

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el autor ha autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**Planeación para la aplicación del método del valor ganado en obra de geotecnia
ejecutada sobre el derecho de vía del Oleoducto de Colombia**

Álvaro Villamizar Arenas

**Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Interventoría y Supervisión
de la Construcción**

Director

Dr. Juan Carlos Rincón Acuña

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Interventoría y Supervisión de la Construcción

2020

Dedicatoria

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto con salud y con lo necesario para seguir adelante cada día y lograr mis objetivos.

A mi hijo, mi esposa y mis padres por brindarme apoyo en todo momento y motivación constante.

Y a todos aquellos que ayudaron directa e indirectamente a realizar este trabajo de monografía.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Santo Tomás, por haberme abierto las puertas de esta prestigiosa institución, formadora de excelentes profesionales.

A la coordinadora Ing. Andrea C. Chaparro por su continuo esfuerzo para entregar buenos profesionales capaces para el desarrollo de la interventoría y supervisión técnica de las obras.

Y a todos mis compañeros y docentes, en especial mi director de monografía Ing. Juan C. Rincón que me ayudó y apoyó durante este proceso.

Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Objetivos	15
1.1 Objetivo General	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2. Marco Referencial	16
2.1 Marco Teórico	16
2.1.1 Obras de Extracción y Transporte.	16
2.1.2 Aplicación del Valor Ganado.	17
2.1.3 Obras de Geotecnia.....	19
2.1.4 Ventajas Competitivas con el método del valor Ganado.....	19
2.1.5 Derecho de vía.	20
2.2 Marco Conceptual.	20
2.3 Marco Normativo y Legal.	22
2.4 Localización y delimitación geográfica (histórico/natural):.....	24
3. Método	27
3.1 Tipo de investigación	27
3.2 Enfoque de investigación	28
3.3 Método de la investigación.....	28
3.4 Técnicas	29

3.5 Fases del proyecto	30
4. Resultados	32
4.1 Descripción de cada uno de los procesos de planificación, control y administración de las obras de geotécnica de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC), para la correcta ejecución del plan de actividades	32
4.2 Identificar la problemática en el control de tiempo y costos en la planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC) durante su ejecución, para conocer las condiciones en el que se ejecutaran las obras.....	40
4.3 Mejora del control de la obra empleando el método del valor ganado en las dimensiones de tiempo y costos en los procesos administrativos de las obras, para explorar diversas alternativas de solución.	54
4.3.1 Desarrollar un plan de gestión de proyectos.....	56
4.3.2 Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.....	61
4.3.3 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto.	62
4.3.4 Realizar el control integrado de cambios.....	64
4.3.5. Fase de cierre del proyecto Alcance.	64
4.3.6 Determinar el presupuesto Control de costos.	65
4.3.7 Indicadores, formulas e interpretación.....	67
4.3.8 Método del valor Ganado del proyecto.....	69
4.3.9 Plan de gestión de recursos humanos.	76
4. Conclusiones	77
Referencias Bibliográficas	79

Apéndices 82

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Actividades realizadas</i>	35
Tabla 2. <i>Ficha de equipo requerido</i>	37
Tabla 3. <i>Ficha de materiales requeridos</i>	37
Tabla 4. <i>Ficha de cantidades requeridos</i>	38
Tabla 5. <i>Matriz DOFA ODC Fortalezas y debilidades</i>	42
Tabla 6. <i>Matriz DOFA ODC Oportunidades y Amenazas</i>	42
Tabla 7. <i>Problemática asociada al tipo de estudio que corresponde</i>	43
Tabla 8. <i>Influencia de la tubificación.</i>	45
Tabla 9. <i>Factores y problemas en la administración de obras</i>	46
Tabla 10. <i>Planificación, control y administración en las obras de geotecnia</i>	46
Tabla 11. <i>Propuestas, licitaciones y contrataciones</i>	46
Tabla 12. <i>Gestión de recurso humano</i>	47
Tabla 13. <i>Recursos Humanos</i>	53
Tabla 14. <i>Recursos técnicos</i>	53
Tabla 15. <i>Cantidad de Obra realizada</i>	53
Tabla 16. <i>Acta de constitución del Proyecto</i>	58
Tabla 17. <i>Dimensiones clave para cada paquete de trabajo en el momento de la inspección</i>	67
Tabla 18. <i>Indicadores para el primer periodo</i>	70
Tabla 19. <i>Indicadores para el segundo periodo</i>	71
Tabla 20. <i>Indicadores para el tercer periodo</i>	73
Tabla 21. <i>Indicadores consolidados por periodos</i>	75

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Características del terreno.....	13
<i>Figura 2.</i> Ubicación Tramo oleoducto ODC.....	27
<i>Figura 3.</i> Registro fotográfico de la zona a intervenir.....	48
<i>Figura 4.</i> Registro fotográfico de la zona a intervenir.....	49
<i>Figura 5.</i> Áreas de conocimiento del proyecto.....	55
<i>Figura 6.</i> Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.....	62
<i>Figura 7.</i> Monitorear y controlar el trabajo del proyecto.	63
<i>Figura 8.</i> Proceso de monitoreo y control.	63
<i>Figura 9.</i> Realizar el control integrado de cambios.....	64
<i>Figura 10.</i> Controlar los costos. Diagrama de Flujo de datos	66
<i>Figura 11.</i> Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales.....	68
<i>Figura 12.</i> Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales por días para el primer periodo. ..	69
<i>Figura 13.</i> Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales por días para el segundo periodo. 71	
<i>Figura 14.</i> Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales por días para el tercer periodo.....	73
<i>Figura 15.</i> Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales.....	76

Lista de Apéndices

Apéndice A. BPMN de los procesos de planificación, control y administración de las obras de geotécnica. 82

Resumen

Los proyectos de ingeniería de la empresa Oleoducto de Colombia (ODC) enfrentan desafíos para el control y seguimiento de las obras, debido a los incumplimientos presentados, en un 20% en la programación de obra, y sobrecostos del 15%, que acarrearán los proyectos durante su ejecución con relación a lo proyectado.

La presente investigación es el desarrollo de la propuesta para planear el “método del valor ganado aplicado en una obra de geotecnia ejecutada sobre el derecho de vía del Oleoducto de Colombia”, proyecto para la especialización en Interventoría y Supervisión de la Construcción, con el propósito de incorporar mejoras en los sistemas de control y monitoreo en las obras, que a partir de la metodología de valor ganado como control de alcance, tiempo y costo en las obras, se expone la problemática actual de la empresa, las formas en que son llevados los procesos actuales, realizando la contextualización sus variables, términos y aplicación mediante las fórmulas.

El objetivo principal de la investigación es planear la “Aplicación el método de valor ganado como herramienta de control en construcción de obras de geotecnias ejecutadas para proteger los oleoductos expuestos a través del derecho de vía de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC)”, ya que la mayoría de los proyectos que se desarrollan en la industria, requieren ser controlados de una forma eficiente y confiable, garantizando la eficiencia en el uso del presupuesto, y planificando las actividades al principio del proyecto en relación a sus costos.

Palabras claves. Costos de proyecto, Geotecnia, Oleoducto de Colombia (ODC), Método del Valor Ganado, Control del proyecto.

Abstract

The engineering projects of the company Oleoducto de Colombia (ODC) face challenges for the control and monitoring of the works, due to the non-compliances presented in the scheduling and cost overruns caused by the projects during their execution in relation to what was projected.

The present investigation is the development of the proposal planning the "method of the earned value applied in the geotechnical works carried out on the right of way of the pipeline of Colombia", project for the specialization in Auditing and supervision of construction, with the purpose of incorporating improvements in the control and monitoring systems in the works, which based on the earned value methodology such as scope, time and cost control in the works, the current problems of the company, the ways in which the current processes are carried out, were explained , contextualizing its variables, terms and application using the formulas.

The main objective of the investigation is planning the “Application of the earned value method as a control tool in the construction of geotechnical works carried out to protect the pipelines exposed through the right of way of the company Oleoducto de Colombia S.A. (ODC)”since most of the projects that are developed in the industry, require to be controlled in an efficient and reliable way, guaranteeing the efficiency in the use of the budget, and planning the activities at the beginning of the project in relation to their costs .

Keywords- Project costs, Geotechnics, Colombia Pipeline (ODC), Earned Value Method, Project control.

Introducción

La Geotecnia es una rama fundamental de la Ingeniería Civil que tiene por objetivo "estudiar las propiedades físicas y mecánicas del terreno para garantizar que las obras que se construyan tengan un comportamiento adecuado desde el punto de vista estructural y de servicio" (Cuanalo Campos & Sosa Contreras, 2019, pág. 1), la cual se encarga de identificar las fallas que ocurrieron, ocurren o pueden ocurrir, con el fin de evitar que un proyecto colapse nuevamente, de esta forma se dispone de una condición estable del terreno, mediante un diagnóstico acerca del medio físico y de las condiciones topográficas, climáticas y geológicas regionales, por la cual pasara el oleoducto.

Con el fin de dar cumplimiento de los planes de prevención, se hace un reporte de diagnóstico terrestre del Derecho de Vía (DDV) y de acceso e inspección geotécnica con una ficha específica, la cual evalúa el movimiento del terreno y la humedad, para de esta manera indicar si existe un deterioro en la obra y proceder a dar solución inmediata al problema

Con respecto al mantenimiento, es necesario disponer de ciertas características, como la abscisa del terreno, el tipo de material (Suelo residual arcilloso), Tipo de erosión (Laminar), Característica del movimiento, (Avanza), entre otros aspectos cruciales como se observa en la figura 1, para ejecutar y controlar las obras de mantenimiento o de construcción.



Figura 1. Características del terreno.

En la actualidad se han implementado nuevas metodologías para llevar a cabo el control de obra, pero “el método del Análisis del Valor Ganado (AVG) es una técnica extremadamente sencilla, a pesar de la sensación diametralmente opuesta que puede provocar la reciente explosión en la literatura de títulos aparentemente sofisticados dedicados al tema” (Acosta & Zulay, 2020, pág. 37). Esta técnica o método, es utilizado con mayor frecuencia en la gestión de proyectos, por permitir hacer una comparación entre el trabajo realizado desde su inicio hasta la fecha, de acuerdo con su planificación proyectada; por lo tanto, indica en el momento que se realiza, en relación a la calidad, costo y tiempo y si es necesario realizar algún tipo de ajuste en el proyecto.

Dicho lo anterior, el presente trabajo busca mostrar en un proyecto de geotecnia realizado para la empresa Oleoducto de Colombia (ODC): la planeación del Método del Valor Ganado, aplicando cada uno de sus elementos, índices y proyecciones, que permita hacer el control de tiempo y costos de todos los proyectos de forma oportuna, para que, a la hora de ejecutarlos, sea más eficiente.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Planear la aplicación del método de valor ganado como herramienta de control en construcción de obras de geotecnia ejecutadas para proteger los oleoductos expuestos a través del derecho de vía de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC).

1.2 Objetivos Específicos

- Describir cada uno de los procesos de planificación y control de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC), para la correcta ejecución del plan de actividades.
- Identificar la problemática en el control de tiempo y costos de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC) durante su ejecución, para conocer las condiciones en el que se realizaran las obras.
- Plantear la mejora del control de la obra empleando el método del valor ganado en las dimensiones de tiempo y costos en los procesos administrativos de las obras, para explorar diversas alternativas de solución.

2. Marco Referencial

El marco de referencia que se establece a continuación permite corroborar estudios y conceptos relacionados con la “geotecnia, mediante el método del valor ganado y su aplicación sobre el derecho de vía del oleoducto de Colombia (ODC)”, por lo tanto, su construcción permite no cometer o repetir los mismos errores al mostrar los avances y dificultades que han tenido los estudios precedentes.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Obras de Extracción y Transporte. La ejecución de obras relacionadas con la extracción y transporte de hidrocarburos en Colombia, tiene competencias económicas y ambientales sobre la ejecución de las obras y actividades de exploración, explotación, transporte, conducción, depósito de hidrocarburos y construcción de refinerías; por lo tanto es necesario una valoración ambiental y económica para mitigar los impactos negativos con el medio ambiente y las pérdidas ocasionados en la mala gestión de las refinerías, principalmente en las obras de geotecnia ejecutadas sobre el derecho de vía del Oleoducto de Colombia.

El proceso de globalización dentro del contexto de la economía mundial, ha convertido al mundo en un mercado de insumos y espacio de acción, tanto para la producción como para la adquisición, distribución y comercialización de los productos o servicios; por esta razón los hidrocarburos juegan un papel importante en el contexto económico al enfocarse en optimizar recursos, disponer mejor del tiempo y ahorrar costos desde el proceso de extracción hasta su transporte y disposición final del cliente, generando una gran oportunidad de negocio para la

compañía, lo que finalmente se refleja como una ventaja competitiva (Sarmiento, 2015, págs. 13-14)

Lo que concierne al transporte del crudo, a través de tuberías o como comúnmente se conoce mediante los oleoductos, no puede interrumpir otros servicios; por lo tanto deben excluir las instalaciones domiciliarias donde el paso se considera línea regular, haciendo excavaciones a cielo abierto (apiques) u otro tipo de exploración, para determinar con exactitud la profundidad a la cual se encuentra el tubo (Sarmiento, 2015, pág. 71).

Dicho lo anterior, el transporte de combustible puede causar un impacto negativo en el medio ambiente, al tratarse de un producto contaminante y difícil de manejar, por lo que su transporte requiere de equipos, materiales y expertos, para su manejo y evitar riesgos y daños ambientales (Caicedo & Aristizabal, 2019, pág. 20).

2.1.2 Aplicación del Valor Ganado. A partir de la ley 99 de 1993, se determinan los estudios de impactos ambientales y la Evaluación de Impacto Ambiental que han sido reglamentadas en sucesivas ocasiones, debido a las exigencias en las metodologías de identificación y evaluación de los impactos ambientales (Melo, 2014, pág. 18). ODC es una empresa líder en el transporte de petróleo en Colombia, al prestar servicios de traslado de crudos pesados y medios, mezclas y servicios especializados (ODC, 2018); por lo tanto, se hace necesario la herramienta del valor ganado para optimizar recursos y costos en su transporte, partiendo de la geotecnia como rama fundamental para sustentar el presente documento.

El valor ganado se considera como una herramienta que permite a la empresa incrementar las ganancias de las actividades realizadas en los proyectos del campo de los hidrocarburos, pero es cuestión de los gerentes y directores del proyecto, cuestionar e implementar las acciones de valor

ganado en dichos proyectos (Duarte & Pinilla, 2014, págs. 16-17); además sirve como herramienta para controlar la gestión, mediante la integración de la medición del alcance, el costo y la agenda del proyecto, en donde su análisis requiere de tres técnicas importantes como: el costo planeado o presupuestado (PV, Planned Value), el costo real (AC, Actual Cost) y el valor del trabajo realizado (EV, Earned Value) (Murias, 2018, pág. 13).

De acuerdo con lo anterior, el valor ganado es el valor de los trabajos que se realizan hasta un instante temporal de acuerdo con el presupuesto inicial, por lo que representa la cantidad presupuestada para realizar el trabajo que se ha ejecutado hasta ese instante.

La gestión del valor ganado (EVM) en sus diferentes formas, es un método que se utiliza comúnmente para la medición del desempeño, que para el presente proyecto se enfoca sobre el derecho de vía en el oleoducto de Colombia, integrando las mediciones del alcance del proyecto, costo y cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar y medir el desempeño y el avance de este. Más que una técnica, es una herramienta que brinda la posibilidad de construir una línea base integrada con respecto a la cual se puede medir el desempeño durante la ejecución del proyecto (Duarte & Pinilla, 2014, pág. 17).

Los principios del EVM pueden aplicarse a todos los proyectos, en cualquier tipo de industria, ya que es un método que permite responder a los interrogantes que son críticas para el desarrollo y éxito de cualquier tipo de proyecto tales como (Barboza, 2013, págs. 16-17):

- ¿El proyecto está adelantado o atrasado con respecto al cronograma?
- ¿Qué tan eficiente es el uso del tiempo en el proyecto?
- ¿Cuándo probablemente se completará el proyecto?
- ¿El proyecto está por debajo o por encima del presupuesto?
- ¿Qué tan eficiente es el uso de los recursos en el proyecto?

- ¿Cuánto costara el trabajo restante del proyecto?
- ¿Cuánto podría costar el proyecto completo?
- ¿Cuánto será el mayor o menor presupuesto al finalizar el proyecto?

2.1.3 Obras de Geotecnia. Cualquier actividad a realizar por parte de la empresa, existe la necesidad de disponer de una licencia ambiental, determinando las variables y criterios identificados para el desarrollo y manejo de las obras de geotecnias en el sector de hidrocarburos en Colombia, con el fin de generar un desarrollo sostenible, identificando las categorías de ordenación: áreas protegidas (públicas y privadas), zonas de amortiguación y estrategias de conservación (Melo, 2014, pág. 76).

2.1.4 Ventajas Competitivas con el método del valor Ganado. De acuerdo a lo anterior el proceso de globalización en Colombia, permite obtener ventajas competitivas, pero a la vez incrementa los costos en la adquisición y desarrollo de nuevas propuestas de valor para la empresa, que de una u otra manera su retribución económica debe ser mayor en comparación a periodos anteriores.

