9.023.729.531,56	\$ 5.094.828.700,23	\$ 9.360.494.756,42
	Índice de rendimiento del costo a la conclusión	CPIAC	1,19	1,10	1,20

- **Estimación del costo del proyecto (BAC):** En el proyecto no se presentó adición del presupuesto inicial, de ahí que para cada uno de los cortes el valor de \$56.473.192.946 se mantenga igual y el análisis de variación se haga con este dato como indicador para evaluar cómo está el desempeño del proyecto según ese presupuesto.
- **Valor planificado (PV):** El valor planificado permite tener un estimado del costo presupuestado para gastar en la fecha de corte analizado, así las cosas, para cada uno de los meses de corte presentados se tiene el valor planificado, el cual coincide con el porcentaje de avance.

En agosto de 2022 se presenta un valor planeado menor que en mayo de 2023, puesto que en enero se tiene un porcentaje de avance menor (31%) que en el mes de mayo donde ya se tiene un avance del 73%.

Por otra parte, el análisis del corte de enero de 2023 coincide con el 50% de avance del proyecto, donde se tiene un valor planificado de \$25.598.334.066,93.

- **Valor ganado (EV):**

Teniendo en cuenta los valores correspondientes del valor ganado se tiene que, en agosto de 2022, el valor acumulado (VA) es de \$17.297.330.020,82, lo cual representa aproximadamente el 30,63% del BAC en ese momento. Por otra parte, para enero de 2023, el valor acumulado aumenta a \$28.291.902.890,65, alcanzando aproximadamente el 50,1% del BAC en esa etapa. Finalmente, en mayo de 2023, el valor acumulado se sitúa en \$41.073.142.615,30, lo que equivale a cerca del 72,73% del BAC.

- **Costo real (AC):**

Ahora bien, si se analiza el costo real en comparación con el valor planificado se tiene lo siguiente,

Tabla 19 Análisis costo real (AC)

INDICADOR	NOMENCLATURA	AGOSTO 2022	ENERO 2023	MAYO 2023
Valor planificado	PV	\$ 14.614.421.843,86	\$ 25.598.334.006,93	\$ 34.984.686.668,16
Costo real	AC	\$ 14.528.570.200,00	\$ 25.759.009.650,00	\$ 34.279.322.914,00
Diferencia		\$ 85.851.643,86	-\$ 160.675.643,07	\$ 705.363.754,16

En los cortes de agosto y mayo el costo real se encuentra por debajo del valor planificado, es decir que el proyecto no presenta ningún desajuste. En el mes de mayo hay una diferencia del costo real en comparación al valor planificado de -\$160.675.643,07, sin embargo, en mayo el costo real vuelve a estar por debajo.

Teniendo en cuenta los valores correspondientes de valor ganado, valor planificado y costo real, se procede a realizar un análisis de estos tres valores en el corte de mayo. Para esto se realizó lo siguiente:

Con la función de vista de Uso de Tarea del MS Project se estiman los valores de costo planificado, valor ganado y valor real de cada mes durante la ejecución del proyecto, según la fecha de corte de estado más actualizada que corresponde al 15 de mayo de 2023, a partir de esto se puede relacionar la siguiente tendencia gráfica:

