

**APOYO EN EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS CIVILES DE LOS
PROYECTOS REQUERIDOS EN LA SUBGERENCIA DE SUBESTACIONES Y
LÍNEAS DE LA ESSA**

**PRESENTADO POR
DIANA CAROLINA TROUCHÓN BRAVO
ID: 000258779**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2019**

**APOYO EN EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS CIVILES DE LOS
PROYECTOS REQUERIDOS EN LA SUBGERENCIA DE SUBESTACIONES Y
LÍNEAS DE LA ESSA**

**DIANA CAROLINA TROUCHÓN BRAVO
ID: 000258779**

**DIRECTOR ACADÉMICO
NÉSTOR IVÁN PRADO GARCÍA
Ingeniero Civil**

**DIRECTOR EMPRESARIAL
IVÁN RODOLFO ALMEYDA MALDONADO
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2019

Nota de aceptación:

Firma Presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, Marzo 11 de 2019

DEDICATORIA

A mis padres, quienes con su esmero, paciencia y dedicación hicieron posible el alcance de esta meta, guiándome siempre por el camino correcto.
A mi hermano, porque desde la distancia siempre tuve su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos sinceros a:

Mis padres y hermano por su incondicionalidad, ser mi guía y mi apoyo durante cada etapa de mi vida.

A la Electrificadora de Santander S.A.S E.S.P. y mis compañeros por permitirme la oportunidad de hacer parte de su equipo, brindándome el mejor ambiente de trabajo y colaboración.

Al ingeniero Iván Rodolfo Almeyda por su apoyo, orientación y enseñanzas durante la realización de la práctica.

A la Universidad Pontificia Bolivariana y todos los docentes que a lo largo de mi carrera contribuyeron a mi formación tanto a nivel profesional como personal.

A mis amigos que hicieron parte del proceso para el logro de esta meta brindándome su compañía y ayuda.

A todos ellos, muchas gracias por todo.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	x
RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO.....	xi
GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE	xii
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS.....	14
1.1 Objetivo general.....	14
1.2 Objetivos específicos	14
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Modelo sistema interconectado nacional (SIN).....	15
2.1.1 Cadena productiva de la energía eléctrica	16
2.2 Subestación	16
2.2.1 Elementos que constituyen una subestación eléctrica	17
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	20
3.1 Misión	23
3.2 Visión	23
3.3 Políticas empresariales.....	24
3.4 Valores corporativos	25
4. PROYECTOS DESARROLLADOS POR ESSA	26
4.1 Adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente.....	26
4.2 Construcción cubierta escuela de promoción social sede d	28
4.3 Remodelación teatro Santander	33
4.4 Adecuación parqueadero Subgerencia de subestaciones y líneas.....	36
5. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	39
5.1 Especificaciones técnicas para muro de mampostería	39
5.2 Plan de manejo de tránsito	41
5.3 Supervisión de obras del contrato adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente.....	43
5.3.1 Subestación Minas, Norte y Florida.....	47

5.3.2 Subestación Caneyes	50
5.4 Supervisión de obra adecuación parqueadero Subgerencia de subestaciones y líneas.	57
6. APORTE AL CONOCIMIENTO	60
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
8. BIBLIOGRAFÍA	63

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del Sistema interconectado nacional.	15
Figura 2. Logo Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.	20
Figura 3. Sede Principal de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.	20
Figura 4. Subestación de la Subgerencia de Subestaciones y líneas.	21
Figura 5. Instalaciones de la Subgerencia de Subestaciones y líneas.	21
Figura 6. Composición accionaria.	22
Figura 7. Cubierta escuela promoción social sede D.	29
Figura 8. Cercha cubierta nueva.	30
Figura 9. Instalación de cubierta y cumbrera	30
Figura 10. Cubierta nueva escuela promoción social sede D.	31
Figura 11. Pérgola.	34
Figura 12. Escenario y paneles acústicos.	34
Figura 13. Arcos estructurales.	35
Figura 14. Plano parqueadero antiguo SSL.	37
Figura 15. Plano de adecuación de parqueadero SSL.	38
Figura 16. Malla reparada de subestación hamacas.	40
Figura 17. Subestación Bellavista.	41
Figura 18. Plano de puntos de señalización y desvíos.	42
Figura 19. Foso para transformador, subestación Lebrija.	44
Figura 20. Malla eslabonada con concertina, subestación Lebrija.	44
Figura 21. Subestación Lebrija.	44
Figura 22. Base para interruptores Subestación Palos.	45
Figura 23. Formaleta de madera para escaleras Subestación Palos.	46
Figura 24. Escaleras Subestación Palos.	46
Figura 25. Escaleras con barandas Subestación Palos.	47
Figura 26. Esquema del sistema de contención y recolección de aceite	48
Figura 27. Transformador 3 Subestación Florida.	49
Figura 28. Transformador 1 Subestación Florida.	49
Figura 29. Transformador 3 Subestación Norte	49
Figura 30. Transformador 2 Subestación Minas	50
Figura 31. Subestación Caneyes	50
Figura 32. Plano de ubicación Subestación Caneyes.	51
Figura 33. Vista del mapa de amenaza del sector confluencia ríos De Oro y Frío.	52
Figura 34. Vista en planta, proyección muros de contención.	53

Figura 35. Malecón Casalinda.	55
Figura 36. Plano de área útil de la Subestación Caneyes.	55
Figura 37. Muro cortafuego actual Subestación Caneyes.	56
Figura 38. Zona de adecuación de parqueadero.	58
Figura 39. Excavación a mano.....	58
Figura 40. Colocación de acero de refuerzo para cárcamo.	58
Figura 41. Cerramiento en mampostería para fuente de agua natural.	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cobertura del servicio de energía eléctrica.	23
Tabla 2. Presupuesto escuela de promoción social sede D.	32
Tabla 3. Listado de actividades Teatro Santander.	33
Tabla 4. Presupuesto parqueaderos subestación sur.	36
Tabla 5. Presupuesto construcción de muro Subestación Caneyes.	53
Tabla 6. Presupuesto construcción de muro aguas arriba Subestación. Caneyes.	54
Tabla 7. Presupuesto construcción de muro frente a la Subestación Caneyes.	54
Tabla 8. Presupuesto total de muros de contención.	54

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO EN EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS CIVILES DE LOS PROYECTOS REQUERIDOS EN LA SUBGERENCIA DE SUBESTACIONES Y LÍNEAS DE LA ESSA

AUTOR(ES): Diana Carolina Troughón Bravo

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Néstor Iván Prado García

RESUMEN

El presente trabajo es un informe de las actividades desarrolladas durante la práctica empresarial, como apoyo en la supervisión de obras civiles de los proyectos requeridos en la subgerencia de subestaciones y líneas de La Electrificadora de Santander S.A.S. E.S.P., durante un período de seis (6) meses. En éste documento se describe el seguimiento que se efectuó en la etapa de ejecución, a cada una de las obras que hacen parte del contrato \\\"Adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente\\\", mediante supervisión en obra, registro fotográfico, realización de especificaciones para mampostería, un plan de manejo de tráfico necesario para cambio y adecuación de transformador y revisión de actas de control presupuestal. Complementario a esto, se desarrollaron actividades adicionales al contrato como lo fueron, la supervisión técnica de la adecuación del parqueadero de la subgerencia de subestaciones y líneas y la revisión de actas de seguimiento de los aportes donados por ESSA al convenio con el Teatro Santander.

PALABRAS CLAVE:

Subestación, Supervisión de obra, Normativa vigente, Control presupuestal.

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT IN THE MONITORING AND CONTROL OF CIVIL ENGINEERING WORKS REQUIRED IN THE ASSISTANT MANAGERSHIP OF SUBSTATIONS AND ESSA LINES

AUTHOR(S): Diana Carolina Troughón Bravo

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Néstor Iván Prado García

ABSTRACT

The present is a report of the developed activities during the internship, as support in the supervision of civil engineering works required in the assistant managership of substations and Electrificadora de Santander S.A.S E.S.P lines, for a period of six (6) months. In this document describes the monitoring that carried out in the execution stage, to each of the civil works that are part of the contract "adaptation and restructuring of ESSA substations for expansion and normative fulfillment", through supervision on site, photographic record, realization of specifications for masonry, a traffic management plan necessary for change and adaptation of transformer and review of budget control reports. Besides, additional activities were developed to the contract as were, the technical supervision of the parking adaptation of the assistant managership of substations and ESSA lines and the review of follow-up reports of the contributions donated by ESSA to the agreement with Teatro Santander.

KEYWORDS:

Substation, work supervision, normative fulfillment, budget control.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA) es una empresa de energía eléctrica la cual tiene como objetivo principal la prestación del servicio público de energía, su distribución, transmisión, comercialización y actividades conexas realizadas de manera sostenible, generando valor agregado y crecimiento con rentabilidad.

La infraestructura eléctrica de ESSA está integrada por plantas de generación, líneas y redes de transmisión y distribución, condensadores, transformadores, los cuales deben cumplir con la normativa vigente, estándares de calidad, de igual modo con las normas técnicas establecidas por las autoridades competentes (RETIE, normativa ambiental, NTC, Resolución 1348 de 2009) [1].