Los oleoductos deben cumplir con ciertas normas durante su trayectoria, atraviesa el país con un recorrido de 483 kilómetros desde el Magdalena Medio hasta Coveñas (ODC, 2018), haciendo de los procesos, métodos para evitar situaciones que afecten el ecosistema o alguno de sus componentes.

Lo que corresponde al desarrollo económico de las actividades técnicas del sector de los hidrocarburos, las operaciones del transporte de hidrocarburos son consideradas peligrosas, debido a las acciones generadas por grupos al margen de la ley como son: los atentados

terroristas, extorsiones, secuestros de funcionarios; sin embargo, es necesario la existencia de los mantenimientos y la construcción de nuevas vías para el transporte del crudo.

La facilidad de la recepción del crudo, constituyen el desarrollo de estrategias que se proyectan a obras para hacer el proceso del transporte más eficaz, donde se realizaran actividades de manejo y fiscalización del crudo, contando con facilidades de manejo y almacenamiento temporal (Sarmiento, 2015, pág. 39).

2.1.5 Derecho de vía. El derecho de vía representa a la compañía un mejor desempeño, pues facilita la operación del transporte de hidrocarburos toda vez que optimiza los costos de operación al disminuir las interrupciones por cualquier eventualidad en el sistema y contribuyendo al desarrollo y progreso de la región; para las comunidades de la región, representa generación de empleo directo e indirecto, mejorando las condiciones de vida de las comunidades vecinas al oleoducto (OCENSA, 2017). Los proyectos en los cuales se invierten los excedentes o utilidades de los contratos son previamente concertados y viabilizados por la comunidad, esto con el fin de contribuir al desarrollo social de la región, incentivar a la comunidad a que hagan parte de la empresa y generar ingresos por el desarrollo de otras actividades.

2.2 Marco Conceptual.

El marco conceptual que se evidencia a continuación permite evidenciar los términos o conceptos que definen el objeto de estudio, y los significados ligados a los términos que se relacionan con “geotecnia a través del método del valor ganado y su aplicación sobre el derecho de vía del oleoducto”.

- **Geotecnia.** La geotecnia se encarga del estudio de la composición y propiedades de un suelo específico mediante herramientas para el análisis de su confiabilidad; durante los últimos años ha tenido gran interés, ya su estudio puede contemplarse a través de diferentes metodologías, en donde se resalta los métodos estadísticos como por ejemplo en la evaluación de confiabilidad e incertidumbre en mecánica de rocas (Hidalgo & Pacheco, 2011, pág. 81). García, H., Colonia, J. y Corales, J., (2013) argumentan que geotecnia permite definir amenazas en el suelo que puede afectar un oleoducto durante su construcción y etapa de funcionamiento. Estas amenazas están relacionadas por los condicionantes y particularidades del relieve y clima (pág. 3).

- **Valor planificado.** El valor planificado (PV) es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que se debe ejecutar con el fin de completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del proyecto; dentro del valor ganado debe incluirse en detalle el trabajo realizado, así como el presupuesto para este, el cual se asigna por fase durante el ciclo de vida del proyecto (Duarte & Pinilla, 2014, pág. 17).

- **Valor ganado.** A diferencia del valor planificado, el valor ganado (EV), es el valor del trabajo completado expresado en términos del presupuesto aprobado asignado, que a través de las actividades establecidas en el cronograma se vea reflejada a la hora de ejecutarlas (Duarte & Pinilla, 2014, pág. 17). El valor ganado (EV) es la medida del trabajo realizado expresado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo. Es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado (Guía de PMBOK© , 2017).

- **Eficiencia.** La eficiencia es la consecución del resultado con el mínimo de recursos, disminuyendo costos, pero obteniendo el mismo o mejor resultado; si al cumplir los objetivos

principales dentro del tiempo y costo planeado, se puede decir que el proyecto tiene éxito y es eficiente (Rueda, Jiménez, & Sánchez, 2015, pág. 7).

- **Proyecto.** Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo con el fin de crear un producto, servicio o resultado único en el que se establece una serie de pasos o planificación de actividades para alcanzar un fin específico (Guía de PMBOK© , 2017, pág. 4).

- **Gestión de proyectos.** Son las habilidades y los procesos de la planeación y control que necesita una empresa u organización para finalizar un proyecto, a través de unos objetivos, y mejorando los límites de tiempo, costo, calidad y seguridad a un nivel de riesgo aceptable (Wallace, 2014, pág. 18)

2.3 Marco Normativo y Legal.

- **Ley 1753 del 2015.** Imponer multas por el incumplimiento de las obligaciones estipuladas para los hidrocarburos. Art. 26: El Ministerio de Minas y Energía impondrá multas por el incumplimiento en las obligaciones estipuladas en el Código de Petróleos, cuando el incumplimiento no genera la cancelación del contrato. El cumplimiento de la normatividad con respecto al código de petróleos (Congreso de la República de Colombia, Ley 1753 de 2015, 2015).

- **Resolución 0222 del 2011:** Requisitos para la gestión ambiental integral de equipos y desechos que consisten, contienen o están contaminados con Bifenilos Policlorados (PCB). Se establecen los requisitos y medidas para la gestión ambiental adecuada de equipos, materiales o instrumentos que contengan Bifenilos Policlorados, líquidos altamente contaminantes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2011).

- **Ley 1931 del 2018:** Directrices para la Gestión del Cambio Climático. Permite establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones que tomen las personas públicas y privadas, en departamentos, municipios, ciudades, distritos, áreas y autoridades ambientales, con el fin de mitigar gases de efecto invernadero, el daño a bosques y suelos, promoviendo equidad y transición hacia una mejor economía. Obligaciones con el medio ambiente (Congreso de la República de Colombia, Ley 1931 del 2018, 2018).

- **Decreto 1753 del 3 de agosto de 1994.** Con el objeto de reglamentar parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales el entonces Ministerio del Medio Ambiente emitió el Decreto 1753 del 3 de agosto de 1994, el cual en referencia a los objetivos y alcances del estudio de impacto ambiental y en particular las que se refieren a las restricciones en la ejecución de los proyectos que requieran licencia ambiental (Ministerio del Medio Ambiente, Decreto No. 1753 del 3 de agosto de 1994, 1994).

- **Decreto 1180 de mayo 10 del 2003.** Posteriormente, con la expedición del Decreto 1180 de mayo 10 del 2003 que derogó el Decreto 1728 de 2002 y en consecuencia reglamentó el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre las Licencias Ambientales, entre otros estableció la exclusión del registro ante la administración en función de las guías ambientales, a los proyectos desarrollados en las unidades político-administrativas de Colombia (Municipios, departamentos) que tengan aprobados Planes de Ordenamiento Territorial (POT) o similares (Ministerio del Medio Ambiente, Decreto 1180 de mayo 10 del 2003, 2003).

- **Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010.** Posteriormente el 5 de agosto de 2010 el Gobierno nacional expidió el Decreto 2820 que derogó al decreto 1220 de abril 21 del 2005. Este Decreto fue el primero que, dentro de las normas expedidas sobre esta materia, expresamente

incorporó dentro de su articulado el concepto de zonificación de manejo ambiental (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Ter, 2010).

- **Sistema Nacional Ambiental-SINA.** La Constitución Política de 1991 y materializado con la Ley 99 de 1993, la cual, inspirada en los acuerdos y compromisos de la Cumbre de Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro (1992), crea una nueva institucionalidad para el sector ambiental colombiano. La aparición del Sistema Nacional Ambiental (SINA), definido como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia de 1991 y la ley 99 de 1993.

2.4 Localización y delimitación geográfica (histórico/natural):

A partir de 1986 se inicia la construcción del Oleoducto de Colombia S.A. En 1989 comenzamos un trabajo que aún persiste: transportar crudo hasta Coveñas, en Sucre, para su posterior exportación. Estos son los hechos claves en la historia de la compañía.

Como parte del Plan de Desarrollo 2000, Ecopetrol proyecta la construcción de un sistema de transporte de crudo entre Vasconia (Boyacá) y Coveñas (Sucre). Hocol S.A. y Ecopetrol acuerdan dividir el proyecto en dos tramos: El primero entre Dina (Huila) y Puerto Boyacá (Boyacá), que se llamaría Oleoducto del Alto Magdalena. El segundo entre Puerto Boyacá y Coveñas (Sucre), que constituye el Oleoducto de Colombia.

Este tramo integraría la infraestructura nacional de oleoductos y permitiría la exportación de petróleo crudo de los campos localizados en el Alto Magdalena, Magdalena Medio y los Llanos Orientales. En Julio de 1989 se crea Oleoducto de Colombia S.A., a través de una sociedad entre Ecopetrol, Hocol S.A., ESSO Colombiana Limited, BP Exploration Company Colombia LTDA.,

Lasmo Oil Colombia LTDA., ELF Aquitaine Colombie S.A., Total Exploratie en Productie Maatschappij B.V., y LL & E. Colombia INC.

El Ministerio de Minas y Energía aprueba los estudios técnicos para comenzar la construcción del oleoducto. El Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (Inderena) concede la Licencia de Viabilidad Ambiental para la construcción del sistema. La sociedad adjudica el contrato de construcción al Consorcio Obras de Ingeniería, conformado por las firmas TECHINT y SPIE CAPAG.

En 1990 se construye el Oleoducto de Colombia S.A. El cronograma se ve afectado ante diversos problemas de orden público. En 1993 British Petroleum (BP) realiza una propuesta para ampliar la capacidad de transporte de 150.000 a 210.000 barriles por día. El Ministerio de Minas y Energía autoriza la construcción de la estación de Caucasia.

En 1992 El oleoducto recibe el primer barril de crudo a la Estación Vasconia; comienza la operación del oleoducto entre Vasconia y Coveñas; se recibe crudo en el Terminal de Coveñas.

En 1995 entra en operación la estación de Caucasia, gracias a lo cual consolidamos la capacidad de 250.000 barriles diarios. En 1996 desarrollamos pruebas de nuestra ampliación del oleoducto, con resultado de 281.000 barriles con crudo Cusiana. A partir de esto, establecemos una capacidad de 221.000 barriles diarios de crudo Mezcla Vasconia.

En el año 2009 en Oleoducto de Colombia S.A. comenzamos a bombear crudo Pesado Castilla. En el Oleoducto de Colombia S.A. recorreremos más de medio país para transportar petróleo desde su lugar de origen hasta el puerto de Coveñas, donde lo cargamos para su exportación. Estas son nuestras instalaciones:

En Oleoducto de Colombia S.A. ofrecemos propuestas de valor claras que cubren a cada uno de nuestros grupos de interés. Éstas nos posicionan en el mercado como una empresa que presta

servicios novedosos, con una tarifa muy competitiva, y respetando el medio ambiente y las comunidades donde tenemos influencia.

En el Oleoducto de Colombia S.A. contamos con un plan de abastecimiento que responde a las necesidades puntuales y a las eventualidades que enfrenta el transporte de petróleo a lo largo del año. Este programa refleja el compromiso que tenemos con las comunidades, proveedores y contratistas de las áreas donde operamos.

Somos una empresa líder en el transporte de petróleo en el país. Prestamos servicios de traslado de crudos pesados y medios, mezclas y servicios especializados.

Fundada en 1989 nuestra organización se ha consolidado como un referente en la realización de procesos eficientes y socialmente responsables con el entorno. Velamos por el desarrollo de aquellas comunidades que se encuentran en nuestra zona de influencia por medio de un trabajo responsable, profesional y conjunto. Comprendemos que todas las sociedades pueden evolucionar cuando se les brindan oportunidades y un ambiente seguro para su desarrollo.

Atravesamos el país con un recorrido de 483 kilómetros desde el Magdalena Medio hasta Coveñas. Oleoducto de Colombia S.A. se constituye como una empresa respetuosa del medio ambiente y del cuidado de los recursos naturales. Nuestros procesos están enfocados en evitar situaciones que afecten el ecosistema o alguno de sus componentes. En el Oleoducto de Colombia S.A. generamos valor para el negocio de nuestros clientes mediante el uso de la tecnología adecuada, el conocimiento profundo de la industria y la realización de procesos que generen valor compartido. Nos inspira conocer e interpretar las necesidades de nuestros clientes para generar soluciones novedosas.

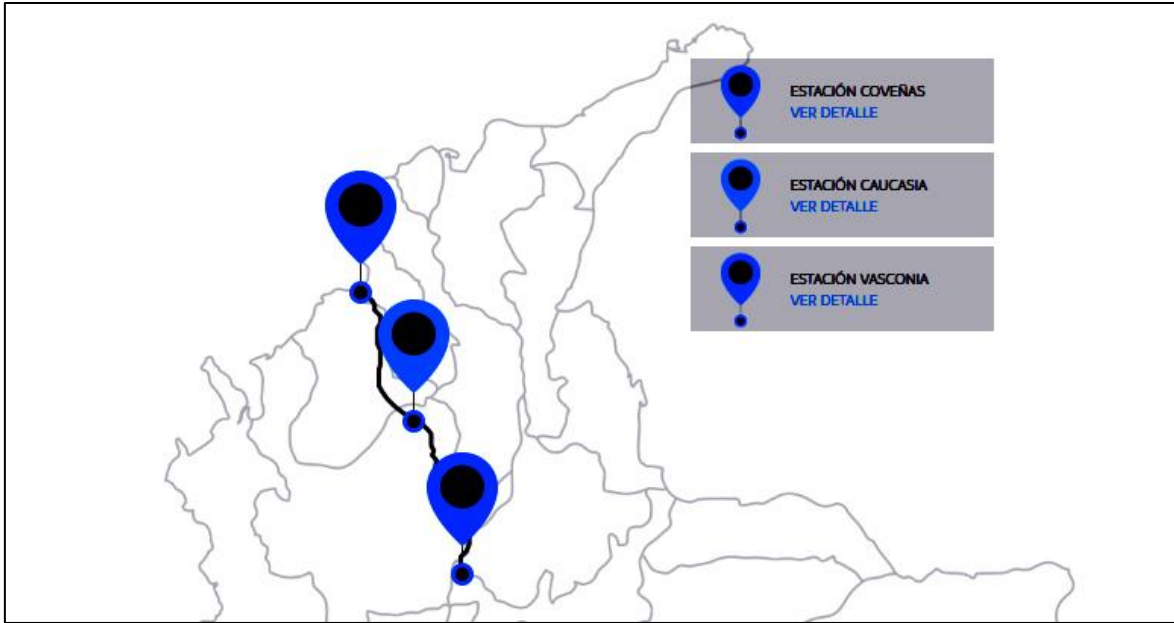


Figura 2. Ubicación Tramo oleoducto ODC.
Adaptado de ODC, 2018.

3. Método

3.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo longitudinal con un enfoque cualitativo, al comparar datos obtenidos en diversas oportunidades o momentos dentro del mismo contexto en que se desarrolla. Con el propósito de evaluar los cambios, se debe aplicar el método de valor ganado como herramienta de integración administrativa, planeación y control en obras geotécnicas ejecutadas sobre el derecho de vía de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC), con el fin de optimizar recursos.

3.2 Enfoque de investigación

La metodología utilizada es cualitativa, se encuentran fundamentados en la experiencia y la intuición, se aplican a un número pequeño de casos, el entendimiento del fenómeno es en todas sus dimensiones aprender de experiencias y puntos de vista de los individuos, valorar procesos y teoría fundamentada en la perspectiva de los participantes (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, págs. 7-10).

3.3 Método de la investigación.

La investigación se divide en dos partes, la primera se desarrollará de acuerdo a las fuentes de información de primera mano suministrada por la empresa Oleoducto de Colombia¹, para obtener el logro de los objetivos propuestos y la validación de la hipótesis, en coherencia con el método seleccionado.

La segunda está orientada a fuente de investigación secundarias mediante el análisis de bases de datos por parte de la empresa ODC, actas, fichas geotécnicas, informes y ordenes de servicios revistas, entre otros para ser analizados mediante la estadística descriptiva con el fin de identificar las principales características de un número reducido de gráficos y explicación con cifras numéricas acerca del método de valor ganado como herramienta de integración administrativa, planeación y control en obras de geotecnias ejecutadas sobre el derecho de vía de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC),

Se organiza para su presentación en fases de trabajos que se agrupan en actividades y tareas a realizar el desarrollo de la investigación.

¹ Disponible en el link: <https://www.oleoductodecolombia.com/Paginas/home.aspx>

3.4 Técnicas

En el presente estudio se realiza un estudio de fuentes primarias, secundarias, revisión bibliográfica y antecedentes de otros proyectos, con la finalidad de lograr el desarrollo de todos los objetivos del presente documento, así mismo realizar un diagnóstico que permita describir cada uno de los procesos de planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC). A partir de esto se inicia el desarrollo de la metodología de diagnóstico y se conocerán algunas herramientas que se utilizarán para el diagnóstico.

