

Apoyo en la supervisión de obras civiles dispuestas en el proyecto de construcción y mejoramiento de obras civiles del equipo de expansiones y reposición adscrito a la subgerencia de subestaciones y líneas de la electrificadora de Santander

ESSA S. A. E.S.P.

Camilo Andrés Paipa Niño

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Laura Andrea Vargas Carvajal

Ingeniera Civil, M.Eng, PhD

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Dedico este logro con profundo agradecimiento a mi familia y a Dios, quienes han sido mi pilar y fortaleza a lo largo de esta etapa universitaria. En especial, a mis padres, Ana Yaqueline Niño Padilla y Pedro Paipa Castellanos, a mi hermana Adriana Lucía Paipa Niño y a mi compañera de vida Natalia Ortiz Báez, por su dedicación, apoyo constante y palabras de aliento que me impulsaron a alcanzar este logro.

Agradecimientos

Agradezco sinceramente a la Electrificadora de Santander por brindarme la oportunidad de trabajar con su equipo de profesionales en la Subgerencia de Subestaciones y Líneas de la ESSA. Mi experiencia fue enriquecedora y me permitió crecer tanto personal como profesionalmente. Quiero extender mi gratitud especialmente al equipo de Expansión y Reposición de la ESSA. Asimismo, agradezco al ingeniero Iván Rodolfo Almeyda Maldonado por su apoyo durante este proceso de práctica empresarial y acercamiento al campo laboral.

Además, quiero destacar que el ingeniero Homer Armando Buelvas Moya me ayudó a comprender que la ingeniería puede escalar a nuevos niveles, mejorando procesos y trabajando en conjunto con todos los implicados. Su visión y liderazgo me permitieron ver que la ingeniería no solo se trata de diseñar y construir, sino también de mejorar la vida de las personas y la comunidad en general. Me enseñó que la ingeniería puede ser una herramienta poderosa para crear un impacto positivo y sostenible en la sociedad.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Objetivos	15
1.1 Objetivo General	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
2. Marco de Referencia	16
2.1 Marco Conceptual	16
2.2 Marco Normativo.....	18
2.3 Marco legal	19
2.3.1. Direccionamiento Estratégico ESSA	20
3. Metodología	22
3.1. Gestión documental y técnica	22
3.2. Gestión de información a la supervisión.....	22
3.3. Modelado de Información.....	23
4. Desarrollo de la práctica	24
4.1 Gestión de la información documental y técnica.....	24
4.1.1 Recopilación de información	24
4.2 Gestión de la Información de la supervisión.....	29
4.2.1 Actas de seguimiento	29
4.2.2 Seguimiento mediante reuniones	30
4.2.3 Visitas a Obra.....	31

4.3 Uso de herramientas de modelado	33
4.3.1 Proceso de modelado	33
4.3.2 Resultados del Modelado.....	36
4.3.2.1 Resultados de las cantidades y tablas programadas	36
4.4 Resultados de la gestión a través del modelado 3D	39
5. Conclusiones	45
Referencias Bibliográficas	47
Apéndices:.....	50

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Grado de Supervisión Técnica Independiente requerida Tabla I.4.3-1</i>	17
Tabla 2 <i>Subestaciones intervenidas en el contrato CW 126566</i>	25
Tabla 3 <i>Información proporcionada del presupuesto contrato CW 126566</i>	27
Tabla 4 <i>Resumen de las actividades y análisis del valor promedio de los valores de administración, utilidad y de imprevistos</i>	28
Tabla 5 <i>Etapas de la construcción del acceso a la subestación Vado Real.</i>	40
Tabla 6 <i>Etapas de la construcción del Acceso a la subestación Puerto Araujo</i>	42

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Organigrama de ESSA E.S.P.</i>	20
Figura 2 <i>Estructura de desglose de trabajo en Adecuación de Subestaciones</i>	24
Figura 3 <i>Ejemplo del acta de reunión para el seguimiento de las obras en los frentes de trabajo.</i>	30
Figura 4 <i>Junta de propuesta de diseño 13/09/24 con contratista “Vesga Moreno”</i>	31
Figura 5 <i>Visita a subestación Yariguies</i>	32
Figura 6 <i>Visita a la subestación Zapatoca 16 de enero 2025</i>	32
Figura 7 <i>Toma de medidas insitu en la Subestación Vado Real</i>	34
Figura 8 <i>Modelo 3D de la zona de trabajo Vado Real (Revit 2025)</i>	35
Figura 9 <i>Modelo 3D de cantidades de elementos de concreto Vado Real (Revit 2025)</i>	36
Figura 10 <i>Vista isométrica del modelo del acceso en la subestación Vado Real configuración del despiece de acero (Revit 2025).</i>	37
Figura 11 <i>Inspección de fichas técnicas de los equipos y toma de dimensiones geométricas</i>	38
Figura 12 <i>Modelo 3D en vista isométrica de subestación eléctrica</i>	39
Figura 13 <i>Modelo de Estructura Foso para Subestación eléctrica.</i>	41
Figura 14 <i>Modelo Plantilla para Subestación eléctrica.</i>	43
Figura 15 <i>Registro fotográfico de la capacitación dictada al equipo técnico de la empresa.</i>	44

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A <i>Introducción a al proceso de transición al Modelado 3D ESSA S.A. E.S.P</i>	50
Apéndice B <i>Proceso de Implementación a la Metodología BIM en ESSA S.A. E.S.P</i>	51

Glosario

Administración: La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Esta definición destaca la importancia de un enfoque estructurado y sistemático para gestionar proyectos, asegurando que se alcancen los objetivos establecidos de manera eficiente y efectiva. (PMI, 2017)

Diagrama Unifilar: Plano para el análisis del sistema eléctrico (Díaz, 1997).

Especificaciones técnicas: Son parámetros y requerimientos detallados que las estructuras deben cumplir para garantizar la seguridad estructural. Estas especificaciones abarcan desde los materiales de construcción hasta los métodos de diseño y construcción. (NSR-10 Título I, 2010)

Presupuesto de obra: Es el desglose de todas las actividades de construcción, incluyendo la inversión de capital, la mano de obra, los materiales para utilizar, la cantidad de trabajo a realizar y los plazos de realización y entrega, así como los costos indirectos y total del proyecto en estudio (Díaz, 1997).

Seguimiento y Control: Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. (PMI, 2017)

Subestaciones eléctricas: Son instalaciones encargadas de realizar transformaciones de tensión, frecuencia, número de fases o conexiones de dos o más circuitos. Se ubican cerca de las centrales generadoras, en la periferia de las zonas de consumo o en el exterior e interior de los edificios (Díaz, 1997).

Resumen

Título: Apoyo en la supervisión de obras civiles dispuestas en el proyecto de construcción y mejoramiento de obras civiles del equipo de expansiones y reposición adscrito a la subgerencia de subestaciones y líneas de la electrificadora de Santander ESSA S. A. E.S.P.*

Autor: Camilo Andrés Paipa Niño**

Palabras Clave: Administración, Especificaciones técnicas, Presupuesto, Seguimiento y Control, Subestaciones eléctricas.

Descripción: El proceso de supervisión de obras incluye gestión de la información documental del proceso contractual y de ejecución, como también incluye gestión técnica de las actividades basadas en especificaciones y en normativas actuales. En este documento se realiza una revisión de las actividades de apoyo a la supervisión más relevantes en el proceso de formulación y ejecución de proyectos de adecuaciones y remodelaciones de algunos proyectos en subestaciones en la Electrificadora de Santander E.S.P., reconociendo la importancia de las actividades que incluyen la generación de informes, revisión documental, apoyo a la revisión en sitio; y apoyando el diseño y construcción de proyectos mediante la aplicación e implementación de modelos 3D para la interacción interdisciplinar, demostrando su importancia en la gestión de tiempos y costos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Director: Laura Andrea Vargas Carvajal, Doctora. Escuela de Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Support in the supervision of civil works provided for in the civil works construction and improvement project of the expansion and replacement team assigned to the substations and lines assistant management of Electrification company of Santander ESSA S. A. E.S.P.*

Author(s): Camilo Andrés Paipa Niño**

Key Words: Administration, Technical Specifications, Budget, Monitoring and Control, Electrical Substations.

Description: The process of construction supervision includes the management of documentary information related to the contractual and execution processes, as well as the technical management of activities based on current specifications and standards. This document reviews the most relevant support activities for supervision in the formulation and execution of adaptation and remodeling projects for some substations at Electrificadora de Santander E.S.P. It highlights the importance of activities such as report generation, document review, on-site support for supervision, and assistance in the design and construction of projects through the application and implementation of 3D models for interdisciplinary interaction. This demonstrates their significance in managing time and costs.

* Degree Work

** Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering.
Director: Laura Andrea Vargas Carvajal, PhD. School of Civil Engineering.

Introducción

Las subestaciones eléctricas son centros físicos con instalaciones encargadas de realizar transformaciones de tensión, frecuencia, número de fases o conexiones de dos o más circuitos en energía eléctrica. Esta energía se genera a partir del flujo de electrones a través de un circuito eléctrico, permitiendo así la alimentación y funcionamiento tecnológico de dispositivos cotidianos (Duque-Escobar, P. G, 2024). Las infraestructuras de las Subestaciones están propuestas para establecer niveles de tensión convenientes para transmitir y distribuir la energía eléctrica, por lo tanto, se hacen esenciales para la regulación de energía de una población dentro de un departamento, ciudad o municipio. (Iberdrola, 2024)

La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. es la entidad encargada de desarrollar proyectos de infraestructura alrededor de las Subestaciones Eléctricas, a medida que he evolucionado como entidad, se ha encargado de la ejecución de proyectos civiles con miras a mejorar la calidad y confiabilidad de su servicio (Villamizar, 2023). Por esta razón, continuamente implementa herramientas y personal de apoyo en la supervisión de la expansión de infraestructura en subestaciones, utilizando entre otros, softwares de modelado 3D y 2D para facilitar la creación de diseños más precisos y completos, así como el mantenimiento del flujo de información para un apropiado ritmo de construcción y mantenimiento de las obras de infraestructura relacionadas con las subestaciones eléctricas. (Autodesk, 2024)

De igual forma, el uso de herramientas y metodologías para la gestión administrativa y técnica de un proyecto de construcción ha jugado un papel importante en el aseguramiento del alcance, tiempo, costo y calidad de los proyectos. El uso de estas herramientas para la ejecución de las actividades administrativas permite dirigir las acciones del proyecto de construcción en

aspectos contables, financieros y gerenciales, mientras las actividades técnicas permiten desarrollar procesos constructivos eficientes o con mayor cercanía a la realidad, con el fin de plantear el manejo adecuado del alcance, tiempo, costo y calidad.