En el marco del plan de inversiones que adelanta ESSA se encuentra la modernización de la infraestructura en las subestaciones por parte de la Subgerencia de Subestaciones y líneas, específicamente el equipo de trabajo de expansión y reposición. En el siguiente documento se describen cada una de las actividades realizadas durante la práctica empresarial para la reforma de la infraestructura en subestaciones, los estándares por normativa que se deben cumplir, evidencias de visitas técnicas a las obras, los informes y actas necesarias en la ejecución y terminación de las actividades. Adicionalmente, se describen algunas obras adicionales al contrato antes mencionado, con su respectivo registro fotográfico.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería civil en el apoyo al seguimiento y control de las obras civiles requeridas en la subgerencia de subestaciones y líneas de ESSA.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Apoyar en la supervisión de los proyectos de adecuación y reestructuración de subestaciones para expansión y cumplimiento normativo.
- ✓ Garantizar un adecuado cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas requeridas en los distintos frentes de obra.
- ✓ Realizar un seguimiento integral en los distintos proyectos en construcción al ejercicio del cumplimiento obligatorio por la entidad contratante, asistiendo a las obras y utilizando para ello registros fotográficos, avances e informes de los mismos.
- ✓ Reportar de forma oportuna al jefe inmediato sobre los distintos imprevistos y anomalías que se puedan presentar en las obras civiles y puedan poner en riesgo el cumplimiento del contrato, asimismo aportar a la toma de decisiones para los correctivos necesarios de manera oportuna.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Modelo sistema interconectado nacional (SIN)

El sistema interconectado nacional es una serie de líneas y subestaciones que se encarga de transportar la energía eléctrica desde las centrales de generación hasta las subestaciones de transporte y distribución de cada región por medio de redes, para finalizar con el abastecimiento en todo el país. Este proceso permite el funcionamiento del sector eléctrico en Colombia integrando los recursos energéticos de todas las regiones del país. El sistema interconectado está conformado por: generadores, transmisores distribuidores y comercializadores [2] (Figura 1), En Colombia la generación de energía proviene de plantas hidroeléctricas y estaciones de energía térmica [3].

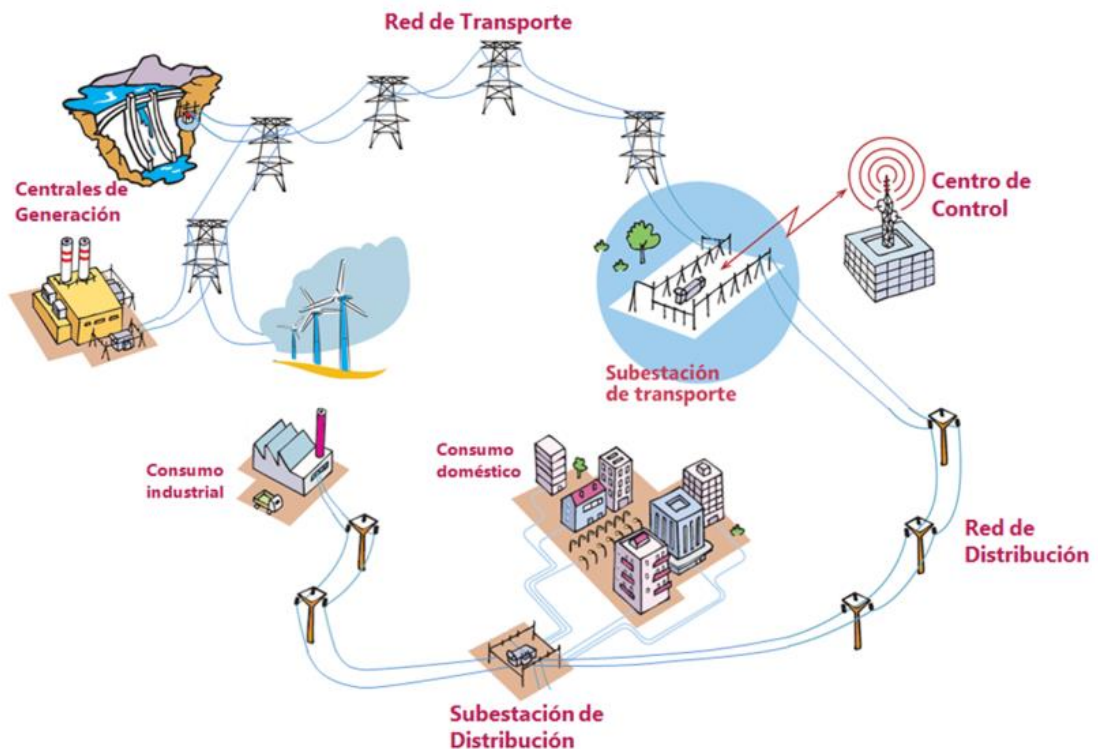


Figura 1. Estructura del Sistema interconectado nacional.

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

2.1.1 Cadena productiva de la energía eléctrica

Generación: es la producción de energía eléctrica que generalmente proviene de una central hidráulica o térmica.

Transmisión: es la conducción de la energía eléctrica desde las centrales de generación hasta los centros de consumo. El voltaje para transportarla debe ser muy alto.

Distribución: hace referencia al transporte de energía eléctrica desde su punto de entrega en el sistema de transmisión, hasta el domicilio del usuario final. A través de la red de distribución se reduce el voltaje para poder entregarla según las necesidades a los diferentes usuarios de industria, comercio, residencias, entre otros.

Comercialización: compra y venta de energía eléctrica. Incluye la facturación, medición y en general la atención que requiere el usuario final del servicio de energía eléctrica.

En el sistema interconectado nacional, es de suma importancia ciertos elementos que hacen que todo el proceso se lleve a cabo de manera eficiente, la subestación es uno de los más importantes debido a que cada una cumple una función dentro del modelo, ésta debe cumplir con ciertos estándares regidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. A continuación, se describe en qué consiste una subestación, sus generalidades y algunos de los elementos principales enfocados a la ingeniería civil para su correcto funcionamiento.

2.2 Subestación

Hace referencia a un conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias cuya función es la transmisión de energía eléctrica a través de la

transformación de potencia [1]. Las subestaciones se clasifican de acuerdo al nivel de voltaje, potencia que manejan, los objetivos y el tipo de servicio que pueden prestar.

2.2.1 Elementos que constituyen una subestación eléctrica

2.2.1.1 Transformador

Es un equipo eléctrico encargado de transferir energía eléctrica a la misma frecuencia entre uno o más circuitos, disminuyendo o aumento los niveles de tensión y corriente eléctrica.

2.2.1.2 Transformador de corriente

Este tipo de transformador está conectado en serie con el circuito de medición y desarrollan dos tipos de función: transformar la corriente y aislar los instrumentos de protección y medición conectados a los circuitos de alta tensión.

2.2.1.3 Transformadores de potencia

Son dispositivos eléctricos estáticos, que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa a los equipos, debe ser igual al que se obtiene a la salida [1].

2.2.1.4 Dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias

Son dispositivos eléctricos formados por una serie de elementos resistivos no lineales que limitan la amplitud de las sobretensiones originadas por descargas atmosféricas, operaciones de interruptores o desbalanceo de sistemas. Este tipo de dispositivos deben tener tres características principales:

Comportarse como un aislador.

Convertirse en conductor al alcanzar a tensión.

Conducir a tierra la onda de corriente producida por la onda de sobretensión.

2.2.1.5 Interruptor de potencia

Son el elemento central de las subestaciones aisladas en aire y aisladas en gas. El interruptor de potencia es un dispositivo destinado al cierre y apertura de la continuidad de un circuito eléctrico bajo carga, en condiciones normales. Sirve para insertar o retirar cualquier circuito energizado (máquinas, líneas, aparatos, cables). Es el elemento más importante en una subestación, su comportamiento determina el nivel de confiabilidad que se puede tener en un sistema eléctrico de potencia [6].

2.2.1.6 Trampa de grasas

Es una estructura en concreto la cual tiene la función de retener las grasas que genera el derrame de aceite del transformador para así disminuir el impacto ambiental.

2.2.1.7 Foso de transformador

Estructura elaborada en concreto, sirve como base para el equipo, de un volumen igual al del aceite encerrado en el tanque. El foso es llenado de agregado grueso que tienen la función de enfriar el aceite incendiado y ahogar la combustión, apagando el incendio, además tiene como fundamento la recolección del aceite y el apoyo del mismo. Adicionalmente, el foso debe tener un sistema de drenaje, al derramarse el aceite este pasa a través de una tubería galvanizada hacia la trampa de grasas donde por medio de decantación es separado del agua, para posteriormente, ser extraído mediante moto bomba [5].

2.2.1.8 Muros cortafuego

También llamados muros no combustibles, este sistema de protección consiste en la instalación de muros de material no combustible entre los transformadores, con el fin de proteger del incendio a otras unidades adyacentes al transformador que

se esté quemando.

Los muros deben tener una altura que sobrepase en 1.50 metros a la altura de la tapa del transformador. La longitud horizontal debe sobre salir unos 60 centímetros de la longitud horizontal del transformador, incluyendo los radiadores [5].

2.2.1.9 Malla de cerramiento

La malla eslabonada es utilizada para encerrar las subestaciones, deben tener una altura mínima de 2,50 metros. Estas cumplen la función de barrera para el ingreso de personal no autorizado y animales, deben colocarse de tal manera que las partes expuestas energizadas quede por fuera de la zona de distancia de seguridad [1].

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Figura 2. Logo Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]



Figura 3. Sede Principal de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]



Figura 4. Subestación de la Subgerencia de Subestaciones y líneas.