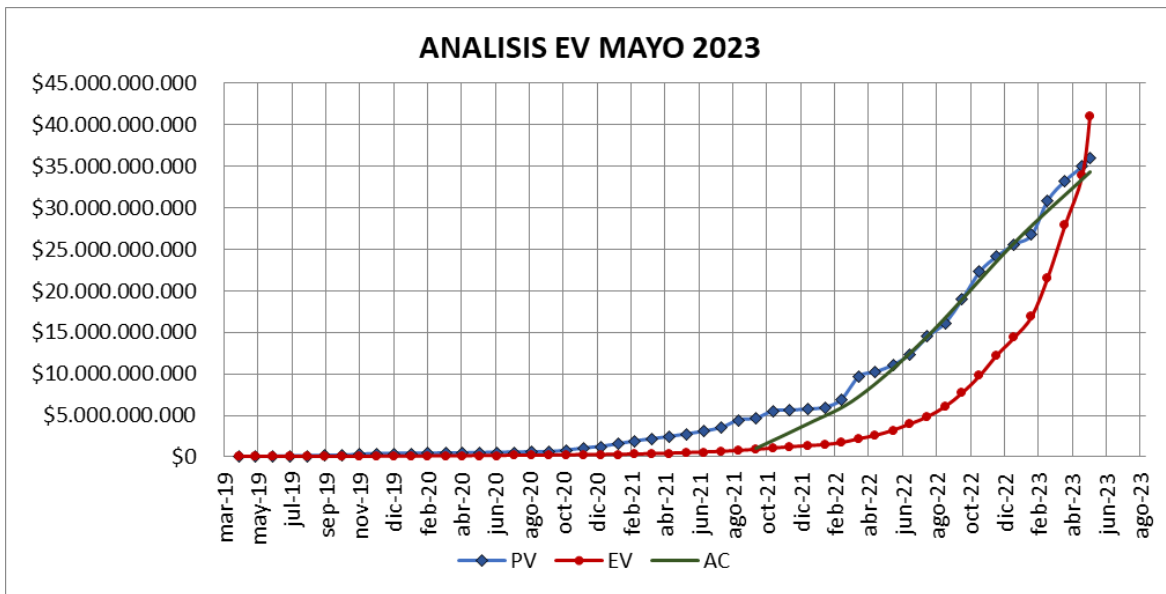


Figura 4 Análisis EV mayo 2023

Con la gráfica anterior es claro que el proyecto sigue una tendencia en la cual, la mayoría del tiempo el costo real se encuentra por debajo del valor planificado del proyecto, es decir que el proyecto no está incurriendo en un sobrecosto.

6.2.1 Cronograma

Para hacer el análisis de cómo se encuentra el desempeño del proyecto según el cronograma se proporciona a continuación un resumen en forma de tabla,

Tabla 20 Resumen análisis de desempeño de cronograma

INDICADOR	NOMENCLATURA	AGOSTO 2022	ENERO 2023	MAYO 2023
Porcentaje físico completado	%	31%	50%	73%
Variación del cronograma	SV	\$ 2.682.908.176,96	\$ 2.693.568.883,72	\$ 6.088.455.947,14
Índice de desempeño cronograma	SPI	1,18	1,11	1,17

En este caso, como $SV > 0$ para cada uno de los tres cortes, se presenta un adelanto del proyecto de acuerdo con el cronograma. Por otra parte, el $SPI > 1$, razón por la cual el trabajo realizado supera al planeado. En ese orden de ideas es claro que el resultado de variación de cronograma e índice de desempeño presentan la misma conclusión y es que el proyecto según el cronograma no se encuentra retrasado, sino por el contrario presenta un adelanto de aproximadamente el 10% en comparación con lo presupuestado.

Así las costas el proyecto ha presentado un adelanto, lo que indica un buen desempeño en el cumplimiento de los términos de cronograma. Sin embargo, el adelanto que se tiene es mínimo y por consiguiente no se debe confiar en que este indicador se mantenga con el tiempo.

6.2.2 Costo

Tabla 21 Resumen análisis de desempeño de costo

INDICADOR	NOMENCLATURA	AGOSTO 2022	ENERO 2023	MAYO 2023
Porcentaje físico completado	%	31%	50%	73%
Variación del costo	CV	\$ 2.768.759.820,82	\$ 2.532.893.240,65	\$ 6.793.819.701,30
Índice de desempeño de costo	CPI	1,19	1,1	1,2

En este caso $CV > 0$ por consiguiente el costo es menor a lo presupuestado. Por otra parte, como el $CPI > 1$ el costo utilizado es menor al previsto, en ese orden de ideas el resultado del índice de desempeño de costo y la variación de costo presenta congruencia, pues con ambos indicadores se concluye que la obra se encuentra dentro de los límites del presupuesto autorizado.

Es importante tener en cuenta que durante el desarrollo del análisis se evidenció que en la evaluación de los costos reales de cada actividad, es posible que para los tres periodos el constructor del proyecto se haya tenido atraso en el reporte de pago de las actividades por parte de la constructora, por lo que, el valor de costo real (AC) podría ser mayor al estimado, no obstante, es usual que ocurran estas demoras debido a los tiempos administrativos y contables de las compañías dedicadas a la construcción de vivienda en Colombia.

En definitiva, se puede concluir que la estrategia implementada por el gestor de la obra para lograr indicadores favorables consistió en una clara definición del alcance del proyecto, evitando cambios significativos en etapas avanzadas del ciclo de vida del proyecto y, por consiguiente, minimizando posibles sobrecostos. Adicionalmente, el adelanto en las actividades relacionadas con la contratación y compras reflejadas en los indicadores de cronograma contribuyó a que se redujera el impacto de los cambios en los precios de los materiales y la mano de obra debido a las variables macroeconómicas de Colombia en la actualidad.