El apoyo en la supervisión de proyectos de obras civiles dispuestos para la creación y modificación de subestaciones eléctricas para la ESSA E.S.P., incluyendo adecuaciones y remodelaciones permite que estos proyectos tengan mejor manejo de la gestión de sus actividades esenciales. Mediante este documento se plantean todas las actividades que buscan contribuir en la gestión de la información requerida para la estructuración documental y técnica de los proyectos de la Subgerencia de Subestaciones y Líneas Eléctricas de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P, gestionar la información asociada a la supervisión de actividades de proyectos de obras civiles y aplicar herramientas tecnológicas de modelado de información 3D para el apoyo en la supervisión técnica y presupuestal de los proyectos de obras civiles en la Subgerencia de Subestaciones y Líneas Eléctricas de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Apoyar la supervisión de obras civiles dispuestas en el proyecto de construcción y mejoramiento de obras civiles del Equipo de Expansión y Reposición adscrito a la Subgerencia de Subestaciones y Líneas de la Electrificadora de Santander ESSA S.A. E.S.P.

1.2 Objetivos Específicos

- Contribuir en la gestión de la información requerida para la estructuración documental y técnica de los proyectos de la Subgerencia de Subestaciones y Líneas Eléctricas de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.
- Gestionar información asociada a la supervisión de actividades de proyectos de obras civiles en la Subgerencia de Subestaciones y Líneas Eléctricas de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.
- Aplicar herramientas tecnológicas de modelado de información 3D para el apoyo en la supervisión técnica y presupuestal de los proyectos de obras civiles en la Subgerencia de Subestaciones y Líneas Eléctricas de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

2. Marco de Referencia

2.1 Marco Conceptual

Presupuesto de obra: Su objetivo se basa en la determinación de costos de una obra con el fin de evitar de forma anticipada sobrecostos futuros, a su vez sirve para solucionar previamente aquellos problemas presentados en obra. En su análisis, se desglosan todas las actividades de construcción, incluyendo la inversión de capital, la mano de obra, los materiales a utilizar, la cantidad de trabajo a realizar y los plazos de realización y entrega. Por otra parte, se deben tener en cuenta costos indirectos para así obtener el costo total del proyecto en estudio (Díaz, 1997).

Especificaciones técnicas: Son parámetros y requerimientos detallados que las estructuras deben cumplir para garantizar la seguridad estructural. Estas especificaciones abarcan desde los materiales de construcción hasta los métodos de diseño y construcción. (NSR-10 Título I, 2010)

Seguimiento y Control: Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. (PMI, 2017)

Administración: La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Esta definición destaca la importancia de un enfoque estructurado y sistemático para gestionar proyectos, asegurando que se alcancen los objetivos establecidos de manera eficiente y efectiva. (PMI, 2017)

Supervisión técnica Itinerante: De acuerdo con el Título de I de la norma sismorresistente NSR-10 y teniendo en cuenta las obligaciones de seguimiento y control técnico que puede incluir un proyecto de construcción, se toma de referencia las funciones establecidas en el Capítulo I,3 título I del código mencionado. Esto se debe a que se realiza Supervisión Técnica Itinerante en aquellas obras de construcción que, como se menciona en la NSR-10, artículo I.4.3-1, cumplen simultáneamente con dos condiciones: tener un área construida menor a 2.000 m² y estar ubicadas sobre edificaciones de los grupos I o II (NSR-10, 2010). En el caso específico de las obras desarrolladas para la Electrificadora, estas condiciones se cumplen, ya que las intervenciones ejecutadas fueron de menor escala y se llevaron a cabo sobre suelos que clasifican dentro de los tipos permitidos. Por lo tanto, se establece la Supervisión Técnica Itinerante como el mecanismo adecuado de control, garantizando así el cumplimiento de los requisitos técnicos y normativos exigidos por la NSR-10 durante el proceso constructivo.

Tabla 1 Grado de Supervisión Técnica Independiente requerida Tabla I.4.3-1

Material estructural	Área Construida ⁽³⁾	Control de calidad realizado por el constructor	B Supervisión Técnica Itinerante	A Supervisión Técnica Continua
Contrato estructural, estructura metálica y de madera	menos de 2000 m ²	Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV	
	entre 2000 m ² y 6000 m ²		Grupos de Uso I y II	
	más de 6000 m ²		Grupos de Uso I, II, III y IV	
Mampostería ⁽⁴⁾	menos de 2000 m ²	Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV	
	entre 2000 m ² y 6000 m ²		Grupos de Uso I, II, III y IV	
	más de 6000 m ²		Grupos de Uso I, II, III y IV	
Aislamiento sísmico ⁽⁶⁾	Independientemente del área		Grupos de Uso I, II, III y IV	
Disipadores de energía ⁽⁶⁾	Independientemente del área		Grupos de Uso I, II, III y IV	
Intervención en el sistema estructural ⁽⁷⁾	menos de 2000 m ²		Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV
	entre 2000 m ² y 6000 m ²			Grupos de Uso I, II, III y IV
	más de 6000 m ²			Grupos de Uso I, II, III y IV

Nota. Información tomada de la Normativa colombiana NSR-10, artículo I.4.3-1 (NSR-10, 2010).

Informes de gestión: Documentos que proporcionan información sobre el estado del proyecto, incluyendo el progreso, las tendencias y las previsiones futuras. Estos informes son esenciales para la toma de decisiones informadas y para mantener a los interesados al tanto del desarrollo del proyecto. (PMI, 2017)

2.2 Marco Normativo

En el apoyo a la supervisión de proyectos de subestaciones eléctricas, se implementan diversas normativas para asegurar el cumplimiento de estándares de seguridad y calidad.

La Electrificadora de Santander a través del Equipo de Expansión y Reposición de Subestaciones, el cual pertenece a la Subgerencia de Subestaciones y Líneas, realiza reformas de obras civiles y eléctricas en las diferentes subestaciones, con la finalidad de cumplir a cabalidad la normatividad vigente establecida por las autoridades competentes, tales como, Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas (RETIE, 2015), Norma Técnica Colombiana – Código eléctrico (NTC 2050, 2020) y Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Decreto 926 de 19 de marzo de 2010 (NSR-10, 2010). Este último se utiliza para garantizar que las estructuras sean sismo-resistentes, protegiendo tanto la infraestructura como la seguridad de las personas.

Dichas obras civiles se realizan en base al deterioro dentro de las subestaciones, requerimientos de expansión o necesidad de la construcción de una nueva subestación. Estas obras están constituidas por sistema de contención auxiliar al foso de transformador, muros cortafuego, malla de encerramiento, mampostería de muros, entre otros los cuales deben cumplir la normativa vigente ya mencionada. (Troughón Bravo, 2019)

2.3 Marco legal

La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA), es una empresa de servicios públicos mixta, de nacionalidad colombiana que desarrolla sus operaciones a través de cuatro negocios referentes a Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de energía eléctrica. La empresa presta sus servicios principalmente en el departamento de Santander, y hace presencia en algunos municipios de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cesar y Norte de Santander” (Electrificadora de Santander S.A., 2023)

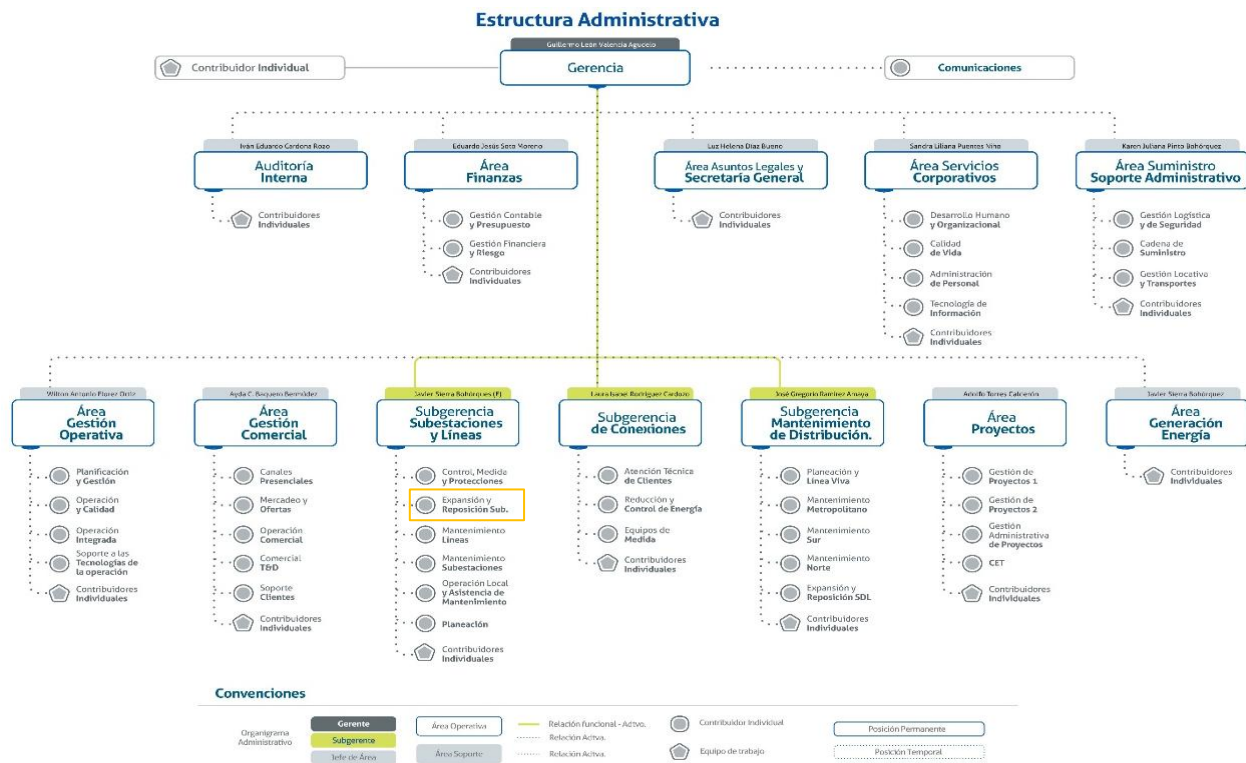
ESSA fue constituida en 1891 y se encuentra estructurada como Sociedad Anónima, sometida al régimen general de los servicios públicos domiciliarios y a las normas especiales que rigen el sector eléctrico, perteneciente al Grupo Empresarial EPM. Su dirección comercial principal se encuentra en la Carrera 19 No. 24 – 56, Bucaramanga (Electrificadora de Santander, 2024)

ESSA cuenta con distintas dependencias, las cuales operan en conjunto para el óptimo manejo de los proyectos. Una de ellas es el Equipo de Expansión y Reposición de Subestaciones, encargado de generar los proyectos para la modernización y arreglo de obras civiles y del sistema de energía, velando por la óptima atención del suministro de electricidad en gran parte del territorio y garantizando que dicho servicio no presente fallas. Además, apoya la supervisión y administración de contratos de las obras civiles y eléctricas que ejecuta el área de generación, entre otras funciones (Electrificadora de Santander, 2024)

Las obras civiles en las que interviene el Equipo de Expansión y Reposición de la Subgerencia de Subestaciones y Líneas Eléctricas de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. incluyen adecuaciones, nuevas construcciones y mejoramiento de subestaciones, las cuales están distribuidas en diferentes departamentos del país. Estos proyectos se encuentran sujetos al plan de

acción de la ESSA, Plan empresarial 2020-2023 (ESSA, 2019), en el cual se ejecutaron los proyectos de: Adecuación de obras civiles en subestaciones con el objetivo de la prolongar la vida útil de la infraestructura existente - Plan de acción 2023 (ESSA, 2023), Como la finalización de obras civiles en la Subestación mogotes (Acosta Gil, 2023) y las adecuaciones de obras civiles en subestaciones Plan 403 - Plan de acción 2024 (ESSA, 2024).