Para el cumplimiento de los objetivos y siguiendo el modelo de mejora, el desarrollo del proyecto consta de 4 fases, como se menciona a continuación:

1. Recopilar información bibliográfica y analizar las variables que influyen sobre el derecho de vía del Oleoducto de Colombia, incluyendo las alternativas para optimizar tiempo y costos en la planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC)

2. Recolección de datos:

- Recopilar de los reportes de nuestro negocio, los recorridos que hace el oleoducto para el transporte del crudo en sus tres estaciones, identificando la variable de tiempos, velocidad de transporte y costo de las obras de geotecnia.

- Definir el alcance, costos y tiempo de la construcción de obras.

- Definir y establecer el alcance del proyecto y la cantidad de trabajo por realizar, mediante los trabajos necesarios para completar y alcanzar el resultado del proyecto

- El Costo consiste en ejecutar un control y seguimiento del presupuesto detallado, desde los costos unitarios, por actividades o por tareas y verificar que los costos reales no sobrepasen los definidos en el presupuesto detallado.

- El tiempo o plazo está directamente relacionado con la definición del alcance.

- Analizar las variables que más impactaron en cada una de las tres estaciones

3. Análisis de datos:

- Analizar descriptivamente los datos por variable y visualizarlos de manera gráfica.

- Analizar a través de indicadores de desempeño los resultados.

4. Descripción de las posibles soluciones al problema:

- Plantear la mejora del control de tiempo y costos a través del método de valor ganado en los procesos administrativos de las obras.

- Analizar el impacto económico de la técnica utilizada como soporte para incrementar la inversión y el desarrollo en cada una de las estaciones.

3.5 Fases del proyecto

1. Recopilar información bibliográfica y analizar las variables que influyen sobre el derecho de vía del oleoducto de Colombia, incluyendo las alternativas para optimizar tiempo y costos en la planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC).

Actividad A. Revisión de Literatura acerca del tema.

Actividad B. Identificar las variables que influyen sobre el derecho de vía.

Actividad C. Análisis bibliográfico y de las variables.

Actividad D. Contexto del sector.

2. Recolección de datos

Actividad E. Identificación del recorrido del oleoducto.

Actividad F. Registro de datos.

Actividad G. Tabulación y Comparación de los datos obtenidos.

Actividad H. Describir cada uno de los procesos de planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC).

3. Análisis de datos

Actividad I. Análisis descriptivo de los datos por variables.

Actividad J. Identificar la problemática en el control de tiempo y costos en la planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC) durante su ejecución.

4. Descripción de las posibles soluciones al problema:

Actividad K. Plantear la mejora del control de tiempo y costos a través del método de valor ganado en los procesos administrativos de las obras.

Actividad L. Crear un informe periódico que permita identificar y analizar las actividades que generan retrasos y mayores costos durante la ejecución de obra de geotecnia.

Actividad M. Revisión del documento.

4. Resultados

4.1 Descripción de cada uno de los procesos de planificación, control y administración de las obras de geotécnica de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC), para la correcta ejecución del plan de actividades

A partir de los procesos de planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa ODC, se incluyen la notación más práctica y actual utilizada para el modelado de procesos (BPMN), especificando las actividades principales que los integran y la secuencia de ejecución de estas. Estos diagramas evidencian desde el momento en que es identificado un tramo en deterioro, el desarrollo de las actividades y la culminación de la obra (ver Apéndice A).

Para describir cada uno de los procesos de planificación, control y administración, es necesario conocer que los procesos de planificación para aplicar el método del valor ganado en las obras de geotecnia ejecutadas sobre el derecho de vía del Oleoducto de Colombia, será lo que concierne a las acciones y un cronograma de actividades que alcanzan determinados resultados y objetivos. Las obras de geotecnia son importantes, para ser llevadas en todos los niveles de la organización, el cual involucra a una persona o un grupo específico para su ejecución.

La importancia en las obras se encuentra sujeta al control y administración de los procesos que la involucra, dichas obras requieren de gran atención por sus directores de acuerdo a su complejidad, con el fin de desplegar la estrategia e innovación, de acuerdo al contexto en el que se está desarrollando para su competitividad. Aunque la empresa ODC en la actualidad tiende a organigramas más planos y organizados por equipos muy enfocados a su desarrollo, la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades llevadas a cabo que son de vital importancia, con el fin de cumplir con los requisitos que exige para su ejecución.

Mediante una buena aplicación e integración adecuada de los procesos de dirección, los cuales son identificados para cada una de las obras llevadas a cabo, le permite a ODC, la ejecución eficaz y eficiente; ayudando a todos los involucrados, grupos y organizaciones públicas y privadas a cumplir con las expectativas que se tienen durante su desarrollo.

Cada obra en el derecho de vía requiere de una entrada, herramientas y técnicas para terminar una salida que puede ser un entregable o un resultado, siendo los resultados una consecuencia final de un proceso y los procesos las actividades superpuestas que tienen lugar a lo largo de su desarrollo.

Con respecto a las fases de las obras, para alcanzar los objetivos propuestos para su desarrollo, se deberá pasar por tres fases fundamentales para su formulación y posterior evaluación; estas fases son: la fase de pre inversión en donde se plantea el problema y se definen los objetivos; la fase de inversión o ciclo primario en donde ya está definido el problema y se comienzan a buscar las posibles alternativas para su solución y se ejecuta el proyecto, y por último la fase de operación o ejecución.

La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con las exigencias del mismo, se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de una serie de procesos agrupados, que conforman los cinco grupos de procesos (Guía de PMBOK© , 2017).

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Seguimiento y Control
- Cierre

Una vez definidos los cinco grupos de procesos, para la correcta ejecución del plan de actividades se tiene en cuenta las siguientes generalidades:

1. Nombre orden de trabajo. Corresponde al nombre de la orden de trabajo.
2. Objetivo de la actividad. Se define el objetivo que en su gran mayoría busca proteger los oleoductos expuestos a través del control de deterioro del derecho de vía, a través de construcción de obras de protección geotécnica.
3. Desarrollo de actividades realizadas. De acuerdo con el apéndice A del inicio del presente capítulo, antes de desarrollar las actividades se debe haber constatado los requerimientos de la obra en deterioro, los registros de solicitudes, la captación de requerimientos e identificado las necesidades básicas para su desarrollo; de esta forma se establece el análisis, la selección y evaluación de alternativas y hacer el debido proceso de registro de obra con el fin de buscar el mejor oferente para la adjudicación del contrato. En la tabla 1, se puede evidenciar un ejemplo que corresponde al desarrollo de las actividades, cuyos ítems son actividad, fecha de inicio, fecha de fin y las notas.

Una vez adjudicado el contrato, ambas partes (ODC y Contratista) firman el contrato, donde hasta el momento ya se ha constatado los recursos económicos, humanos y técnicos necesarios para la planeación y programación de las obras, la inspección y seguimiento de los trabajos y mano de obra no calificada.

ODC elabora y presenta la orden de servicio, la cual es entregada al contratista, donde el contratista tiene el pleno conocimiento de los términos y las condiciones establecidas, incluyendo las especificaciones técnicas y las normas técnicas aplicables para realizar los servicios y ya ha realizado la evaluación y el análisis de los aspectos técnicos, operativos, comerciales, logísticos, entre otros necesarios para llevar a cabo la obra.

Al ejecutar la obra, se requieren ciertos documentos de entrada (ver Apéndice A), para selección del tramo, alistamiento de materiales, implementación del plan de contingencia y emergencia y desarrollo de actividades. A medida que se ejecutan las obras, se realiza el debido proceso de inspección, acompañamiento y verificación de los objetivos planteados por el contratista, esta función la desarrolla el supervisor.

Tabla 1. *Actividades realizadas*

ACTIVIDAD	INICIO	FIN	NOTAS
Alistamiento de materiales	06-11-18	06-11-18	Logística y movilización
Inducción HSE	06-11-18	06-11-18	Se firma acta de inicio, se entrega dotación al personal de obra, se hace jornada HSE e inspección de área localización y replanteo.
Construcción de campamento	06-11-18	07-11-18	Construcción de punto de encuentro y reunión, almacén de materiales y letrina.
Adecuación de área de trabajo	06-11-18	10-11-18	Señalización, entrada y salida de la obra.
Implementación plan de contingencia y emergencia	08-11-18	10-11-18	Se implementa el plan de contingencia puntual en el área con el fin de asegurar y controlar cualquier evento. Adicionalmente, se cuenta con los equipos necesarios y materiales de primeros auxilios
Localización y demarcación	08-11-18	10-11-18	Se gestiona con los dueños de las tierras el inicio de las actividades. Se realiza demarcación de las obras y se mide la afectación.
Rocería y limpieza	06-11-18	27-11-18	Se realiza a mano con machete, se retira la capa vegetal, raíces y tronco en el sitio a intervenir.
Excavación manual	07-11-18	28-11-18	Demarcación de la zona, se analizan los riesgos y controles, la actividad de hace manualmente.
Relleno compactado	08-11-18	24-11-18	Conformación y compactación manual con material común en capas de 15 cm hasta llegar a la altura requerida
Cortacorriente en SSC FIQE T2	26-11-18	28-11-18	Mezclado de suelo cemento en proporción 1:5, llenado de sacos ¾” con proporción 1:5 cosida, extendido de sacos y compactación y estacado de sacos.
Canal colector en SSC FIQE T3	22-11-18	24-11-18	Mezclado de suelo cemento en proporción 1:5, llenado de sacos ¾”, extendido de sacos y compactación y estacado de sacos.
Canal colector piedra pegada t3 e=10 cm	19-11-18	21-11-18	Instalación de malla gallinero, extendida de mortero y colocación de piedra pegada como disipador de corriente.

Tabla 1. (Continuación)

Batea en concreto de 3.000 psi piedra pegada con espesor 0,15	14-11-18	16-11-18	Instalación de malla electrosoldada, extendida de concreto y colocación de piedra pegada como disipador de corriente.
Mantenimiento y limpieza de cunetas	06-11-18	28-11-18	Recuperación de canales existentes, con limpieza y excavaciones.
Barreras en SS FIQUE	10-11-18	26-11-18	Llenado de sacos ¾” con suelo, cosida, extendido de sacos, compactación y estacado de sacos.
Demolición de concreto	09-11-18	20-11-18	Retiro de material existente, para la reconstrucción de la batea
Suministro de volqueta	06-11-18	06-11-18	Ingreso de materiales en volqueta.
Reconformación DDV	09-11-18	28-11-18	Adecuación del terreno del Derecho de vía de ODC para la siembra de pasto.
Revegetalización por semilla	27-11-18	28-11-18	Siembra de pasto por semilla, con gallinaza.
Construcción cerca protectora	03-12-18	03-12-18	Instalación de madera y alambre de púas alrededor de las obras
Transporte mular	06-11-18	06-11-18	Transporte de materiales y herramientas durante la ejecución de la obra
Trasiego de material	06-11-18	06-11-18	Transporte de materiales y herramientas durante la ejecución de la obra
Jornada HSE	06-11-18	06-11-18	Procedimientos, análisis de riesgos en el trabajo, actos y condiciones inseguras, plan de emergencia ambiental, plan de emergencia médica, manejo de residuos, priorización de riesgos.
Servicio de bodegaje	06-11-17	28-11-18	Bodega por un mes
Desmante de campamento	27-11-18	28-11-18	Limpieza final orden, aseo y traslado de herramientas
Informe final	28-11-18	10-12-18	Entrega final de informe y AZ

Nota: Desarrollo y descripción de las actividades que incluye fecha de inicio y fin.

4. Recursos. Corresponde a todos los recursos humanos, técnicos y administrativos para ejecutar las obras. Para la ejecución de los ítems presupuestados se cuenta con personal calificado para la evaluación del riesgo geotécnico, planeación y programación de las obras, la inspección y seguimiento de los trabajos y mano de obra no calificada. Los materiales exigidos en las obras se identifican en una ficha técnica para los mismos.

5. Aspectos socio económicos. Las obras ejecutadas generan empleos directos e indirectos contribuyendo al desarrollo de la comunidad, además se fomenta en los colaboradores que la utilidad proveniente del contrato se destinará a cubrir necesidades básicas de la comunidad.

6. Costos presupuestados vs ejecutados. Para cada uno de los costos que incurren en la obra, se tiene una tabla la cual describe el material que necesita, la cantidad de materiales y los días que van a ser utilizados para el desarrollo de las obras, como se observa en las tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2. *Ficha de equipo requerido*

Descripción	Cant.	días
Extintor	8	30

Nota: Descripción, cantidad y duración de equipo requerido en obra.

Tabla 3. *Ficha de materiales requeridos*

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT
Agua y varios	bolsa	1012
Aguja de arria	EA	10
Alambre de púas calibre 14	rll	45
Arena	m3	17
Cemento gris x 50 kg	bulto	246
Estacas 1"x1" x30 cm de longitud	EA	870
Estacones para cerca (2.2m x 10 cm)	EA	225
Gallinaza x 50kg	bulto	360
Grapa para cerca	kg	4
Hilo de polipropileno x 750 m	rll	2
Malla gallinero	m2	91
Piedra	m3	11
Puntillas 3"	Lb	5
Sacos de fique (Nuevo)	und	809
Semilla brachiaria decumbens	kg	12
Tablas 3x0,25x0,02	EA	36
Tierra	m3	138
Transporte mular	carga	524
Rula (machete)	EA	135
Lima	EA	135
Carpa 4x4 lona	EA	0,36
Herramientas menores	gl	1222
Grava tam max ¾"	m3	6

Nota: Descripciones, unidades y cantidades de materiales requeridos en obra.

Tabla 4. *Ficha de cantidades requeridos*

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
1	Rocería y limpieza	m2	15000
2	Excavación manual	m3	95
3	Relleno compactado manualmente	m3	75
4	Cortacorriente SSC fique T2	m	45
5	Canal colector SSC fique T3	m	85
6	Canal colector piedra pegada T3 e=10Cms	m	70
7	Batea E=15 cm (M2) (incluye excavación)	m2	60
8	Mantenimiento y limpieza de cunetas	m	150
9	Barreras en Saco-Suelo fique	und	110
10	Demolición de concreto	m3	20
11	Suministro de volquetas	día	1
12	Reconformación DDV	m2	1200
13	Revegetalización por semilla	m2	1200
14	Construcción cerca protectora	m	450
15	Campamento temporal de obra	m2	12
16	Transporte mular	carga	90
17	Trasiegos materiales	ton/kg	43
18	Jornada HSE	día	1
19	Servicio bodegaje	día	25

Nota: Descripciones, unidades y cantidades de actividades requeridas en obra.

7. Resultados obtenidos. Son los logros de las practicas segura y responsable, cumpliendo con cada uno de los procedimientos de HS y técnico exigido por la empresa, responden al trabajo planteado alcanzando los objetivos de desarrollar obras con las especificaciones técnicas requeridas, con apoyo y coordinación de la labor de cada una de las áreas de apoyo, que capacitó y se entrenó al personal requerido.

Es necesario que una vez culminada cada una de las obras, la empresa tenga a su mano el registro fotográfico, para evidenciar que las actividades fueron ejecutadas de forma segura cumpliendo con los procedimientos de estándares de la industria y procedimientos técnicos para obras civiles y geotécnicas.

Por último, los anexos que corresponden a cada una de las obras y que son el listado de documentos de soporte, deben ser diligenciados en sus respectivos formatos de la empresa, como son:

1. ficha técnica o geotécnica
2. datos generales: especificación de ubicación geográfica.
3. registro fotográfico: registro antes, durante y después, en donde se identifiquen aspectos como: evento, corrección, resultados.
4. formatos de inspección: formatos requeridos según las prácticas recomendadas, procedimientos y estándares aplicados para la ejecución de las actividades.
5. informe técnico
6. bitácora
7. dossier para inicio de trabajos: compendio de documentos requeridos para el inicio de las actividades.

La buena planificación en los procesos llevados a cabo, mantienen una buena gestión, garantiza que lo que se está entregando está bien hecho y proporcionará un valor real frente a las oportunidades del entorno; por esta razón a medida que se avanzan en las obras, es posible que surjan riesgos, que se conviertan en problemas; por lo tanto el gerente o encargado de la obra, tendría la dirección apropiada, control o propósito, que le permite al equipo hacer su mejor trabajo.

4.2 Identificar la problemática en el control de tiempo y costos en la planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC) durante su ejecución, para conocer las condiciones en el que se ejecutaran las obras.

En el presente ítem se visualiza la problemática en el control de tiempo y costos en la planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC) durante su ejecución; el uso del método y los instrumentos diseñados para conocer las condiciones en el que se ejecutan las obras permitieron llegar al diagnóstico y las conclusiones que se presentan a continuación.

De acuerdo a la ubicación de los oleoductos, estos están sometidos a condiciones ambientales adversas hasta el punto de quedar obsoletos o que puedan ser objeto de daños por derrumbes o inundaciones, si no se realiza un plan de mantenimiento adecuado que evite el daño de los sistemas que conforman el monitoreo y control del crudo para evitar daños mayores.