6.2.1 Pronóstico de finalización

Tabla 22 Resumen indicadores de pronóstico

INDICADOR	NOMENCLATURA	AGOSTO 2022	ENERO 2023	MAYO 2023
Estimación del costo total del proyecto	BAC	\$ 56.473.192.946,00	\$ 56.473.192.946,00	\$ 56.473.192.946,00
Índice de desempeño del trabajo por completar	TCPI	0,93	0,92	0,69
Estimación a la conclusión	EAC	\$ 47.449.463.414,44	\$ 51.378.364.245,77	\$ 47.112.698.189,58
Estimación hasta la conclusión	ETC	\$ 32.920.893.214,44	\$ 25.619.354.595,77	\$ 12.833.375.275,58
Varianza a la conclusión	VAC	\$ 9.023.729.531,56	\$ 5.094.828.700,23	\$ 9.360.494.756,42
Índice de rendimiento del costo a la conclusión	CPIAC	1,19	1,10	1,20

El índice de desempeño del trabajo por completar TCPI es un indicador del rendimiento de costo al cual se debe llegar para cumplir con el alcance propuesto, para cada uno de los cortes se tiene que el valor sobrante del presupuesto planificado es:

$$\text{Valor sobrante} = (1 - TCPI) * 100\%$$

AGOSTO 2022	ENERO 2023	MAYO 2023
6,60%	8,25%	30,61%

En este caso, para los tres cortes el TCPI < 1 lo que indica que se tiene una holgura para poder gastar más sin que se genere un exceso en lo que respecta al costo definitivo del proyecto, es decir, para la obra que se está analizando el presupuesto se ha ejecutado adecuadamente.

Para los tres cortes analizados el indicador correspondiente a la estimación a la conclusión EAC se encuentra por debajo de la estimación del costo total de la obra BAC, de ahí se puede inferir que el proyecto concluirá dentro del tope presupuestal definido inicialmente y por eso la variación a la conclusión presenta un valor positivo.

6.2.2 Variables determinantes en el costo y cronograma de la obra

El reconocimiento de las variables más determinantes del rendimiento en costo y cronograma del proyecto es fundamental para su gestión eficiente. Durante el análisis de valor ganado y la implementación de buenas prácticas en la administración de proyectos según el PMI, se han identificado las siguientes variables clave:

- Inicio y fin temprano de urbanismo: Durante el análisis se evidenció que la realización temprana de las tareas de urbanismo, específicamente el montaje de redes hidrosanitarias del urbanismo del proyecto contribuyó a un comportamiento favorable en cronograma y costo con corte a mayo de 2023, pues estas actividades se desarrollaron con precios inferiores a los que se tenían previstos en línea base, por lo que, se obtuvo indicadores altos en cronograma y costo, con unos valores de SPI de 1 y CPI de 11. Es importante tener en cuenta que a la fecha hay pagos pendientes para efectuar de estas actividades, por lo que, el costo real del proyecto aumentaría, sin embargo, juzgando por la antigüedad en la ejecución es posible decir que se tenga cercano el pago del 100% de la actividad.
- Poca incidencia en presupuesto de las actividades con desempeño pobre: En la evaluación de la última fecha de estado de mayo de 2023, se identificaron solamente tres capítulos que presentan un bajo desempeño en costo. En este caso corresponden a la actividad de depósito o tanque de almacenamiento de agua potable con CPI de 0,99, redes eléctricas de baja tensión con CPI de 0,31 y redes de eléctricas media tensión con CPI de 0,22, presentando entre las tres una variación de costo CV de -\$144.190.167. Sin embargo, estos subcapítulos presentan una incidencia baja en la línea base del proyecto, pues entre los tres acumulan una incidencia del 2,1%, por lo que, los resultados obtenidos no afectan de cierta manera al desempeño general del proyecto.
- Finalización de las actividades en plataformas: En las seis plataformas que se encuentran completamente ejecutadas se evidenció que se finalizaron con un desempeño de costo positivo con una suficiente holgura reflejada en altos indicadores CPI que están en promedio de 1,15. Por lo anterior, se espera una liquidación y cierre con unos indicadores de desempeño en costo favorables.
- Las actividades con mayores porcentajes de avance presentan un adelanto en el cronograma del proyecto: Si se analiza el mes de mayo se evidencia que la mayoría de las actividades que presentan un porcentaje de avance por encima del 50% presentan un SPI por encima de uno, de ahí que al hacer el análisis de este corte a la totalidad del proyecto este resulte con un SPI favorable y con una holgura de tiempo para la conclusión de la mayoría de las actividades.
- Las actividades más costosas y que requieren de más tiempo de ejecución presentan un buen desempeño en costo y tiempo: Se evidencia que la construcción de las torres presenta un índice de desempeño de cronograma y de costo favorable para la obra pues ambos indicadores se encuentran por encima de uno, lo que indica

que la ejecución de estas actividades va adelantada y el costo ha estado por debajo del presupuestado, lo que incide de manera positiva en todo el desempeño del proyecto y permite que se tengan buenos resultados.