Figura 1 Organigrama de ESSA E.S.P.



Nota. Organigrama de la Electrificadora de Santander. Tomado de (Quiénes somos ESSA_Organigrama, 2024)

2.3.1. Direccionamiento Estratégico ESSA

El direccionamiento estratégico busca orientar la gestión corporativa y competitiva del grupo empresarial hacia el logro de sus proyecciones de largo, mediano y corto plazo y su

posicionamiento en el sector, unificando las directrices y lineamientos como elementos direccionadores de la organización (Electrificadora de Santander S. A., E., 2023).

Para alcanzar todos sus objetivos, el grupo EPM estableció una Meta Estratégica Grande y Ambiciosa (MEGA) que abarca tres dimensiones: Social, Ambiental y Financiera, asegurando así la coherencia con lo establecido en su Política de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) (Electrificadora de Santander S. A., E., 2023).

La dimensión social de esta MEGA se manifiesta en la garantía del acceso a servicios públicos, con iniciativas diseñadas para asegurar que estos servicios sean de alta calidad. En cuanto a la dimensión ambiental, se enfoca en la protección de cuencas hídricas prioritarias y en alcanzar una operación carbono neutral. La dimensión financiera, por su parte, se centra en mantener el capital de trabajo necesario para ofrecer servicios públicos con cobertura y calidad, generar empleo de calidad y proporcionar utilidades a su propietario, entre otros objetivos (Electrificadora de Santander S. A., E., 2023).

3. Metodología

Con el fin de cumplir con los objetivos establecidos de este documento se detalla la metodología, desde el proceso de recolección de información en las primeras etapas, pasando por las actividades de apoyo a la supervisión hasta el uso de modelos 3D en apoyo al diseño y ejecución de proyectos.

3.1. Gestión documental y técnica

Se realizó la revisión de la información técnica asociada a contratos anteriores, requerida para la estructuración documental y técnica de proyectos en subestaciones eléctricas en la Electrificadora de Santander ESSA.

- Se revisaron los contratos y la documentación relacionada.
- Se supervisó la ejecución de las obras, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas.
- Se analizaron los presupuestos en base a la información histórica para la generación de técnicas en el cálculo de valores unitarios por actividad.
- Se coordinó con contratistas, diseñadores y proveedores para resolver cualquier incidencia o retraso.

3.2. Gestión de información a la supervisión

Se gestionó la información, los requisitos y procedimientos necesarios para el apoyo en la supervisión de los proyectos que realizó la Subgerencia de Subestaciones y Líneas.

- Se asistió a los comités establecidos con los contratistas y proveedores para el contrato.
- Se revisaron las normativas y estándares aplicables.

- Se elaboraron anexos contractuales, asegurando la inclusión de todos los materiales y recursos necesarios, enfocados en la retroalimentación y el conocimiento de la relación de los implicados en un proyecto.

3.3. Modelado de Información.

Se estableció el uso de herramientas tecnológicas para la coordinación de costos y la elaboración de presupuestos de obras civiles de acuerdo con los requerimientos de la Subgerencia.

- Se revisaron los requerimientos del proyecto recopilando la información relevante.
- Se modelaron los proyectos utilizando el software Revit.
- Se elaboraron los cálculos de materiales apoyando en la generación de presupuestos.
- Se validó y ajustó el diseño y presupuesto con el equipo de Expansión y Reposición de Líneas.

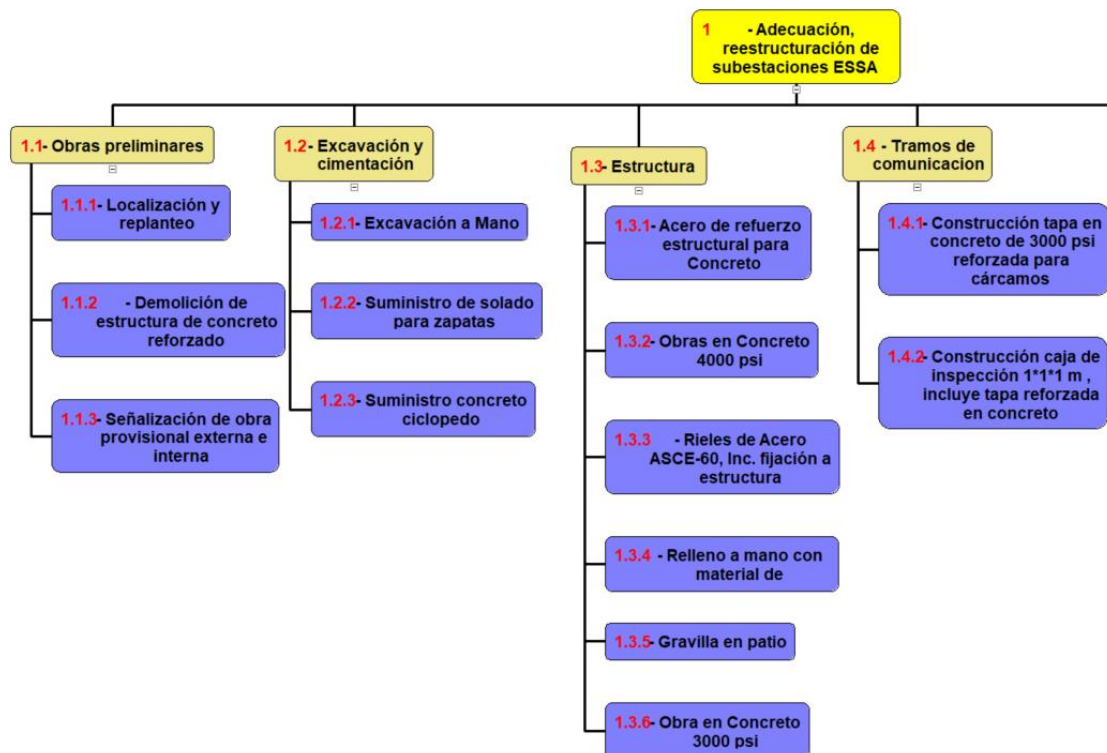
4. Desarrollo de la práctica

4.1 Gestión de la información documental y técnica

4.1.1 Recopilación de información

En esta etapa, se apoyó la recopilación y organización de la información presupuestal, permitiendo obtener valores relevantes para la planificación de nuevas obras. Además, se contribuyó en el proceso de informar, proporcionando al tutor los datos necesarios para la elaboración del reporte general presentado a la empresa. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de diagrama EDT (Estructura de desglose de trabajo) presentado para la realización de los proyectos como guía de base en el proceso de adecuación de cada subestación denominado “Adecuación, reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo”, desarrollado en el marco del contrato estipulado en el Plan de Acción 2024.

Figura 2 Estructura de desglose de trabajo en Adecuación de Subestaciones



Nota. Ítems de trabajo en el PLAN DE ACCIÓN 2024 (Adecuación, reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo)

En el proceso de análisis de la información del proyecto de Adecuaciones de Subestaciones, se establecieron cada uno de los ítems de las actividades en el contrato. Se realizó una lista detallada de las subestaciones implicadas en el contrato “Adecuación, reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo” que incluye su dirección, municipio y departamento de las Subestaciones intervenidas como se observa en la tabla número 2.

Tabla 2 *Subestaciones intervenidas en el contrato CW 126566*

SUBESTACIÓN	DIRECCIÓN	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
SAN RAFAEL	Vereda San Rafael - Rionegro	RIO NEGRO	SANTANDER
FLORIDA	Km 1 Vía a Acapulco - Vereda Ruitoque Bajo	FLORIDABLANCA	SANTANDER
VADO REAL	Km 56 Vía Socorro - Barbosa - Vereda Joseff Vado Real	SUIATA	SANTANDER
BARBOSA	Km 2 Vía Bucaramanga - Vereda Centro	BARBOSA	SANTANDER
BOSQUE	Av. El Bosque No 23-07 - El Bosque	FLORIDABLANCA	SANTANDER
PALOS	Km 6 Vía a la Costa - Vereda Angelinos	BUCARAMANGA	SANTANDER
CHARALÁ	Cll 13 No 25 - 94 - Barrio Comuneros	CHARALA	SANTANDER
BUCARAMANGA	Km 1 Vía a Carabineros - Vereda Rio Frio	BUCARAMANGA	SANTANDER
PARNASO	Cll 64 No 24 - 03 - Barrio Parnaso	BARRANCABERMEJA	SANTANDER
CIENAGA	Cll 7 No 5A - 02 - Barrio Provivienda - Puerto Wilches	PUERTO WILCHES	SANTANDER
PUERTO WILCHES	Km 3 via Puerto Wilches	PUERTO WILCHES	SANTANDER
FERIA	Cra 12 Cll 3 Barrio La Ceiba - Puerto Wilches	PUERTO WILCHES	SANTANDER
BUENA VISTA	Cra 64 No 42 - 01 - Maria Eugenia	BARRANCABERMEJA	SANTANDER
CONUCOS	Cra 33 No 67 - 15 Viaducto La Flora	BUCARAMANGA	SANTANDER
PRINCIPAL	Cra 22 No 5 - 54 - Comuneros	BUCARAMANGA	SANTANDER
SUR	CLL 46 No 19 - 122 - La Concordia	BUCARAMANGA	SANTANDER
LIZAMA	Km 70 Vía a Barrancabermeja - La Fortuna	SAN VICENTE	SANTANDER
LA LAGUNA	Km 59 Vía a la Costa Vereda Limites - El Playon	PLAYON	SANTANDE
CANTAGALLO	Cll 4 No 9 - 111 - Barrio San Tropol - Cantagallo	CANTA GALLO	BOLIVAR