Fuente: Autor



Figura 5. Instalaciones de la Subgerencia de Subestaciones y líneas.

Fuente: Autor

La electrificadora de Santander según su estructura organizacional, está dividida en tres (3) subgerencias (Subgerencia de Subestaciones y Líneas, Subgerencia de distribución Zona Norte y Subgerencia de Distribución Zona Sur) y cuatro (4) áreas operativas (Área de Gestión Operativa, Área de Gestión Comercial, Área de Proyectos y Generación de Energía). Las cuatro áreas de la Electrificadora de Santander se encuentran en las instalaciones de la sede principal ubicada en la carrera 19 # 24 – 56 en la ciudad de Bucaramanga (ver Figura 3), por otra parte, la práctica empresarial fue desarrollada en la Subgerencia de Subestaciones y

Líneas, localizada en la calle 46 # 19 – 122 en la ciudad de Bucaramanga, ésta se encuentra conformada por una subestación de distribución (Figura 4), parqueaderos y oficinas (Figura 5).

La electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA), es una empresa de capital mixto, es decir, no es privada en su totalidad, pertenece además del estado al Grupo Empresarial EPM y otras inversiones minoritarias (Figura 6). Su objetivo principal es la prestación del servicio público de energía, su distribución, transmisión, comercialización y actividades conexas realizadas de manera sostenible.

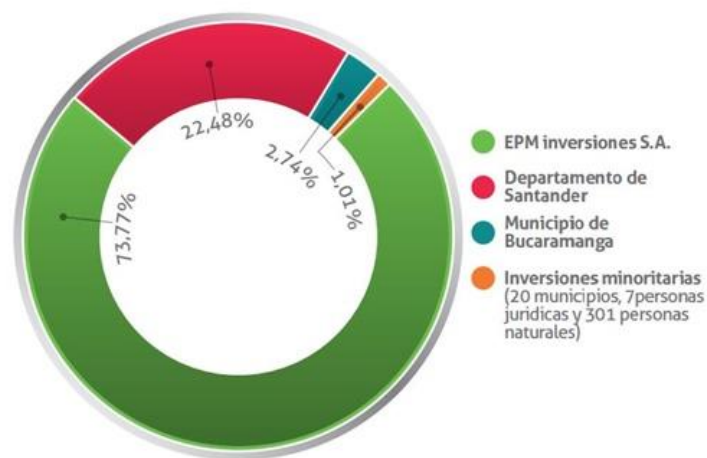


Figura 6. Composición accionaria.

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

Su sede principal se encuentra en la ciudad de Bucaramanga, ésta presta sus servicios en 87 municipios de Santander, dos de Bolívar, cuatro del sur del Cesar y uno en Norte de Santander; adicionalmente cuenta con 76 subestaciones distribuidas en el total de sus zonas de prestación de para un total de 92 localidades. Igualmente atiende directamente a Ecopetrol con la planta de Generación de Termo Barranca.

Sus productos y servicios están dirigidos a todos los estratos residenciales; a los sectores comercial, industrial, oficial, alumbrado público, en las modalidades regulada y no regulada. Para desarrollar su objeto social y satisfacer a sus grupos de interés ESSA debe desarrollar, una infraestructura que le permita cumplir con los estándares de calidad y con las demás normas técnicas y regulatorias establecidas por las autoridades competentes.

Se calcula que cerca de 25.000 viviendas rurales se encuentran sin servicio de energía (Tabla 1). El 75% del sector residencial está concentrado en los estratos 1, 2 y 3. El consumo promedio por cliente es de 213 KWh/mes y de 127 KWh/mes para el sector residencial. Bucaramanga y Barrancabermeja constituyen el 76.33% del total de clientes. En cuanto a consumo (KWh/mes), estos dos municipios constituyen el 87.63% del total y en facturación constituyen el 87.55% [4].

Tabla 1. Cobertura del servicio de energía eléctrica.

COBERTURA	
Cobertura Urbana %	95,51%
Cobertura Rural %	94,50%

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

3.1 Misión

Somos una empresa del Grupo EPM comprometida con el bienestar de nuestros clientes y el desarrollo sostenible y competitivo de los territorios donde proveemos servicios de energía eléctrica con calidad y confiabilidad, creando valor compartido con nuestros grupos de interés.

3.2 Visión

En el 2022 ESSA se consolidará como referente latinoamericano en servicio al cliente, excelencia operativa, reputación y transparencia; ofreciendo a los clientes

y al mercado un portafolio integral de soluciones competitivas en electricidad, fundamentadas en prácticas socialmente responsables con todos los grupos de interés, contribuyendo al cumplimiento de la visión del Grupo Empresarial EPM.

3.3 Políticas empresariales

ESSA es una empresa comprometida con la satisfacción de las necesidades de sus clientes y demás grupos de interés, mediante la mejora continua de los procesos del Sistema Integrado de Gestión y el cumplimiento de la normativa vigente. Como filial del Grupo EPM cuenta con políticas empresariales:

- Política de Responsabilidad Social Empresarial RSE.
- Política Ambiental.
- Política Financiera
- Política del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Política de Proveedores y Contratistas.
- Política del Sistema de Gestión Integral.
- Política de Derechos Humanos.
- Política de Tecnología Informática.
- Política de Gestión Humana.
- Política Sistema de Control Interno.
- Política de Gestión Integral de Riesgos.
- Política cero tolerancias frente al fraude, la corrupción y el soborno.
- Política atención a clientes.
- Política de Gestión de Documental.
- Política de Gestión de Activos Físicos Productivos.
- Política de Protección de datos.
- Política de seguridad de la información y la ciberseguridad.

3.4 Valores corporativos

Para ESSA sus valores corporativos son la base fundamental para las formas de trabajo y la manera en como sean desarrolladas las tareas, las cuales están basadas en estándares y procedimientos organizacionales, vinculando a otras personas en su construcción y a partir de esto, trabajando conjuntamente aportando de acuerdo a sus capacidades un valor agregado a la compañía.

- **Transparencia:** soy transparente, actúo para construir un ambiente de seguridad y confianza entre la Empresa y sus grupos de interés, brindándoles una información oportuna, relevante y de calidad. Entiendo el carácter público de mi labor y cuido los bienes públicos de los que soy responsable.
- **Responsabilidad:** soy responsable, me anticipo y respondo por las consecuencias que mis actuaciones y decisiones puedan tener sobre los demás, así como sobre el medio ambiente y el entorno.
- **Calidez:** soy cálido, respeto las diferencias, me importa el otro y trato de entender sus circunstancias para ayudarlo a buscar soluciones, sin arrogancia y siempre con respeto y amabilidad [4].

4. PROYECTOS DESARROLLADOS POR ESSA

La Electrificadora de Santander desde el año 2018 ha venido adelantando reformas en cuanto a obras civiles en las subestaciones, para cumplimiento normativo a través de la subgerencia de subestaciones y líneas específicamente por parte del equipo de expansión y reposición, a razón de que la infraestructura de algunas de ellas se encontraba deteriorada y no cumplían con lo establecido en las normas vigentes. Por otra parte, en la ESSA se han desarrollado proyectos adicionales a estas obras y a cada uno se le ha hecho el respectivo seguimiento y supervisión de contrato.

4.1 Adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente

La infraestructura eléctrica de la ESSA está integrada por plantas de generación, líneas y redes de transmisión y distribución, condensadores, transformadores, los cuales deben cumplir con la normativa vigente, estándares de calidad, de igual modo con las normas técnicas establecidas por las autoridades competentes (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas - RETIE [1], Decreto 1933 de 1994 [7], Norma técnica colombiana - NTC [8], Resolución 1348 de 2009 - Reglamento de Salud Ocupacional en los Procesos de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica en las empresas del sector eléctrico [9], Reglamento colombiano de construcción sismo resistente – NSR 10 [10]) [4].

El equipo de calidad de vida realizó inspecciones en las subestaciones de ESSA, se determinó que era necesario hacer remodelaciones y adecuaciones a estas, ya que no estaban cumpliendo con el reglamento establecido por el RETIE [1] ni con el decreto 1072 de 2015 [11].

Por tal motivo, la Subgerencia de Subestaciones y líneas creó un contrato con el fin de realizar las modificaciones y adecuaciones que requieran las diferentes

subestaciones, titulado “Obras civiles para montaje y acondicionamiento de subestaciones”, todo esto con el fin de cumplir con la normativa vigente del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE [1]. Del mismo modo, la Subgerencia de Subestaciones y líneas inscribió el Plan de acción 403 “Adecuaciones y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente” [4] el cual fue aprobado.

Seguidamente se llevó a cabo la licitación para el contrato, en ésta participaron siete (7) empresas, pero solo cinco (5) de ellas presentaron estudio de mercado (EICON LTDA, DIMEL, VESGA MORENO, SERPEL S.A.S. Y Luis Antonio Rojas Girón), finalmente el contrato fue adjudicado a EICON LTDA, quienes presentaron el menor presupuesto para las mismas actividades a desarrollar por un valor de \$2.192.138.895, adjudicándose el contrato CT-2018-000072.