- Los recursos humanos desempeñan un papel determinante en términos de costo y cronograma. Diversos factores relacionados con los recursos humanos tienen un impacto significativo en el proyecto. El personal de construcción, compuesto por albañiles, carpinteros, electricistas, plomeros y otros trabajadores especializados, cumple una función crucial en la ejecución de las tareas de edificación. Su disponibilidad, capacitación y experiencia son factores clave para asegurar un progreso eficiente de la obra y evitar retrasos costosos. El equipo de supervisión, conformado por el maestro de obra, ingenieros, el personal de seguridad y otros profesionales, es responsable de coordinar y supervisar las actividades diarias. Su experiencia y conocimientos técnicos garantizan que las tareas se lleven a cabo conforme a lo planificado y se cumplan los estándares de calidad establecidos. Además, el personal administrativo y la gerencia desempeñan un papel fundamental en la gestión financiera, logística y administrativa del proyecto. Por último, los contratistas externos y proveedores de servicios también son parte integral del proyecto, ya que aportan conocimientos especializados y recursos adicionales. Por lo tanto, el equipo de construcción, el personal de supervisión, el personal administrativo, los ingenieros, el equipo de seguridad, los contratistas y los proveedores son los adecuados debido al buen desempeño reflejado en los parámetros de valor ganado de cronograma y costo del proyecto. Se recomienda su adecuada gestión y coordinación continua para garantizar el éxito de la obra.
- Los insumos o recursos materiales desempeñan un papel crucial en términos de costo y desarrollo del proyecto. El grupo de trabajo de almacén, conformado por el almacenista, el analista administrativo y sus auxiliares, ha llevado a cabo una excelente labor en la gestión de compras y recepción de insumos. Gracias a su eficiencia y atención en el proceso, se ha logrado mantener una óptima disponibilidad de recursos materiales en todo momento. Su dedicación y profesionalismo han contribuido directamente al éxito actual del proyecto reflejado en los indicadores de valor ganado, asegurando que los materiales estén disponibles en el momento y lugar adecuados. Su minucioso trabajo en la recepción, inspección y almacenamiento de los materiales ha garantizado su adecuada utilización en la construcción. En resumen, el equipo de trabajo de almacén ha sido fundamental para el cumplimiento del cronograma y la optimización de los costos en el proyecto.

- En la obra estudiada, la elección de proveedores confiables y eficientes ha sido fundamental para garantizar el buen rendimiento del proyecto. Gracias a la selección cuidadosa de proveedores, el suministro de materiales ha sido entregado en los tiempos establecidos, lo que ha permitido mantener el ritmo de trabajo y cumplir con los plazos establecidos. La entrega oportuna y la calidad de los materiales han sido elementos fundamentales para el éxito del proyecto hasta ahora.
- En el proyecto de estudio, se ha logrado minimizar los cambios en el alcance, lo que ha sido determinante para el éxito del proyecto. La gestión eficiente y proactiva de los requisitos y el alcance desde el inicio ha permitido evitar modificaciones significativas que podrían haber generado desviaciones en los costos y retrasos en la ejecución. La planificación cuidadosa y la comunicación efectiva con todas las partes interesadas han sido clave para mantener el alcance del proyecto bajo control y garantizar que se cumplan los objetivos establecidos. Esta capacidad para gestionar los cambios de manera efectiva ha sido fundamental para garantizar que el proyecto se adhiera al presupuesto asignado y cumpla con el cronograma establecido.
- En la planificación y ejecución de la obra estudiada, se ha ejecutado una gestión proactiva de los riesgos y eventos imprevistos, lo cual ha permitido minimizar su impacto tanto en los costos como en el cronograma. Se ha puesto un énfasis especial en la identificación temprana de los posibles riesgos y en la implementación de enfoques de reducción adecuados, lo que ha permitido anticiparse y abordar eficazmente los eventos inesperados que pudieran surgir. Además, se ha mantenido una vigilancia constante de las condiciones externas, tales como cambios regulatorios y condiciones climáticas adversas, lo que ha facilitado la toma oportuna de decisiones y la implementación de medidas preventivas para prevenir costos adicionales, además la habilidad de respuesta y adaptabilidad frente a las amenazas y eventos imprevistos ha sido fundamental para mantener el proyecto en línea con el presupuesto y los plazos establecidos.
- Se ha ejecutado una planificación cuidadosa y una correcta organización de la secuencia de actividades, lo cual ha sido un elemento determinante en el éxito de la obra. La identificación y establecimiento de una secuencia lógica y eficiente de actividades ha permitido minimizar los retrasos y optimizar el cronograma de ejecución. Gracias a esta planificación adecuada, se ha logrado evitar reprocesos y mantener un flujo de trabajo continuo y eficiente. La correcta asignación de insumos y la organización efectiva del grupo de trabajo han sido posibles gracias a una secuencia de actividades bien estructurada. Esto ha contribuido a cumplir con los