ODC, ha tenido una serie de eventos relacionados con fallas en el mantenimiento del ducto, lo que ha conllevado a realizar actividades de seguimiento y control. Para esto es necesario dar cumplimiento de los planes de prevención, mediante un reporte de diagnóstico terrestre del DDV y de acceso e inspección geotécnica con la ficha técnica de la empresa. ODC tiene dos maneras de identificar los problemas de geotecnia, el primero por medio aéreo (helicóptero) el cual se realiza una vez por semana y la segunda por vía terrestre (cadena pisada), la cual se realiza cada dos meses con informes bimestrales y semestrales.

ODC ha logrado identificar tres problemas comunes de geotecnia, los cuales son: Los deslizamientos por tierra, la erosión y la tubificación; por lo tanto, es necesario analizar la situación actual y de esta manera proyectar el pronóstico que comprende los problemas, las

causas y soluciones. Esta decisión ayudará a determinar los objetivos, políticas, estrategias y operaciones, donde cada problemática está asociada con los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el estado de control de tiempo y costos en la planificación, control y administración de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A

- Obtener un diagnóstico particular para cada uno de los procesos que compone la empresa.

Para identificar la problemática se realizó un estudio de fuentes primarias, secundarias, revisión bibliográfica y antecedentes de otros proyectos. Lo anterior con la finalidad de conocer la metodología que se empleó para el desarrollo del proyecto de grado y así mismo determinar la situación actual de la empresa frente a la problemática planteada. Las herramientas que se utilizaron para identificar la problemática fueron: identificación de procesos y recursos, y matriz DOFA.

- **Diagnóstico cualitativo.** El diagnóstico de la empresa ODC se llevó a cabo teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Realizar el reconocimiento de la empresa.
- Identificar los procesos de operación de la empresa.

Definido el estado actual de la empresa, se procede a la identificación de oportunidades y amenazas, como las debilidades y fortalezas, para esto es necesaria la elaboración de la matriz DOFA.

- **Matriz DOFA.**

Tabla 5. *Matriz DOFA ODC Fortalezas y debilidades*

FORTALEZAS	DEBILIDADES
La empresa cuenta con gran cantidad de producto.	Poca inversión en las obras de geotecnia
Buen nivel de directivos.	Carencia de control de tiempo en las obras
Personal competitivo en experiencia y profesionalismo en el sector de hidrocarburos	No hay una correcta planificación de obras para el transporte del crudo pesado.
Buena rentabilidad.	Falta de investigación y desarrollo.
Gran demanda y oferta del producto.	Malos tiempos de entrega de los proyectos.
Buen proceso comercial.	Personal no capacitado.
Buen proceso financiero.	
La empresa cuenta con buena Liquidez.	
La empresa posee buena capacidad de endeudamiento.	
Excelente infraestructura	
Recurso humano eficiente y eficaz	

Nota: Identificación de fortalezas y debilidades de la empresa.

Tabla 6. *Matriz DOFA ODC Oportunidades y Amenazas*

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Desarrollo de nuevas tecnologías para el transporte del crudo	Normatividades ambientales
Los esfuerzos del gobierno Nacional para mejorar la economía.	Cambio Climático
Acceso al mercado internacional	Restitución de tierras a campesinos por desplazamiento
Acuerdos comerciales con otros países.	Conflicto con los indígenas

Nota: Identificación de oportunidades y amenazas de la empresa.

El propósito, de realizar la Matriz DOFA es reunir, procesar y analizar la información base que será relevante durante el desarrollo de la presente investigación; esto con la finalidad de conocer más a fondo las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenaza que tiene la empresa,

además de otros aspectos que son de interés como las características del lugar donde se presenta la problemática.

El objetivo de identificar la problemática es de explorar diversas alternativas de solución, teniendo como base los tres problemas más comunes y de esta forma seleccionar la solución más adecuada para cumplir con la meta y objetivos de la investigación. En la tabla 7 se describe la problemática asociada al tipo de estudio que corresponde.

Tabla 7. *Problemática asociada al tipo de estudio que corresponde*

Estudio de Ingeniería	Problemática	Descripción
Básica		
Topográfico	Deslizamiento de tierra	Topografía general del sitio o terreno de estudio.
Geológico	Erosión	Tipos de rocas en la superficie, estructuras geológicas, perfiles típicos.
Geotécnico	Deslizamiento de tierra y erosión	Relieve, origen de las geoformas, etc.
Hidrológico	Tubificación	Servicios disponibles

Nota: Problemáticas identificadas que requieren una revisión de estabilidad.

De acuerdo a la tabla 7, las tres problemáticas identificadas requieren de una revisión de la estabilidad de taludes en vialidades de realizar el respectivo diseño de muros de retención y mejorar las condiciones de los suelos mediante el proceso de nivelación.

Antes de comenzar a describir cada una de las problemáticas identificadas que componen el estudio de Geotecnia, se debe hacer mención a los trabajos previos y a la fase preliminar de gestión y planeación que desarrolla la empresa, estos trabajos son realizados a través de un contratista, que se encarga de llevar a cabo cada una de las reparaciones que haya lugar.

La fase de exploración es realizada por ODC, lo que comúnmente se conoce como “etapa o trabajos de campo”, tomando la evidencia de forma aérea o por tierra de las condiciones y características del suelo, por lo tanto, una vez identificada la falla sobre el derecho de vía del oleoducto, las actividades son realizadas en el sitio o terreno de estudio, mediante el equipo de exploración.

Este trabajo de exploración es el punto de partida para obtener datos importantes sobre las condiciones del suelo con datos verdaderos, confiables y abundantes, lo que le permite a la empresa tener una idea clara y exacta de la problemática; por lo tanto la confiabilidad de los datos obtenidos son analizados por los trabajadores mediante los métodos o procedimientos de exploración geotécnica, lo cual permite obtener las características geotécnicas del sitio, como lo son: condiciones del suelo, la profundidad o nivel del suelo y su estructura y consistencia natural. A continuación, se describen las tres problemáticas identificadas:

- **Deslizamiento de tierra.** De acuerdo a los movimientos de tierra, esto genera taludes o corte en el terreno, por lo tanto, requieren estructura de contención para evitar los derrumbes producto de la inestabilidad del terreno; de esta forma la empresa evita aumentar costos y gastos que ocasionan estos problemas.

Partiendo de las evidencias geológicas, los deslizamientos afectan el transporte del crudo, donde la mayoría de estos problemas se relacionan por presencia de agua.; es decir, ocurren durante o inmediatamente después de fuertes periodos de lluvias.

Para evitar el desplazamiento de la tierra, es necesario ejercer controles en las zonas de mayor afectación de humedad, desarrollar actividades de cimentación, estabilidad de estructuras afectadas por la socavación en ríos y realizar drenajes en la zona.

- **Erosión.** La erosión se relaciona con el modelado del relieve, el cual tiene su vinculación directa con el clima de la zona; es posible identificar algunas causas como: la magnitud y el tipo de proceso, que permitan identificar el origen y severidad de las causas ocasionadas y de esta forma analizar las condiciones climatológicas, que crean montañas, valles y otras formas del relieve. La erosión es producida por la acción del agua y el viento, responsable de los cambios

constantes bajo la acción de las lluvias, esta acción genera además deforestación y actividades antrópicas.

- **Tubificación.** La tubificación se produce normalmente al interior de la cicatriz o de los depósitos de vertiente generados por dicho deslizamiento, ocasionado también por presencia de agua, y en el caso en el que las fuerzas resistentes de la erosión sean menores que las fuerzas del flujo de agua se presenta la tubificación.

La tubificación se define como la erosión mecánica por dispersión, disolución y exportación que ocurre en los suelos, regolitos y sus materiales parentales, cuyos materiales son evacuados por flujos hidráulicos subsuperficiales. La influencia de la tubificación se describe en la tabla 8.

Tabla 8. *Influencia de la tubificación.*

Gran Resistencia a la tubificación	<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla muy plástica ($I_p > 15^\circ$), bien compactadas. • Arcilla muy plástica ($I_p > 15^\circ$), con compactación deficiente.
Resistencia media a la tubificación	<ul style="list-style-type: none"> • Arenas bien graduadas o mezclas de arena y grava con contenido de arcilla de plasticidad ($I_p > 6^\circ$), bien compactadas. • Arenas bien graduadas o mezclas de arena y grava con contenido de arcilla de plasticidad ($I_p > 6^\circ$), con compactación deficiente. • Mezclas no plásticas bien graduadas y bien compactadas de grava, arena y limo.
Baja Resistencia a la tubificación	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclas no plásticas bien graduadas y deficientemente compactadas, de grava, arena y limo ($I_p > 6^\circ$), bien compactadas. • Arenas limpias, finas, uniformes ($I_p > 6^\circ$), bien compactadas. • Arenas limpias, finas, uniformes ($I_p > 6^\circ$), con compactación deficiente.

Nota: Resistencias a la tubificación.

Adaptado de (Hernández Reyes, 2015, pág. 3)

- **Caracterización de la problemática.** A continuación, se identifican los factores que corresponden a los criterios restrictivos consignados como deficientes y regulares, de acuerdo con la metodología desarrollada identificando los problemas y las causas:

Tabla 9. *Factores y problemas en la administración de obras*

Factores	Problemas	Causas	Prioridad
Planificación, control y administración en las obras de geotecnia	Tiempo no productivo	Asignación de actividades a otras dependencias Falta de planeación.	Muy importante Muy importante
Proceso de control del tiempo sobre el manejo y la utilización de los materiales y suministros comprados a los proyectos.	Tiempo no productivo	Falta de información	Muy importante
Proceso de control sobre el manejo y la utilización de los materiales y suministros enviados a los proyectos.	Tiempo no productivo, materiales fuera de las especificaciones y entregas fuera de tiempo.	Errores de información	Muy importante
Equipo humano para distribuir actividades y responsabilidades	Tiempo no productivo	Traslado a otras áreas	Muy importante

Nota: Descripción de las causas y prioridades que tiene cada uno de los factores y problemas en la administración de obras.

Tabla 10. *Planificación, control y administración en las obras de geotecnia*

Factores	Problemas	Causas	Prioridad
Función de cargos	Tiempo no productivo	Asignación de actividades a otras dependencias	Muy importante
Programación de las obras	Tiempo no productivo	Falta de planeación	Muy importante
		Falta de información y control	Importante
Control de obras	Tiempo no productivo	Incumplimiento en el plan de trabajo	Muy importante
Recurso humano	Tiempo no productivo	Mala programación de trabajo	Muy importante

Nota: Descripción de las causas y prioridades que tiene la planificación, control y administración de las obras.

Tabla 11. *Propuestas, licitaciones y contrataciones*

Factores	Problemas	Causas	Prioridad
Definir Procedimientos	Tiempo no productivo	Falta de claridad en las actividades del proceso	Muy importante
Definir Funciones	Tiempo no productivo	Asignación de actividades de otras dependencias	Muy importante

Nota: Descripción de las causas y prioridades que tiene cada uno de los factores y problemas de las propuestas, licitaciones y contrataciones de obras.

Tabla 12. *Gestión de recurso humano*

Factores	Problemas	Causas	Prioridad
Vinculación del personal apto para ejercer funciones específicas	Tiempo no productivo	Personal no capacitado	Muy Importante

Nota: Descripción de las causas y prioridades que tiene cada uno de los factores y problemas en la gestión de recurso humano en las obras.

Además de lo expuesto anteriormente, la compañía contrata a la Junta de Acción Comunal de cada uno de los sectores a intervenir para construir las obras de protección geotécnica, los servicios y/o trabajos se ejecutan de acuerdo a lo requerido en la ficha técnica expuesta por la empresa y especificaciones técnicas de obras civiles.

En el 2018 se ejecutaron obras para mitigar el impacto las cuales fueron: Rocería y limpieza, excavación, relleno compactado manualmente, canal colector piedra pegada Tipo 3 10 cm de espesor, demolición de concreto, reconformación DDV, construcción cerca protectora, revegetalización por semilla, batea espesor 0,15 cm, cortacorrientes T2 en SSC fique, canal colector en SSC fique, Barreras en saco suelo fique proporción 1:5, rocería DDV arbusto y limpieza.

Las obras fueron realizadas entre el 06 y el 28 de noviembre de 2018. Además, posterior a terminar las obras, se realiza visita en campo para realizar seguimiento a las obras y verificación de coordenadas.

Para la realización de las obras de geotecnia para estabilización del terreno y manejo de aguas en el derecho de vía por derrumbe es necesario llevar a cabo las siguientes actividades:

- Alistamiento y cargue de materiales y herramientas.
- Inducción HSE al personal que ingresa a laborar.

- Divulgación de análisis de riesgos y procedimiento para las obras de geotecnia en el Km del terreno de ODC.
- Descargue de materiales y herramientas.
- Trasiego de materiales y herramientas al sitio de trabajo.
- Construcción de puente para paso seguro de personal y materiales.
- Instalación de campamento provisional de obra.
- Trazado, localización y replanteo del terreno correspondiente a cortacorrientes y cerca de protección.
- Adecuación de áreas de trabajo y señalización de áreas
- Demarcación de cortacorrientes Tipo 2.
- Excavación manual para construcción de cortacorrientes.
- Descargue de materiales (cemento, madera rolliza, postes de madera y costales).

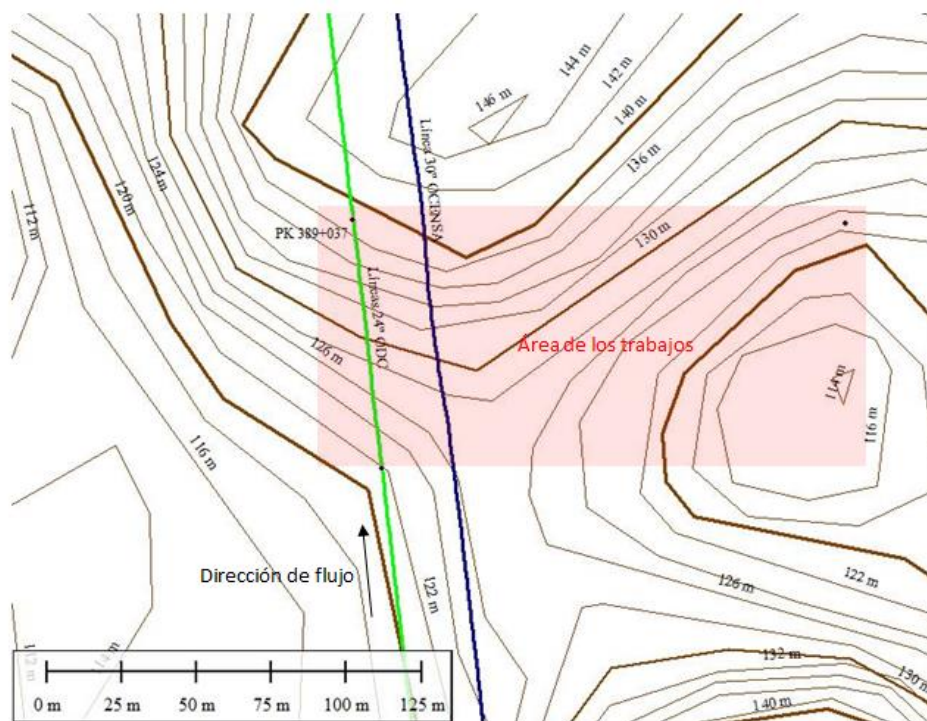


Figura 3. Registro fotográfico de la zona a intervenir.

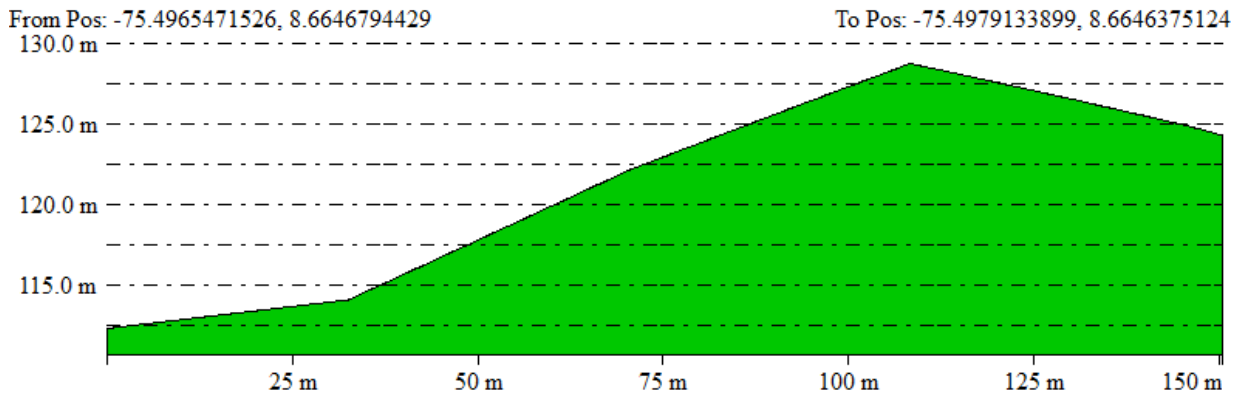


Figura 4. Registro fotográfico de la zona a intervenir.