Algunas de las obras civiles a ejecutar son:

- Adecuación de cerramiento
- Reposición de malla eslabonada, en algunos casos se va a remodelar, debido a que no cumplen con la altura mínima requerida por el RETIE [1], y en otros se van a construir ya que no hay existencia.
- Arreglo de mampostería muros bajos.
- Pintura de cerramientos (malla eslabonada, mampostería)
- Instalación de concertina acero inoxidable.
- Construcción de muros cortafuego
- Construcción de vías de acceso y portón de ingreso.
- Foso para transformador
- Drenajes
- Trampa de grasas
- Entre otros

Estas obras civiles serán ejecutadas en diferentes subestaciones, tales como: Caneyes, El Carmen (Carmen de Chucurí), Santa Catalina (Rionegro), San Rafael (Rionegro), Málaga, Hamacas (norte de Bucaramanga), Vélez, San Vicente, San Andrés, Capitanejo, Landázuri, Rionegro, Chicamocha, los Santos, Berlín, Panachi, entre otras.

Para el presente año se tiene presupuestado la ejecución de \$1.161.507.083,78 millones, de los cuales \$941.931.060,94 son de inversión y \$219.576.022,84 de costo, distribuidos en las subestaciones: Hamacas, Rionegro, Palos, Bucaramanga, Lebrija, Acuarela, Mesa de los Santos, Vélez, Matanza, San Pablo, Santa Catalina, El Carmen, Málaga, San Andrés, San Vicente y Panachi.

4.2 Construcción cubierta escuela de promoción social sede d

Se ha venido desarrollando una labor social en la escuela Promoción Social Sede D, localizada en la vereda Guatiguará alto del municipio de Piedecuesta, por parte de algunos de los empleados de la Subgerencia de Subestaciones y líneas de ESSA. El proyecto tiene por objeto la construcción de la cubierta de la escuela, el cual venía siendo planeado desde el año 2017, pero por motivos presupuestales no se pudo ejecutar. El material de la cubierta era de zinc y las láminas no estaban soldadas ni amarradas entre sí, lo que provocó que el techo se desprendiera durante una tormenta a mediados del año 2017, dejando a la intemperie la infraestructura y afectando las clases de los estudiantes, por este motivo se vio la necesidad de sostener la cubierta con ladrillos (ver Figura 7).



Figura 7. Cubierta escuela promoción social sede D.

Fuente: Autor

Dado lo ocurrido, los empleados de la Subgerencia de subestaciones y líneas decidieron buscar recursos para así reunir el dinero que se necesitaba para ejecutar la obra. Con esto se buscaba mejorar la calidad de vida de los estudiantes, disminuyendo la temperatura y elevando la altura de la cubierta mediante una viga de amarre sobre los muros de la estructura, cuya función también es la de distribuir las cargas que ejerce la fuerza de la cubierta ya que los muros de mampostería se encuentran agrietados, en mal estado y podrían generar un colapso de la estructura. El ingeniero civil Luis Carlos Calderón quien es ajeno a la empresa, fue contactado por el ingeniero civil Iván Almeyda (empleado de la subgerencia de subestaciones y líneas) quien le expuso la problemática que estaban viviendo los estudiantes de la escuela. El ingeniero Luis Carlos se dirigió hasta la escuela e hizo un análisis de la estructura para proceder a la realización del diseño del plano el cual fue donado por él mismo, este diseño fue calculado para unos perfiles pequeños que optimizaran el uso de material (Kg) y prácticos en su mantenimiento, adicionalmente, se recomendó las tapas en los

perfiles para que sellen o de lo contrario se deteriorarían rápidamente los perfiles por efecto de la corrosión, de igual manera en el nuevo diseño la altura del piso a la cubierta aumentó 35 cm respecto a la inicial que era de 2 m, es decir, la actual altura es de 2.35 m.

Las actividades de fundir la cinta perimetral en concreto, colocación de cerchas (Figura 8), correas, cubierta y cumbrera (Figura 9), tomaron aproximadamente un tiempo de ejecución de tres (3) semanas por razones climáticas, inicialmente estaba programado para una duración de dos semanas.



Figura 8. Cercha cubierta nueva

Fuente: Autor



Figura 9. Instalación de cubierta y cumbrera

Fuente: Autor

Se realizó el presupuesto (Tabla 2) basado en el diseño presentado por el ingeniero estructural y se presupuestaron \$ 18.592.322,78 para la ejecución de la obra. Se solicitó apoyo monetario a la Fundación Granos de arena de la cual hacen parte empleados y pensionados de ISAGEN, quienes hicieron gestión y confirmaron la donación de \$ 10'700.000 por parte de sus organizaciones “Fondo de Empleados FEISA” y “Asociación granos de arena”, por otro lado, algunos de los empleados de la Subgerencia de Subestaciones y líneas realizaron una rifa de un millón de pesos (\$ 1'000.000) y se pudo recolectar el dinero que hacía falta para completar la inversión.



Figura 10. Cubierta nueva escuela promoción social sede D.

Fuente: Autor

Tabla 2. Presupuesto escuela de promoción social sede D.

Presupuesto Escuela Piedecuesta					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD TOTAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Preliminares				\$ 476.833,50
1.1	Localización y replanteo	m2	105,96	\$ 4.500,00	\$ 476.833,50
2	Demoliciones				\$ 800.000,00
2.1	Desmonte de estructura metálica	glb	1,00	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00
3	Estructuras en concreto				\$ 1.598.240,70
3.1	Cinta perimetral para sobreciminetos de cubierta metálica en concreto de 3000 PSI 0.15x0.15	m3	1,52	\$ 1.050.000,00	\$ 1.598.240,70
4	Estructuras metálicas				\$ 4.413.037,43
4.1	Suministro e instalación Acero de refuerzo 3/8 "	kg	278,71	\$ 5.100,00	\$ 1.421.437,43
4.2	Tubería tubular de 120x60, t=3.0 mm, W= 8,03 kg/m	m	112,44	\$ 18.000,00	\$ 2.023.920,00
4.3	Tubería tubular de 76x38, t=2.5 mm, W= 4.29 kg/m	m	69,12	\$ 14.000,00	\$ 967.680,00
5	Cubiertas y Canales				\$ 7.999.000,00
5.1	Teja termoacústica Blanca UPVC 5.9x0.94 m	Und	22,00	\$ 230.000,00	\$ 5.060.000,00
5.2	Cumbrera blanca termoacústica 0.6x0.94x0.02 m	und	20,00	\$ 65.000,00	\$ 1.300.000,00
5.3	Bajante blanca PVC 3m	und	4,00	\$ 85.000,00	\$ 340.000,00
5.4	Canal PVC 3 m	und	13,00	\$ 75.000,00	\$ 975.000,00
5.5	Tapa externa canal PVC	und	2,00	\$ 12.000,00	\$ 24.000,00
5.6	Unión bajante-canal PVC	und	4,00	\$ 8.000,00	\$ 32.000,00
5.7	Unión esquina interna y externa PVC	und	4,00	\$ 12.000,00	\$ 48.000,00
5.8	Soporte canal PVC	und	40,00	\$ 5.500,00	\$ 220.000,00
6	Accesorios y herramientas				\$ 115.000,00
6.1	Puntilla con cabeza 1-1/2" 500g	und	1,00	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00
6.2	Tornillos para cubierta en teja x 100 und	und	1,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00
6.3	Cinta aislante	und	1,00		\$ -
7	Obras Finales				\$ 1.500.000,00
7.1	Limpieza de escombros y residuos (Inc. Retiro)	und	1,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00
Total Costos Directos					\$ 16.902.111,63
				AIU 10%	\$ 1.690.211,16
				TOTAL	\$ 18.592.322,79

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

4.3 Remodelación teatro Santander

La Electrificadora de Santander S.A E.S.P. (ESSA) destinó recursos a la remodelación del teatro Santander, invirtiendo \$ 2.250.000.000 millones para ejecución de obra y dos (2) lotes avaluados en \$ 2.250.000.000 millones empleados para la construcción de obras del edificio de apoyo. La inversión fue destinada a diferentes obras e insumos, entre los que se encuentran, según la siguiente tabla:

Tabla 3. Listado de actividades Teatro Santander.

ACTIVIDADES
SISTEMA AUDIOVISUALES
TRATAMIENTO ACUSTICO
RED HIDRAULICA Y SANITARIA
OBRAS DE SEGURIDAD Y CONTROL - TEATRO SANTANDER
OBRAS ELECTRICAS - EDIFICIO DE APOYO
OBRAS DE SEGURIDAD Y CONTROL - EDIFICIO DE APOYO
TRABAJO EJECUTADOS Y A EJECUTAR
OBRA CIVIL Y ACABADOS EN EXTERIOR
OBRA CIVIL Y ACABADOS EN VESTIBULO
OBRA CIVIL Y ACABADOS EN GRAN SALA
IMPERMEABILIZACIÓN
OBRA CIVIL Y ACABADOS EN ESCENARIO
OBRA CIVIL Y ACABADOS EN PALCOS TECNICOS
ALUMBRADO PUBLICO
IMPREVISTOS

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

En la construcción se utilizó madera ignífuga en toda la infraestructura, debido a que este tipo de madera es un material que se encarga de ralentizar el avance del fuego en caso de un incendio [12], en el exterior de la estructura se construyó una pérgola (Figura 11) y la fachada de la arquitectura Art-Deco se mantuvo, en cuanto a la parte interior del teatro el piso para la colocación de silletería fue en vinilo teniendo en cuenta que tiene un aforo de 1000 personas y la altura del piso al techo es de 28 metros, adicionalmente se conservaron unos arcos estructurales que datan desde el año 1932 (Figura 13) ubicados al interior de la entrada al teatro.



Figura 11. Pérgola.