plazos establecidos y a mantener el proyecto dentro del presupuesto previsto. En resumen, la planificación y organización adecuada de la secuencia de actividades ha sido un componente determinante en el logro del éxito de la obra, permitiendo una ejecución fluida y eficiente, minimizando los retrasos y maximizando la eficiencia en el uso de los recursos disponibles.

- En nuestro estudio de caso, se ha logrado un manejo eficiente de las dependencias entre actividades gracias al cumplimiento oportuno por parte de los contratistas. Se ha observado que los contratistas encargados de actividades críticas han cumplido con sus responsabilidades dentro de los plazos establecidos. Esto ha sido fundamental para evitar retrasos en el proyecto debido a dependencias entre actividades. Al ejecutar sus tareas de manera puntual, se ha mantenido un flujo continuo de trabajo y se ha garantizado que las actividades posteriores puedan comenzar sin demoras. Esta coordinación efectiva entre los contratistas ha sido clave para mantener el cronograma del proyecto y lograr un progreso constante. Gracias a los comités periódicos quincenalmente, diligencia y compromiso de los contratistas, se han minimizado los retrasos causados por dependencias entre actividades, lo que ha contribuido al éxito general del proyecto.
- El proyecto en cuestión ha sido un claro ejemplo de éxito en términos de estimaciones de costos. Desde el inicio, se ha realizado un minucioso trabajo de evaluación y análisis, evitando así cualquier tipo de estimación inexacta. Mediante el uso de la técnica de estimación análoga, se ha logrado comparar y utilizar proyectos similares en la zona como referencia, garantizando estimaciones realistas y acordes a las necesidades del proyecto en particular. Además, se ha tenido el valioso apoyo de los residentes, quienes han compartido su experiencia y conocimiento para la cuantificación precisa de elementos clave como el concreto y el acero. Gracias a esta colaboración, las estimaciones se han alineado perfectamente con la realidad del proyecto. Este enfoque riguroso ha llevado a la ausencia de inexactitudes en las estimaciones de costos, lo cual ha sido una variable determinante en el alcance de los objetivos establecido en la obra. El seguimiento constante de los gastos reales ha permitido una comparación precisa entre las estimaciones iniciales y los costos reales, identificando de manera temprana cualquier desviación y tomando medidas correctivas de manera oportuna.

7. APORTES Y RECOMENDACIONES

Es de suma importancia que las empresas dedicadas a la construcción adopten en sus procesos las buenas prácticas en administración de obras aportadas por el PMI. Un método sencillo para implementarse en la gestión del cronograma y el costo es la metodología del valor ganado, una técnica de predicción y monitoreo de costo y cronograma aplicable a cualquier proyecto.

Hoy en día muchas constructoras en Colombia usan métodos antiguos de control de costos en los proyectos que carecen de un sustento teórico, por lo que, mostrar cómo se aplica la metodología del valor ganado resulta bastante provechoso para que estas compañías apliquen a su control de costos y cronograma.

Incentivar a aplicar el método de valor ganado es beneficioso para las empresas constructoras, pues teniendo en cuenta las fluctuaciones en las variables macroeconómicas del país que se está viviendo en la actualidad, es posible contribuir a la toma de decisiones en aras de mejorar los rendimientos del proyecto en costo y en cronograma, tal como el adelanto de ejecución de actividades o la adquisición anticipada de insumos.

Ahora bien, es importante que, si se va a implementar la metodología del valor ganado, se haga por un profesional con experiencia en la gestión de proyectos similares al que se va a analizar, ya que un buen resultado de la metodología depende en gran parte del análisis y juicio de experto que haga el profesional sobre la ejecución de la obra en el momento de hacer el corte para monitorear el proyecto.

Si bien el método implementado sirve para hacer un pronóstico, es evidente que un proyecto de construcción no sigue una tendencia lineal por la complejidad que hay en las diferentes tareas que forman parte del desarrollo de la obra, de manera que es recomendable estar monitoreando el proyecto por lo menos cada mes para asegurar su exitosa culminación.

Para hacer este monitoreo, se recomienda que las líneas base de cronograma, alcance y costo estén completamente integradas, con el objeto de que no se presenten incoherencias

e inconsistencias entre la información que las compone, y de esta manera se pueda aplicar el análisis del valor ganado de manera más simple.