Como se puede observar en la figura 3, Se localiza línea de 24" de ODC y área donde se efectúan los trabajos con su respectivo PK, con el fin de determinar los elementos necesarios y el costo asociado a cada elemento; para esto es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Transporte manual de materiales: cemento, costales, y estacas (acopio – frente de obra)
- Movilización de cemento y madera rolliza con apoyo de la Camioneta (Acceso – Acopio)
- Excavación Manual para Construcción de Cortacorrientes (80 m).
 - Construcción de 4 Cortacorrientes Tipo 2 de 20 m de longitud cada uno.
 - Construcción de punto ecológico y señalización de senderos peatonales.
 - Construcción de acopio temporal de residuos sólidos e instalación de señalización en sitios de acopio de materiales.
 - Construcción de cerca en madera y alambre de púas para protección de los cortacorrientes.
 - Rocería y limpieza del área para construcción de trinchos de madera.
 - Trazado y localización para la construcción de trinchos en madera y cerca de protección.
 - Perfilado del terreno donde se construirán los trinchos de madera.
 - Instalación de línea de vida y adecuación de accesos al deslizamiento.
 - Construcción de trinchos en madera.

- Simulacro de Evacuación (HSE)
- Ahoyado del terreno e instalación de estacones de madera para cerca.
- Construcción de cerca en madera y alambre de púas

Una vez determinado todo el elemento que intervendrán en la obra, se procede a dar inicio a las siguientes actividades:

- Construcción de trinchos de madera
- Aplicación de cal agrícola y abono orgánico (gallinaza)
- Revegetalización por estolón (área de trinchos y área de cortacorrientes)
- Construcción de cerca en madera y alambre de púas
- Desmantelamiento del campamento y áreas de trabajo
- Cargue y desmovilización de herramientas y materiales en camión turbo
- Descargue y entrega de herramientas y materiales en la Trampa Remedios
- Finalización de la orden de trabajo
- Finalizan obras de geotecnia para estabilización del terreno y manejo de aguas en el

derecho de vía ODC por derrumbe

Dicho lo anterior, la mayor problemática que se evidencia al ejecutar las obras de geotecnia, es que el presupuesto va de acorde a la cantidad de materiales y al tramo señalado por los ingenieros que intervienen en las obras y de allí se designa el presupuesto sin un control alguno, de lo presupuestado vs lo ejecutado.

Partiendo de este contexto, la integración del proyecto y la ejecución de las obras estará definida a través de la unificación, consolidación, comunicación y acciones integradoras cruciales para tener un mejor control en el desarrollo del proyecto. Esto con el fin de tener

mayor disponibilidad y distribución geográfica de instalaciones, recursos, infraestructura y materiales.

Otros de los factores que influyen a la hora de ejecutar el presupuesto son los factores de tipo humano como:

- a. Los recursos humanos existentes, sus habilidades y conocimientos
- b. Gestión de personal, sistemas de motivación e incentivos
- c. Entornos operativos y sistemas de autorización de trabajos de la compañía
- d. Los canales de comunicación formales e informales establecidos en la organización
- e. Las bases de datos disponibles
- f. El sistema de información para la dirección de proyectos
- g. Las normas, procesos y políticas de la organización, incluyendo la salud, seguridad, la ética y las normas y políticas de gestión de proyectos.
- h. Las plantillas, formularios estandarizados, la estructura de desglose del trabajo y los informes.
- i. Directrices para el cierre del proyecto, auditorías, evaluaciones, criterios de aceptación, etc.
- j. Información sobre la presentación de informes de tiempo, gasto, disposiciones del contrato, controles financieros.
- k. Procedimiento de gestión de riesgos, análisis de riesgos e informes de impacto.

Las Herramientas y Técnicas utilizadas por la empresa son:

1. Juicio de expertos
2. Técnicas de Facilitación: las tormentas de ideas, resolución de conflictos, solución de problemas y gestión de reuniones.

Por último, se obtiene el acta de constitución de proyecto, el cual es un documento que autoriza la existencia del proyecto que se va a realizar y confiere al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto

Una vez constituida el acta de constitución del proyecto, se procede a desarrollar el plan de dirección del proyecto, que al igual que el desarrollo del acta, se centra en las mismas situaciones agregando a las entradas: la salida de los otros procesos que se integran al plan de gestión, es decir en este proceso de define, prepara y coordina todos los planes secundarios del proyecto.

Las herramientas y técnicas se mantienen igual, se agregan a las salidas los siguientes ítems:

- Plan de gestión del alcance
- Plan de gestión de requisitos
- Plan de gestión del cronograma
- Plan de gestión de costos
- Plan de gestión de calidad
- Plan de gestión del proceso
- Plan de gestión de recursos humanos
- Plan de gestión de comunicaciones
- Plan de gestión de riesgos
- Plan de gestión de las adquisiciones

Es de vital importancia que para elaborar excelentes estrategias es necesario primero identificar los cambios ocurridos o que van a ocurrir, además de determinar el tipo de recursos de información y financiamiento que necesito para dar cumplimiento a los objetivos. Para esto es necesario realizar el análisis de las tablas 13, 14 y 15 para utilizar la técnica de valor agregado y obtener resultados eficientes.

Tabla 13. *Recursos Humanos*

Cargo	Total días	Salario por día	Cantidad de personas	Costo total
Obreros	40	\$40.641	26	\$42.266.640
Oficial de obra civil	24	\$50.164	1	\$1.203.936
Chofer II	24	\$50.164	1	\$1.203.936
Inspector de obra general	45	\$63.642	1	\$3.054.816
Técnico en herramientas y bodegas	24	\$50.164	1	\$1.203.936
Oficial	24	\$50.164	1	\$1.203.936

Nota: Descripción, cantidad y costo de cada cargo usado en obra.

Tabla 14. *Recursos técnicos*

Equipo	Total días	Valor día	Costo Total
Camioneta doble cabina 4x4 diésel	45	\$188.400	\$8.478.000
Camión 4x2 doble cabina 4 Ton.	6	\$165.360	\$992.160

Nota: Descripción, cantidad y costo de cada recurso técnico usado en obra.

En la tabla 15 se puede evidenciar la cantidad de obra necesaria para realizar el trabajo, por lo que el porcentaje de lo ejecutado se ajusta a las condiciones de las obras, por políticas propias de la empresa como se describe a continuación:

Tabla 15. *Cantidad de Obra realizada*

Ítem	Actividad	Unidad de medida	Cantidad estimada	Valor Unitario	Valor Total
1	Rocería y limpieza	m2	15000	\$ 621	\$ 9.315.000
2	Excavación manual	m3	95	\$ 96.174	\$ 9.136.530
3	Relleno compactado manualmente	m3	75	\$ 78.656	\$ 5.899.200
4	Cortacorriente SSC fique T2	ml	45	\$ 86.861	\$ 3.908.745
5	Canal colector SSC fique T3	ml	85	\$ 116.688	\$ 9.918.480
6	Canal colector piedra pegada T3 e=10Cm	ml	70	\$ 125.847	\$ 8.809.290
7	Batea E=15 Cm (M2) (incluye excavación)	m2	60	\$ 151.264	\$ 9.075.840
8	Mantenimiento y limpieza de cunetas	ml	150	\$ 9.741	\$ 1.461.150
9	Barreras en Saco-Suelo fique	und	110	\$ 7.493	\$ 824.230
10	Demolición de concreto	m3	20	\$ 203.221	\$ 4.064.420
11	Suministro de volquetas	día	1	\$ 712.115	\$ 712.115

Tabla 15. (Continuación)

14	Reconformación DDV	m2	1200	\$	1.602	\$	1.922.400
15	Revegetalización por semilla	m2	1200	\$	1.546	\$	1.855.200
16	Construcción cerca protectora	ml	450	\$	19.665	\$	8.849.250
17	Campamento temporal de obra	m2	12	\$	295.991	\$	3.551.892
18	Transporte mular	carga	90	\$	16.000	\$	1.440.000
19	Trasiegos materiales	ton/km	43	\$	160.000	\$	6.880.000
20	Jornada HSE	día	4	\$	1.412.614	\$	5.650.456
21	Servicio bodegaje	día	25	\$	207.800	\$	5.195.000
Total Costos directos						\$	98.469.198
Administración						7%	\$ 6.892.844
Imprevisto						4%	\$ 3.938.768
Utilidad						5%	\$ 4.923.460
Total Indirectos						16%	\$ 15.755.072
Total Costos directos + indirectos							\$ 114.224.270

Nota: Se detalla el valor de los costos directos e indirectos de la obra.

De acuerdo a lo expuesto en cada tabla, en el siguiente ítem se plantea la mejora del control de la obra empleando el método del valor ganado en las dimensiones de tiempo y costos en los procesos administrativos de las obras, para explorar diversas alternativas de solución.

4.3 Mejora del control de la obra empleando el método del valor ganado en las dimensiones de tiempo y costos en los procesos administrativos de las obras, para explorar diversas alternativas de solución.

El Método del Valor Ganado (EVM), permite al gerente del proyecto medir la cantidad de trabajo realizado más allá de la revisión básica de los informes, de esta forma se logra medir el progreso logrado. En los informes de costos, el gerente mediante el progreso medido predice el costo total del proyecto y la fecha de finalización, conforme a los análisis de los índices de desempeño.

El valor ganado, es el costo presupuestado del trabajo realizado, por lo tanto, a partir de estos costos, el gerente calcula los índices de desempeño, con el cual mide el rendimiento del costo en relación al cronograma de las actividades programadas, lo cual proporciona la información necesaria sobre el desempeño o ejecución del proyecto en relación con sus planes originales.

Para mejorar el control de la obra, fue necesaria la creación de un plan de proyecto sólido, especialmente guiados por la guía PMBOK®, 6ta Edición, del PMI, definiendo los lineamientos necesarios para aplicar a la presente investigación, describiendo de manera detallada los entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear esos entregables.

A continuación, se desglosa claramente, la planificación del proyecto y la incorporación del Método del Valor Ganado como se describe en la figura 5.

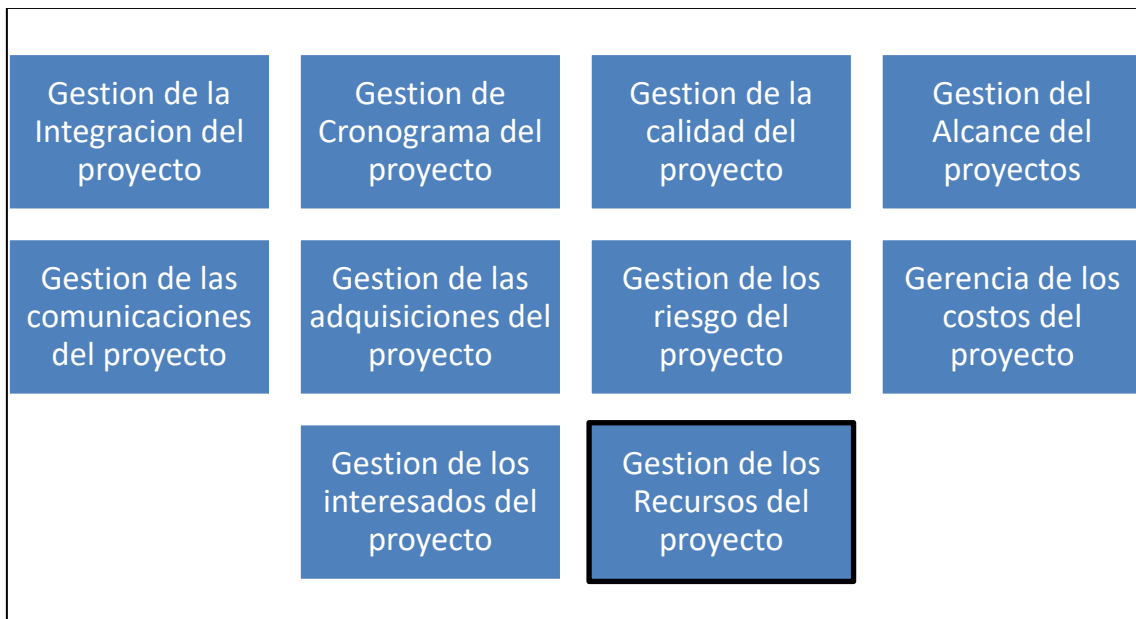


Figura 5. Áreas de conocimiento del proyecto.
Adaptado de (Guía de PMBOK®, 2017, pág. 25)

En la guía PMBOK® 6ta edición, se hace referencia al método del valor ganado en cuatro áreas específicas que son: Integración de Costos, comunicación y Riesgo, procesos de

planificación y control. Para la presente investigación, se siguen los lineamientos más importantes de la guía, los cuales se describen a continuación:

4.3.1 Desarrollar un plan de gestión de proyectos. Todo proceso inicial, se da a través de la planeación, donde está dirigida a la actuación de los involucrados del proyecto, mediante los objetivos, buscando los elementos necesarios para su cumplimiento y de esta manera garantizar el funcionamiento óptimo de la empresa.

La planeación, se describió mediante entradas, herramientas y técnicas, por ultimo las salidas. Se realizaran estrategias a corto, mediano y largo plazo, esto con el fin de facilitar al personal administrativo en la toma de decisiones, la implementación de los indicadores, monitoreo y seguimiento de cada persona o trabajador, corresponde al trabajo realizado por la empresa, principalmente de la parte administrativa, que se encargara de realizar actividades y programas, para capacitar al personal enfocados en los proyectos propios en mira al desarrollo socioeconómico de la ciudad y del departamento.

La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (Guía de PMBOK© , 2017, pág. 23). A partir de este contexto, la integración estará definida a través de la unificación, consolidación, comunicación y acciones integradoras cruciales para tener un mejor control en el desarrollo del proyecto.

- **Entradas:**

1. Trazado, localización y replanteo
2. Sector de hidrocarburos

3. Realización de las obras de geotecnia para estabilización del terreno y manejo de aguas en el derecho de vía por derrumbe.

4. Factores ambientales inherentes a la organización

a. Disponibilidad y distribución geográfica de instalaciones, recursos, infraestructura y materiales

b. Normas, políticas, métodos y procedimientos internos

5. Factores ambientales de tipo humano

a. Los recursos humanos existentes, sus habilidades y conocimientos

b. Gestión de personal, sistemas de motivación e incentivos

c. Percepción del liderazgo, jerarquía y relaciones de autoridad

d. Tolerancia al riesgo de la organización

6. Factores ambientales de tipo tecnológico

a. Entornos operativos y sistemas de autorización de trabajos de la compañía

b. Los canales de comunicación formales e informales establecidos en la organización

c. Las bases de datos disponibles

d. El sistema de información para la dirección de proyectos

7. Los activos de los procesos de la organización como: los estándares de la organización, políticas, plantillas y todo tipo de procedimientos.

a. Las normas, procesos y políticas de la organización, incluyendo la salud, la seguridad, la ética y las normas y políticas de gestión de proyectos.

b. Las plantillas, formularios estandarizados, la estructura de desglose del trabajo y los informes.

- c. Los requerimientos de comunicación, tecnología, medios de comunicación, retención de datos y seguridad.
 - d. Directrices para el cierre del proyecto, auditorías, evaluaciones, criterios de aceptación, etc.
 - e. Información sobre la presentación de informes de tiempo, gasto, disposiciones del contrato, controles financieros.
 - f. Procedimiento de gestión de riesgos, análisis de riesgos e informes de impacto.
- **Herramientas y Técnicas.**
 1. Juicio de expertos
 2. Técnicas de Facilitación.
 - **Salidas.** El acta de constitución de proyecto, el cual es un documento que autoriza la existencia del proyecto que se va a realizar y confiere al director del proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.

Tabla 16. *Acta de constitución del Proyecto*

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
Componente	Descripción
Título del proyecto	MÉTODO DEL VALOR GANADO APLICADO EN LAS OBRAS DE GEOTECNIA EJECUTADAS SOBRE EL DERECHO DE VÍA DEL OLEODUCTO DE COLOMBIA
Director del proyecto	Álvaro Villamizar Arenas
Verificación de presentación y aprobación de pólizas	Verificar presentación y aprobación de las pólizas exigidas.
Alcance del proyecto	Las obras que se ejecutaron para mitigar el impacto son: Rocería y limpieza, excavación, relleno compactado manualmente, canal colector piedra pegada Tipo 3 10 cm de espesor, demolición de concreto, reconformación DDV, construcción cerca protectora, revegetalización por semilla, batea espesor 0,15 cm, cortacorrientes T2 en SSC fique, canal colector en SSC fique, Barreras en saco suelo fique proporción 1:5, rocería DDV arbusto y limpieza, transporte mular, trasiego de material, servicio de bodegaje, jornada HSE.