Fuente: Autor

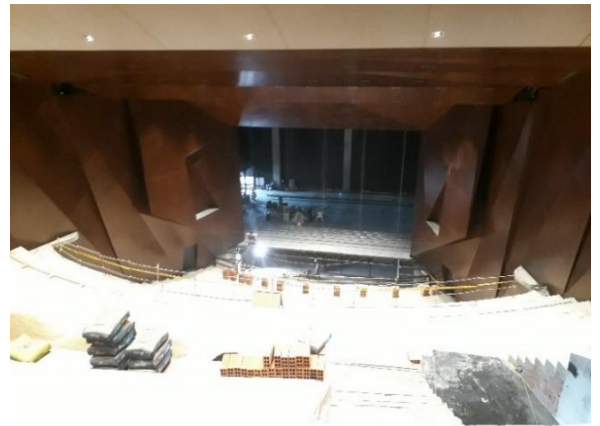


Figura 12. Escenario y paneles acústicos.

Fuente: Autor



Figura 13. Arcos estructurales.

Fuente: Autor

Las obras civiles han sido ejecutadas por la constructora INRALE S.A y la propuesta de remodelación del escenario estuvo a cargo del arquitecto Álvaro Tobón Hincapié. La primera entrega de obra está programada para mayo del presente año. Se ha venido haciendo un seguimiento por parte de ESSA mediante actas mensuales de presupuesto donde ha quedado evidenciado las labores que se han venido ejecutando, visitas periódicas a la obra y registro fotográfico. La donación fue llevada a cabo con el fin de cumplir con la política de responsabilidad social de la empresa promoviendo la cultura en la región.

4.4 Adecuación parqueadero Subgerencia de subestaciones y líneas

Se requiere realizar la adecuación de los parqueaderos de la subgerencia de subestaciones y líneas de ESSA debido al incremento del parque automotor operativo empleado en el mantenimiento y atención de emergencias de las subestaciones y líneas. Para esto se hace necesaria la expansión y adecuación del parqueadero, aumentando su capacidad y espaciamiento. A continuación (Tabla 4) se ilustra el presupuesto y lista de actividades a ejecutar en obra:

Tabla 4. Presupuesto parqueaderos subestación sur.

Presupuesto Parqueaderos Subestación Sur.				
PRELIMINARES				
REPLANTEO Y LOCALIZACION	M2	810,00	\$4.500,00	\$3.645.000,00
Limpieza de escombros y residuos (Inc. Retiro)	UND	9,00	\$319.410,00	\$2.874.690,00
Subtotal Preliminares				\$6.519.690,00
EXCAVACIONES Y RELLENOS				
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	460,00	\$30.675,00	\$14.110.500,00
Suministro, Colocación y Compactación de Base Granular	M3	222,15	\$98.610,00	\$21.906.211,50
EXCAVACION MANUAL	M3	80,00	\$30.799,00	\$2.463.920,00
Subtotal Excavaciones				\$38.480.631,50
ESTRUCTURAS EN CONCRETO				
Concreto 4000 psi para foso	M3	38,72	\$600.000,00	\$23.232.000,00
Pavimento rígido MR- 42 (inc. Acero de Refuerzo)	M2	130,76	\$145.823,00	\$19.067.815,48
Concreto 3000 PSI cárcamos	M3	33,78	\$511.280,00	\$17.271.038,40
ACERO DE REFUERZO	KG	2500,00	\$4.074,00	\$10.185.000,00
Suministro e Instalación de gravilla en patio	M3	27,50	\$86.449,00	\$2.377.347,50
Subtotal Concreto				\$72.133.201,38
INSTALACIONES SANITARIAS				
Concreto 3000 PSI cárcamos	M3	2,00	\$511.280,00	\$1.022.560,00
CAJA DE INSPECCION EN CONCRETO DE 0,7 X 0.7	UND	3,00	\$620.000,00	\$1.860.000,00
Suministro e instalación tubería sanitaria 6" PVC	ML	60,00	\$36.987,00	\$2.219.220,00
Subtotal Instalaciones				\$5.101.780,00
Costo Directo				\$122.235.302,88
A.U			1.27	\$33.003.531,78
Total				\$155.238.834,66

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

Para la ejecución de las obras se hizo necesaria la tala de dos (2) árboles, debido a que se encontraban en el sitio de obra, además ESSA solicitó un permiso global y permanente para ejecutar las actividades de poda sobre los corredores de baja, media y alta tensión de su propiedad ubicadas en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) por un término de tres años. De acuerdo al permiso expedido (Resolución 035 [13]), ESSA debió presentar un plan de manejo ambiental para prevenir, mitigar y corregir los posibles impactos que el desarrollo de la actividad de mantenimiento de los corredores eléctricos pueda ocasionar en los distintos componentes ambientales.



Figura 14. Plano parqueadero antiguo SSL.
Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]



Figura 15. Plano de adecuación de parqueadero SSL.

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

En las Figuras 14 y 15 se observa el plano de parqueadero antes y después de la adecuación y expansión. Asimismo, en la Figura 15 se encuentran ilustrados los árboles autorizados por la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) para ser talados.

5. ACTIVIDADES REALIZADAS

Cada actividad realizada en la empresa fue guiada y revisada por el ingeniero a cargo, además es importante resaltar que cada una está regida por un cronograma que se debe cumplir, para los casos de supervisión de obra se presentaron algunos retrasos debido a cuestiones climáticas, contratación de personal y factores ambientales.

5.1 Especificaciones técnicas para muro de mampostería

En el contrato de adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente, está contenido el suministro e instalación de cerramiento en malla eslabonada con concertina, esta cantidad varió de acuerdo a cada subestación [1]. En subestaciones como Lebrija y hamacas, ubicadas en el municipio de Lebrija y en el norte de Bucaramanga respectivamente, se han venido presentando una serie de robos en las subestaciones, los delincuentes cortan la malla eslabonada e ingresan al lugar, robándose en muchas ocasiones las baterías de las cajas de control. La primera solución al problema era la de reparar la malla reemplazando la sección cortada como se muestra en la Figura 16, pero esto no fue solución a la disminución de robos. A causa de esto, se sugirió la instalación de muros en mampostería con concertina en la parte superior para así disminuir la cantidad de robos en la subestación.



Figura 16. Malla reparada de subestación hamacas.

Fuente: Autor

Previamente, se diseñaron dos tipos de muros en mampostería (confinada y combinada) como propuesta a ejecutar, con sus respectivas cantidades de obra y presupuestos. El área de planeación de ESSA recomendó realizar especificaciones técnicas para cada tipo de muro, teniendo en cuenta que la empresa no contaba con especificaciones para mampostería, por tal motivo, se hicieron para los dos tipos de muro, basándose en la NSR 10 [10]. En el documento se indicaron las especificaciones técnicas que se deben tener en cuenta para la ejecución de un muro de mampostería, en cuanto a materiales, herramientas, equipo, maquinaria y proceso de ejecución, así como su forma de pago y medición [14].

5.2 Plan de manejo de tránsito

Dentro de los planes de mantenimiento adelantados por las Subgerencia de Subestaciones y líneas de La Electrificadora de Santander, se requiere hacer el cambio del transformador de potencia en la Subestación Bellavista (ver Figura 17) ubicado exactamente en Av. Bellavista Sector A Bloque 12 entrada al barrio, debido a que en las pruebas de seguimiento que se realizan a los transformadores para verificar su estado, se evidenció que en el interior del equipo hay presencia de lodos los cuales son producidos por la combinación del aceite del transformador y el papel que este tiene internamente. La existencia de lodos demuestra que el transformador en cualquier momento puede dejar de funcionar definitivamente. Adicionalmente a esto, el transformador ya cumplió su ciclo de vida útil (el cual en promedio oscila entre 25 a 30 años) y este se encuentra funcionando desde el año 1965. Por lo anterior se debe realizar el cambio del transformador de la Subestación Bellavista, garantizando la confiabilidad del servicio en el sector.



Figura 17. Subestación Bellavista.

Fuente: Autor

[illegible]

Fuente: *Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.* [4]

En la Figura 18, se observan las rutas de desvíos de vehículos los días que se va a cerrar la vía, además los puntos 1,2,3, son los puntos donde estarán ubicadas las señales de tránsito necesarias para el cierre de vía y obras a realizar. Las labores tendrán un plazo de ejecución de 10 días, pero la vía solo será cerrada completamente durante el segundo y el noveno día, en los cuales se llevará a cabo el retiro del antiguo transformador y el descargue del nuevo.

5.3 Supervisión de obras del contrato adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente

El contrato “adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente” ha venido siendo ejecutado desde el día 23 de Julio de 2018, durante el año 2018 fueron finalizados los trabajos en las subestaciones Hamacas, Lebrija, Rionegro, Vélez, Bucaramanga, Palos, Carmen de Chucurí, Mesa de los Santos, Acuarela y Las Villas. De igual manera, durante lo corrido del año 2019 se ejecutaron obras en las subestaciones Matanza y San Vicente de Chucurí. Antes de dar inicio a ejecución de obra en una subestación, se hace una visita en conjunto con el contratista para efectuar el levantamiento y concretar las adecuaciones que necesita cada una, de igual forma durante el tiempo de ejecución de los trabajos se realizan visitas a la obra para supervisar el avance de estas y hacer correctivos si se requieren, finalmente al ser terminadas las labores se hace entrega de obra por parte del contratista al supervisor del contrato por parte de ESSA.