PIEDRECUESTA	Vía Piedecuesta- Palogordo, km 7, vereda Guatiguara -- Junto a S/E Guatiguara - Piedecuesta	PIEDRECUESTA	SANTANDER
HAMACAS	Mnz G Etapa 9 - Urbanización Villas de San Ignacio	BUCARAMANGA	SANTANDER
COCOS	Cll 24 A No 27 - 03 - Ciudadela Nuevo Girón	GIRON	SANTANDER
OIBA	Km 30 Vía Socorro - Barbosa - Vereda Loma de Hoya	OIBA	SANTANDER
LA GRANJA	Km 2 Vía a Guatiguara - Piedecuesta	PIEDRECUESTA	SANTANDER
BUCARICA	Av Bucarica peatonal 20-40	BUCARAMANGA	SANTANDER
CANEYES	Av Caneyes No 17 - 02 - Girón	GIRON	SANTANDER
CAFÉ CORRIENDO	Km 80 Vía a la Costa - La Esperanza Norte de Santander	LA ESPERANZA	SANTANDER
TRINCHERAS	Km 35 Vía a la Costa - Vereda La Ceiba	RIO NEGRO	SANTANDER
LANDÁZURI	Barrio el Jardin - Landazuri	LANDAZURI	SANTANDER
SAN VICENTE	Cll 15 No 15 - 35 Barrio Buenos Aires	SAN VICENTE	SANTANDER
SAN ALBERTO	Km 2 Vía a Bucaramanga Vereda la raya.	LA ESPERANZA	NORTE DE SANTANDER
GARCIA ROVIRA	Km 1 Vía a San José de Miranda	SAN JOSE DE MIRANDA	SANTANDER
REAL DE MINAS	Cll 64 E No 1W - 40 Ciudad Bolivar	BUCARAMANGA	SANTANDER
SOCORRO	Cll 14 Cra 20 - Vereda San Lorenzo	SOCORRO	SANTANDER
NORTE	Blv Santander No 19 - 59 - San Francisco	BUCARAMANGA	SANTANDER
BUENOS AIRES	Cra 20 No 45 - 89 - Barrio Buenos Aires	BARRANCABERMEJA	SANTANDER
KILOMETRO 8	Km 8 Vía a Puerto Wilches - Vereda El Ocho	PUERTO WILCHES	SANTANDER
SANTA CATALINA	Vereda San José de los Chorros - Rionegro	RIONEGRO	SANTANDER
SAN SILVESTRE	Trv 48 No 64 - 94 - Barrio Boston	BARRANCABERMEJA	SANTANDER
CIMITARRA	Km 2 a la Salida de Cimitarra - Vda San Lorenzo	CIMITARRA	SANTANDER
VELEZ	Cra 2 No 3B - 04 - Barrio Ricaurte	VELEZ	SANTANDER
ACUARELA	Vía a Los Santos - Vereda El Verde	LOS SANTOS	SANTANDER
BARRANCA	Vereda Campo Galan - Planta Termobarranca	BARRANCABERMEJA	SANTANDER
MOGOTES	Vía Cuchiquira, Mogotes, Santander	MOGOTES	SANTANDER
RIO FRIO	Km 1 Vía a Carabineros - Vereda Rio Frio	BUCARAMANGA	SANTANDER
SUAITA	Via Suaita-San Benito, Santander	SUAITA	SANTANDER

Nota. Subestaciones intervenidas en el plan de acción del 2024 de la ESSA

Se realizó una revisión de la ejecución de actividades actuales de los proyectos mencionados y mediante el estudio del presupuesto de las 51 actas mensuales del proyecto que ya estaba en ejecución, se estimó el valor y el costo directos (Ejemplo Tabla 3) permitiendo determinar el valor por unidad ejecutada y, al analizar los porcentajes de Avance de Inversión Utilizada (AIU) de cada corte, obtener el valor real actualizado de los proyectos para luego poder apoyarse de esta información en actividades futuras.

Tabla 3 Información proporcionada del presupuesto contrato CW 126566

Adecuación, reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo CW 126566			TOTAL CORTE N° 13		TOTAL		Valor por unidad (Costo Directo/Unidad)	
ítem	Descripción	UND	CANT. V. PARCIAL	CANT.	Costo directo			
7	Obras en Concreto 4000 psi	m3	0.00	\$0.00	81	\$51,477,533.40		\$ 632,807.48
14	Construcción caja de inspección 1*1*1 m incluye tapa reforzada en concreto	und	2.00	\$983,230.00	69	\$33,921,435.00		\$ 491,615.00
15	Construcción caja de inspección 0,7x0,7 m	und	5.00	\$1,969,400.00	57	\$22,451,160.00		\$ 393,880.00
46	Construcción de baranda metálica con pasamanos en tubería de 2" y columnas de 1	ml	0.00	\$0.00	23	\$3,032,090.00		\$ 131,830.00
47	Construcción estructura en drywall (cielo raso)	m2	10.20	\$582,685.20	219	\$12,531,102.23		\$ 57,126.00
48	Obra Electrica, Luminaria de sobreponer	und	0.00	\$0.00	1	\$129,468.00		\$ 129,468.00
59	Construcción de Portón metálico en tubería de 2" y malla eslabonada	und	0.00	\$0.00	3	\$5,273,181.00		\$ 1,757,727.00
75	Construcción de Cuneta Ø 300 mm	m	0.00	\$0.00	16	\$770,480.00		\$ 48,155.00
76	Puerta cortafuego (CERTIFICADO RETIE), Con cerradura antipánico	m2	0.00	\$0.00	117	\$89,770,376.81		\$ 769,006.00
ítem	Descripción	UND	317,859,679.76		3,761,032,928.20			
4v	Suministro e instalación de malla eslabonada de 2,5*0,50 m enmarcados	m2	0.00	\$0.00	1061	\$108,202,371.59		\$ 102,019.00
Valor Costo Directo Ejecutado			\$0.00		151,788,248.02		Nota: Se emplea formato condicional para identificar la actividad con el mayor costo por unidad ejecutada.	
Administración (15%)			\$317,859,679.76		3,912,821,176.22			
Utilidad (5%)			\$22,250,177.58		483,955,848.05			
Valor total			\$15,892,983.99		195,641,058.81			
			356,002,841.34		4,592,418,073.95			

Nota. La tabla muestra en la primera columna los ítems de ejecución en la Adecuación de subestaciones en las dos siguientes columnas se representan dos de las 51 actas que se analizaron para obtener la cuarta columna que son el total de unidades ejecutados y valor total de m por actividad en el contrato, en la ultima fila los valores por unidad ejecutada en todas las subestaciones

Posteriormente se apoyó el proceso de cálculo de variables para el análisis del presupuesto del contrato de “Adecuaciones de Subestación”, organizando la información a partir del costo por

actividad en cada corte. Estos datos, generados por la empresa contratada para la ejecución de las obras, permitieron estructurar las variables necesarias para la suma de valores de actividades similares, generalizando las zonas en las que se ubican las subestaciones, tal como se establece en la Tabla 4 donde se resaltan varias actividades que por análisis deben darse prioridad en su ejecución. Las actividades no priorizadas se descartaban para su ejecución.

Tabla 4 *Resumen de las actividades y análisis del valor promedio de los valores de administración, utilidad y de imprevistos*

Adecuación, reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo CW 126566			TOTAL	
ítem	Descripción	UND	CANT.	Costo directo
7	Obras en Concreto 4000 psi	m3	81	\$51,477,533.40
14	Construcción caja de inspección 1*1*1 m, incluye tapa reforzada en concreto	und	69	\$33,921,435.00
15	Construcción caja de inspección 0,7x0,7 m (Inc. Tapa)	und	57	\$22,451,160.00
46	Construcción de baranda metálica con pasamanos en tubería de 2" y columnas de 1 1/2" a tres hilos (Incluye pintura de terminado)	ml	23	\$3,032,090.00
47	Construcción estructura en drywall (cielo raso)	m2	219	\$12,531,102.23
48	Obra Eléctrica, Luminaria de sobreponer	und	1	\$129,468.00
59	Construcción de Portón metálico en tubería de 2" y malla eslabonada	und	3	\$5,273,181.00
75	Construcción de Cuneta Ø 300 mm	m	16	\$770,480.00
76	Puerta cortafuego (CERTIFICADO RETIE), Con cerradura antipánico	m2	117	\$89,770,376.81
ítem	Descripción	UND	3,761,032,928.20	
4v	Suministro e instalación de malla eslabonada, (incluye parales de 3,0 m, pintura en aceite, soldadura, el cerramiento se construirá en módulos de 2,5*0,50 m enmarcados en	m2	1061	\$108,202,371.59
ítem	Descripción	UND	151,788,248.02	
	Valor Costo Directo Ejecutado		3,912,821,176.22	
	Administración (15%)		483,955,848.05	
	Utilidad (5%)		195,641,058.81	
	Valor total		4,592,418,073.95	

Nota. La tabla presenta los ítems de ejecución cuyas actividades tienen mayor impacto en las remodelaciones y adecuaciones de las subestaciones eléctricas. En la segunda columna se detallan las unidades ejecutadas junto con el valor correspondiente de cada una de estas actividades.

4.2 Gestión de la Información de la supervisión.

4.2.1 Actas de seguimiento

Las actas de seguimiento son documentos resultados de un proceso de continuo monitoreo por los administradores de contrato y los contratistas encargados de ejecutar las obras en este proceso. Estas actas inician su elaboración con regularidad cada lunes de la semana a las 9 de la mañana y se registran en un formato editable.

En este proceso de apoyo a la supervisión se realizaba una transcripción de lo que se hablaba en la reunión haciendo un desglose de actividades pendientes y de las nuevas adecuaciones que posteriormente se registraban de manera estructurada en el acta. Cada acta tiene en cuenta tanto los comentarios por parte del administrador y supervisor del contrato como la parte de contratista y seguridad y salud en el trabajo. El aporte principal consistía en darle prioridad a las actividades críticas del proyecto.

Figura 3 Ejemplo del acta de reunión para el seguimiento de las obras en los frentes de trabajo.