Tabla 16. (Continuación)

Alineamiento del proyecto con los objetivos de la empresa.	del los la	Proteger los oleoductos expuestos a través del control de deterioro del derecho de vía, a través de construcción de obras de protección geotécnica.
Justificación del proyecto	del	<p>La empresa ODC, enfrenta desafíos para el control y seguimiento de las obras, debido a los incumplimientos presentados en la programación y sobrecostos que acarrear los proyectos durante su ejecución con relación a los proyectos; por lo tanto con la finalidad de dar cumplimiento a la problemática presentada en la empresa, se realiza un diagnóstico terrestre del DDV y de acceso e inspección geotécnica con una ficha específica, la cual evalúa el movimiento del terreno y la humedad, y de esta forma indicar si existe un deterioro en la obra y proceder a dar solución inmediata al problema.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con respecto al mantenimiento, es necesario disponer de ciertas características, como la abscisa del terreno, el tipo de material (Suelo residual arcilloso), Tipo de erosión (Laminar), Característica del movimiento, (Avanza), entre otros aspectos cruciales para ejecutar y controlar las obras de mantenimiento o de construcción.
Descripción del proyecto	del	<ul style="list-style-type: none"> • La descripción del proyecto se realizó en el numeral 4.1 de la presente investigación.
Entregables de Gestión		<ul style="list-style-type: none"> • Informes de avance del cronograma • Valorización Semanal • Informe de avance del presupuesto • Reportes mensuales
Restricciones		<ul style="list-style-type: none"> • Suspensión de obra por lluvias • Suspensión de obra por requerimiento legal de la comunidad. • Uso de los recursos ambientales de acuerdo a la normatividad vigente.
Límites del proyecto		<ul style="list-style-type: none"> • Alistamiento y cargue de materiales y herramientas. • Los ingenieros encargados realizaran el trazado, localización y replanteo • Se realizan campamentos temporales del contratista • Trasiego de materiales mayor a 100 metros • Entrega de equipos y herramientas (Obras mantenimiento mayor) • Los Inspectores de obra general supervisan el total de horas máquina de los equipos y el total de horas trabajador.
Fases del proyecto		<ul style="list-style-type: none"> • Logística y movilización • Se firma acta de inicio, se entrega dotación al personal de obra, se hace jornada HSE e inspección de área localización y replanteo. • Construcción de punto de encuentro y reunión, almacén de materiales y letrina. • Señalización, entrada y salida de la obra. • Se implementa el plan de contingencia puntual en el área con el fin de asegurar y controlar cualquier evento. Adicionalmente, se cuenta con los equipos necesarios y materiales de primeros auxilios • Se gestiona con los dueños de las tierras el inicio de las actividades. Se realiza demarcación de las obras y se mide la afectación. • Se realiza a mano con machete, se retira la capa vegetal, raíces y tronco en el sitio a intervenir. • Demarcación de la zona, se analizan los riesgos y controles, la actividad de hace manualmente.

Tabla 16. (Continuación)

- Conformación y compactación manual con material común en capas de 15 cm hasta llegar a la altura requerida
- Mezclado de suelo cemento en proporción 1:5, llenado de sacos ¾” con proporción 1:5 cosida, extendido de sacos y compactación y estacado de sacos.
- Mezclado de suelo cemento en proporción 1:5, llenado de sacos ¾”, extendido de sacos y compactación y estacado de sacos.
- Instalación de malla gallinero, extendida de mortero y colocación de piedra pegada como disipador de corriente.
- Instalación de malla electrosoldada, extendida de concreto y colocación de piedra pegada como disipador de corriente.
- Recuperación de canales existentes, con limpieza y excavaciones.
- Llenado de sacos ¾” con suelo, cosida, extendido de sacos, compactación y estacado de sacos.
- Retiro de material existente, para la reconstrucción de la batea
- Ingreso de materiales en volqueta.
- Adecuación del terreno del Derecho de vía de ODC para la siembra de pasto.
- Siembra de pasto por semilla, con gallinaza.
- Instalación de madera y alambre de púas alrededor de las obras
- Transporte de materiales y herramientas durante la ejecución de la obra
- Procedimientos, análisis de riesgos en el trabajo, actos y condiciones inseguras, plan de emergencia ambiental, plan de emergencia médica, manejo de residuos, priorización de riesgos.
- Limpieza final orden, aseo y traslado de herramientas
- Entrega final de informe y AZ

Nota: Documento que sirve para asignar los recursos en las actividades del proyecto.

Una vez constituida el acta del proyecto, se procede al desarrollo del plan del proyecto, el cual centra en las mismas situaciones agregando a las entradas: las salidas de los otros procesos que se integran al plan de gestión, es decir en este proceso se define, prepara y coordina todos los planes secundarios del proyecto. Las herramientas y técnicas se mantienen igual, por último, se agregan a las salidas los siguientes ítems:

- Plan de gestión del alcance
- Plan de gestión de requisitos
- Plan de gestión del cronograma
- Plan de gestión de costos
- Plan de gestión de calidad

- Plan de gestión del proceso
- Plan de gestión de recursos humanos
- Plan de gestión de comunicaciones
- Plan de gestión de riesgos
- Plan de gestión de las adquisiciones
- Plan de gestión de los interesados

Las acciones determinadas en la empresa ODC, dará el cumplimiento a cada uno de los objetivos en conjunto con las directrices de la misma, que, a través de la metodología a implementar, se formulen, implante y evalúen las decisiones interfuncionales que se consideren para llegar al cumplimiento de las metas.

Es de vital importancia que para elaborar excelentes estrategias es necesario primero identificar los cambios ocurridos o que van a ocurrir, además de determinar el tipo de recursos de información y financiamiento que necesito para dar cumplimiento a los objetivos.

4.3.2 Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto. En este proceso se encamina a liderar y llevar a cabo el trabajo definido en el ítem anterior, resaltando la implementación y cambios aprobados con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto. El encargado de llevar este trabajo será el director del proyecto junto con su equipo de trabajo.

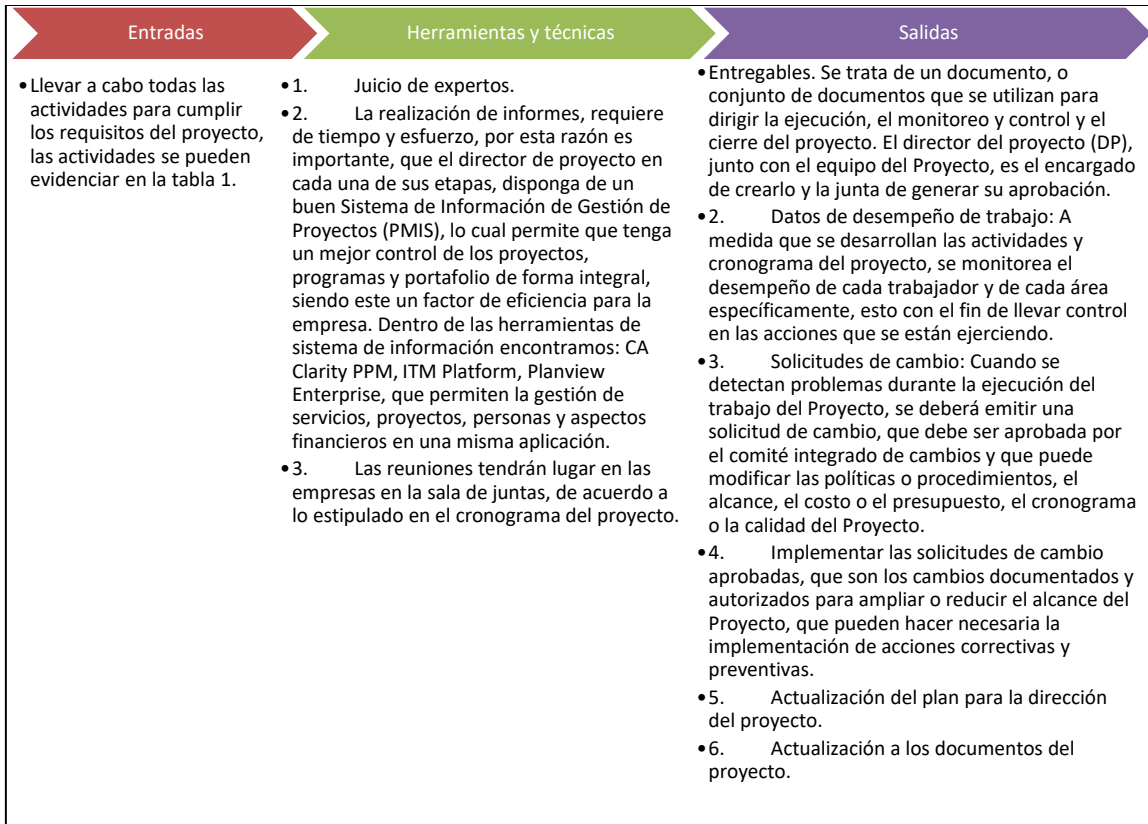


Figura 6. Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.

4.3.3 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto. Para dar cumplimiento a este ítem, es necesario, revisar periódicamente los avances del proyecto con respecto a los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto.

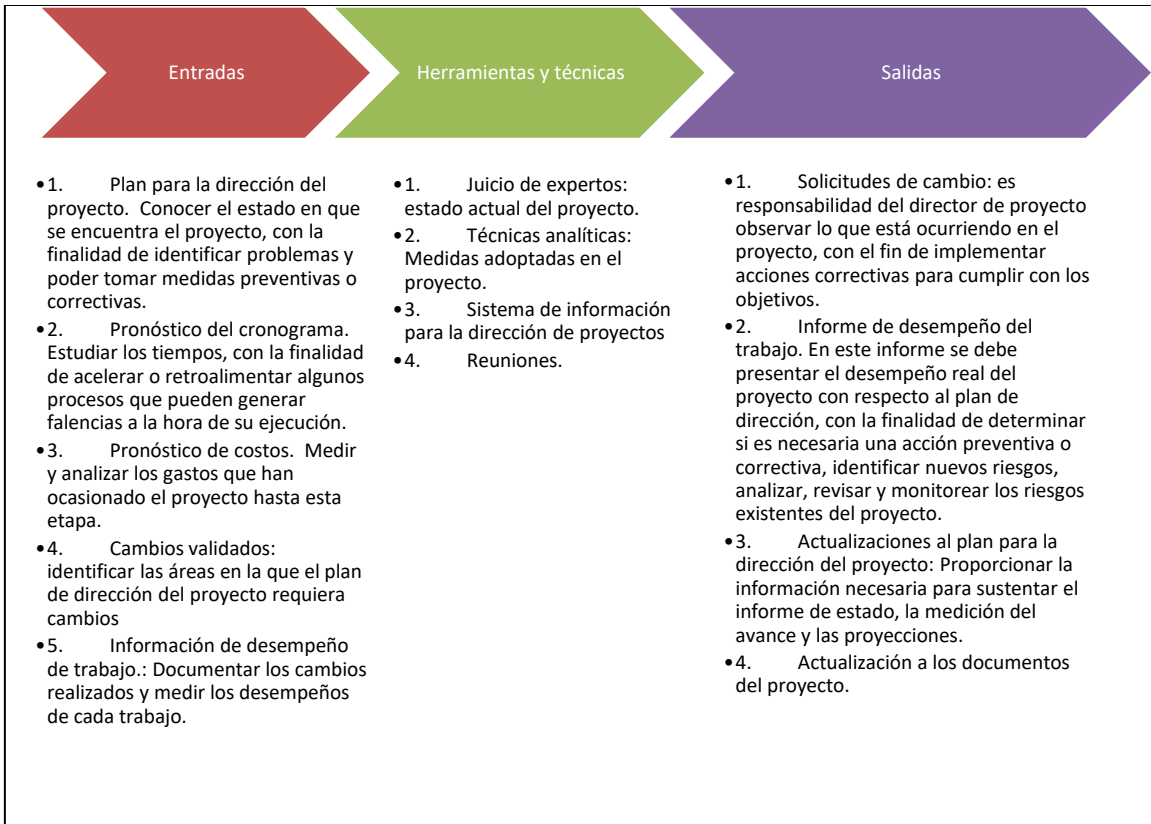


Figura 7. Monitorear y controlar el trabajo del proyecto.

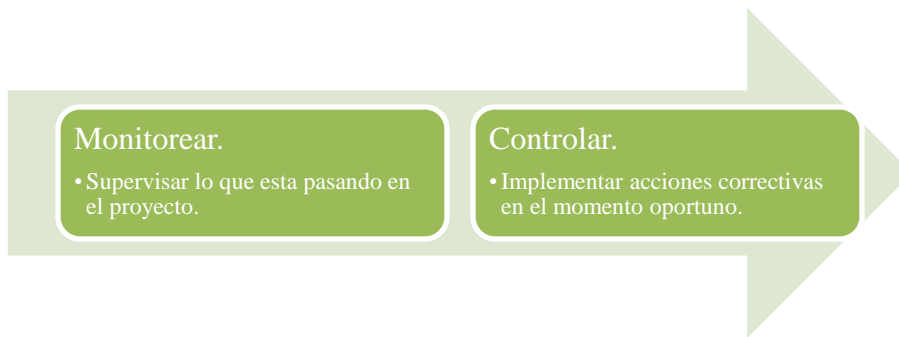


Figura 8. Proceso de monitoreo y control.

En el proceso de monitoreo se debe monitorear lo que está ocurriendo y controlar para implementar acciones correctivas cuando sea preciso, como se visualiza en la figura 8.

4.3.4 Realizar el control integrado de cambios. En este proceso se analizan todas las solicitudes de cambio; aprobar y gestionar los cambios a los entregables, activos de los procesos de la organización, documentos del proyecto y plan para la dirección del proyecto; y comunicar las decisiones correspondientes.

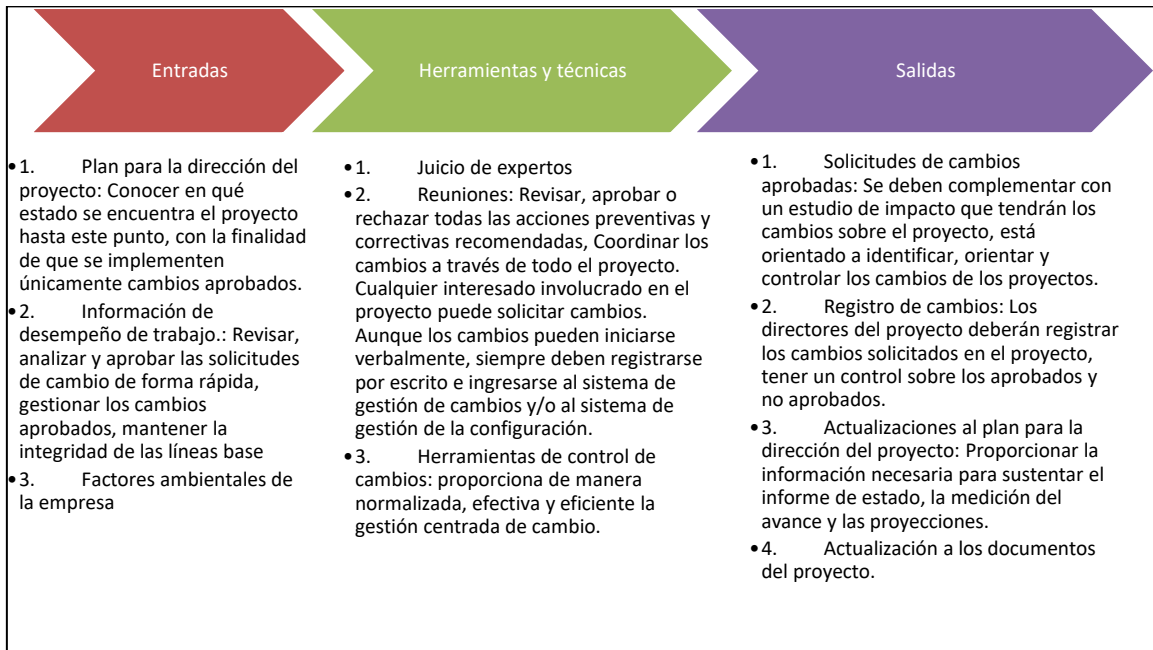


Figura 9. Realizar el control integrado de cambios.

4.3.5. Fase de cierre del proyecto Alcance. En la fase de cierre se deben finalizar todas las actividades en todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos para completar formalmente el proyecto o una fase del mismo. El proyecto consta de más de una fase, por lo que se debe aplicar el nivel de rigor adecuado para cada una de las fases. Esta determinación también es responsabilidad del director y el equipo del proyecto. Para comprender la naturaleza integradora de los proyectos y de la dirección de proyectos se puede pensar en otros tipos de actividades que se realizan durante su ejecución.

1. Establecimiento del plan general de actuaciones.
2. Realizar una reunión personalizada con cada integrante de la empresa.

3. Informe a través de actas sobre los equipos, maquinas e integrantes o personal de trabajo.
5. Definir los indicadores que se llevaran a cabo dentro del proceso evaluativo.
6. Desarrollar habilidades y destrezas de cada trabajador.
7. Elegir el responsable de que debe realizar el seguimiento estar presente en la aplicación de las pruebas.
8. Desarrollar formatos de evaluación.
9. Evaluar
10. Reconocimiento.
11. Corrección de errores.
12. Verificación de las correcciones
13. Emisión de actas.

4.3.6 Determinar el presupuesto Control de costos. El control del proyecto implica evidenciar que se han cumplido con los objetivos propuesto hasta la fecha cuando se examina y se hace una medición al progreso, de este modo se logra identificar las variantes y se toman las respectivas acciones correctivas cuando es necesario, de esta forma se toman las acciones preventivas en anticipación a futuros problemas.