Figura 19. Foso para transformador, subestación Lebrija.

Fuente: Autor



Figura 20. Malla eslabonada con concertina, subestación Lebrija.

Fuente: Autor



Figura 21. Subestación Lebrija.

Fuente: Autor

En la subestación Lebrija (Figura 21), como se puede observar en las Figuras 19 y 20 se hicieron trabajos de pintura al cerramiento, instalación de concertina, se cambió parte de la malla de cerramiento ya que habían ingresado delincuentes y la habían cortado y el foso del transformador se rellenó con grava. Adicionalmente se hizo adecuación de patio mediante instalación de un mortero pobre debajo de la grava, finalmente se construyó una pequeña viga para evitar el deslizamiento de la grava.

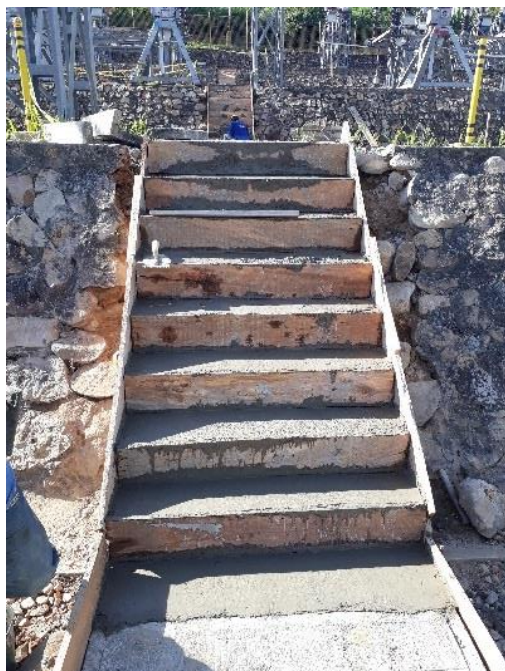


Figura 22. Base para interruptores Subestación Palos.

Fuente: Autor

En la Figura 22 se puede observar la construcción de una base de cimentación con tubos en la subestación Palos, para reubicación de interruptores, la función de los tubos es canalizar el cableado de estos. En ésta subestación al realizar el levantamiento se vió la necesidad de construir escaleras para para la circulación del personal, ya que se transitaba sobre los cárcamos y muchos de estos se

encontraban en muy mal estado lo que podría generar un grave accidente. El proceso constructivo de las escaleras tomó un tiempo aproximado de dos semanas, se usó formaleta de madera (Figura 23), una vez fundidas las escaleras (Figura 24) se tomó la decisión de la instalación de barandas metálicas en sus costados como se puede observar en la Figura 25.



***Figura 23. Formaleta de madera
para escaleras Subestación Palos.
Fuente: Autor***



***Figura 24. Escaleras Subestación
Palos.
Fuente: Autor***



Figura 25. Escaleras con barandas Subestación Palos.

Fuente: Autor

5.3.1 Subestación Minas, Norte y Florida

Se realizó la respectiva visita técnica a las subestaciones Minas, Norte y Florida ubicadas en los barrios Real de minas, San Francisco y en la vía que de Ruitoque bajo conduce a Acapulco, para revisión de los fosos que contienen los transformadores. Se determinó que era necesario la ampliación de algunos de ellos, puesto que el foso debe tener un área superficial mayor o igual a la del transformador, en caso de que ocurra un derrame de aceite todo el contenido sea derramado dentro del foso y algunos de estos no cumplían con lo establecido. Para mayor claridad, en la Figura 26 se anexa un posible esquema del sistema de contención y recolección de aceite, aunque es claro que el diseñador puede especificar un sistema particular teniendo en cuenta que su diseño cumpla con las condiciones establecidas [16].

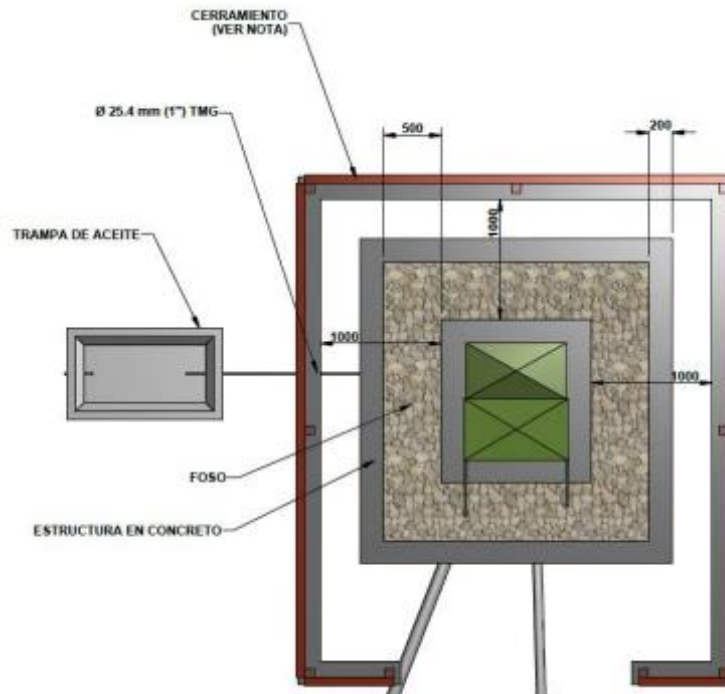


Figura 26. Esquema del sistema de contención y recolección de aceite

Fuente: Empresas Públicas de Medellín - EPM [16]

De acuerdo a las Figuras 27, 28 y 29 en las subestaciones Florida y Norte, se puede apreciar que el tanque de expansión del transformador se encuentra por fuera del área superficial del foso, por lo que se debe tomar como medida la expansión del mismo. En la Figura 28 se ilustra que el tanque de expansión del transformador 1 de la subestación Florida, se encuentra al mismo nivel de un cárcamo, de acuerdo a lo anterior se tomó la decisión de ampliar el foso por encima de éste ya que la altura que existe entre el cableado que atraviesa el cárcamo y la superficie lo permite, previamente habiendo realizado una toma de medidas. Por el contrario en la subestación Minas, la parte que queda expuesta del transformador es el radiador, pero no existe problema alguno para la ampliación del foso.



***Figura 27. Transformador 3
Subestación Florida
Fuente: Autor***



***Figura 28. Transformador 1
Subestación Florida
Fuente: Autor***



***Figura 29. Transformador 3 Subestación Norte
Fuente: Autor***



Figura 30. Transformador 2 Subestación Minas

Fuente: Autor

5.3.2 Subestación Caneyes

En la Figura 31 se puede observar la subestación Caneyes la cual fue inaugurada en el año 1988, de este predio no se tiene licencia de construcción. Se encuentra ubicada en el municipio de Girón sobre el margen del río Frío (ver Figura 32) y tiene un área de 1.473,84 m², ésta subestación cuenta con dos transformadores de 10/12,5 MVA 34,5/13,8 Kv, en patio y una sala de control con trenes de celdas para 34,5 y 13,8 Kv, además se tienen cinco (5) circuitos de distribución con los que se atiende a 45.520 clientes.



Figura 31. Subestación Caneyes

Fuente: Autor



Figura 32. Plano de ubicación Subestación Caneyes.

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

Anteriormente, en febrero del año 2005 ocurrió un hecho donde los niveles del agua ascendieron debido al represamiento generado por el estrechamiento del río lo que provocó la inundación de gran parte del municipio de Girón, aun así, este no fue el evento de mayor magnitud sucedido en el río de Oro, el 19 de octubre de 1931 ocurrió una inundación la cual ha sido catalogada como el máximo evento histórico reportado. La Universidad Industrial de Santander (UIS) y el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) realizaron un convenio interadministrativo No. 301 de 2016 para la actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del río de Oro y del río Frío. El informe del estudio entregado evalúa dos componentes: un estudio hidrológico y un estudio hidráulico, el primero realiza el análisis y las proyecciones de los caudales máximos presentados en los cuerpos hídricos, en el segundo se representa los modelos en un software teniendo en cuenta los puentes, muros y confluencias con otras corrientes [17].

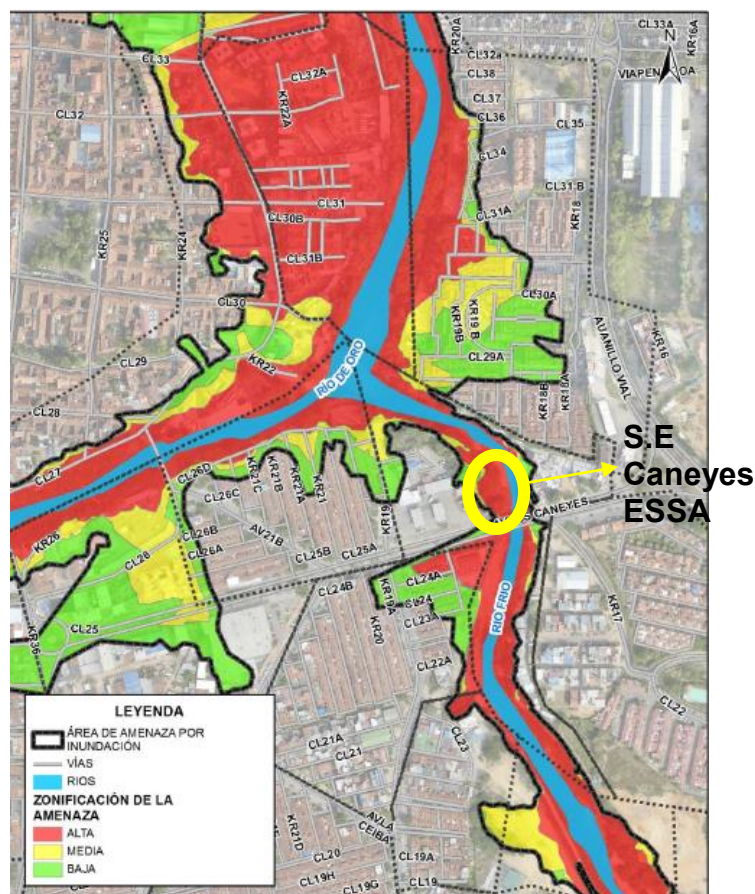


Figura 33. Vista del mapa de amenaza del sector confluencia ríos De Oro y Frío.