Fecha: 03/03/2025	Lugar: Virtual
Hora inicial: 09:30 am	Hora final: 10:30 am
Comité o Proceso: Comité de obra.	
Líder: Iván Almeyda Maldonado	Cargo: Profesional SSL
Secretario: Iván Almeyda Maldonado	Cargo: Profesional SSL
Participantes	
Nombre	Cargo
Integrantes Comité o Grupo	
Iván Almeyda Maldonado	Profesional SSL, Gestor Administrativo y técnico.
Camilo Andrés Paipa Niño	Practicante Universitario SSL
Invitados	
Alba Ballesteros	Residente de obra, Ingeniero Civil VM
Alberto Amorocho	Maestro Construcción VM
Juan Fernando Cobos	Inspector SST
Objeto de la reunión	
Seguimiento al CW282988, presentado el avance en la construcción de los diferentes frentes de obra en las Subestaciones ESSA.	
Desarrollo de la reunión	
SEGUIMIENTO ACTIVIDADES:	
1. Avance por Subestación:	
<ul style="list-style-type: none"> ○ S.E Contratación: Pendiente la pintura de señalización de la caja de contención (circulo negro). ○ S.E San Gil: Pendiente instalación de la puerta corta fuego. 	

Nota. La figura muestra ejemplo del documento de registro de las actas de seguimiento para la supervisión de Obras civiles en el Equipo de Expansión y Reposición de Subestaciones ESSA S.A E.S,P (03 de marzo del 2025)

4.2.2 Seguimiento mediante reuniones

Se realizaron apoyos a los comités de seguimiento con la presencia y redacción de las actas 28,30,31, 32 y 33 a la fecha. Esta actividad se lleva a cabo para definir el alcance principal que ha de ser alcanzada en la ejecución del proyecto de construcción, estableciéndose las condiciones que se requieren para cada obra. Se procede a solicitar el control de especificaciones técnicas y de materiales usados al contratista encargado de ejecutar la obra y en caso de ser necesario se hace la

solicitud de un componente de ingeniería básica o detallada que implique la base de diseño para las construcciones a realizar.

Figura 4 Junta de propuesta de diseño 13/09/24 con contratista “Vesga Moreno”



Nota. La figura muestra la junta en la cual se presentan las propuestas de diseño que junto con el profesional y tutor se evaluaban las posibles complicaciones y soluciones, en acompañamiento de profesionales de la contratista “Vesga Moreno Ingenieros S.A.S” 13/09/24 con contratista

4.2.3 Visitas a Obra

En el proceso de supervisión técnica, se estableció una supervisión itinerante, la cual consistió en visitas periódicas a las subestaciones eléctricas Vado Real y Puerto Araujo para observar el trabajo realizado por la contratista. Como parte de esta supervisión, se implementaron registros fotográficos, actas de seguimiento y evaluaciones de obras futuras, permitiendo programar y planificar los trabajos actuales, además se realizaron visitas para control de especificaciones técnicas en las subestaciones Yariguies, Zapatoca, Matanza, Palos, Lebrija, Minas, Bucaramanga y Caneyes.

En la Figura 5 se muestra una revisión de separaciones de refuerzo de los elementos construidos en el Proyecto de Subestación Yariguies y en la figura 6 se observa la visita a subestación Zapatoaca.

Figura 5 *Visita a subestación Yariguies*



Nota. La figura muestra especificaciones del Diseño y la construcción de los elementos estructurales en la subestación Yariguies (17 diciembre del 2024).

Como parte de la supervisión de las obras, se realizaron verificaciones específicas orientadas a garantizar la seguridad de las personas que frecuentan las zonas intervenidas. Estas incluyeron la revisión del cumplimiento de distancias mínimas de seguridad, la presencia de elementos de protección y la inspección del cerramiento perimetral, validando que sus características cumplieran con las alturas y requisitos normativos vigentes.

En la Subestación Vado Real se levantaron las pendientes, accesos y distancias de seguridad en el perímetro; en Puerto Araujo se midieron las distancias perimetrales del pórtico para el predimensionamiento del foso; en Yariguies, en etapa de construcción, se realizaron

Figura 6 *Visita a la subestación Zapatoaca 16 de enero 2025*

mediciones y comprobaciones de refuerzos y distancias según planos, junto con la contratista. En las demás subestaciones se levantaron medidas de cerramiento, equipos y cuartos de control, verificando especificaciones técnicas, condiciones de seguridad, acabados y señalización establecidas por la normativa vigente.



Nota. La figura muestra el proceso de toma de medidas en los cuales a la derecha se establecen la toma de medidas para comprobación de dimensiones del foso para un transformador de 34.5 kVa y en la imagen de la izquierda la toma de medidas para comprobación de las dimensiones del encerramiento cumpliera con la normativa vigente: Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas (RETIE, 2015)

4.3 Uso de herramientas de modelado

4.3.1 Proceso de modelado

El proceso de modelado se inició con la recopilación y disposición de la información técnica proporcionada para los proyectos, la cual incluyó planos en físico, archivos PDF y archivos CAD. Debido a que estos anexos técnicos habían sido generados en un período anterior a la práctica, se procedió a la toma de medidas en sitio para corregir la información y garantizar la

precisión en el nuevo modelado. En la Figura 7 se muestra el proceso inicial de toma de medidas insitu en el proyecto de adecuación en la Subestación Vado Real.

Posteriormente, se creó la plantilla del modelado de las obras civiles utilizando el modelo de plantilla estructural. Para esto se inició estableciendo de base los archivos 2D- la planta o nivel cero del sitio para iniciar con el modelado 3D. Se modelaron los proyectos de Vado Real, Puerto Araujo y Zapatoca.

La subestación Vado Real fue una de las primeras subestaciones a las cuales se le realizó el modelado de estado actual. A partir de la información recopilada y analizada que luego fue modelada en 3D, se procedió a diseñar diferentes soluciones con el fin de generar propuestas viables y presentar un modelo final relacionado con la construcción de su acceso. Este modelo incorporó soluciones tanto para la parte de mantenimiento y personal que ingresa al sitio como para el ingreso de nuevos equipos o retiro de estos. Para ello se hicieron reuniones recibiendo recomendaciones por parte de técnicos y obreros, convirtiéndose en una solución que beneficiara a todos.

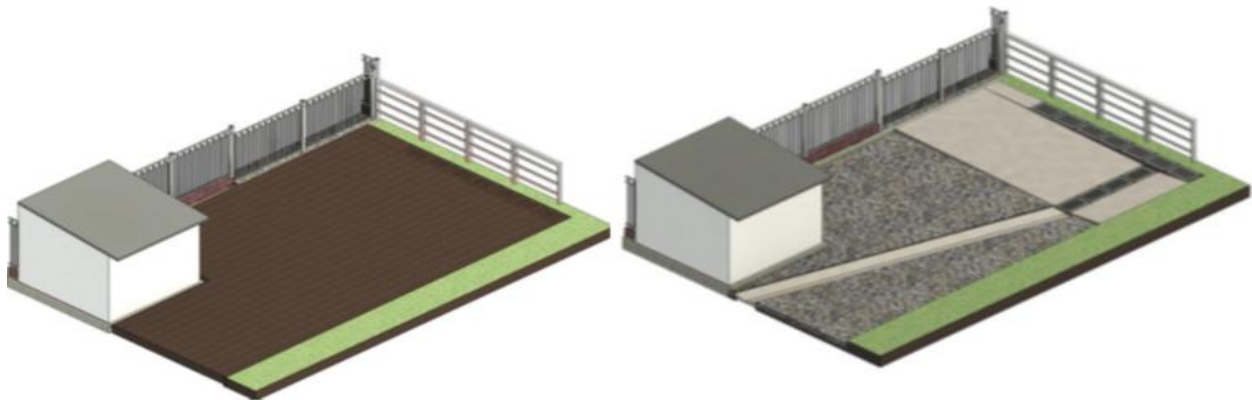
Figura 7 Toma de medidas insitu en la Subestación Vado Real



Nota. Visita con personal de la contratista para corroborar las medidas in situ (18 de noviembre del 2024).

Se realizó el levantamiento de la zona de estudio mediante la recopilación de información proveniente de la empresa incluyendo planos, así como también datos obtenidos in situ, como alturas y pendientes del terreno. Esta información permitió determinar la zona de trabajo y estimar las posibles soluciones para abordar la problemática identificada, sentando las bases para el desarrollo de un modelo preciso y efectivo. En la subestación Vado Real, se presentaba un problema de escorrentía superficial de material sedimentario que bloqueaba el acceso a la subestación. Por otro lado, en la subestación Puerto Araujo, se requería construir un foso para transformador de 34.5 kVa. En la figura 8 se observa modelado 3D de la zona de trabajo en la subestación Vado Real.

Figura 8 Modelo 3D de la zona de trabajo Vado Real (Revit 2025)



Nota. En la imagen se evidencia el modelo de la Zona de trabajo en la cual se plantea el sitio con sus condiciones actuales y en la derecha la solución que se estableció como definitiva.

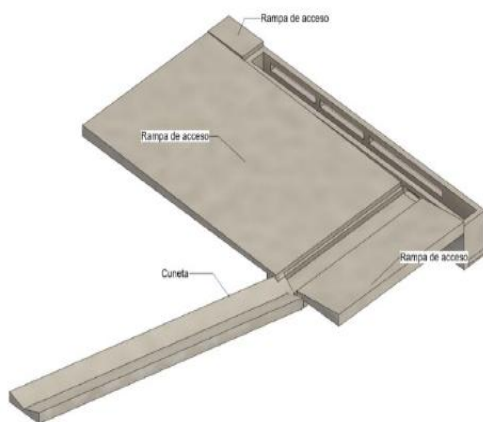
4.3.2 Resultados del Modelado

4.3.2.1 Resultados de las cantidades y tablas programadas

En el proceso de modelado 3D, se estimaron las cantidades de materiales necesarios para la construcción de la obra, incluyendo el volumen de concreto, peso y cantidades de acero. Se consideraron las características geométricas y funcionales del proyecto, como el acceso de camiones y la seguridad de las personas. Los resultados obtenidos permiten optimizar el uso de materiales y minimizar costos, facilitando la planificación y ejecución del proyecto.

En las figuras 9-10 se muestra el modelado de una placa y elementos adicionales para el acceso de la obra sobre una subestación, incluyendo su refuerzo. Sin embargo, para continuar en el proceso para próximas adecuaciones se trabajó en el modelado de la subestación no solo en la parte civil si no en la parte eléctrica y equipo de la zona de trabajo. Para esto, se llevó a cabo el trabajo de modelado de los equipos desenergizados y se tuvieron en cuenta los parámetros que se encuentran en la ficha técnica del equipo.