Además, se recomienda que la empresa constructora fortalezca su capacidad de comunicación y coordinación entre los diferentes equipos de trabajo y las partes interesadas involucradas en el proyecto. Esto garantizará una mejor comprensión de los requerimientos y expectativas de todos los actores, evitando malentendidos y asegurando la satisfacción del cliente.

Por otra parte, para la estimación de los costos reales, es recomendable que se reduzcan los tiempos administrativos y contables para efectuar los pagos y que se vean reflejados en la aplicación SINCO o respectiva herramienta adoptada para el control de costos, pues si se tiene esta información en tiempo real, los indicadores de desempeño de costo serán más precisos en las fechas que se requiera hacer evaluación.

Otro aspecto importante es la gestión de riesgos. Se sugiere realizar una identificación exhaustiva de los posibles riesgos asociados al proyecto y establecer planes de contingencia efectivos para mitigar su impacto. La evaluación continua de las amenazas en el transcurso de la obra permitirá una reacción oportuna y minimizará las posibles desviaciones.

Ahora bien, este estudio tiene el potencial de generar un impacto positivo en la industria de la construcción al ofrecer evidencia sobre la aplicación efectiva de la metodología de valor ganado en proyectos reales, es decir, que esta monografía puede ser utilizada como referencia para proyectos con características similares.

En consecuencia, los aportes y recomendaciones se enfocan en adoptar las buenas prácticas de administración de obras según el PMI, aplicar la gestión del valor ganado como técnica de predicción y monitoreo, integrar de manera coherente las líneas base de costo, cronograma y alcance contar con profesionales con experiencia en la metodología y realizar un monitoreo periódico del proyecto. Asimismo, se resalta la relevancia de mejorar la comunicación, coordinación y gestión de riesgos para garantizar el éxito del proyecto. Estas acciones permitirán a la empresa constructora mejorar su capacidad de entrega de

proyectos, cumpliendo con los estándares de calidad, tiempo y costo establecidos, y contribuyendo así al desarrollo y bienestar de la comunidad.

8. CONCLUSIONES

- Al implementar la gestión del valor ganado se identificó el estado de una obra de vivienda VIS en el sur de Bogotá, el cual presenta un adelanto en el cronograma presupuestado debido a que el indicador de variación de cronograma es mayor a cero, al igual que el índice de desempeño de cronograma que es mayor a uno. Por otra parte, el proyecto también presenta un buen desempeño en término de costo puesto que el costo utilizado es menor al planificado según el índice de desempeño de costo.
- Para la obra en análisis las variables más determinantes del desempeño en costo y cronograma obtenido para este proyecto son: la ejecución temprana del urbanismo del proyecto, la poca incidencia en presupuesto de las actividades con desempeño desfavorable, la finalización y cierre anticipado de las seis plataformas, el conocimiento adquirido general del personal de trabajo y la oportuna gestión en el departamento de compras. Por otra parte, para el control y monitoreo de los costos, un factor que se debe tener en cuenta en los resultados obtenidos es el tiempo de reporte de los costos reales de cada actividad por parte del área administrativa y contable, pues al reducirse el tiempo de cargue de estos costos al software de control de presupuesto se obtienen indicadores más precisos.
- Las variables macroeconómicas de una nación son esenciales para la toma de decisiones en las obras de construcción, en este caso una de las acciones tomadas para abordar esta situación fue la ejecución oportuna de las actividades que permitió mitigar los efectos de los incrementos en los precios de los insumos y los costos de la mano de obra, reduciendo el impacto en el rendimiento económico del proyecto.

- Para los tres cortes analizados el indicador correspondiente a la estimación a la conclusión EAC se encuentra por debajo del costo total de la obra BAC planeado, por lo tanto, se puede inferir que el proyecto concluirá dentro del tope presupuestal definido inicialmente y por eso la variación a la conclusión presenta un valor positivo.
- El pronóstico de finalización al que se llegó se basa en la suposición de que las condiciones y variables actuales permanecerán constantes en el futuro. Sin embargo, es necesario mantener un monitoreo continuo para detectar posibles desviaciones o cambios que puedan surgir y afectar el resultado final. La supervisión constante permitirá tomar acciones correctivas oportunas si es requerido, asegurando así el cumplimiento exitoso de la obra.
- Si bien, el desarrollo de este trabajo es un ejercicio académico, los resultados obtenidos evidencian la realidad del proyecto en análisis, por lo que la empresa constructora puede tener un panorama de cómo se encuentra el proyecto según las fechas de cortes y los indicadores de valor ganado. Esto le permitirá tomar decisiones oportunas y aplicar las medidas correctivas necesarias con el fin de mantener la obra alineada con los objetivos establecidos.
- El adelanto de las actividades que tienen más impacto en el proyecto (en tiempo y costo) es una buena estrategia para que el proyecto tenga una holgura para finalización de otras actividades. En este caso, el adelanto de las actividades de plataformas, torres y urbanismo cuentan con una incidencia del **5.5%**, **81%** y **5.6%** respectivamente.
- Según la aplicación de la metodología descrita se debe asegurar la concordancia en la información inicial (cronograma y presupuesto) del proyecto, los reportes de avance del equipo a cargo y los cortes de obra para los informes mensuales que se hagan. Lo anterior para que al aplicar el método del valor ganado se obtengan resultados realistas y acordes con lo que se está ejecutando.