Fuente: Equipo técnico – UIS [17]

En la Figura 33 se ilustra el mapa de amenaza del sector, de acuerdo a esto la subestación Caneyes se encuentra en una zona de alto riesgo por inundación del río, por tal motivo se recomendó tomar medidas preventivas para evitar un evento de inundación por desbordamiento del río Frío, que ponga en riesgo la estructura del edificio de cuarto de control, los equipos instalados dentro de la subestación, así como la prestación y la confiabilidad del servicio en la zona. Una de las medidas de protección sugeridas por la Universidad Industrial de Santander, fue la construcción de muros de contención en cercanía a la subestación (ver Figura 34), adicional a esto se recibió un presupuesto aproximado de la construcción de los

tres (3) muros que se sugieren construir (Tablas 5,6,7 y 8). Otra de las alternativas de prevención en caso de inundación, fue la reubicación de la subestación en un punto donde se encuentre fuera de riesgo, pero evaluando el presupuesto de lo que implicaba el movimiento de toda la subestación, se determinó que esto no era posible ya que la inversión para una infraestructura de este tipo, se encuentra alrededor de doce mil millones de pesos y este valor no se encuentra dentro de la proyección de inversión a mediano ni corto plazo de la empresa.

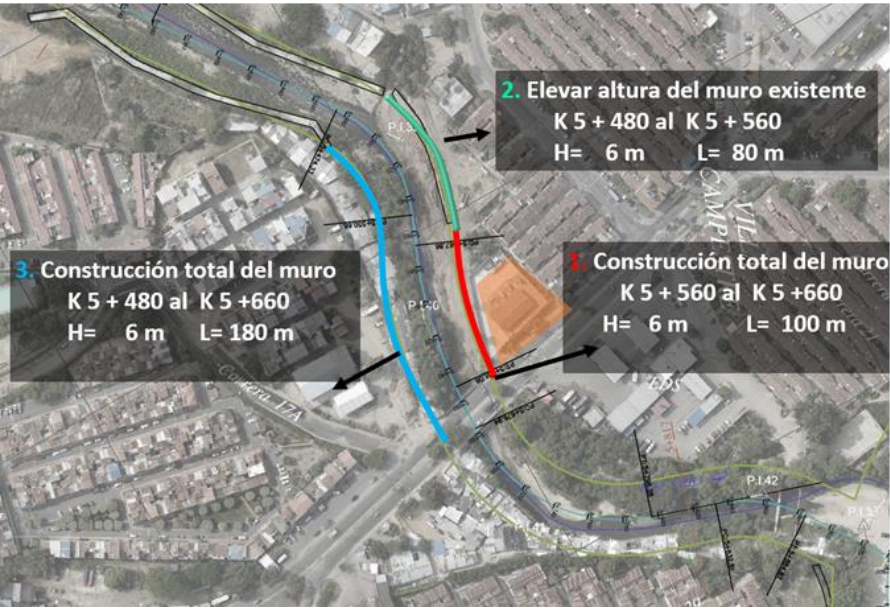


Figura 34. Vista en planta, proyección muros de contención.

Fuente: Equipo técnico – UIS [18]

Tabla 5. Presupuesto construcción de muro Subestación Caneyes.

Abscisa	COTA FONDO	NIVELES INUNDACION		NIVEL DE PROTECCIÓN	DELTA	ALTURA MURO	LONGITUD	Costo /Metro	\$ Valor total
		100 años	500 años						
5560	689.56	694.92	695.43	695.43	5.87	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5580	689.39	694.67	695.15	695.15	5.76	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5600	689.25	694.66	695.16	695.16	5.91	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5620	689.22	694.62	695.11	695.11	5.89	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5640	689.1	694.56	695.06	695.06	5.96	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
									\$ 1,413,677,344

Fuente: Equipo técnico – UIS [18]

Tabla 6. Presupuesto construcción de muro aguas arriba Subestación. Caneyes.

Abscisa	COTA FONDO	NIVELES INUNDACION		NIVEL DE PROTECCIÓN	DELTA	ALTURA MURO	LONGITUD	Costo /Metro	\$ Valor total
		100 años	500 años						
5480	690.21	695.08	695.59	695.59	5.38	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
4500	690.08	695.04	695.54	695.54	5.46	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5520	689.75	694.95	695.45	695.45	5.7	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5540	689.69	694.95	695.45	695.45	5.76	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
									\$ 1,130,941,875

Fuente: Equipo técnico – UIS [18]

Tabla 7. Presupuesto construcción de muro frente a la Subestación Caneyes.

Abscisa	COTA FONDO	NIVELES INUNDACION		NIVEL DE PROTECCIÓN	DELTA	ALTURA MURO	LONGITUD	Costo /Metro	\$ Valor total
		100 años	500 años						
5480	690.21	695.08	695.59	695.59	5.38	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
4500	690.08	695.04	695.54	695.54	5.46	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5520	689.75	694.95	695.45	695.45	5.7	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5540	689.69	694.95	695.45	695.45	5.76	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5560	689.56	694.92	695.43	695.43	5.87	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5580	689.39	694.67	695.15	695.15	5.76	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5600	689.25	694.66	695.16	695.16	5.91	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5620	689.22	694.62	695.11	695.11	5.89	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
5640	689.1	694.56	695.06	695.06	5.96	6	20	\$ 14,136,773	\$ 282,735,469
									\$ 2,544,619,219

Fuente: Equipo técnico – UIS [18]

Tabla 8. Presupuesto total de muros de contención.

Total	\$ 5,089,238,438
AU (24%)	\$ 1,221,417,225
Interventoría (7%)	\$ 356,246,691
Diseño (3%)	\$ 152,677,153
total inversión	\$ 6,819,579,507

Fuente: Equipo técnico – UIS [18]

Actualmente, la alcaldía de Girón como parte de las obras de recuperación de la ronda del río Frío, ejecuta el proyecto de los malecones Casalinda (Figura 35) y Ciudadela Villamil, involucrando parte del predio de la subestación Caneyes. La Junta Directiva en sesión 507 del 19-jul-18 aprobó: la venta al municipio de Girón de un área de terreno de 504,55 m2 donde se encuentra ubicada la subestación Caneyes propiedad de ESSA (ver Figura 36), junto con las mejoras levantadas en dicha área para dar continuidad a las obras del proyecto: “Construcción del Malecón Casalinda” sobre el río Frío, por el valor que determinó el avalúo comercial corporativo elaborado por la Lonja Inmobiliaria de Santander que corresponde a: \$793.824.094. La subestación Caneyes estaba programada para ser intervenida en el año 2018 dentro del contrato “Adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para cumplimiento de normatividad vigente”, pero por falta de dinero por parte del municipio de Girón no se pudo concretar la compra del área acordada de predio. En enero de 2019 la alcaldía informó a la Electrificadora que se llevaría a cabo la compra del área de predio acordado.



Figura 35. Malecón Casalinda.

Fuente: Autor

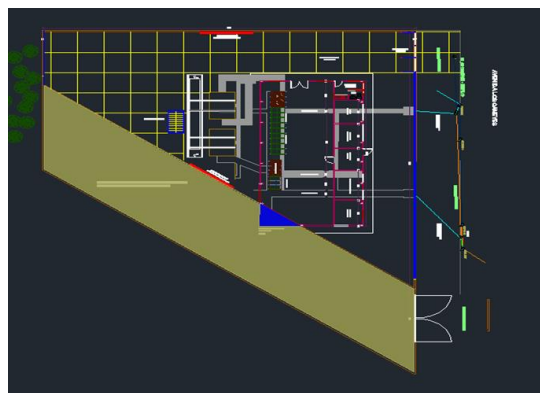


Figura 36. Plano de área útil de la Subestación Caneyes.

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]

Se hizo la respectiva visita técnica en compañía del contratista, con el fin de realizar el levantamiento y analizar las condiciones de adecuación de la subestación. Por lo anterior, se concluyó:

El muro cortafuego (Figura 37) de los transformadores debe ser demolido, reubicado, además, las dimensiones de alto y largo se deben incrementar, ya que de acuerdo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) la altura de estos muros debe ser 1.5 metros por encima del punto más alto del transformador [1], dado que en caso de una explosión se eviten accidentes a las viviendas aledañas a la subestación. Las dimensiones del nuevo muro serán de 15x0.3x6 metros, las cuales corresponden al largo, ancho y alto respectivamente.



Figura 37. Muro cortafuego actual Subestación Caneyes.