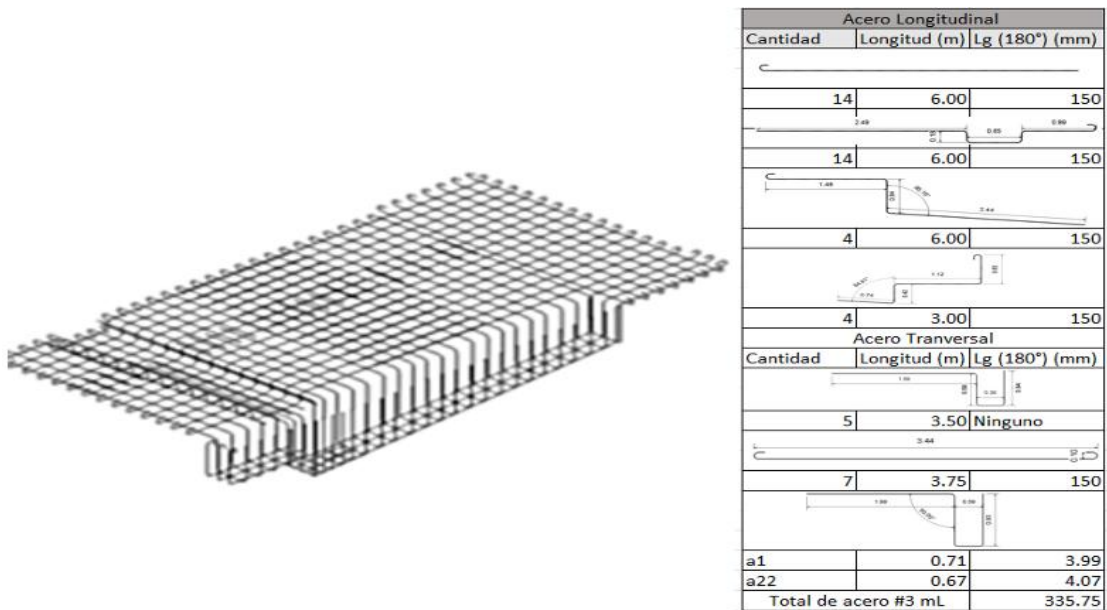
Figura 9 Modelo 3D de cantidades de elementos de concreto Vado Real (Revit 2025)



Cantidades de los elementos de concreto	
ELEMENTO	VOLUMEN[m ³]
Suelo de la cuneta	0.69
Suelo reforzado del desarenador	0.3
Rampa de Acceso	2.82
Rampa de Acceso	0.15
Muro 1 de desarenador	0.42
Muro 2 de desarenador	0.46
Muro 3 de desarenador	0.2
Muro 4 de desarenador	0.2
Total	5.24

Nota. La figura muestra las cantidades de volumen de concreto. A la izquierda, la visualización isométrica de la solución definitiva y establecida en el comité de seguimiento Acta 27 del 25 de noviembre del 2024

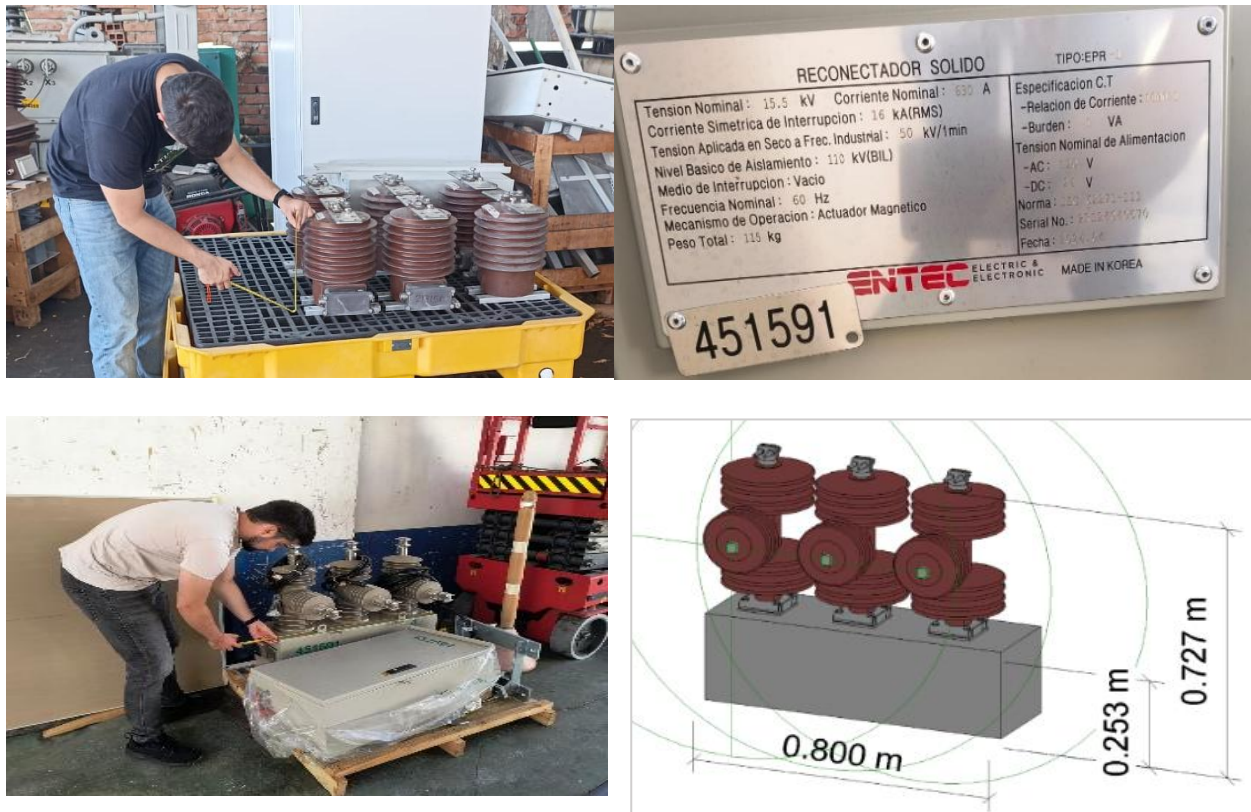
Figura 10 Vista isométrica del modelo del acceso en la subestación Vado Real configuración del despiece de acero (Revit 2025).



Nota. La figura muestra las cantidades de acero corrugado por metro lineal y en la izquierda la visualización isométrica de la solución definitiva y establecida en el comité de seguimiento Acta 27 del 25 de noviembre del 2024

Un ejemplo del modelado de equipos y elementos se evidencia en la Figura 11 donde se establece las visitas al sitio y su posterior digitalización 3D. Este mismo proceso se hizo con los equipos que se establecen en el unifilar de la subestación para dejar como precedente en futuras adecuaciones el uso del modelo para alguna expansión o adecuación en sitio. En la figura 12 se muestra el resultado del modelado 3D de una subestación en Vado Real, Santander.

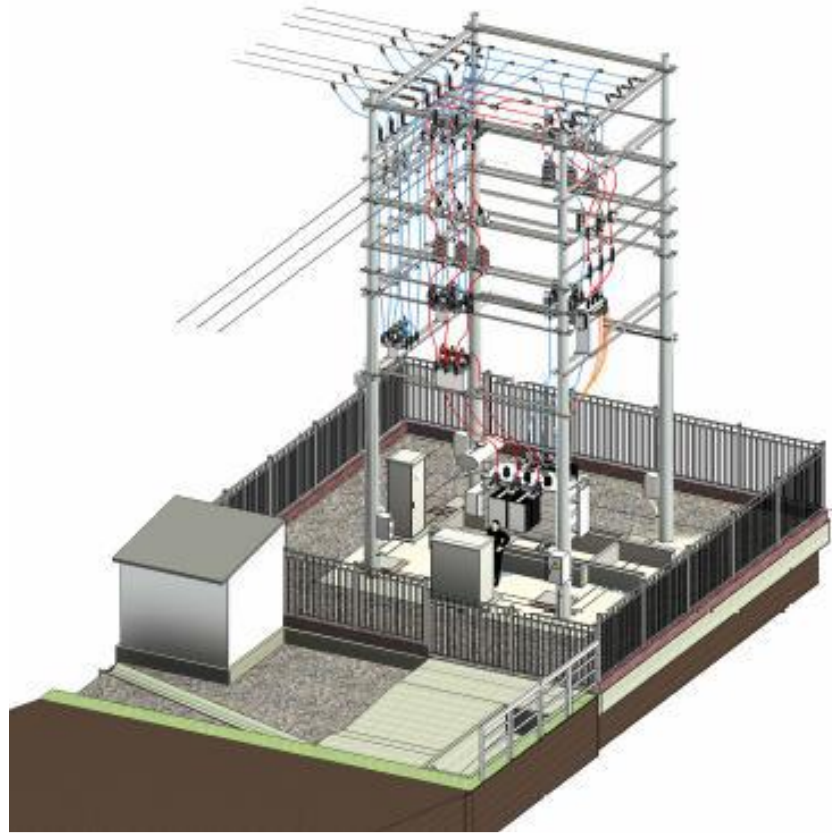
Figura 11 Inspección de fichas técnicas de los equipos y toma de dimensiones geométricas



Nota. La figura muestra el proceso de registro de dimensiones para la creación de familia de plantilla eléctrica la cual se hizo in registro de dimensiones y posteriormente se añadieron las propiedades que se describen en la placa de características del equipo.

El modelo 3D se desarrolló como respuesta a la necesidad de implementar herramientas tecnológicas que optimicen la ejecución de obras civiles y maniobras de mantenimiento eléctrico. Este modelo permite integrar la información en la nube gestionada por la empresa a través del software Máximo, facilitando un recorrido virtual por la subestación para identificar y analizar los elementos presentes en el sitio, mejorando así la planificación y toma de decisiones en tiempo real.

Figura 12 Modelo 3D en vista isométrica de subestación eléctrica.



Nota. En base a la información establecida en el unifilar de la subestación Vado Real se modelaron los equipos y se insertaron en la plantilla federada del proyecto

4.4 Resultados de la gestión a través del modelado 3D

Los resultados del modelado en 3D de la gestión del modelado permitieron la construcción de dos proyectos innovadores. El primer proyecto se llevó a cabo en Vado Real, donde se presentaba un problema de escorrentía de material grueso sobre el acceso de la subestación. Para solucionar este problema, se propuso un esquema básico de una canaleta que pudiera estancar los residuos y, mediante gravedad, dirigir el material grueso hacia la canaleta, permitiendo que el agua sin material grueso fluyera libremente. Se realizó el modelado del acceso y se entregó la información al contratista para que este planteara el proceso de construcción descrito en la tabla 5.