- Uno de los factores determinantes para un **índice de desempeño de costo favorable** fue la ejecución oportuna de **las torres 1, 2 y 4** donde se logró adquirir un menor costo del principal insumo de la estructura como lo es el concreto que en tiempos recientes ha presentado un incremento del más del 10% en su costo.
- Si por cada peso que se invierta en la obra se tiene un rendimiento del 69% es posible finalizar dentro del monto presupuestal establecido (**\$56,453,192,946**).
- Dentro del ejercicio realizado en este trabajo, se evidenció la importancia de que el responsable de estimar el valor ganado mediante el porcentaje físico completado tenga un criterio técnico y conocimiento de lo que está ejecutando realmente en la obra. Lo anterior con el objeto de evitar discrepancias entre el valor ganado y el costo real de las actividades.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abdel Azeem, S. A., Hosny, H. E., & Ibrahim, A. H. (2014). Forecasting project schedule performance using probabilistic and deterministic models. *HBRC Journal*, 10(1), 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.09.002>
- Al-Fadhli, S. K. I., & Al-Bazaz, S. H. (2020). Applying Earned Value to Construction Projects. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 737(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/737/1/012041>
- Almeida, R., Abrantes, R., Romão, M., & Proença, I. (2021). The impact of uncertainty in the measurement of progress in earned value analysis. *Procedia Computer Science*, 181(2019), 457–467. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.191>
- Doloi, H., Sawhney, A., Iyer, K. C., & Rentala, S. (2012). Analysing factors affecting delays in Indian construction projects. *International Journal of Project Management*, 30(4), 479–489. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.10.004>
- Jie, D., & Wei, J. (2022). Estimating Construction Project Duration and Costs upon Completion Using Monte Carlo Simulations and Improved Earned Value Management. *Buildings*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/buildings12122173>
- Kim, E. H., Wells, W. G., & Duffey, M. R. (2003). A model for effective implementation of Earned Value Management methodology. *International Journal of Project Management*, 21(5), 375–382. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00049-2](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00049-2)
- Ngo, K. A., Lucko, G., & Ballesteros-Pérez, P. (2022). Continuous earned value management with singularity functions for comprehensive project performance tracking and forecasting. *Automation in Construction*, 143(September). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104583>
- Proaño-narváez, M., Flores-vázquez, C., Quiroz, P. V., & Avila-calle, M. (2022). *Earned Value Method (EVM) for Construction Projects: Current Application and Future Projections*.

Project Management Intitute. (2021). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos y El Estándar para la Dirección de Proyectos. In *Guía del PMBOK- séptima edición*.

Song, J., Martens, A., & Vanhoucke, M. (2022). Using Earned Value Management and Schedule Risk Analysis with resource constraints for project control. *European Journal of Operational Research*, 297(2), 451–466. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.05.036>

Sruthi, M. D., & Aravindan, A. (2020). Performance measurement of schedule and cost analysis by using earned value management for a residential building. *Materials Today: Proceedings*, 33, 524–532. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.210>

Amaro Filipe, y Domingues Luísa. (2023). PMBOK 6th meets 7th: How to link both guides in order to support project tailoring? *Procedia Computer Science*, 219, 1877-1884. <https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85164249570&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28pmi+AND+management%29&sl=27&sessionSearchId=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649>

Bazán, D., Pinedo, M., Rojas, J., & Raymundo, C. (2020). Project planning methodology based on lean philosophy and PMBOK guidelines for SMEs in the electricity sector. *Avances en sistemas inteligentes y computación*, 1018, 849–855. Recuperado de <https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85069994031&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28PMI+PMBOK%29&sl=27&sessionSearchId=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649>

Cárdenas Jiménez, C.C. & Zapata Roza, P.N. (2018). Integración de las metodologías BIM 5D y EVM a través de una herramienta computacional, aplicada a un proyecto de edificación VIS en Bogotá D.C. Universidad Javeriana. Retrieved from www.scopus.com