Fuente: Autor

El portón de ingreso a la subestación debe ser reubicado, debido a que este se encuentra dentro de la franja de terreno que será vendido a la Alcaldía del municipio, adicional a esto se construirá una vía de ingreso para vehículos en pavimento rígido puesto que a las subestaciones ingresan vehículos pesados. Dentro de la franja de terreno que será vendida de acuerdo a la Figura 36 se incluye un área de aproximadamente 28 m² de la caseta de control, por tal motivo se debe demoler el área antes mencionada y adecuar la parte interna que se

encuentre en esta zona. Por último, se hará una adecuación del baño y cocina a la garita de vigilancia.

El presupuesto por inversión para la ejecución total de la obra es de \$200.829.510,74 millones de pesos y por costo se obtuvo un valor de \$5.722.662,40 millones de pesos, para un total de \$206.552.173,14 millones de pesos. Cabe resaltar, que el presupuesto se disminuyó respecto del inicial ya que algunos ítems que estaban contemplados en el presupuesto de La Electrificadora, van a ser financiados por la alcaldía de Girón.

5.4 Supervisión de obra adecuación parqueadero Subgerencia de subestaciones y líneas.

El día 11 de diciembre de 2018 se dio inicio a las actividades de adecuación del parqueadero de la subgerencia de subestaciones y líneas de ESSA, primeramente, se hicieron las actividades de limpieza, excavación y replanteo. En la Figura 38 se aprecia la zona de reforma y en qué estado se encontraba anteriormente. Para la actividad de limpieza se solicitó a cada uno de los equipos de trabajo de la Subgerencia de subestaciones y líneas el retiro de los residuos sólidos (retal) que correspondieran a cada uno. De los residuos recogidos por cada equipo algunos fueron tomados como reutilizables, mientras otros de ellos se transportaron a la bodega principal de ESSA para el debido proceso de desecho. Hasta la fecha se han desarrollado las actividades de: excavaciones (Figura 39), corte, figuración y amarre de acero para cimentación (Figura 40), fundición de zapata (concreto ciclópeo), corte, figuración y amarre de acero para muro de contención y, para terminar, actividades de mampostería.



Figura 38. Zona de adecuación de parqueadero.

Fuente: Autor



Figura 39. Excavación a mano.

Fuente: Autor



Figura 40. Colocación de acero de refuerzo para cárcamo.

Fuente: Autor

Durante la ejecución de las actividades que se vinieron desarrollando, se acordó la construcción de un muro de cerramiento en mampostería alrededor de un canal hidráulico que conduce una corriente de agua natural como se observa en la Figura 41, la cual anteriormente fue inspeccionada por La Corporación Autónoma

Regional para la Defensa de la meseta de Bucaramanga - CDMB, quien es la respectiva autoridad ambiental competente y se determinó que ésta no puede ser modificada ni afectada por ningún motivo. Por tal razón para no afectar el cauce, éste no fue sellado y se decidió realzar la tapa que lo cubría hasta alcanzar la cota a la que está siendo ejecutada la obra.



Figura 41. Cerramiento en mampostería para fuente de agua natural.

Fuente: Autor

6. APOORTE AL CONOCIMIENTO

Durante mi estancia como practicante universitaria en La Electrificadora de Santander S.A.S. E.S.P, se adquirió una experiencia gratificante tanto a nivel profesional como personal. En primer lugar, fue el acercamiento a un campo diferente a la ingeniería civil como lo fue la electricidad, de esta experiencia aprendí sobre los diferentes tipos de subestaciones eléctricas que hay y los elementos principales que debe haber en cada una según la clase, los diferentes voltajes que se manejan, cómo es el funcionamiento de transmisión de la energía desde su generación hasta la distribución, el proceso que se lleva a cabo para un cambio de transformador, entre otras cosas.

Una de los aspectos más importantes que se aprendió en la supervisión técnica, fue la importancia en la toma de decisiones y la efectividad de resoluciones a problemas emergentes que se podían presentar, como realización de replanteos en obra. También fue de suma importancia tener en cuenta los tiempos de fraguado del concreto, muchas veces se necesitaba de las adecuaciones de obra civil para ejecutar trabajos eléctricos, por esto era necesario el uso de aditivos de tipo acelerante para cumplir con los tiempos de entrega y programación establecidos.

Durante la práctica se me permitió el desarrollo de un plan de manejo de tráfico, el cuál fue un gran aporte puesto que el cambio del transformador de la subestación Bellavista, era una de las obras eléctricas que se necesitaba ejecutar con alto grado de emergencia, por tanto, se debía garantizar civilmente un ambiente seguro y ordenado a los peatones y conductores que se movilizaban por el sector.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante realizar visitas a obra durante la etapa de construcción debido a que en muchas ocasiones se requieren hacer correcciones importantes, ya sea por errores de parte del contratista o se necesitan obras adicionales.

Se debe tener un buen control en la programación de obras a ejecutar, ya que los atrasos pueden perjudicar la iniciación de labores en otra subestación y por tal motivo el presupuesto que se tiene previsto para el año no se ejecute en su totalidad, en dado caso que esto suceda ESSA realizará un recorte para el año siguiente.

En toda obra que se realice en las subestaciones, se exige al contratista tener una persona como supervisor de la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente en el trabajo, para así garantizar la utilización de elementos de protección personal, reducir el riesgo de accidentes e incidentes laborales, además de esto la utilización de una adecuada señalización para las labores.

Toda supervisión de obra debe ir acompañada de un registro fotográfico donde queden evidenciados los avances en los trabajos, con el fin de constatar si llegan a suceder inconvenientes entre el contratista y ESSA.

Las actas mensuales de obra son indispensables para la liquidación de un contrato, debido a que, si el valor final de liquidación no coincide con el que se tiene destinado, se pueden revisar valores de ítems ejecutados en cada una de ellas para hacer las correcciones de valor.

En las visitas técnicas para el levantamiento de obra es importante asistir en compañía del contratista, debido a que se debe indicar lo que se desea ejecutar, realizando las respectivas medidas de obra, las cuales también son de ayuda en la

elaboración del respectivo plano. Igualmente, esto es de suma importancia para esclarecer las dudas que se tengan sobre la obra a ejecutar.

Es esencial la toma de decisiones de forma efectiva cuando se presentan atrasos en obra por cuestiones climáticas, retraso en llegada de materiales, falta de personal, entre otros aspectos, debido a que se debe garantizar la correcta terminación y cumplimiento de cronograma.

Es necesario tener en cuenta las diferentes normas que se deben cumplir no solo del área de la ingeniería civil, si no del campo de la ingeniería eléctrica ya que en estas se encuentran ciertos parámetros fundamentales para la adecuación y reestructuración de las subestaciones, en cuanto a dimensionamientos de fosos, tipos de tubería, distancias mínimas de seguridad, entre otros.

Se tuvo en cuenta el aspecto ambiental en cada una de las obras, como promoviendo el uso de ladrillos ecológicos en la adecuación de las subestaciones a intervenir y el aprovechamiento de los residuos sólidos que se pueden reutilizar.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de minas y energía, Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, 2016.
- [2] Codensa; Emgesa; Isagen, «Señales Regulatorias para la Rentabilidad e Inversión en el Sector Eléctrico: Generación, Transmisión y Distribución,» 2013.
- [3] Ó. G. Serpa, «Colombia sólo tiene energía para autoabastecerse,» *El Espectador*, 20 Junio 2015.
- [4] EPM, «Electrificadora de Santander S.A.S. E.S.P.,» EPM, 2012. [En línea]. Available: <http://www.essa.com.co/site/>.
- [5] J. R. Martín, Diseño de subestaciones eléctricas, México D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA , Mayo de 1992.
- [6] Siemens AG, *Interruptores de potencia de alta tensión*, Alemania, 2013.
- [7] Ministerio del medio ambiente, *DECRETO 1933 DE 1994.*, Santafé de Bogotá, 1995.
- [8] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, *Norma técnica colombiana*, Bogotá D.C, 2013.
- [9] Ministerio de protección social, *RESOLUCION NÚMERO 001348 DE 2009 - Reglamento de Salud Ocupacional en los Procesos de Generación, Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica en las empresas del sector eléctrico.*, Bogotá D.C, 2009.
- [10] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10*, Bogotá D.C, 2010.
- [11] Ministerio del trabajo, *Decreto número 1072 de 2015*, Bogotá D.C, 2015.
- [12] Maderame, «La madera ignifuga: tableros y productos,» 2017. [En línea]. Available: <https://maderame.com/madera-ignifuga/>.
- [13] Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS, *Resolución DGL N° 035*, Bucaramanga, 2017.
- [14] Universidad Distrital Francisco José de Caldas, «Especificaciones técnica para construcción de viviendas,» Bogotá, 2016.
- [15] Ministerio de transporte, Manual de señalización vial - Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia 2015, 2015.
- [16] Empresas Públicas de Medellín - EPM, *Normas técnica - Instalación del transformador tipo pedestal (Pad Mounted)*, Medellin, 2011, p. 12.
- [17] Universidad Industrial de Santander (Escuela de ingeniería civil - Geomática), «ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO DE ORO (TRAMO NUEVO GIRÓN -

CAFÉ MADRID) Y DEL RÍO FRIO (TRAMO PTAR - GIRÓN),» Bucaramanga, 2018.

[18] Universidad Industrial de Santander (Escuela de ingeniería civil - Geomática)., «Alternativa obras civiles de protección Subestación Caneyes.,» Bucaramanga, 2019.

[19] FONADE, *Especificaciones técnicas de construcción*, Colombia, 2009.