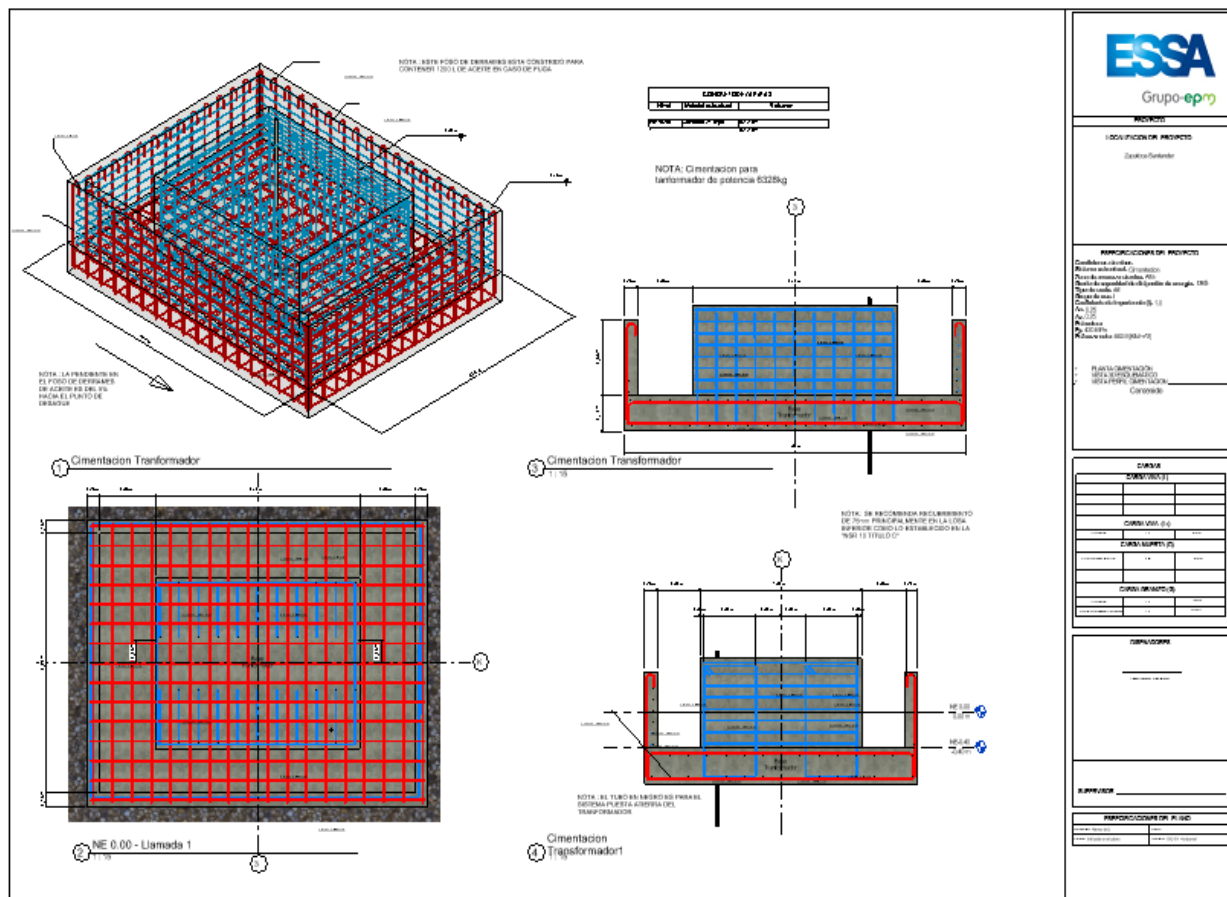
Tabla 5 *Etapas de la construcción del acceso a la subestación Vado Real.*

Etapas de construcción del acceso a la subestación Vado Real	
Presentación de la problemática y las primeras actividades: Descapote y desmonte del sitio y planteamiento en la subestación Vado Real en el Acta 26 del 18 de noviembre del 2024	
Después de establecer las condiciones de la construcción del acceso se inicia con la excavación en sitio y excavación a mano de la cuneta en el Acta 28 del 2 de diciembre del 2024.	
Se realiza fundida y encofrado de los elementos de las rampas en el Acta 29 del 9 de diciembre del 2024.	
Colocación de tapas de cárcamos según Acta 30 del 16 Diciembre 2024	
Instalación de tapas y retiro de escombros según Acta 31 del 23 de Diciembre del 2024	

El segundo proyecto consistió en el diseño aproximado del foso para un transformador de 34.5 kV en la subestación de Puerto Araujo (Ver Figura 13). Debido a la urgencia de la

construcción, se presentó un prediseño a la contratista, la cual se encargó de validarlo, ajustarlo y ejecutarlo con éxito. Este diseño permitió la construcción del foso de manera eficiente y segura, cumpliendo con los requisitos técnicos y de seguridad necesarios. En la tabla 6 se muestra el esquema resultado del cronograma de ejecución de las actividades para el foso.


Figura 13 Modelo de Estructura Foso para Subestación eléctrica.



Nota. En la figura se establece la propuesta de diseño para un transformador de 34.5kVa en la cual se establecen las distancias mínimas requeridas para la instalación del transformador por parte de ESSA S.A. E.S.P.

- a. Los colores del reforzamiento representan los dos tipos de barras para la Armadura del transformador: Rojo: Barra No. 5 y Azul: Barra No. 3.
- b. Las vistas en alzada muestran un elemento en negro sobresaliente de la cimentación el cual representa el conducto puesta tierra para el equipo de potencia.

Tabla 6 *Etapas de la construcción del Acceso a la subestación Puerto Araujo.*

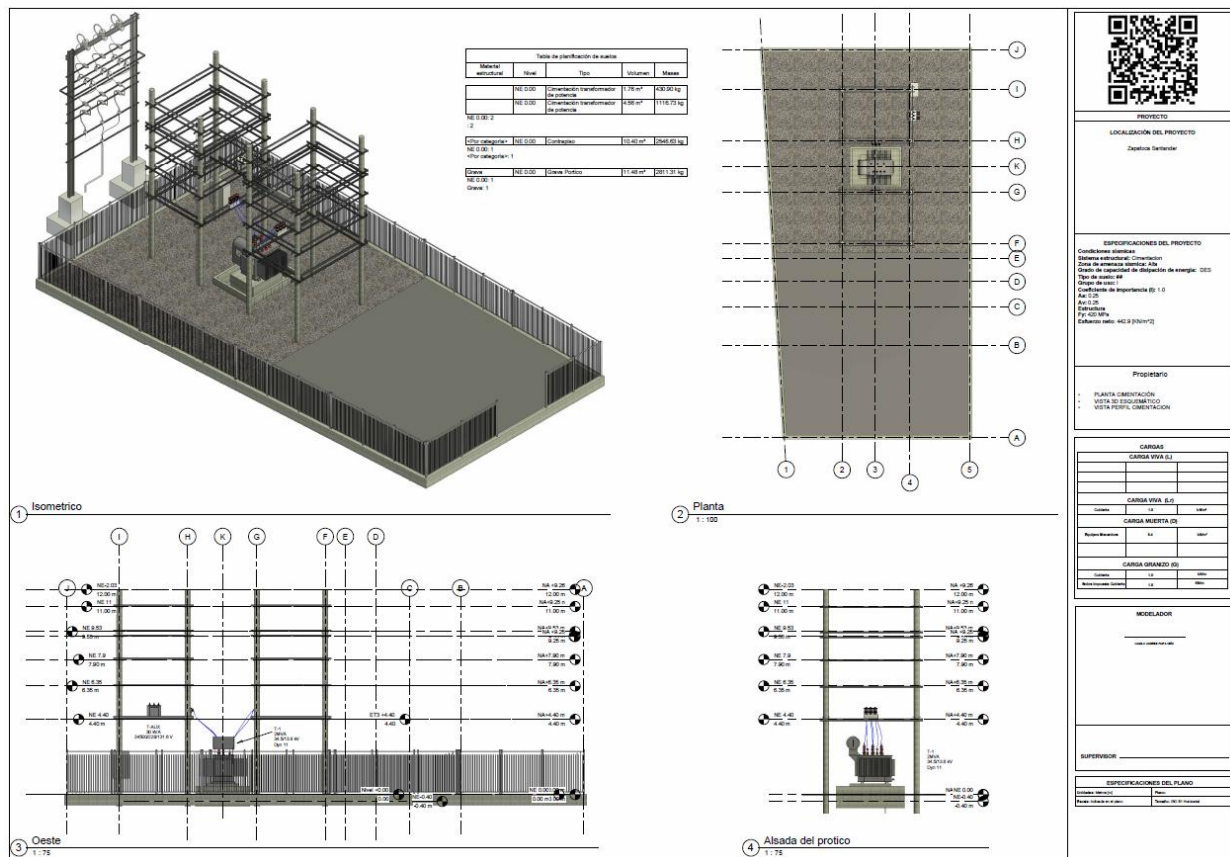
Etapas de construcción del Foso de la subestación Puerto Araujo	
Presentación de la problemática: En este diseño se hizo el despiece del foso de la subestación Puerto Araujo para solicitarle a la contratista un diseño aproximado a este con las condiciones del sitio Acta 33 del 7 de Enero 2025	
Se inició con el armado del acero y la instalación de los ductos para la malla puesta tierra y el desagüe del foso según Acta 35 del 13 de Enero del 2025	
Acta 36 del 20 de Enero del 2025 con el proceso de avance. Se estableció que esta semana se realizaría la fundida del foso	
En el Acta 36 del 20 de Enero del 2025 se determinó inicio con la fundida de las paredes del foso	

En el Acta 37 del 27 de enero se realizan los retiros de escombros, se establecen 7 días después de la finalización de la construcción del foso para la instalación del transformador de 34.5 KvA



Como resultado de la etapa de modelado de las subestaciones, se realiza la disposición de las plantillas para el uso de demás profesionales y técnicos, con el fin de hacer el proceso de configuración de los modelos y sea más practico e incorpore el cálculo de materiales al diseño de estos. Un ejemplo de la plantilla se observa en la Figura 14.

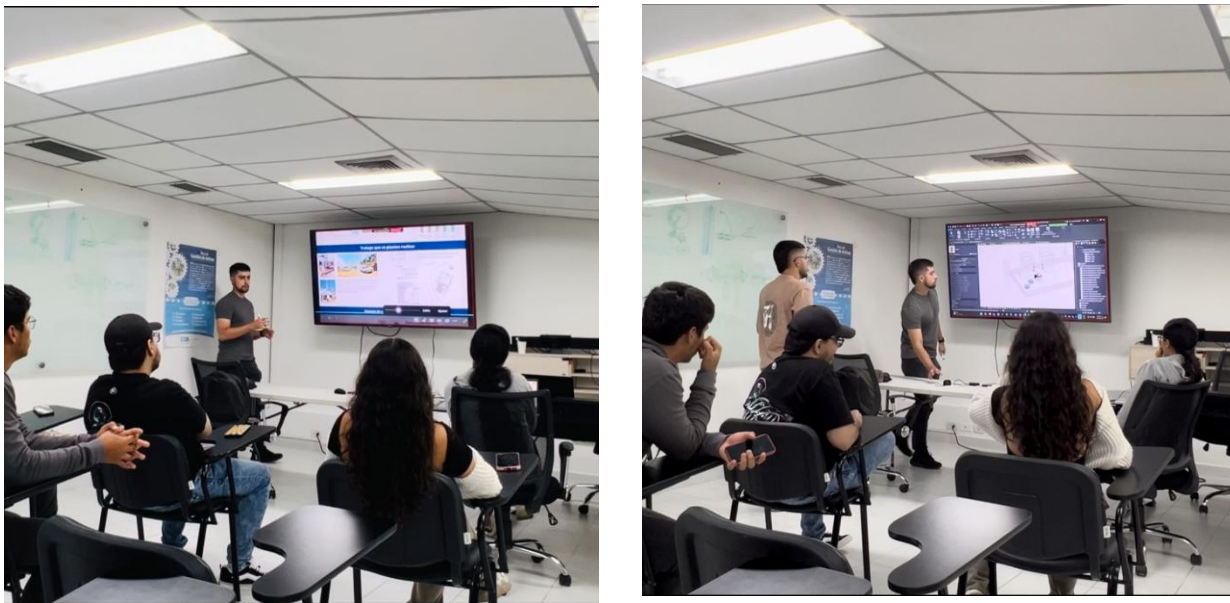
Figura 14 Modelo Plantilla para Subestación eléctrica.