Ghorbani, A. (2023). A Review of Successful Construction Project Managers' Competencies

and Leadership Profile. *Revista de Rehabilitación en Ingeniería Civil*, 11(1), 76–95. Recuperado de <https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85130845147&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28PMI+AND+construction%29&sl=27&sessionSearchId=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649>

Govindaras, B., Wern, T. S., Kaur, S., Haslin, I. A., & Ramasamy, R. K. (2023). Sustainable Environment to Prevent Burnout and Attrition in Project Management. *Sostenibilidad*, 15(3), 2364. Recuperado de <https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85147867347&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28pmi+AND+PROJECT%29&sl=27&sessionSearchId=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649>

Ibrahim, M. N., Thorpe, D., & Mahmood, M. N. (2019). Risk factors affecting the ability for earned value management to accurately assess the performance of infrastructure projects in Australia. *Construction Innovation*, 19(4), 550-569. doi:10.1108/CI-07-2018-0058. Recuperado de www.scopus.com

Leyton, L. F., & Mejia, M. (2021). Gestión del Valor Ganado en la Construcción de Redes de Acueducto y Alcantarillado del Proyecto Urbanización Los Tucanes. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26338/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20551530-551473.pdf>

Magier, D., Cárdenas, I., Raul, P., Carlos, G., & Jose, V. (2022). Control system for project management in a construction sector company through the earned value technique in the Caribbean. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2022-July doi:10.18687/LACCEI2022.1.1.387 Retrieved from www.scopus.com

Montes-Humánez, A., Sarmiento, C., Tovar, J., & Carreño, W. (2021). Retos y soluciones

de ingeniería en el diseño de un re-entry exploratorio desde el revestimiento intermedio en la cuenca sub-andina colombiana: caso de estudio. Fuentes El Reventon Energetico, 19(1), 45-64. doi:10.18273/REVFUE.V19N1-2021005. Retrieved from www.scopus.com

Mesa Fernández, J. M., González Moreno, J. J., Vergara-González, E. P., & Alonso Iglesias, G. (2022). Bibliometric Analysis of the Application of Artificial Intelligence Techniques to the Management of Innovation Projects. *Ciencias Aplicadas (Suiza)*, 12(22), 11743. Recuperado de <https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85142539129&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28pmi+AND+PROJECT%29&sl=27&sessionSearchId=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649>

Project Management Institute (PMI). (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - Sixth Edition*. Project Management Institute.

Rangel, L. V., Aguilar, C. I., Rivera, L., & Cuadros, A. (2018). Probabilistic project management based on earned value management. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2018(SEP), 2588-2589. Recuperado de www.scopus.com

Romero, S. M., Bohorquez, L. F., & Rojas Puentes, M. P. (2018). Application of project management tools in engineering services companies: Four case studies. *Revista de Física: Serie de Conferencias*, 1126(1), 012058. Recuperado de <https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85058666122&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28PMI+PMBOK%29&sl=27&sessionSearchId=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649>

Srinath Purushothaman, & Varghese Koshy. (2023). Identifying and Analysing the Root Causes of Quality Non-Conformance in Construction Project Baseline Schedules.

Revista de la Institución de Ingenieros (India): Serie A, 104(2), 397–416. Recuperado de <https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85151422666&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28PMI+AND+construction%29&sl=27&sessionSearchId=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649>

Tonchia, S. (2018). The International Standards of Project Management. Management for Professionals, Parte F482, 7-20. Recuperado de <https://www-scopus-com.bdigital.udistrital.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85092517310&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28PMI+PMBOK%29&sl=27&sessionSearchId=77dd17b969fe99ffa3c5ebad1218c649>

Valle, J. A. & Soares, C. A. P. (2006). The Use of EVA—Earned Value Analysis in the Cost Management of Construction Projects. Paper presented at PMI® Global Congress 2006—EMEA, Madrid, Spain. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

Wendell, R. E., Lowe, T. J., & Gordon, M. M. (2023). Dangers in using earned duration and other earned value metrics to measure a project's schedule performance. Central European Journal of Operations Research, 31(2), 665-680. doi:10.1007/s10100-022-00830-4. Recuperado de www.scopus.com

10. ANEXOS

- Programación valor ganado agosto 2022 costo.
- Programación valor ganado agosto 2022 cronograma.
- Programación valor ganado enero 2023 costo.
- Programación valor ganado enero 2023 cronograma.
- Programación valor ganado mayor 2023 costo.
- Programación valor ganado mayo 2023 cronograma.
- EDT proyecto.