El objetivo del control de costo es poner en disposición de la dirección del proyecto, la información actualizada y real de los desembolsos que se han efectuado hasta la fecha, teniendo en cuenta el presupuesto oficial asignado para su realización.

Los elementos que permiten saber el momento en que los costos deben ser controlados mediante una secuencia lógica y diagrama de flujo de datos se evidencian en la figura 10, para una estimación lógica y que estos puedan ser aprobados, desembolsados y registrados.

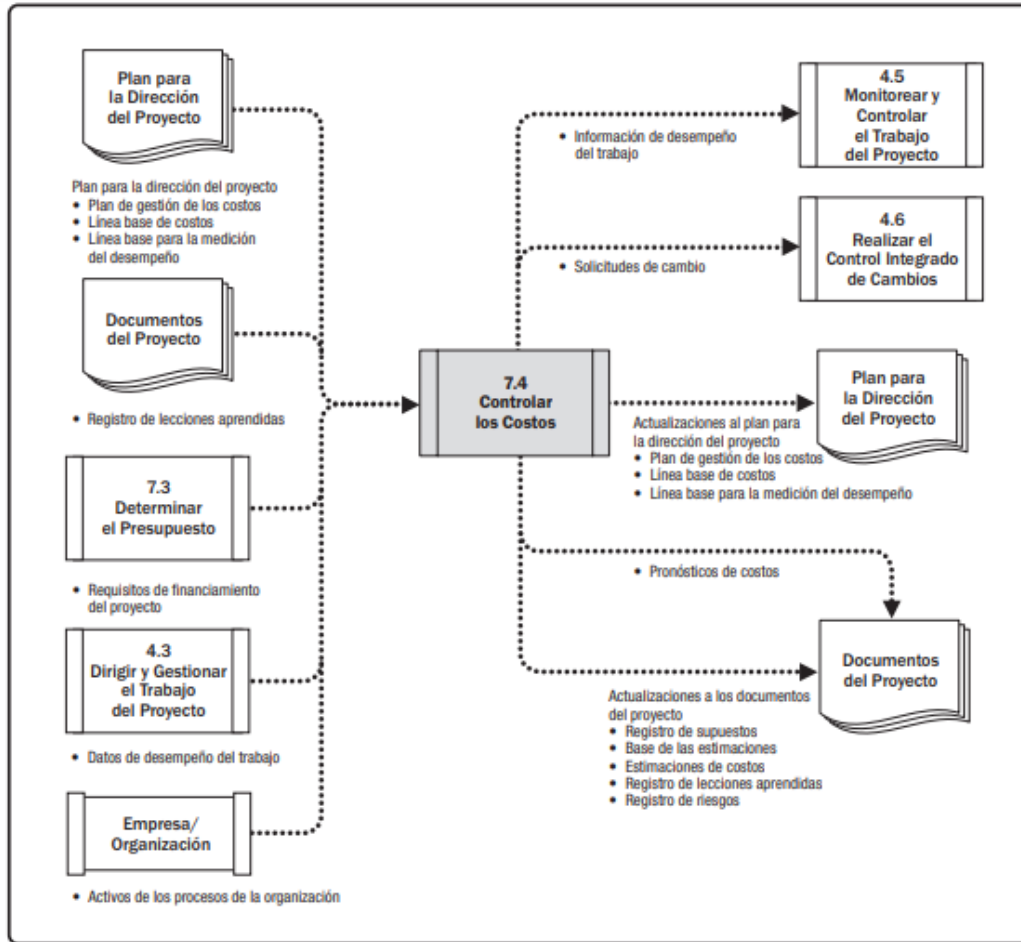


Figura 10. Controlar los costos. Diagrama de Flujo de datos Adaptado de (Guía de PMBOK© , 2017, pág. 258)

El presupuesto deberá cumplir con los siguientes atributos:

- Proporcionar la suficiente información que permitan al director corregir o confirmar las evaluaciones económicas primarias.
- Crear la aprobación del proyecto por parte de la empresa ODC y garantizar mediante bases consistentes y confiables su desembolso.

Además, el presupuesto deberá afinarse y detallarse hasta el nivel necesario que le permita a la empresa aprobar su desembolso.

4.3.7 Indicadores, formulas e interpretación. Con la definición del valor ganado, es necesario la instrumentación de los siguientes tres indicadores:

Tabla 17. Dimensiones clave para cada paquete de trabajo en el momento de la inspección

Valor Planificado PV	Valor Ganado EV	Costo Real AC	Presupuesto de la Conclusión BAC
-------------------------	--------------------	------------------	-------------------------------------

Nota: Enunciaciones de cada indicador.

Los indicadores, formulas e interpretaciones se encuentran en la guía PMBOK© 6ta edición 2017, en la página 267, los cuales sirvieron de base para la construcción de los siguientes indicadores:

CV: Variación del Costo:

$$CV = EV - AC$$

Donde $CV > 0$ es el ahorro de Costos y $CV < 0$ es el exceso de costos.

SV: Variación del Cronograma:

$$SV = EV - PV$$

Donde $SV > 0$ es la ejecución adelantada y $SV < 0$ es la ejecución atrasada.

VAC: Variación de la Conclusión:

$$VAC = BAC - EAC$$

Donde, $VAC > 1$ por debajo del costo planificado y $VAC < 1$ por encima del costo planificado.

CPI: Índice de desempeño de Costo:

$$CPI = EV/AC$$

Donde, $CPI > 1$ antes de lo previsto y $CPI < 1$ Retrasado.

SPI: Variación de la Conclusión:

$$SPI = EV/PV$$

Donde, $SPI > 1$ más difícil de completar y $SPI < 1$ más fácil de completar.

EAC: Estimación a la Conclusión teniendo en cuenta que el CPI será el mismo para el resto del proyecto:

$$EAC = BAC/CPI$$

ETC: Estimación hasta la Conclusión:

$$ETC = EAC - AC$$

TCPI: Índice del desempeño del trabajo por completar:

$$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$$

Donde, $TCPI > 1$ más difícil de completar y $TCPI < 1$ más fácil de completar.

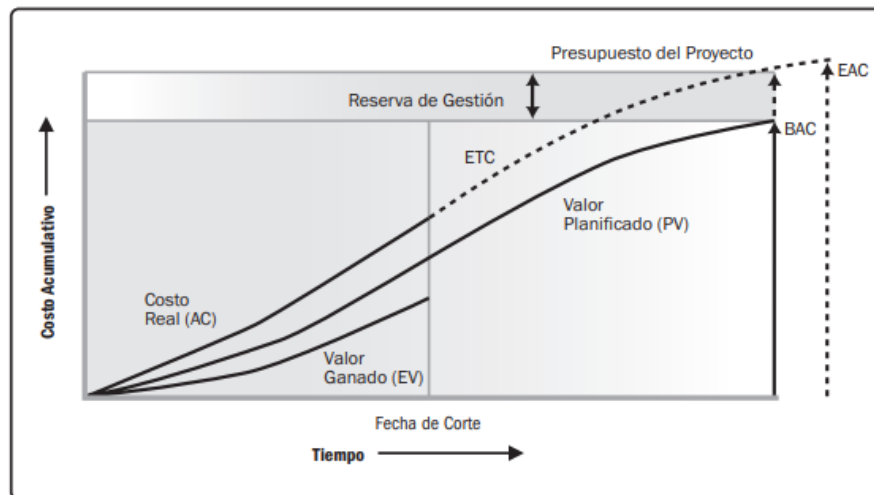


Gráfico 7-12. Valor Ganado, Valor Planificado y Costos Reales

Figura 11. Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales.

Adaptado de (Guía de PMBOK© , 2017, pág. 264)

4.3.8 Método del valor Ganado del proyecto. A continuación, se describen los procedimientos relacionados con la herramienta de control aplicada al proyecto, tomando en cuenta el presupuesto oficial del proyecto como se mencionó anteriormente, para la elaboración del EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) con cada uno de los puntos tenidos en cuenta; por lo tanto, se procede a realizar el cálculo de los índices de valor ganado para tres periodos de control.

Para el primer periodo de control, se tomaron en cuenta a partir del inicio de la obra, los días correspondientes desde el 27 de octubre hasta el 10 de noviembre. De acuerdo con la información suministrada en la tabla 18, se analizaron los datos para una mejor comprensión y se determinaron los costos de acuerdo con los días planificados y ejecutados las obras.

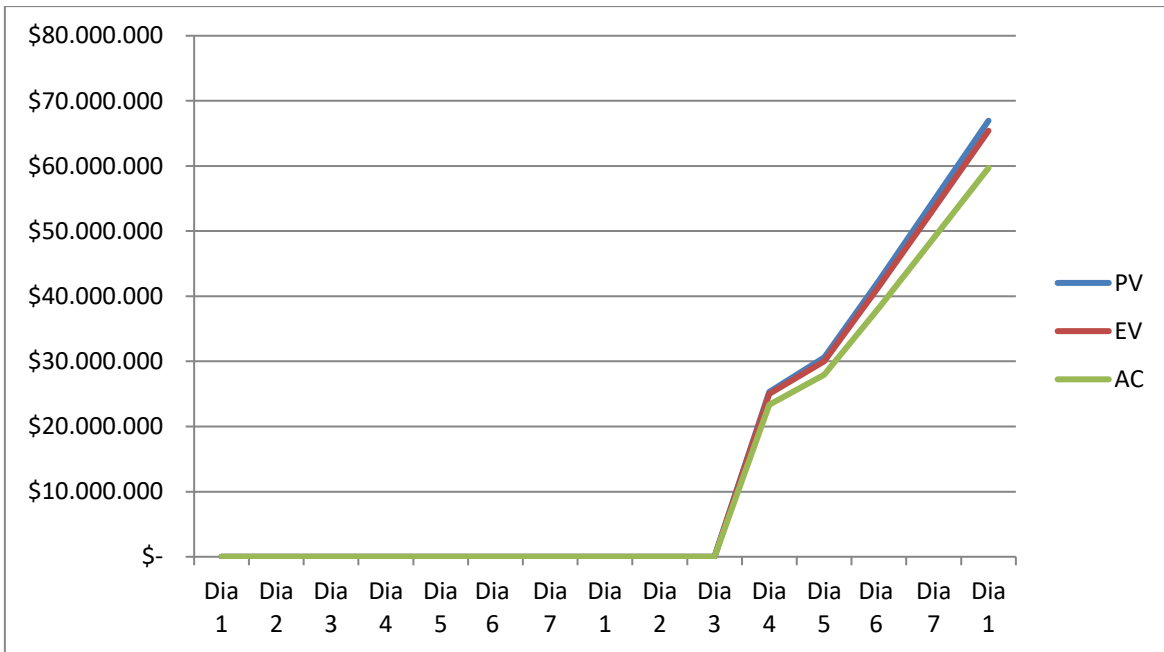


Figura 12. Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales por días para el primer periodo.

Tabla 18. *Indicadores para el primer periodo*

	Período 1
Valor Planificado (PV)	\$ 66.954.328
Valor Ganado (EV)	\$ 65.406.761
Costo Real (AC)	\$ 59.695.828
CRONOGRAMA	
Presupuesto hasta la Conclusión (BAC)	\$ 149.881.965
Variación del Cronograma (SV)	-\$ 1.547.567
SV%	-2%
Índice de desempeño del Cronograma (SPI)	0,9769
PRESUPUESTO	
Variación del Costo (CV)	\$ 5.710.933
CV%	9%
Índice de Desempeño del Costo (CPI)	1,0957
Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI)	0,94
Estimación de la Conclusión (EAC)	\$ 136.795.156
Variación a la Conclusión (VAC)	\$ 13.086.809
VAC%	9%
Estimación hasta la Conclusión (ETC)	\$ 77.099.328

Nota: Detalle de las desviaciones, productividad y efectividad del primer período.

El análisis de los datos correspondientes al **primer periodo**, se enuncian a continuación:

- Se presenta una variación del cronograma (SV) negativo por un valor de -\$ 1.547.567, que indica un atraso en la ejecución de la obra, según lo programado. Adicional a esto, el índice de desempeño (SPI) está por debajo de 1, lo cual muestra que las actividades se encuentran atrasadas en su ejecución en comparación con lo planeado.

- Se presenta una variación del costo (CV) positiva por un valor de \$ 5.710.933, que indica un costo por debajo de lo presupuestado. Adicional a esto, el índice de desempeño (CPI) está por encima de 1, lo cual indica que los costos están teniendo un comportamiento mejor que lo planeado. Por otro lado, el valor de estimación hasta la conclusión (ETC), permite deducir un estimado de \$ 77.099.328 para finalizar el proyecto, lo cual indica que, de acuerdo con la estimación de la conclusión (EAC), la obra finalizaría con un costo de \$ 136.795.156.

Para el segundo periodo de control, se tomó en cuenta a partir del día 11 de noviembre, hasta el 25 del mismo mes. De acuerdo a la información suministrada en la tabla 19, se analizaron los datos para una mejor comprensión y se determinaron los costos de acuerdo a los días planificados y ejecutados las obras.

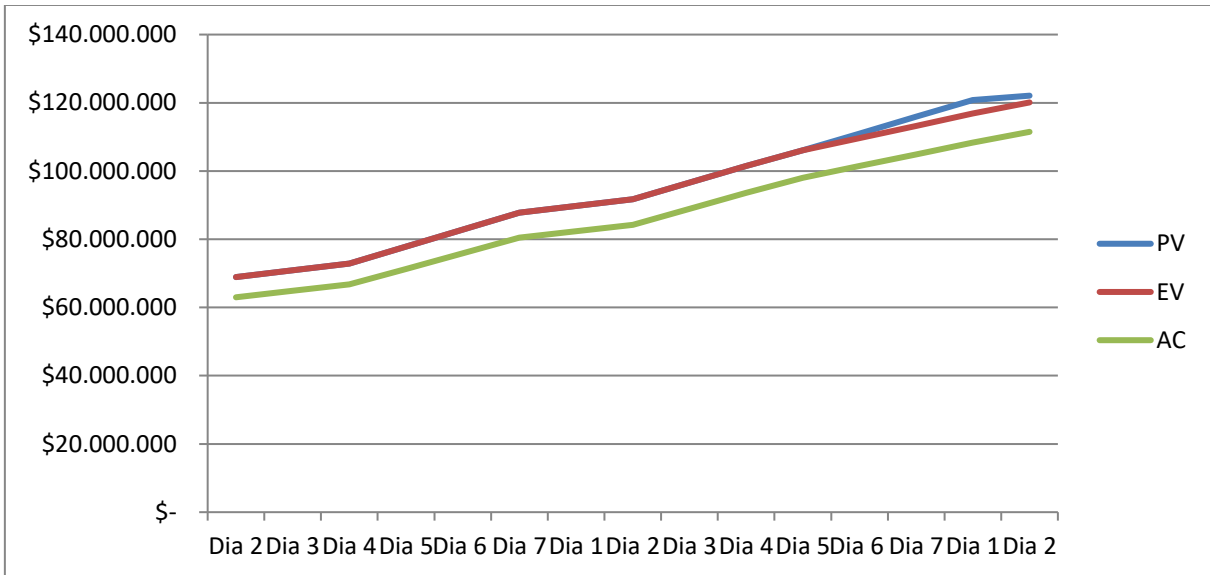


Figura 13. Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales por días para el segundo periodo.

Tabla 19. Indicadores para el segundo periodo

	Período 2
Valor Planificado (PV)	\$ 122.093.737
Valor Ganado (EV)	\$ 120.110.041
Costo Real (AC)	\$ 111.484.392
CRONOGRAMA	
Presupuesto hasta la Conclusión (BAC)	\$ 149.881.965
Variación del Cronograma (SV)	-\$ 1.983.696
SV%	-2%
Índice de desempeño del Cronograma (SPI)	0,98
PRESUPUESTO	
Variación del Costo (CV)	\$ 8.625.649
CV%	7%

Tabla 19. (Continuación)

Índice de Desempeño del Costo (CPI)	1,08
Índice de Desempeño del Trabajo por Completar TCPI	0,78
Estimación de la Conclusión (EAC)	\$ 139.118.259
Variación a la Conclusión (VAC)	\$ 10.763.706
VAC%	7%
Estimación hasta la Conclusión (ETC)	\$ 27.633.867

Nota: Detalle de las desviaciones, productividad y efectividad del segundo período.

El análisis de los datos correspondientes al **segundo periodo**, se enuncian a continuación:

- Se presenta una variación del cronograma (SV) negativo por un valor de -\$ 1.983.696, que indica un atraso en la ejecución de la obra, según lo programado. Adicional a esto, el índice de desempeño (SPI) está por debajo de 1, lo cual muestra que las actividades se encuentran atrasadas en su ejecución en comparación con lo planeado.
- Se presenta una variación del costo (CV) positiva por un valor de \$ 8.625.649, que indica un costo por debajo de lo presupuestado. Adicional a esto, el índice de desempeño (CPI) está por encima de 1, lo cual indica que los costos están teniendo un comportamiento mejor que lo planeado. Por otro lado, el valor de estimación hasta la conclusión (ETC), permite deducir un estimado de \$ 27.633.867 para finalizar el proyecto, lo cual indica que, de acuerdo a la estimación de la conclusión (EAC), la obra finalizaría con un costo de \$ 139.118.259.