Nota. El modelo representado en la imagen fue el de la subestación Zapoteca en el cual a partir de su remodelación en a fecha de (miércoles 15 de enero de 2025)

Finalmente, como parte del proceso de generación de modelos para la gestión de activos, la empresa solicitó un espacio de capacitación dirigido al personal técnico. Se realizaron materiales didácticos, clases educativas a practicantes y profesionales todos los viernes a las 10 am, realizándose 3 clases consecutivas. Posteriormente, se llevó a cabo una sesión presencial en la cual se expusieron los temas preparados, resolviendo inquietudes y guiando a los profesionales en la aplicación práctica de los conceptos abordados. Esta dinámica permitió integrar el conocimiento de manera efectiva, asegurando que los participantes pudieran aplicar las técnicas en el proceso de modelado para la gestión de activos.

Figura 15 Registro fotográfico de la capacitación dictada al equipo técnico de la empresa.



Nota. Las clases se impartían de manera híbrida de esta manera poder compartir la información y se pudiera revisar la información y el paso a paso de manera detallada (Fotografías tomadas en la sala de juntas de la subgerencia subestación Subestaciones y líneas ESSA S.A E.S.P. Carrera 19 No. 24 – 56, Bucaramanga) el 22 de febrero del 2025.

5. Conclusiones

En las obras civiles, la ejecución y construcción exitosa dependen de la coordinación y trabajo conjunto de diversas partes. La supervisión técnica y administrativa es fundamental, ya que se encarga de implementar las normas y establecer los deberes necesarios para garantizar la calidad y eficiencia de la obra.

Mediante este documento se estableció que la contribución a la gestión de la información requerida para la estructuración documental y técnica de los proyectos de construcción de la ESSA E.S.P es esencial para garantizar la eficacia y eficiencia en el desarrollo de obras en la etapa de inicio y ejecución. Durante la práctica se desempeñó un papel clave al recopilar y organizar datos presupuestales, analizar información mediante herramientas ofimáticas y presentar los resultados de manera clara y estructurada con el fin de generar una visión integral de los costos y actividades de las obras, facilitando la toma de decisiones informadas por parte del tutor y la empresa.

Por su parte, la gestión de la información en la supervisión de actividades es fundamental, ya que, junto con una planificación sólida, garantiza que un proyecto se desarrolle dentro del presupuesto y los plazos de ejecución, asegurando un rendimiento óptimo y satisfaciendo las necesidades de todas las partes involucradas. El seguimiento mediante actas de reuniones y visitas de obra permitieron el apoyo constante a la supervisión.

Finalmente, la aplicación de herramientas tecnológicas de modelado de información 3D permitió optimizar la supervisión técnica y presupuestal de los proyectos en la Subgerencia de Subestaciones y Líneas Eléctricas. A través del modelado, se integraron datos actualizados obtenidos en sitio con información documental preexistente, garantizando precisión en el desarrollo de soluciones constructivas. Además, los modelos generados facilitaron la visualización

y análisis de las condiciones reales de las subestaciones, mejorando la planificación y toma de decisiones.

Referencias Bibliográficas

Acosta Gil, J. E. (2023). *Supervisión de obras civiles en Electrificadora de Santander* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. Electrificadora de Santander. Bucaramanga, Santander.

Autodesk Inc. (2024). *Autodesk*. <https://www.autodesk.com/latam/customer-stories/case-studies>

Díaz, H. N. (1997). *Presupuesto de obra*. Escala LTDA.

Duque-Escobar, P. G. (2024). *Desarrollo y revoluciones tecnológicas*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/61527/7/americalatinacrecimientosustentable.pdf>

Electrificadora de Santander. (2024). *Nuestra historia ESSA*. ESSA Electrificadora de Santander S. A. E.S.P. <https://www.essa.com.co/site/informacion-corporativa/quienes-somos#Estructura-organizacional-383>

Electrificadora de Santander S. A. E.S.P. (2019). *Plan empresarial ESSA 2020–2023*. <https://www.essa.com.co/site/Portals/0/documentos/como-lo-hacemos/plan-empresarial-essa-2020-2023.pdf>

Electrificadora de Santander S. A. E.S.P. (2023). *Plan de acción ESSA 2023*. <https://www.essa.com.co/site/Portals/0/documentos/transparencia-ita/transparencia-essa/metas-e-indicadores/Plan-de-accion-2023.pdf>

Electrificadora de Santander S. A. E.S.P. (2023). *Plan empresarial ESSA 2024–2027*. <https://www.essa.com.co/site/Portals/0/documentos/como-lo-hacemos/direccionamiento-estrategico/Plan-de-empresarial-2024-2027-Publicacion-Web.pdf?ver=2024-02-12-113841-363>

Electrificadora de Santander S. A. E.S.P. (2024). *Plan de acción ESSA 2024*.

<https://www.essa.com.co/site/Portals/0/documentos/transparencia-ita/transparencia-essa/metas-e-indicadores/Plan-de-accion-2024.pdf>

Electrificadora de Santander S. A. E.S.P., Sede Administrativa. (2024). *Dirección estratégica ESSA*.

<https://www.essa.com.co/site/informacion-corporativa/como-lo-hacemos/direccionamiento-estrategico>

Iberdrola, S. A. (2024). *Subestaciones eléctricas*. Iberdrola.

<https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/smart-grids/subestaciones-electricas>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 – Título I: Supervisión técnica*. Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.

Ministerio de Educación Nacional, República de Colombia. (2006). *Norma Técnica Colombiana NTC 4595*. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional, República de Colombia. (2020). *Norma Técnica Colombiana NTC 2050*.

https://www.ugc.edu.co/pages/juridica/documentos/institucionales/Norma_%20NTC_2050_98_codigo_electrico_col.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2015). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE*.

https://www.minenergia.gov.co/documents/11535/Anexo_General_del_RETIE_vigente_actualizado_a_2015-1_nJz3Jiv.pdf

Project Management Institute Inc. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) (6.ª ed.)*.

Trouchón Bravo, D. C. (2019). *Apoyo en el seguimiento y control de obras civiles de los proyectos requeridos en la Subgerencia de Subestaciones y Líneas de la ESSA* [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana].

Villamizar Barajas, D. L. (2023). *Propuesta para la implementación de la oficina de proyectos (PMO) en la Electrificadora de Santander S. A. E.S.P del Grupo EPM* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander].

https://uis.primo.exlibrisgroup.com/permalink/57UIDS_INST/ds6hgo/alma991001766330507671

Apéndices:

Se elaboró material didáctico enfocado en conceptos fundamentales y herramientas aplicadas, facilitando la transferencia de conocimiento necesaria para fortalecer las competencias del equipo. La actividad se orientó a garantizar una base común de entendimiento para la implementación de nuevas metodologías en el proyecto.

Apéndice A *Introducción a al proceso de transición al Modelado 3D ESSA S.A. E.S.P*

ENERGIA EN NUESTRAS MANOS



El uso de modelos BIM en ESSA optimiza costos al reducir errores y retrabajos, mejora la planificación y promueve una ejecución eficiente. Socialmente, fortalece la coordinación, la transparencia y el desarrollo sostenible en los proyectos eléctricos.



**Building
Information
Modeling**

AL ESTAR TODO PREVISTO Y COMPARTIR TODO EL MISMO MODELO, LOS SOBRECOSTES Y DEMORAS SIN COSAS DEL PASADO

Comparación de Métricas Financieras



Tendencias de Ingresos

LA EFICIENCIA ENERGETICA VAN DE LA MANO. EN EL PROYECTO SE PUEDEN INCLUIR TODOS LOS PARAMETROS DEL CLIMA Y ENVOLVENTE MAS SOSTENIBLE Y ADDAPTADO EL ENTORNO








CASOS DE ESTUDIO PARA ANALIZAR EL CAMINO

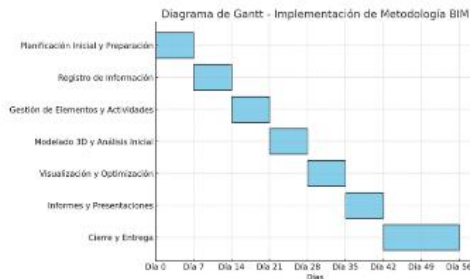


Reducción de un 20% de tiempo de organización, revisión y documentación entre las distintas disciplinas y especialidades, lo que además contribuye al medio ambiente pues el proceso es realizado de manera digital

© Autodesk Inc. (2024). AUTODESK. Autodesk.
<https://www.autodesk.com/latam/customer-stories/case-studies>

Apéndice B Proceso de Implementación a la Metodología BIM en ESSA S.A. E.S.P

IMPLEMENTACIÓN BIM EN LA SSL



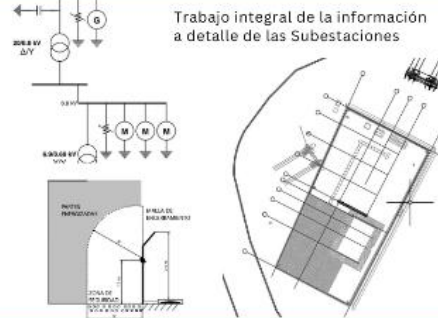
El trabajo de registro de información se aplica en ingeniería inversa en la que con los elementos existentes se almacenan con sus propiedades



Trabajo que se plantea realizar



Registro de las Subestaciones existentes apoyándonos de la toma de medidas en sitio y corroborando con anexos técnicos (teniendo recopilada la información en 2D planos y unifilares)



Alcance de esta implementación