Para el tercer periodo de control, se tomó en cuenta a partir del día 26 de noviembre hasta el fin de la obra que fue el día 10 diciembre. De acuerdo con la información suministrada en la tabla 20, se analizaron los datos para una mejor comprensión y se determinaron los costos de acuerdo con los días planificados y ejecutados las obras.

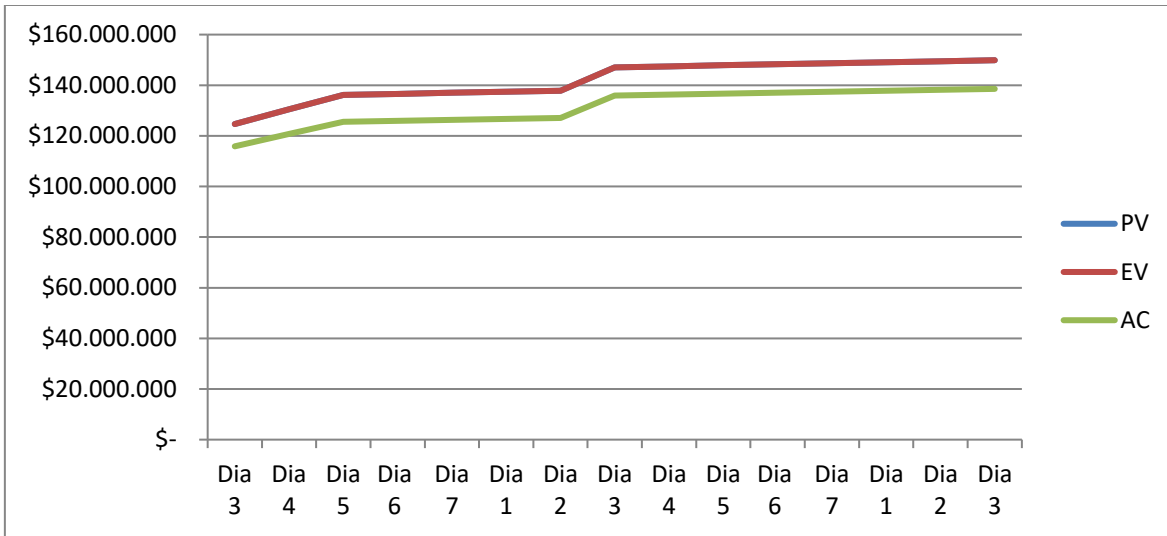


Figura 14. Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales por días para el tercer periodo

Es de notar que en la gráfica anterior, el PV es igual al EV razón por la cual se solapan las curvas.

Tabla 20. Indicadores para el tercer periodo

	Período 3
Valor Planificado (PV)	\$ 149.881.965
Valor Ganado (EV)	\$ 149.881.965
Costo Real (AC)	\$ 138.556.647
CRONOGRAMA	
Presupuesto hasta la Conclusión (BAC)	\$ 149.881.965
Variación del Cronograma (SV)	\$ -
SV%	0%
Índice de desempeño del Cronograma (SPI)	1,00
PRESUPUESTO	
Variación del Costo (CV)	\$ 11.325.318
CV%	8%
Índice de Desempeño del Costo (CPI)	1,08
Índice de Desempeño del Trabajo por Completar TCPI	0,00
Estimación de la Conclusión (EAC)	\$ 138.556.647
Variación a la Conclusión (VAC)	\$ 11.325.318
VAC%	8%
Estimación hasta la Conclusión (ETC)	\$ -

Nota: Detalle de las desviaciones, productividad y efectividad del tercer período

El análisis de los datos correspondientes al **tercer periodo**, se enuncian a continuación:

- Se presenta una variación del cronograma (SV) neutra, que indica que la obra fue ejecutada dentro de los tiempos establecidos en la planeación, es decir, se solventaron los atrasos presentados en los periodos anteriores. Adicional a esto, el índice de desempeño (SPI) es igual a 1, lo cual muestra que el trabajo hecho hasta la fecha representa exactamente lo mismo que el trabajo planificado.

- Se presenta una variación del costo (CV) positiva por un valor de \$ 11.325.318, que indica un costo por debajo de lo presupuestado. Adicional a esto, el índice de desempeño (CPI) está por encima de 1, lo cual señala que los costos tuvieron un comportamiento mejor que lo planeado. Por otro lado, el valor de estimación de la conclusión (EAC) nos indica que la obra finalizó con un costo total de \$ 138.556.647.

Tabla 21. *Indicadores consolidados por periodos*

	Período 1	Período 2	Período 3
Valor Planificado (PV)	\$ 66.954.328	\$ 122.093.737	\$ 149.881.965
Valor Ganado (EV)	\$ 65.406.761	\$ 120.110.041	\$ 149.881.965
Costo Real (AC)	\$ 59.695.828	\$ 111.484.392	\$ 138.556.647
CRONOGRAMA			
Presupuesto hasta la Conclusión (BAC)	\$ 149.881.965	\$ 149.881.965	\$ 149.881.965
Variación del Cronograma (SV)	-\$ 1.547.567	-\$ 1.983.696	\$ -
SV%	-2%	-2%	0%
Índice de desempeño del Cronograma (SPI)	0,9769	0,98	1,00
Estimación a la Conclusión (EAC)	\$ 149.881.965	\$ 149.881.965	\$ 149.881.965
PRESUPUESTO			
Variación del Costo (CV)	\$ 5.710.933	\$ 8.625.649	\$ 11.325.318
CV%	9%	7%	8%
Índice de Desempeño del Costo (CPI)	1,0957	1,08	1,08
Índice de Desempeño del Trabajo por Completar TCPI	0,94	0,78	0,00
Estimación de la Conclusión (EAC)	\$ 136.795.156	\$ 139.118.259	\$ 138.556.647
Variación a la Conclusión (VAC)	\$ 13.086.809	\$ 10.763.706	\$ 11.325.318
VAC%	9%	7%	8%
Estimación hasta la Conclusión (ETC)	\$ 77.099.328	\$ 27.633.867	\$ -

Nota: Detalle de las desviaciones, productividad y efectividad total de los periodos

Al implementar el método del valor ganado como se evidencio en los anteriores análisis, permite observar a detalle el proyecto en su ejecución presupuestal y de programación, en el cual se establece cuál será su costo final si se continúa con el ritmo de trabajo y el tiempo de duración del proyecto.

Todos los costos varían con el tiempo; sin embargo, los costos indirectos se reducen al tener más tiempo disponible para la ejecución de las actividades. Cuando se requiere adelantar una actividad, se puede acelerar su ejecución, siempre y cuando exista un punto por donde se logre

incrementar su rendimiento; por lo tanto, al saber aquellas actividades que se deben llevar al límite se logra una solución óptima en el tiempo de ejecución del proyecto.

La figura 15, permite visualizar el comportamiento por periodo de los costos presupuestados del trabajo realizado y planificado, y el costo del trabajo actual realizado. En eje de las x, los periodos.

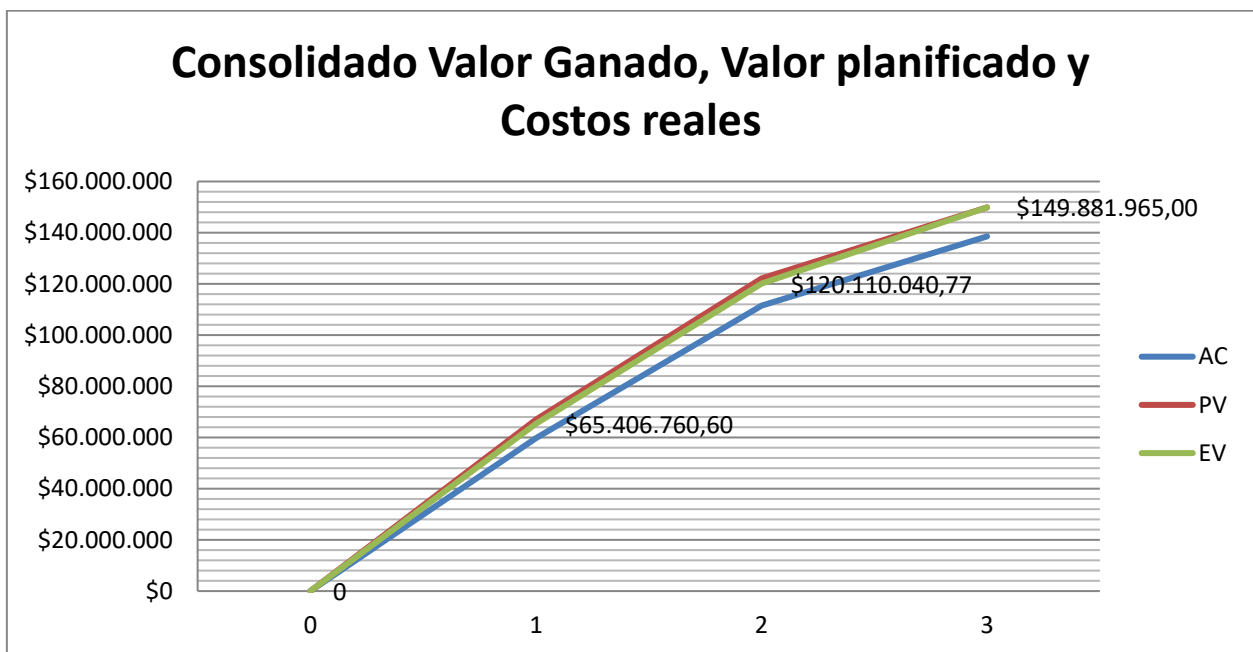


Figura 15. Valor Ganado, Valor planificado y Costos reales.

4.3.9 Plan de gestión de recursos humanos. El Desarrollo del talento humano son todas la capacidades y habilidades del trabajador a la hora de ejercer su labor, es decir su intervención en la empresa para que la empresa prospere.

- Capacitación del personal: se basa en mejorar las competencias de la persona que labora a través de programas o talleres, en donde el personal no está obligado a desarrollar dicho programa, pero si es necesario para su formación, ya que en estos talleres se evaluarán las siguientes cualidades:

- o Habilidades del trabajador
- o Trabajo en equipo
- o Liderazgo
- o Clima laboral
- o Pensamiento
- Comportamiento del personal: dentro del comportamiento del personal, encontramos las relaciones personales que tiene cada individuo en su ambiente de trabajo.
- Evaluación de desempeño: la evaluación de desempeño, se desarrolla con el fin de determinar en qué nivel o grado de desempeño se encuentra el trabajador, esta evaluación busca crear conciencia dentro del entorno laboral y dar la estabilidad necesaria a los jefes o funcionarios de la empresa.

4. Conclusiones

La importancia de realizar un seguimiento y control, con las herramientas adecuadas, como es el caso del MVG, en las obras de geotecnia ejecutadas sobre el derecho de vía del Oleoducto de Colombia, garantiza la estabilidad en la ejecución de las actividades principalmente en sus costos y la programación; por lo tanto, a partir del estudio, formulación y planificación, se logra conseguir los objetivos de la empresa.

Iniciar el MVG desde la planeación, permite un adecuado control de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC), basado en la estricta ejecución del plan de actividades, con toma de información real que se produce la obra. El ciclo del proyecto requiere

que se estudie, formule, planifique, presupueste y evalúe cada elemento para obtener los resultados esperados.

El contar con la supervisión y control, y al estar presente durante todo el desarrollo del proyecto, la necesidad de supervisar la gestión desde el primer instante, es algo inherente a toda administración efectiva; sin supervisión es muy difícil que un equipo pueda cumplir con los propósitos y con el plan de trabajo interactuando con toda una organización.

El análisis del valor ganado como técnica efectiva para la medición del desempeño de la obra permite tener bases confiables de variación sobre la línea base de costos y tiempo, y, en algunos casos, como el del presente proyecto, un ahorro de los costos actuales del trabajo realizado para cada periodo, y se puede estimar una efectividad al final de 6,36% sobre los costos reales, demostrando que la técnica es efectiva y contribuye a mejorar el control de los proyectos.

Por último, se logra identificar un método efectivo, MVG, para la enfrentar la problemática en el control de tiempo y costos de las obras de geotecnia de la empresa Oleoducto de Colombia S.A. (ODC), y permite conocer las condiciones en el que se realizarán las obras. Todo ello contribuye a que el gerente pueda disponer de información confiable a la hora de desarrollar el proyecto; ya que el control de la obra, empleando el método del valor ganado en las dimensiones de tiempo y costos en los procesos administrativos de las obras, sirve para explorar diversas alternativas de acción. La ejecución del MVG comienza con la correcta planeación del mismo.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, W., & Zulay, E. (2020). *Elaboración de una guía metodológica de gerencia de proyectos para la planeación, seguimiento y control de proyectos de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas para la empresa eléctricas de Medellín, INGENIERÍA Y SERVICIOS S.A.S.* Bogotá: ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO.
- Ameijide, L. (2016). *Gestión de proyectos según el PMI.* Catalunya: Universitat Oberta de Catalunya.
- Barboza, C. (31 de 12 de 2013). *Metodología para la gestión de monitoreo y control de proyectos de construcción mediante La técnica de Valor Ganado.* Recuperado el 01 de 10 de 2019, de Repositorio Institucional, Universidad Industrial de Santander: <http://hdl.handle.net/123456789/36411>
- Caicedo, J. L., & Aristizabal, M. A. (01 de 12 de 2019). *Obras de construcción para el sistema de transporte de hidrocarburos Salgar - Mansilla.* Recuperado el 09 de 11 de 2019, de Re-Pilo Unipiloto : <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6794>
- Congreso de la República de Colombia. (2015). Ley 1753 de 2015. *Diario Oficial No. 49.538 de 9 de junio de 2015.*
- Congreso de la República de Colombia. (2018). Ley 1931 del 2018. *Normativa.*
- Cuanalo Campos, O. A., & Sosa Contreras, F. (2019). *Enseñanza aprendizaje en ingeniería geotécnica.* Cartagena de Indias, Colombia: Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería 2019.

- Duarte, N., & Pinilla, J. J. (2014). *Razón de costo efectividad de la implementación de la metodología BIM y la metodología tradicional en la planeación y control de un proyecto de construcción de vivienda en Colombia*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- García, H. A., Colonia, J. D., & Corrales, J. J. (2013). Plataforma tecnológica para el monitoreo de amenazas naturales en el oleoducto Ocesa. *Memorias del 3er. Seminario internacional de ingeniería sísmica y geotecnia*. Tunja, Colombia, 1-12.
- Guía de PMBOK® . (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge sexta edición*. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU.: Project Management Institute, Inc. Todos los derechos reservados.
- Hernández Reyes, A. E. (2015). *Tubificación principios de geotecnia*. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill, 6a edición.
- Hidalgo, C. A., & Pacheco, A. (2011). Herramientas para análisis por confiabilidad en geotecnia: aplicación. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 10, No. 18, pp. 79-86 - ISSN 1692-3324 - enero-junio de 2011/148 p. Medellín, Colombia, 79-86.
- Melo, I. D. (10 de 2014). *Criterios bióticos en los procesos de zonificación ambiental y de manejo para los estudios de impacto ambiental del sector de hidrocarburos en Colombia*. Recuperado el 01 de 12 de 2019, de Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16409/MeloCuellarIvanDario2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (2011). Resolución 222 DE 2011. *Diario Oficial No. 48.291 de 22 de diciembre de 2011.*
- Ministerio del Medio Ambiente. (1994). Decreto No. 1753 del 3 de agosto de 1994. *Normativa.*
- Ministerio del Medio Ambiente. (2003). Decreto 1180 de mayo 10 del 2003. *Normatividad.*
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Ter. (2010). Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010. *Normativa.*
- Murias, M. (2018). *Gestión de proyectos a través del valor ganado y su aplicación a proyectos de parques eólicos.* Catalunya: Univeristat Politècnica de Catalunya.
- OCENSA. (2017). *Informe de gestión 2017.* Bogota: Fundación Oleoductos de Colombia.
- ODC. (2018). *Quienes somos.* Recuperado el 03 de 09 de 2019, de Oleoducto de Colombia: <https://www.oleoductodecolombia.com/Paginas/Quienes-somos-odc.aspx>
- Rueda, C. A., Jiménez, K. P., & Sánchez, Y. (2015). Percepciones del impacto de la capacitación, compensación y selección del personal en la eficiencia de los proyectos. *Dialnet, AD-minister, ISSN 1692-0279, ISSN 1692-0279, N.º. 27, 2015, págs. 5-26, 5-26.*
- Sarmiento, J. F. (2015). *Diseño geotécnico para la construcción del oleoducto Monterrey - el Porvenir - Altos del Porvenir en el departamento del Casanare en Colombia.* Bucaramanga: Universidad de Santander.
- Wallace, W. (2014). *Gestión de Proyectos .* Edimburgo, Reino Unido: Edinburgh Business School Gestión de Proyectos.

Apéndices

Apéndice A. BPMN de los procesos de planificación, control y administración de las obras de geotécnica.

